

Instituto
Nacional
de Pesca



Sustentabilidad y Pesca Responsable en México

Evaluación y Manejo

SAGARPA

SERVICIO DE AGROPECUARIA,
GANADERIA Y PESQUERÍA
NACIONAL



Sustentabilidad y Pesca Responsable en México

Evaluación y Manejo

Sustentabilidad y Pesca Responsable en México

Evaluación y Manejo



SAGARPA

Lic. Enrique Martínez y Martínez
Secretario

Instituto Nacional de Pesca

M. en C. Raúl Adán Romo Trujillo
Director General

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

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

Dr. Manuel Otilio Nevárez Martínez
Director General Adjunto de Investigación Pesquera en el Pacífico

Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo

Luis Francisco Javier Beléndez Moreno, Elaine Espino Barr, Gabriela Galindo Cortes, Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, Leticia Huidobro Campos y Enrique Morales Bojórquez (Editores)

Corrección de estilo: Lurdes Asiain Córdoba

Diagramación: Olivia Hidalgo Martín

Gráficos y mapas: José Luis Falcón Rodríguez, Leticia Huidobro Campos y Elba Pérez Pérez

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de septiembre de 2014, en Ediciones de la Noche, calle Madero núm. 687, Guadalajara, Jal. C.P. 44100. Tel. 01 (33) 38251301. www.edicionesdelanoche.com

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

Su tiraje consta de 1000 ejemplares.

Primera edición, 2014

D.R. © 2014, Instituto Nacional de Pesca
Pitágoras núm. 1320, Col. Santa Cruz Atoyac,
C.P. 03310, Delegación Benito Juárez, México, D.F.
<http://www.inapesca.gob.mx>

ISBN: 978-607-8274-11-6

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Índice

Prólogo	9

Introducción	1

Pesquerías del Pacífico mexicano

Almeja mano de león <i>Nodipecten subnodosus</i>	17

José Antonio E. Massó-Rojas, Enrique Morales-Bojórquez, Marcial Arellano-Martínez,
Bertha Patricia Ceballos-Vázquez, Jesús Talavera-Maya y Nicolás Ceseña-Espinoza

Calamar gigante <i>Dosidicus gigas</i> del Océano Pacífico	49

Manuel O. Nevárez-Martínez, Gabriel Iván Rivera-Parra, Juan Gabriel Díaz-Urbe,
Susana Martínez-Aguilar y Celio Cervantes-Valle

Peces pelágicos menores (<i>Sardinops sagax</i>, <i>Opisthonema</i> spp., <i>Scomber japonicus</i>, <i>Engraulis mordax</i>, <i>Cetengraulis mysticetus</i>, <i>Etrumeus teres</i>, <i>Trachurus symmetricus</i>, <i>Oligoplites</i> spp.)	85

Manuel O. Nevárez-Martínez, Ma. de los Ángeles Martínez-Zavala, Mercedes L.
Jacob-Cervantes, Celia Eva Coterro-Altamirano, J. Pablo Santos-Molina y Alejandro
Valdez-Pelayo

Huachinango del Pacífico Centro-Sur, costa de Nayarit a Chiapas.	141

Martha Edith Zárate-Becerra, Elaine Espino-Barr, Marcos Puente-Gómez, Arturo
García-Boa, Esther Gpe. Cabral-Solís, Daniel Hernández-Montaña, Carlos Meléndez-
Galicia, Andrés Arellano-Torres, Rosa María Gutiérrez-Zavala, Esteban Cabrera-
Mancilla, Heldail Aarón Gil-López y Aldrin Labastida-Che

Pesquerías del Golfo de México y Caribe Mexicano

Pulpo del Golfo de México <i>Octopus maya</i> y <i>Octopus vulgaris</i>	179
Gabriela Galindo-Cortes, Álvaro Hernández-Flores y Josefina Santos-Valencia	

Robalo del Golfo de México <i>Centropomus undecimalis</i>, <i>Centropomus poeyi</i> y <i>Centropomus parallelus</i>	211
Vequi Caballero-Chávez, Rosa María Lorán-Núñez, Ma. Guadalupe Gómez-Ortiz, Manuel Garduño-Dionate, Francisco Rolando Martínez-Isunza y Armando T. Wakida-Kusunoki	

Mero <i>Epinephelus morio</i>, en la Península de Yucatán	243
Carmen Monroy-García, Gabriela Galindo-Cortes y Álvaro Hernández-Flores	

Planes de Manejo Pesquero

Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz	279
Patricia Carrillo-Alejandro, Luis Francisco Javier Beléndez-Moreno, Cecilia Quiroga-Brahms, Alejandro González-Cruz, Ma. Guadalupe Gómez-Ortiz, Margarita Medellín-Ávila, Alma Soledad Leo-Peredo, Érik Márquez-García, J de Jesús Villanueva-Fortanelli, María del Refugio Castañeda-Chávez, Fabiola Lango-Reynoso, Itzel Galaviz-Villa, Juan Manuel Soto-Alva, Alma Delia Ríos-Massé, Olga Palomino-Ramírez, Gonzalo Martínez-Pérez, Brenda Yaneet Rangel-Arteaga, Guadalupe Pantoja-Yépez, Leobardo García-Solorio, Guillermo Acosta-Barbosa, Juan Balderas-Téllez, Rodolfo Arteaga-Peña, José Antonio González-Rangel, José Luis Gómez-Jiménez, Enrique Conde-Galaviz, Luis Enrique Martínez-Cruz y Luz María Pantoja-González	

Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz	359
Patricia Carrillo-Alejandro, Luis Francisco Javier Beléndez-Moreno, Cecilia Quiroga-Brahms, Rosa María Lorán-Núñez, Francisco Rolando-Martínez Isunza, José Alberto-Pech Paat, Leticia González-Ocaranza, J de Jesús Villanueva-Fortanelli, María del Refugio Castañeda-Chávez, Fabiola Lango-Reynoso, Itzel Galaviz-Villa, Gilberto Silva-López, Luis Gerardo Abarca-Arena, Brenda Yaneet Rangel-Arteaga, Luz María Pantoja-González, Lucía Arias-Cruz, Luis Enrique Martínez-Cruz, Guadalupe Pantoja-Yépez, Roberto Escartín-Hernández, Manuel Garduño-Dionate, Miriam Nava-Abarca, Gabriela Morales-García, Jesús Rivas-Villegas, Elizabeth Romero-Hernández, Misael Lagunes del Valle y Jaime Castillo-Hernández.	

Prólogo

La presente obra es el quinto libro de *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo*. Le anteceden el libro publicado en 1998 y el de 2000 como parte de la Secretaría de Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), posteriormente su reimpreso ampliado en 2000 como integrante de Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación (SAGARPA). En 2006 se realizó el cuarto libro con nuevos capítulos.

La investigación es necesaria para asegurar que el beneficio obtenido por la pesca sea compatible y esté en equilibrio con el bienestar ecológico, y que el aprovechamiento sea sostenible a largo plazo para todos. Esto se consigue con un adecuado análisis de las oportunidades y las amenazas del uso de la tecnología amigable y el aprovechamiento de los recursos naturales, en la aplicación de decisiones económicas y políticas con miras a la preservación de la integridad medioambiental y el consenso social (Mathiesen 2012¹).

Teniendo en cuenta lo anterior y con la finalidad de dar respuesta a los planteamientos y principios de la pesca responsable, los trabajos aquí presentados son el resultado de estudios basados en principios precautorios y uso de metodologías con modelos cuantitativos, simulación dinámica y manejo adaptativo. La investigación se realizó con información actualizada y se establecieron puntos de referencia con consideraciones de riesgo e incertidumbre.

El presente documento contiene cuatro capítulos del Pacífico mexicano: pesquería de la almeja mano de león, del calamar gigante, de los pelágicos menores y del huachinango. Del Golfo de México y Mar Caribe se realizaron tres capítulos: pesquería de pulpo, del robalo y del mero. Por vez primera se presentan dos capítulos de

1. MATHIESEN AM. 2012. Prólogo. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. FAO. Roma. 251p.

planes de manejo: de la Laguna de Pueblo Viejo y del Sistema Lagunar de Alvarado, ambos en Veracruz.

Esta obra *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo* no ha concluido. El Instituto sigue trabajando en la actualización de la evaluación de los recursos y su manejo. Está en el futuro la elaboración de otro libro con nuevos capítulos, y se espera que el número de planes de manejo de los recursos vaya en aumento.

Raúl Adán Romo Trujillo

Introducción

La actividad pesquera tiene un valor económico, social y alimentario. La pesca genera divisas, da empleo directo y proteína animal. Sin embargo, las tendencias en las capturas de la pesca mundial continúan establecidas en los últimos años, a pesar de los incrementos en el esfuerzo de pesca. La demanda excesiva ha generado un esfuerzo pesquero y tasas de aprovechamiento generalmente superiores a las que los recursos pesqueros pueden soportar.

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

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

El INAPESCA actualizó el libro *Sustentabilidad y Pesca Responsable*, incorporando Planes de Manejo Pesquero. Al igual que en las versiones precedentes, se siguieron metodologías de evaluación de vanguardia.

El estatus de las pesquerías y recurso acuáticos incluidos en las versiones anteriores básicamente no ha variado. La incorporación de los Planes de Manejo Pesquero significa un avance en la política orientada al manejo sustentable de los recursos.

La presente edición proporciona un panorama actualizado a los sectores privado, social, instituciones de educación media y superior, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, y para toda persona involucrada en el estudio, producción y administración de los recursos pesqueros.

Se integraron y analizaron ocho pesquerías comerciales de peces e invertebrados, tanto del Océano Pacífico como del Golfo de México y Mar Caribe. Estas pesquerías representan más de 40% del volumen de producción y del valor de la captura nacional. Se incluyeron además, dos Planes de Manejo Pesquero.

Las especies incluidas corresponden a los siguientes recursos:

Océano Pacífico: peces pelágicos menores, calamar gigante, huachinango y almeja mano de león.

Golfo de México y Mar Caribe: mero, pulpo y robalo.

Planes de Manejo Pesquero: Laguna de Pueblo Viejo y Sistema Lagunar de Alvarado.

Cada capítulo del libro sobre los recursos pesqueros está dividido en tres secciones:

En la sección de **La Pesquería** se describen las especies que son aprovechadas. Se indica 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 están 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.

Los Planes de Manejo Pesquero incluyen:

La **Caracterización** donde contiene los estudios sobre aspectos físicos, socioeconómicos generales y biológicos que se han realizado en el sistema lagunar.

El **Diagnóstico**, desde cuatro enfoques: ambiental, biológico-pesquero, socioeconómico y participativo, para lo cual se realizaron estudios de calidad del agua, sedimentos, además de identificar las principales fuentes de contaminación en los sistemas lagunares. Se incluye el censo de la población de pescadores registrados, la verificación en campo de los equipos de pesca, la ubicación y descripción de las áreas de desembarco de las unidades económicas de pesca. Incluye también el análisis de la producción pesquera global y por especies, y el estudio para identificar los canales de comercialización de los productos pesqueros, la estimación de indicadores económicos de la pesca y socioeconómicos de las comunidades pesqueras. El estudio biológico-pesquero incluye a las especies de importancia comercial.

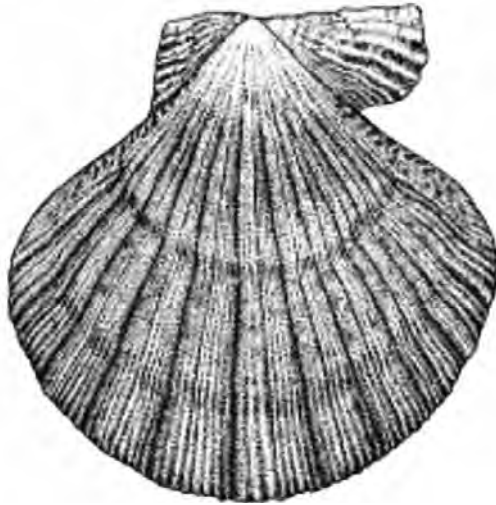
La **Propuesta de Manejo Pesquero** está integrada por la imagen objetivo, los fines, el propósito, los componentes, las acciones y las reglas administrativas.

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

Este documento refleja el esfuerzo y la dedicación de investigadores, técnicos y personal administrativo, así como de mandos medios y superiores del INAPESCA.

Pesquerías del Pacífico mexicano

Almeja mano de león



BREVIARIO

Especie

- Almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*.

Tendencia de las capturas

- Desde 1991 la tendencia de la captura ha tenido un patrón de incremento en su volumen de peso de músculo (callo).

Tipo de modelo para evaluación y manejo

- El modelo de evaluación se basa en un diseño muestral sistemático de los bancos identificados en la zona de pesca, lo cual es útil para estimar la biomasa por banco basado en estimadores desarrollados y adaptados para esquemas de muestreo estratificado de tipo aleatorio. La talla de primera captura se basa en el patrón reproductivo de la especie sustentado en la evidencia histológica.

Estado de la pesquería

- La pesquería ha mostrado un patrón de incremento en biomasa desde 1996, lo cual se ha favorecido por el descubrimiento de nuevos bancos dentro de la zona, motivando la rotación en el aprovechamiento de los mismos. La pesquería en la zona se encuentra en su nivel óptimo de aprovechamiento y el esfuerzo pesquero debe limitarse.

Medidas de manejo

- La pesquería se administra por banco de pesca, bajo una tasa de extracción de 20%, la cual está limitada a la extracción de individuos que tengan una talla de longitud mayor de concha superior a la de primera reproducción, la cual está establecida provisionalmente en 14 cm.

Objetivo de las medidas

- Mantener la biomasa total de la población dentro de la Laguna Ojo de Liebre en niveles adecuados para su aprovechamiento comercial.

Almeja mano de león

Nodipecten subnodosus

José Antonio E. Massó-Rojas
Enrique Morales-Bojórquez
Marcial Arellano-Martínez
Bertha Patricia Ceballos-Vázquez
Jesús Talavera-Maya
Nicolás Ceseña-Espinoza

LA PESQUERÍA

Importancia

En el ámbito mundial, los pectínidos representan un recurso pesquero muy importante, tanto en la zona templada como en la tropical (Morales-Hernández y Cáceres-Martínez 1996). Debido al preciado sabor y al alto contenido de nutrientes de su músculo aductor o “callo” (González-Anativia 2002), su producción mundial se ha incrementado considerablemente en los pasados años (Uddin *et al.* 2007), principalmente como resultado de la actividad acuícola, que contribuye con más de 65% de la producción total (FAO 2010). Por el contrario, en México la producción acuícola de pectínidos es baja y proviene por completo de poblaciones silvestres (FAO 2010), aunque algunas instituciones han realizado investigación encaminada al establecimiento de cultivos de almeja mano de león (Arellano-Martínez *et al.* 2011) y almeja catarina.

De las especies de pectínidos que se distribuyen en el Pacífico mexicano, sólo tres son consideradas de importancia comercial: la almeja voladora *Pecten* (= *Euvola*) *vogdesi*, la almeja catarina *Argopecten ventricosus* (= *circularis*) y la almeja mano de león *Nodipecten* (= *Lyropecten*) *subnodosus* (Keen y Coan 1974). En México, la pesquería de pectínidos es muy antigua, ya que por su concha tan atractiva ha sido adoptada por el hombre como símbolo de actividades religiosas y culturales, y ha sido utilizada como alimento desde hace miles de años (Hardy 1991). En la actualidad, el precio por kilogramo de callo en playa es de hasta \$160.00 MN (Ponce-Díaz *et al.* 2011). Las conchas de almeja voladora se utilizan durante la ceremonia del bautizo católico y en épocas pasadas varios tipos de bivalvos se utilizaron como sustituto de flores para elaborar coronas mortuorias (García-Domínguez *et al.* 2010). Asimismo, las conchas de mano de león son compradas principalmente por turistas europeos para servir un platillo de origen francés (*coquilles saint-jacques*). El precio de algunas conchas de ejemplares grandes de *N. subnodosus* en buen estado y de color naranja puede ser de hasta \$ 300.00 MN en las tiendas de La Paz, BCS (García-Domínguez *et al.* 2010). Como ejemplo de su importancia en Baja California Sur, una imagen estilizada de la concha de un pectínido forma parte del escudo del estado.

Esta especie se pesca en toda su área de distribución; sin embargo, las bajas densidades hacen poco rentable la extracción comercial permanente. Hoy en día, las actividades de extracción de mano de león en la escala comercial se limitan a la Laguna Ojo de Liebre en la costa noroccidental de Baja California Sur, México (Fig. 1) (Massó-Rojas *et al.* 2000). En Baja California Sur se desarrolla una importante pesquería artesanal que representa una considerable fuente de divisas, alimento y empleo para las comunidades ribereñas de esa región. Es una pesquería relativamente reciente (los registros datan de 1991), si bien se menciona que ya se capturaba desde finales de los años setenta. Representa 9% del total registrado de la producción de almejas en el litoral del Pacífico mexicano en los últimos años (Departamento de Informática y Estadística de SAGARPA). Tan sólo en el periodo 2000-2002 representó una derrama económica de un poco más de treinta y cinco millones de pesos (Datos proporcionados por la Compañía Salinera de Guerrero Negro, BCS). El rendimiento del producto es en promedio de nueve a diez “callos” por kilogramo, para almejas de 15 cm de altura o mayores (Morales-Hernández y Cáceres-Martínez 1996); no obstante, algunas llegan a pesar hasta 160 g (comentario personal, pescadores de la región).

A partir de 1995, los resultados de las evaluaciones indican un incremento en sus áreas de distribución, así como también en las densidades promedio observadas en años anteriores. Los incrementos han sido evaluados por el Instituto Nacional de Pesca (CRIP-La Paz), que ha estudiado de forma permanente la variación en la abundancia poblacional de la especie. *Nodipecten subnodosus* generalmente habita en el borde de los canales o en zonas donde las corrientes marinas son intensas, esto ha hecho que su extracción comercial en algunas áreas sea de alto riesgo para el buzo. A pesar de que la mano de león ha sido activamente explotada en esa área, los volúmenes

de producción de “callo” se han incrementado desde 1996, llegando a un máximo de 156 t en 1999, para luego estabilizarse en los años siguientes en alrededor de 100 t, y a partir de 2003 inició un nuevo incremento en la producción hasta alcanzar 321 t de callo en 2009. Su incremento en 2009 fue de 25 375 939 organismos arriba de la talla de 14 cm de longitud de concha, con respecto a un total para el mismo año de 52 108 886 organismos, alcanzando también la máxima producción registrada con 321 t de callo (Fig. 2). La talla de 14 cm de longitud de concha es una medida de regulación provisional que rige la talla mínima de aprovechamiento comercial de la especie en la región, y está contenida dentro de la ficha de mano de león en la Carta Nacional Pesquera, y no hay Norma Oficial Mexicana que establezca tallas, vedas o alguna otra medida de regulación. La producción se comercializa en el mercado nacional (75%) y en Estados Unidos de América (25%), principalmente (Morales-Hernández y Cáceres-Martínez 1996, INE-SEMARNAP 2000).

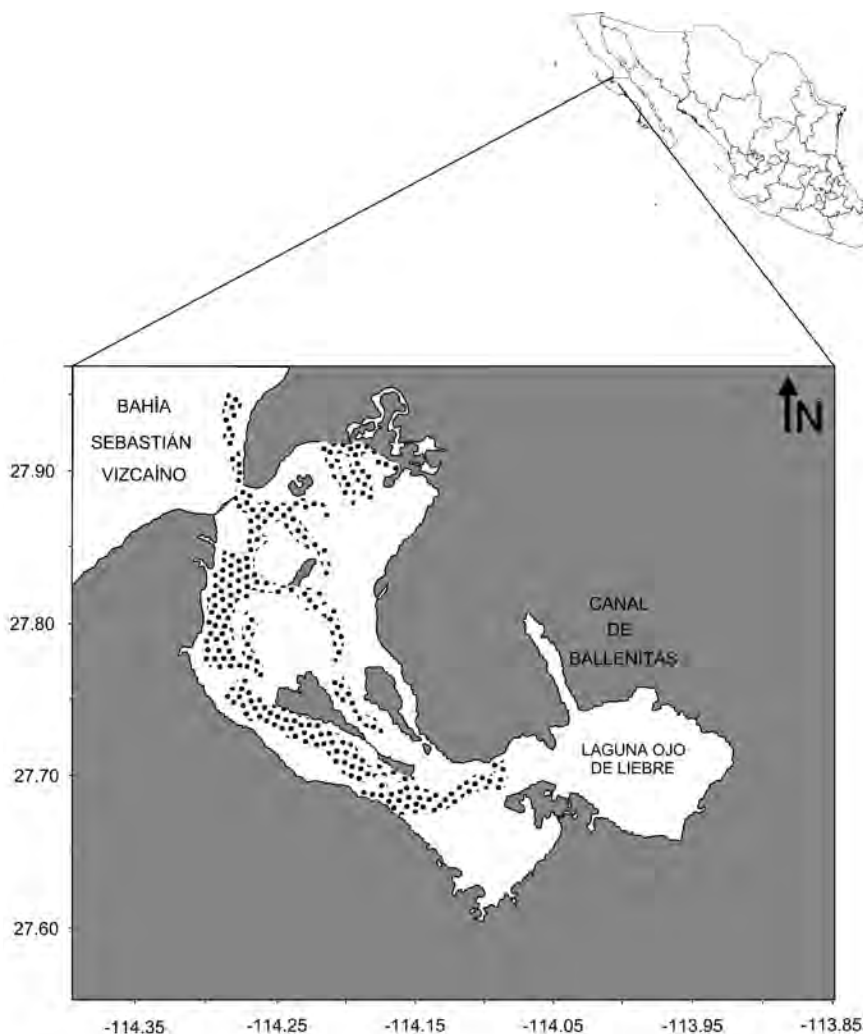


Fig. 1. Zonas de captura de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* en la Laguna Ojo de Liebre, bcs, México.

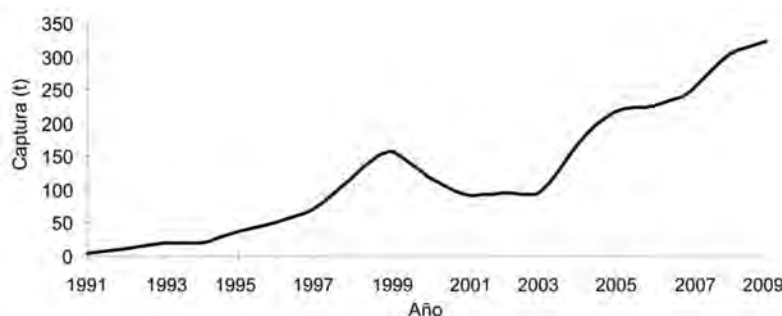


Fig. 2. Tendencia de la producción anual de callo de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* capturada en Laguna Ojo de Liebre en BCS, México.

Hasta la evaluación realizada en febrero de 2010, el crecimiento poblacional de este recurso en el interior de la Laguna Ojo de Liebre fue constante comparado con el de los años anteriores. Sin embargo, en la evaluación de febrero de 2011 se observó una ligera disminución en la población de mano de león del orden de 2'250 000 organismos (3.7%) en relación con el año anterior. En primera instancia, esta disminución poblacional se atribuyó a la autorización de 40 días de captura de este recurso pesquero en la temporada invernal de 2010, lo que presumiblemente disminuyó de forma considerable la fracción de la población explotable (organismos arriba de la talla mínima legal) de 2011, y se reflejó en una reducción en la biomasa sugerida para la captura.

Poco después de iniciada la captura comercial en mayo de 2011, fue reportada por los pescadores la mortandad masiva de almeja mano de león en la Laguna Ojo de Liebre. Este reporte de los pescadores venía acompañado por una solicitud de reducción de la talla mínima legal, ya que las almejas mayores a 14.0 cm de longitud de concha eran escasas. Por esta razón, en mayo de ese mismo año se realizó un reconocimiento en el interior de la laguna, que constató el fenómeno de mortandad masiva de individuos.

En julio de 2011 se realizó una nueva evaluación de la población de este recurso. Como resultado de esta revisión se observó que los bancos el Alambre, Carros Viejos La Ventana, la Bocana, el Alambre a Paredones que aportaban más de 95% de la producción anual, presentaban una reducción de la abundancia estimada del orden de 33.2% y una reducción de la densidad media, al pasar de 1.34 org/m² a 0.89 org/m². En la evaluación de septiembre de ese mismo año, la densidad media ponderada se redujo a 0.78 org/m². Por lo anterior, se estimó que la mortandad masiva de almeja mano de león ocurrida en 2011 en la Laguna Ojo de Liebre afectó a casi 40% de la población inicialmente estimada.

Sobre las causas que originaron esta mortandad, que no sólo redujo el tamaño poblacional de forma importante sino que también afectó el estado de salud de los organismos sobrevivientes, hubo varias versiones; empero, ninguna fue confirmada por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), que fue

la autoridad responsable de este estudio, y que se encargó de realizar los análisis bacteriológicos y parasitológicos necesarios para concluir con las causas de este evento.

Biología

Almeja mano de león

Phylum Mollusca

Clase Bivalvia

Familia Pectinidae

Especie *Nodipecten subnodosus* Sowerby 1835

Sinonimia *Pecten intermedius* Conrad 1867

La almeja mano de león o garra de león, es la especie más grande de la familia Pectinidae en aguas tropicales del oeste americano. Anteriormente estaba comprendida dentro del género *Lyropecten* con el subgénero *Nodipecten* (Keen 1971, Abbott 1974). Sin embargo, después de una revisión taxonómica se encontró que el género *Lyropecten* ya sólo tiene una especie viviente *L. magnificus* en las islas Galápagos (Smith 1991, Skoglund 1991). Por tanto, el nombre científico válido de la almeja mano de león es *Nodipecten subnodosus*.

Según Keen (1971), su distribución comprende desde la Laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, a Perú; sin embargo, los resultados de prospecciones y evaluaciones realizados por el Proyecto Almeja-Caracol del Centro Regional de Investigación Pesquera-La Paz (CRIP-La Paz), indican que la especie se distribuye más al norte, en la Laguna Guerrero Negro o Estero San José y en la Laguna Manuela. La especie también está registrada en el Golfo de California y se distribuye desde la isla Espíritu Santo hasta la isla Ángel de la Guarda en el estado de Baja California. Habita sobre fondos arenosos (Smith 1991) en lagunas y bahías, desde la zona de mareas hasta los 110 m (Alamo y Valdivieso 1987) en canales profundos con fuertes corrientes de agua (García-Pámanes *et al.* 1994). En la Laguna Ojo de Liebre, BCS, se les encuentra en densidades de cuatro a 12 individuos por cada 10 m² (Massó-Rojas *et al.* 2000) y por lo general asociadas a “camas” de pastos marinos de la especie *Zoostera marina* (Arellano-Martínez 2005). *N. subnodosus* tiene una concha muy grande, fuerte, gruesa, convexa y sólida; su coloración externa es variada e incluye tonos del marrón, crema con líneas o remiendos en púrpura hasta los tonos naranja, rojo ladrillo, púrpura o gris (Rupp *et al.* 2011). La ornamentación externa del disco está formada por costillas radiales anchas en forma redondeada-rectangular y uniformemente espaciadas, con nueve costillas en la valva izquierda, donde se alternan una o más series de nódulos, mientras que la valva derecha posee de nueve a diez costillas sin nódulos (Fig. 3) (Peña 2001). Algunos organismos alcanzan una longitud de 218 mm (Félix-Pico *et al.*

1999) y un peso con concha de 1 863 g (Reinecke-Reyes 1996). La talla más grande observada en la Laguna Ojo de Liebre es de 225 mm de longitud.



Fig. 3. Ejemplar de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*.

Nodipecten subnodosus posee alto grado de diferenciación anatómica (Fig. 4), por lo que sus órganos se identifican fácilmente, carece del músculo aductor anterior, pero tiene un gran músculo aductor posterior situado cerca del centro, que le sirve a los pectínidos para cerrar las valvas con fuerza e impulsar su nado (Benninger y Le Pennec 1991).

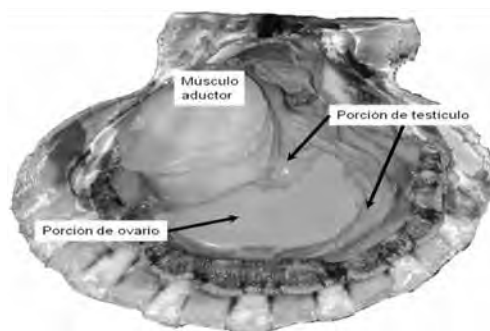


Fig. 4. Anatomía interna de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Arellano-Martínez 2005).

Esta especie es hermafrodita funcional, esto es, presenta una porción de ovario de color naranja y otra de macho de color beige cuya intensidad varía con el grado de madurez (Fig. 4). A pesar de que se producen ambos tipos de células sexuales (ovocitos y espermatozoides) al mismo tiempo, no son liberadas simultáneamente con lo que se evita la autofertilización; por lo regular liberan primero el esperma y más tarde los ovocitos (Arellano-Martínez *et al.* 2004a).

El ciclo reproductivo de *N. subnodosus* fue descrito por primera vez por Reinecke-Reyes (1996) en las poblaciones de Laguna Ojo de Liebre, y a pesar de que no se obtuvieron muestras todo el año, se pudo establecer un periodo reproductivo de agosto a enero con máximas frecuencias de desove en octubre y diciembre. Posteriormente, en un estudio más exhaustivo y que abarcó dos años de muestreos mensuales

en la misma zona, se determinó que el ciclo reproductivo de *N. subnodosus* muestra una clara estacionalidad relacionada con la temperatura del agua (Fig. 5) (Arellano-Martínez *et al.* 2004a). En un contexto general, el periodo de inactividad (estadios indiferenciados y desovados) se presentan desde diciembre a marzo, con bajos valores de temperatura del agua (16 °C a 17.5 °C) y un índice gonadosomático (IGS) entre 6.4-9.2. La gametogénesis inicia en abril cuando la temperatura del agua alcanza 18 °C y continúa durante los meses cálidos. La máxima madurez gonádica (90% a 100% de organismos) fue alcanzada en agosto cuando la temperatura (23.5 °C) y el IGS (36.9 en 2001 y 39.4 en 2002) fueron los más altos.

Por otro lado, el desove de *N. subnodosus* ocurre en septiembre cuando la temperatura del agua es en promedio cercana a los 24 °C y el IGS (27.9 en 2001 y 23.1 en 2002) disminuyen, y continúa a través de noviembre. Esto está en concordancia con las más altas concentraciones de semillas encontradas dentro de este periodo por García-Domínguez *et al.* (1992).

Además de los eventos reproductivos generales analizados anteriormente, las observaciones histológicas cualitativas de este estudio revelaron una ligera actividad reproductiva durante los meses fríos (enero-marzo del 2001), como lo indicó la presencia de almejas activas en el aspecto reproductivo en una proporción baja (2.7% a 6.8%). No obstante, durante 2002, la actividad reproductiva en este periodo fue más pronunciada, con alta proporción de almejas reproductivamente activas (3.4% a 26.9%) y, además, los desoves se extendieron hasta mayo. Este comportamiento estuvo relacionado con las anomalías de temperatura ocurridas en 2002, que fueron más altas que en 2001, lo que refuerza la teoría de la influencia de la temperatura sobre el ciclo reproductivo de *N. subnodosus*. Así pues, *N. subnodosus* es potencialmente capaz de desovar a lo largo de todo el año si las condiciones ambientales son favorables para ello (Arellano-Martínez *et al.* 2004a).

En contraste, se ha reportado que el ciclo reproductivo de *N. subnodosus* en lugar de ser estacional como sucede en Laguna Ojo de Liebre, es continuo (desoves durante todo el año con diferente intensidad) a diferencia de otras localidades de la península de Baja California, México, como Bahía Magdalena (Racotta *et al.* 2003), Bahía de Los Ángeles (Yee-Duarte 2009) y Bahía Tortugas (Ángel-Dapa 2010). Esto indica que además de la temperatura, la disponibilidad de alimento en las distintas zonas también juega un papel importante en la maduración gonádica y en el tipo de estrategia que adopta la especie (oportunistas o conservativas) (Arellano-Martínez *et al.* 2004b). Existen pocos datos sobre la talla de primera madurez de *N. subnodosus*, considerada como aquella a la que 50% de los individuos de una población ha alcanzado la madurez sexual (han dejado de ser juveniles) (Somerton 1980).

En la Laguna Ojo de Liebre, BCS, se obtuvieron resultados a partir de un modelo logístico (datos de frecuencia relativa acumulada de individuos con actividad reproductiva con relación a la longitud) indican que los individuos de esta especie alcanzan su primera madurez al tener una longitud de concha (LC) de 135 mm (Fig. 6).

Sin embargo, las observaciones histológicas muestran que algunos individuos de *N. subnodosus* son sexualmente maduros a los 51 mm LC (Arellano-Martínez *et al.* 2004a).

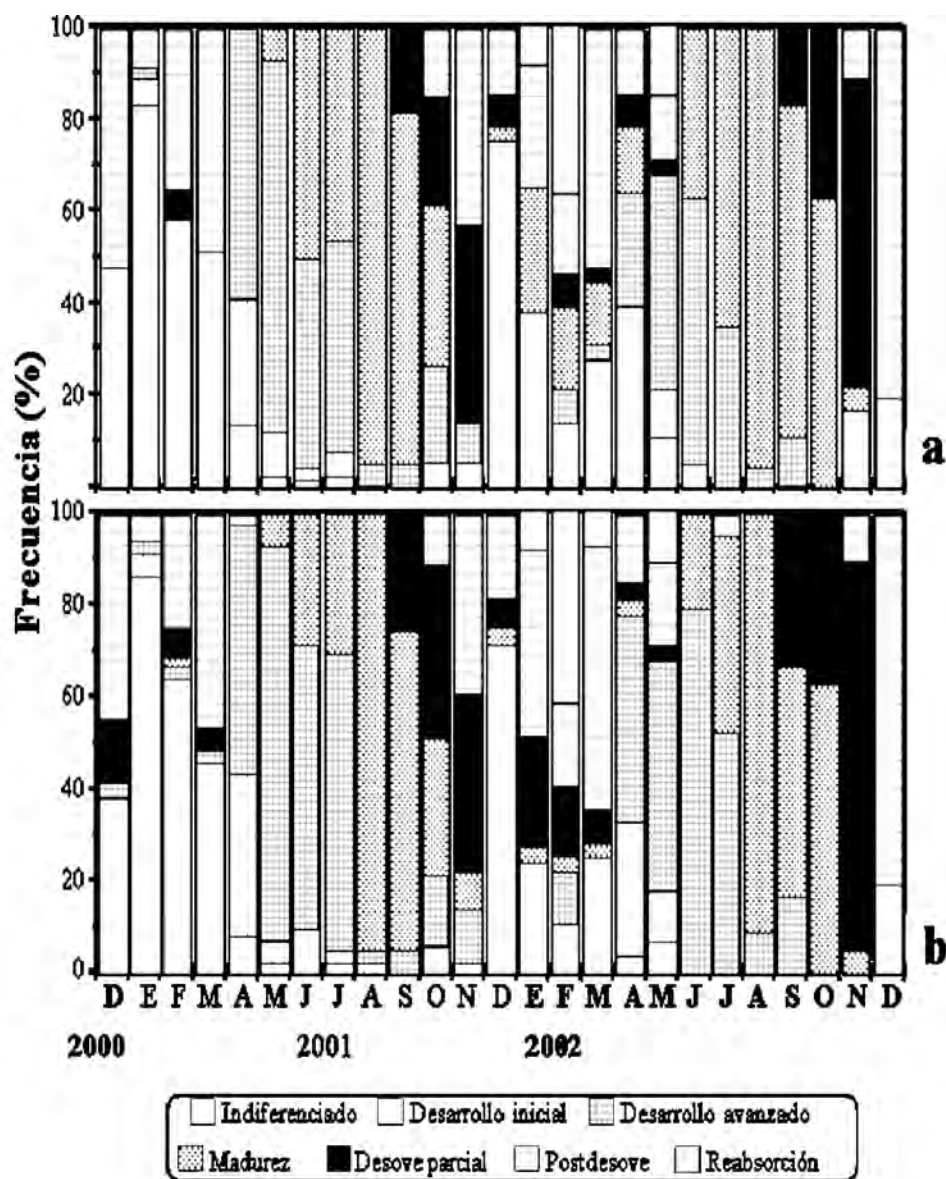


Fig. 5. Frecuencias porcentuales mensuales de los diferentes estadios gonádicos de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* durante dos años de estudio en la Laguna Ojo de Liebre, BCS, México. a) hembra y b) macho (Arellano-Martínez *et al.* 2004a).

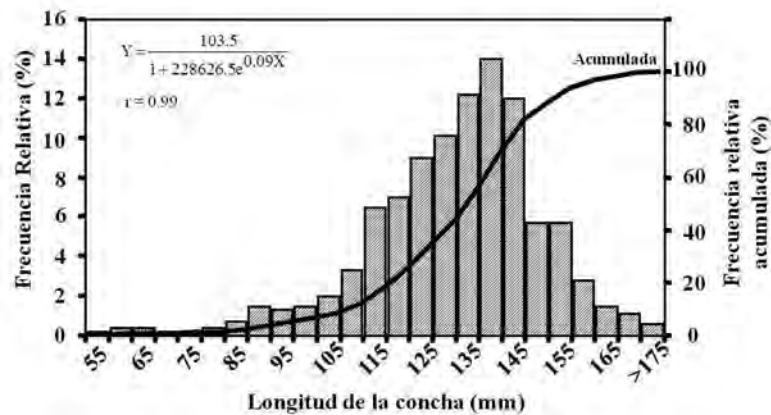


Fig. 6. Talla de primera madurez de *Nodipecten subnodosus* en la Laguna Ojo de Liebre, bcs, México (Arellano-Martínez *et al.* 2004a).

En estudios experimentales en laboratorios de acuicultura se observó que el desarrollo larval de *N. subnodosus* tiene una duración de 22 días a una temperatura entre 23 °C y 25 °C y la fijación de la larva se prolonga durante dos semanas, con una sobrevivencia de 32% (García-Pámanes *et al.* 1994). En el medio natural, el trabajo realizado por García-Domínguez *et al.* (1992) indica que, después de la fijación en noviembre de 1989, los juveniles alcanzaron una talla promedio de 76 mm en el siguiente año, cultivadas en un sistema de suspensión (canastas de plástico ostrícolas). Se ha reportado la fijación de semillas silvestres de *N. subnodosus* de manera incidental (35 organismos en abril de 1985) en colectores empleados para la captación de semilla de almeja catarina, en la Bahía de Bacoichampo, Guaymas, Sonora (Carbajal-Rascón 1987). En la Laguna Ojo de Liebre, bcs, se reportó que el periodo de fijación se extendió en promedio dos meses, entre septiembre y noviembre, observándose una fijación de seis a 71 organismos por colector (García-Domínguez *et al.* 1992).

Crecimiento de la almeja mano de león

En el noroeste del Pacífico mexicano se han llevado a cabo estudios sobre el crecimiento de la almeja mano de león en condiciones de cultivo; no obstante, los resultados de estos experimentos son contrastantes (Tabla 1). Además de las variaciones en las tasas de crecimiento de un sitio a otro dentro de una misma región (Pacífico y Golfo de California), destaca el hecho de que en las localidades dentro del Golfo de California, el crecimiento fue menor que los reportados en las localidades del Pacífico, lo anterior debido presumiblemente a diferencias microambientales, como el régimen de temperatura y el alimento disponible en cada zona de experimentación (Arellano-Martínez *et al.* 2011). Estos autores concluyen que es factible cultivar *N. subnodosus* en las costas del noroeste del Pacífico mexicano (incluyendo el Golfo de California); sin embargo, debido a su afinidad templada, esta especie crece mejor en

las costas del Pacífico mexicano en comparación con lo que sucede en el Golfo de California.

Tabla 1

Comparación de las tasas de crecimiento diario de la almeja mano de león *N. subnodosus* bajo diferentes condiciones de cultivo y sitios en el noroeste de México (Arellano-Martínez *et al.* 2011)

	<i>Localidad</i>	<i>Crecimiento (mm de altura)</i>	<i>Tipo de cultivo</i>	<i>Periodo de cultivo</i>	<i>Fuente</i>
Pacífico mexicano	Laguna Guerrero Negro	69.13 (0.196 mm día ⁻¹)	suspendido	un año	Arellano-Martínez <i>et al.</i> 2011
	Laguna Ojo de Liebre	76 (0.21 mm día ⁻¹)	suspendido	un año	García-Domínguez <i>et al.</i> 1992
	Bahía Magdalena	92 (0.25 mm día ⁻¹)	suspendido/ fondo	un año	Racotta <i>et al.</i> 2003
	Estero El Coyote	80 (0.17 mm día ⁻¹)	suspendido	un año	Osuna-García <i>et al.</i> 2008
	Estero San Buto	(0.24-0.38 día ⁻¹)	suspendido	Verano-Otoño	Koch <i>et al.</i> 2005
Golfo de California	Bahía de La Paz	56.8 (0.10 mm día ⁻¹)	suspendido	un año	Barrios-Ruiz <i>et al.</i> 2003
	Bahía Juncalito	57 (0.13 mm día ⁻¹)	suspendido	un año	Villalejo-Fuerte <i>et al.</i> 2004
	Bahía de Loreto	61 (0.17 mm día ⁻¹)	suspendido	un año	Ramírez-Arce 2009

En los bancos El Borbollón y La Ventana ubicados en la Laguna Ojo de Liebre se obtuvieron muestras mensuales de *N. subnodosus* de enero de 2000 hasta julio de 2001. El de El Borbollón y el de La Ventana son los de mayor productividad (una lista completa de los bancos se observa en la *tabla 2*). Los ejemplares fueron obtenidos de una red de muestreo aleatorio dentro del mismo banco; el número de estaciones varió entre 25 a 34, con tamaños de muestra superior a los 100 organismos en cada uno dentro de un intervalo de profundidad de 7 m a 18 m. Las modas en las distribuciones de frecuencias de longitud total (cm) de la concha en cada mes se determinaron de acuerdo con el método de Battacharya disponible en el paquete FISAT (Gayanilo *et al.* 1996).

Se estimaron los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy considerando la longitud total (cm) de la concha asumiendo una distribución normal de los residuales. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$L_t = L\alpha[1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (1)$$

Los parámetros del modelo de von Bertalanffy se estimaron de acuerdo con el algoritmo de distribución normal (Chen y Fournier 1999, Morales-Bojórquez *et al.* 2008):

$$L(L\alpha, k, t_0 | d) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(Y_i - f_i(d_1, \dots, d_2; L\alpha, k, t_0))^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

Donde la verosimilitud (L) de los parámetros $L\alpha$ (longitud asintótica), k (tasa de crecimiento individual) y t_0 (edad a la longitud cero), dados los datos (d), asumen una distribución normal. Y_i denota la i -ésima observación, y la función f_i denota la función de crecimiento de von Bertalanffy.

Donde L_r es la longitud estimada; la desviación estándar (s) fue estimada de acuerdo con lo siguiente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - L_r)^2} \quad (3)$$

Donde Y_i representa el valor de la longitud observada, y n es el número de observaciones.

Perfiles de verosimilitud

Para determinar los intervalos de confianza de los parámetros de cada modelo, se estimaron los perfiles de verosimilitud de los parámetros q_1 , q_2 y q_3 (Haddon 2001). Los intervalos de confianza (IC) se estimaron como:

$$IC = 2[L(Y \setminus p) - L(Y \setminus p_{est})] \leq \chi_{m, 1-\alpha}^2 \quad (4)$$

Donde $L(Y \setminus p_{est})$ es la máxima verosimilitud de los parámetros q_n y $L(Y \setminus p)$ es la verosimilitud del parámetro q_n dentro del perfil de verosimilitud, en este caso, no se estimó el IC de manera conjunta, sino de forma independiente para $L\alpha$, k y t_0 . $\chi_{1, 1-\alpha}^2$ es el valor de la distribución χ^2 a un nivel de confianza $1-\alpha$ y $m = 1$. De esta forma, el IC para el estimador (ecuación 4) aceptó todos los valores menores o iguales a 3.84 (Polacheck *et al.* 1993).

El ajuste del modelo de crecimiento a los datos observados de mano de león mostraron los siguientes valores para el ajuste del modelo von Bertalanffy, asumiendo una distribución normal de los residuales, donde $L\alpha = 13.98$ cm, $k = 0.14$ mes, $t_0 = 0.11$, $\sigma = 1.27$ y valor de verosimilitud de 2×10^{-19} (Fig. 7). La longitud de primera madurez de la especie se ha observado a una talla de 8.5 cm aproximadamente al año de vida, la talla de primera captura recomendada de manera provisional es de 14 cm y corresponden al tercer periodo de desove de la especie, por consiguiente la $L\alpha$ es la estimación de talla máxima promedio estimada por el modelo de crecimiento individual.

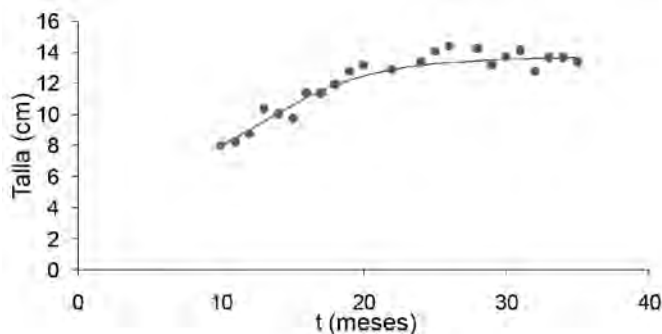


Fig. 7. Ajuste del modelo de von Bertalanffy a los datos observados de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*.

La talla de 14.0 cm de longitud corresponde a organismos de más de tres años de vida, hecho que se pudo constatar con el manejo de la estructura de tallas observada cada mes y su posterior análisis con el *software* FISAT, que permitió identificar la posible composición de edades a partir de la estructura de tallas (Figs. 8 y 9).

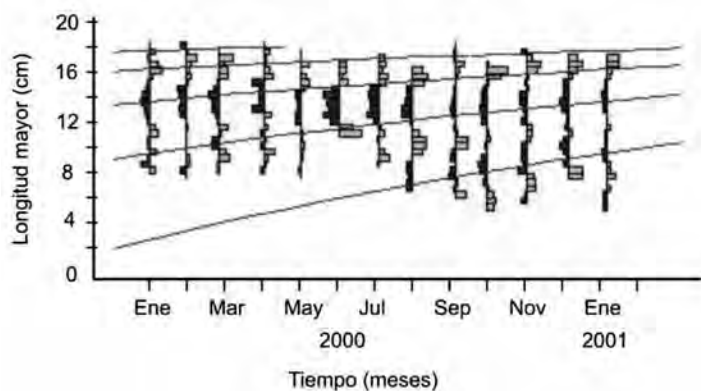


Fig. 8. Distribución de frecuencias de tallas de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* en el banco "El Borbollón", enero del 2000 a enero del 2001.

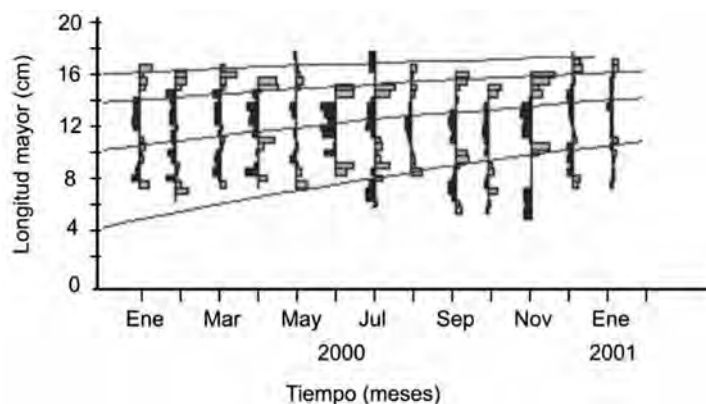


Fig. 9. Distribución de frecuencias de tallas de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* en el banco "La Ventana", enero del 2000 a enero del 2001.

Reinecke-Reyes (1996) propuso una talla mínima de captura de 15.0 cm de longitud mayor a partir de 50% de la frecuencia acumulada de 215 organismos colectados a lo largo de un año para identificar su ciclo gonádico. En otro análisis de 2 500 organismos recolectados a lo largo de 13 meses por el CRIP-La Paz se estimó que 50% de los individuos tiene talla de primera madurez superior a 13.0 cm, que se alcanza a los dos años de edad, después de haber desovado dos veces. Sin embargo, al ser ésta una especie con una expectativa de vida superior a 12 años, se consideró más adecuado esperar a que haya tenido tres periodos reproductivos, por lo que la talla mínima de captura propuesta es de 14 cm de longitud mayor (Fig. 10).

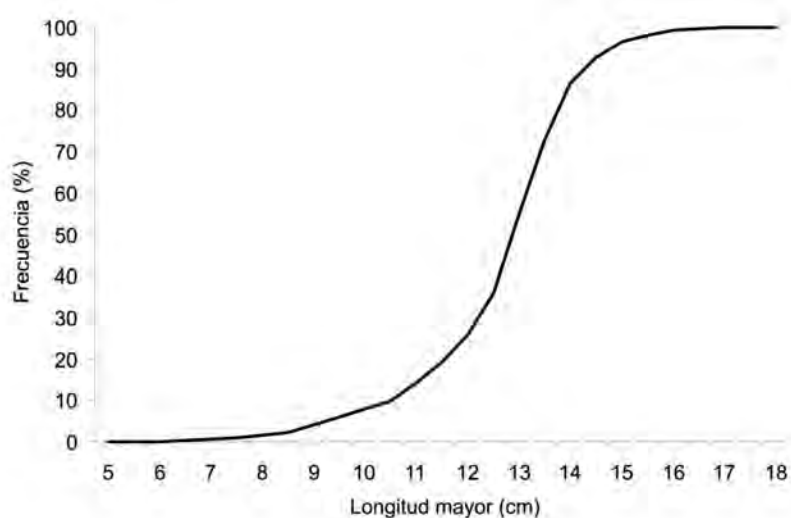


Fig. 10. Frecuencia relativa acumulada de tallas en la captura de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* para establecer la talla de primera reproducción (Reinecke-Reyes 1996).

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

El inicio de las operaciones de pesca de almeja mano de león se ubica a finales de la década de los setenta o principios de los ochenta, en ese lapso de tiempo, y de acuerdo con comentarios hechos por algunos de los productores con más años en la actividad en entrevistas de campo, la captura del recurso en esos años fue intensiva pero inconstante, lo que significa que la fase de desarrollo de la pesquería fue errática al principio. No existen registros oficiales de tales capturas debido a que su producción se incluía en el rubro almejas junto con otras especies. Los primeros registros oficiales de captura en Baja California Sur iniciaron en 1991, con una producción de cinco toneladas de músculo aductor llamado comúnmente “callo”, registrado por el sector social (Morales-Hernández y Cáceres-Martínez 1996); a partir de entonces

hubo un crecimiento gradual y constante, tanto de la producción como del esfuerzo aplicado a su captura. Desde 1992 a 1994, la extracción registrada fluctuó entre 10 t y 20 t de “callo”, hasta alcanzar en 1995 una producción cercana a 35 t; de 1996 a 1998, la producción registrada aumentó 115%, al alcanzar 75 t. En los últimos diez años, la producción ha continuado incrementándose, alcanzando la máxima biomasa aprovechable en 2009 con una cuota autorizada de 328 t. Esta biomasa constituye un valor de 20% de la biomasa total estimada por banco. Al parecer, parte importante de este crecimiento se debe a la aplicación de diversas condicionantes técnicas sugeridas por el CRIP-La Paz, como es el establecimiento de una talla mínima de captura de 14.0 cm de longitud y la aplicación de un esfuerzo que se ha mantenido constante en los últimos diez años, al que se le autoriza una cuota que depende de una estimación previa de la biomasa aprovechable.

Otro aspecto significativo que ha favorecido el mantenimiento de la pesquería es la vigilancia en la Laguna Ojo de Liebre para evitar la pesca furtiva, con la intervención de la SAGARPA a través de CONAPESCA, la SEMARNAT por conducto de la PROFEPA, la Reserva de La Biósfera del Vizcaíno y por el propio sector productor, que ha constituido un Comité Pesquero, integrando al sector social y privado residente de la localidad Guerrero Negro.

Las embarcaciones utilizadas en la captura son pangas de fibra de vidrio de 20 a 22 pies de eslora, equipadas con motor fuera de borda de capacidad variable (40 HP a 120 HP) y un compresor de aire para buceo semiautónomo (Hooka), operado por un motor de gasolina de 5 HP a 7 HP. El aire comprimido se almacena en un tanque de aluminio a una presión de 60 a 100 lb/in², al tanque se conecta una manguera por medio de la cual se le suministra aire al buzo. Operativamente un equipo está conformado por el buzo, el motorista y el cabo de vida o “jabero”, que es con el que se comunica el buzo por medio de jalones en un cabo sujeto al cinturón de plomos.

Los organismos se extraen manualmente y se depositan en una bolsa llamada “jaba”, confeccionada con malla de red y un aro de manguera para mantener abierto uno de los extremos. Cuando la jaba se llena, se sube a la embarcación por el cabo de vida. Las almejas son almacenadas en costales y se transportan a tierra para el proceso de desconchado. Hasta el año 2010, en la localidad de Guerrero Negro no existían plantas para procesar el recurso, por lo que la actividad se realizaba en locales acondicionados o en casas habitación, muchos de los cuales no cubrían los requerimientos sanitarios para el manejo del producto; en la actualidad, los gobiernos federal y estatal han impulsado la construcción y el acondicionamiento de locales adecuados para un manejo sanitario. El desconchado generalmente lo realizan el “jabero” y el motorista, ellos separan el músculo aductor o “callo” de la concha y el resto de la masa visceral. El callo, ya lavado y empacado en bolsas de polietileno, se congela con hielo y es almacenado para su traslado.

Tendencias históricas

A partir de 1993, la autorización de permisos (que se relaciona en forma directa con el esfuerzo aplicado para la extracción del recurso) se otorga en función de la disponibilidad de la biomasa estimada en las evaluaciones hechas por el Instituto Nacional de Pesca (CRIP-La Paz), de aquí que el crecimiento en la producción de 35 t a 75 t que se registró de 1995 a 1998, se vea reflejado en un incremento del esfuerzo autorizado, sin embargo a partir de la instalación del Comité Social y Privado de Pesca en Guerrero Negro en 1998, el esfuerzo pesquero se ha mantenido constante en 95 credenciales que acreditan esfuerzo pesquero, lo único que ha cambiado es la asignación de la cuota por usuario. Sin embargo, esta estrategia de manejo ha generado que la captura por unidad de esfuerzo sea poco significativa en cuanto a un incremento, esto es debido a la rotación de bancos y la cuota en número de individuos asignada por banco que varía con cada periodo de pesca. La asignación de captura individual como número de individuos o biomasa máxima diaria volvió poco confiable la información que se recaba en las bitácoras, las cuales son llenadas por los usuarios con valores muy cercanos al número de kilogramos autorizados como cuota diaria.

Hasta ahora, las cuotas autorizadas para la captura se establecen asignando una tasa de aprovechamiento de entre 20% y 30% de la biomasa estimada por arriba de la talla sugerida de 14.0 cm de longitud, este criterio es precautorio, dado que la especie está dentro de un área de reserva; por ello, y debido a la estrecha vigilancia que el propio sector ha instrumentado para evitar la pesca furtiva, se ha incrementado su presencia de forma paulatina, reflejada no sólo en las densidades medias de los bancos estudiados, sino también en que el área de distribución se ha ampliado, lo que nos llevaría a pensar que las medidas sugeridas para administrar la pesquería han sido adecuadas. Los métodos para la estimación de la biomasa se describen en la sección de análisis cuantitativo.

La fuerte reducción de la biomasa estimada en el área conocida como “La Bocana” (Laguna Ojo de Liebre, BCS) durante la temporada de 1998 pudo ser consecuencia de El Niño de 1997-1998 (Hayward *et al.* 1999), lo que provocó bajos niveles de productividad primaria y desencadenó, al parecer, un movimiento migratorio de una parte importante de la población que habitaba en la laguna. En consecuencia, la población de almeja mano de león es más vulnerable a las variaciones medio ambientales, que al impacto generado por la propia pesquería a través de las prácticas de manejo.

Aspectos socioeconómicos

Hasta 1995, la concesión de permisos para la captura comercial del recurso en la Laguna Ojo de Liebre, estaba abierta a permisionarios y cooperativas del estado de

Baja California Sur. Sin embargo, al decretarse la zona como parte importante de la Reserva Natural de la Biósfera del Vizcaíno, el documento regulatorio de la reserva establece que el aprovechamiento de los recursos privilegie a los habitantes de la localidad. El Instituto Nacional de Ecología (INE) propuso, a través de la Reserva de la Biósfera del Vizcaíno, que el aprovechamiento fuese casi exclusivo para los pescadores locales, motivándolos a integrar un Comité Pesquero que conjunte al sector pesquero social y el privado de Guerrero Negro, en el que participa actualmente junto con las autoridades de la SEMARNAP, PROFEPA y la propia Reserva de la Biósfera del Vizcaíno.

Dado que la captura se desembarca en concha y no hay centros de acopio oficiales o plantas de proceso para la recepción del recurso, los propios permisionarios y cooperativas se encargan de su proceso y de la venta a los diversos compradores que llegan durante la temporada, ya que la mayor parte de la producción se canaliza al mercado de Estados Unidos de Norte América, lo que genera un gran beneficio para la comunidad de Guerrero Negro. Dado que casi la totalidad de la captura se canaliza al mercado de exportación, los ingresos por su venta se han incrementado de 350 000.00 en 1995 a 1'155 860.00 dólares americanos para la producción alcanzada en la primera etapa de captura en 1999.

Infraestructura pesquera

Como ya se mencionó, no hay plantas o centros receptores para el proceso de la captura; sólo una pequeña planta de hielo que cuenta también con cuarto frío, pero no es suficiente para captar la producción diaria durante la temporada de captura, por lo que generalmente se conserva en hielo dentro de los mismos camiones en que se transporta al mercado estadounidense.

MANEJO

No hay una Norma Oficial que regule el aprovechamiento comercial de *N. subnodosus*. Su potencialidad como recurso pesquero fue señalada por Baqueiro *et al.* (1982), con muestreos mensuales en el interior de la Laguna Ojo de Liebre durante febrero de 1979 a febrero de 1980, que permitieron determinar máxima actividad reproductora de octubre a noviembre (Reinecke-Reyes 1996). Un análisis posterior de la misma información sirvió al mismo autor para estimar una talla mínima de captura de 15 cm de longitud, la cual no se usa en la actualidad. Aunque estas medidas no son oficiales, las autoridades de la Delegación de Pesca de la SAGARPA han usado la talla mínima de captura y una veda temporal asociada con la llegada de la ballena gris a la Laguna Ojo de Liebre (diciembre a marzo), sin constituir una veda oficial que proteja el patrón reproductivo de la almeja, la cual sucede de septiembre a diciembre.

Los permisos de pesca están condicionados a ellas. Sin embargo, la inconformidad de parte importante del sector pesquero radicado en la localidad de Guerrero Negro con relación a la talla mínima, ha hecho necesaria la realización de un nuevo estudio que permita ratificar o rectificar la talla mínima, así como determinar el periodo de veda reproductivo. Detalles exhaustivos sobre la condición reproductiva de la especie en la región se detallan en la sección de biología.

Análisis cuantitativo

En este trabajo se analizó la información de *N. subnodosus* desde 1996 a 2010; durante este tiempo, el número de bancos analizados ha sido variable aunque todos ellos están distribuidos dentro de la zona de estudio (Tabla 2). La recolecta de organismos (muestreo masivo) se realizó a través del método aleatorio simple (Cochran 1978); para ello se utilizaron dos embarcaciones con motor fuera de borda, equipadas con compresores de buceo semiautónomo tipo Hooka, debido a que la especie se ubicó a profundidades entre las tres y las 18 brazas, cada buzo realizó un total de diez inmersiones por día recolectando organismos dentro de un área de 10 m² previamente seleccionado como área muestral. Para la ubicación y la estimación del tamaño de los bancos en donde se localizó *N. subnodosus*, se emplearon posicionadores por satélite (GPS, marca Garmín modelos 38 y 45 XL), con los cuales se obtuvieron las referencias geográficas para definir el contorno y el tamaño de las áreas de distribución de la almeja mano de león; el área total en la que se realizaron los muestreos fue convertida a la correspondiente unidad muestral (10 m²). Aun y cuando en los muestreos biológicos se recolectó información de longitud, ancho y alto de la concha, peso total, peso de la masa visceral y peso del músculo, en el presente trabajo sólo se analizaron las correspondientes a la longitud y el peso del músculo abductor o “callo”.

Tabla 2

Bancos de almeja mano de león localizados y estudiados a lo largo del tiempo dentro de la Laguna Ojo de Liebre (Tamaño de las áreas en hectáreas)

CLAVE	BANCO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I	El Alambre		105	75	301	148	279	258	526	242	691	444	638	877	359	931	762
II	Carros Viejos La Ventana	900	818	411	440	863	867	631	704	592	529	752	785	838	904	637	904
III	La Bocana		144	227	503	550	375	368	296	357	308	350	414	420	581	326	366
IV	El Borbollón	75	96	67	41	129	32	47	80	67	103	71	153	84	89	221	103
V	Canal de las barcazas		38	30	81		8	53	26	32	34				87	63	
VI	El Zacatoso	80	16				65	66	24	84	96	37	64	64		134	134
VII	El Mariscal-Isla de Piedra		9	74	100		79	42		89							
VIII	El Mariscal	169	62						261		86	287	363	280	100	217	
IX	Isla de Piedra		25	29	24	35	55	55									
X	1er Canal del Dátil			23				85		98	21	40	141	349	60	126	44
XI	3er Canal del Dátil			99									31		77		
XII	La Cordillera			55													
XIII	Los Paredones	912		123	395	491	533	533		273	415		407	505	505	967	
XIV	Hondable 1				63	206	56	56	27	60	27	45	97	124	79	64	59
XV	Hondable 2				4	32				66		65	64	112	235	73	64
XVI	Isla de Concha	130			65	133	85	28	17	124	97	182	86	154		286	134
XVII	Conchalito 1				138	81	85	131	81	48	45	118	193	103	101	228	102
XVIII	Conchalito 2							50						97		84	
XIX	El Alambre a Paredones							108	672							573	
XX	Paredones al Mariscal							142							75	102	
XXI	Borbollón Canal del datil												99				
XXII	Hondable 3																26
XXIII	Canal de las Barcazas 2																50
XXIV	Hondable de La Boca																98
Total anual		2,265	1,315	1,244	2,156	2,468	2,523	2,653	2,726	2,133	2,852	2,391	3,476	3,910	3,349	4,173	3,451

Estimadores para abundancia de *N. subnodosus*

En el cálculo de la abundancia poblacional de la especie *N. subnodosus* se utilizó una post-estratificación de la información por cada unidad muestral (Picquelle y Hewitt 1984, Hewitt 1985, Galluci *et al.* 1995). La post-estratificación se realizó a partir de la distribución de frecuencias de la captura en número de organismos por unidad muestral y para cada banco dentro del área de estudio (Cochran 1978). En el método de post-estratificación se estimó el número de intervalos (NI) de acuerdo con la regla de Sturges (Zar 1974, Schaeffer *et al.* 1987, Hernández-Herrera *et al.* 1998), la expresión tiene la siguiente forma:

$$NI = 1 + (3.3 * \log n) \quad (5)$$

Mientras que el tamaño del intervalo (TI) se estimó como sigue:

$$TI = \frac{n_{\max} - n_{\min}}{NI} \quad (6)$$

Donde: n = número de estaciones, $n_{\max}$ = número máximo de organismos capturados por estación, $n_{\min}$ = número mínimo de organismos capturados por estación.

La estimación de la abundancia total de la población en número de individuos se obtuvo de acuerdo con los estimadores del muestreo aleatorio estatificado (Schaeffer *et al.* 1987, Conquest *et al.* 1996). Los estimadores consideran las siguientes suposiciones:

- a) La distribución de la especie dentro del área (A) de la población es constante y de esta forma, la densidad promedio es en todo momento directamente proporcional al tamaño total de A.
- b) La población está homogéneamente distribuida en el área (A), así, si se toma una fracción de ésta, su densidad representa una cantidad de individuos por área que es igual a la densidad promedio del total de la población.
- c) En todas las inmersiones (comúnmente conocidas como caídas), cualquier organismo tiene la misma probabilidad de captura.
- d) La unidad muestral es constante en todas las estaciones muestreadas.

De esta forma, los estimadores utilizados se describen a continuación:

Estimador de la media poblacional:

$$\bar{y}_{st} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^L N_i \bar{y}_i \quad (7)$$

Varianza estimada de $\bar{y}_{st}$:

$$V(\bar{y}_{st}) = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{N_i - n_i}{N_i} \right) \left(\frac{s_i^2}{n_i} \right) \quad (8)$$

Los límites de confianza ($\alpha = 0.05$) para el estimado de la media de la población fueron calculados como sigue:

$$\sqrt{V(\bar{y}_{st})} = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{N_i - n_i}{N_i} \right) \left(\frac{s_i^2}{n_i} \right)} \quad (9)$$

Estimador del total de la abundancia poblacional:

$$N \bar{y}_{st} = \sum_{i=1}^L N_i \bar{y}_i \quad (10)$$

Varianza estimada de $N \bar{y}_{st}$:

$$V(N \bar{y}_{st}) = \sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{N_i - n_i}{N_i} \right) \left(\frac{s_i^2}{n_i} \right) \quad (11)$$

Los límites de confianza ($\alpha = 0.05$) para el estimado de la abundancia total de la población fueron calculados como sigue:

$$\sqrt{V(N \bar{y}_{st})} = \sqrt{\sum_{i=1}^L N_i^2 \left(\frac{N_i - n_i}{N_i} \right) \left(\frac{s_i^2}{n_i} \right)} \quad (12)$$

Donde: N = Número total de unidades muestrales en la población, N_i = Número de unidades muestrales en el estrato y, L = Número de estratos, n_i = Número de unidades muestrales, obtenidas en cada estrato, $\bar{y}_i$ = Promedio por estrato para las i -ésimas observaciones de n_i , s_i^2 = Varianza por estrato para las i -ésimas observaciones de n_i .

A partir del estimador del total de la abundancia poblacional (10) se calculó la biomasa por intervalo de talla de *N. subnodosus* de acuerdo con la siguiente relación:

$$BIT = (\alpha T^\beta) * \left(\sum_{i=1}^L N_i \bar{y}_i \right) * \Phi_T \quad (13)$$

Donde BIT = Biomasa por intervalo de talla, α y β = parámetros de ajuste de la relación talla (T) peso, $\left(\sum_{i=1}^L N_i \bar{y}_i \right)$ = biomasa expresada en número de organismos, Φ_T = frecuencia relativa obtenida a partir del muestreo biológico para cada intervalo de talla (T) (Gluyas *et al.* 2002).

Definición de indicadores biológicos

La pesquería se administra con base en la biomasa estimada por banco, la cual depende del reclutamiento de un año previo de acuerdo a la fracción correspondiente a la talla que antecede a la de primera captura (14 cm de longitud de concha). Bajo este enfoque, se le aplicaba una tasa de aprovechamiento a cada banco, la cual variaba entre 15% y 25 % de la biomasa total capturable, en términos generales los distintos bancos rindieron una captura sujeta a una tasa promedio de extracción de 20% de la población explotable por encima de la talla mínima legal. A partir de esta medida de aprovechamiento ha sido difícil establecer una mortalidad por pesca por banco, debido al patrón de rotación y cambio de bancos susceptibles de ser aprovechados cada año. No obstante, la medida de manejo del recurso ha permitido mantener la biomasa de la almeja mano de león con una tendencia de incremento a lo largo del tiempo. Buscando así mantener la estabilidad de la población dentro de la zona de pesca, y no la de un banco en particular.

Nivel de la Biomasa

Durante el periodo de 1995 a 2010, los bancos de la almeja mano de león de la Laguna Ojo de Liebre con mayor número de evaluaciones fueron: El Alambre, Carros viejos, La Ventana, La Bocana, y El Borbollón. El resto de los bancos tuvo variaciones espaciales en su prospección, e incluso a partir de 2001 se identificaron nuevos

bancos que han sido prospectados en pocas ocasiones (Tabla 2). Las áreas prospectadas por banco cambiaron a lo largo del tiempo; en términos generales, en los bancos más importantes aumentó el número de hectáreas. El aumento del área de muestreo también supone un aumento en la productividad del banco.

La tendencia general de la biomasa estimada para la Laguna Ojo de Liebre ha sido positiva desde 1996 a 2011 (Fig. 11). Se observó una fase de aumento desde 1996 a 1998, de 500 t a 1 500 t. Posteriormente disminuyó a 650 t en 2003 (casi la mitad en cuatro años, Fig. 11). A partir de 2003 la biomasa volvió a incrementarse a 1 700 t en 2005, y se estabilizó en valores próximos a 1 400 t de 2006 a 2008. Durante 2009 y 2010 aumentó hasta 2 500 t, cayendo a valores cercanos a las 2 000 t en 2011. De 1996 a 2011 la almeja mano de león aumentó su biomasa por lo que casi se cuatuplicó. Los bancos con mayor biomasa son: El Alambre, Carros viejos La ventana, La Bocana y El Borbollón. Los bancos El Hondable 1, El Hondable 2, Isla de Concha y Conchalito 1 han mantenido los niveles de biomasa dentro de la Laguna Ojo de Liebre.

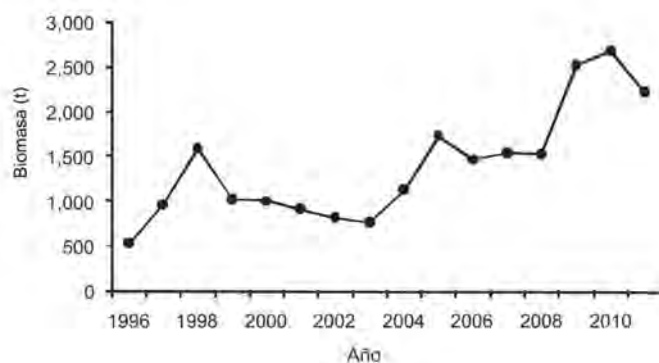


Fig. 11. Tendencia de la biomasa de almeja mano de león de *Nodipecten subnodosus* en la Laguna Ojo de Liebre.

La variación histórica en la densidad de almeja mano de león en la Laguna Ojo de Liebre se muestra en la *figura 12*. El número de individuos por metro cuadrado ha cambiado de 0.1 individuos en 1997, a 1.6 en 2010. De 1997 a 1998 se estimó un aumento de 0.1 a un individuo por metro cuadrado y, posteriormente, la densidad disminuyó y estuvo variando entre 0.8 individuos a 0.6 individuos por metro cuadrado. Esta aparente estabilidad en la densidad de dicha laguna fue observada desde 1998 a 2004, y aunque hubo una recuperación y un aumento en la densidad durante 2005; de 2006 a 2008 se registró otra vez una variación cercana a 0.8 individuos por metro cuadrado. Sin embargo, durante 2009 y 2010 la densidad aumentó a un intervalo de valores mayores a uno, con valor de 1.2 de densidad en 2009 y mayor a 1.6 en 2010 (Fig. 12).

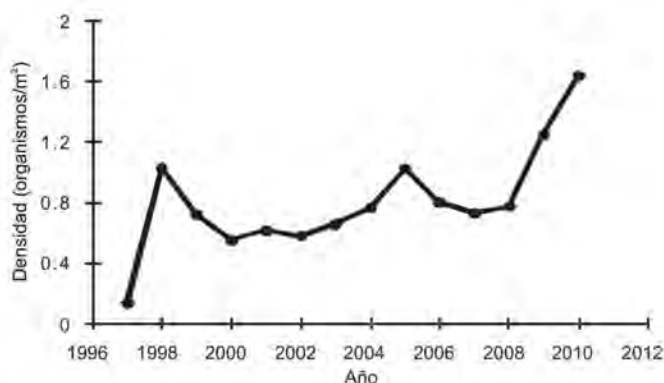


Fig. 12. Densidad estimada de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* en la Laguna Ojo de Liebre.

Los cambios anuales en la densidad por banco dentro de la laguna se observan en la *figura 13*. En 1995 se registró la menor densidad por banco, mientras que las mayores densidades se estimaron en 2006 y 2010, alcanzando en algunos bancos hasta 30 y casi 40 organismos por cada diez metros cuadrados (Fig. 13). El resto de los bancos mostró una escala de variación máxima en densidad por banco de entre 12 y 25 individuos por diez metros cuadrados. Los principales bancos dentro de la Laguna Ojo de Liebre (El Alambre, Carros Viejos, La Ventana, La Bocana y El Borbollón) han tenido caídas y recuperaciones de entre dos y diez individuos por cada diez metros cuadrados, aunque en 2009 y 2010 los bancos Carros Viejos, La Ventana y La Bocana tuvieron cerca de 20 individuos por cada diez metros cuadrados.

Los datos de las prospecciones muestran una estructura poblacional (biomasa por intervalo de talla) que al parecer no ha tenido cambios a lo largo del tiempo (Fig. 14). Las biomاسas más altas se han registrado entre los 12.0 cm y los 14.0 cm de longitud. Las temporadas de pesca con mayor abundancia del intervalo de talla entre 12.0 y 16.0 cm fueron 1998 con valores cercanos a las 700 t de músculo abductor; los años 2005, 2007, 2008, 2009 y 2010 mostraron variaciones de biomasa que se estimaron entre las 600 y 900 t de músculo abductor (Fig. 14). Las distribuciones de frecuencias de tallas muestran una distribución unimodal, excepto en 2003 y 2006 cuando fue bimodal, lo que sugiere la presencia de dos reclutamientos dentro de la Laguna Ojo de Liebre.

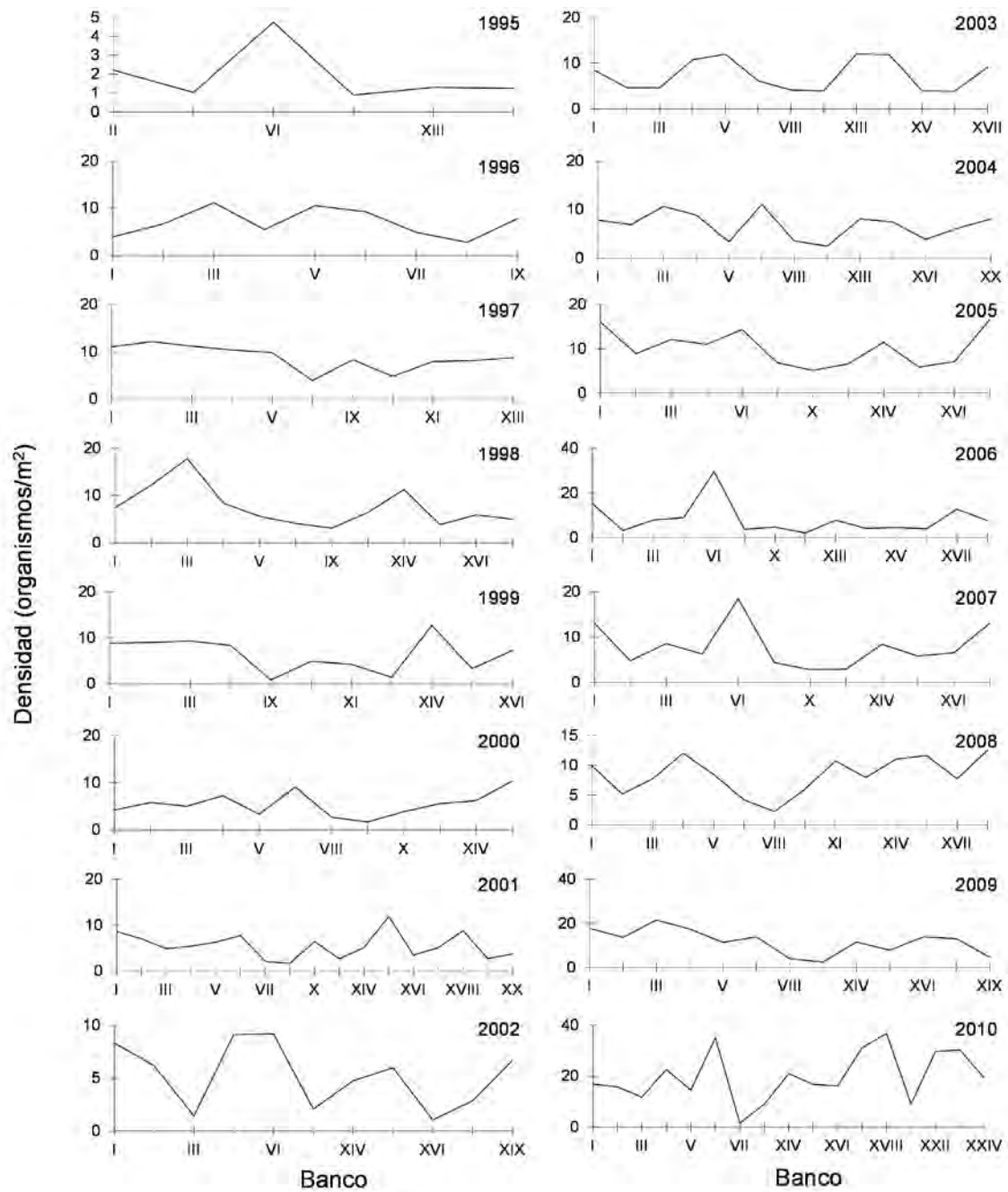


Fig. 13. Densidad estimada de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* en la Laguna Ojo de Liebre.

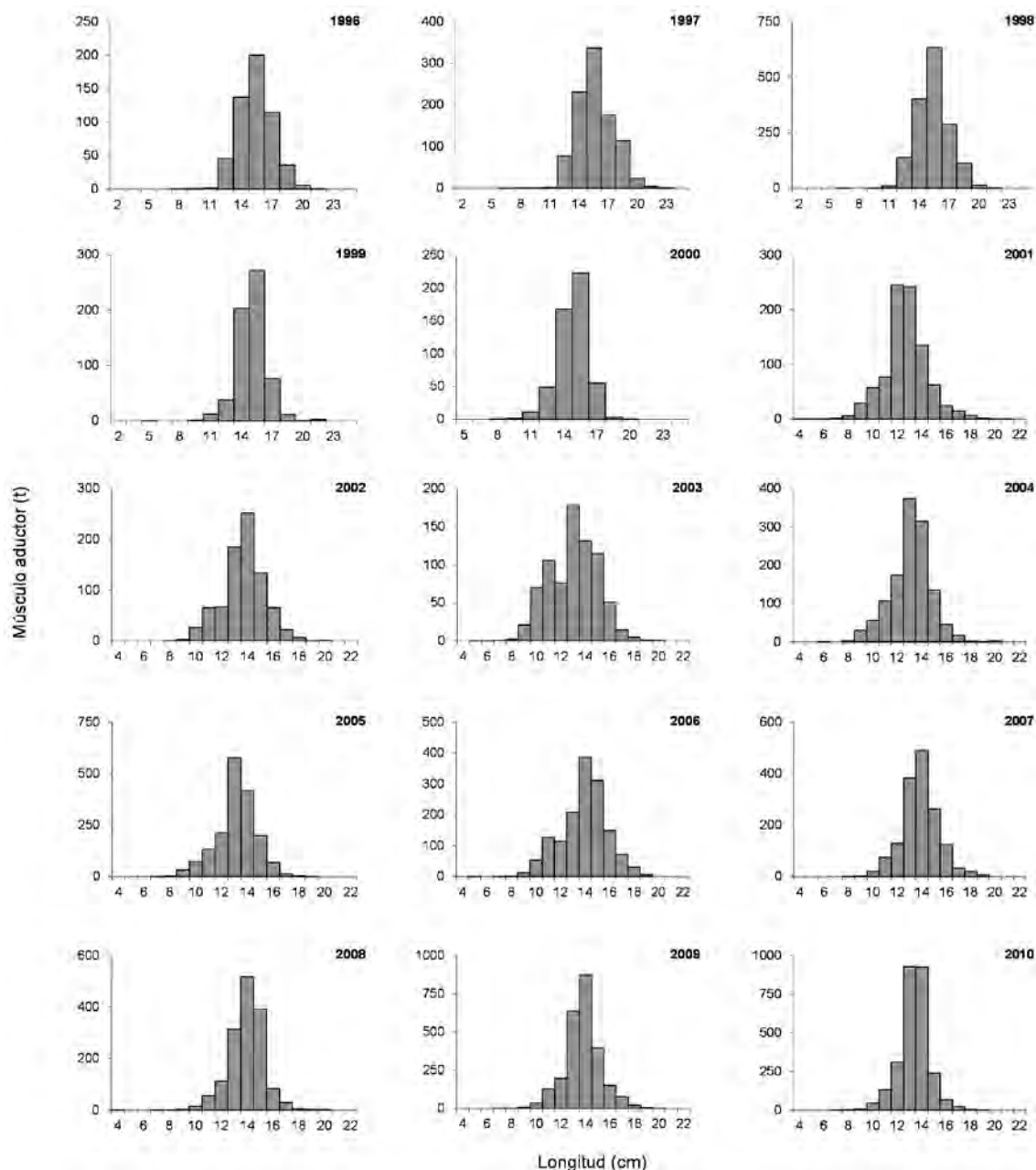


Fig. 14. Biomasa estimada por intervalo de talla para almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* en la Laguna Ojo de Liebre.

Para realizar una comparación de la estrategia de pesca seleccionada conforme el término de una tasa de extracción constante de 20% por arriba de la talla mínima legal establecida de 14.0 cm, en la *figura 15* se presenta la variación de la biomasa estimada total, la biomasa que corresponde a los individuos que están por encima de la talla mínima legal, y los individuos que están por debajo de la talla mínima legal. La comparación de ambas biomasa con respecto a la captura registrada durante el

periodo de estudio mostró que los volúmenes autorizados para captura son apropiados de acuerdo con la estrategia de manejo seleccionada, es decir, el volumen de captura autorizada por año es de apenas 20% de la biomasa correspondiente al número de individuos estimados cada año (Fig. 12). Esta forma de administrar el recurso ha permitido que la biomasa, que inició con 500 t en 1996, se pueda mantener con un patrón de incremento a lo largo del tiempo, hasta llegar a casi 2 000 t en 2011.

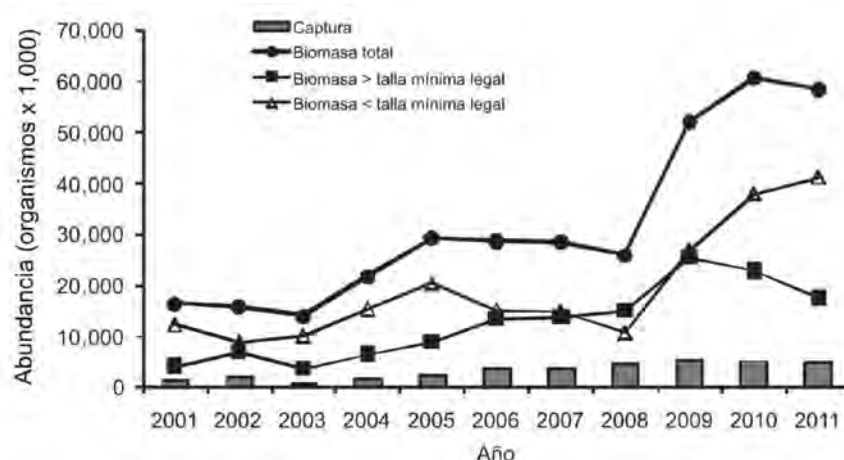


Fig. 15. Comparación entre la biomasa estimada total, biomasa estimada por arriba de la talla mínima legal, y biomasa estimada por debajo de la talla mínima legal con respecto a la captura anual de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* en la Laguna Ojo de Liebre.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

La pesquería de almeja mano de león en el estado de Baja California Sur muestra crecimiento, el incremento gradual de capturas en las áreas de distribución, densidades y biomasa aún no alcanza la máxima producción en la Laguna Ojo de Liebre, la biomasa hasta 2011 mostró tendencia positiva en la Laguna Ojo de Liebre, sin embargo la tasa de extracción no se ha modificado en este periodo (entre 25% y 30% de la biomasa superior a la talla de primera captura de 14 cm).

La biomasa asignada a la captura desde 1996 se fundamenta en criterios altamente precautorios, ya que el área de extracción forma parte de la Reserva Ecológica de la Biósfera del Vizcaíno, autorizando por ello, sólo 20% de la biomasa por arriba de la talla mínima provisional de 14.0 cm de longitud mayor.

El crecimiento en los estimados de abundancia en los últimos cuatro años sugiere la posibilidad de aumentar la biomasa asignada a la captura, sin perder de vista el enfoque precautorio que requiere una zona decretada como reserva biológica. Este incremento en la biomasa capturable se puede dar en dos sentidos:

- a) Aumentando el porcentaje asignado y manteniendo la talla mínima de 14.0 cm de longitud.
- b) Reduciendo la talla mínima y manteniendo la asignación de 20% de la biomasa capturable por arriba de la nueva talla mínima establecida.

La decisión debe valorar el impacto biológico que implica la reducción de la talla en los procesos de reproducción y reclutamiento; además, es necesario considerar en la toma de decisiones los siguientes aspectos:

- a) La almeja mano de león, como otros pectínidos, puede desplazarse (Mazón 1996); por ello, en algunos países también son conocidos como “almeja peregrina”.
- b) Si bien no hay estudios sobre las causas que originan los movimientos masivos de las poblaciones de pectínidos, algunos reportes sugieren que el fenómeno se presenta en la Laguna Ojo de Liebre (Gómez del Prado 1984, Massó-Rojas 1993, 1996).
- c) Estudios como el de Orensanz (1988) sugieren que en pectínidos de ciclo de vida largo (siete a ocho años), la talla de los individuos se ve afectada por condiciones medioambientales, como la temperatura y la disponibilidad de alimento; concluyendo que las altas densidades pueden reducir la proporción del crecimiento individual y el rendimiento reproductor, debido principalmente a un limitado suministro de alimento, que aumenta el riesgo de mortalidad por tensión fisiológica.

Por último, es importante si bien hoy en día la pesquería de mano de león puede considerarse sana y en expansión, no se debe perder de vista la conducta dinámica de los pectínidos, ya que su respuesta a cambios en el medio ambiente no siempre es predecible y ha ocasionado el colapso en algunas de sus pesquerías.

REFERENCIAS

- ABBOTT RT. 1974. *American Seashells*. Van Nostrand Reinhold Co., New York. USA. 663p.
- ALAMO V y V Valdivieso. 1987. Lista sistemática de moluscos marinos del Perú. *Boletín del Instituto del Mar de Perú*. Vol. Extraordinario. 205p.
- ÁNGEL-DAPA M. 2010. Estudio de la reproducción de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby 1835) (Pectinidae) en un sistema de cultivo en suspensión de Bahía Tortugas, BCS, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 92p.
- ARELLANO-MARTÍNEZ M. 2005. Características ecofisiológicas de la reproducción de *Nodipecten subnodosus* (Sowerby 1835) (Pectinidae) en la Laguna Ojo de Liebre, BCS, México. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional.
- ARELLANO-MARTÍNEZ M, BP Ceballos-Vásquez, C Ruíz-Verdugo, E Pérez de León, R Cervantes-Duarte y PM Domínguez-Valdez. 2011. Growth and reproduction of the lion's

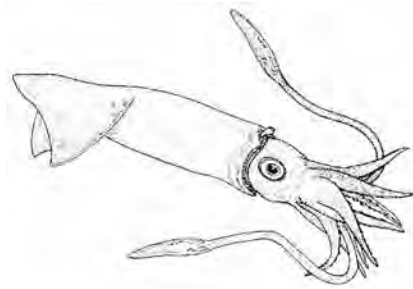
- paw scallop *Nodipecten subnodosus* in a suspended culture system at Guerrero Negro lagoon, Baja California Sur, México. *Aquaculture Research* 42: 571-582.
- ARELLANO-MARTÍNEZ M, BP Ceballos-Vázquez, M Villalejo-Fuerte, F García-Domínguez, JF Elorduy-Garay, A Esliman-Salgado e I Racotta. 2004a. Reproduction of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* Sowerby 1835 (Bivalvia: Pectinidae) from Laguna Ojo de Liebre, BCS, México. *Journal of Shellfish Research* 23: 723-729.
- ARELLANO-MARTÍNEZ M, I Racotta, BP Ceballos-Vázquez y J Elorduy-Garay. 2004b. Biochemical composition, reproductive activity, and food availability of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* in the Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., Mexico. *Journal of Shellfish Research* 23: 15-23.
- BAQUEIRO CE, JA Massó y H Guajardo. 1982. Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. Serie de Divulgación, Instituto Nacional de Pesca, Secretaría de Pesca, México 11: 1-32.
- BARRIOS-RUIZ D, J Chávez-Villalba y C Cáceres-Martínez. 2003. Growth of *Nodipecten subnodosus* (Bivalvia: Pectinidae) in La Paz Bay, México. *Aquaculture Research* 34: 633-639.
- BENNINGER PG y M Le Pennec. 1991. Fundamental anatomy of scallops. En: SE Shumway (ed.). *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Elsevier Science, New York. USA, pp: 133-224.
- CARBAJAL-RASCÓN RMA. 1987. Cultivo larvario de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus*, a partir del crecimiento y maduración gonadal de los reproductores. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Guaymas. 66p.
- CHEN Y y D Fournier. 1999. Impacts of atypical data on Bayesian inference and robust Bayesian approach in fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56: 1525-1533.
- COCHRAN WG. 1978. *Técnicas de muestreo*. CECSA. México. 507p.
- CONQUEST L, R Burr, R Donnelly, J Chavarria y V Gallucci. 1996. Sampling methods for stock assessment for small-scale fisheries in developing countries. En: V Gallucci, S Saila, DJ Gustafson y B Rothschild (eds.). *Stock Assessment Quantitative Methods and Applications for small-scale Fisheries*. CRC Press Inc. USA, pp: 179-225.
- FAO. 2010. Fishery Statistical Collections 1950-2008. FAO, Rome, Italy. Available at <http://www.fao.org> (accessed 4 May 2010).
- FÉLIX-PICO EF, M Villalejo-Fuerte, A Tripp-Quezada y O Holguín-Quinones. 1999. Growth and survival of *Lyropecten subnodosus* (Sowerby 1835) in suspended culture at the national marine park of Bahía de Loreto. B.C.S. Mexico. Book of Abstracts. 12th International Pectinid Workshop, 5-11 May. University of Bergen, Bergen, Norway, pp: 39-40.
- GALLUCCI VF, SB Saila, D Gustafson y B Rothschild. 1995. Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small Scale Fisheries. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- GARCÍA-DOMÍNGUEZ FA, P Castro-Moroyoqui y EF Félix-Pico. 1992. Spat settlement and early growth of *Lyropecten subnodosus* (Sowerby 1835) in Laguna Ojo de Liebre, BC, México, 1989-1990. Triennial Meeting National Shellfisheries Association, Orlando, Florida (Book of Abstracts). *Journal of Shellfish Research* 11: 195.
- GARCÍA-DOMÍNGUEZ F, OE Holguín-Quinones, E Félix-Pico y M Arellano-Martínez. 2010. Usos actuales y conocimiento biológico de algunos moluscos con concha de importancia arqueológica del Pacífico tropical mexicano. En: L Suárez-Diez y A Velásquez-Castro (eds.). *Ecos del pasado: los moluscos arqueológicos de México*. Colección Científica. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Primera edición. México, pp: 17-28.

- GARCÍA-PÁMANES LE, F García-Pámanes, G Chi-Barragán, G Pares-Sierra, J García-Pámanes, O Medina-Hurtado y F Núñez. 1994. Desarrollo de la tecnología del cultivo de la mano de león *Lyropecten subnodosus*. *Resúmenes Primer Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar*. SEP/SEIT, Guaymas, Son. México.
- GAYANILO FC Jr., P Sparre y D Pauly. 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series, No. 8 (Fisheries). FAO, Rome. 126p.
- GLUYAS MG, C Quiñonez-Velázquez y J Talavera-Maya. 2002. Effect of the El Niño on the snail *Astrea undosa* (Wood) population along the Baja California western coast. *Journal of Shellfish Research* 21(2): 831-834.
- GÓMEZ DEL PRADO RMC. 1984. *Echinocephalus pseudouncinatus* nemátodo parásito de *Argopecten circularis* (Mollusca: Bivalvia) y *Heterodontus francisci* (Pisces: Elasmobranchi) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 125p.
- GONZÁLEZ-ANATIVIA CR. 2002. Mercados y comercialización de pectínidos. En: AN Maeda-Martínez (ed.). *Los moluscos pectínidos de Iberoamerica: Ciencia y Desarrollo*. Limusa Noriega. México, pp: 451-468.
- HADDON M. 2001. *Modeling and quantitative methods in fisheries*. Chapman and Hall/CRC, New York. USA. 406p.
- HARDY D. 1991. *Scallop Farming*. Fishing News Books. USA. 237p.
- HAYWARD TL, TR Baumgartner, DM Checkley, R Durazo, G Gaxiola-Castro, KD Hyrenbach, AW Mantyla, MM Mullin, T Murphree, FB Schwing, PE Smith y MJ Tegner. 1999. The State of the California Current in 1998-1999: Transition to Cool-Water Conditions. *California Cooperative Fisheries Investigation Reports* 40: 29-62.
- HERNÁNDEZ-HERRERA A, E Morales-Bojórquez, MÁ Cisneros, MO Nevárez y GI Rivera. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) from Gulf of California, México. *California Cooperative Fisheries Investigation Reports* 39: 212-218.
- HEWITT RP. 1985. The 1984 spawning biomass of the Northern Anchovy. *California Cooperative Fisheries Investigations Reports* 26: 17-25.
- INE-SEMARNAP. 2000. *Programa de Manejo Reserva de la Biósfera El Vizcaíno*. Instituto Nacional de Ecología. 242p.
- KEEN AM. 1971. *Sea shells of tropical west America. Marine mollusks from Baja California to Perú*. University Press. Stanford. USA 1064p.
- KEEN AM y E Coan. 1974. *Marine molluscan genera of western North America, an illustrated key*. University Press. Stanford. USA. 208p.
- KOCH V, M Mazón-Suastegui, F Sinsal, M Robles-Mungaray y D Dunn. 2005. Lion's paw scallop (*Nodipecten subnodosus* Sowerby 1835) aquaculture in Bahía Magdalena, Mexico: effects of population density and season on juvenile growth and mortality. *Aquaculture Research* 36: 505-512.
- MASSÓ-ROJAS JA. 1993. Comportamiento y fluctuaciones poblacionales de la almeja catarina (*Argopecten circularis*), en bancos silvestres de las lagunas San Ignacio, Ojo de Liebre y Guerrero Negro, en Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 66p.
- MASSÓ-ROJAS JA. 1996. Pesquería de almeja catarina. En: M Casas y G Ponce (eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. Vol. I. SEMARNAP/FAO/INP/UABCS/CIBNOR/CICIMAR/UECYTM. La Paz, BCS, México, pp: 71-85.
- MASSÓ-ROJAS JA, E Morales-Bojórquez, J Talavera-Mayer, M Fajardo-León y R Hernández-Valenzuela. 2000. Almeja mano de león *Lyropecten subnodosus*. En: MÁ Cisneros-Mata,

- LF Beléndez-Moreno, E Zárate-Becerra, MT Gaspar-Dillanes, LC López-González, C Saucedo-Ruíz y J Tovar-Ávila (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000*. INAPESCA-SAGARPA, pp: 349-366.
- MAZÓN SJM. 1996. Cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis*. En: M Casas y G Ponce (eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. Vol. II. SEMARNAP/FAO/INP/UABCS/CIBNOR/CICIMAR/UECYTM. La Paz, BCS, México, pp: 513-544.
- MORALES-BOJÓRQUEZ E, M Muciño-Díaz y A Vélez-Barajas. 2008. Analysis of the decline of the abalone fishery (*Haliotis fulgens* and *H. corrugata*) along the westcentral coast of the Baja California peninsula, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 27(4): 865-870.
- MORALES-HERNÁNDEZ R y C Cáceres-Martínez. 1996. Pesquería de almeja mano de león *L. subnodosus*. En: M Casas y G Ponce (eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. Vol. I. SEMARNAP/FAO/INP/UABCS/CIBNOR/CICIMAR/UECYTM. La Paz, BCS, México, pp: 87-100.
- ORENSANZ JM. 1988. Size, environment, and density: The regulation of a scallop stock and its management implications. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 92: 195-227.
- OSUNA-GARCÍA M, A Hernández-Llamas y JM Mazón-Suastegui. 2008. Production dynamics of the giant lions-paw scallop *Nodipecten subnodosus* cultivated off-bottom. *Aquaculture* 274: 260-267.
- PEÑA JB. 2001. Taxonomía, morfología, distribución y hábitat de los pectínidos iberoamericanos. En: AN Maeda-Martínez (ed.). *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Limusa, México, pp: 1-25.
- PICQUELLE SJ y RP Hewitt. 1984. The 1983 spawning biomass of Northern anchovy. *California Cooperative Fisheries Investigations Reports* 25: 16-22.
- POLACHECK TR Hilborn y A Punt. 1993. Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 2597-2607.
- PONCE-DÍAZ G, A Massó-Rojas, EF Félix-Pico, MV Morales-Zárate, N García, C Lodeiros-Seijo y SE Lluch-Cota. 2011. *Nodipecten* spp. como recurso pesquero. En: AN Maeda-Martínez y C Lodeiros-Seijo (eds.). *Biología y cultivo de los moluscos Pectínidos del género Nodipecten*. Limusa, México, pp: 11-26.
- RACOTTA IS, JL Ramírez, AM Ibarra, MC Rodríguez-Jaramillo, D Carreño y E Palacios. 2003. Growth and gametogenesis in the lion's paw scallop *Nodipecten (Lyropecten) subnodosus*. *Aquaculture* 217: 335-349.
- RAMÍREZ-ARCE JL. 2009. Evaluación de la ventaja productiva y grado de esterilidad en triploides de almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby 1835) como una alternativa para el cultivo en el Parque Nacional Bahía de Loreto, Golfo de California. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS, México. 94p.
- REINECKE-REYES MA. 1996. Madurez y desove de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* Sowerby 1835 (Bivalvia: Pectinidae) en la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. México. En: CE Castro-Aguirre (ed.). *Boletín Pesquero*. SEMARNAP/INP-CRIP-La Paz, BCS, México 3, 17-20.
- RUPP G, ME Valdéz-Ramírez y M Leme da Fonseca. 2011. Biología y ecología. En: AN Maeda-Martínez y C Lodeiros-Seijo (eds.). *Biología y cultivo de los moluscos pectínidos del género Nodipecten*. Limusa, México, pp: 27-58.

- SCHAEFFER RL, W Mendenhall y L Ott. 1987. *Elementos de muestreo*. Iberoamérica. DF. México. 321p.
- SKOGLUND C. 1991. Panamic province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2000. I Bivalvia, *The Festivus*, Supplement 32:1-119.
- SMITH JT. 1991. Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: *Lyropecten*, “*Macrochlamis*”, *Veripecten* and *Nodipecten* species. U.S. *Geological Survey Professional Paper* 1391. U.S. Government Printing Office, Washington. 155p.
- SOMERTON DA. 1980. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47: 1488-1494.
- UDDIN MJ, KI Park, DH Kang, YJ Park y KS Choi. 2007. Comparative reproductive biology of Yezo scallop, *Patinopecten yessoensis*, under two different culture systems on the east coast of Korea. *Aquaculture* 265: 139-147.
- VILLALEJO-FUERTE M, M Arellano-Martínez, M Robles-Mungaray y BP Ceballos-Vázquez. 2004. Notes on the growth, survival, and reproduction of the lion's paw scallop *Nodipecten subnodosus* maintained in a suspended culture. *Hidrobiológica* 14: 161-165.
- YEE-DUARTE JA. 2009. Estrategia reproductiva de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* Sowerby 1835 en Bahía de Los Ángeles, BC. México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. 83p.
- ZAR JH. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall. New Jersey. USA. 718p.

Calamar gigante



BREVIARIO

Especie

- Calamar gigante *Dosidicus gigas*.
- Crecimiento rápido (2 mm/día cuando tiene entre 140 y 300 días de edad).
- Ciclo de vida corto (hasta 2 años).
- Abundante con grandes requerimientos metabólicos por lo que juega un papel clave como presa y depredador en las tramas tróficas de los ecosistemas marinos.
- Gran capacidad migratoria.
- Talla máxima registrada para la especie: 1.4 m de longitud de manto en las costas de Chile.
- Talla máxima registrada en las capturas dentro del Golfo de California: 1.0 m de longitud de manto y 31 kg de peso total.
- Alto potencial pesquero dependiente del reclutamiento de juveniles.

Tendencia de las capturas

- Captura total en 2012: 23 157 toneladas.
(57% Baja California Sur, 4% Sonora, 18% Sinaloa, 21% Baja California).
- Captura promedio (1995-2012): 68 172 t ($IC_{[\alpha = 0.05, g.l. = 17]}: 53\ 701 - 82\ 644$ t)
(62% Baja California Sur, 31% Sonora, 3.5% Sinaloa, 3.5% Baja California).
- Captura máxima histórica: 120 877 t en 1997 (68% Baja California Sur, 26% Sonora, 3% Sinaloa, 2.9% Colima).

Tipo de modelo para evaluación y manejo

- Modelo de reducción de stock, modelo estructurado por edades y modelo estructurado por tallas.

Estado de la pesquería

- Hasta 2012 las evaluaciones indican que el escape proporcional de la biomasa reproductora se encuentra por encima de 40%, sin embargo, el desarrollo de esta pesquería debe considerar la distribución espacial y temporal de la especie ya que en los últimos años (2009-2012) las capturas de calamar al interior del Golfo de California han mostrado una tendencia descendente, mientras que en la costa occidental de la península de Baja California las capturas muestran una tendencia opuesta.

Medidas de manejo

- Control del esfuerzo pesquero por número de permisos.

Objetivo de las medidas

- Permitir un escape proporcional de 40% de la biomasa reproductora.

Calamar gigante

Dosidicus gigas del Océano Pacífico

Manuel O. Nevárez-Martínez
Gabriel Iván Rivera-Parra
Juan Gabriel Díaz-Urbe
Susana Martínez-Aguilar
Celio Cervantes-Valle

LA PESQUERÍA

Importancia

En México, el recurso calamar está compuesto de varias especies de los géneros *Loligo*, *Loliguncula*, *Loliolopsis*, *Illex*, *Ommastrephes*, *Symplectoteuthis* y *Dosidicus*, la mayoría de los cuales se pesca en forma incidental y sólo la especie *Dosidicus gigas*, comúnmente llamada calamar gigante, es la que en la actualidad es la especie objetivo de una pesquería con un grado de desarrollo importante en el Pacífico norte de México, principalmente en el Golfo de California (Fig. 1).

La producción de calamar gigante en México durante los últimos nueve años (2003-2010) promedió alrededor de 65 100 t por año, representando aproximadamente 4.5% del total de las capturas en el ámbito nacional (SAGARPA 2005, 2007, 2008). El mayor volumen de calamar se desembarca en los estados de Baja California Sur (65.1%), Sonora (29.2%) y Sinaloa (2.3%), capturándose principalmente en la región

central del Golfo de California. El otro estado donde se han registrado capturas de calamar gigante de manera frecuente es Baja California (3.4%).

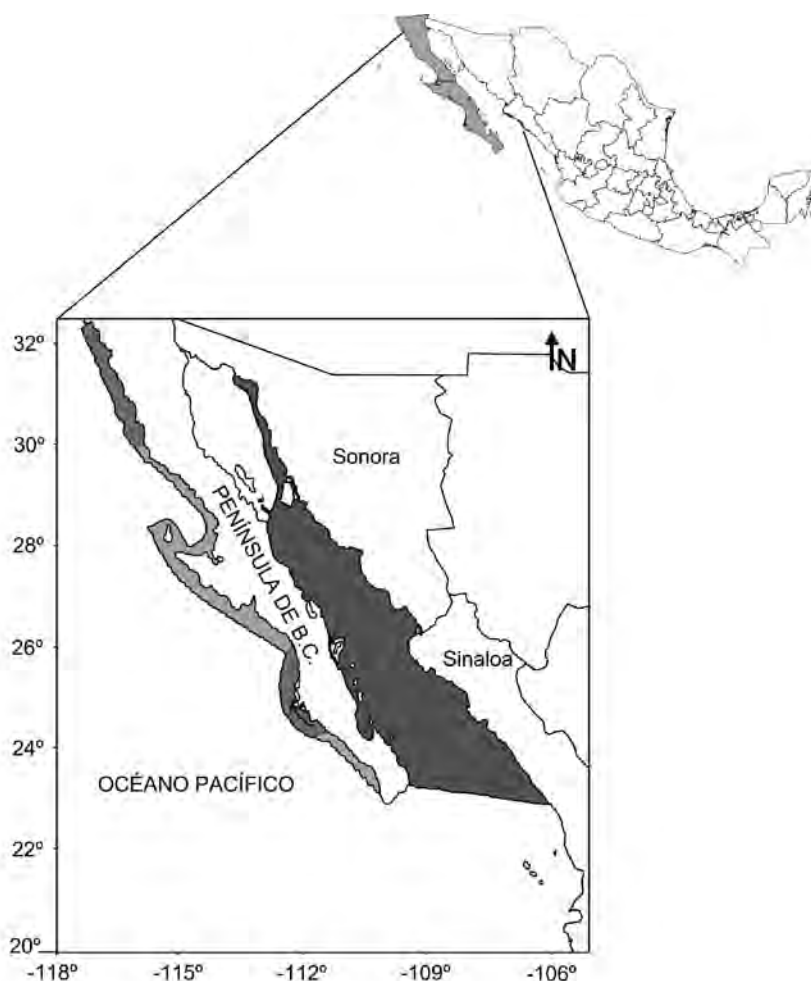


Fig. 1. Áreas de pesca de calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California y costa occidental de la península de Baja California.

El valor económico medio (a precio de playa o de primera mano) de esta pesquería respecto del total nacional ha sido superior a 1.0%. Sin embargo, si se considera lo anterior, más el valor agregado que se le da a este recurso al ser procesado industrialmente (filete precocido, precocido con sal, precocido con azúcar, con ambos o con otros sazónadores), el valor de esta pesquería es al menos tres veces superior.

Desde los puntos de vista económico y social, el recurso ha representado una importante fuente generadora de empleos (se estiman al menos 10 000 empleos directos, más varios cientos de empleos indirectos) y entrada de divisas. La pesquería de calamar representa una alternativa rentable, por lo que en el área de Guaymas se alterna con la pesquería de camarón. Además, las altas abundancias del recurso han

permitido que localidades tales como Santa Rosalía, BCS, hayan tenido una recuperación económica por la oferta de empleos directos e indirectos. Además, el calamar gigante es fuente importante de proteína de buena calidad para consumo humano directo (fresco y fresco congelado) y como materia prima para la producción de alimento industrializado (filete precocido, precocido con sal, precocido con azúcar, con ambos o con otros sazónadores), así como carnada para la pesca deportiva, artesanal e industrial.

El calamar gigante también tiene un importante papel ecológico en el sistema marino, ya que la mayoría de ellos forma cardúmenes que se alimentan de peces, crustáceos y moluscos, y es un eslabón importante de la cadena trófica en el golfo, pues son alimento de carnívoros (peces pelágicos mayores, mamíferos marinos y calamares) y aves marinas.

En términos de divisas, entre 1997 y 2002, las exportaciones de calamar promediaron alrededor de 13 400 t anuales, lo que representó un ingreso de 16 millones de dólares al año. El mayor ingreso por divisas se obtuvo en 1997 (25.4 millones de dólares) y el ingreso más bajo se obtuvo en 2000 (9.8 millones de dólares) (SAGARPA 2004). En el periodo de 2002 a 2009, las exportaciones tuvieron una media de 9 870 t por año, con un valor promedio de 12.4 millones de dólares (SAGARPA 2009).

La pesca del calamar gigante en México empezó en 1974, con la operación de una pequeña flota artesanal que pescaba en el Golfo de California 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 se consumía localmente (Ehrhardt *et al.* 1982, 1983, 1986). A partir de 1978, con la presencia de altas concentraciones de calamar gigante, parte de la flota camaronera se incorporó a esta pesquería de manera complementaria en los meses de verano, iniciándose el primer periodo de grandes capturas y la conformación de una flota que explotó en 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 la 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 sólo 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, BCS, costas de Nayarit y Colima.

En el periodo 1983 a 1987 sólo se presentaron capturas esporádicas en cada temporada, por lo que la escasez del recurso en las áreas de pesca fue evidente. De 1989 a 1992 se inicia nuevamente una pesquería comercial en la que participaron seis embarcaciones calamareras japonesas controladas por empresas mexicanas y tres embarcaciones camaroneras adaptadas a la pesca de calamar. Las primeras seis operaron en la costa occidental de la península de Baja California y alrededor de las Islas Revillagigedo, mientras que las otras tres lo hicieron dentro del Golfo de California.

En 1994 se inicia un nuevo periodo de la pesquería dentro del Golfo de California. Se reactivó la flota nacional (pangas y barcos camaroneros adaptados) conforme el recurso fue incrementando su presencia en las áreas de pesca, alcanzando una captura de 97 mil toneladas de peso de manto en 1996. En este periodo se autorizaron 150 permisos para embarcaciones mayores en Sonora y en Baja California Sur, mientras que para embarcaciones menores (pangas con motor fuera de borda) se autorizaron 646 permisos en Sonora y 342 en Baja California Sur (Martínez-Aguilar *et al.* 2006).

En la actualidad, en esta pesquería hay más de 200 permisos para la flota de barcos (embarcaciones camaroneras o picuderas acondicionadas para pescar calamar), aunque no opera 100% de ellas; en la flota de pangas, los permisos de pesca amparan a alrededor de 2 000 pangas; la pesca se realiza, primordialmente, con línea de mano con potera y luces de atracción. La capacidad industrial de proceso de calamar gigante es de alrededor de 300 000 t/año de materia prima en peso vivo. En total, si se suman todas las áreas, la longitud de atraque actual es menor a los 1 500 metros.

Biología

El calamar gigante *Dosidicus gigas* es una verdadera especie pelágica ampliamente distribuida en el océano Pacífico Oriental entre 40° N y 47° S y hasta los 140° O en el ecuador. Se encuentra desde la superficie hasta más de 1 000 m de profundidad, asociando sus mayores concentraciones a zonas de surgencias, ricas en nutrientes, que sostienen especies que conforman su dieta básica (Nesis 1971, 1983, Suda 1973, Ehrhardt *et al.* 1983, 1986, Nigmatullin *et al.* 2001, Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

Esta especie tiene un ciclo de vida corto, con altas tasas de crecimiento y con una longevidad máxima de dos años (Ehrhardt *et al.* 1982, Masuda *et al.* 1998, Hernández-Herrera *et al.* 1998, Arguelles *et al.* 2001, Nigmatullin *et al.* 2001, Markaida *et al.* 2004, Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2010). Puede alcanzar tallas de hasta 120 cm de longitud de manto (LM) y peso máximo de 65 kg (Nesis 1971, Ehrhardt *et al.* 1982, 1983, 1986, De la Rosa *et al.* 1992, Hernández-Herrera *et al.* 1996, 1998, Nigmatullin *et al.* 2001, Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2010).

El reclutamiento principal de esta especie se ha reportado (Ehrhardt *et al.* 1983, Hernández-Herrera *et al.* 1996) en los meses de abril a mayo. Para la pesquería de Guaymas se reportó un sólo reclutamiento para estos meses (Morales-Bojórquez *et al.* 1997, Hernández-Herrera *et al.* 1998), mientras que Ehrhardt *et al.* (1983) mencionan que el reclutamiento se observó en todo el Golfo de California. Por otra parte, Hernández-Herrera *et al.* (1998) han estimado que el reclutamiento de calamar sucede a seis meses de edad, con longitudes de manto que están entre 24 cm y 50 centímetros.

El análisis del proceso de maduración sexual en cefalópodos ha sido fundamental para entender su ciclo de vida, para identificar *stocks* e incluso para definir estrategias

de manejo. En el caso de *D. gigas* existen varios estudios en los que se analiza el ciclo reproductivo a partir de los cambios morfocromáticos de las gónadas y *glándulas reproductivas accesorias* (Nesis 1971, Ehrhardt *et al.* 1986, Michel *et al.* 1986, Hernández-Herrera *et al.* 1996, Tafur y Rabí 1997, Markaida y Sosa-Nishisaki 2001, Tafur *et al.* 2001); sin embargo, todos ellos han empleado escalas de madurez diferentes, por lo que también se han hecho distintas interpretaciones del proceso de maduración. Recientemente, el análisis de la estructura de ovocitos (Tabla 1) en las gónadas de hembras, a través del índice de madurez (*IM*) propuesto por Sauer y Lipinski (1990), permitió validar los estadios de madurez sexual a partir de las propiedades morfocromáticas de los ovarios (Díaz-Uribe *et al.* 2005). De acuerdo con este análisis, la escala de madurez en seis etapas propuesta por Lipinski y Underhill (1995) parece ser una morfocromática adecuada para el calamar gigante del Golfo de California (Tabla 2).

El ciclo de madurez sexual ha sido estudiado por varios autores y los resultados indican gran variabilidad de la actividad reproductiva del calamar. Ehrhardt *et al.* (1983, 1986) reportan hembras maduras a lo largo de todo el año con tres picos de reproducción, y sugieren que el más importante ocurre en diciembre-enero, ya que es el pico que sostiene la mayor parte de la pesquería. También encontraron evidencias de picos en mayo-junio y septiembre, pero argumentan que el patrón puede variar en función de las condiciones ambientales. Markaida y Sosa-Nishisaki (2001) también reportan hembras maduras durante todo el año pero, al no encontrar evidencias de picos reproductivos, proponen que el calamar podría reproducirse fuera de las zonas de pesca. Díaz-Uribe *et al.* (2005), por su parte, dan evidencias de que la maduración de ovocitos en la gónada es asincrónica, tomando como base la creciente variabilidad del *IM* conforme avanza el estadio de madurez de la gónada (Fig. 2). Aunque estos resultados no son concluyentes, la información sugiere que el ciclo reproductivo del calamar es un proceso dinámico, fuertemente influenciado por las condiciones oceanográficas del Golfo de California (Hernández-Herrera *et al.* 1996), pero, sobre todo, apoya la hipótesis de que la población se compone por varias cohortes que a su vez contribuyen al rendimiento de la pesquería (Martínez-Aguilar *et al.* 2002).

Con respecto a la talla de primera madurez sexual, Ehrhardt *et al.* (1986) reportan que los machos empiezan a madurar entre los 18 cm y 25 cm de LM, mientras que las hembras lo hacen entre los 35 cm y 40 cm de LM. Por otro lado, Hernández-Herrera *et al.* (1996) encontraron que la talla de primera madurez para las hembras fue de 42.2 cm, en tanto que para los machos fue de 51.6 cm, aunque observaron hembras maduras desde los 24.5 cm y machos desde los 31 cm de manto. Markaida y Sosa-Nishisaki (2001) estimaron que la talla de primera madurez en machos oscila entre 53 cm y 67 cm de LM, y para las hembras se estimó en 75 cm de LM. Díaz-Uribe *et al.* (2005) encontraron hembras maduras desde 37 cm LM, con una talla de primera madurez de 74.3 cm LM.

Tabla 1
Descripción de los grados de desarrollo de los ovocitos de *Dosidicus gigas*
(Díaz-Urbe *et al.* 2015)

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

Tabla 2
Descripción morfológica de las etapas de maduración gonádica en hembras de calamar gigante (Sauer y Lipinski 1990, Lipinski y Underhill 1995)

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

La fecundidad para esta especie fue calculada por Nesis (1971) para la porción sureña del Pacífico (Perú y Chile), encontrándose que la fecundidad varía de 100 000 a 600 000 huevos con un máximo de 650 000 huevos en hembras de más de 50 cm de LM. El mismo autor menciona que esta fecundidad estimada podría ser un valor subestimado si la maduración de los ovocitos no fuera simultánea. En un trabajo más reciente, Nigmatullin y Markaida (2009), con base en hembras tanto del Golfo de California como de Nicaragua, estimaron que la fecundidad potencial estuvo entre los 5.1 y 32.5 millones de ovocitos, mientras que la fecundidad relativa media varió entre 603 y 2 711 huevos/gramo. También encontraron que los calamares del Golfo de California presentaron fecundidades potenciales significativamente más altas que los de Nicaragua. Señalan además que el desove es extendido e intermitente, que 80% de los ovocitos alojados en el oviducto se libera en una temporada reproductiva, por lo que estiman que *D. gigas* podría tener de ocho a 12 puestas, con intervalos de 10 días entre puestas (Nigmatullin y Markaida 2009).

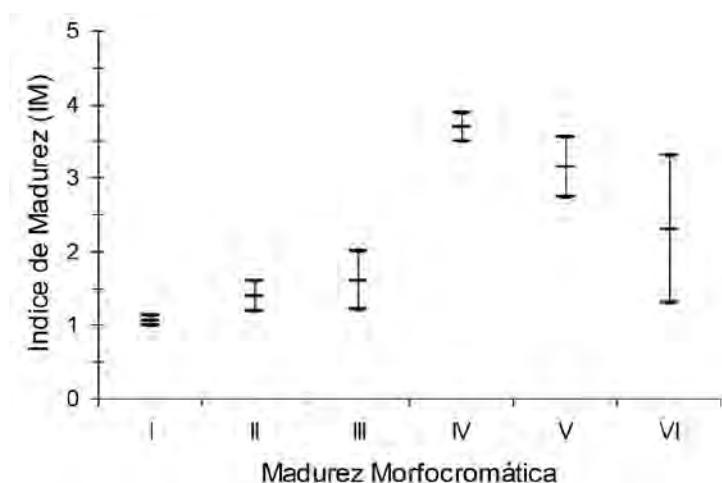


Fig. 2. Índice de Madurez estimado en cada nivel de madurez gonádica definido por sus propiedades morfo-cromáticas para el calamar gigante *Dosidicus gigas*. Cada barra representa el valor promedio y su intervalo de 95% de confianza.

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 que migraban por separado, pero coincidían en el tiempo y en las áreas de reclutamiento, de acuerdo con las condiciones ambientales; no obstante, la influencia de estas últimas sobre la pesquería no se ha determinado.

Hernández-Herrera *et al.* (1998), con base en un análisis de progresión modal estimaron los parámetros de crecimiento anuales de la función de von Bertalanffy, reportando los siguientes modelos de crecimiento en longitud (LM, en cm) y peso (WM, en kg), como sigue:

$$LM = 87 (1 - \exp^{(-0.85(t-0.115))}) \quad (1)$$

$$WM = 0.000038(87(1 - \exp^{(-0.85(t-0.115))})^{3.42} \text{ ó } WM = 163.28(1 - \exp^{(-0.85(t-0.115))})^{3.42} \quad (2)$$

Para la misma temporada, Morales-Bojórquez *et al.* (2001b), con un análisis de capturabilidad determinan que la captura estuvo compuesta por tres cohortes. Más recientemente, Nevárez-Martínez *et al.* (2006, 2010), con base en el análisis de las distribuciones de frecuencias de longitudes de manto estiman diferentes parámetros biológicos del calamar gigante del Golfo de California (véase Tabla 3). Ellos encontraron que ésta es una especie que presenta alta variabilidad interanual en estos parámetros. En el caso de la relación talla del manto-peso del manto, la relación encontrada fue, en casi todas las temporadas de pesca, alométrica positiva.

Tabla 3

Parámetros de la relación longitud-peso del manto de *Dosidicus gigas* en Guaymas, Sonora (modificado de Nevárez-Martínez *et al.* (2006, 2010))

	Parámetro									
	Lm (cm)	Lc (cm)	a	b	L _{mf} (cm)	K por año	t ₀ (años)	φ'	Mj por año	Mp por año
1995/1996	58.7	57.8	6.0E-06	3.2913	94.0	1.10	-0.0910	4.431	1.65	1.11
1996/1997	55.8	53.7	5.0E-05	2.7806	95.0	1.10	-0.0910	4.441	1.65	1.12
1997/1998	62.1	59.9	3.0E-06	3.4508	94.0	1.30	-0.0770	4.504	1.95	1.27
1998/1999	38.9	35.7	4.0E-06	3.3438	90.0	1.05	-0.0970	4.373	1.57	1.03
1999/2000	58.6	56.3	2.1E-06	3.5019	92.0	1.05	-0.0960	4.392	1.57	1.02
2000/2001	62.7	61.0	1.0E-06	3.6460	95.4	1.09	-0.0920	4.440	1.63	1.05
2001/2002	63.9	61.1	8.2E-06	3.1590	98.8	1.19	-0.0970	4.479	1.74	1.13
2002/2003	62.0	59.5	1.1E-05	3.2147	95.0	1.20	-0.0873	4.478	1.80	1.19
2003/2004	58.4	56.6	1.7E-05	3.1007	93.0	1.38	-0.0760	4.521	2.07	1.31
2004/2005	64.8	63.1	1.1E-05	3.2253	94.5	1.28	-0.0818	4.502	1.92	1.23
2005/2006	63.3	61.8	5.4E-06	3.2857	98.0	1.05	-0.0995	4.447	1.58	1.07
2006/2007	67.3	66.9	8.5E-06	3.1882	96.0	1.10	-0.0953	4.450	1.65	1.12
2007/2008	68.8	67.0	3.0E-06	3.4482	96.0	1.25	-0.0835	4.505	1.88	1.20

Relación longitud del manto-peso del manto (a , b), del modelo de crecimiento de von Bertalanffy (L_{∞} , K , t_0), índice de eficiencia del crecimiento (ϕ'), longitud media del manto (L_m), talla de primera captura (L_c), y mortalidad natural (ecuación de Jensen, M_j , y Pauly, M_p).

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

La flota que ha participado en esta pesquería a lo largo del tiempo ha sido muy heterogénea, desde los barcos calamareros de diseño japonés con alta tecnología (eslora

de 35 m a 63 m), pasando por los barcos camaroneros y sardineros adaptados para la pesca de calamar (eslora de 20 m a 25 m), hasta las pangas de fibra de vidrio con motor fuera de borda (eslora de 6 m a 10 m) (Ehrhardt *et al.* 1982, Hernández-Herrera *et al.* 1998, Morales-Bojórquez *et al.* 2001c, Martínez-Aguilar *et al.* 2006).

En 1980, la flota que pescó calamar estuvo representada por 15 barcos calamareros japoneses, 200 camaroneros, 10 huachinangueros y 60 pangas (Ehrhardt *et al.* 1982). Esta flota fue agrupada en seis categorías de embarcaciones y se calculó el poder de pesca, considerando como unidad de esfuerzo la noche de pesca, encontrándose diferencias en cada categoría en función del tamaño de las embarcaciones y del modo de operación, mostrando que el comportamiento biológico del recurso es determinante en la captura por unidad de esfuerzo (Ehrhardt *et al.* 1982). Los criterios empleados para el establecimiento de las categorías fueron: dimensiones de la embarcación, poder del sistema de iluminación utilizado, artes de pesca, número de tripulantes, modo de operación de pesca.

Por las características de comportamiento del calamar, su captura es nocturna, el modo de la operación de pesca consiste en situarse en el área de pesca, encender luces de atracción y esperar que el recurso, que presenta fototropismo positivo, responda a la luz concentrándose en la zona de penumbra bajo la embarcación, desde donde ataca cualquier presa disponible incluyendo los señuelos (Ehrhardt *et al.* 1982, Martínez-Aguilar *et al.* 2006).

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 cm o 2.0 cm de longitud y poteras de construcción local elaboradas de diferente material y de 20 cm a 30 cm de longitud, con anzuelos de rayos de bicicleta o clavos como coronas de ganchos, aunque en la actualidad ya existen coronas grandes para utilizarse en la poteras de construcción manual. El número de poteras por línea varía de acuerdo con el 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 ocho a 24 poteras por línea (Ehrhardt *et al.* 1982, De la Rosa *et al.* 1992, Martínez-Aguilar *et al.* 2006). Es importante mencionar que la mayor parte de la captura de esta especie se hace de manera manual.

A partir de 1994, la pesca comercial se desarrolló por tres flotas principalmente, una compuesta por embarcaciones mayores en Sonora, y dos más compuestas por embarcaciones menores, una en Sonora y otra en Baja California Sur, que se diferencian por su modo de operación (Hernández-Herrera *et al.* 1998, Nevárez-Martínez *et al.* 2000, Morales-Bojórquez *et al.* 2001a, Martínez-Aguilar *et al.* 2006). Actualmente la flota está constituida por alrededor de dos mil pangas que operan con dos pescadores en Santa Rosalía y entre dos y tres en Guaymas y Baja California, y más de 200 barcos (embarcaciones camaroneras o picuderas acondicionadas para pescar calamar) con tripulaciones de hasta diez pescadores, y las cuales operan en el Golfo de California y la costa occidental de la península de Baja California.

Tendencias históricas

En el noroeste de México, la captura total de calamar gigante (*D. gigas*) ha fluctuado de acuerdo con la abundancia de la especie (Fig. 3). En los años setenta las descargas de calamar gigante crecieron de menos de 100 t hasta un máximo de alrededor de 22 000 t en 1980. Después hubo un rápido descenso hasta niveles inferiores a 500 t entre 1982 y 1987. Las capturas se incrementaron nuevamente alcanzando en 1989 una captura de alrededor de 6 500 t, declinando de nuevo a niveles inferiores a 300 t en 1993 (Fig. 3).

A partir de 1994 y hasta la fecha, la gran abundancia de calamar en la región ha sustentado una fuerte actividad pesquera, con grados máximos de captura que han excedido 106 000 t, pero con alta variabilidad en las capturas, debido tanto a la pesca como a eventos El Niño y La Niña (Ehrhardt *et al.* 1983, Klett 1996, Nevárez-Martínez *et al.* 2000, 2008, Morales-Bojórquez *et al.* 2001c); por ejemplo en 1998, año El Niño, las capturas en el Golfo de California fueron menores a 10 000 t. Sin embargo, también entran en juego aspectos de mercado (demanda-oferta), pues aunque en los años de 2005 a 2007 la abundancia de calamar gigante fue similar o más alta que en 1996 ó 2002, las capturas entre 2005 y 2007 oscilaron entre 51 000 t y 58 000 t, y aumentó en 2008 a cerca de 78 000 t cuando las condiciones del mercado fueron mejores y los niveles de biomasa se mantenían similares a los de los años previos (Fig. 3).

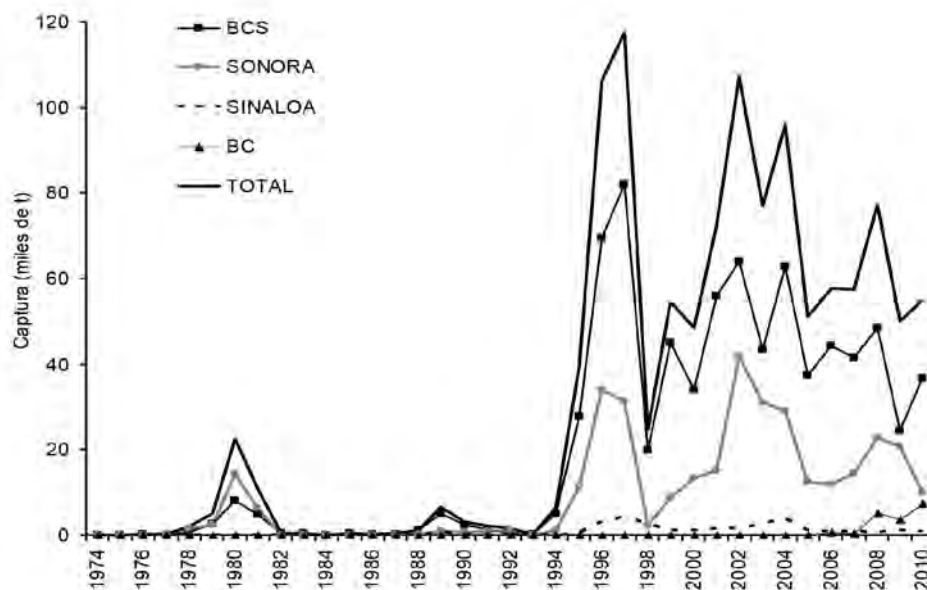


Fig. 3. Serie histórica de las capturas de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el noroeste de México.

Interacción con otras pesquerías

De la capturas reportadas para este recurso 100% está conformado por una sola especie: *D. gigas*. Dado que solamente se utilizan poteras para su captura, no existen especies secundarias o incidentales. La potera es un arte de pesca que no requiere carnada, básicamente tiene luminiscencia que atrae al calamar; sin embargo, algunos pescadores usan como carnada trozos de cabeza o tentáculos del mismo calamar, con lo que se hace relativamente más ágil su captura. Cuando usan este tipo de carnada, ocasionalmente capturan algún pez o pequeño elasmobranquio (la aseveración anterior deriva de comentarios de pescadores, si bien en este estudio no se ha observado hasta el momento alguna pesca incidental en las zonas de pesca de Santa Rosalía, BCS o Guaymas, Sonora, ni tampoco en ningún crucero de investigación en buque científico o comercial).

El calamar *D. gigas* puede ser capturado incidentalmente en redes de arrastre de la pesca de escama en el Golfo de California. En el ámbito internacional, en cercos de atún, Olson *et al.* (2002) reportaron por primera vez la captura incidental de calamar gigante en las zonas de pesca de Perú; en un total de 12 lances de pesca, las capturas de calamar variaron entre 15% y 95% por lance. El atún capturado presentó mordidas y excoriaciones, lo que hace suponer que el calamar intentó alimentarse de atunes durante la pesca. El calamar gigante ocasionalmente aparece en redes de cerco de embarcaciones sardineras (Martínez-Aguilar *et al.* 2006).

Aspectos socioeconómicos

Infraestructura pesquera

En Baja California Sur hay 19 plantas industriales, aunque solamente una de ellas incursionó en enlatado. Para 1997, la infraestructura instalada en el estado de Sonora era de 24 plantas con una capacidad de recepción de 781 t diarias y capacidad de procesamiento de 351 t de fresco congelado y 264 t en presentación *daruma* (es un proceso en el que el manto del calamar se separa de las aletas, la cabeza y los tentáculos y se le hacen cortes en ángulo recto. Posteriormente se cuece, se sazona, se seca y se congela para ser transportado), además de 3 873 t de almacenamiento (Martínez-Aguilar *et al.* 2006). La capacidad industrial de proceso de calamar gigante en Baja California Sur, Sonora, Baja California y Sinaloa es de alrededor de 300 000 t por año de materia prima fresca en peso. En cada uno de los puertos en que se descarga calamar gigante se dispone de muelles adecuados y en buenas condiciones para los desembarcos. En total, si se suman todas las áreas, la longitud de atraque actual está alrededor de 1 500 m. Además, las embarcaciones menores realizan sus desembarcos en las áreas de los campos pesqueros, utilizando la infraestructura de la pesquería del camarón, contando al menos con hielo o cuartos de conservación.

Indicadores económicos

En cuanto a la fase de extracción, considerando el máximo esfuerzo pesquero aplicado tanto por las pangas como por los barcos, y conociendo que en las primeras participan de dos a tres pescadores y en los segundos hasta 10, hay aproximadamente 8 500 empleos directos por mes, aunque esta cifra varía en función de la disponibilidad del recurso. En Baja California Sur se captura calamar casi durante todo el año, con el máximo en junio-julio (Martínez-Aguilar *et al.* 2006). En Sonora la pesquería de calamar depende además de la temporada de pesca del recurso camarón, ya que aquélla adquiere relevancia cuando la pesquería de camarón entra en periodo de veda o disminuye su abundancia (Hernández-Herrera *et al.* 1998). La flota de Sinaloa, que pesca a lo largo de la costa oriental de la península de BCS, puede pescar todo el año, pero sus principales capturas se realizan en la primera mitad del año. La flota de Baja California, en los últimos cuatro años ha pescado sin pausa, pero los meses con desembarcos más altos han variado de un año al otro, por ejemplo, en 2008 fue de agosto a octubre, mientras que en 2010 fue en enero y febrero.

En la fase de procesamiento, la generación de empleos directos está entre 3 000 y 3 500, más una importante cantidad de empleos indirectos conexos, que deben estar en el orden de los cientos.

De la Cruz-González *et al.* (2011) analizaron el comportamiento de la pesquería de calamar gigante en Guaymas, destacando las principales características socioeconómicas de los agentes económicos que participan tanto en la etapa de captura como en la de su procesamiento. El precio de playa registró un comportamiento estable durante la mayor parte del periodo 1995-2004; las pangas registraron un precio promedio de \$1.70 MN/kg, mientras que el precio promedio anotado por los barcos fue de \$1.89 MN/kg. Sin embargo, cuando compararon ese precio nominal con el real (el que toma en cuenta la inflación), encontraron que realmente hubo una significativa disminución en el precio real, en 45.7% para pangas y en 40.7% para barcos. La variación en el precio ha ocasionado que los pescadores busquen incrementar sus capturas para compensar los bajos precios recibidos (De la Cruz-González *et al.* 2011). El bajo precio que ha mantenido el calamar en los últimos años ha limitado los ingresos de los pescadores y los beneficios económicos para la pesquería en su conjunto. La existencia de una industria procesadora orientada a la exportación de calamar gigante como materia prima, o como subproducto, y la existencia de un mercado nacional poco desarrollado para este producto (De la Cruz *et al.* 2007), son dos factores que podrían estar influyendo en el comportamiento que ha observado el precio de playa.

De la Cruz-González *et al.* (2011) encontraron que el ingreso total por pescador fue superior a \$100 000.00 MN por temporada y que los costos totales fueron cercanos a \$70 000.00 MN en el mismo lapso, estimando que la utilidad por temporada, es decir, el ingreso total menos todos los costos, incluidos los de oportunidad, fue de \$33 846.00 MN por temporada. Se calculó un grado de rentabilidad de 48.8 por ciento.

El costo de producción estimado por embarcación fue de \$1 142.00 MN por tonelada (De la Cruz-González *et al.* 2011). El punto de equilibrio en producción (cantidad mínima que debe capturar la embarcación para cubrir sus costos) considerando un precio constante de \$1.70 MN /kg de calamar, se calculó en 40.8 t por temporada, lo que implicaría una captura mínima de 525 kg por viaje de pesca. El punto de equilibrio de 525 kg por viaje de pesca tenderá a incrementarse para cubrir los costos totales. Este nivel de captura representa para el pescador un ingreso neto de \$110.00 MN por viaje de pesca, por lo que éste buscará incrementar sus ingresos superando este punto de equilibrio (De la Cruz-González *et al.* 2011).

La edad de los trabajadores en las empresas procesadoras de calamar fluctúa entre 18 años y 64 años, aunque casi 60% tiene menos de 35 años (De la Cruz-González *et al.* 2011). En lo que se refiere al grado de escolaridad, se observó que aproximadamente uno de cada tres empleados sólo tiene educación primaria, 44% concluyó la secundaria, con nivel bachillerato se registró 16.7% de los trabajadores y sólo 4.8% tiene estudios profesionales. El empleo en la industria del calamar es una alternativa para el grupo de la población con bajo grado de escolaridad; sin embargo, las condiciones salariales son desfavorables. En la industria calamarera la mayor parte de los puestos de trabajo es eventual (De la Cruz-González *et al.* 2011). Los empleados de base representan 18% y en el régimen de trabajo eventual se ubica 82%. La inestabilidad laboral en esta industria se asocia a las altas fluctuaciones en la abundancia de este recurso pesquero, situación que no asegura una producción constante para esta industria. Los salarios de los trabajadores son relativamente bajos. La mayor parte de los empleados recibe entre uno y cinco salarios mínimos. Quienes reciben entre uno y tres salarios mínimos representan 83.4% del total, en tanto que 2.4% recibe más de cinco.

De la Cruz-González *et al.* (2011) concluyen que la promoción del calamar gigante en el mercado nacional y la participación de las organizaciones pesqueras en la comercialización de este producto son factores que tendrían un efecto positivo en las condiciones económicas y sociales de los pescadores, que favorecerían las estrategias de manejo de esta pesquería.

Destino y presentación del producto

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 (Martínez-Aguilar *et al.* 2006).

El manto del calamar es la porción de cuerpo generalmente utilizada en el proceso industrial. Para el mercado nacional se presenta enlatado y en filete congelado; para otros países se procesa como filete congelado, filete precocido, precocido con sal, precocido con azúcar, con ambos o con otros sazónadores. Actualmente se están comercializando las aletas, así como los brazos y tentáculos del calamar gigante

(Guzmán-Vizcarra 2000). El proceso de industrialización es básico; el producto exportado adquiere mayor valor agregado en los países importadores (Japón, Corea y España principalmente) donde se procesan “patés”, tiras de calamar frito o seco y conservas enlatadas.

MANEJO

Medidas administrativas

En esta pesquería, el aprovechamiento se rige a través de la Carta Nacional Pesquera (CNP) publicada por primera vez en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF) el 28 de agosto del 2000. En ésta se presentan en forma de fichas los nombres comunes y científicos de las especies, los indicadores de la pesquería, lineamientos, estrategias y medidas de manejo, el esfuerzo permisible, así como el comportamiento de la pesquería en gráficas, la ubicación geográfica de las áreas de pesca en las vertientes del país y una descripción y diseños de los distintos sistemas de pesca que se emplean en la captura de estos recursos. En la primera versión de la CNP, en la ficha correspondiente al calamar gigante se menciona el uso de talla mínima, que no es útil en esta pesquería. Incluso, el mismo documento no hace referencia a talla alguna. En la versión siguiente, publicada en el DOF en marzo de 2004 y luego en diciembre de 2010, esa medida de manejo fue eliminada por no tener sustento técnico, manteniéndose los permisos de pesca comercial, disposiciones administrativas que controlan el esfuerzo de pesca con base en la cuota anual de captura, sustentada en evaluaciones del INAPESCA de la biomasa vulnerable. Esto está asociado al punto de referencia biológico que debe mantener el escape proporcional constante de al menos 40% de la biomasa adulta al final de la temporada de pesca (DOF 2004, 2010).

El esquema de manejo se ha basado en mantener una biomasa de 40% al final de cada temporada de pesca (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997), es calculada en el momento mismo que el reclutamiento es observado durante los meses de mayo y junio (Morales-Bojórquez *et al.* 1997, 2001a, 2001c, Hernández-Herrera *et al.* 1998). La instrumentación se lleva a cabo con el control del esfuerzo de pesca a través de la asignación de licencias o permisos de pesca (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997). Cuando no existe información sobre el tamaño del reclutamiento, se utiliza un sistema de cuotas de captura con la información de la temporada de pesca anterior. El Instituto Nacional de Pesca basa sus estimaciones y recomendaciones sobre análisis de datos de captura y esfuerzo, estructurado por tallas, así como de la información obtenida por cruceros de investigación (Nevárez-Martínez *et al.* 2000, 2006, 2010).

Análisis cuantitativo

La colaboración regional de los grupos de investigación del INAPESCA, así como de investigadores de otras instituciones, ha permitido desde 1995 avanzar y actualizar el conocimiento de las variables y los parámetros biológicos (Tabla 4) que influyen en el comportamiento de la pesquería.

Tabla 4

Estado actual del conocimiento sobre parámetros poblacionales para la pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* (✓ indica que se tiene)

Captura y Esfuerzo		Biomasa		Crecimiento			Mortalidad			Longitud Peso		Madurez	Fecundidad		Selectividad
C	E	B _{obs}	L _∞	K	t ₀	M	F	q	a	b	M	a	b	M	H
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Modelo pesquero

Análisis de la captura por unidad de esfuerzo

A partir de los avisos de arribo de pesca, del área de Santa Rosalía, BCS, y del puerto de Guaymas, Sonora, se registra anualmente información (semanal o quincenal) de captura (t) y esfuerzo (noches de pesca), tanto de la flota mayor (barcos camaroneros adaptados a la pesca de calamar gigante) como de la flota menor (pangas con motor fuera de borda).

A través del modelo de extracción propuesto por Rosenberg *et al.* (1990), se analiza la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por semana o quincena, para cada flota. Con esto se estima la abundancia inicial de la población (N_0), y el coeficiente de capturabilidad (q) por flota. Este modelo considera una función exponencial de decremento asociada con la tasa de mortalidad natural (M), que es estimada a través del método de Silliman (Ricker 1975). Este método supone que $F1/F2 = f1/f2$ (si M es constante), considerando los valores de esfuerzo (f) como las noches de pesca y F = mortalidad por pesca. El modelo de extracción utiliza la expresión $\sum_{i=0}^{t-1} C_i \exp^{-(t-i)M}$ como la variable independiente, donde C_i representa la captura, mientras que la pendiente

corresponde al estimado de capturabilidad (q). De esta forma, el modelo de extracción presenta la siguiente expresión:

$$CPUE_t = qN_0 \exp^{-(t+0.5)M} - q \sum_{i=0}^{t-1} C_i \exp^{-(t-1)M} \quad (3)$$

Los estimados de N_0 , q y M resultantes de la ecuación se utilizan como parámetros de inicio para obtener una reconstrucción de las capturas semanales o quincenales observadas, con base en un modelo no lineal, que deriva de la ecuación de captura de una cohorte (Rosenberg *et al.* 1990).

El modelo expresa la captura en el tiempo (t) como una función que depende del esfuerzo (f) aplicado, y tiene la siguiente forma:

$$C_t = N_0 \exp \left[- \left(q \sum_{i=0}^{t-1} f_i \right) + Mt \right] \frac{qf_t}{qf_t + M} \{ 1 - \exp(-(qf_t + M)) \} \quad (4)$$

Posteriormente se aplica un método de optimización a los valores estimados de C_t , considerando como parámetros de ajuste a N_0 , q y M , con lo cual se localiza el valor mínimo en la sumatoria de la diferencia entre los cuadrados de los valores de captura estimados y observados (Hilborn y Walters 1992). Con el modelo y los parámetros ajustados se estima la captura de *D. gigas* para las siguientes semanas posteriores al análisis.

Debido a que los modelos anteriores no consideran la interacción entre distintas flotas, como se observa en una fracción de esta pesquería, se realiza una nueva estimación de N_0 , a través de un estimador de máxima verosimilitud (Rosenberg *et al.* 1990) utilizando simultáneamente la información de la flota mayor y de la menor.

En este caso, se supone que la captura obtenida deriva de una serie de esfuerzos conocidos, en la que no es necesario que se conozca todo el esfuerzo de las flotas participantes, sino solamente de los grupos o flotas representativas, que puede ser usada como indicador del estado del *stock*, ya que también se supone que la CPUE es directamente proporcional a la abundancia de éste sobre algún periodo de pesca determinado.

De esta forma, la función de máxima verosimilitud para los parámetros desconocidos se obtiene según el supuesto de que la captura obtenida por cada flota está normalmente distribuida con media $q_j f_{jt} N_t \exp^{-M/2}$ y varianza $\text{var}(C_{jt}) = \sigma_j^2$, que es transformada para aproximarla a un valor de variancia constante. El logaritmo de la función de máxima verosimilitud ($\ln(L)$) está dado de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\ln(L) = K - \frac{T}{2} \sum_{j=1}^J \ln \sigma_j^2 - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J \sigma_j^{-2} \sum_{t=1}^T (C_{jt} - q_j f_{jt} N_t \exp^{-M/2})^2 \quad (5)$$

En esta expresión, los parámetros desconocidos que deben ser estimados son N_{θ} , q_j ($j = 1, 2, \dots, J$) y σ_j^2 ($j = 1, 2, \dots, J$); j corresponde al índice de flotas presentes en la pesquería. De esta forma todos los N_t pueden ser expresados en términos de N_{θ} . El valor optimizado de q con el ajuste de la ecuación de captura se utiliza como un parámetro de entrada para la flota mayor dentro del modelo, mientras que el valor de q para la flota menor se estima a través de este método (Morales-Bojórquez *et al.* 1997).

La utilización de la metodología anterior supone la explotación de una sola cohorte y su estimación depende directamente de un valor de N_{θ} .

No obstante las estimaciones anteriores, un análisis de capturabilidad mostró la presencia de tres cohortes y que la CPUE no es linealmente proporcional a la abundancia (Morales-Bojórquez *et al.* 2001b, Martínez-Aguilar *et al.* 2002).

Análisis de capturabilidad (q)

El análisis de capturabilidad por clase de longitud proporciona información sobre el número de cohortes presentes en la población, la conducta del *stock* y la eficiencia de la pesca, mejorando simultáneamente las variables usadas para manejo tal como los cambios en la mortalidad por pesca, durante la temporada de pesca. El análisis se realiza a través del método determinístico de capturabilidad (MDC) (Arreguín-Sánchez 1996), que representa la transformación de una frecuencia de longitud a otra, expresadas como abundancia relativa, vía una matriz de transición (véase Shepherd 1987, Caswell 1988) de la forma $N(l, t + 1) = A \times N(l, t)$, donde $N(l, t + 1)$ y $N(l, t)$ son los vectores del *stock* en talla en número de calamares al tiempo t y $t + 1$, A , es la matriz de transición y está representada por $A = G \times S$, donde G , es una matriz que representa el crecimiento individual en ausencia de mortalidad, y S es la matriz de sobrevivencia y representa los efectos de mortalidad.

Las probabilidades de crecimiento se definen suponiendo que los individuos crecen siguiendo el modelo de von Bertalanffy (MVB). Los parámetros de crecimiento del MVB ($k = 1.033$) quincena⁻¹ y $L_{\infty} = 87$ cm LM) fueron tomados de Hernández-Herrera *et al.* (1998). La mortalidad natural estimada con el método de Silliman (Ricker 1975) se consideró constante con un valor de $M = 0.2$ por quincena. Como S se define como $S = \exp^{-Z} = \exp^{-M + q \cdot E}$, donde: Z es la mortalidad total, q el coeficiente de mortalidad, M la mortalidad natural y E el esfuerzo pesquero ejercido. Como S , M y E son conocidas, q se despeja.

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

La capturabilidad por clase de longitud mostró una alternancia de valores bajos y altos en el intervalo de tallas: valores bajos entre 19-27 cm, 43-49 cm y 57-63 cm LM,

y valores altos entre los 29-33 cm, 53-57 cm y 65-71 cm LM. En este patrón un incremento en capturabilidad es seguido por una rápida disminución. Los tres picos de capturabilidad observados a diferentes tallas tienen aproximadamente el mismo valor ($q \approx 0.7 \times 10^{-3}$). La variación de la capturabilidad con la longitud de *D. gigas* se presenta en la *figura 4*.

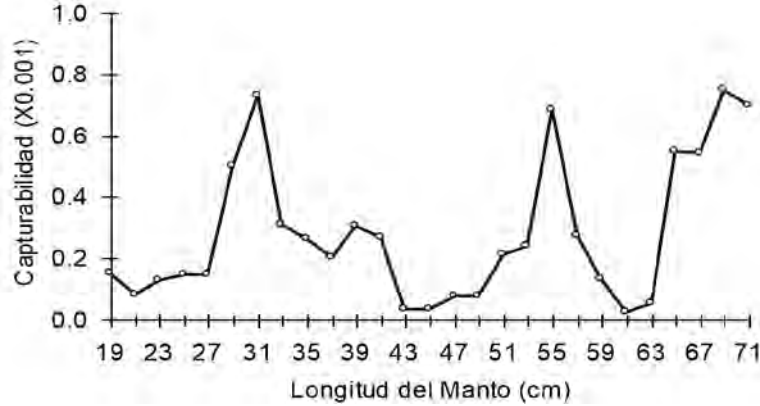


Fig. 4. Variación del coeficiente de capturabilidad por clase de longitud de manto.

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

$$\ln\left[\frac{CPUE_{L,t}}{CPUE_{L,y}}\right] = \alpha_{L,t} + \beta_{L,t} \cdot L \quad (6)$$

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

Los cambios relativos de la capturabilidad en función de la LM, con el tiempo presentan gran variabilidad en su tendencia. En la *figura 5*, los valores negativos denotan

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

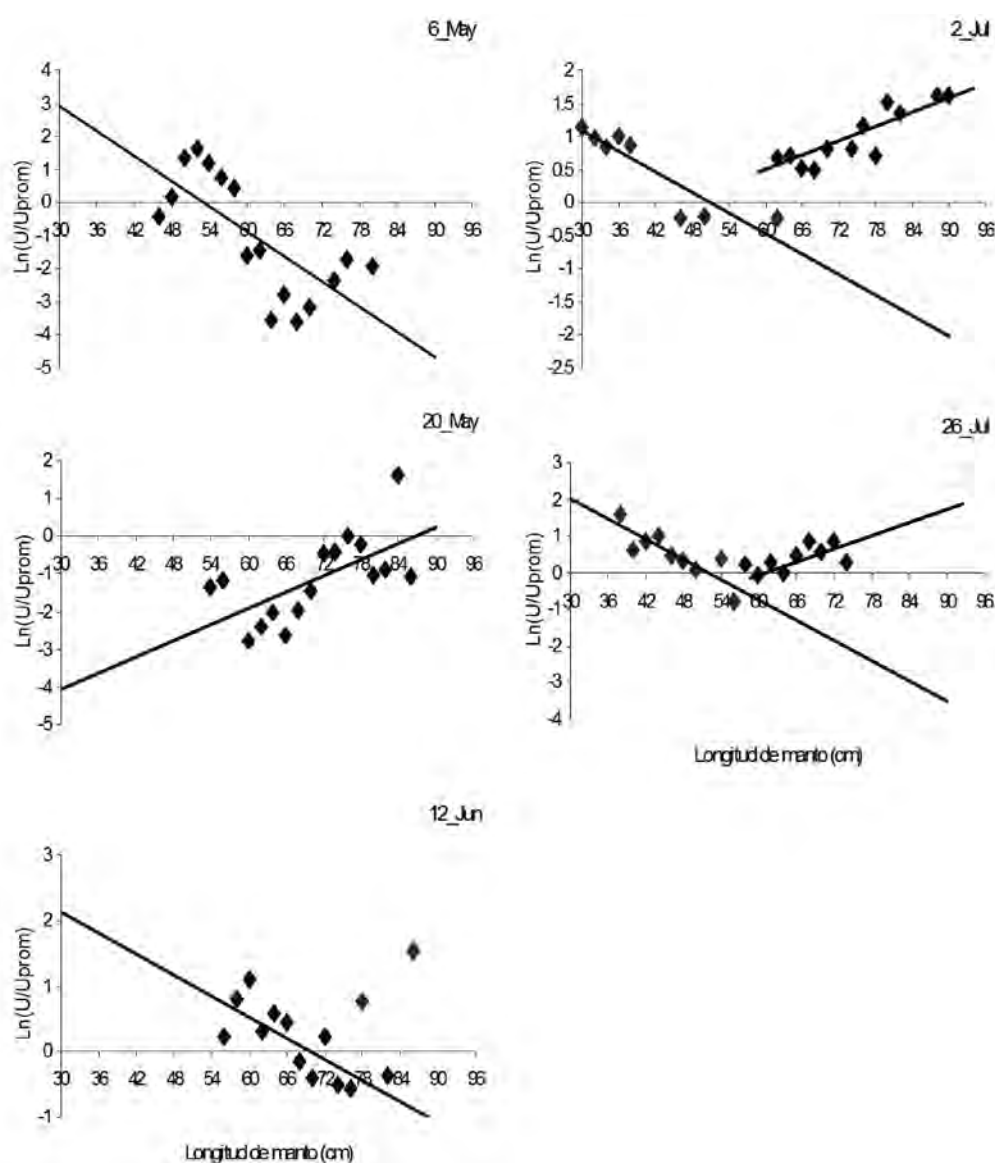


Fig. 5. Cambios relativos quincenales de la tasa de captura en función de la longitud de manto respecto al promedio del periodo analizado.

En el gráfico de β en función del esfuerzo pesquero (Fig. 6) se observó que la captura, durante el tiempo analizado, está sustentada principalmente en tallas pequeñas, con una disminución del esfuerzo pesquero conforme se incrementa el tiempo. La disminución del esfuerzo puede estar asociada a la presencia de calamares grandes, ya que existe una preferencia por calamares de tallas pequeñas en las plantas procesadoras, o a las condiciones del clima durante los meses de septiembre a noviembre, que dificultan las jornadas de pesca.

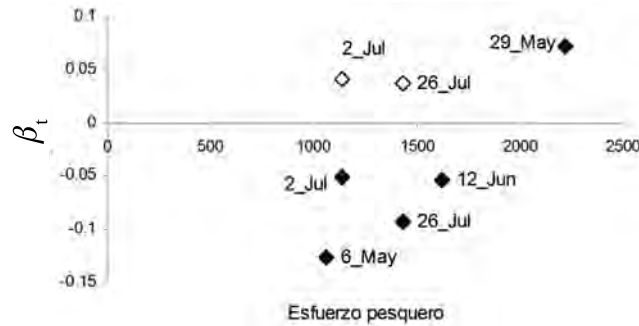


Fig. 6. Diferencias relativas quincenales del patrón de cambio de la capturabilidad con la longitud (β_i) en función del esfuerzo pesquero (número de viajes).

Análisis de cohortes estructurado por tallas

La estimación de mortalidad por pesca específica para cada talla (F_i), mortalidad por pesca promedio ($\bar{F}$) y abundancias por talla (N_i) fueron estimadas mediante un Análisis de Cohortes de Jones (Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2010). Se usaron los estimados de mortalidad natural, suponiendo que M es constante para todas las tallas y dentro del año (M fue evaluada mediante la ecuación: $M = 1.5 * K$, donde K es el coeficiente de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy). Este método trabaja hacia atrás a lo largo de intervalos de tallas (seudocohortes) para estimar la abundancia y la mortalidad por pesca específica para cada intervalo de talla. La ecuación de cohortes de Pope (1972) convertida a tallas es (Jones 1984):

$$N_{talla_1} = (N_{talla_2} X_{talla_1, talla_2} + C_{talla_1, talla_2}) X_{talla_1, talla_2} \quad (7)$$

Donde el factor de mortalidad natural para el intervalo de longitud i (x) es:

$$X_{talla_1, talla_2} = \left(\frac{talla_{\infty} - talla_1}{talla_{\infty} - talla_2} \right)^{\frac{M}{2K}} \quad (8)$$

Usando la ecuación:

$$C_{talla_{\text{inferior}} talla_{\text{superior}}} = N_{talla_{\text{inferior}}} \frac{F}{Z} (1 - e^{-Z\delta}) \quad (9)$$

El último término de la ecuación anterior (e^{-zt}) tiende a cero para la edad más grande, por lo que la ecuación anterior, definida para N , queda como:

$$N_{talla_{\text{per min } a_1}} = \frac{C_{talla_{\text{per min } a_1}, talla_c}}{F/Z} \quad (10)$$

que es la ecuación que permite estimar la abundancia específica para la talla más grande. Para iniciar los cálculos se requiere asignar un valor de la tasa de explotación (F/Z) terminal, que en este caso se supuso igual a 0.5 (acorde con el análisis de convergencia). Ya que X , la captura en número por intervalo de talla y la abundancia para el intervalo de talla más grande son conocidos, es posible calcular hacia atrás la abundancia, la mortalidad y la tasa de explotación para el resto de los intervalos de tallas.

La mortalidad por pesca (F) es dada por:

$$F = M \frac{F/Z}{1 - F/Z} \quad (11)$$

Donde:

$$\frac{F}{Z} = \frac{C_{talla_1, talla_2}}{N_{talla_1} - N_{talla_2}} \quad (12)$$

Para estimar la abundancia media anual para el intervalo de talla, la abundancia a talla debe ser ajustada por el tiempo que pasan en cada clase de talla o δt . Esto se obtiene por medio de la ecuación:

$$NMean_{talla_1, talla_2} \delta t = \frac{N_{talla_1} - N_{talla_2}}{Z} \quad (13)$$

Una vez estimados los valores de $F_{y,i}$ y $N_{y,i}$ se estimó la mortalidad por pesca promedio anual $\bar{F}_y$ como el producto de la mortalidad por pesca específica a talla, multiplicada por un factor de ponderación que en este caso fue el número de sobrevivientes:

$$\bar{F}_y = \frac{\sum F_i * N_i}{\sum N_i} \quad (14)$$

Donde, N_i = número de sobrevivientes de talla i .

El valor de la tasa de explotación para cada año se obtuvo con:

$$E_y = \bar{F}_y / (\bar{F}_y + M_y) \quad (15)$$

Las variaciones de rendimientos futuros y la biomasa promedio anual de las diversas especies por evaluar como una función de cambios en la mortalidad por pesca fueron explorados con el modelo predictivo de Thompson Bell (Jones 1984, Sparre y Venema 1995) basado en tallas (Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2010). Este método consiste en dos estadios: 1) datos de entrada esenciales y 2) cálculo de resultados en la forma de predicciones en los grados de rendimiento y biomasa futuros. Los valores de entrada principales son un conjunto de valores de mortalidad por pesca por intervalo de longitudes, es común usar un vector de mortalidades por pesca que han sido obtenidas del Análisis de Cohortes. Otro parámetro de entrada muy importante es el número de reclutas y el factor de mortalidad natural para el intervalo de longitud i (x), usado en el análisis de cohortes. El modelo además requiere el peso de las especies por intervalo de longitudes. La salida del modelo es en la forma de predicciones del número en el límite inferior del intervalo de tallas N_p , captura en números, número total de muertes, el rendimiento y la biomasa, todos por intervalo de longitudes y relacionados con valores de F para cada intervalo de longitudes. Finalmente, se obtiene la captura total (en número), la biomasa media (en toneladas) y el rendimiento (en toneladas).

Las fórmulas son ligeramente diferentes y son derivadas de las usadas para el análisis de cohortes de Jones basado en tallas.

$$N_{talla_2} = N_{talla_1} \left[\frac{1}{\left(X_{talla_1, talla_2} - \left(F_{talla_1, talla_2} F_{talla_1, talla_2} + M \right) \right)} \right] \left(X_{talla_1, talla_2} - \left(F_{talla_1, talla_2} F_{talla_1, talla_2} + M \right) \right) \quad (16)$$

Donde x_{p-2} es el mismo factor de mortalidad natural que el usado en el Análisis de Cohortes de Jones. Para calcular el rendimiento (captura en toneladas) por intervalo de longitud, la captura ($C_{i,2}$) (en números), fue multiplicada por el peso medio del intervalo de talla ($W_{i,2}$), el cual se obtuvo con:

$$W_{talla_1, talla_2} = a * [(talla_1 + talla_2)/2]^b \quad (17)$$

Donde a y b son los parámetros de la relación peso-longitud. Durante el tiempo Δt que le toma a una cohorte crecer del límite inferior al superior del intervalo de talla L_p , el número de sobrevivientes decrece de N_1 a N_2 . El número medio de sobrevivientes de tal intervalo de longitud fue calculado como:

$$N_{mi} \Delta t = [N_{talla_1, talla_2} - N_{talla_1, talla_2}] / Z_{talla_1, talla_2} \quad (18)$$

La correspondiente biomasa media por intervalo de tallas fue estimada como:

$$B_{mi} \Delta t = N_{mi} \Delta t * M_{talla1, talla2} \quad (19)$$

El rendimiento anual, en toneladas, es simplemente la suma de los rendimientos de todos los intervalos de longitud:

$$Y = \sum Y_i \quad (20)$$

El estimado de la biomasa media anual durante la vida de una cohorte, o de todas las cohortes durante un año, es:

$$\bar{B} = \sum \bar{B}_i \Delta t_i \quad (21)$$

El índice (i) se refiere aquí a los intervalos de longitudes ($\text{longitud}_i, \text{longitud}_{i+1}$).

Nuevos valores de mortalidad por pesca pueden ser obtenidos al multiplicar la matriz de referencia de los valores de la mortalidad por pesca como un todo, por un cierto factor, denotado como (F_c). Por hacer una completa serie de cálculos con diferentes valores para F_c (de cero a tres, cambiando en cada ocasión por 0.1), pueden obtenerse gráficas que ilustren claramente los efectos de cambios en (F) sobre el rendimiento y la biomasa promedio. Finalmente, se estimó el rendimiento máximo sostenible (RMS), la mortalidad por pesca asociada al rendimiento máximo sostenible (F_{MSY}) y el valor de mortalidad por pesca que corresponde a un escape proporcional de la biomasa desovante ($F_{\%SB}$, en %).

El escape proporcional ($Escp$) de *D. gigas* se estimó con la siguiente ecuación (Beddington *et al.* 1990, Rosenberg *et al.* 1990, Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997):

$$Escp = \frac{N_0 e^{-(M+F)}}{N_0 e^{-M}} = e^{-F} \quad (22)$$

Cruceros de investigación

Cada año se realiza por lo menos un crucero para evaluación de biomasa. En cada crucero se trabajan de 35 a 60 estaciones de muestreo, el área de estudio se localiza desde el sur de Isla Tiburón, Sonora, hacia la parte de Santa Rosalía, BCS, y llega hasta Yavaros, Sonora, y La Paz, BCS. Aunque en los últimos años ha habido un corrimiento hacia el norte del área de estudio cubriéndose hasta la zona norte de isla Ángel de la Guarda. Para cada operación de pesca se registran la posición inicial y la final del barco, el número de calamares capturados, el tiempo de pesca y el tiempo previo de iluminación al funcionamiento de las poteras manuales, manejadas por seis pescadores.

Cuando la captura lo permite, se miden 100 calamares y se seleccionan de 20 a 25 al azar para el muestreo biológico: longitud del manto, peso del manto, peso total, sexo y fase de madurez.

Se estima la biomasa de calamar por el método del área barrida, que usa captura total en peso (Pierce y Guerra 1994). Para reducir el error en la estimación, el área del estudio se divide en cinco estratos. La estimación de la biomasa se obtiene de acuerdo con lo siguiente (Pierce y Guerra 1994, Hernández-Herrera *et al.* 1998, Nevárez-Martínez *et al.* 2000):

$$B_T = \sum_{i=1}^n \left(Y_i * \frac{A_i}{a_i} \right) \quad (23)$$

con varianza:

$$V(B_T) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i^2 * n_i * s_i^2}{a_i^2} \right) \quad (24)$$

Donde:

B_T = Biomasa total.

Y_i = Captura total en el estrato i-ésimo.

A_i = Área total del estrato i-ésimo.

a_i = Área barrida en el estrato i-ésimo.

s_i^2 = Varianza de la captura del estrato i-ésimo.

n_i = Número de operaciones de pesca en el estrato i-ésimo.

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

Definición de puntos de referencia

En el caso de la pesquería de *D. gigas*, como otras pesquerías de pulpos y calamares, el punto de referencia biológico (PRB) se ha definido con el concepto de “escape proporcional constante”, que indica la proporción de biomasa adulta que debe sobrevivir al final de la temporada de pesca si ésta fuera únicamente sometida a la mortalidad natural (Beddington *et al.* 1990, Rosenberg *et al.* 1990). Para el caso de la pesquería de calamar gigante del Golfo de California, estos conceptos han sido aplicados para efectos de manejo (Morales-Bojórquez *et al.* 1997, Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997, Hernández-Herrera *et al.* 1998).

De acuerdo con Rosenberg *et al.* (1990), y con el fin de tener una población adulta que a través de la reproducción pueda teóricamente generar una cantidad de

organismos jóvenes que sustente la pesquería en la siguiente temporada, el escape proporcional constante debe ser de al menos 40% de la biomasa adulta.

Para la temporada 1995-1996 se observó que la explotación del calamar fue sostenida por una cohorte anual, reclutada durante los meses de abril a junio (Hernández-Herrera *et al.* 1998). Para el mes de mayo de 1996 se observó la presencia simultánea de calamares con tallas de entre 60 cm y 80 cm de LM, y con tallas de entre 28 cm y 45 cm de LM, es decir, el fin de una cohorte compuesta por organismos “viejos” y la incorporación de una nueva de organismos “jóvenes”, reflejo del éxito del desove. Durante este periodo de tiempo, la incorporación de nuevos organismos y un escape proporcional estimado entre 55% y 62% (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997), promovió el desarrollo de la pesquería mediante la incorporación de esfuerzo pesquero, obteniéndose para 1996 y 1997, una captura mayor a 106 000 t de peso desembarcado de calamar.

De acuerdo con las estimaciones de biomasa realizadas en mayo 1996 y el nivel de escape proporcional alcanzado (44.5%), se ha mantenido por arriba de 40%, lo que le da a esta pesquería el estatus de *pesquería en desarrollo*. No obstante, esta condición lleva el riesgo implícito de la variabilidad del recurso, tanto por sus movimientos migratorios como por el tamaño de cada nuevo reclutamiento. Sin embargo, recientemente Nevárez-Martínez *et al.* (2006, 2010) utilizaron un análisis estructurado por tallas para definir el efecto de la pesca en las poblaciones y para determinar el punto de referencia para el periodo de 1995-1996 a 2007-2008, encontrando que los grados de explotación de *D. gigas* han estado por debajo del óptimo, con grados de escape muy por encima de 40% (Nevárez-Martínez *et al.* 2010).

Estado actual de la pesquería de calamar

Los valores que se han encontrado para la mortalidad por pesca (F) y la tasa de explotación (E) están por debajo de 0.5, nivel que es considerado como saludable para un recurso explotado (Gulland 1983, Hilborn y Walters 1992), e indica que el calamar gigante no está sobreexplotado (Fig. 7). Por otra parte, la magnitud de reclutamiento estimada, incluida la abundancia media, ha presentado alta variabilidad interanual (Fig. 7) (Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2010).

La evaluación del impacto de la pesca, con el modelo de Thompson-Bell, indica que la mortalidad por pesca anual observada ($\bar{F}$) (Fig. 8) está por debajo de la F_{RMS} (asociadas al Rendimiento Máximo Sostenible, RMS) (Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2010). Lo anterior se refuerza, si además se considera el escape proporcional ($Escp$) estimado, que es mucho mayor que el punto de referencia biológico de 40% planteado como adecuado para esta pesquería y para la mortalidad por pesca, que en este caso estaría asociado a ese nivel de referencia ($F_{40\%BR}$), tendría un valor de poco más de cinco veces el valor de $\bar{F}$, que en este caso es un valor mayor que el obtenido para

F_{MSY} . Todos estos resultados indican que el calamar gigante está siendo explotado por debajo del óptimo o subexplotado.

Entonces, si se consideran los estimados del RMS , el reclutamiento y de la biomasa media se esperaría que capturas de calamar gigante en Sonora se mantengan dentro de los niveles promedio observados en los últimas temporadas, aunque de presentarse condiciones ambientales adversas, este escenario pudiera ser mucho más bajo. Ya que, entre 2009 y 2011 se presentaron condiciones ambientales anómalas (eventos El Niño y La Niña), el nivel de las capturas en 2010 fue más bajo que el de los años 2008 y 2009 (Fig. 3).

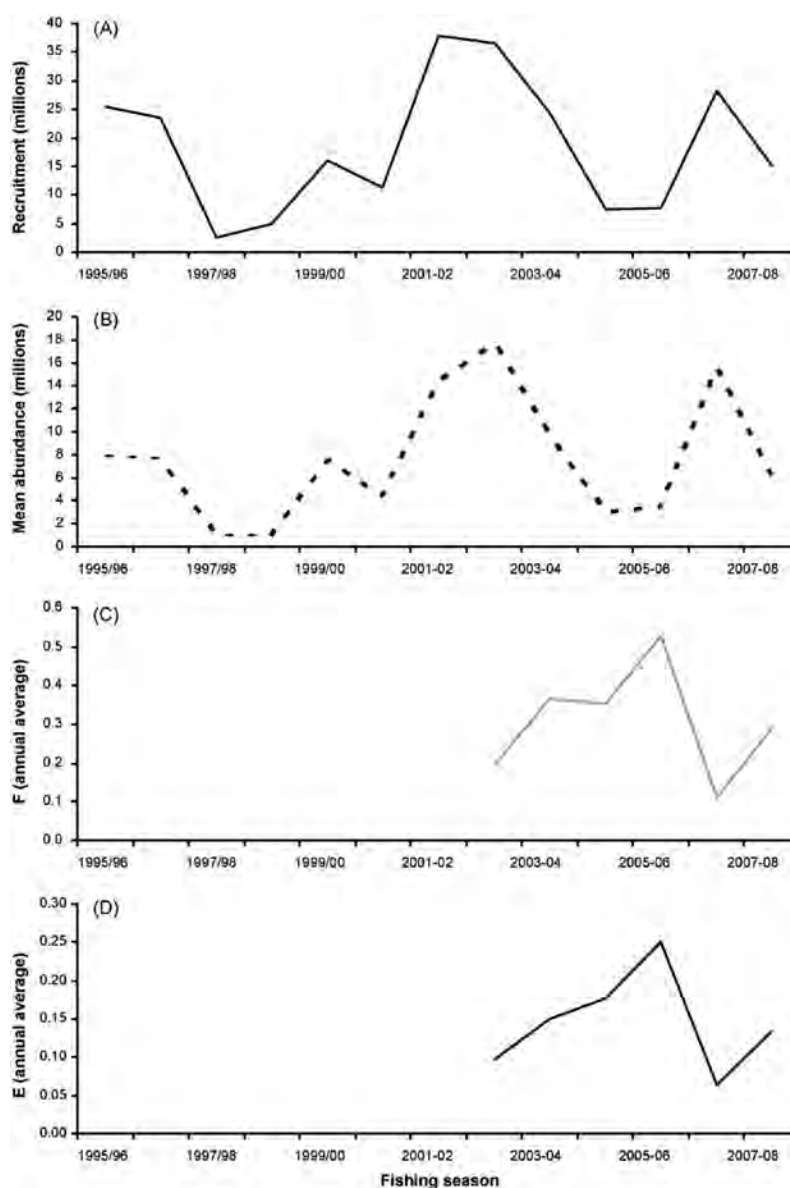


Fig. 7. a) Magnitud del reclutamiento, b) biomasa media, c) mortalidad por pesca y d) tasa anual de explotación de pesquería de calamar gigante en Sonora (Nevárez-Martínez *et al.* 2010).

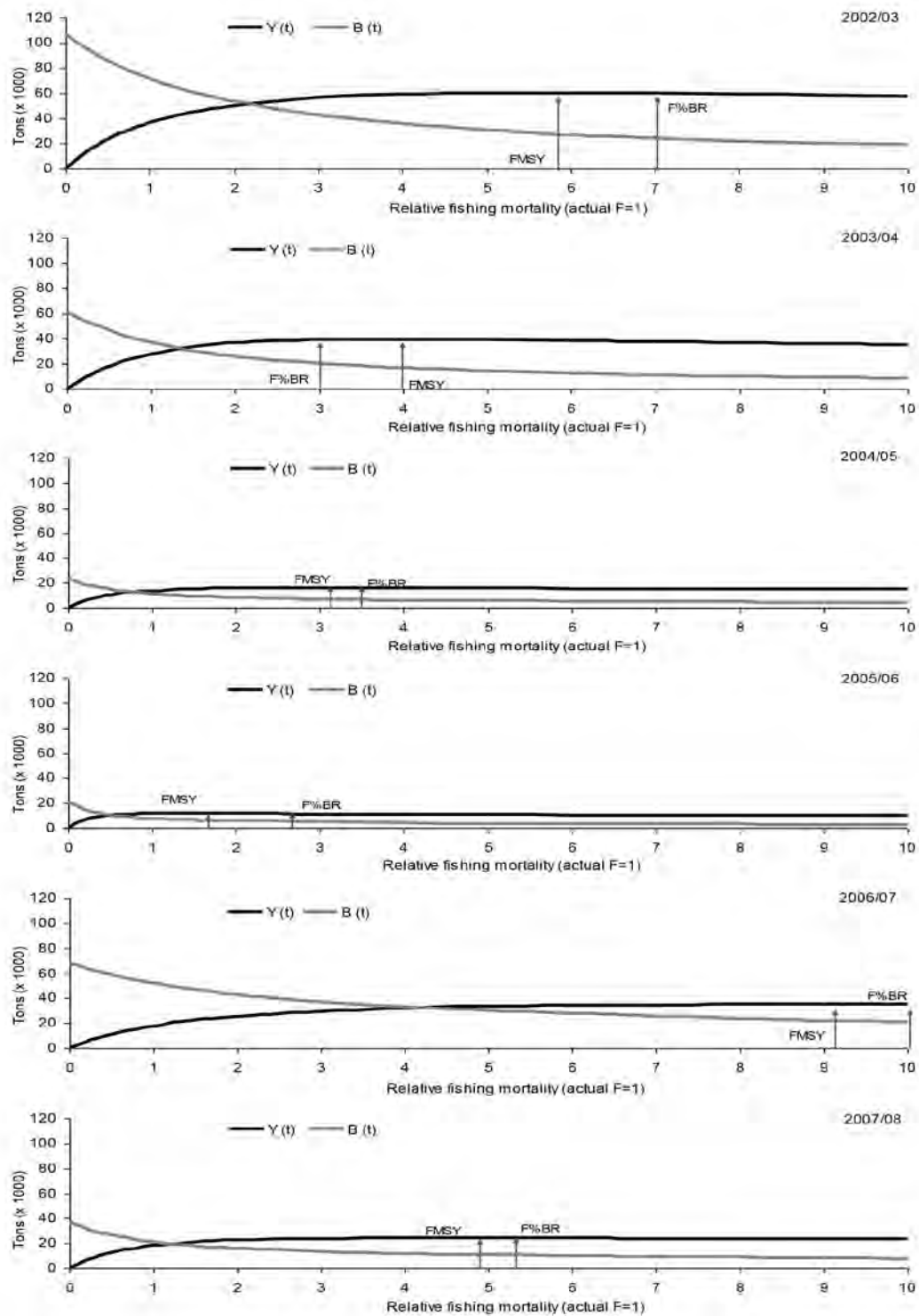


Fig. 8. Puntos de referencia para la pesquería de calamar gigante en Sonora (modificado de Nevárez-Martínez et al. 2010).

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Desde el punto de vista de la evaluación del *stock* explotado, la pesquería cuenta con modelos explícitos para la estimación de biomasa, que se han apoyado en modelos de extracción sucesiva y estructurado por tallas. Las predicciones de captura pueden hacerse puesto que la escala de tiempo usada es de periodos semanales o quincenales. El recurso capturado a lo largo de la temporada depende del reclutamiento a la pesquería y de la eficiencia de las flotas correspondientes (capturabilidad). Así, la evaluación del recurso depende de la veracidad de los registros de captura y del esfuerzo y la eficiencia de los muestreos biológicos. Para evaluar la población, se parte del supuesto de que la pesquería es sostenida por una sola cohorte, proveniente de un pulso máximo de reclutamiento, que se agota a través del tiempo (Ricker 1975), de tal forma que resulta relativamente sencillo evaluar la abundancia poblacional a partir de un estimado del tamaño inicial (reclutamiento). Sin embargo, el valor de la pendiente asociada a la capturabilidad, no permanece constante (Hilborn y Walters 1992), siendo que en algunos casos el modelo lineal muestra una curvatura en lugar de mantener una tendencia lineal (Gould y Pollock 1997, Gould *et al.* 1997, Morales-Bojórquez y Nevárez-Martínez 2002). Esta situación ha sido interpretada como consecuencia de la presencia significativa de más de una cohorte. Una metodología de evaluación se orienta a determinar el número de reclutas al inicio de la temporada de pesca, la tasa de explotación durante la temporada y el número de organismos reproductores que sobreviven hasta el final de ésta. El modelo tradicionalmente utilizado es el análisis de reducción de *stock* de Delury (Rosenberg *et al.* 1990). Este modelo supone proporcionalidad entre la captura por unidad de esfuerzo y la abundancia del recurso y que la capturabilidad es constante para las diferentes edades y a lo largo del tiempo. Con esta función se determina el escape proporcional de reproductores como estrategia de manejo del calamar gigante, con un nivel permisible de $\kappa = 40\%$ (Hernández-Herrera *et al.* 1998). En los modelos de extracción sucesiva, las medidas del esfuerzo pesquero y la captura son fundamentales en la estimación del reclutamiento y la capturabilidad, ya que con ellas se puede definir la estrategia de explotación del recurso. Con esto se calcula el escape proporcional constante, que aparentemente es necesario para mantener a la población dentro de límites que permitan su sostenimiento (Rosenberg *et al.* 1990).

La principal limitación observada para la utilización del método de Delury es cuando la CPUE se incrementa al final de la estación aumentando también la abundancia estimada del *stock*. Esto descarta el supuesto de que cada temporada de pesca está sostenida por una cohorte aislada, como ocurre con especies de periodicidad anual. Además del incremento de CPUE, se ha observado disminución de la longitud media de los organismos en las capturas y picos de la CPUE durante la temporada de

pesca, que son evidencias de presencia de más de una cohorte en la pesquería (Agnew *et al.* 1998, Hatfield y Des Clers 1998). Agnew *et al.* (1998) utilizaron los valores del coeficiente de capturabilidad y señalaron que grupos de valores de q , evaluados con el método de Delury, corresponden a cohortes individuales. Para la pesquería de calamar gigante *D. gigas* del Golfo de California, Morales-Bojórquez *et al.* (2001b) evaluaron el coeficiente de capturabilidad en función de la longitud del manto, a través del método determinístico de capturabilidad (MDC) (Arreguín-Sánchez 1996, Martínez-Aguilar *et al.* 1997) observando grupos de valores de q en diferentes intervalos de longitud de manto (picos) suponiendo que dichos grupos corresponden a distintas cohortes. El uso del MDC permitiría estimar la abundancia y el escape proporcional constante, en tiempo real y a partir de cohortes mezcladas.

Por otro lado, el reclutamiento a la pesquería tiene la característica de incorporar a la reproducción (en el proceso de inmigración de una cohorte adulta) individuos que están activos, por lo cual, el uso de tallas mínimas en la pesquería no es una medida de control eficiente.

El patrón de reclutamiento, como en la mayoría de las pesquerías de cefalópodos, es altamente incierto; esto es, imprevisible. Éste es el principal riesgo en la toma de decisiones acerca del manejo en esta pesquería, ya que como se observa, cualquier cambio del reclutamiento, sea en el tiempo o en la intensidad del mismo, lleva implícita la duración de la temporada de pesca en la que se debe alcanzar el PRB objetivo.

Más recientemente, Nevárez-Martínez *et al.* (2006, 2010) se sirvieron de un análisis estructurado por tallas para definir el efecto de la pesca en las poblaciones y determinar los puntos de referencia para el periodo de 1995-1996 a 2007-2008, para lo que utilizaron información de la pesquería de Sonora. Los resultados de ese análisis (Fig. 7) indicaron que los grados de explotación de *D. gigas* han estado por debajo del óptimo, con grados de escape muy por encima de 40% (Nevárez-Martínez *et al.* 2010).

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

Campos de colaboración

En la fase de captura, procesamiento y comercialización intervienen los permisionarios, armadores e industriales de la pesca, agrupados en el Sector Social (cooperativas, asociaciones, sociedades de producción pesquera y pescadores libres), así como los afiliados en la CANAINPESCA, CANACINTRA y CANACO; más recientemente se han agrupado en los comités Sistema Producto estatales y Comité Nacional. En la fase de transportación, algunas empresas cuentan con sus propios medios de transporte y también participan transportistas particulares o agrupados en uniones.

El Instituto Nacional de Pesca a través de sus Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP), ubicados en los Puertos de La Paz, BCS; Guaymas, Sonora; Mazatlán, Sinaloa, y Ensenada, Baja California, mantiene un registro continuo de captura y esfuerzo pesquero. En ellos se realizan evaluaciones periódicas de la abundancia del recurso, con base en el análisis de los datos de captura-esfuerzo y cruceros de investigación. Los métodos utilizados para la evaluación son los más innovadores. Además, se tiene un acervo bibliográfico actualizado de las investigaciones realizadas sobre el calamar gigante y de algunas otras especies de calamar en el mundo.

Los centros de Investigación que también tienen proyectos de investigación sobre calamar gigante (ecología y dinámica poblacional del calamar gigante, entre otros) son: CIBNOR, CICESE, CICIMAR, UNAM, el CIAD y la Universidad de Sonora, incluido el DICTUS. Además, la Universidad de California tiene un programa de marcado de calamar gigante, en el que participan varias de las instituciones mencionadas.

En el proceso de manejo de estos recursos también intervienen varias instancias, tanto gubernamentales como académicas, industriales y ONG. Participan la CONAPESCA, INAPESCA, permisionarios, cooperativistas, armadores e industriales, comités Sistema Producto, gobiernos municipales y estatales y federal (PROFEPA, SEMARNAT, SEMAR), además de las instituciones académicas mencionadas arriba, y, en fechas recientes, ONG como WWF y EDF, entre otras, particularmente de la región del Golfo de California.

Líneas de investigación

Además de la investigación que se hace actualmente con respecto al recurso calamar gigante, son necesarios:

- Estudios bioeconómicos, ya que en la variación de la captura influyen factores como el precio del producto y la capacidad de procesamiento del recurso en las plantas industriales. Esto complica fuertemente las tareas de evaluación de la pesquería y, en consecuencia, el manejo.
- Describir los movimientos migratorios de la especie, dentro y fuera del Golfo de California, así como en los litorales de otros países donde se distribuye, pues de esto depende la disponibilidad del recurso en la pesquería (estudios de marcado y recaptura).
- Estimación de biomasa mediante estudios de hidroacústica.
- Efectuar análisis histológicos que incluyan la época de invierno para completar las fases de madurez identificadas y establecer una escala de madurez gonádica particular para el calamar gigante.
- Estimar parámetros biológicos como mortalidad natural y fecundidad por clase de edad.
- Continuar con el monitoreo de la pesquería de calamar gigante *D. gigas*, en la zonas de pesca. Es necesario definir claramente la estructura de la población y

sus cambios en el tiempo y valorar la instrumentación de medidas de manejo particulares para cada zona.

- Localizar zonas de reproducción y establecer un modelo del ciclo de vida.
- Evaluar las medidas de manejo del calamar gigante a través de un enfoque basado en el ecosistema utilizando modelos tróficos.

Es necesario entender mejor cómo los cambios ambientales (abióticos y bióticos) afectan a este recurso, e incluir explícitamente este conocimiento en el manejo.

REFERENCIAS

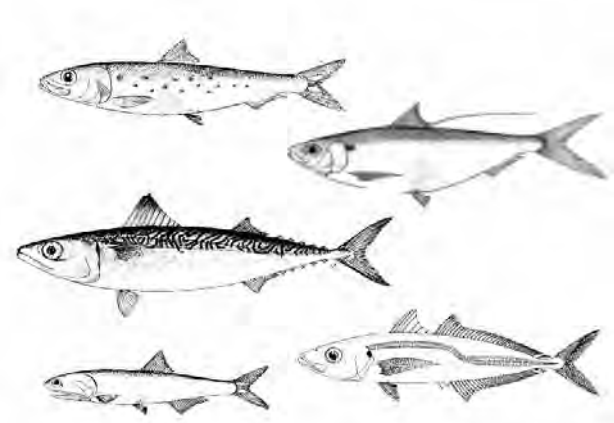
- AGNEW DJ, R Baranowsky, JR Beddington, S Des Clers y CP Nolan. 1998. Approaches to assessing stocks of *Loligo gahi* around the Falkland Island. *Fish. Res.* 35: 155-169.
- ARGUELLES J, PG Rodhouse, P Villegas y G Castillo. 2001. Age, growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. *Fish. Res.* 54: 51-61.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F. 1996. Catchability a key parameter for fish stocks assessment. *Rev. Fish Biol. Fish.* 6: 221-242.
- BEDDINGTON JR, AA Rosenberg, JA Crombie y GP Kirkwood. 1990. Stock assessment and the provision of management advice for the short fin squid fishery in Falkland Island waters. *Fish. Res.* 8: 351-365.
- CASWELL H. 1988. Approaching size and age in matrix population models. En: E Eberman y L Persson (eds.). *Size-structured populations*. Berlin: Springer-Verlag, pp: 85-105.
- DE LA ROSA M, JT Silva, VM García-Tirado y S García-Peña. 1992. El calamar una pesquería en desarrollo. En: *Centro Regional de Investigación Pesquera Ensenada*. Informe técnico del Instituto Nacional de la Pesca. La Paz, Baja California Sur, México. Tomo I, pp: 287-309.
- DE LA CRUZ-GONZÁLEZ FJ, EA Aragón-Noriega, JI Urciaga-García, CA Salinas-Zavala, MÁ Cisneros-Mata y LF Beltrán-Morales. 2007. Análisis socioeconómico de las pesquerías de camarón y calamar gigante en el noroeste de México. *Interciencia* 32(3): 144-150.
- DE LA CRUZ-GONZÁLEZ FJ, LF Beltrán-Morales, CA Salinas-Zavala, MÁ Cisneros-Mata, EA Aragón-Noriega y G Avilés-Polanco. 2011. Análisis socioeconómico de la pesquería de calamar gigante en Guaymas, Sonora. *Economía Sociedad y Territorio* 37: 645-666.
- DÍAZ-URIBE JG, A Hernández-Herrera, E Morales-Bojórquez, S Martínez-Aguilar, MC Suárez-Higuera y A Hernández-López. 2005. Validación histológica de los estadios de madurez gonádica del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, México. *Cienc. Mar.* 32(1A): 23-31.
- DOF. 2004. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera y su anexo. 15 de marzo de 2004.
- DOF. 2010. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. México. 2 de diciembre de 2010.
- EHRHARDT NM, PS Jacquemin, G González-Dávila, P Ulloa-Ramírez, F García-Badillo, J Ortiz-Cobos y A Solís-Nava. 1982. Descripción de la pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, flota y poder de pesca. *Ciencia Pesquera* 3: 41-60.

- EHRHARDT NM, PS Jaquemin, BF García, DG González, BJM López, CJ Ortiz y NA Solís. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *En: JF Caddy (ed.). Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap.* (231): 306-340.
- EHRHARDT NM, A Solís-Nava, PS Jaquemin, 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.
- GOULD WR y KM Pollock. 1997. Catch-effort maximum likelihood estimation of important population parameters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 890-897.
- GOULD WR, LA Stefanski y KM Pollock. 1997. Effect of measurement error on catch-effort estimation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 898-906.
- GULLAND JA. 1983. *Fish Stock Assessment. A manual of Basic methods.* John Wiley & Sons, Chichester. 223p.
- GUZMÁN-VIZCARRA E. 2000. *Descripción de captura, proceso en planta y alternativas de presentación de productos pesqueros de Baja California Sur.* Secretaría de Promoción y desarrollo económico. Subsecretaría de Fomento agropecuario y Pesquero, Dirección de Fomento Pesquero, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Sistema Nacional de Investigadores del Mar de Cortés (SIMAC). La Paz, Baja California Sur, México. 194p.
- HATFIELD EMC y S Des Clers. 1998. Fisheries management and research for *Loligo gahi* in the Falkland Islands. *CalCOFI Rep.* 39: 81-91.
- HERNÁNDEZ-HERRERA A, E Morales, MO Nevárez, A Balmori y GI 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-Bojórquez, MÁ Cisneros-Mata, MO Nevárez-Martínez y GI Rivera-Parra. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Rep.* 39: 212-218.
- HILBORN R y CJ Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment and management: choice, dynamics and uncertainty.* Chapman-Hall, New York. 570p.
- JONES R. 1984. Assessing the effects of in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and Cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* (256): 1-118.
- KLETT TA. 1996. Pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas*. *En: M Casas-Valdez y G Ponce-Díaz (eds.). Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur.* CIBNOR-CICIMAR-UABCS. I: 127-149.
- LIPINSKI MR y LG Underhill. 1995. Sexual maturation in squid: quantum or continuum? *S. Afr. J. Mar. Sci.* 15: 207-223.
- MARKAIDA U y O Sosa-Nishizaki. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995-1997. *Fish. Res.* 54: 63-82.
- MARKAIDA U, C Quiñónez-Velázquez y O Sosa-Nishizaki. 2004. Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, México. *Fish. Res.* 66: 31-47.
- MARTÍNEZ-AGUILAR S, JA De Anda-Montañez y F Arreguín-Sánchez. 1997. Densidad y capturabilidad de la sardina Monterrey (*Sardinops sagax*) (Pisces: Clupeidae) del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 45(1): 527-535.
- MARTÍNEZ-AGUILAR S, JD Díaz-Uribe y MO Nevárez-Martínez. 2006. Calamar gigante del Océano Pacífico. *En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-*

- Humarán, R Solana-Sansores y C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. INAPESCA-SAGARPA, pp: 63-85.
- MARTÍNEZ-AGUILAR S, E Morales-Bojórquez, JG Díaz-Urbe, MC Suárez-Higuera y A Hernández-Herrera. 2002. Proyecto Calamar-CONAPESCA, La Paz, BCS, Temporada 2002. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - La Paz. INAPESCA. 66p.
- MASUDA S, K Yokawa, A Yatsu y S Kawahara. 1998. Growth and population structure of *Dosidicus gigas* in the southeastern Pacific Ocean. En: T Okutani (ed.). *Contributed papers to International Symposium on Large Pelagic Squids*. Japan Marine Fishery Resources Research Center, Tokyo, pp: 107-118.
- MICHEL E, A Klett y RI Ochoa. 1986. Estudio preliminar para la determinación de madurez gonádica del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835). *Ciencia Pesquera* 5: 77-89.
- MORALES-BOJÓRQUEZ E y MO Nevárez-Martínez. 2002. Estimación estocástica de la capturabilidad y reclutamiento del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny 1835) del Golfo de California, México. *Cienc. Mar.* 28(2): 193-204.
- MORALES-BOJÓRQUEZ E, MÁ Cisneros-Mata, MO Nevárez-Martínez y A Hernández-Herrera. 2001a. Review of stock assessment and fishery biology of *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.* 54: 83-94.
- MORALES-BOJÓRQUEZ E, S Martínez-Aguilar, F Arreguín-Sánchez y MO Nevárez-Martínez. 2001b. Estimations of catchability-at-length for the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Reports* 42: 167-171.
- MORALES-BOJÓRQUEZ E, A Hernández-Herrera, MO Nevárez-Martínez, MÁ Cisneros-Mata y F Guerrero. 2001c. Population size and exploitation of giant squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California México. *Sci. Mar.* 65(1): 75-80.
- MORALES-BOJÓRQUEZ E, A Hernández, MO Nevárez, AJ Díaz De León, GI Rivera y A Ramos. 1997. Abundancia poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las costas de Sonora, México. *Oceánides* 12(2): 90-96.
- NESIS KN. 1971. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. *Oceanology* 10: 108-118.
- NESIS KN. 1983. *Dosidicus gigas*. En: PR Boyle (ed.). *Cephalopod Life Cycles*. Vol. I, Species Accounts. Academic Press. London. 475p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO 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. *Oceánides* 12(2): 97-105.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, E Morales-Bojórquez y GI Rivera-Parra. 2008. La pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* (Orbigny 1835) del Golfo de California y su relación con la variabilidad ambiental. En: J López-Martínez (ed.). *Variabilidad Ambiental y Pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México, pp: 129-140.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, FJ Méndez-Tenorio, C Cervantes-Valle, J López-Martínez y ML Anguiano-Carrasco. 2006. Growth, mortality, recruitment, and yield of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) of Guaymas, Mexico. *Fish. Res.* 79: 38-47.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, E Morales-Bojórquez, C Cervantes-Valle, JP Santos-Molina y J López-Martínez. 2010. Population dynamics of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the 2002-2008 fishing seasons off Guaymas, México. *Fish. Res.* 106: 132-140.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, A Hernández-Herrera, E Morales-Bojórquez, A Balmori-Ramírez, MÁ Cisneros-Mata y R Morales-Azpeitia. 2000. Biomass and distribution of the jumbo

- squid (*Dosidicus gigas* D'Orbigny 1835) in the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.* 49: 129-140.
- NIGMATULLIN CN y U Markaida. 2009. Oocyte development, fecundity and spawning strategy for large sized jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 89(4): 789-801.
- NIGMATULLIN CN, KN Nesis y AI Arkhipkin. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fish. Res.* 54: 9-19.
- OLSON RJ, M Roman-Verdesoto y G Macías-Pita. 2002. Bites from jumbo squid (*Dosidicus gigas*) damage tune purse-seine catch in the Eastern Pacific Ocean. *2nd International Symposium of Pacific Squids*. La Paz, BCS, Mexico. November 25-29.
- PIERCE GJ y A Guerra. 1994. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. *Fish. Res.* 21: 255-285.
- POPE JG. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Fishery Research Bulletin* 9: 65-74.
- RICKER WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 1-382.
- ROSENBERG AA, GP Kirkwood, JA Crombie y JR Beddington. 1990. The assessment of stocks of annual squid species. *Fish. Res.* 8: 335-350.
- SAGARPA. 2004. Anuario Estadístico de Pesca 2002. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuacultura. 266p.
- SAGARPA. 2005. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuacultura: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2005.
- SAGARPA. 2007. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuacultura: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2007.
- SAGARPA. 2008. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuacultura: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2008.
- SAGARPA. 2009. Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuacultura: http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2009.
- SAUER WH y MR Lipinski. 1990. Histological validation of morphological stages of sexual maturity in chokker squid *Loligo vulgaris reynaudii* D'Orbigny (Cephalopoda: Loliginidae). *S. Afr. J. Mar. Sci.* 9: 189-200.
- SHEPHERD JG. 1987. Towards a method for short-term forecasting of catch rates based on length compositions. *En: D Pauly y GR Morgan (eds.). Length-based methods in fisheries research*. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, and Kuwait Institute for Scientific Research, Safa, Kuwait. ICLARM Conference Proceedings 13: 1-468.
- SPARRE P y SC Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. Parte I. Manual. FAO Doc. Tec. de Pesca 306(1): 1-420.
- SUDA A. 1973. Development of fisheries for non conventional species. *J. Fish. Res. Board Can.* 30: 2121-2158.
- TAFUR R y M Rabí. 1997. Reproduction of the jumbo squid, *Dosidicus gigas* (Orbigny 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae) off Peruvian coasts. *Sci. Mar.* 61(2): 33-37.
- TAFUR R, P Villegas, M Rabí y C Yamashiro. 2001. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. *Fish. Res.* 54: 33-50.

Peces pelágicos menores



BREVIARIO

Especies

- Sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*), sardina crinuda (*Opisthonema* spp.), 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 aporta 30% del volumen desembarcado en todo el país.
- 85% de la producción es utilizada como materia prima de alimentos para animales.
- La abundancia fluctúa notablemente de acuerdo con las variaciones climáticas anuales.

Tendencia de la captura

- Captura 2012: 690 000 t
- Captura: incremento de la sardina bocona y anchoveta, se espera que las sardinas Monterrey y crinuda se mantengan sobre volúmenes promedio.

Efectos ENOS

- Decece el reclutamiento y propicia la dispersión del recurso.

Tipo de modelo para evaluación y el 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 anchoveta.
- Costa occidental de la península de Baja California: sardinas con potencial de desarrollo y anchoveta en deterioro.
- Sinaloa: sardinas y anchoveta con potencial de desarrollo.

Medidas de manejo

- Tallas mínimas, vedas especiales y temporales, esfuerzo limitado (NOM-003-PESC-1993, DOF 1993).

Objetivo de medidas

- Permitir el crecimiento de los juveniles y proteger los períodos de reproducción.

Peces Pelágicos Menores

Sardinops sagax, *Opisthonema* spp.,
Scomber japonicus, *Engraulis mordax*,
Cetengraulis mysticetus, *Etrumeus teres*,
Trachurus symmetricus, *Oligoplites* spp.

Manuel O. Nevárez-Martínez
Ma. de los Ángeles Martínez-Zavala
Mercedes L. Jacob-Cervantes
Celia Eva Cotero-Altamirano
J. Pablo Santos-Molina
Alejandro Valdez-Pelayo

LA PESQUERÍA

Importancia

En términos de peso desembarcado, las pesquerías de pelágicos menores (sardinas, anchovetas, macarela y afines) representan la proporción más alta (aproximadamente 37%) de las capturas totales de las pesquerías mexicanas (SAGARPA 2003, 2008, 2009, 2011).

El valor de las diferentes especies de sardina, anchoveta y macarela respecto del total nacional, promedió 1.5% entre 1990 y 1995. Sin embargo, durante la actual

década, el valor (a precio de playa o de primera mano) de esta pesquería ha sido ligeramente superior a 2.0%. Si se considera lo anterior, más el valor agregado por su proceso industrial (enlatado, harina y aceite de pescado, así como el fresco congelado), el valor es superior a 9.0 por ciento.

Como recurso pesquero, las poblaciones de peces pelágicos menores son fuente importante de proteína de buena calidad para consumo humano directo, además de materia prima para la producción de alimento balanceado para la industria avícola y porcina, y carnada para pesca comercial, deportiva y artesanal. La pesquería es fuente generadora de empleos en la región del noroeste de México (Gómez-Muñoz *et al.* 1990, Cisneros-Mata *et al.* 1995, Lluch-Belda *et al.* 1995, SAGARPA 2003, Nevárez-Martínez *et al.* 2001, 2006, Gluyas-Millán *et al.* 2003); se estima que los empleos directos que genera esta pesquería son alrededor de 5 000 y una cantidad similar de indirectos.

Estas poblaciones también tienen un papel ecológico significativo en el ecosistema marino, ya que la mayoría forma cardúmenes que se alimentan de plancton, son eslabones importantes de la cadena trófica y son el forraje para carnívoros (peces, mamíferos marinos y calamares) y aves marinas (Romero-Ibarra 1988, Ehrhardt 1991, Jacob-Cervantes *et al.* 1992, Molina-Ocampo *et al.* 1996, Velarde *et al.* 1994, Green-Ruiz e Hinojosa-Corona 1997, López-Martínez *et al.* 1999, Cotero-Altamirano 2000, Green-Ruiz 2000, García-Rodríguez y Aurióles-Gamboa 2004, Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

Tradicionalmente, las descargas se destinan a la elaboración de harina y aceite de pescado (82% a 85%) y de productos enlatados y congelados (15% a 18%). En la última década aumentó 25% la cantidad de pelágicos menores dirigidos al consumo humano directo (SAGARPA 2003, 2008, 2009, 2011). La sardina Monterrey, que es la especie más importante de este conjunto se ha destinado para el consumo humano directo (Cisneros-Mata *et al.* 1991), y, a partir de los años noventa, la sardina crinuda y la macarela (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

A finales de los años setenta e inicio de los ochenta, la anchoveta constituía cerca de 50% de la producción de pelágicos menores; en la actualidad, representa alrededor de 2%, mientras que la sardina Monterrey aumentó su volumen a 54.8% y la sardina crinuda a 21.3% (Carta Nacional Pesquera, DOF 2010). Una especie que en el periodo de 1997-2011 aumentó sus niveles significativamente fue la sardina bocona (una especie de anchoveta), pues pasó de prácticamente cero a valores de 15.2% en general, aunque en algunas localidades en particular (Sonora y Sinaloa), sus porcentajes, en algunos años, han sido cercanos a 33% y 75%, respectivamente. Las demás especies son menos importantes, si bien el volumen de sus descargas tiende a aumentar cuando escasea la sardina Monterrey.

En la actualidad, esta pesquería cuenta con una flota de 82 embarcaciones con permiso de pesca para peces pelágicos menores equipadas con red de cerco con jareta, aunque comúnmente no operan todas; por ejemplo, en 2010 operaron 72 y en

2012 fueron 78 barcos, con una utilización de bodega que va de 85% (Sonora) a aproximadamente 40% (Ensenada). La capacidad industrial de proceso (plantas para enlatado y para elaborar harina y aceite de pescado y fresco congelado) de pelágicos menores es de alrededor de 730 000 t · año de materia prima en peso vivo, con la mayor parte instalada en el estado de Sonora. En total, si se suman las cuatro áreas (BC, BCS, Sonora y Sinaloa), la longitud de atraque actual es de 3 480 m (SAGARPA 2011).

Especies objetivo

Estas pesquerías son multiespecíficas. Esto significa que se capturan varias especies con el mismo sistema de pesca (barco, pangón y red de cerco con jareta), en ocasiones en la misma jornada de pesca y, normalmente, en diferentes lances de pesca, aunque algunas ocasiones se capturan dos o tres especies en el mismo lance (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

En Baja California (Ensenada), las descargas constan de cuatro especies: sardina Monterrey *Sardinops sagax*, macarela *Scomber japonicus*, anchoveta norteña *Engraulis mordax* y charrito *Trachurus symmetricus* (García-Franco *et al.* 1995a, 1995b, 1995c, García-Franco y Sánchez 1997, Cota-Villavicencio *et al.* 2006). La proporción promedio actual en las capturas es de 92.0% de Monterrey, macarela 3.8% y anchoveta norteña 4.2%, de charrito prácticamente no ha habido desembarcos en los últimos años (Nevárez-Martínez *et al.* 2009, Cota-Villavicencio *et al.* 2010).

En Baja California Sur (Bahía Magdalena), la composición específica de las descargas es la siguiente: sardina Monterrey, sardina crinuda *Opisthonema* spp., macarela, bocona *Cetengraulis mysticetus*, sardina japonesa *Etrumeus teres* y piña *Oligoplites* spp. El promedio de la proporción de especies en la captura de 2006 a 2012 fue: sardina Monterrey, 84.2%, crinuda 8.9%, macarela 0.7%, bocona 1.7% y sardina japonesa 3.2% (Félix-Uraga *et al.* 2002, 2003, Gluyas-Millán *et al.* 2003, Nevárez-Martínez *et al.* 2009, Melo-Barrera *et al.* 2010). Aunque en los últimos tres años (2010-2012) la proporción de sardina Monterrey disminuyó a 74.8% (Félix-Uraga *et al.* 2011, 2012).

En Sinaloa (Mazatlán), la pesquería se basa en las tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*) y la bocona (*Cetengraulis mysticetus*). En las temporadas 2007 a 2009, la proporción de la composición específica en las descargas fue, en promedio, de 85.4% para la crinuda y 14.6% para la bocona (Jacob-Cervantes *et al.* 2008, Nevárez-Martínez *et al.* 2009). En los últimos dos años (2011 y 2012) la proporción de sardina bocona aumentó a 43.4% y disminuyó para la crinuda a 56.6% (Jacob-Cervantes *et al.* 2012, 2013).

En Sonora (Guaymas y Yavaros), la descarga consta de las siguientes especies: sardina Monterrey, sardina crinuda, macarela, anchoveta norteña, bocona, sardina japonesa y piña (Cisneros-Mata *et al.* 1991, 1995, 1997a, Nevárez-Martínez *et al.* 1993, 2004a, Martínez-Zavala *et al.* 2000, 2010). En las temporadas 2006-2007 a 2009-2010, la proporción por especie en las capturas fue: sardina Monterrey 81.9%,

crinuda *Opisthonema* spp. 12.5%, macarela 1%, bocona 3.1%, anchoveta 0.4%, japonesa 0.7% y piña 0.4% (Nevárez-Martínez *et al.* 2008, 2009, 2011). En las últimas dos temporadas (2010-2011 y 2011-2012) la composición específica cambio: sardina Monterrey 25.9%, crinuda 14.4%, macarela 9.9%, bocona 31.3%, anchoveta 17.3%, japonesa 0.6% y piña 0.4% (Nevárez-Martínez *et al.* 2012, 2013).

Biología

Los pelágicos menores son peces que alcanzan longitudes entre 10 cm y 40 cm y tienen un ciclo de vida corto. Suelen habitar en zonas costeras de alta productividad biológica y se alimentan de fitoplancton y de zooplancton (Lluch-Belda *et al.* 1995, van der Lingen *et al.* 2009); por ejemplo, la sardina Monterrey en particular es omnívora (Cadet y Berner 1959, López-Martínez *et al.* 1999), aunque se ha encontrado que puede mostrar preferencia por el fitoplancton (Kawasaki 1983). Además de realizar migraciones estacionales para reproducción y alimentación, los pelágicos menores experimentan fuertes cambios de abundancia relacionados con el ambiente (Wolf 1992, Cisneros-Mata *et al.* 1995, Lluch-Belda *et al.* 1989, 1991a, 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 2001), dando lugar a los denominados “cambios de régimen” (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1995, Schwartzlose *et al.* 1999, Peterson y Schwing 2003).

La distribución geográfica de las especies de pelágicos menores es muy amplia, aunque discontinua y segregada en dos o más subpoblaciones o *stocks* (Fitch 1956, Schaefer 1980, Radovich 1982, Lluch-Belda *et al.* 1995, Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez 1996, Félix-Uraga *et al.* 1996, 2004, 2005).

La sardina Monterrey habita desde Alaska hasta el Golfo de California y en años fríos se extiende hasta Mazatlán, Sinaloa (Miller y Lea 1972, Whitehead 1985, Lluch-Belda *et al.* 1995); la anchoveta nortea habita desde Vancouver hasta el Golfo de California (Miller y Lea 1972, Hammann y Cisneros-Mata 1989, Lluch-Belda *et al.* 1995); la sardina crinuda se distribuye en el Pacífico central oriental, incluyendo el Golfo de California (Berry y Barrett 1963); a la macarela se le encuentra desde Alaska hasta el Golfo de California y a lo largo de las costas de México hasta Bahía de Banderas (Fitch 1956, Schaefer 1980, Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez 1996). Esta distribución de los peces pelágicos menores responde a una combinación de factores bióticos y abióticos. Se ha propuesto que en el caso de sardina Monterrey, existen dos centros de distribución (Fig. 1): En el Golfo de California, alrededor de las grandes islas, y al oeste de la península de Baja California, en Punta Eugenia. A partir de esos centros, las subpoblaciones de sardina se expanden y se contraen obedeciendo señales ambientales aún desconocidas (Lluch-Belda *et al.* 1995).

La época reproductiva de los peces pelágicos menores es variable. Además, por la maduración asincrónica de los óvulos, estas especies realizan desoves múltiples: en la época de reproducción, la sardina puede desovar cada 15 días (Macewicz *et al.*

1996), la anchoveta cada siete a diez días (Hunter y Macewicz 1980, Castro-González y Tapia-Vázquez 1995) y la macarela al menos cada nueve días (Dickerson *et al.* 1992). La distribución costera de los desoves de la sardina Monterrey parece estar delimitada por las bajas temperaturas y sistemas de surgencia costera, aunque el valor de los límites de temperatura varía entre años y con la latitud geográfica (Lynn 2003). La temporada de desove y el intervalo de temperatura de la sardina Monterrey presenta gran variación latitudinal, debido a la presencia de un número de *stocks* (Parrish *et al.* 1989, Lluch-Belda *et al.* 2003) separados por diferentes intervalos preferenciales de temperatura superficial del mar en el noroeste del océano Pacífico (Ahlstrom 1954, 1965, Lluch-Belda *et al.* 1991b, Funes-Rodríguez *et al.* 1995, 2004, 2007, 2012) y en el Golfo de California (Hammann *et al.* 1998, Aceves-Medina *et al.* 2004).

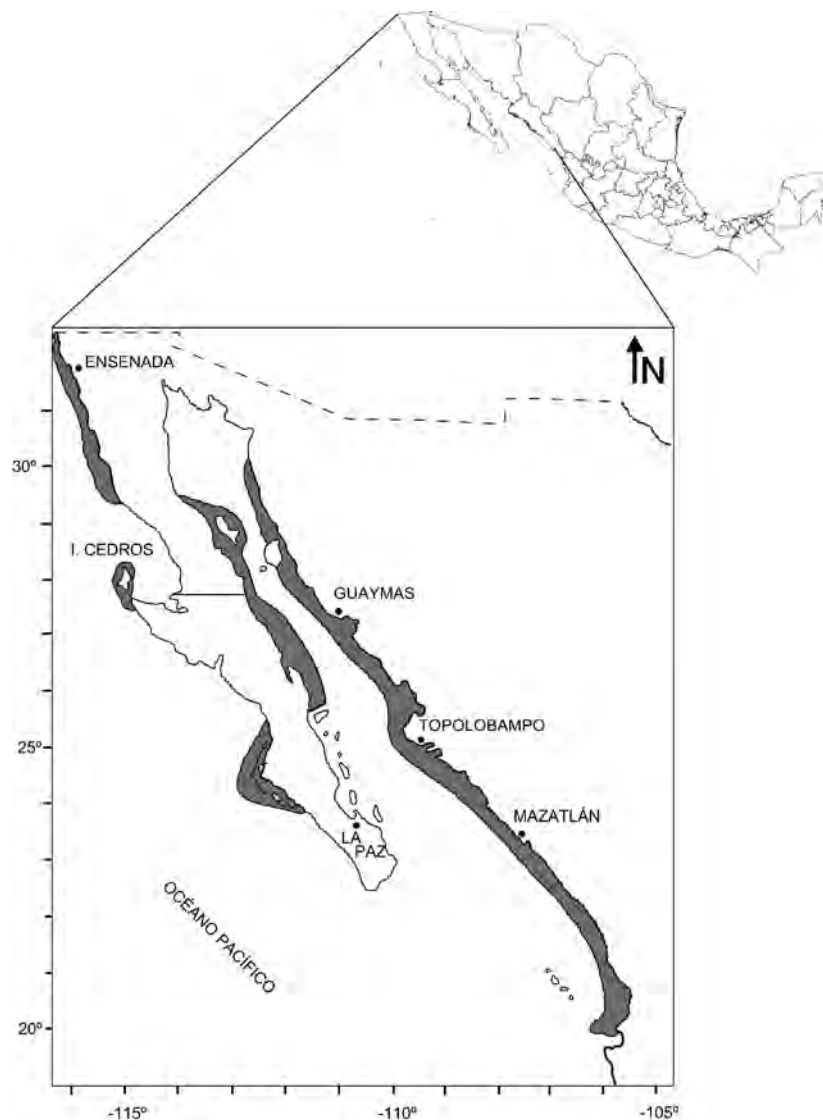


Fig. 1. Distribución espacial de las capturas de peces pelágicos menores en el Pacífico mexicano.

La sardina Monterrey del Golfo de California se reproduce en otoño-invierno (Cisneros-Mata 1987, Nevárez-Martínez 1990), si bien en algunos años se ha presentado un breve desove a finales de la primavera (Cisneros-Mata *et al.* 1988, 1991). En esta área, desova principalmente en la costa de Sonora, aunque se pueden encontrar huevecillos en toda la zona central del Golfo (Nevárez-Martínez 1990, Hammann *et al.* 1998). En el área de Baja California los desoves ocurren de enero a marzo (Eva Cotero, CRIP Ensenada, BC, datos no publicados). La presencia de dos *stocks* de sardina Monterrey en la costa occidental de Baja California coinciden con un desove en invierno en la Bahía Magdalena (Torres-Villegas *et al.* 1995) y un segundo periodo en verano fuera de ésta (Moser *et al.* 1993, Hernández-Vázquez 1994). La temporada de desove de invierno ocurre en un intervalo preferencial de temperatura entre 19 °C y 20 °C en la Bahía Magdalena (Saldierna-Martínez *et al.* 1987, Funes-Rodríguez *et al.* 2001, 2004, 2007), que es en promedio similar al del Golfo de California (Hammann *et al.* 1998, Aceves-Medina *et al.* 2004) y probablemente asociado al *stock* cálido presente durante el invierno en Bahía Magdalena, mientras que el templado del verano que desova frente a la costa occidental de Baja California, no desova en esta bahía debido a las altas temperaturas (>25.0 °C) (Funes-Rodríguez *et al.* 2007).

En el Pacífico, la anchoveta desova en invierno-primavera (Chávez *et al.* 1977, Bakun y Parrish 1982, Lluch-Belda *et al.* 1995). De acuerdo con Moser *et al.* (1993), los huevos de la anchoveta nortea, *Engraulis mordax*, se encuentran mayormente entre diez y 50 millas náuticas alejados de la costa y son recolectados principalmente de enero a junio entre el sur de California y la porción central de la península de Baja California, como una estrategia para incrementar la sobrevivencia de las larvas (Bakun y Parrish 1982). En el Golfo de California, la anchoveta se reproduce en el otoño-invierno (Cisneros-Mata *et al.* 1991, 1997a, Cotero-Altamirano y Green-Ruiz 1997).

En el caso de la sardina japonesa y la macarela en el Golfo de California, el desove se ha detectado en otoño y primavera (Cisneros-Mata *et al.* 1991, 1997a, Nevárez-Martínez *et al.* 1993, Martínez-Zavala *et al.* 2000). Para la macarela se ha determinado, de acuerdo con la distribución geográfica de estadios de madurez gonádica, que las zonas principales de reproducción son Yavaros, Guaymas, isla San Marcos y Cabo San Lucas y que el periodo de reproducción ocurre de finales de otoño a principios de primavera (Gluyas-Millán y Quiñones-Velázquez 1996, 1997). De acuerdo con información de CalCOFI, el pico de reproducción en California es de abril-julio y para la costa occidental de la península de Baja California es en verano, de junio-septiembre (Lo *et al.* 2010, Gluyas-Millán 1990, Gluyas-Millán y Quiñones-Velázquez 1996). No obstante, es común observar dos modas en el incremento de larvas en esa costa, una de invierno frente a la Bahía Magdalena y otra de verano alrededor de Punta Eugenia (Moser *et al.* 1993), que muy probablemente estén relacionadas con los dos grupos de edades determinados por Gluyas-Millán (1989). En la Bahía Magdalena, la macarela tiene un periodo similar al del Golfo de California, mientras que en bahía Vizcaíno

y Ensenada, el periodo de reproducción es en verano (Gluyas-Millán 1990, Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez 1996), igual que en California (Knaggs y Parrish 1973).

La sardina crinuda desembarcada en Sonora (básicamente *O. libertate*) desova durante los meses de primavera y verano, aunque en algunas temporadas se han observado organismos en reproducción en el otoño (Cisneros-Mata *et al.* 1988, 1991, 1997a, Martínez-Zavala *et al.* 2000).

En la región de Mazatlán, el desove de la especie *O. libertate* es en los meses de verano-otoño, mientras que para *O. bulleri* ocurre en primavera y verano. La época reproductora de la especie *O. medirastre* no se ha definido completamente en el noroeste mexicano; sin embargo, se ha planteado que el periodo más probable sea invierno (Páez-Barrera 1976, Cisneros-Mata *et al.* 1987, 1988, Rodríguez-Domínguez 1987, Lyle-Fritch *et al.* 1997). En el área de Bahía Magdalena, el desove de la sardina crinuda es en el verano (Torres-Villegas *et al.* 1985).

La talla de primera reproducción para sardina Monterrey (aquella a partir de la cual 50% o más de los organismos está reproduciéndose) varía latitudinalmente, con las mayores tallas en Ensenada y las menores en el Golfo de California, con importantes variaciones interanuales (Figs. 2 y 3) (Cisneros-Mata 1987, Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006).

La longitud promedio de captura de las sardinas y anchoveta fluctúa tanto latitudinal como interanualmente (Figs. 2 y 3) (Nevárez-Martínez *et al.* 2006), dependiendo de las variaciones interanuales de la magnitud del reclutamiento. Cuando en el Golfo de California ocurren reclutamientos exitosos de sardina Monterrey, en los cruceros de investigación se captura una gran proporción de individuos pequeños. En general, este comportamiento refleja variaciones del reclutamiento en respuesta a la variación ambiental y a la pesca (Cisneros Mata *et al.* 1998, Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

En la macarela *S. japonicus* también se ha observado una variación latitudinal en la distribución de tallas y edades de hembras maduras (Figs. 4 y 5), indicando que la madurez se alcanza a tallas y edades mayores en Ensenada y menores en el Golfo de California (Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez 1996, Gluyas-Millán 2004).

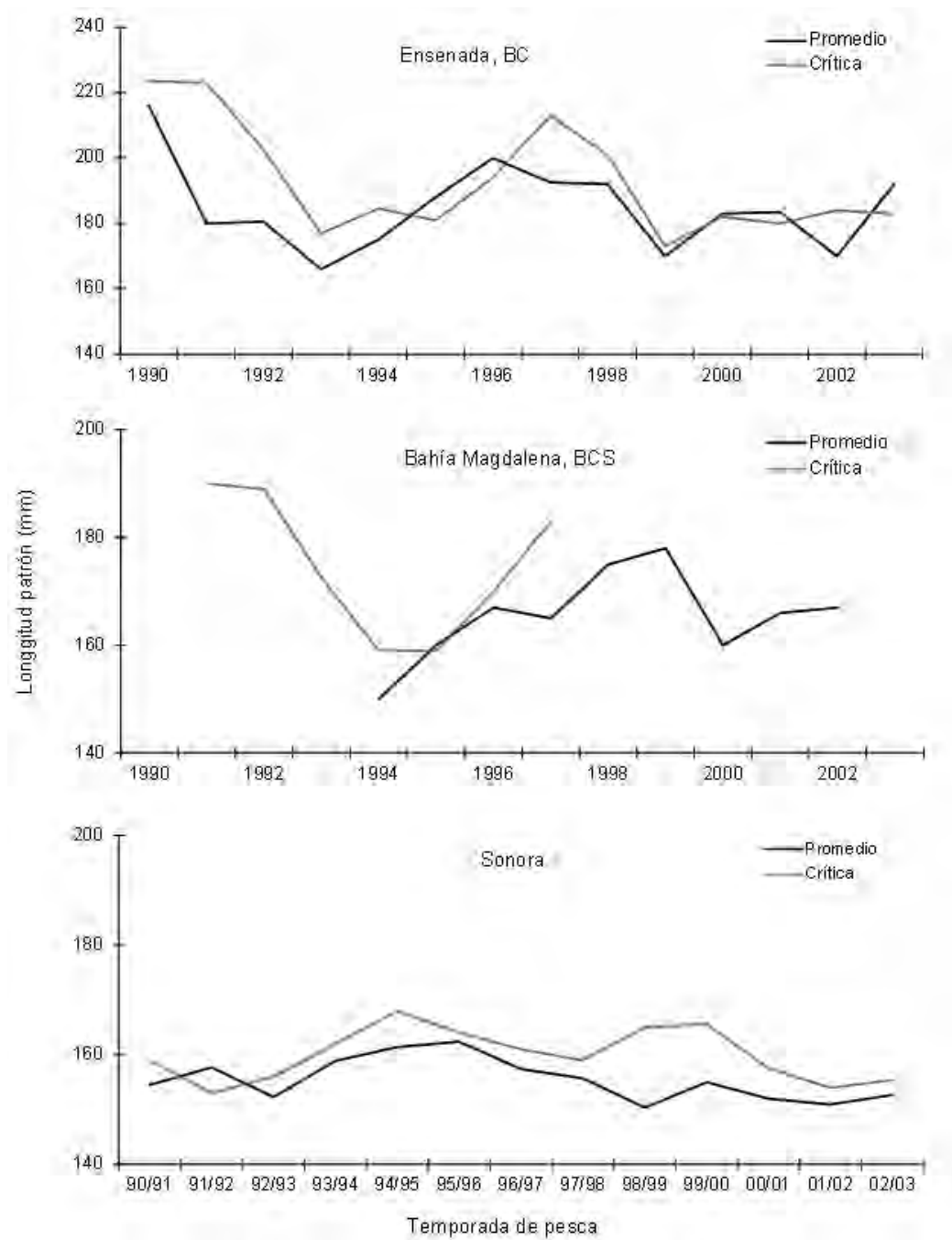


Fig. 2. Talla de primera madurez (crítica) y longitud promedio de captura de sardina Monterrey en Ensenada, BC; Bahía Magdalena, BCS y Sonora (Golfo de California).

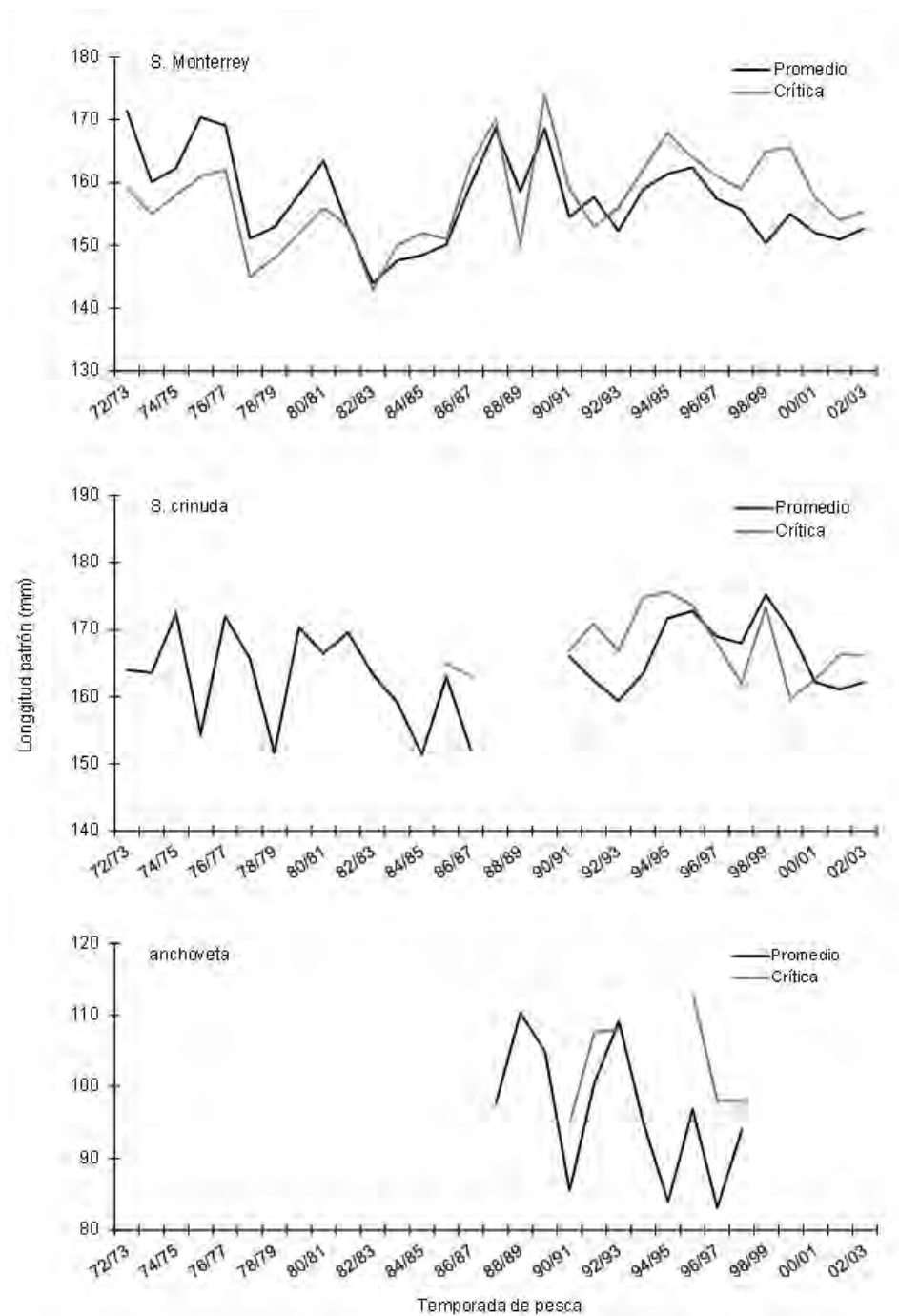


Fig. 3. Talla promedio de captura y talla de primera madurez (crítica) en las capturas de sardina Monterrey, sardina crinuda y anchoveta en el Golfo de California, durante el periodo 1972-1973 a 2002-2003.

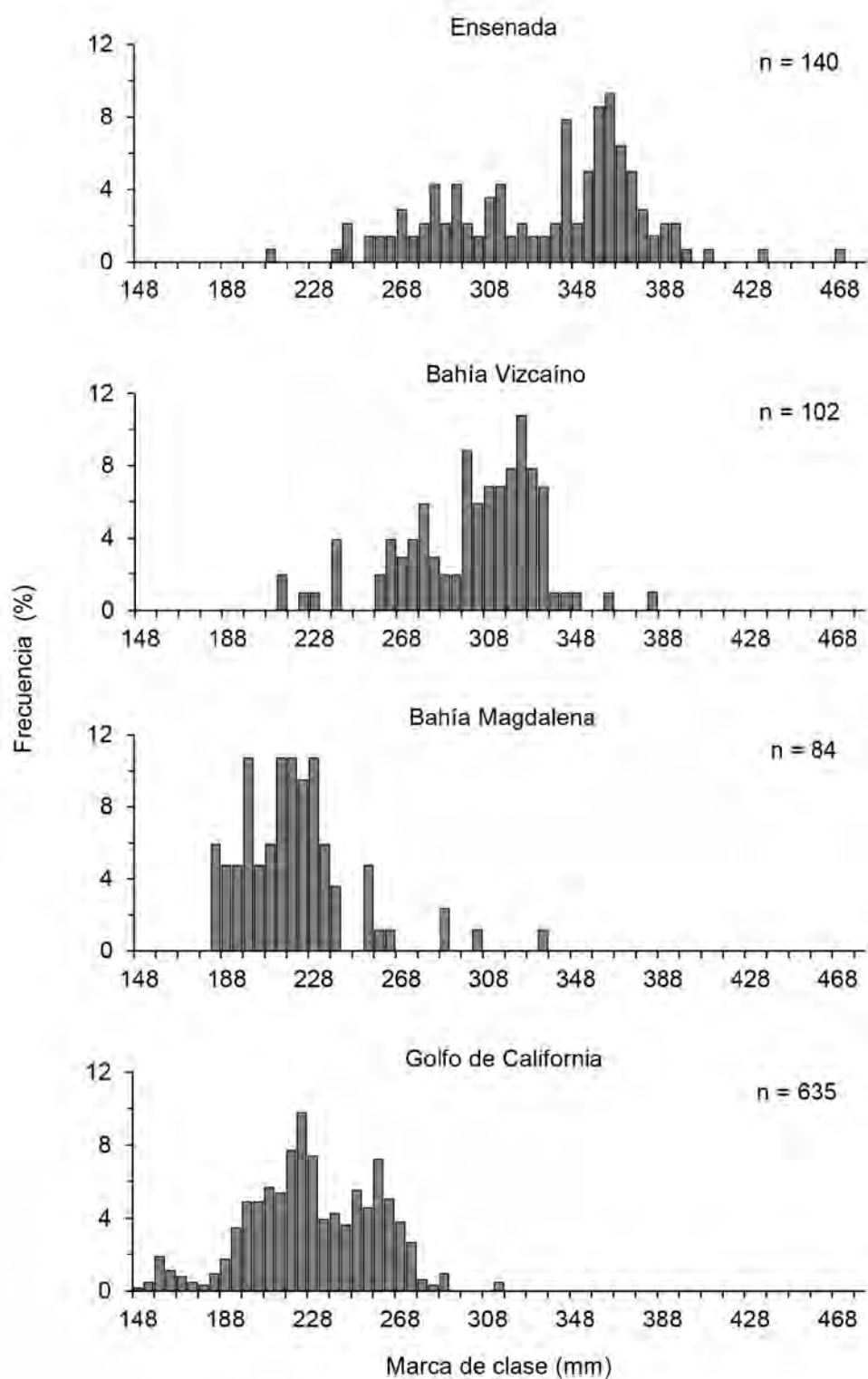


Fig. 4. Distribución de frecuencia de tallas de macarela *Scomber japonicus* con gónadas maduras (Gluyas-Millán y Quiñonez-Velázquez 1996).

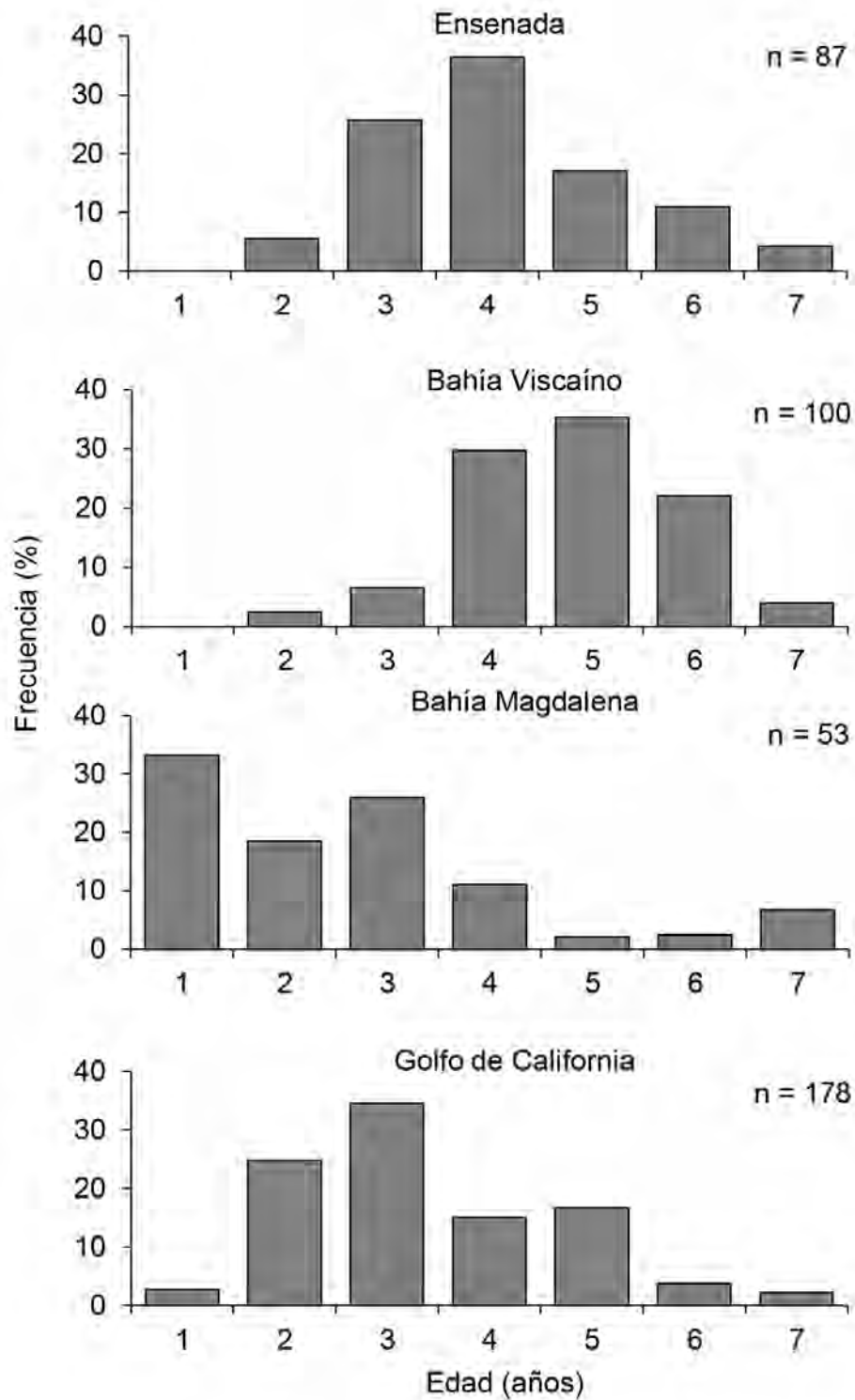


Fig. 5. Distribución de frecuencia de edades de macarela *Scomber japonicus* con gónadas maduras (Gluyas-Millán y Quiñónez-Velázquez 1996).

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

La captura comercial de peces pelágicos menores se realiza en embarcaciones mayores (>10 t) equipadas con red de cerco con jareta, pangón y un máximo de nueve o 10 tripulantes. Se pueden identificar flotas de acuerdo con la región donde operan y el puerto de descarga: en la costa de Baja California, el puerto de Ensenada; al oeste de Baja California Sur, el puerto San Carlos y Adolfo López Mateos ubicados en la Bahía Magdalena; en el Golfo de California central, los puertos de Guaymas y Yavaros, Sonora, y en la costa de Sinaloa-Nayarit, el puerto de Mazatlán (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006).

La flota más grande se encuentra actualmente en Sonora. Algunos barcos, en el pasado se desplazaban de una región a otra, por ejemplo, de Ensenada al Golfo de California, dependiendo de la disponibilidad de recursos o de la estación del año, aunque entre 1992 y 2004 esta práctica fue poco común (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006), en los últimos ocho a 10 años este comportamiento ha sido de nuevo un fenómeno muy importante.

Los barcos más comunes tienen 25 m a 28 m de eslora y 140 t a 180 t de capacidad de bodega y máquina principal de 520 HP (Nevárez-Martínez *et al.* 2006). La longitud (varía de 350 m a 650 m) y el calado de las redes dependen de la eslora del barco, del criterio del patrón de la embarcación y de aspectos económicos de las empresas. La luz de malla de las redes de cerco para la pesca de peces pelágicos menores (sardinias, anchovetas, macarela y afines) está en el intervalo de 13 mm a 25 mm. Algunos barcos usan redes mixtas, con paño de diferentes tamaños de malla.

La flota ha cambiado en tamaño y estructura a lo largo del tiempo. Originalmente constaba de barcos camaroneros y atuneros con capacidad de bodega de entre 40 t y 100 t, adaptados para la pesquería de pelágicos menores. A mediados de la década de los setenta se incorporaron cerca de dos docenas de barcos peruanos con bodega de 120 t y algunos de cerca de 300 t, como parte de la instrumentación del Plan Nacional de Desarrollo Pesquero (Garci-Crespo *et al.* 1982, Lluch-Belda *et al.* 1995).

En Ensenada, BC, llegaron a operar 60 barcos a finales de la década de los setenta (Fig. 6) y ya para 1990 había en operación menos de 20; ese año colapsó la pesquería de anchoveta en este puerto (García-Franco y Sánchez 1997, Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Esta flota ha mantenido operaciones debido al incremento en la abundancia de la sardina Monterrey y macarela, aunque el número de embarcaciones que en los últimos diez años han realizado al menos un desembarco ha sido muy variable, oscilando entre 11 y 18 barcos (Fig. 6).

En Sonora, la flota era de 23 barcos en la temporada 1969-1970 (Sokolov y Wong 1973) y aumentó al doble a finales de los setenta, hasta llegar a un máximo de 77 barcos en 1990 (Fig. 6). La flota activa se redujo a 32 barcos en 1993 después del

desplome de las capturas de la sardina Monterrey, entre 1991-1993 (Cisneros-Mata *et al.* 1995, 1996a, Nevárez-Martínez *et al.* 1998), manteniéndose en operación entre 26 y 42 barcos hasta la temporada 2007-2008. A partir del record histórico de las descargas en 2008-2009, el número de barcos se incrementó de 47 a 50 (Fig. 6).

En el caso de Baja California Sur (Bahía Magdalena) y Sinaloa (Mazatlán), el número de barcos que han desembarcado en esos sitios ha sido menor que en BC o Sonora. En Bahía Magdalena, el número de barcos que han registrado al menos una descarga, se mantuvo entre cinco y seis la mayor parte de la última década, sin embargo entre 2010 y 2012 fluctuaron entre ocho y 18; mientras que en Mazatlán ha oscilado entre cinco y 10 barcos (Fig. 6).

Entre 1990 y 1993, el número máximo de barcos registrado fue 101, y de éstos, 76% era del sector privado, 15% del sector público y 9% del social (Nevárez-Martínez *et al.* 2006). En los últimos años (SAGARPA 2008, 2009), la flota registrada es de 104 embarcaciones pertenecientes al sector privado. Sin embargo, es probable que esa cantidad este sobreestimada y que realmente en estos cálculos se hayan considerado más bien los permisos, pues un mismo barco puede tener permisos de pesca diferenciados, por ejemplo, un sólo barco tiene permiso para sardina, anchoveta y macarela. De cualquier manera, el número de barcos que han estado registrando al menos un desembarco en los últimos años, ha fluctuado entre 69 y 76 (DOF 2010, 2012).

La unidad de esfuerzo de pesca es el viaje de pesca. Así, el esfuerzo de pesca aplicado en un oscuro (inicialmente el “oscuro” era de dos semanas, actualmente es un periodo de 22 a 26 días centrados en la luna nueva) o en una temporada de pesca dada equivale al número total de viajes realizados en el periodo. La cantidad total de viajes depende directamente del número de barcos que operen en una temporada dada y de la disponibilidad o abundancia del recurso. Conforme esta premisa, y ya que desde el punto de vista operativo, es más factible controlar el número de embarcaciones que el número de viajes que se pueden realizar en una temporada, por lo que, para fines de manejo, también se considera el número de barcos como una medida del esfuerzo de pesca (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

La tendencia de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, t/viaje) y el esfuerzo de pesca (viajes) en la pesquería de pelágicos menores en el noroeste de México, se muestra en la figura 7. En la pesquería del Golfo de California (Fig. 7a), la CPUE aumentó paralelamente con el esfuerzo, hasta la temporada de pesca 1983-1984. Sin embargo, en las siguientes nueve temporadas se mantuvo entre 67.5 t · viaje y 79.5 t · viaje, aun cuando el esfuerzo de pesca siguió aumentando hasta un máximo de 4 132 viajes e inmediatamente presentó un descenso marcado, hasta el nivel más bajo de la serie (782 viajes) (Fig. 7a). Entre 1993-1994 y 2008-2009, el esfuerzo ha mantenido una tendencia ascendente: de 1 330 viajes hasta valores de 3 850 viajes por temporada y un comportamiento similar en la CPUE, que aumentó desde valores de alrededor de 100 t · viaje hasta un máximo de 150.2 t · viaje (Fig. 7a). Esto último se puede deber a varias razones: el incremento en el poder de pesca de la flota por el uso de mejor

tecnología de búsqueda, la experiencia de los pescadores y, más importante, que la flota pesquera y su potencial están más acordes con el potencial del recurso pesquero en su totalidad (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

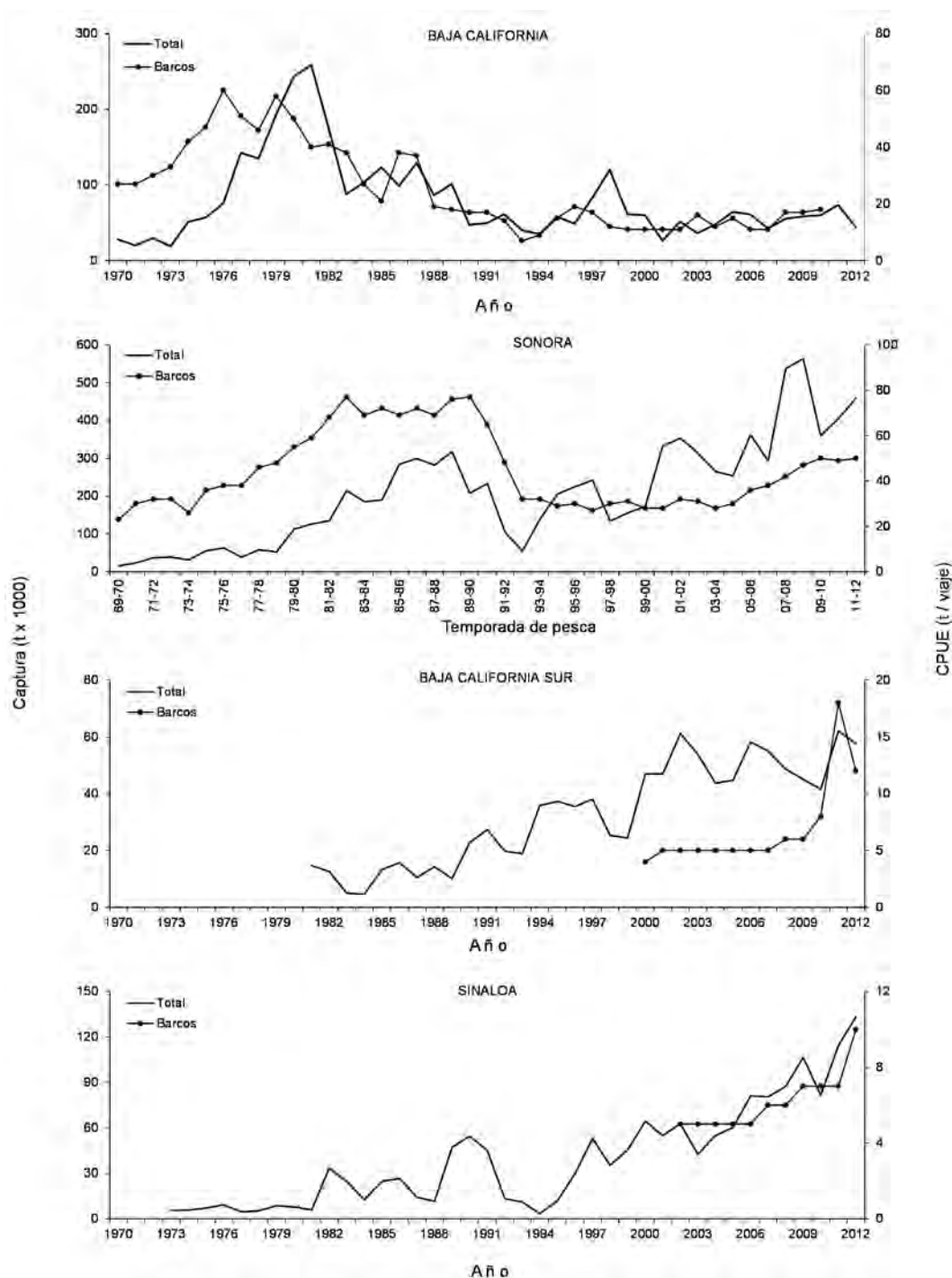


Fig. 6. Descarga comercial de pelágicos menores (total) y flota pesquera (barcos) en Baja California, Sonora, Baja California Sur y Sinaloa.

En Ensenada, Baja California, durante la década de los años setenta, tanto el esfuerzo aplicado a la pesquería como la CPUE, mostraron una tendencia ascendente directamente proporcional (Fig. 7b). Sin embargo, la disminución del esfuerzo en la década de los ochenta no se refleja en la CPUE, pues ésta se incrementó, observándose una tendencia inversa entre el esfuerzo y la CPUE, que se mantuvo hasta finales de la década de los noventa. En la década que va del año 2000 a 2010 ha habido cierta estabilidad en el esfuerzo y la CPUE, manteniéndose esta última entre 45 t · viaje y 60 t · viaje (Fig. 7 b).

En Bahía Magdalena, BCS, el esfuerzo aplicado y la CPUE tienen una tendencia ascendente (Fig. 7c) y una relación directamente proporcional entre ambos. La disminución en la CPUE ha estado asociada a los niveles de captura de sardina Monterrey (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

En los primeros años de la pesquería en Sinaloa, el esfuerzo y la CPUE aplicada a la pesquería en su conjunto tuvieron una tendencia inversa, pero a partir de 1978, la tendencia en el esfuerzo y la CPUE fue ascendente y proporcional (Fig. 7d), con los picos que se presentaron en la década de los ochenta en la CPUE asociados a un incremento en las capturas de bocona (Nevárez-Martínez *et al.* 2006). En los últimos años se ha mantenido la tendencia ascendente y una relación directa entre el esfuerzo y la CPUE, con valores oscilando desde 126 t · viaje hasta 158.5 t · viaje (Fig. 7d).

Por otra parte, el comportamiento de la CPUE de sardina Monterrey es más parecido al del esfuerzo de pesca, esto porque aun cuando se trata de una pesquería multiespecífica, existe una orientación primordial hacia esa especie. Además, el comportamiento en la CPUE de sardina Monterrey refleja el crecimiento simultáneo de la población de sardina Monterrey y el desarrollo de la pesquería (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 1999, Nevárez-Martínez 2000).

Tendencias históricas de las capturas

Costa occidental de la península de Baja California

En México, la pesquería de sardina inició en el puerto de Ensenada, BC, en 1929, registrándose bajos niveles de captura debido a la poca demanda de consumo y escasa capacidad de acarreo de la flota. A mediados de la década de los años cuarenta se registra un desplome de la pesquería en las costas de Norteamérica (Murphy 1961, Radovich 1982, Arenas *et al.* 1996) como consecuencia de cambios bruscos de los factores ambientales y la aplicación de un excesivo esfuerzo de pesca, que generó una severa crisis económica en la industria estadounidense. Durante los años sesenta este desplome repercutió en las costas mexicanas de Baja California, lo que ocasionó su virtual desaparición, con excepción de la isla de Cedros y la Bahía Magdalena, BCS (Félix-Uraga 1986, Quiñónez-Velázquez *et al.* 2002, Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Debido a las muy escasas capturas reportadas por la flota de Ensenada y al descubrimiento de otras poblaciones, una pequeña parte de ésta es desplazada hacia

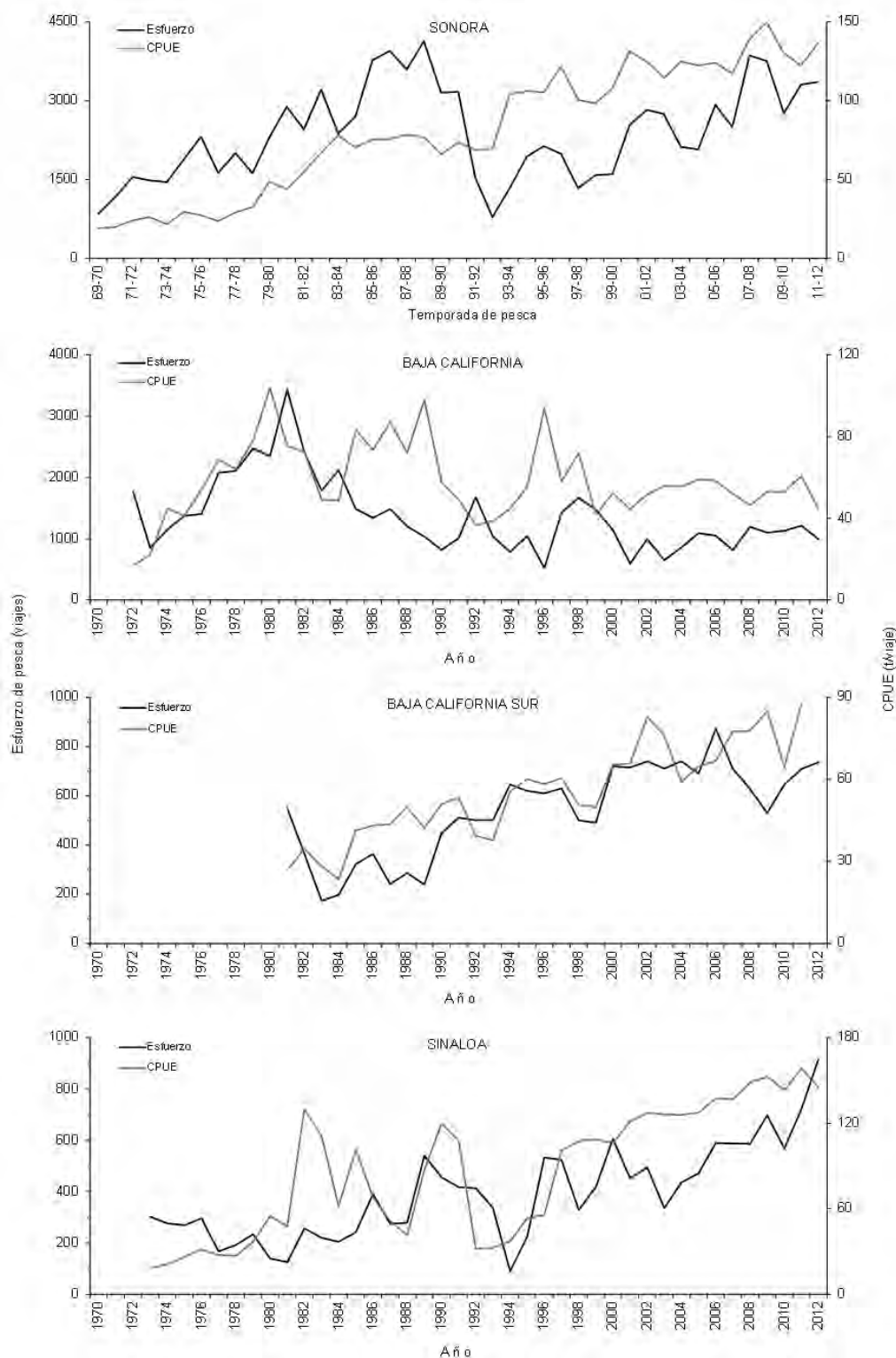


Fig. 7. Comportamiento del esfuerzo de pesca (en viajes) y de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, $t \cdot viaje$) en el Golfo de California (Sonora), Ensenada (BC), Bahía Magdalena (BCS) y Mazatlán (Sinaloa).

las aguas del Golfo de California, sentando así las bases de lo que hoy es la pesquería de sardina, cuyos puertos base se ubican en Guaymas y Yavaros, Sonora, que se han desarrollado ampliamente, con una flota numerosa y una planta industrial muy importante (Pedrín *et al.* 1973, Pedrín y Ancheita 1976, Lluch-Belda *et al.* 1986, Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2009).

Aunque existen registros de captura de pelágicos menores en Ensenada a partir de 1951 (CalCOFI 1961), el auge de la pesquería de anchoveta en ese lugar inició en los años setenta (Fig. 8) por el desplome de la producción de anchoveta peruana (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 2006). De esa forma se abrieron mercados para la harina de pescado mexicana, incrementándose de manera notable sus desembarcos. En 1981 se alcanzó la captura récord de anchoveta con 259 000 t desembarcadas (Fig. 8); posteriormente, la captura disminuyó hasta un nivel que osciló alrededor de 100 000 t, hasta colapsarse de manera abrupta en 1990, cuando las capturas de esta especie apenas fueron de 100 t; desde entonces se han mantenido muy bajas (Fig. 8).

Aun cuando las capturas recientes de sardina Monterrey de Ensenada (y de California) iniciaron a mediados de los ochenta (Wolf 1992, Deriso *et al.* 1996, García-Franco y Sánchez 1996, 2003, Conser *et al.* 2004, Nevárez-Martínez *et al.* 2006), se hicieron notables a partir de 1990 (Fig. 8) con desembarcos que alcanzaron 11 400 t, y a partir de ahí la tendencia fue ascendente hasta alcanzar un máximo de 68 430 t en 1997. Luego presentaron una tendencia descendente hasta 22 300 t en 2001 y desde entonces han mostrado una suave tendencia ascendente, oscilando entre 30 750 t y 57 100 t (Fig. 8). La captura de macarela, que en 1990 aportó casi 35 600 t, muestra una tendencia descendente, aunque presentó un valor máximo de casi 51 000 t en 1998, posteriormente sus volúmenes de captura han sido menores a 10 000 toneladas (Fig. 8).

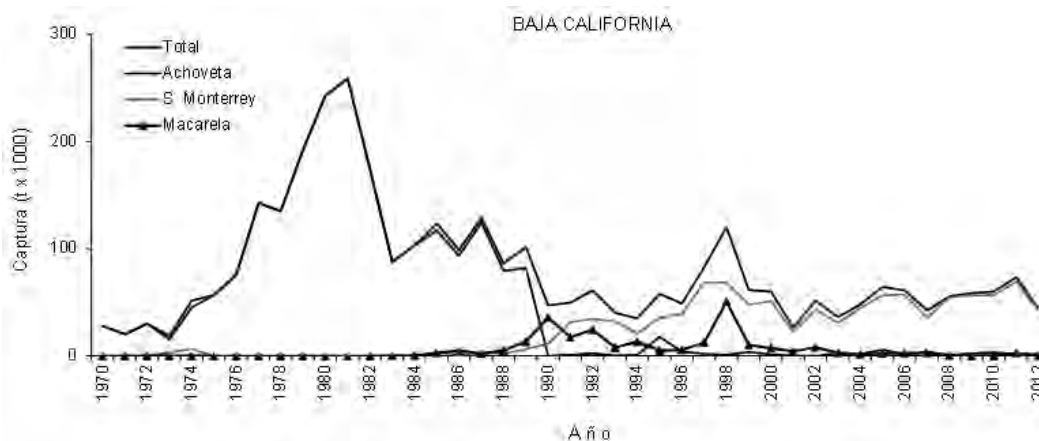


Fig. 8. Comportamiento histórico de las capturas comerciales de pelágicos menores desembarcados en Ensenada, Baja California.

En Bahía Magdalena, BCS, la captura total de pelágicos menores, y particularmente los desembarcos de sardina Monterrey, han mostrado una tendencia ascendente con una

elevada variabilidad (Fig. 9). Las capturas totales han oscilado entre 4 600 t y 61 300 t. En el caso de las capturas de sardina Monterrey, éstas han variado de manera similar al total, así los desembarcos se incrementaron de alrededor de 10 000 t en 1981-1982 a aproximadamente 34 200 t en 1994-1995 (Félix-Uraga *et al.* 2002, 2003, Gluyas-Millán *et al.* 2003, Nevárez-Martínez *et al.* 2006); luego se presentó una disminución importante durante 1997-1998 (Félix-Uraga *et al.* 2002), periodo en que se presentó un evento El Niño de gran intensidad (Lluch-Cota *et al.* 1999). En ese periodo, las capturas de sardina Monterrey cayeron a niveles menores a 3 000 t (Quiñones-Velázquez *et al.* 2000, Nevárez-Martínez *et al.* 2006), recuperándose posteriormente, para mantenerse en niveles promedio de alrededor de 51 300 t para el total y aproximadamente 44 800 t para la sardina Monterrey (Félix-Uraga *et al.* 2011, 2012) (Fig. 9).

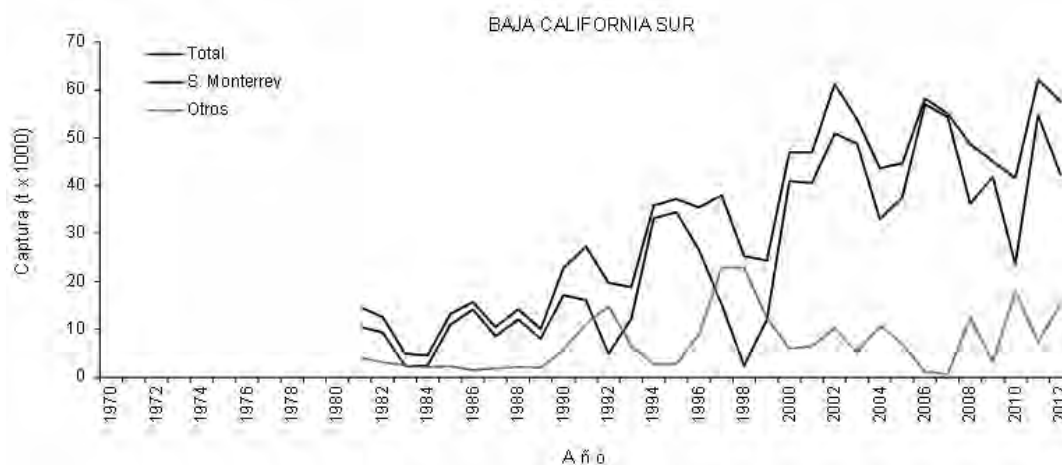


Fig. 9. Captura total de pelágicos menores y sardina Monterrey en Bahía Magdalena (datos proporcionados por el Dr. Roberto Félix Uraga de CICIMAR-IPN, La Paz, BCS).

Golfo de California

En Sonora, la captura total de pelágicos menores ha fluctuado de acuerdo con la abundancia de sardina Monterrey (Fig. 10). En los años setenta y ochenta, las descargas de esa especie crecieron de 11 500 t hasta un récord de 294 000 t en 1988-1989. Después hubo una rápida declinación hasta casi 7 000 t en las temporadas 1991-1992 y 1992-1993 (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 1998, 2001, 2006). Las capturas se incrementaron nuevamente hasta 215 000 t en 1996-1997, para disminuir de nuevo a niveles de 55 000 t entre 1997-1998 y 1999-2000, debido a los fenómenos El Niño y La Niña que afectaron de manera inmediata la distribución y disponibilidad de esta especie. Entre 2000-2001 y 2002-2003, las capturas de esta especie aumentaron de nuevo a 217 000 t (Martínez-Zavala *et al.* 2000, 2006, Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Después de esa temporada, las capturas de sardina Monterrey disminuyeron hasta alrededor de 94 400 t en 2004-2005, y a partir de la

siguiente temporada presentaron de nuevo una tendencia ascendente, incrementándose de casi 133 600 t hasta un valor récord de casi 524 200 t en 2008-2009. Posteriormente se registró un decremento paulatino hasta menos de 100 000 t en la temporada 2011-2012 (Nevárez-Martínez *et al.* 2013) (Fig. 10).

Las capturas de sardina crinuda, entre 1969-1970 y 1982-1983, presentaron una tendencia ascendente, pero también una elevada variabilidad (entre 3 000 t y 100 000 t) (Fig. 10), asociadas a eventos ambientales importantes (El Niño y La Niña) y al comportamiento de la disponibilidad de la sardina Monterrey. Se ha observado una estrecha relación inversa en las capturas de las sardinas crinuda y Monterrey que se relaciona con eventos El Niño. Cuando se presenta este fenómeno (v.g., 1976-1977 o 1982-1983), la captura de la sardina Monterrey disminuye y la de sardina crinuda aumenta, o viceversa (1971-1972 y 1975-1976) (Molina-Valdez *et al.* 1984, Lluch-Belda *et al.* 1986). A partir de 1983-1984 y hasta la temporada de pesca 2011-2012, la sardina crinuda ha presentado cuatro picos, siendo el más largo el que se presentó entre 2002-2003 y 2006-2007, en el que las capturas oscilaron entre 60 000 t y 95 000 toneladas (Fig. 10).

A partir de mediados de los ochenta aumentaron también las capturas de anchoveta y sardina bocona (Fig. 10), dos especies de la familia Engraulidae. El hallazgo de anchoveta norteña en los desembarcos de sardina en 1985 marcó el inicio de esta especie como componente nuevo de esta pesquería en el Golfo de California (Hammann y Cisneros-Mata 1989, Cisneros-Mata *et al.* 1995, Guerrero-Escobedo y Gluyas-Millán 1996, Nevárez-Martínez *et al.* 2006), siendo también altamente variable, presentando las capturas más altas en las temporadas 1989-1990, 2005-2006 y 2010-2012, estas últimas con un desembarco promedio de cerca de 75 000 t (Fig. 10). En el caso de la sardina bocona, los volúmenes de captura empezaron a ser importantes a partir de 1989-1990, con una alta variabilidad, presentando un primer pico en 1991-1992 (Fig. 10). A partir de 1996-1997 se inició un incremento extraordinario en la captura, desde 2 000 t a más de 111 000 t en 2000-2001. En 2001-2002 las capturas fueron cercanas a 78 000 t y en 2002-2003 no se alcanzaron 8 000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Las capturas aumentaron de nuevo hasta otro pico de casi 106 100 t en 2005-2006, para disminuir otra vez a poco menos de 8 200 t en 2008-2009. Nuevamente los desembarcos de esta especie se incrementaron a cerca de 77 000 t en 2010-2011, seguida de un record histórico de 197 000 t en 2011-2012 para este engraulido (Nevárez-Martínez *et al.* 2012, 2013) (Fig. 10).

Tanto la macarela como la sardina japonesa han sido especies que han estado siempre presentes en esta pesquería (Nevárez-Martínez *et al.* 2006), aunque tanto en las décadas de los ochenta y los noventa, como en la década pasada, han presentado máximos notables (Fig. 10). Por ejemplo, los desembarcos de sardina japonesa mostraron un pico de poco más de 10 350 t a mediados de los años ochenta y otro de casi 11 500 t en 2004-2005. En el caso de la macarela, es una especie que entre mediados de los años ochenta y los noventa ha presentado picos de entre 12 000 t y 17 100 t,

pero posteriormente ha aportado mayores cantidades, entre 33 750 t y 43 800 t en 1998-1999 y 1999-2000, respectivamente (Fig. 10). Luego disminuyeron los desembarcos a casi 4 200 t, aumentando de nuevo a otro pico de casi 33 000 t en 2004-2005 y posteriormente las capturas registradas declinaron a un valor mínimo de casi 965 t en 2009-2010. En las dos últimas temporadas (2010-2011 y 2011-2012) se incrementaron de nuevo los desembarcos de macarela, oscilando entre 38 800 t y 47 000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2012, 2013) (Fig. 10).

El paralelismo de las tendencias en el Golfo de California refleja el crecimiento simultáneo de la población de sardina Monterrey y el desarrollo de la pesquería (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 1999, 2006, Nevárez-Martínez 2000). Se pueden identificar cinco etapas en la historia de la pesquería del Golfo de California: de exploración, hasta 1975-1976; de desarrollo, hasta 1981-1982; de estabilización, en 1988-1989; de descenso, hasta 1992-1993 y de recuperación, desde 1993-1994 hasta la fecha, aunque con una alta variabilidad interanual (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 1999, 2006, Nevárez-Martínez 2000).

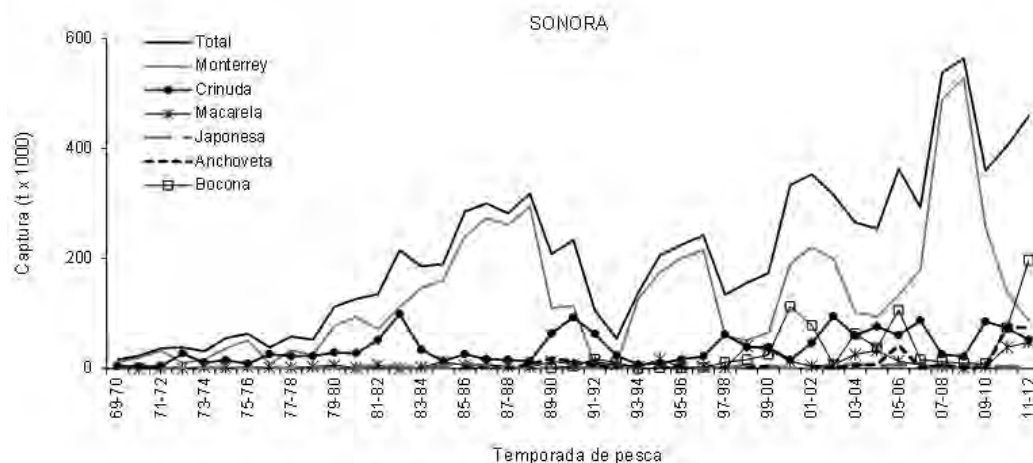


Fig. 10. Captura de peces pelágicos menores en la pesquería de Sonora (Golfo de California).

En Mazatlán, Sinaloa, se descargan las capturas obtenidas en el litoral de Sinaloa, Nayarit y norte de Jalisco. La pesquería de sardina se inició a partir de 1972, cuando se abrieron industrias procesadoras de sardina en el puerto, cuya creciente demanda de materia prima generó el desarrollo de la pesquería (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

Las tendencias históricas de las capturas reflejan un aumento constante en la producción anual desembarcada, observándose fluctuaciones de distinta magnitud (Nevárez-Martínez *et al.* 2006) y cuatro periodos definidos (Fig. 11). En el primero, de 1973 a 1991, hay variaciones en cuanto a qué especie (crinuda o bocona) es la más importante por año en la captura, con la sardina crinuda presentando un pico máximo de 36 000 t; en el segundo (1992-1995), las capturas totales fueron básicamente de crinuda, pero con cifras inferiores a 13 500 t, presentándose en la temporada de pesca 1994 la captura

más baja registrada en este puerto, con 3 350 t; el tercero, de 1996 a 2002, durante el cual se observa un aumento significativo de las capturas totales, con una tendencia creciente de la proporción de sardina bocona, con desembarcos máximos que oscilaron entre 45 000 t y 48 400 t entre 2000 y 2002; y el cuarto, de 2003 a 2011, en el que se mantuvo la tendencia creciente en los desembarcos totales, pero dominando las capturas la sardina crinuda, especie que en 2009 alcanzó un récord histórico de 99 650 t y el total registrado fue de alrededor de 106 600 t (Fig. 11). Aunque en el último año (2012) la sardina bocona alcanzó un record con cerca de 75 000 t, superando a la sardina crinuda que registró casi 60 000 t; la captura total fue también un record histórico para la pesquería con más de 133 000 t (Fig. 11). En el caso de la sardina crinuda se observa, además, una disminución para las temporadas en las que se presentó el evento El Niño. En el caso de la sardina bocona no se observa una relación tan evidente (Fig. 11).

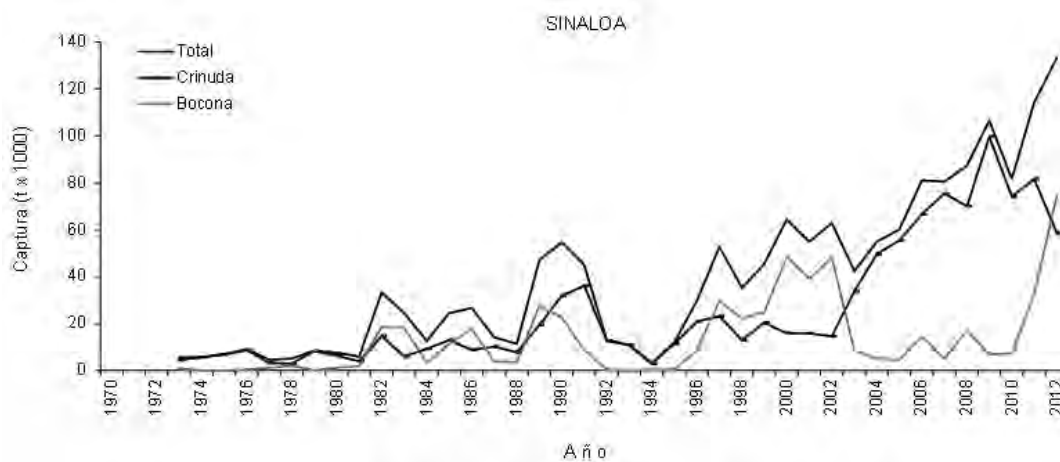


Fig. 11. Capturas de sardina crinuda y bocona desembarcadas en Mazatlán, Sinaloa.

Captura incidental e interacción con otras pesquerías

En la corriente de California, los *stocks* de sardina Monterrey y anchoveta abarcan aguas territoriales tanto de México como de Estados Unidos. El muestreo de las descargas en puertos limítrofes de ambas naciones indica que hay una distribución diferencial por edades (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

Es importante no perder de vista que, en el caso de la sardina Monterrey, el centro de distribución a partir del cual se expande la población se ubica en aguas mexicanas (Lluch-Belda *et al.* 1995). En el noroeste de México, aparte de los pelágicos menores, la flota cerquera esporádicamente captura otras especies de peces (entre los que puede haber cochito, sierra, jurel, rayadillo, barrilete, chano y chile o lengua) y calamar gigante (Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Con base en registros recientes también es posible capturar, en escasa proporción, algunas otras especies de peces

(botete, chigüil, mojarra, ojetón, curvina, pajarito, palometa y pámpano), así como camarón azul y café.

Por otra parte, las especies de pelágicos menores, particularmente organismos jóvenes de sardina, anchoveta y macarela, también se capturan para usarse como carnada en la pesca deportiva, en la pesca de atún con vara y palangre y en trampas jaiberas, langostas y para peces (Nevárez-Martínez *et al.* 2006, 2008, Vega-Velázquez 2006).

Aspectos socioeconómicos

Infraestructura

En cada uno de los puertos en que se descargan peces pelágicos menores se dispone de muelles adecuados y en buenas condiciones para los desembarcos. La longitud de atraque ha variado, siendo actualmente de 3 480 m (Tabla 1).

Tabla 1

Longitud de atraque para la descarga de pelágicos menores en los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa

<i>Año</i>	<i>Longitud de atraque (m)</i>
1990	3 343
1991	3 303
1992	3 367
1993	3 157
1994	3 096
1995	2 871
1996	2 871
1997	3 572
1998	3 640
1999	3 030
2000	3 030
2001	3 030
2002	3 030
2003	3 025
2004	2 805
2005	2 805
2006	2 805
2007	2 805
2008	2 805
2009	3 555
2010	3 480
2011	3 480

El índice promedio de utilización de los barcos (equivale a la cantidad total de sardina desembarcada en relación con la capacidad total de acarreo, que considera la capacidad de bodega promedio y el número de viajes realizados) que descargan en los diferentes puertos ha variado a lo largo del tiempo (Cisneros-Mata *et al.* 1989, 1991, Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Por ejemplo, en todos los puertos, durante los años sesenta y ochenta este índice era menor a 50% de su capacidad de acarreo total, mientras que en la actualidad, tanto en Sonora como en Sinaloa está alrededor de 80% (o superior) y en 63% en Bahía Magdalena. En el caso de Ensenada, este índice es muy bajo (entre 30% y 40%), debido principalmente a problemas en la infraestructura en tierra y el destino al que se orientan las capturas (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

Industrialización y comercialización

En esta pesquería, las capturas totales se han destinado básicamente a dos procesos: a la elaboración de conservas (enlatado) para consumo humano directo (15%) y a la elaboración de harina y aceite de pescado (84%), que son la materia prima para la elaboración de alimentos balanceados para aves, ganado y animales acuáticos (camaronicultura). El resto de la captura (1%) se ha comercializado como fresco-congelado (Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Sin embargo, este último rubro ha tendido a crecer como resultado de la instalación de los ranchos atuneros tanto en Baja California como en otras partes del mundo, y del crecimiento de la maricultura, hasta representar entre 6% y 8% del total capturado hoy en día; en consecuencia, la cantidad que se destina a la elaboración de harina y aceite ha disminuido (Nevárez-Martínez *et al.* 2009), estando actualmente entre 75% y 80%.

En todos los puertos existen estos procesos, sólo que la proporción de los totales desembarcados que se orientan a cada destino ha variado; por ejemplo, en Ensenada, cuando estaban en auge las capturas de anchoveta, básicamente 100% se destinaba a la elaboración de harina y aceite de pescado (García-Franco *et al.* 1995a), mientras que en los años 2000, debido a que la sardina Monterrey y la macarela son las especies principales, se ha invertido la situación (Cota-Villavicencio y Sánchez-Ruiz 2004), con al menos 90% orientándose al fresco-congelado. En el caso de Bahía Magdalena y de Sonora, de 15% a 20% se destina al enlatado y la mayor proporción, 80% a 85%, a la elaboración de harina y aceite de pescado y muy poco al fresco congelado (~1%) (Cisneros-Mata *et al.* 1991, 1995, Félix-Uraga *et al.* 1996, Martínez-Zavala *et al.* 2000, Nevárez-Martínez *et al.* 2006). En Sinaloa, prácticamente 100% de los desembarcos se orienta a la elaboración de harina y aceite de pescado.

A finales de los ochenta, la eficiencia de operación de las enlatadoras era de 29% y de las harineras de 65%, con eficiencia total promedio de 53% (Tabla 2) (Cisneros-Mata *et al.* 1989). Sin embargo, debido a los cambios importantes que se presentaron en la composición y los montos de las capturas en los puertos de Ensenada y Sonora, durante principios de los noventa se ocasionó que parte importante de la planta

industrial sufriera pérdidas y se deteriorara, por lo que un número importante de estas plantas se fue a la quiebra (Nevárez-Martínez *et al.* 2001, 2006). Lo anterior implica que el potencial de procesamiento en la actualidad es inferior al anotado en la *tabla 2* (entre 15% y 35%), y si se considera el incremento en la producción total de los pelágicos menores (alrededor de 47% mayor con respecto a 1987-1989), esto indicaría que, entre 2000 y 2010, el índice promedio de eficiencia debió ser mayor, en al menos 15 por ciento más.

En la *tabla 3* se muestra la capacidad y el número de plantas en el litoral del Pacífico, y aunque no necesariamente son específicas para industrializar peces pelágicos menores, se pueden observar los cambios que se han dado a lo largo del tiempo.

Tabla 2

Volúmenes de procesamiento e índice de eficiencia promedio (IE) de la planta industrial procesadora de sardina (Cisneros-Mata *et al.* 1989)

Proceso	Privado (t)	Público (t)	Social (t)	Total (t)	Potencial* (t)	IE (%)
Enlatado	34 240	39 092		73 332	249 063	29.4
Harina	267 923	29 867	13 142	310 935	480 631	64.7
Total	302 163	68 959	13 142	384 267	729 694	52.7

* Considerando que trabajen 15 días del mes y la capacidad de operación sea 1 361 y 2 626.4 TM·8 horas de trabajo (SEPESCA 1987).

Tabla 3

Plantas procesadoras en operación en el Pacífico mexicano

Año	Reducción		Enlatado		Congelado	
	Núm. Plantas	Capacidad (t · h)	Núm. Plantas	Capacidad (t · h)	Núm. 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
1996	44	441	44	339	201	104
1997	16	141	35	250	160	145
1998	16	141	35	240	164	160
2001	15	137	37	268.5	173	163.9
2003	13	131.5	34	248.1	148	147.6
2005	13	132	34	248	158	155
2008	13	132	34	248	178	192
2009	13	132	34	248	178	192
2010	14	143	35	251	142	203
2011	14	143	35	251	109	156

Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca, CONAPESCA, SAGARPA

Ya que en esta pesquería, las capturas totales se destinan al enlatado, a la elaboración de harina y aceite de pescado y al fresco-congelado, la comercialización inicial

de la materia prima se realiza en playa. Es decir, cada barco que llega con captura de peces pelágicos menores, lo vende directamente a una planta, que le dará valor agregado al enlatarlo, transformarlo en harina (y aceite) de pescado o congelarlo (entero o eviscerado). El precio de venta depende del destino que se le vaya a dar a la materia prima; por ejemplo, en 2004-2006 se pagaba 64 dólares americanos por tonelada para el enlatado y 45 dólares americanos para harina (Nevárez-Martínez *et al.* 2006), aunque en los últimos años estos precios han oscilado entre 85 y 125 dólares para enlatado y entre 60 y 120 dólares para harina. En el caso del producto que se destina al congelado, éste se ha pagado entre 90 y 140 dólares la tonelada, aunque en los últimos años se ha pagado incluso hasta 300 dólares por tonelada.

Para elaborar una tonelada de harina de pescado (y como subproducto ~350 litros de aceite) se requieren en promedio 4.5 a 5.5 t de pescado fresco. Una vez procesado, el precio del producto se eleva de manera importante, alcanzando varias veces más su valor original en fresco, pues la tonelada se comercializa entre 800 y 1 500 dólares americanos y el aceite en aproximadamente mil dólares americanos. Básicamente este producto es comercializado en México, aunque en algunas temporadas se exporta (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

Por cada tonelada de pescado fresco se elaboran 25 cajas de sardina enlatada (cada caja de sardina contiene 48 latas). La caja de sardina se comercializa en promedio en 27 dólares americanos; éste también es un producto de consumo nacional y realmente es hasta recientemente que se ha exportado sardina enlatada (Nevárez-Martínez *et al.* 2006), tanto a países de Asia como de Europa.

Una fracción pequeña de la captura se comercializa en fresco y congelado (4%-10%) y se destina principalmente para alimento en cultivo de peces marinos (v.g. atún), para consumo humano, para elaboración de alimentos enlatados para mascotas o para carnada en la pesca deportiva. El precio de venta, en estos casos ha oscilado entre 300 y 400 dólares americanos por tonelada en enlatados para mascotas y entre 600 y 1 100 dólares americanos por tonelada para consumo humano, siendo una parte exportada a Australia, EU y algunos países de Asia (Nevárez-Martínez *et al.* 2006). Este tipo de comercialización tiende a crecer, particularmente en Ensenada, en donde prácticamente desaparecieron tanto la industria harinera como la conservera y, por tal motivo, esta forma de comercio puede llegar a convertirse en una actividad importante en esa localidad, pues tiene el potencial de generar un importante número de empleos en tierra.

En general, la cadena productiva es la siguiente: en la fase de extracción participa la flota pesquera cerquera, que pertenece a los armadores o permisionarios pesqueros, y en cada embarcación pueden trabajar de nueve a diez pescadores. En la fase de procesamiento (ya sea de conservas o de elaboración de harinas y aceites o de frescos-congelados) participan particulares o inversionistas, profesionales y asalariados, y se da empleo a cientos y hasta miles de trabajadores en el proceso de industrialización. En las fases de comercialización y transportación participan particulares o

inversionistas, transportistas, mayoristas (particulares o grandes firmas comerciales) y se emplea a varias decenas o cientos de trabajadores.

En años recientes México ha incrementado sus exportaciones de sardina enlatada, además de que también se ha incrementado la exportación de harina de pescado (SAGARPA 2008). Por ejemplo, a pesar de que en 1999 se importaron 22 645 t de harina de pescado con un valor de 11.677 millones de dólares, hubo un nivel de exportación de 22 758 t de sardina y macarela con un valor de 13.190 millones de dólares. Más recientemente, y mucho más desglosado, la balanza comercial indica que los niveles de exportación tanto de sardina y macarela, como de harina de pescado fueron positivos, pues se exportaron 41 309 t del primer rubro y 80 157 t del segundo, que equivalen en conjunto a 93.625 millones de dólares, mientras que lo importado fue 1 032 t y 10 000 t, respectivamente, lo que equivale a 14.424 millones de dólares (SAGARPA 2008). La disminución de las importaciones y el aumento en las exportaciones de México pudieran ser explicados, al menos en parte, por el crecimiento de la acuicultura y el desarrollo de la maricultura en diferentes partes del mundo.

MANEJO

Medidas administrativas

El seguimiento constante de las pesquerías de pelágicos menores por medio de monitoreo y su evaluación han resultado en la instrumentación de medidas de manejo, que han tenido varias modificaciones a lo largo del tiempo (Nevárez-Martínez *et al.* 2006):

Históricos

- Para la anchoveta nortea capturada en Ensenada se estableció de manera extraoficial, desde finales de la década de los años setenta, una longitud mínima de captura de 100 mm de longitud patrón.
- En 1983, en el Golfo de California se establecieron tallas mínimas de 150 mm de longitud patrón para la sardina Monterrey, y de 160 mm para la sardina crinuda, permitiéndose un margen de captura incidental hasta de 20% por debajo de estas tallas.
- En 1985, en el Golfo de California, se decretó como zona de veda la costa oriental de BC, del 8 de agosto al 21 de septiembre. Con esta medida se protegía a los juveniles. También se prohibió la operación de barcos sin refrigeración en bodega más allá de 40 millas náuticas de su puerto base.
- En 1987 se ratifican los acuerdos de 1983 relativos a las tallas mínimas de las sardinas Monterrey (150 mm) y crinuda (160 mm) en el Golfo de California, y de

anchoveta (100 mm) en Ensenada, con un límite máximo de 30% de captura por debajo de esta talla como pesca incidental. Además se acordó mantener el tamaño de la flota de Sonora y Baja California, así como su capacidad de acarreo en las mismas condiciones que en la temporada 1985-1986.

- De 1987 a 1990 se decretaron vedas zonales durante el verano, concertadas entre el sector productivo y la entonces Secretaría de Pesca.
- En diciembre de 1993, en el Golfo de California se decretó una veda de reproducción de dos semanas como medida tendiente a la recuperación de la pesquería de la sardina Monterrey.

Vigentes

- El aprovechamiento de los peces pelágicos menores actualmente se rige por la Norma Oficial Mexicana NOM-003-PESC-1993. Esta NOM, publicada el 31 de diciembre de 1993 (DOF 1993), entre otras cosas, establece que la talla mínima de captura para la sardina Monterrey es, para todo el océano Pacífico incluido el Golfo de California, de 150 mm de longitud patrón; para la sardina crinuda, de 160 mm de longitud patrón y para la anchoveta, de 100 mm. También establece que el esfuerzo pesquero aplicable a la captura de todas las especies de pelágicos menores no podrá incrementarse en las aguas de jurisdicción federal del océano Pacífico comprendidas al norte del paralelo 20 grados de latitud Norte, incluido el Golfo de California. Asociado a lo anterior, se establece que sólo se podrá autorizar la incorporación de nuevas embarcaciones en las pesquerías de sardina, anchoveta y macarela, dentro del área antes señalada, si tales unidades cuentan con sistemas adecuados de refrigeración y substituyen a embarcaciones actualmente permitidas que se hubieran mantenido activas en estas pesquerías. Además, establece la posibilidad de aplicar vedas asociadas a la reproducción.
- Actualmente también existe la Carta Nacional Pesquera (CNP) publicada en el *Diario Oficial de la Federación* (DOF), en los años 2000, 2004, 2010 y 2012. En la ficha técnica correspondiente a los peces pelágicos menores se anotan prácticamente los aspectos más importantes que contiene la NOM, y se menciona además que la captura incidental no sea mayor de 30% en número de individuos desembarcados por temporada.
- Adicionalmente, desde 1993 y hasta la fecha, en el Golfo de California se han acordado suspensiones de pesca, por zona o totales, en los meses de agosto y septiembre, propuestas por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Guaymas y concertadas entre los sectores productivo y administrativo. Las propuestas se presentan como parte de la agenda en las reuniones informativas trimestrales que se realizan en Guaymas, Sonora. Es decir, el manejo de esta pesquería se ha facilitado mediante el diálogo abierto en reuniones periódicas entre los sectores. Ello ha resultado en un ambiente de cooperación reflejado no sólo

en la aceptación de las propuestas de manejo, sino en el apoyo de los industriales a la investigación pesquera.

- Además, y de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, se deberán tener Planes de Manejo Pesquero, que para el caso de esta pesquería fue publicado en el DOF en la segunda mitad del año 2012. En la ley se establece que los planes de manejo deberán incluir: los objetivos de manejo, definidos estos por el Consejo Nacional de Pesca y Acuacultura y por los Consejos Estatales de Pesca y Acuacultura; la descripción de las características biológicas de las especies sujetas a explotación; los artes y métodos de pesca autorizados; la ubicación geográfica a la que estará sujeto el aprovechamiento; el ciclo de captura y el estado de aprovechamiento de la pesquería; los indicadores socioeconómicos de la población dedicada a la pesca en la región y su impacto en la misma, así como la forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de participación de los individuos y comunidades en ella.

Análisis cuantitativo

La pesquería de pelágicos menores tiene una historia de aproximadamente 40 años de recolecta de información derivada del muestreo continuo de las capturas comerciales en todos los puertos de descarga, así como registros oficiales de captura por viaje, realizados por el Instituto Nacional de Pesca. Las bases de datos incluyen también información ambiental, obtenida de los centros del Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA y de Mareografía de la UNAM. Se cuenta también con información de cruceros pesqueros y oceanográficos, en particular una serie de más de 55 cruceros de prospección pesquera realizados en el Golfo de California a partir de 1990. Además, se tiene relación con investigadores de otras instituciones de investigación, lo que ha permitido subsanar la falta de información para algunos años o localidades de pesca.

Métodos

Para el análisis técnico se han aplicado modelos diseñados para utilizar datos de las pesquerías con el propósito de simular la dinámica de la población de sardina Monterrey (así como del resto de las especies de pelágicos menores), estimar su rendimiento, disponer de los fundamentos confiables para la predicción y establecer las propuestas de manejo para las diferentes especies y regiones. A continuación se describen las características y los resultados más importantes de dichas evaluaciones.

Costa occidental de la península de Baja California

Sardina Monterrey

La evaluación de biomasa de sardina Monterrey de la corriente de California, incluida la costa occidental de Baja California, se realizó con el modelo CANSAR (Catch at Age Analysis for Sardine, Conser *et al.* 2001, 2003, 2004). Éste es un modelo estructurado por edad para evaluación de poblaciones derivada del modelo CAGEAN (Deriso *et al.* 1985 1996). El modelo CANSAR utiliza diversos índices de abundancia independientes de la pesquería: producción de huevos, abundancia, área de desove, biomasa desovante y captura semestral. El modelo fue diseñado para utilizar datos de las pesquerías de California, EU, y Ensenada, México. Las predicciones se ajustan por iteración usando criterios de mínimos cuadrados para estimar los parámetros de la pesquería. En este caso, la simulación se basa en una matriz de Leslie para una población de sardinas de 0 a 5 años de edad. El modelo asume que el desove ocurre en abril. La mortalidad natural (M) de 0.4 por año es constante para todas las edades e invariable en el tiempo. La ecuación general que describe la abundancia en el tiempo es la siguiente:

$$N_{a,y,s} = N_{a-l,y,s} e^{-Z_{a-l,y,l}} \quad (1)$$

Donde:

$N_{a,y,s}$ = número de sardinas de edad (a) al comienzo del primer ($s = 1$) o segundo ($s = 2$) semestres.

$Z_{a-l,y,l}$ = tasa instantánea de mortalidad total en el año (y).

El modelo estima el vector de reclutamiento anual (edad 0) de la sardina al comienzo del segundo semestre de cada año. La biomasa se calcula sumando los productos de abundancia en edad y el peso en edad de la población. Con ese modelo se estimó que la biomasa de sardina se ha estado incrementando desde aproximadamente 10 000 t en 1983 a más de un millón de toneladas en 2000 (Conser *et al.* 2003, 2004). Esta tendencia creciente fue también observada mediante un análisis de redes neuronales (Cisneros-Mata *et al.* 1996b), usando datos biológicos, pesqueros y ambientales.

$$N(a + 1, y + 1) = N(a, y) * \exp [-F(a, y) - M] \quad (2)$$

Con base en un análisis de población virtual, VPA (Gulland 1965), se investigó la dinámica de la población de sardina Monterrey desembarcada en Ensenada, BC, durante el periodo de 1989 a 2003 (Nevárez-Martínez *et al.* 2004b). Para esto, se usó la información de las capturas, la estructura de tallas, una clave edad-longitud promedio y parámetros de crecimiento y mortalidad natural, para ese periodo. Este método usa

una solución hacia atrás a las ecuaciones secuenciales no lineales, tabulando los estimados de los parámetros desde el grupo de edad más viejo hacia el más joven (reclutas) en la clase anual. El modelo combina la ecuación de supervivencia (Ricker 1975): y la ecuación de captura:

$$C(a, y) = \frac{F(a, y)}{F(a, y) + M} * N(a, y) * \{1 - \exp[-F(a, y) - M]\}$$

$$C(a, y) = \frac{F(a, y)}{F(a, y) + M} * [N(a, y) - N(a+1, y+1)]$$
(3)

Dando la expresión siguiente (Gulland 1965, Megrey 1989):

$$\frac{N(a+1, y+1)}{C(a, y)} = \frac{[F(a, y) + M] * \exp[-F(a, y) - M]}{F(a, y) * \{1 - \exp[-F(a, y) - M]\}}$$
(4)

Donde:

$C(a, y)$ = captura a la edad a en el año y

$N(a, y)$ = número de supervivientes a la edad a en el año y

$F(a, y)$ = tasa de mortalidad por pesca a la edad a en el año y

M = tasa de mortalidad natural

Los resultados de ese estudio indicaron que el reclutamiento presentó una alta variabilidad interanual y una tendencia ascendente hasta 1998, con una ligera tendencia decreciente hacia los años 2001-2003. La biomasa de sardina Monterrey mostró también tendencia creciente, con los valores más altos en 2001-2003, con biomásas cercanas a 600 000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004b) en aguas de Baja California.

Más recientemente, Hill *et al.* (2005, 2006) han utilizado el modelo conocido como ASAP (Age-Structured Assessment Program) de Legault y Restrepo (1999), el cual sustituyó al modelo CANSAR, que se había venido utilizando para evaluar a la población de sardina a lo largo de la Corriente de California, y que ha seguido incluyendo a la pesquería de Ensenada. En un análisis para el que se empleó el mismo método ASAP, pero en el que sólo se incluyó la información biológica y la pesquera de los desembarcos de sardina realizados en Ensenada entre 1989 y 2007, se encontró una variabilidad interanual importante en el reclutamiento, que aumentó desde 1980 hasta alcanzar un máximo en 1994, y de nuevo desde 1997 el reclutamiento presentó una tendencia creciente. Por otro lado, la biomasa del *stock* reproductivo (1+) mostró (Fig. 12) que entre 1993 y 1997 hubo un rápido crecimiento, y que posteriormente la tasa de incremento declinó en los últimos años, con un máximo de aproximadamente 950 000 t en 2005-2006.

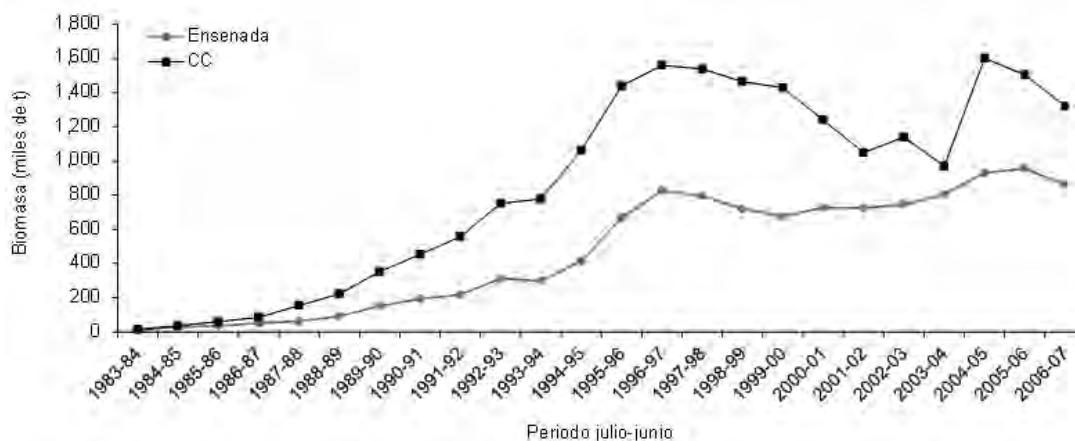


Fig. 12. Biomasa anual de sardina Monterrey en Baja California (línea gris) y en la Corriente de California (línea negra) (datos de la Corriente de California (Hill *et al.* 2006)).

Para valorar el efecto de la pesca se utilizó el modelo predictivo de Thompson-Bell (Nevárez-Martínez *et al.* 2006), que permite evaluar el efecto que tiene sobre la población y la pesquería, el que se capturen diferentes porcentajes de organismos menores de cierta talla (por ejemplo, la talla mínima legal), en este caso, menor de 175 mm de longitud patrón. Este modelo utiliza como valores de entrada los resultados de un análisis de cohortes (Pope 1972) basado en tallas (Jones 1984), como son: mortalidades por pesca (F), tasa de crecimiento (K) y mortalidad natural (M). Además se adicionan los parámetros de una relación talla-peso. Los valores que arroja este modelo son correspondientes con los del modelo basado en edad, aunque es válido decir que para cada grupo de talla se obtiene el número de individuos en el límite inferior del grupo de talla, $N(LI)$, la captura en número de peces, el rendimiento en peso, la biomasa multiplicada por Δt , es decir, el tiempo requerido para crecer desde límite inferior al límite superior del grupo de talla y la valoración del rendimiento. Asimismo, también se obtienen los valores totales de la captura, del rendimiento, de la biomasa $\cdot \Delta t$ promedio y la valoración del rendimiento global. Los cálculos se repiten para el intervalo de valores x (factores de F), tabulándose y graficándose los resultados finales.

Los resultados indicaron que la captura de 30% de organismos menores de 175 mm, tiene como efecto incrementar ligeramente el rendimiento (1%), pero la biomasa media aumenta aproximadamente 10%, con respecto a los niveles actuales (Nevárez-Martínez *et al.* 2006).

Para la zona de Bahía Magdalena, las evaluaciones de sardina Monterrey indican que el reclutamiento ha tenido una tendencia ascendente, con alta variabilidad interanual (Fig. 13). También indican clases anuales muy fuertes (reclutamientos) en 1984 (alrededor de 250 millones de sardinas), 1989 (alrededor de 170 millones de sardinas), 1993 (alrededor de 550 millones de sardinas) y 1999 con cerca de 900 millones de sardinas (Félix Uruga *et al.* 1996, 2004, Quiñónez-Velázquez *et al.* 2001) (Fig. 13).

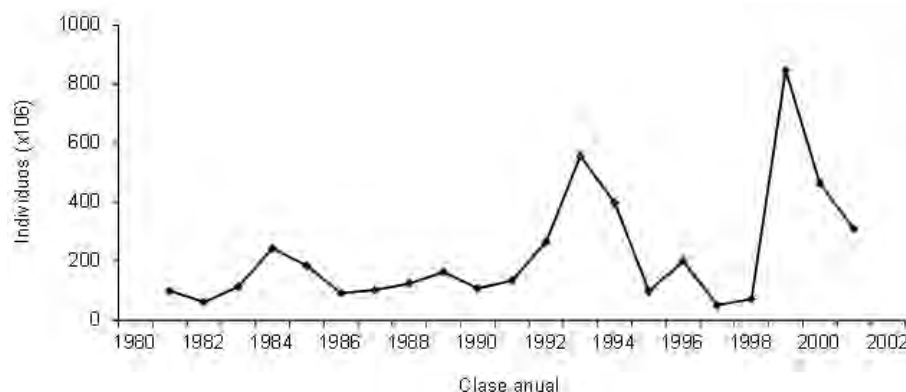


Fig. 13. Índice de abundancia de las clases anuales de sardina Monterrey en Bahía Magdalena, bcs (modificado de Félix-Uraga *et al.* (2004)).

Golfo de California

Sardina Monterrey

Con base en un análisis de población virtual (APV) se realizó la estimación del reclutamiento y la biomasa de sardina Monterrey, observándose que ha habido una gran variabilidad interanual y por décadas (Nevárez-Martínez 2000) (Fig. 14). El número de reclutas se incrementó desde principios de los años setenta hasta alcanzar un máximo a mediados de los ochenta (Cisneros-Mata *et al.* 1995), cayendo a niveles muy bajos entre 1990-1992 y de nuevo una tendencia ascendente (Nevárez-Martínez 2000) con alta variabilidad aumentando hasta un máximo histórico en la temporada 2007-2008 (Fig. 14). Las otras dos series de abundancia numérica siguen un comportamiento similar (Fig. 14). La biomasa de adultos y la total también muestran un comportamiento ascendente hasta un máximo a mediados de los años ochenta, para enseguida presentar una caída a niveles de biomasa similares a los de principios de los años setenta y luego de nuevo una tendencia ascendente con la biomasa total (Nevárez-Martínez 2000), hasta alcanzar un nuevo máximo de 2.73 millones de toneladas en 2007-2008 (Fig. 14) (Nevárez-Martínez, datos no publicados). La dinámica observada en el reclutamiento y la biomasa se reflejó directamente en el comportamiento de las capturas comerciales (Cisneros-Mata *et al.* 1995, Nevárez-Martínez *et al.* 1999, 2006).

El impacto de la pesquería en la población de sardina Monterrey del Golfo de California se ha determinado a través del análisis de cohortes (Nevárez-Martínez *et al.* 1998, 2009, Martínez-Zavala *et al.* 2000, 2006) para capturas estructuradas por tallas (Jones 1984). La ecuación básica del análisis de cohortes (Pope 1972) convertida a tallas (Jones 1984) es:

$$N_t = (N_{t+1}e^{-M\Delta t/2} + C_t)e^{-M\Delta t/2} \quad (5)$$

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 pueden construir distribuciones promedio de captura por talla a partir de varias distribuciones anuales (por ejemplo, 1991-1993 y 1993-1996) (Jones 1984). La pesquería de sardina Monterrey, en términos de captura, fue similar durante las dos temporadas de pesca 1991-1992 y 1992-1993 y en las tres temporadas siguientes (1993-1994 a 1995-1996), pero muy diferentes entre los dos periodos. En consecuencia, se utilizaron las distribuciones de longitud de las dos primeras temporadas para evaluar el periodo 1991-1993 y las siguientes tres temporadas para evaluar el periodo 1993-1996 (Nevárez-Martínez *et al.* 1998). El análisis indicó un incremento en el reclutamiento entre ambos periodos. Es factible que ello se relacione con la variabilidad ambiental (Lluch-Belda *et al.* 1989, 1995, Shannon *et al.* 1988) y el reclutamiento denso-dependiente de la especie (Cisneros-Mata *et al.* 1996a).

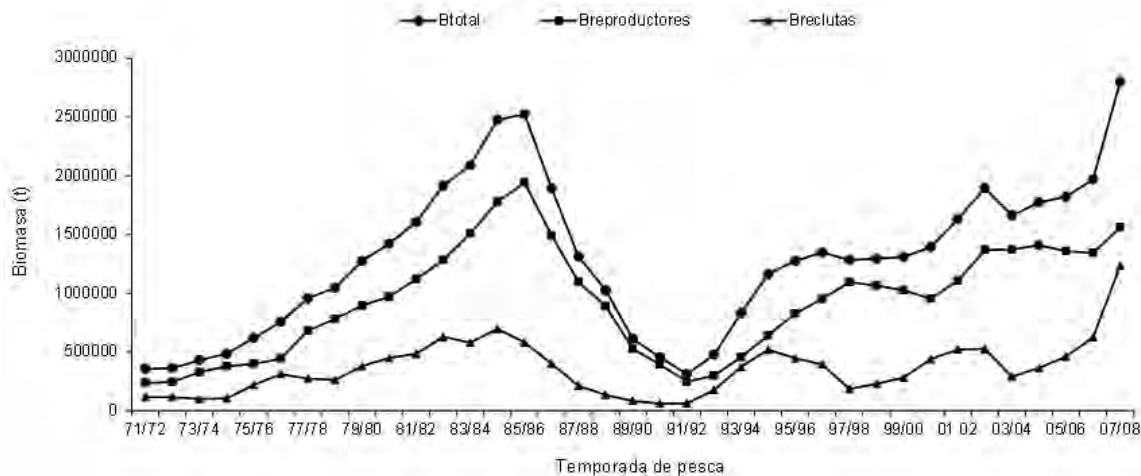


Fig. 14. Abundancia y biomasa anual de sardina Monterrey en el Golfo de California, estimadas con un VPA (Nevárez-Martínez 2000).

Acorde con la variabilidad temporal del reclutamiento y la biomasa de la sardina Monterrey obtenidas en el análisis de cohortes, y utilizando el modelo predictivo de Thompson-Bell (Nevárez-Martínez *et al.* 1998, 2006), se han realizado evaluaciones del rendimiento máximo sostenible (*RMS*). Conforme las condiciones de 1991-1993, el *RMS* se estimó en 7 600 t, mientras que para 1993-1996 se incrementó a casi 168 100 t (Nevárez-Martínez *et al.* 1998). En 1996-1997 aumentó el rendimiento potencial a más

de 210 000 t, pero decayó a 60 000 t durante El Niño de 1997-1998 (Martínez-Zavala *et al.* 2000), manteniéndose en niveles similares durante La Niña de 1998-1999 y de 1999-2000 (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, Martínez-Zavala *et al.* 2006), aumentando de nuevo a niveles de alrededor de 210 000 t para el periodo 2000-2001 y el 2002-2003 (Nevárez-Martínez *et al.* 2006, Martínez-Zavala *et al.* 2006). El rendimiento máximo sostenible estimado para las temporadas de pesca 2007-2008 y 2008-09 fue significativamente más alto, alcanzando alrededor de 590 000 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2009, 2010); en las últimas dos temporadas el *RMS* se estimó en 175 600 t (2010-2011) y 111 000 t (2011-2012) (Nevárez-Martínez *et al.* 2012, 2013).

Otro análisis explora los valores de mortalidad por pesca que en el largo plazo optimicen tanto el rendimiento biológico como el económico (Nevárez-Martínez *et al.* 1999). El estudio se basó en un modelo dinámico, bioeconómico, aleatorio, y estructurado por edad. Fue calibrado por iteración con datos de captura observados durante 18 temporadas de pesca (1972-1973 a 1989-1990). El modelo incluye un *shock* aleatorio en el reclutamiento (mediante un generador de variabilidad aleatorio incorporado en el modelo de reclutamiento), a su vez dependiente de la densidad (Nevárez-Martínez *et al.* 1999). El rendimiento promedio estimado como óptimo desde los puntos de vista biológico y económico es de 220 000 t por año para una relación costo-beneficio de largo plazo de 1.1. Se encontró que el punto de referencia adecuado para esta pesquería es $0.9 F_{RMS}$ (F óptima) con una tasa de mortalidad por pesca (F óptima) de 0.26 por año. Es decir, la F que maximiza la relación costo-beneficio es 90% de la F que maximiza el rendimiento máximo sostenible desde el punto de vista biológico (Nevárez-Martínez *et al.* 1999).

Un aspecto importante en el manejo de estos recursos es determinar el efecto de la pesca de juveniles y de adultos en estado de gravidez. Para la sardina Monterrey se investigaron dichos aspectos mediante un modelo dinámico estructural con resolución mensual (Cisneros-Mata *et al.* 1998). La ecuación general del modelo es:

$$B_{a,m} = W_a(\phi(N_{a,m-1}, \alpha) + N_{a,m-1}e^{-M_a})f(S_{a,m}) - Y_{a,m} \quad (6)$$

Donde:

$B_{a,m}$ = Biomasa de los individuos de edad a en el mes m ,

W_a = Peso promedio a la edad a ,

$N_{a,m}$ = Abundancia numérica de sardinas de edad a en el mes m ,

$\phi(N_{a,m}, \alpha)$ = Función de reclutamiento dependiente de $N_{a,m}$ y de la edad de primera reproducción α ,

M_a = Tasa instantánea de mortalidad natural a la edad a ,

$f(s_{a,m})$ = Forzamiento ambiental de la tasa de sobrevivencia s a la edad a en el mes m ,

$Y_{a,m}$ = Captura (en peso) de sardinas de edad a en el mes m

El análisis indicó que para una captura esperada de 190 000 t, pescar antes de la reproducción genera un impacto negativo al reducir la tasa de crecimiento poblacional en 7% por año. Si adicionalmente se captura 30% en número de sardinas juveniles, la tasa de crecimiento se reduce en 8%. La captura real en esas condiciones disminuye también a 150 000 t. La máxima captura deseable de sardinas juveniles, en todo caso, es de 20% por mes. El estudio también indicó que habría consecuencias negativas en la población de sardina y la economía de la pesquería misma, si se aumenta el número de barcos.

El modelo de Thompson-Bell estructurado por tallas (Nevárez-Martínez *et al.* 1998, 2004a, 2006), al igual que el modelo de arriba, permite valorar el efecto que tiene sobre la población de sardina el que se capturen diferentes porcentajes de organismos de menos de 150 mm de longitud patrón. Los resultados de este análisis indicaron que permitir la captura de hasta 30% de organismos menores de los 150 mm, ocasionaría un aumento de 1.5% en el rendimiento pesquero y un aumento en la biomasa media de la población de poco más de 9.4%, con respecto a los niveles actuales. Además, considerando el patrón de explotación actual, permitiría reducir la mortalidad por pesca en poco más de 18% (Tabla 4).

Sardina crinuda

Las especies de sardina crinuda, japonesa y bocona se han evaluado utilizando modelos tradicionales (Cisneros-Mata *et al.* 1997a). La biomasa anual B y el rendimiento máximo sostenible RMS se calcularon de la siguiente forma (Pauly 1984, García *et al.* 1989):

$$B = Y / F; \quad RMS = \frac{(F_{RMS} B)^2}{2F_{RMS} B - Y} \quad (7)$$

En ambas ecuaciones, Y es la captura anual en peso, F y M son las tasas instantáneas anuales de mortalidad por pesca y natural, y F_{RMS} es la F que produce el rendimiento máximo sostenible (RMS). Para sardina crinuda, y conforme las condiciones de equilibrio que supone el modelo, la biomasa media anual en el periodo de 1991 a 1996 fue de 62 000 t y el RMS de 54 000 t (Cisneros-Mata *et al.* 1997b).

Las evaluaciones del rendimiento máximo sostenible y la biomasa media para la sardina crinuda, utilizando el análisis de cohortes de Jones (Martínez-Zavala *et al.* 2000, 2006) basado en datos de distribuciones de frecuencia de las capturas, suponiendo condiciones de equilibrio son las siguientes: para el periodo 1996-1998 el RMS estimado fue de alrededor de 41 200 t, con una biomasa media de 27 500 t. Para el periodo 1999-2003, el RMS fue de casi 50 500 t y la biomasa media fue de 45 150 t (Martínez-Zavala *et al.* 2000, 2006). Un análisis preliminar (Nevárez-Martínez, CRIP Guaymas, datos no publicados) indica que para el periodo 2003-2007, el RMS y la

biomasa media estaría dentro de valores similares a los obtenidos para el periodo previo. En estimaciones recientes de la temporada 2011-2012, el RMS se mantiene con 51 300 t y la biomasa media fue de 178 200 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2013).

Debido a la abundancia de sardina crinuda en temporadas El Niño, es importante para el INAPESCA pronosticar su captura. Mediante un modelo de regresión basado en datos históricos de temporadas El Niño se estimó, para Sonora, una captura de 50 000 t para 1997-1998 (Cisneros-Mata *et al.* 1997b). La captura registrada en esa temporada fue de 62 000 t. Un modelo predictivo parecido se ha aplicado cada año para toda la pesquería (todas las especies), obteniendo siempre resultados satisfactorios (Martínez-Zavala 2004), pues la captura observada ha estado dentro del intervalo de confianza de 95%, siempre más cercana al límite superior (Martínez-Zavala *et al.* 2008).

Al igual que para la sardina Monterrey, para valorar el efecto que la pesca tiene sobre la población de crinuda si se capturan diferentes porcentajes de organismos por debajo de la talla mínima legal, se utilizó un modelo de Thompson-Bell estructurado por tallas (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006). Los resultados de este análisis indicaron que permitir la captura de hasta 30% de organismos por debajo de los 160 mm ocasionaría un aumento de 1.7% en el rendimiento pesquero y de poco más de 7.4% en la biomasa media de la población. Además, considerando el patrón de explotación actual, se requeriría reducir la mortalidad por pesca en poco más de 11% (Tabla 4) (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006).

Tabla 4

Efecto en la población y la pesquería de sardina Monterrey y crinuda por capturar organismos menores a la talla mínima legal

Porcentaje menor a la talla mínima legal	Δ Captura (%)	Δ B (%)	Δ F (%)
<i>Sardina Monterrey (150 mm)</i>			
5	3.3	22.1	-48.6
10	3.0	19.9	-42.7
20	2.3	15.1	-30.8
30	1.5	9.4	-18.0
40	0.6	3.8	-7.0
45 actual	0.0	0.0	0.0
50	-0.5	-3.2	5.5
<i>Sardina crinuda (160 mm)</i>			
5	4.2	19.0	-29.8
10	3.7	16.8	-26.1
20	2.7	12.3	-18.7
30	1.7	7.4	-11.0
40	0.5	2.1	-3.1
45 actual	0.0	0.0	0.0
50	-0.9	-3.7	5.3

B indica biomasa media, F mortalidad por pesca, la letra Δ significa cambio y está expresado en porcentaje.

Para Sinaloa, con los resultados de un análisis para la sardina crinuda hecho con modelos de producción excedente, utilizando información para el periodo de 1972-1973 a 1990-1991 (Jacob-Cervantes 1996, Ruiz-Luna *et al.* 1997), se propuso que la flota pesquera debería estabilizar su capacidad de bodega en aproximadamente 150 t, ya que su poder de pesca es del doble con respecto al inicio de la pesquería, pues con esas características y con un esfuerzo pesquero de ~400 viajes se estimaron capturas probables de entre 12 000 a 20 000 t por temporada, siendo ése el óptimo sostenible calculado para la sardina crinuda. Este pronóstico se cumplió para el periodo de 1995 a 2002, ya que el promedio de las capturas de crinuda fue de ~17 000 t. Sin embargo, entre 2003 y 2012 las capturas promedio fueron de ~67 000 t, cuatro veces más que el del periodo previo, lo cual podría indicar que hubo un aumento en la abundancia o la disponibilidad de la sardina crinuda.

Macarela

Martínez-Zavala *et al.* (2000) estimaron, utilizando un análisis de cohortes estructurado por tallas, que el *RMS* fue de 2 494 t y la biomasa media de cerca de 1 700 t, lo anterior para el periodo de 1996-1998. Sin embargo, un análisis para el periodo 1998-1999 y 2002-2003 indicó que el *RMS* primero aumentó a valores de 43 400 t y luego volvió a bajar a niveles de 8 200 t, mientras que la biomasa media asociada fue de 38 630 t y 7 820 t, respectivamente (Martínez-Zavala *et al.* 2006).

Sardina japonesa

Cisneros Mata *et al.* (1997a) estimaron una biomasa media de 6 900 t y un *RMS* de 5 572 t para el periodo de 1991 a 1996 utilizando modelos de producción excedente para la sardina japonesa. Un análisis de cohortes para el periodo 1996-1998 indicó que el *RMS* y la biomasa media estuvieron alrededor de las 500 t (Martínez-Zavala *et al.* 2000). Para el periodo 1996-2003, el *RMS* estimado fue de 4 329 t y la biomasa media de 8 968 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a). Sin embargo, en un análisis en el que se utilizó sólo la información del periodo 1998-2003, se estimó que el *RMS* fue de 7 950 t y la biomasa media de casi 7 500 t (Martínez-Zavala *et al.* 2006).

Anchoveta

En el Golfo de California se han realizado dos evaluaciones de biomasa de anchoveta con el Método de Producción de Huevos, resultando que la biomasa de adultos aumentó de 105 100 t en 1991 (Cotero-Altamirano y Green-Ruiz 1997) a 235 000 t en 1994 (Cotero-Altamirano 2000, Green-Ruiz 2000).

Para estas especies se recomienda una tasa de explotación (F/Z) de 0.25 (Beddington y Cooke 1983), con una tasa de mortalidad natural (M) de 0.95 (Cisneros-Mata

et al. 1997a) y con la media de ambas estimaciones de biomasa, por aproximaciones sucesivas usando la fórmula para biomasa arriba descrita, se tiene que el rendimiento potencial para la anchoveta podría ser del orden de las 51 000 toneladas.

Cisneros-Mata *et al.* (1997b) estimaron, con modelos de producción excedente, una biomasa media de 13 330 t y un *RMS* de 10 682 t. Para el periodo de 1996 a 2003 se estimó una biomasa media de 4 493 t y un *RMS* de 2 570 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a).

Bocona

Cisneros-Mata *et al.* (1997b) estimaron, con modelos de producción excedente, una biomasa media de 11 240 t y un *RMS* de 11 100 t. Sin embargo, mediante un análisis de cohortes, utilizando información para el periodo de 1996 a 2003, se estimó una biomasa media de poco más de 233 000 t y un *RMS* de 71 100 t (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a). Un análisis por periodos (Martínez-Zavala *et al.* 2006) indicó que para el periodo 1998-2000 el *RMS* fue 21 300 t con una biomasa media de 17 500 t, mientras que para el periodo 2000-2003 el *RMS* aumentó a niveles de 84 550 t con una biomasa media de 59 600 toneladas.

Estado actual de la pesquería de peces pelágicos menores

Costa occidental de la península de Baja California

- Sardina Monterrey *Sardinops sagax*: las expectativas en Ensenada, BC, son buenas en términos de disponibilidad de recurso para la flota, ya que los niveles de biomasa siguen siendo altos (véase Fig. 12). Sin embargo, debido a los problemas que existen en la fase de industrialización, la expectativa de la pesquería en su conjunto sigue sin ser alentadora, aunque también persiste la posibilidad de que mejore en la medida en que se incrementen los cultivos de atún en la región costera de Baja California o en otros lugares del mundo en donde se ha estado incentivando este tipo de actividades productivas. La otra opción es la reactivación de la industria conservera de Ensenada, lo que podría permitir a la flota actual incrementar el índice de utilización de su capacidad de acarreo.
- En Bahía Magdalena, BCS, la disponibilidad y la abundancia de este recurso también es alta. Después del impacto de El Niño 1997-1998 y La Niña 1998-1999, el ambiente recuperó sus condiciones favorables y las capturas desembarcadas se incrementaron notablemente, lo mismo que la CPUE, por lo que se espera que las capturas de sardina Monterrey se mantengan en niveles que oscilen entre 40 000 y 50 000 toneladas.

- Macarela *Scomber japonicus*: en Ensenada y en Bahía Magdalena se espera que después de su máximo histórico en 1998, la captura de macarela se mantenga en las cifras promedio, es decir, en Ensenada alrededor de 4 000 t y en Bahía Magdalena sean menores a las 1 000 t. Aunque en el caso de Ensenada se enfrenta el mismo problema que para la sardina Monterrey.
- Anchoqueta norteña *Engraulis mordax*: la población de anchoqueta y las capturas en la costa de Baja California siguen deprimidas, por lo que no se espera que aporten más de 3%-5% del total descargado (capturas menores a las 5 000 t).
- Sardina crinuda *Opisthonema* spp.: en Bahía Magdalena se espera que la biomasa y la captura de crinuda se mantengan alrededor del promedio del año 2000 al 2009, con niveles de captura alrededor de 3 500 t, aunque el promedio de los últimos tres años fue de 7 700 t.

Golfo de California

- Sardina Monterrey *Sardinops sagax*: esta especie se recuperó del colapso del inicio de la década de los años noventa y de los eventos El Niño 1997-1998 y La Niña 1998-1999. Aun si continúa la tendencia creciente de la biomasa, no se espera que ésta crezca mucho más, por lo que si se estabiliza en los niveles promedio de los últimos seis años, se esperaría que las capturas de esta especie, en el Golfo de California, se mantengan en niveles que podrían oscilar, en promedio, entre 100 000 y 300 000 t por temporada de pesca, dependiendo en gran medida de las condiciones ambientales imperantes en una temporada dada.
- Sardina crinuda *Opisthonema* spp.: en Sonora, si se consideran los estimados del *RMS* y de la biomasa media se esperaría que capturas de sardina crinuda se mantengan dentro de los niveles observados en las últimas temporadas, cuyo valor promedio sería de 58 000 toneladas.
- En Sinaloa, de mantenerse los niveles de biomasa observados en la última década, se esperaría que las capturas de crinuda se mantuvieran en niveles promedio, es decir, capturas de aproximadamente 67 000 t por temporada de pesca.
- Sardina bocona *Cetengraulis mysticetus*: este componente de la pesquería, tanto en Sonora como en Sinaloa, ha aumentado su disponibilidad a tal grado que en varios años ha sido la tercera o segunda y, recientemente, la primera especie más importante en las descargas (Sonora) y la primera en Sinaloa. Considerando el comportamiento de las últimas tres temporadas las capturas pueden ser muy variables, en Sonora podrían estar entre las 10 000 t y 100 000 t; mientras que en Sinaloa, esta especie podría aportar capturas entre las 10 000 t y 50 000 t, sin embargo pueden incrementar sus volúmenes de captura.
- Anchoqueta norteña *Engraulis mordax*: aunque la biomasa de anchoqueta del Golfo se encuentra entre 100 000 t y 235 000 t, por problemas de índole tecnológica no hay una pesquería dirigida particularmente a esta especie. Sin embargo, la anchoqueta

representa un importante recurso potencial, sobre todo para la elaboración de harina y aceite de pescado, con potenciales de al menos 10 000 t por temporada, aunque se han presentado temporadas en las que esta especie es altamente disponible de manera local (frente a Guaymas) y las capturas han sido alrededor de 75 000 toneladas.

- Macarela *Scomber japonicus*: en Sonora, al igual que en la costa occidental de la península de Baja California, se espera que después de su máximo histórico en 2011-2012, la captura de macarela se mantenga dentro de las cifras promedio, es decir, alrededor de 7 000 t, aunque puede oscilar entre 4 000 t y 15 000 toneladas.
- Japonesa *Etrumeus teres*: en Sonora, al igual que en Bahía Magdalena, no se esperan capturas superiores al promedio, es decir, capturas de alrededor de 4 500 toneladas.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Las fluctuaciones naturales de las poblaciones de peces pelágicos menores influyen directamente en su administración (Nevárez-Martínez 2000), particularmente en la toma de decisiones sobre el tamaño de la flota. El principal problema de esta pesquería ha sido que la demanda industrial de materia prima rebasaba con mucho la biomasa disponible. Esta demanda excesiva estimuló tanto el crecimiento de la flota que resultaba poco rentable, pero al presentarse cambios abruptos en la disponibilidad del recurso, parte importante de la planta industrial sufrió pérdidas y se deterioró, lo que ocasionó que un número importante de esas plantas y más de 50% de la flota que operaba en esos años (entre 1989 y 1993), quebrara. A mediados de los años 2000, la capacidad de procesamiento de peces pelágicos menores en Sonora era de 500 000 t · año de materia prima en peso vivo, mientras que la oferta natural promedio estaría alrededor de 360 000 t (Martínez-Zavala *et al.* 2006, Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006), es decir, hubo un mejor balance. Con la implantación de la NOM-003-PESC-1993 (DOF 1993), esta pesquería prácticamente es de acceso restringido.

La capacidad de acarreo de los barcos activos (v.g. 2011) del Golfo de California es suficiente para capturar más de 375 000 t · año, con una eficiencia de operación superior a 80%. En consecuencia, y haciendo hincapié en el potencial biológico de todo el conjunto de especies de pelágicos menores, no se justificaría un incremento en el tamaño de la flota más allá de 48 barcos. En el caso de las flotas de las otras zonas de pesca, se recomienda que estas se mantengan en los niveles actuales, es decir, el tamaño de las flotas comerciales debe quedar (en tanto se realizan las prospecciones en curso) de la siguiente manera: 48 barcos en Sonora, 20 en Baja California (Ensenada e Isla Cedros), seis en BCS (Bahía Magdalena) y 12 en Sinaloa (Mazatlán). Sin

embargo, y con base a los resultados preliminares que ya se tienen, se recomienda otorgar permisos de pesca de fomento para realizar actividades de prospección entre 15 millas y 150 millas fuera de la costa, área que no es trabajada actualmente por la flota con permisos comerciales.

Se está explorando la aplicación de programas de pesca basados en el tamaño de las existencias, medidas por lo menos anualmente mediante técnicas de hidroacústica. Se prevé seguir desarrollando más modelos para predicción, calibrados con información independiente de la pesquería, además de la derivada a partir de ésta. Se utilizarán datos de cruceros, de estaciones de monitoreo ambiental, estructura de edad, tallas, selectividad y reproducción. La resolución mensual se seguirá explorando para afinarla y que pueda ser utilizada como herramienta de pronóstico y manejo en el corto plazo.

Las variaciones de abundancia y disponibilidad a las que están sujetos los pelágicos menores hacen que sea muy difícil predecir cambios de biomasa en el largo plazo; sin embargo, se seguirá explorando y afinando el modelo con que ahora se cuenta (Nevárez-Martínez 2000). En tales circunstancias, una opción es aplicar una tasa fija de explotación (Walters y Parma 1996). Si éste fuera el caso, para la sardina Monterrey del Golfo de California se estimó que el nivel de mortalidad por pesca no debe ser mayor a 0.22 por año (Nevárez-Martínez *et al.* 1999).

El crecimiento poblacional de la sardina se relaciona con la edad de primera reproducción, y ésta varía interanualmente (Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006). Cuando la edad de la primera reproducción disminuye, se reduce también el impacto de la captura de sardina pequeña, siempre y cuando se permita la reproducción antes de la captura. Esto es importante puesto que entonces la talla legal de primera captura debería ser variable y el manejo muy dinámico.

Para la pesquería de Ensenada existe la posibilidad de aumentar el rendimiento de sardina Monterrey si la talla mínima legal se establece en 160 mm y si la tasa de mortalidad por pesca (F) es igual o menor a la tasa de mortalidad natural (M), que para esa área es de $M = 0.4-0.45 \cdot \text{año}$. Para la macarela se ha hecho la recomendación de que la talla legal de captura sea de 315 mm (García-Franco y Sánchez 1997).

A raíz de que el sector industrial manifestara interés en que se estimara la posibilidad de que se autorizara que una proporción de la captura pudiese estar por debajo de la talla mínima legal, se determinó que dicho porcentaje no debe ser mayor a 30% de las capturas totales por año (DOF 2004, 2010, Nevárez-Martínez *et al.* 2004a, 2006). Se contempla incluir esta determinación en la Norma Oficial Mexicana para los pelágicos menores.

Para el Golfo de California es preciso que queden formalizadas las medidas acordadas en las reuniones trimestrales (entre el sector sardinero, autoridades federales y estatales y el CRIP Guaymas), pues ésta es la mejor forma de ejercer el manejo participativo que la pesquería demanda. Si esto ocurre, por el momento las tallas legales de captura deberían permanecer como se recomendó en la modificación de la NOM que

está en proceso de revisión. La talla para sardina Monterrey debe quedar, al menos hasta que las investigaciones no indiquen otra cosa, en 150 mm, con un máximo de 30% en número por temporada de pesca como captura incidental.

Se debe apoyar el desarrollo de la pesca y del mercado de anchoveta del Golfo de California. Como medida de manejo, esto liberaría la presión que se ejerce sobre la sardina Monterrey, la especie objetivo en este momento.

Campos de colaboración

En el Golfo de California, la colaboración de CANAINPES, CICIMAR, DICTUS-UNISON, UNAM e ITG con el INAPESCA ha resultado en la ejecución de cruceros experimentales para estimar la biomasa por eointegración. Se continúa con estos cruceros, que además se aprovechan para hacer estudios de productividad primaria, plancton y oceanografía física. En ellos participan investigadores de CICIMAR, CIBNOR, DICTUS-UNISON, UNAM e ITG.

En la costa occidental de la península deberá continuar la participación del INAPESCA en el Programa IMECOCAL coordinado por CICESE, que tiene como objetivo el monitoreo ambiental y biológico de la Corriente de California (en la región occidental de la península de Baja California), hábitat de los pelágicos menores. Los programas cuentan con la participación, además del INAPESCA, CICIMAR, CIBNOR, CICESE, ICMYL, por parte de México, y SCRIPPS, SWFSC y CDFG, por parte de Estados Unidos.

El manejo de estos recursos será beneficiado con el reconocimiento oficial del Comité Técnico para la Investigación de los Pelágicos Menores (CTIPM) y la formalización de subcomités estatales de pesca con la participación del INAPESCA, industria, gobiernos locales y federales, además de instituciones académicas y los sistemas productivo de pelágicos menores. Esto es relativamente fácil de lograr puesto que existen dos antecedentes. Cada tres meses se reúnen en Guaymas representantes de la industria, el gobierno de Sonora y autoridades de Pesca, convocados por el CRIP Guaymas. Se discute el desarrollo de la pesquería, y el CRIP proporciona informes técnicos sobre el estado de la pesca y las condiciones ambientales. En forma oportuna se muestran resultados de cruceros que la propia industria y, en ocasiones, el gobierno del estado ayuda a financiar.

Por otro lado, cada año, a partir de 1992, se reúne el Comité Técnico de Pelágicos Menores, conformado por representantes de la industria y del sector académico, además de los del INAPESCA. En cada taller se presentan avances de la investigación sobre ecología, pesquerías y manejo de pelágicos menores de México. Por ejemplo, en junio de 2000, en Ensenada (BC), el tema del VIII Taller anual fue “Manejo adaptativo de pelágicos menores”.

El sector productivo de Guaymas ve con interés la propuesta del INAPESCA de ejecutar un programa de marcado de sardinas en el Golfo de California. Esto es factible con la participación del CIBNOR, del CICIMAR, de INAPESCA y de la propia industria.

Por su carácter migratorio, la población de sardina Monterrey de la costa occidental de la península de Baja California se localiza en aguas costeras de Estados Unidos y de México. Esto es de gran importancia para los fines del manejo de la pesquería en Baja California, pues en estos momentos, en el contexto de la evaluación de la pesquería de sardina, la estimación de biomasa que es considerada como aceptable es la propuesta por el NMFS en conjunto con el CDFG. A partir de este estimado, y de una suposición muy cuestionable sobre la proporción que de esa biomasa estimada se distribuye en aguas de EU, se establecen sus cuotas de capturas. En este caso, EU supone que 87% de esa biomasa se distribuye en sus aguas; esa conjetura pone a México en una posición desventajosa en muchos aspectos, incluidos el biológico, el ecológico y el económico; sobre todo porque no tiene sustento. Es altamente recomendable que las investigaciones se realicen de manera conjunta para definir, de manera clara y objetiva, el patrón de distribución real de la sardina en la región de California-Baja California. Esto podría tal vez hacerse en el marco de MEXUS-PACÍFICO.

REFERENCIAS

- ACEVES-MEDINA G, A Hinojosa-Medina, SPA Jiménez-Rosenberg, R Funes-Rodríguez y R Saldierna-Martínez. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. *J. Fish Biol.* 65: 1-16.
- AHLSTROM EH. 1954. Distribution and abundance of egg and larval populations of the Pacific sardine. *Fish. Bull.* 93: 1-140.
- AHLSTROM EH. 1965. A review of the effects of the environment of the Pacific sardine. *ICNAF Special Pub.* 6: 53-76.
- ARENAS FP, RJ Hunter y LD Jacobson. 1996. The 1994 México-U.S. spawning biomass survey for Pacific sardine (*Sardinops sagax*) and the 1995 CalCOFI Sardine Symposium. *CalCOFI Rep.* 37: 129-133.
- BAKUN A y RH Parrish. 1982. Turbulence, transport, and pelagic fish in the California and Peru Current systems. *CalCOFI Rep.* 23: 99-112.
- BEDDINGTON JR y JG Cooke. 1983. The potential yield of fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.* 242: 1-47.
- BERRY H y I Barret. 1963. Gillraker analysis and speciation in the thread herring genus *Opisthonema*. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Bull.* 2(vii): 1-153.
- CADET HH y L Berner. 1959. Food of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Fishery Bulletin* 164 (60): 171-183.
- CalCOFI. 1961. Review of the pelagic wet fisheries during the 1959-60 season. *CalCOFI Rep.* 8: 13-16.
- CASTRO-GONZÁLEZ JJ y OM 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 JS Sunada. 1977. The fishery for Northern anchovy (*Engraulis mordax*) off California and Baja California in 1975. *CalCOFI Rep.* 19: 147-165.
- CISNEROS-MATA MÁ. 1987. Biología reproductiva de sardina Monterrey en la costa occidental de Baja California Sur y costa de Sonora. En: M Ramírez (ed.). *Symposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México*. La Paz, BCS. Abril 1987.
- CISNEROS-MATA MÁ, JP Santos-Molina, JA De Anda M, A Sánchez-Palafox y J Estrada G. 1987. Pesquería de sardina en el noroeste de México (1985/86). Informe técnico (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 79p.
- CISNEROS-MATA MÁ, JA De Anda M, J Estrada-García, F Páez-Barrera y A Quiroz S. 1988. Pesquería de sardina del Golfo de California y costa de Sinaloa (Informe 1986/87 y Diagnostico). Informe técnico (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 67p.
- CISNEROS-MATA MÁ, GJ Estrada, JP Santos-Molina, A Godínez-Cota y CE Alvarado. 1989. Diagnóstico de la pesquería de sardina en el estado de Sonora. Temporada 1987-1988. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 70p.
- CISNEROS-MATA MÁ, MO Nevárez-Martínez, G Montemayor-López, JP Santos-Molina y R Morales-Azpeitia. 1991. Pesquería de sardina en el Golfo de California 1988/89 -1989/90. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 80p.
- CISNEROS-MATA MÁ, MO Nevárez-Martínez y MG 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 MÁ, G Montemayor-López y MO 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 MÁ, 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 MÁ, MO Nevárez-Martínez, MÁ Martínez-Zavala, ML Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina, ÁR Godínez-Cota y G Montemayor-López. 1997a. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991/92 a 1995/96. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 59p.
- CISNEROS-MATA MÁ, JP Santos-Molina, A Godínez-Cota, MO Nevárez-Martínez, M Anguiano-Carrasco y MÁ Martínez-Zavala. 1997b. Pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California durante los oscuros 1 (octubre) al 3 (diciembre) de la temporada 1996/97. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 13p.
- CISNEROS-MATA MÁ, MÁ Martínez-Zavala, E Cotero-Altamirano, W García-Franco y F Páez-Barrera. 1998. Recomendaciones para el manejo de las pesquerías de pelágicos menores del noroeste de México. Dictamen técnico (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. 21p.
- CONSER RJ, KT Hill, PR Crone, NCH Lo y D Bergen. 2001. Stock assesment of Pacific sardine with management recommendations for 2002. Stock Assesment and Fishery Evaluation (SAFE) Reports. Pacific Fishery Management Council, Portland, OR. EU.

- CONSER RJ, KT Hill, PR Crone, NCH Lo y D Bergen. 2003. Stock assessment of Pacific sardine with Management Recommendations for 2004. Stock Assessment and Fishery Evaluation (SAFE) Reports. Pacific Fishery Management Council, Portland, OR, EU.
- CONSER RJ, KT Hill, P Crone, N Lo y R Félix-Uraga. 2004. Assessment of Pacific sardine stock for U.S. Management in 2005. Stock Assessment Review (STAR) Panel Reports. Pacific Fishery Management Council, Portland, OR, EU.
- COTA-VILLAVICENCIO A y FX Sánchez-Ruiz. 2004. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores en Baja California, durante la temporada de pesca del 2003. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Ensenada, Instituto Nacional de la Pesca.
- COTA-VILLAVICENCIO A, R Troncoso y FJ Sánchez. 2006. Análisis de la pesquería de pelágicos menores para la costa occidental de BC. Durante la temporada del 2005. *Memorias del XIV Taller de Pelágicos Menores*, La Paz, BCS, México, 21 al 23 de junio de 2006.
- COTA-VILLAVICENCIO A, R Troncoso-Gaytán, M Romero-Martínez y MO Nevárez-Martínez. 2010. Situación de la pesquería de pelágicos menores en la costa noroccidental de Baja California durante las temporadas de pesca 2007 y 2008. *Ciencia Pesquera* (18) 2: 19-32.
- COTERO-ALTAMIRANO CE. 2000. Biomasa desovante de anchoveta (*Engraulis mordax*) en el Golfo de California. Tesis de Doctorado. CICESE. 121p.
- COTERO-ALTAMIRANO CE y YA Green-Ruiz. 1997. Biomasa desovante de anchoveta (*Engraulis mordax*) en el Golfo de California. *CalCOFI Rep.* 38: 171-179.
- DERISO RB, TJ Quinn y PR Neal. 1985. Catch-at-age analysis with auxiliary information. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 815-824.
- DERISO RB, JT Barnes, LD Jacobson y P Arenas. 1996. Catch-at-age analysis for Pacific sardine (*Sardinops sagax*), 1983-1995. *CalCOFI Rep.* 37: 175-187.
- DOF. 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-003-PESC-1993, para regular el aprovechamiento de las especies de sardina Monterrey, piña, crinuda, bocona, japonesa y de las especies anchoveta y macarela, con embarcaciones de cerco, en aguas de Jurisdicción Federal del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. México. 31 de diciembre de 1993.
- DOF. 2004. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 15 de marzo de 2004.
- DOF. 2010. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 2 de diciembre de 2010.
- DICKERSON TL, BJ Macewicz y JR Hunter. 1992. Spawning frequency and batch fecundity of chub mackerel, *Scomber japonicus*, during 1985. *CalCOFI Rep.* 33: 130-140.
- EHRHARDT NM. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on the Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population. *Bull. Mar. Sci.* 49(1-2): 325-332.
- FÉLIX-URAGA R. 1986. Edad, crecimiento y estructura poblacional de *Sardinops sagax caerulea* en Bahía Magdalena, durante 1981 a 1984. Tesis de Maestría. CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional. 103p.
- FÉLIX-URAGA R, RM Alvarado-Castillo y R Carmona-Piña. 1996. The sardine fishery along the western coast of Baja California, 1981 to 1994. *CalCOFI Rep.* 37: 188-192.
- FÉLIX-URAGA R, C Quiñonez-Velázquez y FN Melo-Barrera. 2002. La pesquería de sardina en Bahía Magdalena, BCS durante 2001. *Resúmenes del X Taller de pelágicos menores*. 1-3 de junio de 2002. INP-CICIMAR-IPN, La Paz, BCS.

- FÉLIX-URAGA R, C Quiñónez-Velázquez y FN Melo Barrera. 2003. La pesquería de sardina en Bahía Magdalena, BCS durante 2002. *Resúmenes del XI Taller de pelágicos menores*. 11-13 de junio de 2003. CRIP - Mazatlán, Mazatlán, Sin.
- FÉLIX-URAGA R, VM Gómez-Muñoz, C Quiñónez-Velázquez, FN Melo-Barrera y W García-Franco. 2004. On the existence of Pacific sardine groups off the west coast of Baja California and southern California. *CalCOFI Rep.* 45: 146-151.
- FÉLIX-URAGA R, VM Gómez-Muñoz, C Quiñónez-Velázquez, FN Melo Barrera, KT Hill y W García-Franco. 2005. Pacific sardine (*Sardinops sagax*) stock discrimination off the west coast of Baja California and southern California using otolith morphometry. *CalCOFI Rep.* 46: 113-121.
- FÉLIX-URAGA R, E Álvarez-Trasviña, C Quiñónez-Velázquez, FN Melo-Barrera y R García-Morales. 2012. La pesquería de sardina en Bahía Magdalena, durante 2011. *Resúmenes del XIX Taller de pelágicos menores*. 8-10 de junio de 2012. INAPESCA-CICIMAR-IPN, La Paz, BCS.
- FITCH JE. 1956. Pacific Mackerel. *CalCOFI Rep.* 5: 29-32.
- FUNES-RODRÍGUEZ R, R González-Armas y A Esquivel-Herrera. 1995. Abundancia y composición específica del ictioplancton en la costa del Pacífico frente a Baja California Sur (1983-1985). *Hidrobiológica* 5: 125-131.
- FUNES-RODRÍGUEZ R, A Hinojosa-Medina, R Avendaño-Ibarra, ME Hernández-Rivas, R Saldierna-Martínez y W Watson. 2001. Spawning of small pelagic fish in Magdalena, Baja California Sur, México, at the beginning of the 1997-1998 El Niño event. *Est. Coast. Shelf Sci.* 53: 653-664.
- FUNES-RODRÍGUEZ R, A Hinojosa-Medina, G Aceves-Medina, R Saldierna-Martínez y ME Hernández-Rivas. 2004. Diagnóstico taxonómico y distribución de la abundancia de los primeros estadios de vida de los peces pelágicos menores. En: C Quiñónez-Velázquez y JF Elorduy-Garay (eds.). *Ambiente y pesquería de pelágicos menores en el noroeste de México*. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México, pp: 27-56.
- FUNES-RODRÍGUEZ R, JD Leal-Espinoza, A Hinojosa-Medina, ME Hernández-Rivas y C Flores-Coto. 2007. Composición, distribución y abundancia de larvas de peces en Bahía Magdalena. En: R Funes-Rodríguez, J Gómez-Gutiérrez y R Palomares-García (eds.). *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena*. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México, pp: 205-219.
- FUNES-RODRÍGUEZ R, R Cervantes-Duarte, S López-López, A Hinojosa-Medina, A Zárate-Villafranco y MG Esqueda-Escárcega. 2012. Abundance patterns of early stages of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) during a cooling period in a coastal lagoon south of the California Current. *Scientia Marina* 76(2): 247-257. DOI: 10.3989/scimar.03442.20C .
- GARCÍA-FRANCO W, A Cota-Villavicencio, ML Granados-Gallegos y FJ Sánchez-Ruíz. 1995a. Análisis de las pesquerías de sardina y macarela durante la temporada de pesca 1992 en la costa occidental de Baja California, México. *Ciencia Pesquera* 11: 1-8.
- GARCÍA-FRANCO W, A Cota-Villavicencio, ML Granados-Gallegos y FJ Sánchez-Ruíz. 1995b. Análisis de las pesquerías de pelágicos menores durante la temporada de pesca 1993 en la costa occidental de Baja California, México. *Ciencia Pesquera* 11: 9-14.
- GARCÍA-FRANCO W, A Cota-Villavicencio, ML Granados-Gallegos y FJ Sánchez-Ruíz. 1995c. Análisis de las pesquerías de pelágicos menores durante la temporada de pesca 1994 en la costa occidental de Baja California, México. *Ciencia Pesquera* 11: 15-20.

- GARCÍA-FRANCO W y RFJ Sánchez. 1996. Proyecto Pelágicos Menores: Boletín Anual de la Temporada 1995. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Ensenada, Instituto Nacional de la Pesca.
- GARCÍA-FRANCO W y RFJ Sánchez. 1997. Proyecto Pelágicos Menores: Boletín Anual de la Temporada 1996. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Ensenada, Instituto Nacional de la Pesca.
- GARCÍA-FRANCO W y RFJ Sánchez. 2003. Análisis de la pesquería de pelágicos menores de la costa occidental de Baja California durante la temporada del 2002. *Boletín Anual 2003*. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Ensenada, Instituto Nacional de la Pesca.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ FJ y D Auriolos-Gamboa. 2004. Spatial and temporal variation in the diet of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the Gulf of California, Mexico. *Fish. Bull.* 102: 47-62.
- GARCÍA S, P Sparre y J Csirke. 1989. Estimating surplus production and maximum sustainable yield from biomass data when catch and effort time series are not available. *Fisheries Research* 8: 13-23.
- GARCI-CRESPO RR, MM Guzmán, AP 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.
- GLUYAS-MILLÁN MG. 1989. Periodo de reproducción, distribución de tallas y relación longitud-peso de la macarela del litoral de Baja California. *Inv. Mar. CICIMAR* 4(1): 65-72.
- GLUYAS-MILLÁN MG. 2004. Biología y dinámica poblacional de la macarela *Scomber japonicus* del Golfo de California. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. 151p.
- GLUYAS-MILLÁN MG. 1990. Edad, crecimiento y estructura poblacional de la macarela *Scomber japonicus* de Bahía Vizcaíno durante 1984-1986. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN, La Paz, BCS, México, 83p.
- GLUYAS-MILLÁN MG y C Quiñónez-Velázquez. 1996. Evidencias de distintos grupos poblacionales de macarela *Scomber japonicus*. *Ciencias Marinas* 22(3): 377-395.
- GLUYAS-MILLÁN MG y C Quiñónez-Velázquez. 1997. Age, growth and reproduction of Pacific mackerel *Scomber japonicus* in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science* 61(3): 837-847.
- GLUYAS-MILLÁN MG, R Reyes-Tisnado, R Félix-Uraga, F Guerrero-Escobedo, C Quiñónez-Velázquez y F Melo-Barrera. 2003. Pesquería de pelágicos menores en Baja California Sur, 2000-2002. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - La Paz, Instituto Nacional de la Pesca. 42p.
- GÓMEZ-MUÑOZ VM, C Quiñónez-Velázquez y R Félix-Uraga. 1990. Distribución de las especies de carnada de la flota varera mexicana, durante 1988 a 1990. *Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. SIMAC*. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 1991.
- GREEN-RUIZ YA. 2000. Revisión de las etapas de vida de la anchoveta nortea (*Engraulis mordax* Girard 1856) en el Golfo de California, con miras a determinar el estado de la población a través de análisis matriciales. Tesis de Doctorado. CICESE. Ensenada, BC, México. 179p.
- GREEN-RUIZ YA y A Hinojosa-Corona. 1997. Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from 1990 to 1994, using satellite images of seas surface temperatures. *Journal of Plant Research* 19(8): 957-968.
- GUERRERO-ESCOBEDO F y MG Gluyas-Millán. 1996. Pesca de anchoveta con sistemas de arrastre de media agua en la costa occidental de Baja California Sur y Golfo de California. *Oceanología* 9(1): 41-50.

- GULLAND JA. 1965. Estimation of mortality rates. Annex to Artic Fisheries Working Group Report. International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1965, document 3 (mimeo), Copenhagen.
- HAMMANN MG y MÁ Cisneros-Mata. 1989. Range extension and commercial capture of the Northern anchovy *Engraulis mordax* Girard, in the Gulf of California, Mexico. *Calif. Fish and Game* 75: 49-53.
- HAMMANN MG, MO Nevárez-Martínez y Y Green-Ruiz. 1998. Spawning habitat of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: Egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991. *CalCOFI Rep.* 39: 169-179.
- HERNÁNDEZ-VÁZQUEZ S. 1994. Distribution of eggs and larvae from sardine and anchovy off California and Baja California, 1951-1989. *CalCOFI Rep.* 35: 94-107.
- HILL KT, NCH Lo, BJ Macewicz y R Félix-Uraga. 2005. Assessment of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population for u.s. management in 2006. Pacific Fishery Management Council, Agenda Item D.I. a, *Supplemental Attachment* 1. 141p.
- HILL KT, NCH Lo, BJ Macewicz y R Félix-Uraga. 2006. Assessment of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caerulea*) population for u.s. management in 2007. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-396. 79p.
- HUNTER JR y BJ Macewicz. 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency, and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. *CalCOFI Rep.* 21: 139-149.
- JACOB-CERVANTES ML. 1996. Análisis de la pesquería de sardina crinuda, basado en las capturas comerciales, en el puerto de Mazatlán, de las temporadas 1972/73-1990/91. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. 115p.
- JACOB-CERVANTES ML, M Gallardo-Cabello, X Chiappa-Carrara y A Ruiz-Luna. 1992. Régimen alimentario de la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Pisces: Clupeidae) en el Golfo de California. *Rev. Biol. Trop.* 40(2): 233-238.
- JACOB-CERVANTES ML, YA Green-Ruiz, MA Valdez-Ornelas, I López-Nuño, P Valdez-Ledón y A Verde-Valdez. 2008. Desarrollo de la Pesquería de Pelágicos Menores en el sur del Golfo de California durante el 2007. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Mazatlán, Instituto Nacional de la Pesca. 26p.
- JACOB-CERVANTES ML, E Márquez-García, MA Valdez-Ornelas, RE Gastelum-Villareal y R Vallarta-Zárate. 2012. La pesquería de pelágicos menores en el sur del Golfo de California, durante el 2011. *Resúmenes del XX Taller de pelágicos menores*. 3-5 de julio de 2012. CRIP - Guaymas, Son.
- JACOB-CERVANTES ML, R Vallarta-Zárate, J Payán-Alejo, D Becerra-Arroyo y A Verde-Hernández. 2013. Estado de la pesquería de pelágicos menores en el sur del Golfo de California 2012. *Resúmenes del XXI Taller de pelágicos menores*. 5-7 de junio de 2013. CRIP - Mazatlán, Sin.
- 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. 1983. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? Biological basis in fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. Actas para la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición por especies de recursos de peces neríticos San José, Costa Rica, 18-29 de abril de 1983. FAO, Informe de Pesca 3(291): 1065-1080.
- KNAGGS EH y R Parrish. 1973. Maturation and growth of Pacific mackerel *Scomber japonicus* Houttuyn. *Calif. Dep. Fish and Game* 59: 114-120.

- Legault CM y VR Restrepo. 1999. A flexible age-structured assessment program. *ICCAT collective Volume of Scientific papers* 49: 246-253.
- LLUCH-BELDA D, BFJ Magallón y RA Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: possible causes. *CalCOFI Rep.* 27: 136-140.
- LLUCH-BELDA D, RJM Crawford, T Kawasaki, AD MacCall, RH Parrish, RA Schwartzlose y PE Smith. 1989. World wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: the regime problem. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 8: 195-205.
- LLUCH-BELDA D, S Hernández-Vázquez y RA Schwartzlose. 1991a. A hypothetical model for the fluctuation of the California sardine population (*Sardinops sagax caerulea*). En: T Kawasaki, S Tanaka, Y Toba y 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, pp: 293-300.
- LLUCH-BELDA D, DB Lluch-Cota, S Hernández-Vázquez, CA Salinas-Zavala y RA Schwartzlose. 1991b. Sardine and anchovy spawning as related to temperature and upwelling in the California Current system. *CalCOFI Rep.* 32: 105-111.
- LLUCH-BELDA D, MJ Arvizu, S Hernández-Vázquez, D Lluch-Cota, ACZ Salinas, T Baugartener, G Hammann, VA Cota, CE Coterio, FW García, O Pedrín, SM Lizárraga, MA Martínez, R Morales, MO Nevárez M, JP Santos M, R Ochoa B, SR Rodríguez, JR Torres V y F Páez B. 1995. Atlas Pesquero de México. Pesquerías Relevantes. Secretaría de Pesca/Instituto Nacional de la Pesca/Universidad de Colima (Centro Nacional Editor de Discos Compactos). 310p.
- LLUCH-COTA SE, DB Lluch-Cota, D Lluch-Belda, MO Nevárez-Martínez, A Pares-Sierra y S Hernández-Vázquez. 1999. Variability of sardine catch as related to enrichment, concentration, and retention processes in the central Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 40: 185-190.
- LLUCH-BELDA D, DB Lluch-Cota y SE Lluch-Cota. 2003. Baja California's Biological Transition Zones: Refuges for the California Sardine. *J. Oceanogr.* 59: 503-513.
- LO NC, E Dorval, R Funes-Rodríguez, ME Hernández-Rivas, Y Huang y Z Fan. 2010. Utilities of larval densities of Pacific mackerel (*Scomber japonicus*) off California, USA and west coast of Mexico from 1951 to 2008, as spawning biomass indices. *Ciencia Pesquera* 18(2): 59-75.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ J, MO Nevárez-Martínez, RE Molina-Ocampo y FA Manrique-Colchado. 1999. Traslado en el tipo y tamaño de presa que forman la dieta de la sardina Monterrey *Sardinops caeruleus* (Girard 1856), la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Günther 1867) y la anchoveta nortea *Engraulis mordax* (Girard 1856) en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(4): 541-556.
- LYLE-FRITCH LP, O Chapa-Morales, R Gastélum, MA Valdez-Ornelas e I López-Nuño. 1997. Fluctuaciones, tallas, época reproductiva, flota y procesamiento industrial de la sardina crinuda (*Opisthonema* spp.) Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Mazatlán, Instituto Nacional de la Pesca. 19p.
- LYNN RJ. 2003. Variability in the spawning habitat of Pacific sardine (*Sardinops sagax*) off southern and central California. *Fish. Oceanogr.* 12: 541-553.
- MACEWICZ BJ, JJ Castro-González, CE Coterio-Altamirano y JR Hunter. 1996. Adult reproductive parameters of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) during 1994. *CalCOFI Rep.* 37: 140-151.

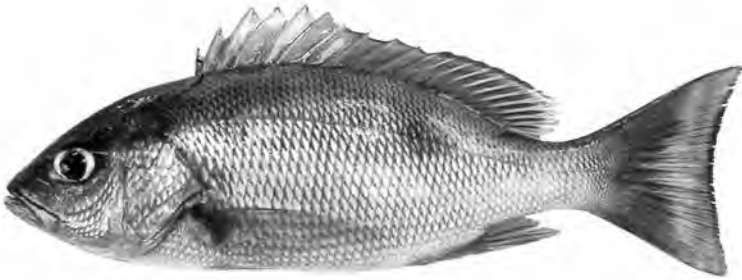
- MARTÍNEZ-ZAVALA MÁ. 2004. Perspectivas de la pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California: pronóstico de captura para la temporada de pesca 2003/2004. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 8p.
- MARTÍNEZ-ZAVALA MÁ, MÁ Cisneros-Mata, ML Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina, MO Nevárez-Martínez, AR Godínez-Cota y G Montemayor-López. 2000. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1996/97 y 1997/98. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 52p.
- MARTÍNEZ-ZAVALA MÁ, MO Nevárez-Martínez, M Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina y A Godínez-Cota. 2006. Diagnóstico de la pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California, temporadas de pesca 1998/99 a 2002/03. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 94p.
- MARTÍNEZ-ZAVALA MÁ, MO Nevárez-Martínez, M Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina y A Godínez-Cota. 2008. Programa pelágicos menores. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de la Pesca. 20p.
- MARTÍNEZ-ZAVALA MÁ, MO Nevárez-Martínez, ML Anguiano-Carrasco, JP Santos-Molina y AR Godínez-Cota. 2010. Captura de peces pelágicos menores en el Golfo de California, temporadas de pesca 2007-2008. *Ciencia Pesquera* 18(2): 5-18.
- MEGREY BA. 1989. Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. *American Fishery Society Symposium* 6: 8-48.
- MELO-BARRERA FN, R Félix-Uraga y C Quiñónez-Velázquez. 2010. Análisis de la pesquería de *Sardinops sagax* en la costa occidental de Baja California Sur, México, durante 2006-2008. *Ciencia Pesquera* 18(2): 33-46.
- MILLER DJ y RN Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *Calif. Fish Game. Fish. Bull.* 157. Sacramento. 249p.
- MOLINA-OCAMPO RE, FA Manrique y HE Velasco. 1996. Filtering apparatus and feeding of the Pacific Mackerel (*Scomber japonicus*) in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 37: 251-256.
- MOLINA-VALDEZ D, F Páez-Barrera, FJ Magallón-Barajas, FA Castro F y C Castro-Aguirre. 1984. Análisis biológico pesquero de la pesquería de sardina en el puerto de Guaymas, Sonora. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. Agosto 1984. 276p.
- MOSER HG, RL Charter, PE Smith, SR Ambrose, CA Charter, M Meyer y W Watson. 1993. Distributional atlas of fish larvae and eggs in the California Current region: taxa with 1000 or more total larvae, 1951 through 1984. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest, Atlas* 31. Scripps Inst. of Oceanog. La Jolla, CA, 233p.
- MURPHY GI. 1961. Oceanography and variations in the Pacific sardine population. *CalCOFI Rep.* 8: 55-64.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO. 1990. Producción de huevos de la sardina Monterrey (*Sardinops sagax caeruleus*) en el Golfo de California: una evaluación y crítica. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, BC. 144p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO. 2000. Variabilidad de la población de sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) en el Golfo de California, México. Tesis de Doctorado. CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS. 103p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, R Morales-Azpeitia, MÁ Martínez-Zavala, JP Santos-Molina y MÁ Cisneros-Mata. 1993. Pesquería de pelágicos menores en el Golfo de California. Temporada 1990/1991. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas. INAPESCA. 70p.

- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, MÁ Cisneros-Mata, MÁ Martínez-Zavala y JP Santos-Molina. 1998. Aplicación de dos métodos para determinar el rendimiento óptimo de la sardina Monterrey (*Sardinops caeruleus*) del Golfo de California: el uso de información auxiliar. *Océanides* 13(1): 31-39.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, EA Chávez, MÁ Cisneros-Mata y D Lluch-Belda. 1999. Modeling of the Pacific sardine *Sardinops caeruleus* fishery of the Gulf of California, México. *Fisheries Research* 41: 273-283.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, D Lluch-Belda, MÁ Cisneros-Mata, JP Santos-Molina, MÁ Martínez-Zavala y SE Lluch-Cota. 2001. Distribution and abundance of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California and their relation with the environment. *Progress in Oceanography* 49: 565-580.
- NEVÁREZ MARTÍNEZ MO, MÁ Martínez-Zavala, CE Coterro-Altamirano, ML Jacob Cervantes, YA Green Ruiz, G Gluyas-Millán, A Cota-Villavicencio y JP Santos-Molina. 2004a. La pesquería de pelágicos menores (sardinias, anchovetas, macarela y afines): recomendaciones para su manejo. Dictamen técnico (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. 33p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, CE Coterro-Altamirano, MÁ Martínez-Zavala, R Félix-Uraga y A. Cota-Villavicencio. 2004b. Recruitment of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in Baja California, Mexico. *Program and Abstracts, Annual Conference 2004 CalCOFI*, 15-18 noviembre del 2004.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, MÁ Martínez-Zavala, CE Coterro-Altamirano, ML Jacob-Cervantes, YA Green-Ruiz, G Gluyas-Millán, A Cota-Villavicencio y JP Santos Molina. 2006. Peces Pelágicos Menores. En: F Arreguín-Sánchez L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-Humarán, R Solana-Sansores y C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, pp: 264-301.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, MÁ Cisneros-Mata y D Lluch-Belda. 2008. Las capturas de sardina Monterrey *Sardinops sagax* (Jenyns 1842) y su relación con el medio ambiente y el esfuerzo pesquero. En: J López-Martínez (ed.). *Variabilidad ambiental y Pesquerías en México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca-SAGARPA, pp: 183-200.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, MÁ Martínez-Zavala, JP Santos-Molina, M Anguiano-Carrasco, A Godínez-Cota y C Cervantes-Valle. 2009. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de Pesca. 56p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, MÁ Martínez-Zavala, JP Santos-Molina, A Godínez-Cota y C Cervantes-Valle. 2010. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. SAGARPA, Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora, México. 58p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, MÁ Martínez-Zavala, JP Santos-Molina, E Velarde-Romero y VE González-Máynez. 2012. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. Informe de Investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de Pesca. 64p.
- NEVÁREZ-MARTÍNEZ MO, MÁ Martínez-Zavala, JP Santos-Molina, A Valdez-Pelayo, VE González-Máynez, H Villalobos-Ortiz, ME González-Corona y DI Arizmendi-Rodríguez. 2013. La pesquería de pelágicos menores, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental y la pesca. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Guaymas, Instituto Nacional de Pesca. 65p.

- PÁEZ-BARRERA F. 1976. Desarrollo gonadal, desove y fecundidad de sardina crinuda, *Opisthonema libertate* (Gunther) de la zona de Mazatlán, basados en el análisis histológico de la gónada. *Mem. Simp. Rec. Mas. de México*. Ensenada, Baja California, Septiembre 1976, pp: 207-263.
- PARRISH RH, R Serra y WS Grant. 1989. The monotypic sardines, *Sardina* and *Sardinops*: Their taxonomy, distribution, stock structure, and zoogeography. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 2019-2036.
- PAULY D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programable calculators. *ICLARM Stud. Rev.* 8: 1-325.
- PEDRÍN OA y A Ancheita A. 1976. Estadística básica de la explotación de sardina en el noroeste de México. *Serie Información. INP/SI* i76: 52p.
- PEDRÍN OA, VA Sokolov y D Molina V. 1973. Las capturas comerciales por unidad de esfuerzo de la pesquería de sardina Monterrey en el Golfo de California de 1968 a 1972. *Prog. de Invest. y Fom. Pesq., México/PNUD/FAO. Contribuciones al Estudio de las Pesquerías de México. CEPM* (3): 1-23.
- PETERSON WT y FB Schwing. 2003. A new climate regime in northeast Pacific ecosystems. *Geophysical Research Letters* 30(17): 1-6. .
- POPE JG. 1972. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Fishery Reseach Bulletin* 9: 65-74.
- QUIÑÓNEZ-VELÁZQUEZ C, R Alvarado-Castillo y R Félix-Uraga. 2000. El ambiente y la disponibilidad de sardina Monterrey en Bahía Magdalena, BCS. *Resúmenes VIII Taller del comité técnico de pelágicos menores "Manejo adaptativo de las poblaciones de pelágicos menores"*. 14 al 16 de junio del 2000, Ensenada, BC.
- QUIÑÓNEZ-VELÁZQUEZ C, R Alvarado-Castillo y R Félix-Uraga. 2001. Sobre las causas de los cambios en la abundancia de la clase anual de *Sardinops caeruleus* de Bahía Magdalena. *Memorias del LX Taller de Pelágicos Menores*. La Paz, BCS, México, 13 al 15 de junio.
- QUIÑÓNEZ-VELÁZQUEZ C, RM Alvarado-Castillo y R Félix-Uraga. 2002. Relación entre el crecimiento individual y la abundancia de la población de la sardina del Pacífico *Sardinops caeruleus* (Pisces: Clupeidae) (Girard 1856) en Isla de Cedros, Baja California, México. *Biología Marina y Oceanografía* 37(1): 1-8.
- RADOVICH J. 1982. The collapse of the California sardine fishery: What have we learned? *CalCOFI Rep.* 23: 56-80.
- RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ G. 1987. Caracterización bioecológica de las tres especies de sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, *O. bulleri* y *O. medirastre*) del Pacífico mexicano. Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, Baja California, México. 139p.
- ROMERO-IBARRA N. 1988. Alimentación de la sardina crinuda *Opisthonema libertate* (Gunther) en el área de Bahía Magdalena, BCS, México. Tesis de Maestría, CICIMAR-IPN. La Paz, BCS, México. 54p.
- RICKER WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of Fisheries Research Board Canada* 191: 1-382.
- RUIZ-LUNA A, M Jacob-Cervantes y A Esparza-Haro. 1997. Trends in fishing indices for the thread herring fishery in northwest Mexico. *Fisheries Management and Ecology* 4(1): 55-61.
- SAGARPA. 2003. Anuario Estadístico de Pesca 2001. CONAPESCA, SAGARPA.
- SAGARPA. 2008. Anuario Estadístico de Pesca 2007. CONAPESCA, SAGARPA. 213p.
- SAGARPA. 2009. Anuario Estadístico de Pesca 2008. CONAPESCA, SAGARPA. 225p.
- SAGARPA. 2010. Anuario Estadístico de Pesca 2010. CONAPESCA, SAGARPA. 305p.

- SAGARPA. 2011. Anuario Estadístico de Pesca 2011. CONAPESCA, SAGARPA. 305p.
- SALDIERNA-MARTÍNEZ R, CA Sánchez-Ortíz y GR Vera-Alejandro. 1987. Estudios sobre los primeros estadios de vida de las sardinas crinuda *Opisthonema libertate* y Monterrey, *Sardinops sagax*, en Bahía Magdalena, BCS. Tesis de Licenciatura. UABCS, México. 217p.
- SCHAEFER K. 1980. Synopsis of biological data on the chub mackerel, *Scomber japonicus* Houttuyn 1782, in the Pacific Ocean. En: W Bayliff (ed.). *Synopsis of Biological Data on Eight Species of Scombrids. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., Spec. Rep. 2*: 395-530.
- SCHWARTZLOSE RA, J Alheit, A Bakun, TR Baumgartner, R Cloete, RJM Crawford, WJ Fletcher, Y Green-Ruiz, E Hagen, T Kawasaki, D Lluch-Belda, SE Lluch-Cota, AD MacCall, Y Matsuura, MO Nevárez-Martínez, R Parrish, C Roy, R Serra, KV Shust, MN Ward y JS Zuzunaga. 1999. Worldwide large-scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 21: 289-347.
- SEPESCA. 1987. Anuarios Estadísticos de Pesca. México.
- SHANNON LV, MRJ Crawford, GB Brundit y LG Underhill. 1988. Response of fish populations in the Benguela ecosystem to environmental change. *J. Cons. Perm. int. Explor. Mer* 45: 5-12.
- SOKOLOV VA y RM 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. 41p.
- TORRES-VILLEGAS JR, CG García-Melgar, RI Ochoa-Báez y VA Levy-Pérez. 1985. Parámetros reproductivos de las poblaciones de *Opisthonema libertate* (Gunther) (Pisces: Clupeidae) y discusión sobre su evaluación por producción de huevos, en Bahía Magdalena, BC Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR* 2(2): 45-58.
- TORRES-VILLEGAS JR, RI Ochoa-Báez, L Perezgómez-Álvarez y G García-Melgar. 1995. Comparison of seasonal variability in reproduction of Pacific sardine (*Sardinops sagax*) from Baja California Sur, Mexico, in the years 1982-1992. *Sci. Mar.* 59: 255-264.
- VAN DER LINGEN CD, A Bertand, A Bode, R Brodeur, L Cubillos, P Espinosa, K Griedland, S Garrido, X Irigoien, T Miller, C Mollman, R Rodríguez-Sánchez, H Tanaka y A Temming. 2009. Trophic dynamics of small pelagic fish. En: D Checkly, J Alheit, Y Oozeki y C Roy (eds.). *Climate change and small pelagic fish*. Cambridge University Press, Cambridge.
- VEGA-VELÁZQUEZ A. 2006. Langosta de la península de Baja California. En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, R Solana-Sansores y C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México: evaluación y manejo*. Instituto Nacional de la Pesca/SAGARPA. México, pp: 155-210.
- VELARDE E, MS Tordesillas, L Vieyra y R Esquivel. 1994. Seabirds as indicators of important fish populations in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 35: 137-143.
- WALTERS C y A Parma. 1996. Fixed exploitation rate strategies for coping with effects of climate change. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 148-158.
- WHITEHEAD PJP. 1985. FAO Species Catalogue. Vol. 7. Clupeoid fishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, anchovies and wolfherring. Part 1-Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae. *FAO Fish. Synop.* 7(125): 303p.
- WOLF P. 1992. Recovery of the Pacific sardine and the California sardine fishery. *CalCOFI Rep.* 33: 76-86.

Huachinango del Pacífico Centro-Sur



BREVIARIO

Especie

- Huachinango del Pacífico, *red snapper*.
- *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae).
- Es una especie objetivo de la pesca ribereña, junto con otras especies de pargos.
- La captura se realiza en una franja costera de 15 millas de la costa, sobre bajos rocosos, dentro de bahías.
- Los métodos de pesca incluyen redes agalleras, líneas y anzuelos, palangre escamero y arpón.

Tendencia de la captura

- En 2010 se reportó una captura nacional de 8 175 t de huachinango, de las cuales, 56% se capturó en el Pacífico. La captura nacional en 2010 representa 30% menos del máximo histórico en 1993 de 11 617 toneladas.

Tipo de modelo para la evaluación y el manejo

- Modelo de producción excedente, tendencia de la CPUE y rendimiento por recluta.

Estado de la pesquería

- Aprovechada al máximo sustentable.

Medidas de manejo

- Actualmente se legaliza la captura comercial de huachinango y pesca de escama ribereña en general, mediante un permiso de pesca. Se propone establecer una talla mínima de captura de 32 cm de longitud total o peso de 350 g a 400 g por organismo, un tamaño mínimo de malla en la red agallera de 4.0 plg; anzuelo Mustad del núm. 8 ó anzuelo noruego núm. 13. Una veda para crecimiento de agosto y septiembre, lo que también beneficiará a las otras especies de escama de la pesca ribereña.

Objetivo de las medidas

- Regulación, protección a los organismos preadultos y aprovechamiento sustentable del recurso.

Huachinango del Pacífico Centro-Sur costa de Nayarit a Chiapas

Martha Edith Zárate-Becerra

Elaine Espino-Barr

Marcos Puente-Gómez

Arturo Garcia-Boa

Esther Gpe. Cabral-Solís

Daniel Hernández-Montaña

Carlos Meléndez-Galicia

Andrés Arellano-Torres

Rosa María Gutiérrez-Zavala

Esteban Cabrera-Mancilla

Heldail Aarón Gil-López

Aldrin Labastida-Che

LA PESQUERÍA

Importancia

La pesca ribereña en las costas centro sur del Pacífico mexicano aprovecha un elevado número de especies de peces, moluscos y crustáceos. En algunas temporadas o años, el huachinango *Lutjanus peru* es la principal especie objetivo, a la que se dirige el esfuerzo pesquero pues tiene alta demanda en el mercado y le reporta al pescador un alto ingreso.

La actividad pesquera ribereña es de carácter multiespecífico, característica común en las capturas de las zonas tropical y subtropical, lo que implica que la pesca esté compuesta por una alta diversidad de especies.

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

En Nayarit, la pesca de escama marina contribuye con poco más de 60% de la captura y está representada por alrededor de 80 especies de peces, 54 géneros y 29 familias (Ulloa-Ramírez *et al.* 2008). Según estadísticas oficiales (SAGARPA 2011), durante 2010 la principal especie por su volumen en la pesca ribereña del estado es el bagre denominado bandera, pero los de mayor valor económico son, como en otros estados, los lutjánidos.

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

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

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

En la costa de Guerrero, la pesca de ribera está conformada por 114 especies de escama marina y 19 especies de peces en sus lagunas costeras, agrupadas en 44 familias, destacando nueve de escama marina: Lutjanidae, Haemulidae, Carangidae, Mullidae, Holocentridae, Scombridae, Sciaenidae, Balistidae y Serranidae. Las principales zonas de captura se concentran en Petacalco, Zihuatanejo y Puerto Vicente

Guerrero en la región Norte; Acapulco en la región centro, y en la Costa Chica: Bahía de Tecoanapa y Punta Maldonado, en los límites con Oaxaca. Esta última se destaca por presentar las mejores capturas, tanto en talla como en producción (Cabrera-Mancilla y Gutiérrez-Zavala 2004, Cabrera-Mancilla *et al.* 2005).

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

De acuerdo con las estadísticas oficiales (SEPESCA 1985a, b, c, SEMARNAP 1997, 1998, 1999, SAGARPA 2000, 2002, 2003, 2009, 2010, 2011), la producción de huachinango en el ámbito nacional ha oscilado entre 4 317 t y 11 617 t en los últimos 26 años (Tabla 1). Durante 2010, los estados de Baja California Sur (1 014 t), Jalisco (803 t), Oaxaca (756 t), Nayarit (599 t), Guerrero (478 t) y Sinaloa (366 t), ocuparon del primero al sexto lugares en producción del Pacífico mexicano, seguidos por: Sonora, Michoacán, Colima, Chiapas y Baja California.

La captura de huachinango en 2010 significó un ingreso del orden de \$5'462 397.00 en Colima, ya que la tonelada se cotizó aproximadamente a \$45 000.00. En Jalisco, el ingreso calculado fue de \$40'165 662.00 MN, con un precio promedio por tonelada de \$50 000.00 MN. Sin embargo, estos valores pueden variar según la época del año, ya que se manejan precios por demanda.

El anuario estadístico menciona que el ingreso por la captura de huachinango en Nayarit durante 2010 fue de \$24'409 853.00 MN (SAGARPA 2010).

En Michoacán, el valor del huachinango fue de \$70 000.00 MN por tonelada, por lo que en 2010 el valor de la producción fue de \$15'529 618.50 MN. En Guerrero, el valor de la producción según datos del anuario estadístico de 2010 fue de \$18'707 938.00 MN, tomando en cuenta un valor promedio de \$40.00 MN por kilogramo a pie de playa. En Oaxaca, la tonelada se cotizó en \$35 000.00 MN, siendo el ingreso de \$26'448 380.00 MN para ese mismo año.

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

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

Año	Nacional	Pacífico	BC	BCS	Son.	Sin.	Nay.	Jal.	Col.	Mich.	Gro.	Oax.	Chis.
1983	4 317	1 739		356	23	133	88	255	181	56	364		
1984	8 125	4 677	1	211	43	223	410	2 224	175	152	900		
1985	6 130	2 832	1	589	35	310	307	220	194	138	726	332	
1986	7 569	3 668	3	505	96	402	189	223	299	122	685	1 035	109
1987	7 637	2 998	10	496	28	138	297	721	157	156	589	374	32
1988	6 400	2 749	7	357	10	93	147	732	138	147	589	350	1
1989	6 160	2 863	10	444	20	129	259	532	148	259	571	261	150
1990	8 981	3 703	25	354	46	67	372	988	246	372	696	290	139
1991	9 035	3 547	6	302	33	44	179	1 075	418	179	794	162	38
1992	11 603	4 855		408	40	114	246	663	630	246	1 671	279	215
1993	11 617	4 412		432	218	167	191	512	430	191	1 076	288	290
1994	9 084	4 165	41	719	91	245	215	492	336	215	782	265	298
1995	8 524	3 810	10	655	51	133	268	462	282	268	870	276	198
1996	9 472	4 917	9	880	32	164	330	925	297	330	994	293	321
1997	7 342	3 123	13	624	45	195	278	496	162	278	594	293	108
1998	6 782	3 390	1	789	29	95	263	651	198	263	336	568	85
1999	6 439	2 994	2	633	47	167	552	545	157	208	210	389	84
2000	6 132	3 399	4	1 047	163	249	275	422	243	422	205	523	4
2001	6 104	3 388	2	931	158	163	465	467	153	467	229	530	1
2002	6 299	3 733	3	930	127	118	502	403	130	289	355	872	4
2003	6 964	4 313	2	720	146	260	587	547	138	242	459	1 196	16
2004	7 200	4 357	3	607	178	348	524	826	155	289	399	1 021	6
2005	7 236	4 137	4	820	205	308	412	605	124	308	511	821	18
2006	6 870	4 318	2	862	281	398	271	724	101	274	581	802	21
2007	7 546	4 653	2	632	168	457	402	1 220	126	291	448	874	32
2008	6 114	3 540	0	561	80	236	334	680	71	396	609	533	40
2009	6 701	3 842	1	612	168	341	376	700	53	295	741	515	41
2010	8 175	4 603	1	1 014	229	366	599	803	121	222	478	756	38

Fuentes: datos obtenidos de los Anuarios Estadísticos de Pesca (SEPESCA 1985a, b, c, SEMARNAP 1997, 1998, 1999, SAGARPA 2000, 2002, 2003, 2009, 2010, 2011).

Biología

El huachinango y los pargos pertenecen a la familia Lutjanidae, del orden Perciformes. La familia tiene 17 géneros y 103 especies distribuidas principalmente en los mares tropicales (Allen 1985, Allen y Robertson 1994). En el Pacífico mexicano se tienen registradas 10 especies, de las cuales nueve se presentan en la captura comercial. Estas especies son: *Lutjanus peru* huachinango (Fig. 1), *L. guttatus* pargo luna-rejo o flamenco, *L. argentiventris* pargo alazán o amarillo, *L. novemfasciatus* pargo mulato o prieto, *L. jordani* pargo colmillón, *L. colorado* pargo listoncillo, *L. inermis*

sandía, *L. viridis* sol de China, *Hoplopagrus guentherii* pargo tecomate o coconaco. En ciertas zonas y temporadas se ha observado el guacho bombo *L. aratus* en Nayarit (Ulloa-Ramírez *et al.* 2008).

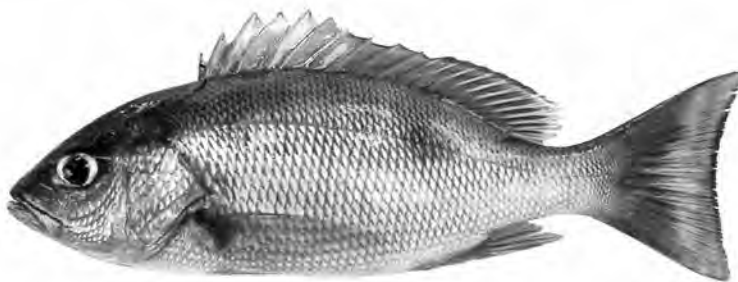


Fig. 1. Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922).

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

Los pargos son especies demersales, comunes sobre todo en mares tropicales, pero también en subtropicales y templados (Allen 1985); desde aguas costeras hasta profundidades considerables, algunas especies viven en estuarios, pudiendo penetrar los ríos, en especial en la fase juvenil. *L. peru* vive en arrecifes costeros, a menudo en áreas rocosas, de por lo menos 80 m de profundidad, y sobre fondos rocosos en profundidades de 50 m a 90 m (Amezcu-Linares 2008). Estas observaciones se ajustan a las condiciones de hábitat observadas en el litoral centro sur del Pacífico mexicano, donde se captura esta especie en profundidades de 20 m a 80 m, en las áreas reconocidas como cascajeras, bajos rocosos, a no más de 10 millas de la costa.

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

El área de distribución de *L. peru* va desde Bahía Magdalena y parte central del Golfo de California en Baja California Sur, México, hasta Perú (Ramírez-Hernández y

González-Pagés 1976, Chirichigno *et al.* 1982, Allen 1985, Fischer *et al.* 1995, Amezcua-Linares 1996, De la Cruz-Agüero *et al.* 1997 y Amezcua-Linares 2008). Hendrickx (1995) las describe como: Provincia de Cortés, Provincia Mexicana y Provincia Panámica, que comprenden desde Bahía Magdalena hasta el norte de Perú.

En las capturas de Nayarit se ha registrado una talla máxima de 105.0 cm de longitud total (LT) y mínima de 16.0 cm LT, la talla promedio fue de 29.95 cm LT (Zárate-Becerra *et al.* 2011). La composición por tallas del huachinango en la captura comercial de Jalisco va de 15.0 cm a 91.0 cm LT y promedio de 30.26 cm LT (Espino-Barr *et al.* 2004, 2011a); en Colima, las tallas van de 14.7 cm a 89.0 cm LT (Cruz-Romero *et al.* 1991, Espino-Barr *et al.* 1998, 2004, 2011b). En las costas de Michoacán, Meléndez-Galicia y Romero-Acosta (2006) observaron tallas de 14.1 cm a 75.3 cm LT, y Gallardo-Cabello *et al.* (2010) registraron organismos de 18.0 cm a 61.5 cm LT. En Guerrero, Cabrera-Mancilla *et al.* (2008) reportan intervalos de captura de 14.8 cm a 86.5 cm LT, con un promedio de 27.7 cm LT. González-Ochoa (1997) observó ejemplares con 61 cm de longitud patrón (LP) en las zonas de Barra de Navidad a Punta Pérula, Jalisco. Para el Pacífico Central, Chirichigno *et al.* (1982) reportan una talla media de 50.0 cm LT, y para la misma zona, Fischer *et al.* (1995) mencionan 90.0 cm LT. Las relaciones entre la talla y el peso muestran en general un crecimiento isométrico, a excepción de lo observado en Guerrero y Nayarit donde presentan crecimiento alométrico negativo (Cabrera-Mancilla *et al.* 2008, Zárate-Becerra *et al.* 2011) (Tabla 2).

Tabla 2
Parámetros de la relación entre longitud total (cm)
y peso eviscerado (g) del huachinango *Lutjanus peru*

Zona de estudio	Referencia	a	b	R ²
Nayarit	Zárate-Becerra <i>et al.</i> (2011)	0.035	2.664	0.899
Jalisco	Espino-Barr <i>et al.</i> (2011a)	0.019	2.858	0.985
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> (2011b)	0.014	2.950	0.977
Michoacán	Meléndez-Galicia y Romero Acosta (2006)	0.026	2.812	0.963
	Gallardo-Cabello <i>et al.</i> (2010)	0.023	2.823	0.936
Guerrero	Cabrera-Mancilla <i>et al.</i> (2008)	0.021	2.847	0.994

Nota: a = ordenada al origen; b = pendiente; R² = índice de determinación.

Las estimaciones de edad y crecimiento para esta especie se han obtenido por métodos directos e indirectos. En la *tabla 3* se resumen los resultados de los parámetros k , L_{∞} y t_0 de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy, calculados por diferentes autores para algunas regiones del Pacífico.

Los periodos o épocas de desove (Tabla 4) se presentan en casi todos los casos en dos etapas, uno asociado con la temporada de lluvias y elevadas temperaturas (de mayor duración), y otro en invierno (más corta). En los estados del Pacífico norte, incluido Colima, la reproducción parece relacionarse con el invierno y la primavera,

mientras que en el Pacífico sur, de Michoacán a Oaxaca, se concentra en primavera y otoño. Estos patrones sugieren una influencia importante del clima en el periodo de reproducción. Por lo mismo, hay variaciones de un año a otro. También debe mencionarse que durante todo el año se pueden observar las diferentes fases de madurez, cuya proporción varía a lo largo del año.

Tabla 3

Parámetros de crecimiento para el huachinango *Lutjanus peru*, estimados por diversos autores, para diferentes zonas del Pacífico mexicano

Zona de estudio (estado)	Referencia	Método	Parámetros		
			L_{∞} (cm)	k (1/año)	t_0 (años)
BCS	Castro (1981)	Escamas	66.71	0.232	0.540
La Paz, BCS	Rocha y Muñoz (1991)	Otolitos	90.80	0.130	-0.033
Barra de Navidad a Punta Pérula, Jal.	González-Ochoa (1997)	Otolitos*	70.50	0.090	0.500
Nayarit	Zárate-Becerra <i>et al.</i> (2011)	Frecuencia de tallas	112.25	0.21	-0.0088
Jalisco	Espino-Barr <i>et al.</i> (2006)	Frecuencia de tallas	121.79	0.143	-0.042
Jalisco	Espino-Barr <i>et al.</i> (2011a)	Frecuencia de tallas	87.5	0.120	-1.069
Colima	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1996)	Frecuencia de tallas	81.73	0.156	0.029
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> (1998)	Frecuencia de tallas	69.72	0.130	-0.020
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> (1998)	Escamas	79.43	0.100	-0.030
Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> (2006)	Frecuencia de tallas	72.42	0.130	0.006
Colima	Cruz-Romero y Espino-Barr (2006)	Frecuencia de tallas	80.0	0.230	0.105
Michoacán	Ruiz-Luna <i>et al.</i> (1985)	Escamas y frecuencia de tallas	80.50	0.190	0.756
Michoacán	Madrid-Vera (1990)	Escamas	81.50	0.190	0.786
Michoacán	Hernández-Montaña <i>et al.</i> (2002)	Frecuencia de tallas	95.33	0.180	-0.75
Michoacán	Hernández-Montaña <i>et al.</i> (2006)	Frecuencia de tallas	76.50	0.180	-0.81
Michoacán	Meléndez-Galicia y Romero-Acosta (2006)	Frecuencia de tallas	76.00	0.160	-0.82
Michoacán	Gallardo-Cabello <i>et al.</i> (2010)	Escamas	81.12	0.240	-0.390
Michoacán, Guerrero y Oaxaca	Aguilar (1986)	Escamas	85.02	0.110	-1.570
Guerrero	Rojas-Herrera (2001)	Otolitos	92.51	0.092	-1.663
Guerrero	Rojas-Herrera (2001)	Frecuencia de tallas	80.00	0.138	-0.669
Guerrero	Cabrera-Mancilla <i>et al.</i> (2005)	Frecuencia de tallas	82.50	0.084	-2.022
Guerrero	Santamaría y Chávez (1999)	Frecuencia de tallas	80.80	0.140	0.230
Guerrero	Isoteco-Palemón (2011)	Escamas	90.70	0.170	-0.234
Oaxaca	Ramos-Cruz (1996)	Frecuencia de tallas	61.80	0.153	-0.303

*LP = longitud patrón.

Con respecto a la proporción de sexos, Cruz-Romero *et al.* (1991) encontraron una relación de 1:0.7 (macho-hembra) en Colima, y en Jalisco Espino-Barr *et al.* (2010) de 1:0.76 (hembra-macho). En Nayarit se ha registrado un mayor número de hembras que de machos, 1:0.69 (Zárate-Becerra *et al.* 2011). En Guerrero, Rojas-Herrera

(2001) encontró también una dominancia de hembras, de 1:0.5. En Michoacán, Ruiz *et al.* (1982) detectaron para huachinango una dominancia de machos durante la época de desove, mientras que Hernández-Montaña *et al.* (2002) encontraron una proporción 1:1.5 (hembra-macho). Sin embargo, Meléndez-Galicia y Romero Acosta (2006) reportaron una relación de 1:1.40 (macho-hembra), a partir de muestreos mensuales durante abril de 2002 hasta octubre de 2005. Estas proporciones varían en tiempo y latitud, ya que las muestras proceden generalmente de la captura comercial y en muchas ocasiones son organismos eviscerados. Respecto a sus hábitos reproductivos, se sabe que esta especie se agrupa y se desplaza a zonas más profundas durante la fase de desove, razón por la que los pescadores ribereños tienen menor éxito en sus capturas, ya que sus artes y embarcaciones no les permiten incursionar en esas zonas.

Tabla 4
Periodos de desove del huachinango *Lutjanus peru*
en diversas regiones del Pacífico mexicano

Periodos de desove	Región del país	Referencia
Noviembre a abril	Baja California Sur	Ochoa <i>et al.</i> (1991)
Mayo a junio y noviembre a diciembre	Jalisco	Espino-Barr <i>et al.</i> (2006)
Marzo a mayo y agosto a septiembre	Jalisco	Cruz-Romero y Espino-Barr (2006)
Enero a marzo y agosto a septiembre	Colima	Cruz-Romero <i>et al.</i> (1991)
Marzo a junio y noviembre a diciembre	Colima	Espino-Barr <i>et al.</i> (2006)
Fines de mayo y mediados de noviembre	Michoacán	Madrid-Vera (1990)
Abril y septiembre	Michoacán	Ruiz <i>et al.</i> (1982)
Abril a mayo y septiembre a diciembre	Michoacán	Hernández-Montaña <i>et al.</i> (2006)
Agosto	Michoacán	Gallardo-Cabello <i>et al.</i> (2010)
Abril y septiembre	Michoacán, Guerrero y Oaxaca	Ruiz (1983)
Abril y septiembre	Michoacán, Guerrero y Oaxaca	Aguilar (1986)
Marzo a mayo y septiembre a diciembre	Guerrero	Rojas-Herrera (2001)
Abril a mayo y julio a septiembre	Guerrero	Rojas-Herrera <i>et al.</i> (2000)

Las tallas mínimas de primera madurez reportadas por Cruz-Romero *et al.* (1991) en Colima, son 28.0 cm y 33.0 cm LT para machos y hembras, respectivamente. Para ambos sexos, la L_{50} calculada por Espino-Barr *et al.* (2011a) fue de 65.0 cm LT en la costa de Jalisco, aunque empiezan a madurar desde 22.0 cm de LT. Ruiz *et al.* (1982) y Ruiz (1983) encontraron organismos maduros de 28.8 cm y 27.8 cm LT para machos y hembras, respectivamente en Michoacán y Hernández-Montaña *et al.* (2002) de 29.35 cm LT. En Guerrero, Rojas-Herrera *et al.* (2000) y Rojas-Herrera (2001) y estimaron una talla mínima de primera madurez de 29.0 cm de longitud de horquilla (LH), que equivale a 31.0 cm LT.

Los pargos (lutjánidos), peces depredadores presentes comúnmente en hábitats bentónicos a lo largo de los trópicos y subtrópicos del mundo, consumen un amplio espectro de presas: peces, cangrejos, camarones y, en menor proporción, estomatópodos, langostas y cefalópodos (Acero y Garzón 1985, Parrish, 1987). Yáñez-Arancibia (1978) los cataloga como consumidores de tercer orden, que incluye peces exclusivamente carnívoros, donde los vegetales y detritus son alimento accidental. Para la costa del estado de Colima, Cruz-Romero *et al.* (1991) examinaron contenidos estomacales en huachinango, lunarejo y alazán, encontrando como principales componentes alimentarios los crustáceos (*Squilla* sp., *Penaeus* sp., *Portunus* spp.) y moluscos (cefalópodos: juveniles de calamar). Otro estudio para la misma zona realizado por Mandujano (1984) menciona que peces y crustáceos son el alimento preferencial del lunarejo (*L. guttatus*) y el alazán (*L. argentiventris*).

En la región comprendida entre Punta Teopa, Jalisco, y Laguna de Cuyutlán, Colima, Saucedo-Lozano *et al.* (2006) identificaron 35 componentes alimenticios en juveniles de *L. peru* y 30 componentes en *L. guttatus*, que se agregan en cuatro grandes taxones: peces, crustáceos, moluscos y anélidos. Los principales son estomatópodos, camarones, cangrejos y, por temporadas, los peces.

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

Pargos asociados a la captura de huachinango

Aunque el huachinango es una de las especies objetivo en la pesca ribereña de demersales, no siempre se obtiene. Existen otras especies de la misma familia que se registran como de la misma categoría. El pargo lunarejo o flamenco *L. guttatus* ocupa un hábitat similar al del huachinango y es capturado con los mismos artes de pesca. El pargo alazán *L. argentiventris* se captura además con arpón. Estas dos especies, y en ocasiones los pargos listoncillo *L. colorado* y colmillón *L. jordani*, forman el grupo de especies de mayores interés y demanda en el mercado. El pargo mulato o raicero *L. novemfasciatus* es común en lagunas costeras. Las tallas observadas de estas especies son: el lunarejo *L. guttatus* de 18.0 cm a 69.0 cm LT, con promedio de 43.0 cm, el pargo alazán *L. argentiventris* de 19.0 cm a 78.0 cm LT con promedio de 44.0 cm, el pargo colmillón *L. jordani* de 19.0 cm a 129.0 cm LT con promedio de 52.0 cm, y el pargo listoncillo *L. colorado* de 24.0 cm a 11.0 cm LT con promedio de 61.0 cm. El pargo mulato *L. novemfasciatus* se captura con tallas de 22.0 cm a 60.0 cm LT. Otro pargo de la familia Lutjanidae es el tecomate o coconaco *Hoplopagrus guentherii*, cuyas tallas de longitud total van de 21.0 cm a 79.0 cm con promedio de 49.0 cm LT.

El lunarejo y el pargo alazán son especies que se reproducen todo el año con dos pulsos de desove, uno asociado a los meses menos cálidos (febrero a abril) y el segundo y más importante coincide con la época de lluvia y elevadas temperaturas (julio a noviembre). Alcanzan la primera madurez más o menos a 29.0 cm LT con una producción de óvulos (fecundidad) de 2.17×10^6 (*L. guttatus*) y 3.56×10^5 (*L. argentiventris*) observada en organismos con talla de 49.0 cm y 47.0 cm de longitud patrón (LP), respectivamente (Cruz-Romero *et al.* 1991).

Al igual que el huachinango, son especies netamente carnívoras, Mandujano (1984) y Cruz-Romero *et al.* (1991) concluyen que el alimento preferencial del lunarejo y el pargo alazán son crustáceos y peces. Según Rojas-Herrera (2001), el lunarejo tiene una alimentación muy similar a la del huachinango, aunque con una preferencia por los crustáceos y con variaciones a lo largo del año y según su edad (Saucedo-Lozano *et al.* 2006), lo que hace que puedan convivir sin mayor competencia interespecífica.

La proporción de especies en la captura ribereña de la costa de Colima en 2010 fue: el lunarejo 32.0%, el huachinango 14.0%, el pargo alazán 2.0%, el pargo colmillón 0.3% y el pargo listoncillo 0.02%. En Jalisco, el huachinango alcanzó 7.0% en 2010, el lunarejo 11.0%, el alazán 1.5% y los pargos colmillón y listoncillo menos de 1.0%. Además, se capturaron en importantes volúmenes, los rancos (Haemulidae), los jureles (Carangidae), la sierra (Scombridae) y la lisa (Mugilidae). En Guerrero, los porcentajes son: huachinango 35.0%, flamenco 10.0%, colmillón 9.0% y pargo amarillo uno por ciento.

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

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

La actividad se lleva a cabo durante todo el año, en aproximadamente 200 a 250 días laborables. La limitante está referida a las temporadas con perturbaciones tropicales que aparecen normalmente durante los meses de septiembre a noviembre. Otra razón es porque por temporadas, los pescadores cambian de recurso y bucean para capturar otras especies que les reditúan mayores ganancias. En algunos lugares de Jalisco, los pescadores prefieren pescar tres días a la semana para “descansar” los bajos y permitir que se recuperen, lo que significa que vuelvan a agregarse los organismos a esos sitios.

La Subdelegación de Pesca de Jalisco tiene registrados a 551 pescadores, que pertenecen a 43 Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) y uniones de

pescadores (UP) (Martínez-González *et al.* 2002). Se calcula, con base en observaciones y pláticas con los propios pescadores, que hay alrededor de otros 500 pescadores “libres”.

En Nayarit se registraron 4 442 embarcaciones dedicadas a la pesca ribereña en 2009 (SAGARPA 2009).

Los productores en Colima están congregados en 12 SCPP que agrupan a entre 10 y 40 socios cada una; además hay permisionarios con permisos para la pesca ribereña que agrupan a pescadores libres. En 2007, además de 2 488 pescadores que se registraron en un censo realizado por la Subdelegación de Pesca, se calculó que hay 1 000 pescadores libres.

En el estado de Michoacán los pescadores están organizados en 29 SCPP, nueve UP, un Grupo Solidario, una Sociedad de Solidaridad Social (sss) y 22 permisionarios registrados oficialmente; en total son 1 186 pescadores (Fuente: Subdelegación de Pesca Michoacán 2010).

En el estado de Guerrero se tienen registradas 97 SCPP y 26 permisionarios para la captura de escama marina que agrupan a 2 709 socios con 608 embarcaciones, además de un porcentaje considerable de pescadores libres (Fuente: Subdelegación de Pesca Guerrero 2011). Los municipios que presentan el mayor número de permisos son La Unión y Acapulco con 64% de SCPP (Morales-Pacheco *et al.* 2010).

En Oaxaca están registrados 4 268 socios en la Subdelegación de Pesca, en 47 grupos en Solidaridad Mancomunada de Responsabilidad Ilimitada (GSMRI), nueve sociedades en Solidaridad Social Pesqueras (SSSP), 81 SCPP que incluyen a las cooperativas Pesqueras de Bienes y Servicios y a 131 permisionarios, que pueden contar con varias lanchas que, a su vez, necesite cada una, una tripulación de tres o cuatro pescadores. Por otra parte, de acuerdo con pláticas con pescadores y con estimaciones visuales, existen aproximadamente 7 200 pescadores libres.

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

Se calcula que los pescadores libres en la costa centro-sur del Pacífico ejercen al menos 50.0% del esfuerzo de pesca en cada estado, sin que su producción se registre; en algunos casos entregan a alguna cooperativa o permisionario. Es importante que se busquen los mecanismos para que su trabajo sea considerado en las estadísticas oficiales y no sea rubricado como ilegal.

La flota artesanal está formada por tres tipos de embarcaciones: la “imemsa”, la “bugy” y las de madera. Las dos primeras se construyen en fibra de vidrio con una eslora que mide entre 6.5 m a 8.5 m, manga de 1.8 m a 2.5 m y puntal de 0.5 m a 1.5 m

con una capacidad de bodega de 0.5 t a 2.0 t; las de madera tienen eslora de 4.5 m, manga de 1.3 m, puntal de 0.4 m, una capacidad de bodega de 150 kg y una edad promedio de cinco años.

Los diversos motores que utilizan las embarcaciones están en su gran mayoría fuera de borda y son de caballaje muy variado, dependiendo de la distancia hacia las zonas de pesca. Los hay de 48 caballos de fuerza (HP), 60 HP, 75 HP y 85 HP. Las marcas de motores que más se utilizan son: Yamaha, Evinrude, Mariner y Mercury, con una preferencia de 50.0% a 80.0% hacia la primera. En Colima hay embarcaciones que se dedican a la pesca con línea de mano en la zona de la bahía de Manzanillo, propulsadas con motor estacionario o de centro (García-Boa *et al.* 1998).

Esta variedad de motores es una evidente indicación de las instalaciones y talleres de servicio de las distintas marcas de motores (los pescadores compran la marca que les asegure contar con las refacciones para reparar en el menor tiempo posible los desperfectos que pudieran sufrir sus máquinas).

En Nayarit, la pesca ribereña se realiza en embarcaciones menores de fibra de vidrio denominadas pangas, de 5 m a 10 m de eslora con motor fuera de borda de 48 HP a 75 HP de diversas marcas (Ulloa-Ramírez *et al.* 2008).

En la costa de Jalisco se utilizan los motores fuera de borda de 48 HP a 85 HP. Los motores son casi todos Yamaha y hay talleres para su reparación en Puerto Vallarta y Melaque. Las descomposturas pueden hacer que los pescadores paren su trabajo por varios días, pues en ocasiones tienen que trasladarse hasta Manzanillo para realizar la compostura.

Las embarcaciones ribereñas en la costa de Michoacán constituyen una flota de 312 unidades de fibra de vidrio con eslora de 7.0 m a 8.5 m, manga de aproximadamente 1.65 m, puntal de 0.650 m, motor fuera de borda de 40 HP a 75 HP, capacidad de una a dos toneladas.

En Guerrero, la captura de huachinango se realiza a bordo de embarcaciones menores de fibra de vidrio (7.6 m de eslora y 1.8 m de manga) impulsadas por motores fuera de borda de 48 HP a 75 caballos de fuerza.

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

La pesca ribereña es multiespecífica, en consecuencia, se tiene alta diversidad de artes de pesca, que se pueden resumir en seis tipos: trasmallos o redes agalleras, atarrayas, cimbras o palangres, cuerdas o líneas de mano, trampas y pesca por buceo autónomo, libre o con compresor. En cada sistema de captura existen variantes de acuerdo con la especie objetivo, su temporalidad y la localidad, lo que promueve que el pescador tenga que adaptar su sistema de captura. Las principales artes de pesca utilizadas de Nayarit a Chiapas se presentan en la *tabla 5*.

Tabla 5
Proporción de las artes de pesca oficiales empleadas en la captura de huachinango *Lutjanus peru* por estado

Artes de pesca	Jalisco (%)	Colima (%)	Michoacán (%)	Guerrero (%)	Oaxaca (%)
Red agallera	87	10	15	17	16
Línea de mano	10	77	76	82	73
Palangre	3	13	6	1	11

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

Línea de mano: cordel de nylon monofilamento de 0.60 mm de diámetro, anzuelo núms. 9 ó 10 del tipo noruego en Colima; mientras que en Guerrero, los anzuelos utilizados son del 4 al 12. De los anzuelos tipo garra de águila se utilizan del 13 al 15 y japonés reforzado del 10 al 14. Los organismos de tallas comerciales (tipo platillero) se capturan con anzuelos números 7 y 8 noruego. Se suelen utilizar 10 líneas de mano por embarcación o de cuatro a siete líneas por pescador, encarnados con calamar *Dosidicus gigas*, barrilete *Euthynnus lineatus*, ojetón *Selar crumenophthalmus* o anchoveta *Cetengraulis* sp. Las líneas pueden tener de tres a cuatro anzuelos colocados cada 0.5 m a 2.0 m, con un reinal de 0.40 m a 0.50 m. La forma del anzuelo se relaciona con el tamaño de la captura y el cebo utilizado, ya que éste no debe ser demasiado grande y cubrir la mayor parte del anzuelo; el material debe ser resistente e inoxidable.

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

En Lázaro Cárdenas y Las Peñas, Zapote de Huahua y Tizupan, Michoacán, utilizan la línea de mano principalmente y se construye de anzuelos de los núms. 4 a 7, con cuerda de material monofilamento de los núms. 0.35, 0.40, 0.45, 0.47, la cuerda también tiene destorcedores y, como lastre, plomo de aproximadamente 250 g; este arte captura huachinango, además de otras especies como el flamenco *L. guttatus*, el jurel *Caranx caninus* y el barrilete *E. lineatus*, es de uno a seis kilogramos.

En Oaxaca y Chiapas, las líneas de mano se construyen con hilo de nylon monofilamento de 0.47 mm a 0.80 mm de diámetro, con tres anzuelos cada línea de tipo noruego de los núms. 4 al 7. De carnada utilizan calamar, ojetón *S. crumenophthalmus*, camarón *Farfantepenaeus californiensis* y jaiba de tallas pequeñas *Callinectes* sp.

Palangre escamero: este arte en Colima y Jalisco consiste en una línea madre con 600 m de longitud con 100 reinales de 2.5 m de longitud, 100 anzuelos de los núms. 4 y 5 de tipo noruego. Debe señalarse que a estos artes los pescadores les han hecho adaptaciones de acuerdo con las características de la zona y su experiencia.

En Michoacán tienen una longitud de línea madre de 300 m a 400 m, con reinales de 1.5 m a 2 m, la distancia entre éstos es de aproximadamente 4 m, con 200 y 300 anzuelos de los núms. 10 al 13 de tipos noruego o garra de águila y anzuelos del 2 al 4 derecho.

En Guerrero, el número de anzuelos por línea es variable, según zona de pesca y disponibilidad del recurso, que suele ser de 250 a 600 anzuelos tipos garra de águila o recto. La línea madre es de seda de 3.5 mm a 6 mm de diámetro, con una longitud de 1.5 km a 3.0 km. El número de anzuelo es 4 del tipo recto y 11 al 13 garra de águila, debido a la magnitud de los ejemplares que se capturan. El hilo que se utiliza para los reinales es de nylon monofilamento de 4 mm a 9 mm de diámetro, con una longitud de 1.5 m a 2 m y separados de cinco a diez metros. La carnada puede ser ojetón y barrilete, entre otros. Las especies que se capturan con el palangre o cimbra, además del huachinango, son pargos (Lutjanidae), jureles (Carangidae), roncós (Haemulidae) y curvinas (Sciaenidae). En Oaxaca y Chiapas, la línea madre es de 600 m de longitud con 100 reinales de 2.5 m de longitud, 100 anzuelos de los núms. 4 y 5 de tipo noruego.

Red agallera de fondo: En Jalisco es el arte más utilizado y se construye de 150 m a 220 m de longitud, en la relinga superior con 75 a 100 boyas y en la inferior 150 a 200 plomos de 100 g cada uno, caída de paño de 4 m y luz de malla de 3.5 plg a 5.0 pulgadas.

En Guerrero y Colima, la red agallera o de enmalle se emplea en menor escala debido a las marcas que deja en el producto, lo que disminuye su valor comercial. Los tamaños de malla observados en Guerrero varían de 88.9 mm a 152.4 mm (3.20 plg a 6.0 plg), con longitudes en las relingas de 200 m a 800 m. El paño es de hilo nylon monofilamento de 0.50 mm a 0.80 mm de diámetro, generalmente unido a las relingas inferior y superior, que son dos cabos o líneas de soporte de polipropileno del núm. 10. En el armado se utilizan diferentes porcentajes de encabalgado que fluctúan entre 40.0% y 60.0%. Tienen instalados flotadores de poliuretano de forma cilíndrica y, en la relinga inferior, plomos en forma de barril con un peso aproximado de 15 kg a 50 kilogramos.

En Michoacán, la red agallera es el segundo arte de pesca más utilizado, principalmente en las localidades del Carrizalillo, Caleta de Campos, Pichilinguillo, Faro de Bucerías y Boca de Apiza; sus características más comunes son: abertura de malla de 7.6 cm a 22.9 cm (3 plg a 9 plg) con material de monofilamento núms. 040 al 080, con paño de 100 m a 500 m de longitud y la altura de 50 mallas a 100 mallas según la especie que se vaya a capturar y cuentan con flotadores y plomada.

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

Descripción de la operación de pesca

La duración de la operación varía de acuerdo con el arte de pesca que se utilice y la zona donde se opere, pero, en general, las faenas de pesca con las líneas de mano y las cimbras pargueras se inician a las seis de la tarde y siete de la mañana, con rumbo a los caladeros cercanos a la costa. Las maniobras duran aproximadamente de 10 a 12 horas durante la noche y de 5 am a 6 am. En el caso de que los caladeros estén en zonas de pesca alejados, las maniobras de pesca se realizan durante dos noches. Una vez en la zona de pesca, se ceban los anzuelos y operan las líneas durante varias horas; cobran y enhielan para llevarlo al sitio de arribo en donde se acopia y después se transporta hacia el mercado. Aunque es el arte más sencillo de manejar, los pescadores han desarrollado gran habilidad y mucha destreza, con sutiles cambios que mejoran los resultados.

La red de fondo regularmente se tiende ya entrada la noche, se opera por 12 horas y se recupera o despesca por la mañana. Se selecciona el pescado que está en buenas condiciones y se retira la red para operarla en la siguiente jornada. Es importante mencionar que no se permite el uso de esta red en los bajos o caladeros, porque se podría enredar en el fondo y, a decir de los pescadores, ahuyentaría a los peces, porque si los organismos quedan atrapados, pasado un tiempo se descomponen.

La operación del palangre escamero de fondo se inicia con la extracción de la carnada (calamar, ojetón, barrilete, anchoveta, sardina, cocinero, cuatete, entre otros); enseguida se selecciona el área de pesca y, al ir tendiendo el arte, se van “encarnando” los anzuelos. Se opera por espacio de seis a ocho horas (se tiende entre la noche y el amanecer), pasado este lapso se cobra el equipo.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Cruz-Romero *et al.* (1989b, 2000) han estimado el rendimiento en kilogramos por viaje para cada arte ($\text{kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$), siendo de una jornada. Los siguientes resultados para la pesca general de escama con la cuerda o línea de mano fueron: $23.4 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$, con la red agallera $23.8 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$, con el palangre $25.4 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$. La captura por viaje de huachinango es mucho menor: en promedio $10 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$.

La captura por viaje (CPUE) promedio en la parte sur de Nayarit durante el periodo de 1987 a 1997 fue de $85 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$ (Del Monte-Luna *et al.* 2001).

Espino-Barr *et al.* (2006a) calcularon los rendimientos para algunos métodos de pesca en Jalisco: con la línea de mano de $20.0 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$, con red agallera de $30.0 \text{ kg} \cdot \text{día}^{-1}$ a $35.0 \text{ kg} \cdot \text{día}^{-1}$; por buceo, hasta $30.0 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$ con muy amplios márgenes de variabilidad. La CPUE de huachinango se calculó en promedio de $17.0 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$.

Hernández-Montaña *et al.* (2002) utilizaron para Michoacán el viaje de pesca como la unidad de esfuerzo y estimaron que los pescadores de la zona de Lázaro Cárdenas obtienen $23.35 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$, los de Boca de Apiza $19.19 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$, y en las demás zonas de desembarque, la captura media fue de $14.0 \text{ kg} \cdot \text{día}^{-1}$. La cimbra mostró los mejores rendimientos ($29.41 \text{ kg} \cdot \text{día}^{-1}$), la cuerda $10 \text{ kg} \cdot \text{día}^{-1}$ y la red agallera

15 kg · día⁻¹ en promedio. La captura de huachinango por viaje, en Guerrero, va de 13.5 kg a 29.3 kg con línea de mano y de 115 kg a 236 kg con red de enmalle, dependiendo de la temporada (Cabrera-Mancilla *et al.* 2005).

Tendencia histórica

De 1983 a la fecha, la pesca de huachinango ha llegado a los niveles de una pesquería establecida. Las estadísticas obtenidas de los Anuarios de Pesca muestran que la mayoría de los estados mantiene estable su captura, aunque con fluctuaciones (Fig. 2). Aparentemente, en Baja California Sur y Jalisco aún se encuentran en una etapa de ajuste, aunque en sentidos opuestos (Tabla 1). Nayarit tiene una tendencia ascendente (Fig. 2).

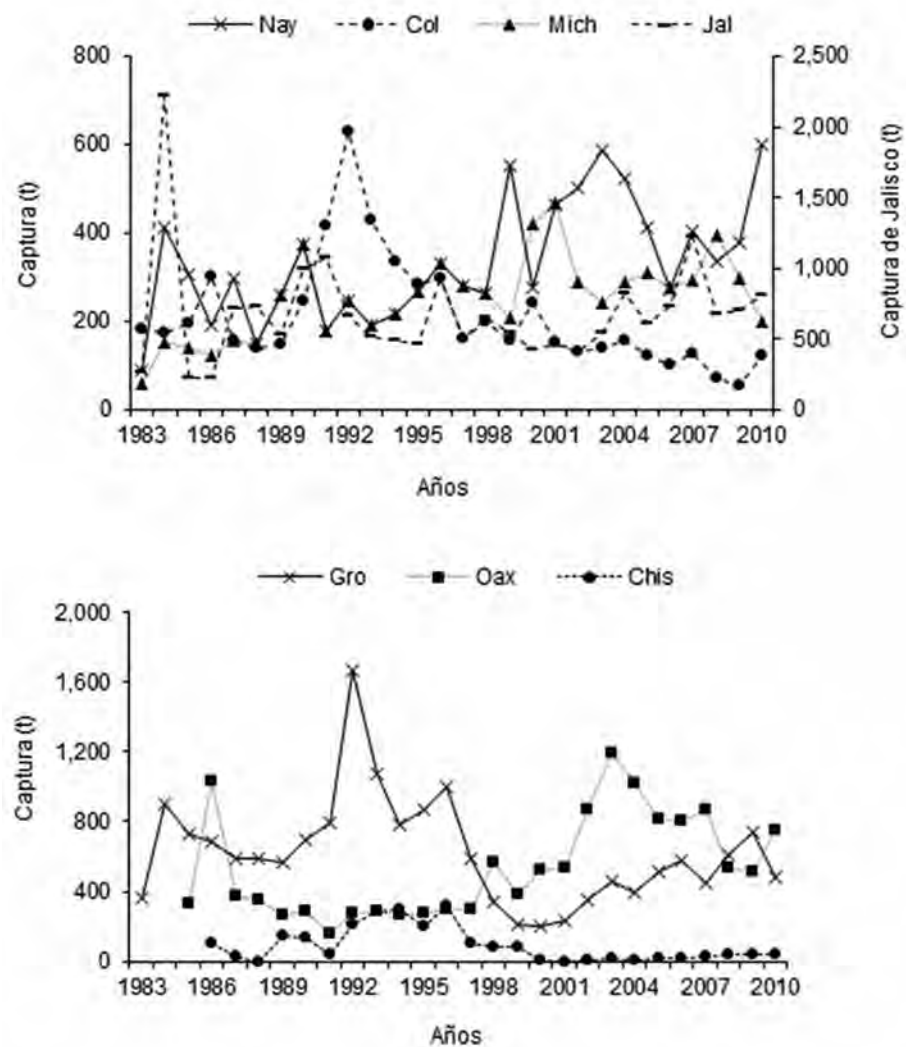


Fig. 2. Captura de huachinango *Lutjanus peru* por entidad federativa de 1983 a 2010. Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca (SEPESCA 1985,a, b, c, SEMARNAP 1997, 1998, 1999, SAGARPA 2003, 2009, 2010).

A través de la serie histórica de captura de huachinango (t) y esfuerzo (viajes de pesca) del litoral de Colima de 1983 a 2010, puede observarse que la pesca ribereña de escama tiene variaciones interanuales, mostrando una fuerte declinación durante el periodo 1983 a 1985 y de 1994 a 2000. Sin embargo, estas fluctuaciones no se aprecian bien en la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo, lo que sugiere que no reflejan necesariamente cambios reales en abundancia del recurso. La captura por unidad de esfuerzo varía históricamente alrededor de los $10.0 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$. Se sabe que hubo una elevada producción en 1980 (400 t) que coincidió con la política de apoyo gubernamental a las cooperativas, época en que se otorgaron embarcaciones, motores y artes de pesca. De 1996 a 2010 la captura parece fluctuar alrededor de las 200 t (Fig. 3).

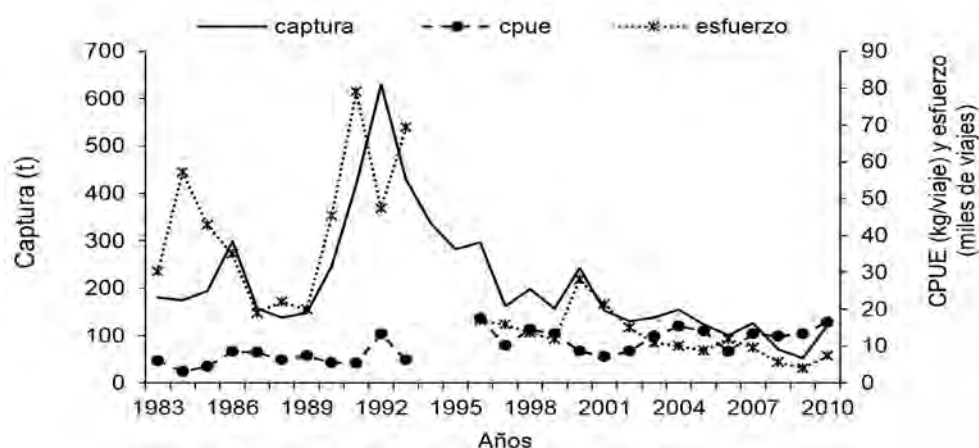


Fig. 3. Tendencia histórica de la captura de huachinango (toneladas), esfuerzo relativo (miles de viajes) y CPUE ($\text{kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$) en la costa del estado de Colima.

En el caso de la costa de Jalisco, se cuenta únicamente con información de la CPUE de 2002 a la fecha, de $19.0 \text{ kg} \cdot \text{viaje}^{-1}$, con un esfuerzo calculado de siete mil viajes en el año. Si se considera que 50% de los pescadores son libres, la estadística de pesca está muy por debajo de lo real.

Los datos oficiales en la Subdelegación de Pesca de Guerrero no muestran incremento de esfuerzo desde 1998, por las disposiciones de la CONAPESCA y sugerencia de la Carta Nacional Pesquera (DOF 2000), de no aumentar el esfuerzo de pesca. Sin embargo, en 2010, la Delegación de la SAGARPA, a través de la Subdelegación de Pesca en la entidad y con el programa Declaratoria de Rescate de los permisos de Pesca Comercial, se dio a la tarea de regular el esfuerzo aplicado a la pesca de escama, por medio de la identificación de los permisos vencidos que no estaban siendo utilizados porque las Cooperativas se desintegraron, para que algunos fueran reasignados y otros se emplearan en el otorgamiento de permisos nuevos a organizaciones pesqueras del estado que por diversas situaciones han visto disminuido o perdido su instrumento legal que les autoriza a aprovechar comercialmente especies acuáticas, sobre todo de escama.

Con esta acción se captará la información real de la producción oficial en el estado (Morales-Pacheco *et al.* 2010).

Pesca incidental e interacción con otras pesquerías

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

En algunos casos, como ocurre frente a las costas de Jalisco, Colima, Guerrero y Nayarit, la incidencia de barcos arrastreros de la flota camaronera capturan especies objetivo de la pesca ribereña en estadios juveniles como parte de la fauna acompañante; sin embargo, aún no se ha cuantificado el impacto derivado de esta actividad, aunque el pescador lo confirma y se han llevado a cabo iniciativas de colocar arrecifes artificiales para evitar su paso.

Aspectos socioeconómicos

Infraestructura y comercialización

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

Tradicionalmente, para la actividad de la pesca ribereña no se contempla infraestructura de atraque para las embarcaciones, ni para el acopio y la conservación del producto. Las localidades que sí gozan de estas facilidades tienen la característica de que también son centros turísticos, como Barra de Navidad, La Playita de Enmedio, Acapulco e Ixtapa-Zihuatanejo. Sin embargo, al norte del estado de Guerrero en Puerto Vicente Guerrero, se cuenta con muelle y centro de acopio con congelador y contenedores para el enhielado del producto, y al sur en Bahía de Tecoaapa se dispone de un Centro de acopio para el enhielado.

En Nayarit, sólo en los poblados de San Blas, Chacala y Cruz de Huanacastle, se cuenta con muelle donde se recibe el producto; la mayoría de los centros de acopio en zona centro y sur de la entidad cuentan con bodegas donde el producto se enhiela o congela y se comercializa a mayoristas y minoristas.

Lo más común es que en los poblados pesqueros se resguarden las embarcaciones sobre la playa arenosa o fondeada frente a la costa. Tal parece que el reducido volumen

de las capturas no permite que el sector productivo pueda invertir y promover instalaciones apropiadas que fortalezcan la actividad, a la vez que impulsen su desarrollo.

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

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

En Michoacán, la comercialización del producto en Lázaro Cárdenas se realiza en el mercado localizado a un costado del río Balsas y en el mercado municipal, donde se cuenta con mesas y espacios para enhielar. En otras localidades pesqueras, la comercialización se realiza de forma directa a pie de playa. Hay permisionarios que acopian el producto a todas horas y lo comercializan en mercados foráneos, como Zihuatanejo, Acapulco y Colima. En algunos otros lugares, el pescador comercializa su producto de manera particular, principalmente a enramadas (pequeños restaurantes) o a intermediarios.

En Guerrero, los centros de acopio se encuentran en Punta Maldonado y Bahía de Tecoanapa en Costa Chica, Puerto Vicente y Zihuatanejo en Costa Grande y en Acapulco, donde hay mercado que capta la mayor parte de la producción para su distribución a todo el estado; en los demás sitios de arribo, la venta es directa a pie de playa. Cabe aclarar que en Punta Maldonado, el producto llega eviscerado y enhielado, mientras que en el resto del estado sólo es enhielado para su venta directa al consumidor o intermediarios.

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

Indicadores económicos

En el litoral del Pacífico, Guerrero, Jalisco y Baja California Sur son los estados que registraron mayor volumen de captura de huachinango en 2009 (19%, 18% y 16%, respectivamente). Le siguen Oaxaca (14%), Nayarit (10%), Sinaloa (9%), Michoacán (8%), Sonora (4%), Colima y Chiapas con uno por ciento cada uno.

Las ganancias varían según la forma en que se comercializa: 43% del producto se vende a los permisionarios, 27% directamente del pescador al consumidor, 15%

al mejor postor, 13% a los intermediarios y solamente 2% es comercializado por la propia cooperativa (Rojas-Campos 1996).

En el 2010, el precio por kilogramo para huachinango, otros pargos y robalo de primera clase o categoría osciló de \$55.00 MN a \$80.00 MN el kilogramo, según la temporada.

MANEJO

Medidas administrativas

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

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

De igual manera, las cooperativas solicitan que se reglamente el uso de ciertos artes de pesca: hay lugares que si utilizan línea de mano, solamente capturan organismos de menos de 20 cm LT, y con redes agalleras, las tallas son mayores. En otros lugares sucede al contrario, las redes capturan juveniles. Por ello es necesario establecer estrategias que permitan regular las tallas de primera captura y la mínima de capturas, las que deberán ser mayor a la talla de primera madurez del recurso; además de establecer un programa para otorgar en forma gradual nuevas autorizaciones oficiales por región para las SCPP que ya se dedican a la pesca de escama marina. Esto posibilitaría contar con datos oficiales más fidedignos de producción y tener información confiable para generar mejores indicadores de la pesquería que permitan un manejo sustentable del recurso. Por último, se debe establecer el acceso limitado mediante la concesión de

zonas de pesca por cooperativa, con el fin de que cada grupo o cooperativa se responsabilice de su área de captura, de tal manera que se puedan evitar conflictos entre pescadores y agrupaciones pesqueras.

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

Conforme el enunciado de que un derecho no vigilado es un derecho vacío (Seijo *et al.* 1997), se resume la importancia de un sistema de inspección y vigilancia efectivo. Sin embargo, la baja rentabilidad de la actividad pesquera artesanal demanda un análisis minucioso sobre el beneficio de la aplicación de un programa de esa naturaleza y las ganancias económicas de esta labor. En este sentido, cobra importancia el manejo comunitario de los recursos pesqueros (González-Becerril *et al.* 2000, 2006).

Análisis cuantitativo

Determinación de la unidad de esfuerzo

En Colima se ha considerado el viaje como la unidad de esfuerzo que mejor representa la mortalidad de pesca, determinado con base en diez años de datos (1980 a 1989) tomados directamente en campo. Cruz-Romero *et al.* (1990) señalan que esta unidad equivale a un viaje diario con duración promedio de nueve horas en embarcaciones menores cuya captura oscila entre nueve y 52.0 kg con un promedio de 25.0 kg · viaje⁻¹ de varias especies (kg · viaje⁻¹ es la captura por unidad de esfuerzo o CPUE). González-Becerril *et al.* (2000) determinaron que entre las variables tiempo de pesca, número de pescadores y número de viajes, ésta última es la que obtuvo mejor ajuste en términos de los parámetros del modelo de regresión y del análisis de varianza. Espino-Barr *et al.* (1997) estimaron un esfuerzo relativo en número de viajes partiendo de los muestreos de la captura comercial, en un periodo de 16 años, que oscila entre 25 619 y 116 199 viajes anuales de 1982 a 1997. El esfuerzo para la captura de huachinango de 1982 a 2010 varió entre 4 000 y 79 000 viajes registrados en un año.

En Michoacán, de acuerdo con la captura por unidad de esfuerzo, tomando el viaje de pesca como unidad de esfuerzo, se observó que los pescadores de la zona de Lázaro Cárdenas obtienen mayores capturas (23.35 kg), seguidos de los pescadores de Boca de Apiza (19.19 kg). En las demás zonas de desembarque se observa una captura media de 14 kg por día.

En Jalisco se estimó la CPUE de 42 kg (20 kg de huachinango) entre 2002 y 2010, a partir de los muestreos directos en playa, bitácoras y nóminas de algunas cooperativas de la entidad. El esfuerzo calculado a partir de esa información y de la captura de los avisos de arribo es de cerca de 7 000 viajes en el año, con el huachinango como especie objetivo, lo que es un valor muy por debajo del real, dado que falta el registro de los pescadores libres.

La CPUE en Guerrero fue de 13.5 kg a 29.3 kg con línea de mano y de 115 kg a 236 kg con red de enmalle, dependiendo de la temporada (Cabrera-Mancilla *et al.* 2005). A partir de la información y las capturas por sociedad cooperativa, permisionarios y embarcaciones, se estima un esfuerzo de 160 512 viajes al año sobre el huachinango y pargos.

Estimaciones de rendimiento

Con los datos de captura y esfuerzo de huachinango de la costa colimense (1983 a 2011), y aplicando el modelo de producción excedente propuesto por Schaefer (1957), se obtuvo un esfuerzo óptimo de 45 mil viajes con un rendimiento máximo estimado de 308 t anuales (con el modelo de Fox se obtiene un $RMS = 317$ t y $f_{opt} = 63$ viajes $\cdot 1\ 000$) (Fig. 4). Este resultado es mayor al calculado por Espino-Barr *et al.* (2006), y mayor al promedio de captura de los últimos diez años, lo que sugiere que debe disminuirse la intensidad de pesca para que no se afecte el recurso sometido a explotación.

En cuanto a la estimación del rendimiento por recluta (Beverton y Holt 1957), en Jalisco fue de 566 gramos por recluta ($g \cdot recluta^{-1}$), y puede incrementarse al aumentar la edad de primera captura sin disminuir el esfuerzo pesquero.

En Michoacán, Hernández-Montaña *et al.* (2002) realizaron esta estimación y obtuvieron 232 $g \cdot recluta^{-1}$, concluyendo que el máximo que se podría obtener es 426 $g \cdot recluta^{-1}$.

El rendimiento actual (Beverton y Holt 1957) en Guerrero es de 346.7 $g \cdot recluta^{-1}$ con una $F = 0.62$ equivalente a una talla de primera captura de 30.8 cm LT y una edad de 2.2 años; en estas condiciones se encuentra al máximo sustentable. Si la edad de primera captura se incrementa a tres años, correspondiente a una LT de 35.5 cm, y con el esfuerzo actual, el rendimiento por recluta aumentaría a 374.8 $g \cdot recluta^{-1}$, con lo que se tendría un rendimiento por abajo del máximo explotable.

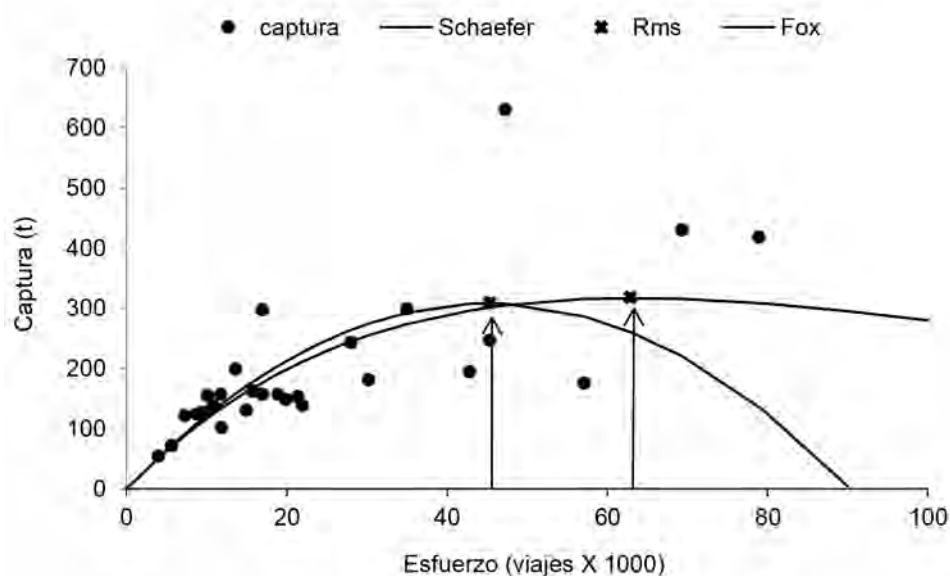


Fig. 4. Ajuste de los modelos de rendimiento máximo sostenible de Schaefer y Fox; valores del estado de Colima (1983 a 2011).

En Nayarit, el rendimiento es de $349.32 \text{ g-recluta}^{-1}$, con una mortalidad por pesca de $F = 1.5$ y edad de primera captura de $L_c = 1.3$ años. Si se incrementa la talla de primera captura a $L_c =$ dos años, el rendimiento por recluta se incrementaría a $679 \text{ g-recluta}^{-1}$ considerando la misma mortalidad por pesca.

Biomasa

Con base al modelo de Beverton y Holt (1957) se estimaron la biomasa virgen y la biomasa desovante por recluta a 50%, 25% y 20%, tomándose como indicador de sobrepesca por reclutamiento, todo aquel valor de la biomasa actual que fuera menor a 20% de la biomasa virgen (Tabla 6).

Los valores sugieren que los estados de Jalisco, Colima y Michoacán, presentan una sobrepesca por reclutamiento; por lo anterior, para que se puedan obtener mejores rendimientos, debe disminuirse el esfuerzo aplicado y aumentar la talla de primera captura, para recuperar al recurso hasta el nivel de biomasa desovante a B20 por ciento.

Tabla 6
Estimación de la biomasa promedio anual (t) de los sobrevivientes de huachinango *Lutjanus peru* por estado

PRO	Nayarit	Jalisco	Colima	Michoacán	Guerrero
B virgen	16 725.0	1 127.0	8 627.0	1 625.0	2 818.3
B50%	8 362.5	563.0	4 310.0	812.0	1 380.0
B25%	4 181.3	281.0	2 155.0	406.0	688.0
B20%	3 345.0	225.0	1 724.0	325.0	577.0
B actual	349.3	166.0	421.0	138.0	577.0
↓20%	0.0042	26.22	75.58	57.54	0.000
F	1.50	0.58	1.00	1.60	0.62

PRO: Punto de referencia objetivo.

Estado actual de la pesquería

La pesca de huachinango es una de las actividades más importantes en la pesca ribereña en la costa del Pacífico mexicano. Sin lugar a dudas es la especie objetivo cuando los pescadores pescan con línea de mano o cuerda, con red agallera de fondo o con palangre parguero. Es un recurso que se captura todo el año, con valores máximos de producción en las temporadas de Semana Santa, julio y diciembre, coincidentemente con las épocas de mayor demanda.

La talla media de captura es de 31.0 cm LT y peso eviscerado promedio de 350 g. Alrededor de 50% de la pesca está compuesta por organismos de edades de tres y cuatro años, cuya longitud promedio se encuentra entre los 24.0 cm y 30.0 cm LT.

En Nayarit, la longitud promedio es de 29.9 cm de LT, talla que coincide con la de primera reproducción y representa poco más de 60% de la captura de huachinango en la entidad. Esto quiere decir que un alto porcentaje de la captura incide sobre animales que aún no se han reproducido. Actualmente, la tasa de explotación calculada es de poco más de 80% y la sobrevivencia está muy por debajo de la mortalidad total y por pesca.

En Michoacán, 50% de la frecuencia acumulada muestra que la talla media de primera captura es de 26.8 cm LT, con peso promedio de 298.36 g, y edad aproximada de dos años, por tanto, la captura es básicamente de organismos juveniles que no han llegado a la talla de su primera madurez sexual y no han desovado antes de ser capturados, lo cual no es recomendable. La tasa de explotación es de $E = 0.80$, lo que indica una sobreexplotación del recurso. Cabe señalar que en la curva calculada se observa que la explotación es principalmente de especímenes en edades de dos a cinco años (Meléndez-Galicia y Romero-Acosta 2006).

En Guerrero, 50% de los organismos capturados mide entre 24.2 cm y 37.9 cm LT, con pesos de 141 g a 300 g de peso total (PT), lo que corresponde a organismos de dos

y tres años. La talla y el peso promedio son 29.5 cm LT y 220 g, respectivamente. La talla de primera captura es de 30.8 cm LT y es muy cercana a la de primera madurez reportada por Rojas-Herrera (2001), de 31 cm LT (29 cm LH); así, la mayor parte de la pesca se compone de organismos que no han alcanzado la madurez sexual (Cabrera-Mancilla *et al.* 2005).

El primer periodo de desove en el año (abril-mayo) se sobrepone con una de las temporadas de mayor demanda en el mercado. Estas dos condiciones son negativas con respecto a la salud de la especie y las medidas de protección deben incorporar una temporada de veda, la talla mínima de captura y un límite en los grados de esfuerzo por región, siendo la primera la más importante.

La tasa de explotación estimada con la fórmula de $E = F/Z$, para los primeros años de edad es de 0.49, valor muy cercano a la óptima; en Guerrero se estimó en 0.60 (que está ligeramente por arriba del óptimo que es de 0.50); sin embargo, debe tomarse en cuenta que estos valores pueden ser mayores si se considera a los pescadores irregulares y libres o ilegales.

Los resultados de un análisis de series de tiempo con datos de CPUE en Colima hacen suponer que el pescador ribereño tiene acceso restringido (con sus actuales métodos de captura) a la población de huachinango y otras especies demersales y aun incrementando el esfuerzo, sólo incidirá sobre la porción accesible dentro de la plataforma continental. Esto es, en apariencia, una contradicción considerando que los valores de mortalidad debidos a la pesca son mucho mayores que la mortalidad natural. Este caso se presenta en condiciones ambientales “promedio”; sin embargo, durante el fenómeno de La Niña, el acceso que tiene el pescador a estos recursos es menor aún, lo que significa una mala temporada para la actividad pesquera; contrario a lo que ocurre con el efecto de El Niño, en el que las poblaciones de huachinango se acercan a las costas y se hacen accesibles al pescador pues son más vulnerables a su captura (Espino-Barr 2000). Por el contrario, en Guerrero, en los meses y años fríos, el recurso se acerca a la costa, y en los cálidos se aleja a las zonas más profundas (Cabrera-Mancilla *et al.* 2006, Gutiérrez-Zavala *et al.* 2012). Esto sugiere que las grandes fluctuaciones en la captura comercial en Colima, probablemente estén más asociadas a cambios ambientales naturales que a la presión de pesca. Para el pescador, el huachinango y otras especies demersales “saben autovedarse”. Es importante profundizar en este aspecto cuando se hable de administración y manejo, ya que puede dar la falsa impresión de que aún existe la posibilidad de incrementar el esfuerzo pesquero. Conforme aumenten las series de tiempo se podrá explicar el papel de la pesca y de los factores ambientales con mayor confiabilidad.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Para llegar al establecimiento de un esquema de manejo es necesario continuar con el monitoreo de la actividad, evaluando las variables del sistema y las necesarias para incluir en los modelos de evaluación y su comportamiento en la región de estudio.

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

En este sentido, se han generado enfoques integradores de manejo, ya que se conceptúa la pesca como una actividad compleja. Charles (1991) señala que los sistemas en pequeña escala engloban interacciones complejas entre la dinámica propia del recurso y la dinámica de la gente involucrada en su cosecha. Desde luego, la dinámica conjunta del recurso y los pescadores debe tomarse en cuenta en la determinación de políticas de gestión apropiadas. A la vez, la gestión de pesquería debe equilibrar un espectro amplio de objetivos, tal como conservación, generación de ingreso, empleo y estabilidad comunitaria; tarea compleja dada la importancia en la comunidad de factores tales como la tradición, los lazos familiares, proceso de decisión grupales, empleo compartido y la economía subterránea (González-Becerril 1997).

Debe hacerse conciencia entre los usuarios y la sociedad en general, de la importancia de no romper los ciclos naturales de los ecosistemas y la biodiversidad de la que obtiene una amplia gama de beneficios (servicios ambientales o ecosistémicos), ya que de ellos se obtienen servicios en forma de producción de bienes, regeneración y estabilización de procesos, funciones estéticas y de conservación (Daily 1997). A lo anterior debe agregarse la referencia de los cambios que se están dando en el aspecto climático, ya que esto debe alertar sobre el buen uso de los recursos y su protección.

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

Con base en lo expuesto anteriormente y en la literatura que respalda el presente documento, se hacen las siguientes propuestas y recomendaciones para apoyar el desarrollo sustentable de la pesca ribereña.

- La talla mínima de captura debe establecerse como: de 32.0 cm LT para el huachinango, 29.0 cm LT para pargos (flamenco y alazán), 36.0 cm LT para el listoncillo, 45.0 cm LT para el coconaco y 50.0 cm LT para el colmillón.

- Definir en el permiso de pesca la especie objetivo según el arte de pesca, ya que se dan de manera general a la escama marina y hay diferentes recursos objetivo y pesquerías bien definidas.
- Normar los artes y métodos de pesca: redes agalleras con abertura de malla no menor a los 101.6 mm (4.0 plg) y líneas de mano con anzuelos Mustad núms. 8 ó noruego 13, 3 y 4 derecho, 12 y 13 izquierdo. Desalentar el uso de la red agallera de fondo en zonas rocosas, excluyendo los fondos de cantos rodados, tepetates y casajera y a no menos de 500 m de distancia de la desembocadura de ríos. Las redes agalleras deben operarse de seis a ocho horas y cobrarlas al final de la jornada de pesca.

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

- Discutir la factibilidad de instrumentar la temporada de veda de crecimiento durante los meses de agosto y septiembre.
- Limitar el número de embarcaciones o artes de pesca y regular el esfuerzo pesquero. En el caso de que se apliquen programas de regulación de permisos o embarcaciones, no incrementar el esfuerzo pesquero.
- Realizar talleres para sensibilizar y concienciar a los pescadores acerca de la normatividad de los recursos (NOM, Ley de Pesca, CNP, etc.) e importancia del llenado de formatos para la generación confiable de la información.
- Fomentar alternativas compatibles con el medio ambiente, como la instalación de arrecifes artificiales de materiales no contaminantes, reforestación de mangle, manejo de los arrecifes naturales con el establecimiento de santuarios marinos y zonas naturales protegidas. Instrumentar cultivos marinos en jaulas en pequeña escala de especies nativas de valor comercial.
- Fomentar en que los pescadores y las personas que captan la información en las oficinas de pesca separen los datos de captura de acuerdo con las diferentes especies de lutjánidos (huachinango, lunarejo, pargo alazán o amarillo, colmillón, colorado o listoncillo, etc.), lo que permitirá tener un panorama real de la pesca con información más confiable y producirá información que hará más eficientes las medidas de manejo.

REFERENCIAS

- ACERO A y J Garzón. 1985. Los pargos (Pisces: Perciformes: Lutjanidae) del Caribe Colombiano. *Actualidades Biológicas* 14(53): 89-99.
- AGUILAR SFA. 1986. Determinación de la edad y estimación de la tasa de crecimiento del huachinango del Pacífico mexicano *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) por el método de lectura de escamas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 76p.

- ALLEN GR. 1985. FAO Species catalogue. Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. *FAO Fish. Synop.* 6(125): 1-208.
- ALLEN GR y DR Robertson. 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press. Honolulu. 332p.
- ÁLVAREZ-LÓPEZ B y HA Gil López. 2002. Evaluación biológica y tecnológica de la pesca ribereña en la costa de Oaxaca y Chiapas. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Salina Cruz, INP. 50p.
- AMEZCUA-LINARES F. 1985. Recursos potenciales de peces capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico de México. *En: A Yáñez-Arancibia (ed.). Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alimentos. ICMYL / INP, pp: 2:39-94.
- AMEZCUA-LINARES F. 1996. *Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México*. CONABIO, UNAM, México 184p.
- AMEZCUA-LINARES F. 2008. *Peces demersales del Pacífico de México*. ICMYL, UNAM, México 281p.
- BEVERTON RJH y SJ Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish population. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food* 2-19: G.B. 533p.
- CABRERA-MANCILLA E y RM Gutiérrez-Zavala. 2004. Análisis de la pesquería del huachinango *Lutjanus peru* en el litoral de Guerrero, México. Informe de investigación (Documento interno). INP. 50p.
- CABRERA-MANCILLA E, RM Gutiérrez-Zavala y EA Bermúdez-Rodríguez. 2005. Diagnóstico de la pesca ribereña en la costa del estado de Guerrero México. Informe de investigación (Documento interno). INP. 50p.
- CABRERA-MANCILLA E, RM Gutiérrez-Zavala, E Márquez-García, A Monreal-Prado y EA Bermúdez-Rodríguez. 2006. Diagnóstico de la pesca ribereña del estado de Guerrero México. Informe de investigación (Documento interno). INP. 45p.
- CABRERA-MANCILLA E, RM Gutiérrez-Zavala, E Márquez-García, C Díaz-Ávalos y N Dávila-Hernández. 2008. Diagnóstico de las principales pesquerías ribereñas del estado de Guerrero. Distribución espacial e identificación de áreas de pesca en el litoral de Guerrero, México. Informe investigación (Documento interno). INAPESCA. 24p.
- CASTRO CF. 1981. El huachinango en la Bahía de San José, BCS, determinación de edad y crecimiento (*Lutjanus peru*). *Rev. Ciencias del Mar* 1: 4-8.
- CHARLES AT. 1991. Bio-socio economic dynamics and multidisciplinary models in small scale fisheries research. *En: JR Durand, J Lemoalle y J Weber (eds.). Research and small scale Fish*. Internal. Symp. ORSTOM IFREMER0. 2: 603-608.
- CHIRICHIGNO N, W Fischer y CW Nauen (eds.). 1982. INFOPESCA. *Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina*. Parte 2. Pacífico Centro y Suroriental. Roma FAO/PNUD, SIC/82/2: 588p.
- CRUZ-ROMERO M y E Espino-Barr. 2006. Desarrollo y resultados de la investigación de la pesca ribereña. *En: P Guzmán-Amaya y D Fuentes-Castellanos (eds.). Pesca, acuacultura e investigación en México*. Comisión de Pesca, Cámara de Diputados. CEDRSSA, México, D.F., pp: 295-309.
- CRUZ-ROMERO M, E Espino-Barr y A Garcia-Boa. 1989a. Lista de peces del litoral colimense. *Serie: Documentos de Trabajo*, SEPESCA/INP, México 1(9): 1-21.
- CRUZ-ROMERO M, E Espino-Barr y A Garcia-Boa. 1989b. Análisis estadístico de la captura y esfuerzo. Pesquería ribereña del Estado de Colima. 1980-1987. SEPESCA/INP, CRIP-Manzanillo, Col., México. *Boletín Informativo* 9: 17-29.

- CRUZ-ROMERO M, E Espino-Barr y A Garcia-Boa. 1990. Escama Ribereña: un análisis descriptivo. SEPESCA/INP/CRIP-Manzanillo. *Boletín Informativo* 10: 1-16.
- CRUZ-ROMERO M, E Espino-Barr y A Garcia-Boa. 1996. Diagnóstico de la Pesquería Ribereña. (Documento interno). SEMARNAP-INP, CRIP-Manzanillo, México. 42p.
- CRUZ-ROMERO M, E Espino-Barr, J Mimbela L, A Garcia-Boa, LF Obregón A y E Girón B. 1991. Biología Reproductiva en tres especies del género *Lutjanus* en la costa de Colima, México. Informe Final. Clave CONACYT: P220CCOR892739, México. 118p.
- CRUZ-ROMERO M, E Espino-Barr, P Del Monte-Luna, A Garcia-Boa, A Ayala-Cortés, JJ González-Ruiz y S Sánchez-González. 2000. Huachinango del Pacífico. En: MÁ Cisneros-Mata y L Beléndez M (eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 1999-2000*. INP-SEMARNAP, pp: 297-326.
- DAILY GC. 1997. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press. Washington, DC. 392p.
- DE LA CRUZ-AGÜERO J, M Arellano-Martínez, VM Cota-Gómez y G De la Cruz-Agüero. 1997. *Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*. IPN/CICIMAR/CONABIO. 341p.
- DEL MONTE-LUNA P, G Guzmán-Jiménez, R Moncayo-Estrada, S Sánchez-González y A Ayala-Cortés. 2001. Máximo rendimiento sostenible y esfuerzo óptimo de pesca del huachinango (*Lutjanus peru*) en La Cruz de Huanacastle, Nayarit, México. *Ciencia Pesquera* 15: 159-164.
- DOF. 2000. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 28 de agosto de 2000.
- ESPINO-BARR E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México. Tesis de Doctorado. Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Colima. México. 84p.
- ESPINO-BARR E y M Cruz-Romero. 2006. Aspectos generales de la pesca ribereña en el Pacífico mexicano. En: P Guzmán-Amaya y D Fuentes-Castellanos (eds.). *Pesca, Acuacultura e Investigación en México*. Comisión de Pesca, Cámara de Diputados. CEDRSSA, México, D.F., pp: 37-47.
- ESPINO-BARR E, M Cruz-Romero y A Garcia-Boa. 1998. Edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) en la costa del estado de Colima. *Avances de Investigación Agropecuaria* 7(1): 1-10.
- ESPINO-BARR E, M Cruz-Romero y A Garcia-Boa. 2003. *Peces marinos con valor comercial de la costa de Colima, México*. CONABIO, INP, CRIP-Manzanillo, ISBN 970-9000-23-3. 106p.
- ESPINO-BARR E, R Macías Z, M Cruz-Romero y A Garcia-Boa. 1997. Catch per unit effort trends in the coastal fishery of Manzanillo, Colima, Mexico. *Fisheries management and ecology* 4(4): 255-261.
- ESPINO-BARR E, EG Cabral-Solís, A Garcia-Boa y M Puente-Gómez. 2004. Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México. SAGARPA-INP, ISBN-968-800-570-3. México. 145p.
- ESPINO-BARR E, EG Cabral-Solís, M Puente-Gómez y A Garcia-Boa. 2010. Tallas de reproducción de 15 especies de la pesca ribereña en Jalisco. *v Foro Científico de Pesca Ribereña*, Boca del Río, Veracruz, 7 a 9 de septiembre.
- ESPINO-BARR E, EG Cabral-Solís, A Garcia-Boa, M Puente-Gómez y O Miranda-Carrillo. 2011a. La captura de pargos y huachinango en el Pacífico centro, México. *III Reunión de la Sociedad Mexicana de Pesquerías y del Capítulo Mexicano de la AFS*. Mazatlán, Sin. 16 a 30 de mayo.

- ESPINO-BARR E, EG Cabral-Solís, M Puente-Gómez y A García-Boa. 2011b. Evaluación de la actividad pesquera ribereña en Jalisco y Colima. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Manzanillo. INAPESCA. 45p.
- ESPINO-BARR E, D Hernández-Montaño, E Cabrera-Mancilla, RM Gutiérrez-Zavala, HA Gil-López, EG Cabral-Solís, A García-Boa, C Meléndez, M Puente-Gómez y C Romero-Acosta. 2006. Huachinango del Pacífico Sur. En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-H, R Solana-Sansores y C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, pp: 101-129.
- FISCHER W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter y UH Niem. 1995. *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental*. Vols. II y III. pp: 644-1813.
- GALLARDO-CABELLO M, M Sarabia-Méndez, E Espino-Barr y V Anislado-Tolentino. 2010. Biological aspects of *Lutjanus peru* in Bufadero Bay, Michoacán, México: growth, reproduction and condition factors. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(2): 205-215.
- GARCIA-BOA A, M Cruz-Romero y E Espino-Barr. 1998. Aspectos de la tecnología de la captura ribereña en el estado de Colima, Méx. Informe de investigación. SEMARNAP/INP, CRIP-Manzanillo, SIMORELOS-CONACYT clave 9603008 64p.
- GONZÁLEZ-OCHOA OA. 1997. Edad y crecimiento de *Lutjanus peru* en la costa sur de Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. 80p.
- GONZÁLEZ-BECERRIL A. 1997. Caracterización del sistema de pesca de la pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Col., México. Bases para su manejo. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias. UNAM. 150p.
- GONZÁLEZ-BECERRIL A, E Espino B, M Cruz R y A Ruiz L. 2000. Determinación de la unidad de esfuerzo de pesca en una pesquería artesanal ribereña en Manzanillo, Colima, México. *Ciencias Marinas* 26(1): 113-124.
- GONZÁLEZ-BECERRIL A, E Espino-Barr, A Ruiz-Luna y M Cruz-Romero. 2006. La Pesca ribereña: Descripción, problemática y alternativas para su manejo. En: MC Jiménez-Quiroz y E Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP, SAGARPA, pp: 611-622.
- GUTIÉRREZ-ZAVALA RM, E Cabrera-Mancilla, E Ramos-Carrillo. 2012. Evaluación biológica de los lutjánidos de importancia comercial en el litoral de Guerrero. Informe de investigación (Documento interno). INAPESCA. 64p.
- HENDRICKX ME. 1995. Estomatópodos. En: W Fischer, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter y VH Niem (eds.). *Guía FAO para la Identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro – oriental*. Vol. 1. Plantas e Invertebrados. FAO, Roma, Italia, pp: 335-382.
- HERNÁNDEZ-MONTAÑO D, C Meléndez G y C Romero A. 2002. Evaluación de recursos pesqueros (escama) en la costa de Michoacán. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Pátzcuaro. INP. 50p.
- HERNÁNDEZ-MONTAÑO D, C Meléndez-Galicia y A Arellano-Torres. 2006. Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* en la costa de Michoacán. En: MC Jiménez-Quiroz y E Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP, SAGARPA, pp: 477-484.
- ISOTECO-PALEMÓN J. 2011. Determinación de edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) por medio de la lectura de los anillos de crecimiento de

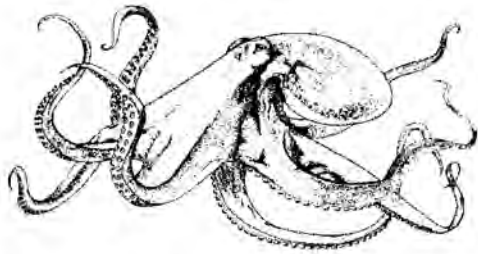
- escamas, en las costas de Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. México. 112p.
- MADRID-VERA J. 1990. Ecología de algunas especies de peces de importancia comercial. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. 179p.
- MADRID-VERA J, NML Gutiérrez y SM Herrera. 1989. Parámetros ecológicos de las comunidades de peces del litoral de Michoacán, México. Biología de Campo. Facultad de Ciencias. UNAM.
- MADRID-VERA J, P Sánchez y AA Ruiz. 1997. Diversity and abundance of a tropical fishery on the Pacific shelf of Michoacan, Mexico. *Estuarine, coastal and Shelf Science* 45: 485-495.
- MANDUJANO ALM. 1984. Informe preliminar sobre contenido estomacal y maduración gonadal en tres especies de peces comerciales en Manzanillo, Col. INP/CRIP-Manzanillo, Manuscrito 34p.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ G, FR Baiza-Serrano, V García-Carvajal e I Peña-Ramírez. 2002. Reporte y comentarios de las demandas del sector pesquero, en la costa de Jalisco. Documento interno de la Subdelegación de Pesca en el Estado de Jalisco. 3p.
- MELÉNDEZ-GALICIA C y AC Romero-Acosta. 2006. Evaluación pesquera del huachinango *Lutjanus peru* y de la sierra *Scomberomorus sierra* en la costa de Michoacán. Informe de investigación (Documento interno). CRIP - Pátzcuaro. INP. 32p.
- MORALES-PACHECO O, RM Gutiérrez-Zavala, E Cabrera-Mancilla y HA Gil-López. 2010. Dictamen para determinar la viabilidad técnica para la reasignación de embarcaciones menores y permisos de pesca para la captura de escama marina en el litoral del estado de Guerrero. Opinión técnica (Documento interno). INAPESCA. 18p.
- OCHOA BRS, G Garcia M y R Martínez R. 1991. La actividad reproductiva de *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae) en las costas de San José del Cabo, BCS *Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología*. San Nicolás de los Garzas, NL, México. 40p.
- PARRISH DJ. 1987. The trophic biology of snappers and groupers. *En: JJ Polovina y S Ralston (eds.). Tropical snappers and groupers*. Westview Press/ Boulder and London, pp: 405-465.
- PÉREZ-MELLADO J y LT Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón comercial capturado en las costas de Sonora y N. de Sinaloa. *En: A Yáñez-Arancibia (ed.). Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón*. Prog. Univ. de Alimentos. ICMYL/INP, pp: 201-251.
- PÉREZ-VIVAR TL. 1995. Sistemática y biogeografía de peces del litoral de Colima, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. México. 106p.
- RAMÍREZ-HERNÁNDEZ E y A González-Pagés (eds.). 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. SIC/INP. México. 462p.
- RAMOS-CRUZ S. 1996. Evaluación de la pesquería de lutjánidos (pargos y huachinango) en el área costera de Salina Cruz, Oaxaca, México. *Boletín Informativo*. CRIP - Salina Cruz. INP. 13p.
- ROCHA OA y VM Muñoz. 1991. Relación entre el crecimiento individual y el de los otolitos del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) en la Bahía de la Paz, BCS. *Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología*. San Nicolás de los Garza, NL, Méx.
- ROJAS-CAMPOS V. 1996. La situación actual de la pesca ribereña en la costa del estado de Colima. Tesis de Licenciatura. Universidad de Colima. 71p.
- ROJAS-HERRERA AA. 2001. Aspectos de la dinámica de poblaciones del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis de Doctorado. Universidad de Colima. 193p.

- ROJAS-HERRERA AA, A Santamaría M y F Elorduy G. 2000. Desarrollo gonádico y época de desove del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Guerrero, México. *Resúmenes XII Congreso Nacional de Oceanografía*. Huatulco, México.
- RUIZ SH. 1983. Reproducción del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) (Pisces: Lutjanidae) del Pacífico Sur de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Federico Villareal, Perú. 72p.
- RUIZ SH, A Osegueda, M Guzmán y S Coronel. 1982. Ciclo reproductor del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) (Pisces: Lutjanidae) del Pacífico Sur de México. Inédito. UNAM, ICMYL. 15p.
- RUIZ-LUNA A, E Girón-Botello, J Madrid-Vera y A González-Becerril. 1985. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922). *Memorias del VIII Congreso Nacional de Zoología*. Morelia Mich., México, pp: 188-201.
- SAGARPA. 2000. *Anuario estadístico de pesca 1999*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura de SAGARPA, México, D. F. 280p.
- SAGARPA. 2002. *Anuario estadístico de pesca 2001*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura de SAGARPA, México, D. F. 290p.
- SAGARPA. 2003. *Anuario estadístico de pesca 2002*. Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura de SAGARPA, México, D. F. 285p.
- SAGARPA. 2009. *Anuario estadístico de pesca 2007*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2009_capitulo_i_preliminar
- SAGARPA. 2010. *Anuario estadístico de pesca 2009*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2009_capitulo_i_preliminar
- SAGARPA. 2011. *Anuario estadístico de pesca 2010*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2010_capitulo_i_preliminar
- SANTAMARÍA MA y EA Chávez. 1999. Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) de Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical* 47(3): 571-580.
- SAUCEDO-LOZANO M, AR Raymundo-Huizar y C Valadez-González. 2006. Comparación de los hábitos alimentarios de juveniles de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus*. En: MC Jiménez-Quiroz y E Espino-Barr (eds.). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*. INP, SAGARPA, pp: 209-218.
- SCHAEFER M. 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. IATTC / Bol. CIAT* 2: 247-268.
- SEIJO JC, O Defeo y S Salas. 1997. *Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo*. Roma, FAO Documento Técnico de Pesca No. 368. 176p.
- SEMARNAP. 1997. *Anuario Estadístico de Pesca 1996*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241p.
- SEMARNAP. 1998. *Anuario Estadístico de Pesca 1997*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241p.
- SEMARNAP. 1999. *Anuario Estadístico de Pesca 1998*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México. 241p.
- SEPESCA. 1985a. *Anuario Estadístico de Pesca 1982*. Secretaría de Pesca. 513p.
- SEPESCA. 1985b. *Anuario Estadístico de Pesca 1983*. Secretaría de Pesca. 327p.
- SEPESCA. 1985c. *Anuario Estadístico de Pesca 1984*. Secretaría de Pesca. 338p.

- ULLOA-RAMÍREZ P, JL Patiño V, S Hernández V, PA Pérez V, R Sánchez R y ML Guevara R. 2008. *Peces marinos de valor comercial del estado de Nayarit, México*. INAPESCA. 91p.
- VAN DER HEIDEN AM. 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*. Prog. Univ. de Alimentos. ICMYL/INP, pp: 149-200.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico de México. *UNAM-ICMYL, Publ. Esp. 2*: 1-306.
- ZÁRATE-BECERRA ME, RA Nava-Ortega y J Tovar-Ávila. 2011. Estructura de tallas, edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru*, en Nayarit durante 2009 y 2010. *Resúmenes II Reunión Nacional de Innovación Acuícola y Pesquera*. León, Guanajuato.

Pesquerías del Golfo de México y Caribe Mexicano

Pulpo del Golfo de México



BREVIARIO

Especies

- Pulpo rojo (*Octopus maya*) y pulpo patón (*Octopus vulgaris*).
- En el estado de Campeche, la captura de pulpo se compone exclusivamente de *O. maya*. Se desconoce si a mayores profundidades es posible capturar *O. vulgaris*.
- En el estado de Yucatán se pesca tanto *O. maya* como *O. vulgaris*. Históricamente, la pesquería ha sido mayormente sustentada por *O. maya*; sin embargo, en las últimas tres temporadas de pesca (2009-2011), ambas especies han aportado un porcentaje de magnitud similar a la captura total del estado.
- La reproducción de *O. maya* ocurre durante todo el año con un máximo desove en diciembre-enero. Por su parte, *O. vulgaris* se reproduce principalmente de enero a marzo y el desove se extiende hasta agosto.
- Se han detectado dos picos de reclutamiento para *O. maya*, uno en primavera y el otro en otoño.
- Ambas especies son de ciclo de vida corto y crecimiento rápido. Para *O. maya* se ha estimado una longevidad de 18 meses y para *O. vulgaris* de 24 a 36 meses.

Tendencia de las capturas en Campeche y Yucatán

- Captura total en 2011: 23 532 t. El 64% corresponde a *O. maya* y el 36% restante a *O. vulgaris*. Yucatán aportó 73% de la producción de pulpo en proporción similar para ambas especies.

Tipo de modelo para evaluación y manejo

- Método basado en la distancia para la estimación de la biomasa poblacional antes del inicio de la temporada de pesca.
- Método de área barrida para la estimación de la biomasa susceptible a la pesca.
- Análisis de población virtual.

Estado de la pesquería

- *Octopus maya*: aprovechada al nivel de rendimiento máximo sostenible.

Medidas de manejo

- Control del esfuerzo pesquero por número de permisos, talla mínima de captura, veda temporal, cuota de captura publicada anualmente en el *Diario Oficial de la Federación* (NOM-008-PESC-1993).

Objetivo de las medidas

- Proteger el periodo de reproducción del *stock* desovante que sobrevive a la temporada de pesca y el reclutamiento gracias a la veda y a la talla mínima de captura. Asimismo, el manejo de cuotas de captura favorece la capacidad de renovación de la población al mantener un tamaño de *stock* desovante base, proporcional al tamaño de la población al inicio de la temporada de pesca.

Pulpo del Golfo de México

Octopus maya
Octopus vulgaris

Gabriela Galindo-Cortes
Álvaro Hernández-Flores
Josefina Santos-Valencia

LA PESQUERÍA

Importancia

En el ámbito nacional, el pulpo ocupa el décimo lugar en cuanto a captura, en tanto que en el litoral del Golfo de México y el Caribe es la segunda pesquería más importante, superada únicamente por el camarón. Esta pesquería se dirige principalmente a dos especies: *Octopus maya*, llamado pulpo rojo, capturado en el litoral de Campeche, Yucatán y Quintana Roo y *O. vulgaris*, conocido como pulpo patón, que se captura al norte de la Península de Yucatán y costas de Veracruz (Fig. 1). De la producción nacional, 98% proviene de Yucatán y Campeche, correspondiendo una mínima proporción a Quintana Roo y Veracruz (CONAPESCA 2010).

El aprovechamiento del pulpo en México tiene su origen en aguas adyacentes al puerto de Campeche, donde en 1949 se registró una captura de 50 t. En los años sesenta se extendió la captura a los puertos de Seybaplaya y Champotón, y se elevó la

captura hasta alcanzar 1 321 t en 1965. En 1970, como consecuencia del decremento de la pesca en Campeche, los pescadores incursionan en aguas de Celestún, integrándose Yucatán a la pesquería con una captura de 304 t, iniciando la explotación formal de la especie (Solís-Ramírez 1967, 1975, 1988).

De 1949 a la fecha, la captura de *O. maya* en Campeche se ha realizado sólo con embarcaciones menores, en cambio, en Yucatán a partir de 1982, las embarcaciones de la flota de mediana altura dedicadas tradicionalmente a la captura de especies de escama, como el mero y el huachinango, se sumaron a la pesca de *O. maya* incorporando a las capturas a *O. vulgaris*.

La participación de las flotas artesanal y de mediana altura de Yucatán, la incorporación del pulpo patón en la captura y la alta demanda de pulpo en los mercados internacionales como el de Japón y España, hicieron crecer los registros de aprovechamiento del recurso, que hasta 1995 promediaba alrededor de 9 000 t anuales. En 1996 se obtuvo una captura récord de 20 808 t y a partir de este año a la fecha, el promedio anual de la captura es de 18 000 t.

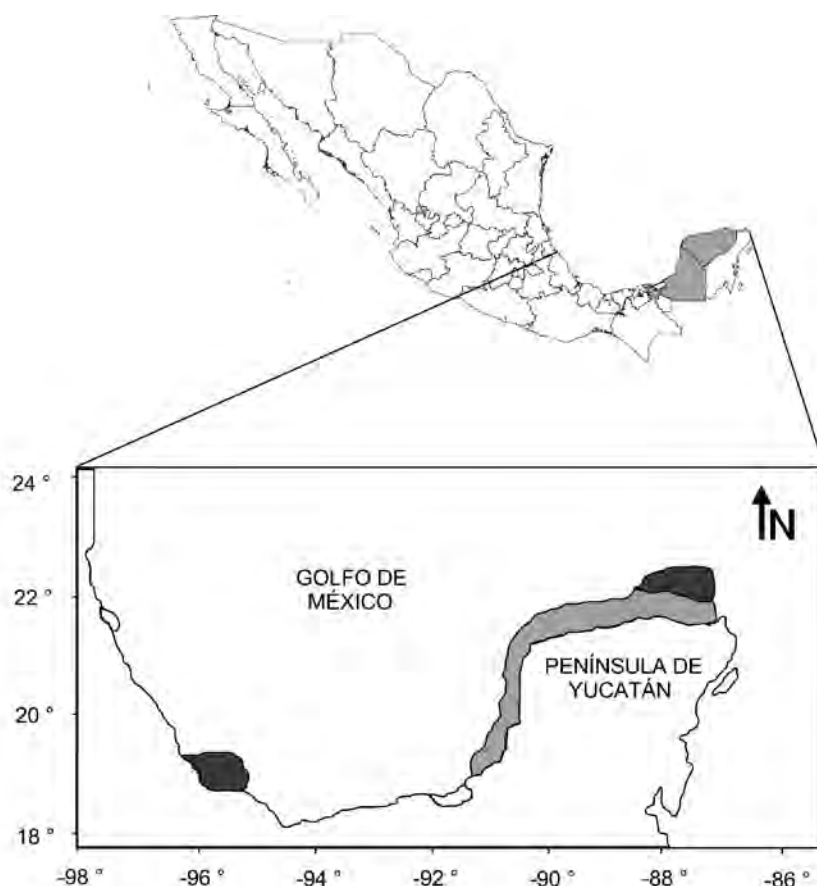


Fig. 1. Áreas de captura de pulpo en el Golfo de México. *Octopus maya* en gris claro y *Octopus vulgaris* en gris oscuro.

Por otra parte, la pesca de pulpo en Veracruz constituye una actividad económica de gran importancia de la que dependen las comunidades de pescadores asentadas en las localidades de Boca del Río y Antón Lizardo. En esta zona la especie dominante es *O. vulgaris*, pues representa entre 85% y 100% de las capturas comerciales, seguido por *O. macropus* que en temporada fría llega a ocupar hasta un 15% de la producción. Otras especies que se capturan ocasionalmente en este sistema son *O. maya* y *O. hummelinki*.

Biología

Los pulpos pertenecen a la clase Cephalopoda, son exclusivamente marinos, de simetría bilateral y poseen un sistema nervioso y sensorial bien desarrollado. La característica más distintiva de los pulpos es que poseen ocho brazos. Cada brazo presenta dos filas de ventosas, su número y posición son caracteres taxonómicos importantes.

Octopus maya

Octopus maya es una especie endémica de la plataforma continental de la Península de Yucatán, habita en fondos de roca caliza y sedimento arenoso-limoso cubierto por praderas de *Thalassia testudinum*, también es común encontrarla en conchas vacías de moluscos gasterópodos (*Strombus gigas*, *S. costatus* y *Pleuroploca gigantea*) y cuevas existentes en la loza cárstica del fondo, o entre rocas coralinas distribuidas en manchones a una profundidad máxima de 50 m (Solís-Ramírez *et al.* 1997). Su distribución espacial abarca desde las aguas adyacentes a Isla del Carmen en Campeche hasta Isla Mujeres, Quintana Roo (Solís-Ramírez 1962, Van Heukelem 1977).

La reproducción de *O. maya* es continua, con dos picos anuales de madurez y desove que ocurren, uno en primavera y otro de mayor intensidad en otoño (Santos-Valencia *et al.* 2005). Santos-Valencia *et al.* (2006) realizaron para la costa de Campeche un estudio para la determinación de las fases de madurez gonádica del pulpo *O. maya*, por métodos macro y microscópicos durante abril a diciembre de 2002 a 2004. Con base en éste, se determinó que durante septiembre y octubre el mayor porcentaje lo constituyen las hembras inmaduras. Para octubre, 40% de las hembras se encontraba en vitelogénesis, proceso que marca el inicio de la maduración sexual y produce un acelerado crecimiento del ovario. En las hembras de *O. maya* este proceso inicia generalmente a partir de 110 mm de longitud del manto (LM) y conduce a un enorme desarrollo del ovario, así como el crecimiento de los oviductos y glándulas oviductales, que actúan como reservorios de espermatozoides. A partir de noviembre se observa un aumento en el porcentaje de hembras maduras, alcanzando su máximo pico en diciembre. Asimismo, es característico encontrar de noviembre a enero un alto porcentaje de hembras en proceso de desove (Fig. 2).

La cópula se realiza cuando el macho deposita los espermatóforos a través del hectocótilo (tercer brazo derecho en vista frontal, por lo general más corto y ancho) que introduce en el manto de la hembra (Rosas *et al.* 2006). Los espermatóforos pasan a través de los oviductos de las hembras y se depositan en las glándulas oviduciales que actúan como reservorio de espermatozoides. Las hembras los almacenan hasta que maduran y se produce el desove (Santos-Valencia *et al.* 2005).

Los machos alcanzan la madurez antes que las hembras. De acuerdo con exámenes histológicos microscópicos en especímenes de *O. maya* cultivados, cuatro meses después de la eclosión, los machos presentaron un desarrollo gonádico importante, con predominancia de estadios II (en maduración) y III (maduros). Mientras que las hembras, en el mismo periodo se encontraban en estadio I (inmaduras) (Ávila-Poveda *et al.* 2009). Asimismo, técnicas macroscópicas para la determinación de la madurez gonádica en organismos de *O. maya* capturados en Campeche durante cuatro temporadas de pesca confirman lo anterior (Fig. 3). De acuerdo con los resultados, 50% de los machos alcanza la madurez a 126 mm LM (*ca.* cinco meses de edad), mientras que en las hembras, esto ocurre a 144 mm LM (*ca.* siete meses de edad).

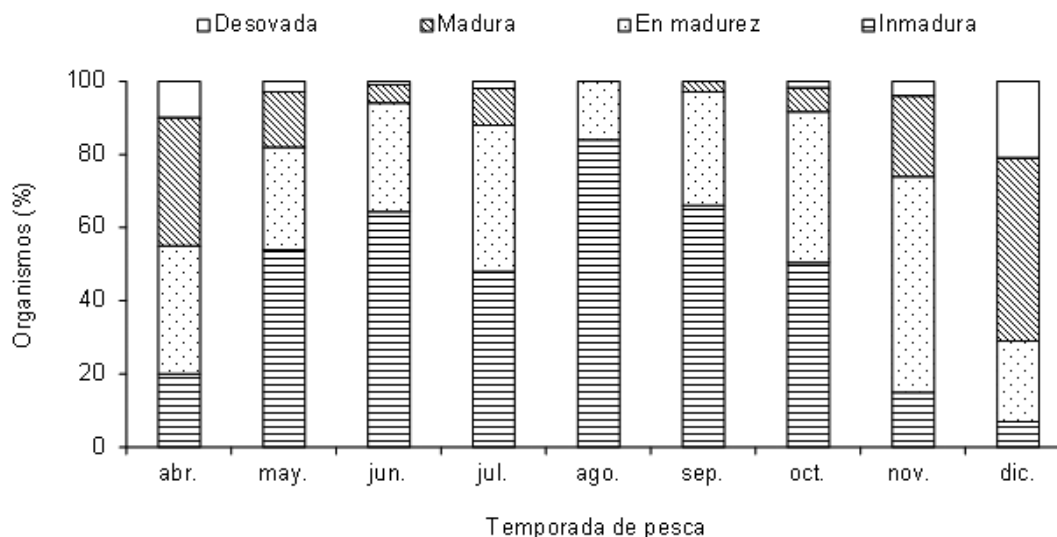


Fig. 2. Fases de maduración gonádica en hembras de *Octopus maya* en la costa de Campeche. Fuente datos: Santos-Valencia *et al.* (2006).

La fecundidad de *O. maya* fluctúa entre 1 500 y 2 000 huevos por hembra. Cuando éstos están maduros presentan un tamaño promedio de 17 mm, son piriformes y de color ámbar (Santos-Valencia *et al.* 2006). El proceso de oviposición ocurre comúnmente sobre fondos duros y rocosos donde la hembra busca oquedades para depositar los huevos en racimos pegados a las paredes.

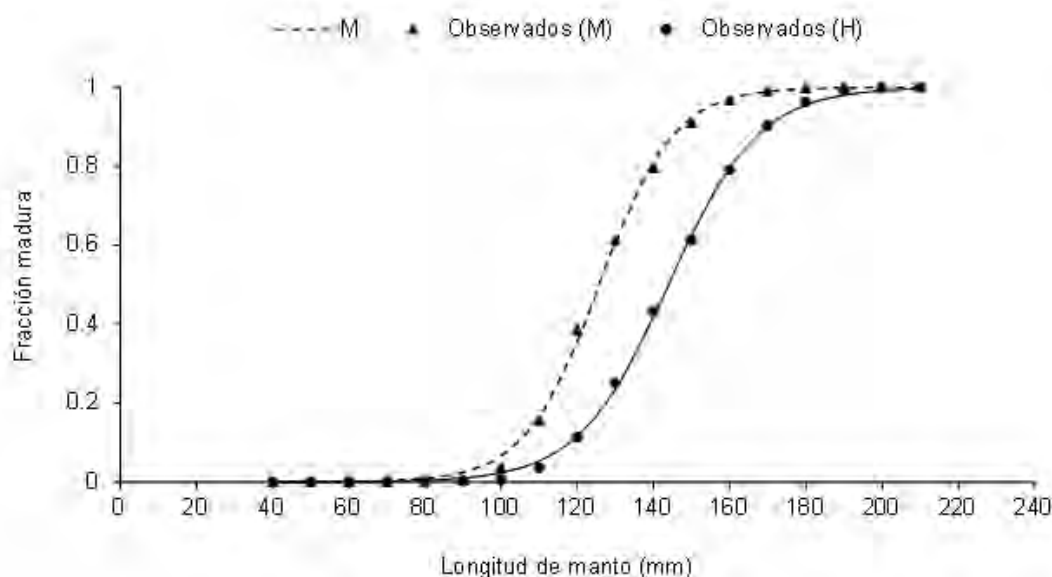


Fig. 3. Ojivas de madurez en función de la longitud para machos de estadio II a IV ($n = 6\,792$) y hembras de estadio III a V ($n = 922$) de *Octopus maya* capturados durante las temporadas de pesca 2000, 2002, 2003 y 2009. M: machos; H: hembras. Fuente datos: Santos-Valencia y Re-Regis (2002), Santos-Valencia *et al.* (2004, 2010).

Octopus maya es una especie semélfara, ya que las hembras realizan un único desove anual, periodo en el que se dedica exclusivamente al cuidado de los huevecillos; durante cerca de dos meses la hembra los limpia y protege con ayuda de sus tentáculos y sifón hasta la eclosión, para morir posteriormente por inanición (Rosas *et al.* 2006). Las crías son de desarrollo directo, ya que al eclosionar poseen todas las características anatómicas y conductuales propias de un pulpo adulto e incluso responden a los estímulos de coloración, textura de piel, expulsión de la tinta; además de adoptar la vida béntica casi de inmediato (Solís-Ramírez 1967).

El desarrollo de las estructuras sexuales de los machos y hembras de *O. maya* depende del tamaño y el estado de madurez del animal. Santos-Valencia *et al.* (2006) reportan de diez a 82 estructuras en machos maduros desde 350 g hasta 900 g de peso. Para las hembras maduras, el ovario puede aumentar hasta 150 veces su peso inicial y en algunos casos significó 10% del peso total del organismo.

Octopus maya es una especie con crecimiento rápido y ciclo de vida corto (Solís-Ramírez y Chávez 1986). El intervalo de longitud reportado es de 60 mm a 250 mm LM. La edad máxima se ha estimado en alrededor de 12 meses (Solís-Ramírez y Chávez 1986) a 18 meses (Arreguín-Sánchez 1992a). Esta última estimación es similar a la edad calculada con la ecuación empírica de Pauly (1984) estimada con los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB) contenidos en la *tabla 1*, que tiene una moda de alrededor de 17 meses. El intervalo de valores de L_{∞} varía entre 213 mm a 339 mm LM, mientras que, los valores de K fluctúan entre 0.5 a 3.16 año⁻¹.

A pesar de que se tienen pocas estimaciones de los parámetros de la FCVB para cada sexo, se observa en la *tabla 1* que tienen en promedio un valor de K similar y la L_{∞} de las hembras es ligeramente menor que la de los machos.

Tello *et al.* (2004) analizaron la variación genética del pulpo *O. maya* en la Península de Yucatán a partir del análisis de isoenzimas de organismos recolectados en comunidades de Campeche y Yucatán, encontrando bajas variabilidad y diferenciación geográfica entre las áreas, aspecto característico de especies o poblaciones que se encuentran bien mezcladas, por lo que concluyen la presencia de una sola población de *O. maya* geográficamente distribuida en toda la región.

Tabla 1

Parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy reportados para *Octopus maya* en la Península de Yucatán, México

Método	L_{∞} (mm)	K (año ⁻¹)	t_0 (año ⁻¹)	Sexo	Edad máxima (meses)*	Referencia
Indirecto	262.9	2.06	-0.033	Hembras	17	Solís-Ramírez y Chávez (1986)
	275.8	2.16	-0.028	Hembras	16	
	292.9	1.82	-0.037	Machos	19	
	251.2	2.40	-0.004	Machos	15	
	267.5	2.60	-0.073	Ambos sexos	13	
	273.7	2.13	-0.043	Ambos sexos	16	
	263.7	2.11	-0.030	Ambos sexos	17	
	229.5	3.16	-0.08	Ambos sexos	10	
	241.0	1.50		Ambos sexos	24	González <i>et al.</i> (1998)
	252.0	1.40		Ambos sexos	26	Arreguín-Sánchez <i>et al.</i> (2000)
	213.0- 285.0	0.50-1.35	(-0.50)- (-0.02)	Ambos sexos	70-26	Nepita-Villanueva y Defeo (2001)
Directo	260.0	1.10	-0.03	Hembras	33	Albarrán (2010)
	339.0	0.73	-0.07	Machos	49	

*Se estimó con la ecuación empírica de Pauly (1984): $(3/K) + t_0$

Octopus vulgaris

Otro pulpo que es capturado por la flota yucateca es el *O. vulgaris*, especie cosmopolita distribuida en mares tropicales y subtropicales del mundo. Puede encontrarse desde la superficie del mar hasta una profundidad de 150 m. Vive en aguas que presentan temperaturas entre 6 °C y 33 °C, siendo más común entre 10 °C y 30 °C. En el Golfo de México constituye pesquerías costeras de la Península de Yucatán y las zonas arrecifales de los puertos de Veracruz y Tuxpan, Veracruz.

Solís-Ramírez *et al.* (1997) mencionan que *O. vulgaris* alcanza su madurez sexual a una edad aproximada de ocho a diez meses, cuando miden 80 mm LM. Sin embargo, se ha sugerido que la talla de madurez sexual es diferente entre sexos. En el Golfo de México,

Jiménez-Badillo *et al.* (2008) encontraron una talla mínima de madurez sexual en machos de 248 g y en hembras 612 g. En promedio, la mayoría de los machos alcanzó la madurez sexual a 110 mm LM con 700 g peso total; mientras que las hembras la alcanzaron a 140 mm LM con 1 400 g peso total.

Al igual que otros cefalópodos, los machos de *O. vulgaris* mueren después del apareamiento y las hembras después de que los huevos eclosionan, ya sea por inanición o depredación (Hernández-López 2000). El periodo de desove es continuo a lo largo del año en aguas tropicales y subtropicales. Las hembras incuban sus huevos por un periodo de 25 a 65 días, éstos son muy pequeños (3 mm de largo) de forma oval alargada y poseen gran cantidad de vitelo; sin embargo, son bastante numerosos, ya que un ejemplar hembra puede depositar entre 100 000 y 500 000 huevos. El desarrollo embrionario es indirecto pasando por una fase larvaria planctónica en un periodo que va de cinco a 12 semanas antes de adoptar la vida bentónica (van Heukelem 1976, Solís-Ramírez 1988).

En el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), la reproducción de *O. vulgaris* se presenta principalmente en invierno (enero a marzo) y la puesta se extiende hasta julio y agosto, aunque en el caso de los machos se pueden encontrar ejemplares en estado de madurez avanzado en casi cualquier mes del año. Sin embargo, las proporciones observadas sugieren la existencia de dos picos importantes de madurez, uno en agosto-septiembre y un segundo de diciembre-enero (Jiménez-Badillo *et al.* 2008).

Octopus vulgaris es una especie de ciclo de vida corto y crecimiento rápido, aunque comparativamente más largo que el de *O. maya*, con una edad máxima que fluctúa entre dos a tres años. Las hembras pueden alcanzar 1.2 m y los machos hasta 1.3 m con un peso máximo de 10 kg (FAO 2007). Rosas *et al.* (2006) reportan animales con un peso máximo promedio de 12.5 kilogramos.

Las estimaciones del crecimiento individual para *O. vulgaris* son escasas. Para el Golfo de México se cuenta con la estimación de Díaz-Álvarez y Jiménez-Badillo (2009) que sugieren un crecimiento más lento que el sugerido para otras áreas geográficas (Hernández-López 2000), con una edad máxima de 2.2 años.

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

El pulpo es capturado por dos tipos de flotas pesqueras: la flota menor y la flota de mediana altura. La primera y más numerosa se distribuye en todo el litoral de Campeche, Yucatán y norte de Quintana Roo. La flota que opera en el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) también se puede considerar dentro de esta categoría. Por su parte, la flota de mediana altura opera casi exclusivamente en el puerto de Progreso, Yucatán.

Las embarcaciones de la flota menor en Campeche y Yucatán miden entre 5 m y 9 m de eslora y llevan a bordo entre uno y dos alijos (embarcaciones de 3 m de eslora sin motor). La capacidad máxima de almacenaje de la flota menor es de 0.5 t y puede llevar a bordo de dos a cuatro pescadores. Los viajes tienen una duración de un día, con excepción de algunas embarcaciones de 9 m de eslora, cuya autonomía puede ser hasta de tres días. Actualmente, la flota menor opera a lo largo del litoral de la Península de Yucatán, en 27 comunidades pesqueras; sin embargo, las descargas se concentran en 19 puertos.

Las embarcaciones de la flota de mediana altura presentan una eslora que varía entre 12 m y 22 m, con una capacidad de almacenaje de 5 t a 15 t. Éstas actúan como nodrizas llevando a bordo entre siete y nueve alijos y viajan entre diez y 12 personas, tres tripulantes y un pescador por cada alijo. Los viajes de pesca por lo general son de entre 11 y 14 días. Estas embarcaciones pueden apear a mayores profundidades.

La pesca de pulpo en la Península de Yucatán se realiza exclusivamente durante el día, utilizando el método campechano o “gareteo”, que estriba en dejar la embarcación a la deriva, arrastrando líneas de monofilamento o cordeles donde se sujeta la carnada, que consiste principalmente en jaiba (*Callinectes* spp.) y cangrejo araña (*Libinia dubia*). La carnada va atada al extremo libre de la línea, el otro extremo, no sumergido, se ata a uno de los costados de la embarcación y a dos “jimbas” (pértigas de bambú), parte de las cuales se fija a la embarcación y parte pende a proa y popa. Los alijos emplean jimbas de dos a tres metros y de seis a siete líneas, en tanto que la embarcación usada como nodriza usa jimbas de cuatro a cinco metros y 16 líneas (Arreguín-Sánchez *et al.* 1987, Solís-Ramírez 1962, 1967, 1991, 1994, Solís-Ramírez *et al.* 1997).

En el caso de los alijos utilizados en las embarcaciones de mediana altura que se dedican casi exclusivamente a la captura de *O. vulgaris*, el arte de pesca y la operación son similares a los de la captura de *O. maya*, con excepción del tipo de carnadas pues además de los crustáceos mencionados, utilizan especies de escama como el vulcay (*Diplectrum* spp.) y el chac-chi (*Haemulon plumieri*). En el caso de *O. vulgaris*, con el fin de asegurar la captura del molusco, el arte de pesca lleva al final de la línea un anzuelo, dado que la pesca es en aguas más profundas y el pulpo podría escapar al ser levantado el cordel.

En el año 2006, la flota registrada con permiso de pesca de pulpo en Yucatán estuvo compuesta por 4 082 embarcaciones de las cuales 3 676 corresponden a la flota menor (5 006 alijos y 17 038 jimbas) y 418 a la flota de mediana altura. En Campeche en el año 2008 se registraron 1 601 embarcaciones, de las cuales 1 591 son menores y 10 de mediana altura (1 248 alijos y 6 279 jimbas). En Quintana Roo hay registros de 343 embarcaciones menores.

En el litoral veracruzano, específicamente en el sistema arrecifal, *O. vulgaris* se captura por buceo libre o apnea, con embarcaciones de fibra vidrio y motor fuera de borda y de dos hasta seis pescadores por embarcación. En esta pesquería, por las características del fondo marino, corrientes y profundidad que caracterizan el SAV,

se usa el denominado gancho o bastón pulpero, de aproximadamente un metro de largo, es una varilla atada por uno de sus extremos a un tramo de madera a manera de mango, y por el otro lado, termina en una punta doblada en forma de gancho (Hernández-Tabares y Bravo-Gamboa 2002).

Con base en las cifras de la Subdelegación de Pesca, para el año 2008 existían 16 permisos para la captura de este molusco, 15 son en el SAV y uno en Tuxpan, Veracruz. En el SAV, seis permisos son de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera y Servicios Turísticos (SCPPST), dos son de Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) y siete de permisionarios particulares; dichos permisos, amparan un total de 227 pescadores, con 70 embarcaciones menores y 63 motores fuera de borda.

Tendencia histórica

La producción de pulpo en el Golfo de México y Mar Caribe se obtiene principalmente de las costas de Yucatán y Campeche; el pulpo rojo se captura en ambos estados, mientras que, el pulpo patón se captura predominantemente en Yucatán, Quintana Roo y Veracruz. La captura histórica del recurso ha sido fluctuante, con varios picos de magnitud superior a las 20 000 t. Durante la década de los años ochenta hasta 1995, la captura promedió 9 000 t, desde entonces hasta 2010, el promedio aumentó a 18 000 t (Fig. 4).

En la Península de Yucatán, la captura histórica de pulpo también muestra un patrón variable. Para el pulpo rojo capturado en Campeche y Yucatán se observa que durante 1998 y hasta el 2000, la producción se mantuvo entre las 9 000 t y 16 000 t, con un promedio de 13 351 t. En los siguientes años las capturas disminuyeron y en 2003 se registraron menos de 10 000 t. En el periodo 2004-2011 se observa una alternancia entre altos (2004, 2006, 2009) y bajos (2005, 2008) niveles de captura. En 2006 se obtuvo el máximo histórico de la serie con alrededor de 20 000 t y el valor mínimo en 2005 con alrededor de 7 000 t. En las últimas tres temporadas de pesca, la producción anual se ha mantenido por arriba de las 14 000 t, con un promedio de 14 894 t. Por su parte, la captura del pulpo patón de 1998 a 2003 se mantuvo entre las 2 500 t y 5 000 t, a partir de 2004, la tendencia muestra un patrón similar que la descrita para el pulpo rojo. En 2011 se obtuvo el valor máximo de la serie con 7 749 t y el valor mínimo se obtuvo en 2005 con 2 255 t (Fig. 5).

Respecto a la proporción de la captura del pulpo rojo en Campeche y Yucatán, ésta muestra gran variabilidad, principalmente a partir del año 2001, cuando la mayor proporción se alternó de manera sucesiva, sin mantener una proporción constante para alguno de los dos estados (Fig. 6).

Por otra parte, en Quintana Roo aumentaron las capturas de pulpo de 131 t en 1990 a 249 t en 1997; a partir de 1999 hasta 2008, la tendencia se mantiene entre 50 t y 200 t, sin embargo, en las temporadas de pesca 2009 y 2011 se obtuvieron los máximos

históricos de la serie (650 t anual promedio). Por último, las capturas en el estado de Veracruz han fluctuado entre 30 t y 184 t de este recurso (Fig. 7).

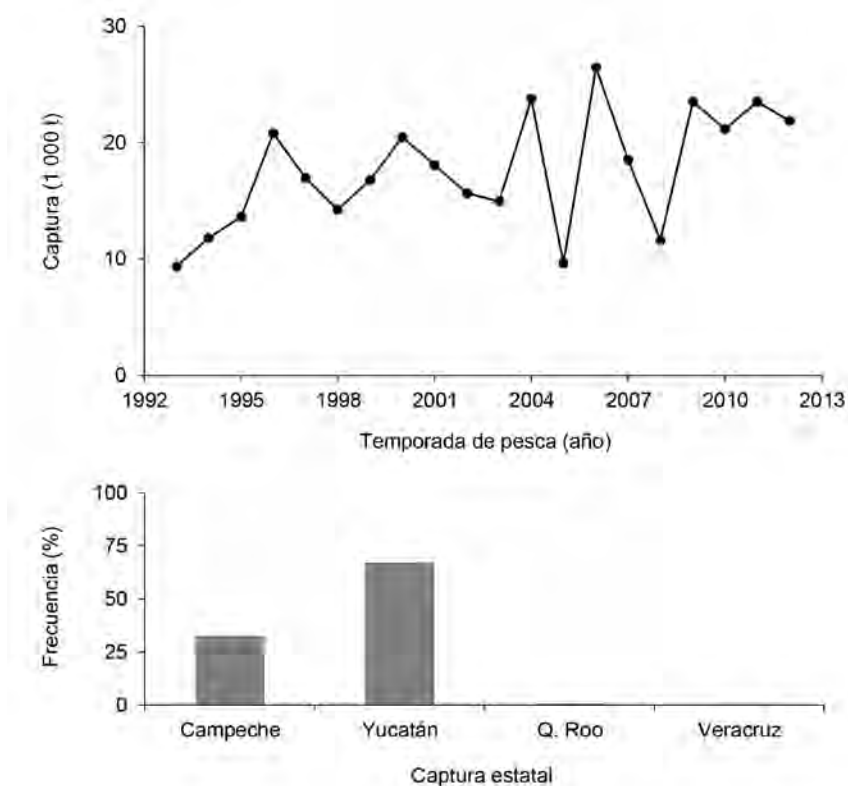


Fig. 4. Tendencia de la captura de pulpo *Octopus maya* en el Golfo de México y el mar Caribe durante las temporadas de pesca 1993 a 2012 y proporción estatal para el periodo 2000-2011. Fuente: CONAPESCA (2011).

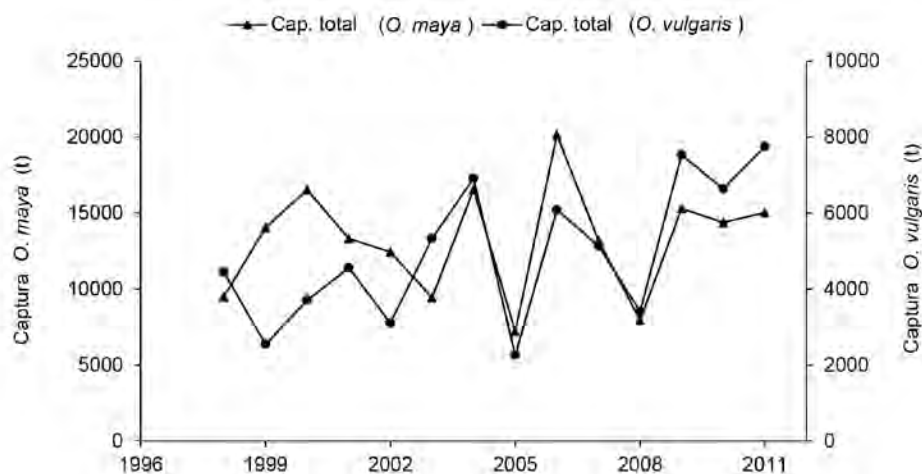


Fig. 5. Tendencia de la captura de pulpo *Octopus maya* en Campeche y Yucatán y *Octopus vulgaris* en Yucatán durante las temporadas de pesca 1998 a 2011. Fuente: subdelegaciones de pesca de Yucatán y Campeche.

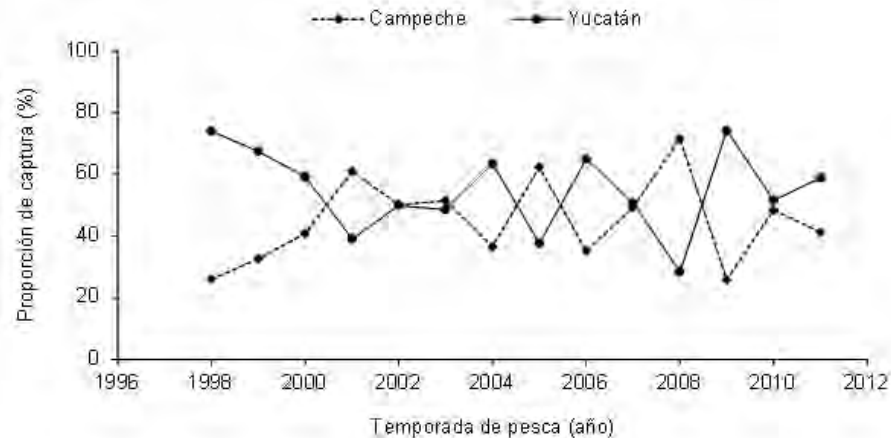


Fig. 6. Proporción de la captura comercial de pulpo *Octopus maya* para Campeche y Yucatán durante las temporadas de pesca 1998-2011. Fuente: Subdelegaciones de Pesca, SAGARPA.

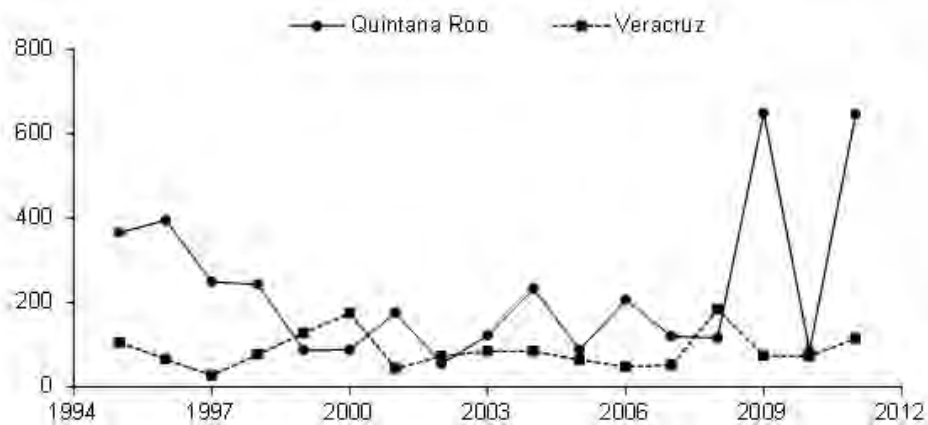


Fig. 7. Tendencia de la captura de pulpo *Octopus maya* en Quintana Roo y Veracruz durante las temporadas de pesca 1995 a 2011. Fuente: CONAPESCA (2011).

La proporción de las dos especies de pulpo que se capturan en el estado de Yucatán muestra que *O. maya* predomina; sin embargo, la contribución de *O. vulgaris* ha aumentado en los últimos años (Fig. 8). *O. maya* es mayormente capturado por la flota menor que opera entre cero y 15 brazas de profundidad (1 braza = 1.83 m). En la zona norte de la Península de Yucatán a partir de noviembre y diciembre, *O. vulgaris* predomina en las capturas con cerca de 60 por ciento.

La base de operaciones de la flota menor de la pesquería de pulpo se extiende prácticamente a todo el litoral de Campeche y Yucatán, desde isla Aguada hasta Isla Arena, en Campeche, y desde Celestún hasta El Cuyo, en Yucatán. En el estado de Quintana Roo ésta se restringe a las localidades de Isla Mujeres, Cancún y Holbox, a bordo de embarcaciones menores de 25 pies de eslora con motores fuera de borda de 60 caballos de fuerza.

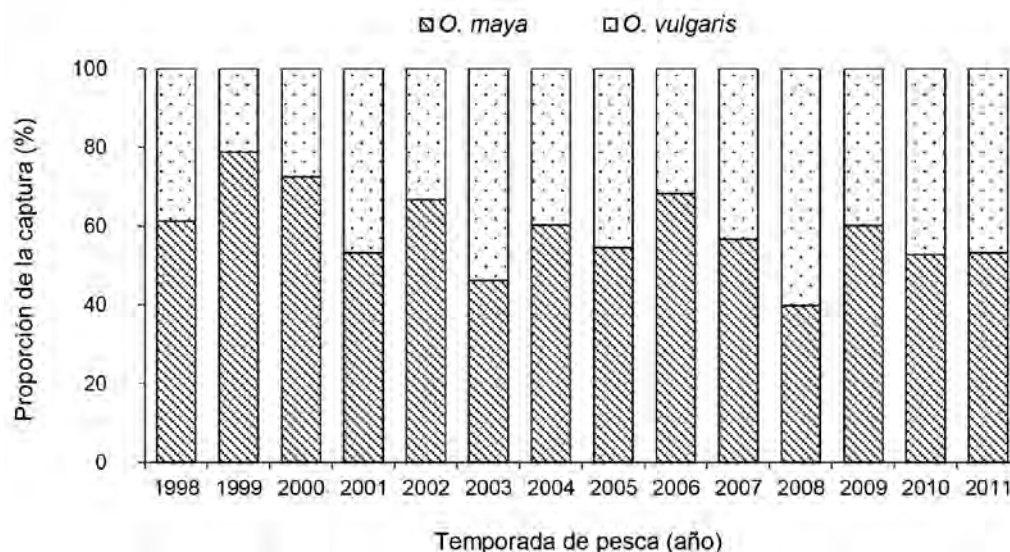


Fig. 8. Proporción de *Octopus maya* y *Octopus vulgaris* en las capturas de Yucatán durante las temporadas de pesca 1998-2011. Fuente: Subdelegación de pesca de Yucatán.

La captura diaria promedio por lancha (CPUE) en Campeche ha tenido poca variación en los últimos años. En el periodo 2002-2007, los rendimientos fluctuaron entre 17 kg y 60 kg por día de pesca. De acuerdo con los estudios sobre los patrones de abundancia de pulpo rojo, las mayores concentraciones de la especie se localizan en las costas campechanas y yucatecas, con amplias variaciones anuales, mientras que existe menor concentración en Quintana Roo (Wakida-Kusunoki *et al.* 2001, 2003a, 2003b, Pérez *et al.* 2004, 2005, 2006, 2007). En Quintana Roo, las operaciones de captura iniciaron por buceo libre o con compresora. Sin embargo, a partir de 1989 los pescadores de esa región introdujeron las jimbas, lo cual se reflejó en incrementos sustanciales en los volúmenes de captura. De 1989 a 2005, las capturas han variado de 86 t a 213 t y de 1999 a 2005 las capturas han disminuido registrándose valores promedio de 71 t por año.

Los datos de esfuerzo pesquero nominal en Yucatán muestran una tendencia a disminuir las unidades pesqueras de mediana altura. Las embarcaciones de la flota menor, tanto en Yucatán como en Campeche, muestran una tendencia al incremento, aunque en Campeche para 2006 y 2007 este aumento fue ligero (Fig. 9).

Los rendimientos pesqueros varían estacionalmente, por año y por tipo de embarcación. Para el año 2007, se observa en las embarcaciones de mediana altura, que al inicio de la temporada, durante agosto, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue cercana a 1 265 kg/viaje, aumentando en septiembre a 2 861 kg/viaje; en octubre a 3 296 kg/viaje; en noviembre a 4 794 kg/viaje y en diciembre disminuye a 3 090 kg/viaje.

Los rendimientos pesqueros difieren entre los estados de Campeche y Yucatán, lo que puede deberse a diversos factores (Arreguín-Sánchez *et al.* 1987, Solís-Ramírez 1988) como:

- Las embarcaciones campechanas en años anteriores a 1999 no empleaban alijos, aunque después de ese año hay una tendencia a usarlos.
- Campeche no cuenta con una flota de mediana altura desarrollada.
- La distribución espacial del recurso pesquero y su variabilidad.

Pesca incidental

El método de pesca de pulpo conocido como “gareteo” (Fig. 10) es prácticamente exclusivo para la captura de este recurso, por lo que no existe una pesca incidental durante las operaciones de captura de pulpo.

Se ha registrado que algunas embarcaciones dedicadas a la captura de pulpo llevan otros artes de pesca, algunos de los cuales están prohibidos para la pesca de este molusco, como es el caso de los equipos de buceo y el arpón, fisga o gancho. Cuando se utilizan estos artes de pesca, además de pescar pulpo (de manera no regulada), se capturan especies de escama.

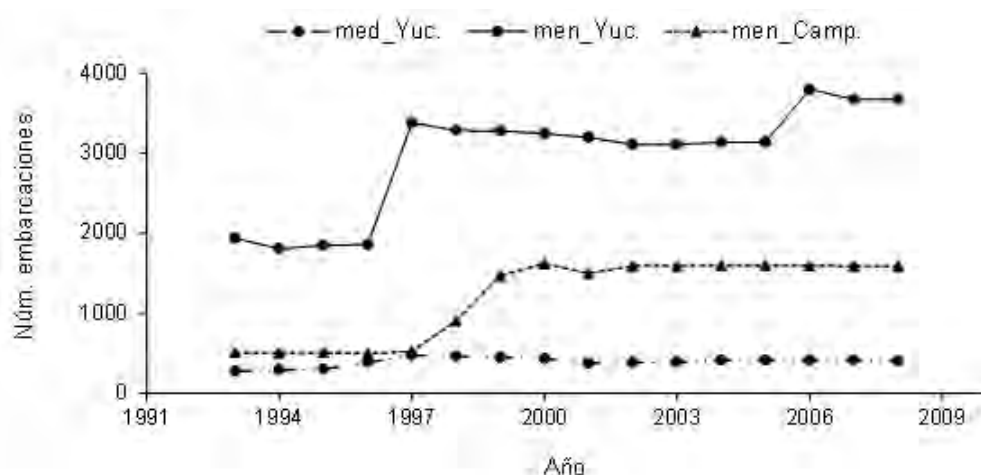


Fig. 9. Evolución del esfuerzo pesquero en número de embarcaciones dedicadas a la pesca de pulpo en la Península de Yucatán. Fuente: subdelegaciones de pesca en Campeche y Yucatán.

Interacción con otras pesquerías

La pesca de pulpo interactúa con las pesquerías de langosta y mero, tanto cerca de la costa como en profundidades que van desde 10 hasta 20 brazas (una braza = 1.83 m). En el primer caso, la temporada de captura de langosta coincide en su inicio con la de pulpo. En el segundo caso, las embarcaciones optan por el mero como especie objetivo cuando las tallas del pulpo son pequeñas, o bien si la disponibilidad del recurso no es redituable.

También es común que a finales de octubre, al escasear el recurso pulpo, los pescadores de Campeche desmonten sus jimbos y se dediquen a capturar peto o carito

Scomberomorus cavalla o sierra *S. maculatus* y *S. regalis*, bagre *Bagre marinus*, jurel *Caranx hippos* y *C. latus*, cojinuda *Caranx crysos*, corvina *Cynoscion nebulosus* y *C. arenarius*, entre otras especies de escama.

La práctica de pesca mediante artes no autorizados, además de dañar el producto, constituye un peligro para el recurso, en especial para las hembras desovantes o en periodo de incubación. Asimismo, crea conflictos sociales y económicos con pescadores que sí cumplen con la normatividad.



Fig. 10. Método de pesca de pulpo en la Península de Yucatán conocido como “gareteo” (Hernández-Flores y Solís Ramírez 2000) y definición del área barrida.

Aspectos socioeconómicos

Infraestructura pesquera

La región cuenta con puertos pesqueros ribereños y de altura, así como terminales pesqueras con los servicios básicos de apoyo, tales como estaciones de combustibles, fábricas de hielo, agua, etc. Yucatán cuenta con muelles con una longitud de atraque de 13 239 m (SCT 2010). Los principales muelles en este estado se ubican en Celestún, Sisal, Chuburná Puerto, Yucalpetén, Progreso, Telchac Puerto, Dzilam de Bravo, Río Lagartos, San Felipe y El Cuyo.

De acuerdo con información de la Subdelegación de pesca de Yucatán, alrededor de 22 plantas procesadoras están certificadas ante la Comisión Federal de Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) para la exportación a la Unión Europea (Consultores en Ecosistemas, SC, 2009). En el estado de Campeche existen 110 bodegas, 12 fábricas de hielo, 25 muelles y atracaderos con una longitud de 11 296 m para la pesca

y procesamiento de sus productos pesqueros (SCT 2010). Este estado a la fecha carece de plantas certificadas.

La presentación del producto final es fresco-congelado, en forma de marquetas de cinco libras a 15 libras de peso, a temperatura de -30°C para facilitar su transportación por vía marítima o aérea. Recientemente la presentación del producto de exportación es fresco enhielado. Para el mercado local se utiliza la presentación del producto fresco enhielado, para transportarlo en vehículos terrestres equipados con refrigeración.

Indicadores económicos

El precio en playa durante 1993-1994 fluctuó entre \$6.00 y \$11.00 MN por kilogramo y en 1996, como resultado de la apertura del mercado exterior, el precio se incrementó hasta \$24.00 MN cuando las exportaciones se realizaron principalmente a Corea, Japón y España. Durante 2001, los precios sufrieron una caída, registrándose un valor mínimo en el mercado cercano a \$16.00 MN por kilogramo. Sin embargo, para 2001 y 2002, los precios se incrementaron alcanzando un valor récord de \$70.00 MN por kilogramo, debido al conflicto de España con países africanos que originó mayor demanda y permitió mayor incursión en el mercado europeo. En la temporada de pesca 2003, como resultado de la creciente demanda, el precio de playa aumentó en 33% con respecto a 1992, observándose precios de playa entre \$30.00 y \$32.00 MN por kilogramo. Al inicio de la temporada 2004 se puso en práctica un bloqueo para la exportación de pulpo hacia los países europeos, debido a que las plantas no contaban con la certificación de salud correspondiente. No obstante, en 2007, los precios por kilogramo de pulpo comercializado por Yucatán en el mercado nacional se mantuvieron por arriba de \$40.00 MN por kilogramo. En los siguientes años el precio continuó incrementándose y en 2011, debido a la caída en la producción de pulpo por los países europeos, el precio de playa por kilogramo aumentó hasta \$100.00 MN.

Dada la poca capacidad de almacenamiento, la mayor parte de la producción de Campeche es enviada a Yucatán, por lo que los precios pagados son menores y presentan mayor variación.

MANEJO

Medidas administrativas

La pesca responsable del recurso pesquero pulpo se efectúa en la Península de Yucatán, conforme la Norma Oficial Mexicana NOM-008-PESC-1993 (DOF 21/12/93) y los siguientes términos:

- Se aplica a las especies de pulpo *O. maya* y *O. vulgaris*.

- Se establece una talla mínima de 110 mm de longitud del manto para la captura de todas las especies de pulpo, en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y el mar Caribe.
- La SAGARPA establecerá las cuotas de captura por especie y región para cada temporada de pesca, así como los límites permisibles de esfuerzo pesquero, de acuerdo con la mejor evidencia científica.
- La captura de pulpo podrá realizarse mediante la utilización de los equipos y métodos que autorice la SAGARPA, excepto el uso de ganchos, fisgas y arpones, los cuales no podrán ser utilizados en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y el mar Caribe.

Para el mejor manejo del esfuerzo pesquero del molusco, así como para proteger a estas especies durante la temporada de reproducción y cuidado de crías, se toma como base el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación del 3 de diciembre de 1984, en el que se establece veda para la pesca de las especies de pulpo *O. maya* y *O. vulgaris* en las aguas de jurisdicción federal de los litorales de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, en el periodo comprendido del 16 de diciembre al 31 de julio de cada año.

El programa de manejo del Área Natural Protegida del Sistema Arrecifal Veracruzano debe contar con un sistema de regulaciones sobre la pesca de pulpo, medidas que deberán ser compatibles con la legislación pesquera vigente como el periodo de veda (DOF 2012) y además estar basado en los estudios de investigación pesquera que realice la autoridad correspondiente.

Antecedentes de estudio en la Península de Yucatán

Los estudios sobre pulpo en la Península de Yucatán iniciaron en la década de los sesenta, época en la que destacan los siguientes aspectos de la investigación: la identificación y la caracterización taxonómica de *O. maya* por Voss y Solís-Ramírez (1966) y la descripción de su pesquería, así como de algunos de sus aspectos biológicos y sobre los principios básicos para su cultivo (Solís-Ramírez 1962, 1967, Voss y Solís-Ramírez 1966).

Las décadas de 1980 y 1990 se distinguieron por el acento en la dinámica poblacional del pulpo rojo. Así, Seijo *et al.* (1987) aplicando el modelo de simulación bioeconómica determinaron el estado de salud del recurso y advierten sobre la posible sobreexplotación de *O. maya*. Por su parte, Solís-Ramírez *et al.* (1991) y González *et al.* (1998) estiman los coeficientes de la FCVB para el pulpo *O. maya* (Tabla 1). Arreguín-Sánchez (1992b) explora la relación entre la variabilidad de la estacionalidad del reclutamiento y del crecimiento individual encontrando una fuerte asociación entre estos procesos. Este mismo autor (Arreguín-Sánchez 1992a) propone la hipótesis de dos periodos de reproducción asociados a los pulsos de producción primaria de la

zona costera de Campeche (julio) y la surgencia estacional (abril-mayo) cercana a la región de Cabo Catoche, con lo cual explica el origen de los organismos de 6-7 meses de edad que conforman la agregación al inicio de la temporada de pesca (agosto). Esta hipótesis es referida nuevamente por Solís-Ramírez *et al.* (1997).

Estudios sobre la mortalidad de *O. maya* han sido realizados por Solís-Ramírez y Chávez (1986) con base en las capturas comerciales. Los coeficientes anuales de mortalidad total (z) y la natural (M) fueron: $z = 1.15$ y $M = 0.4083$. Los autores estimaron que para el periodo estudiado mueren por causas naturales 356 de cada 1 000 individuos de un mes al siguiente y 371 como consecuencia de la pesca, lo que da como resultado que 25% de los individuos sobrevive en el transcurso de ese periodo. Zambrano-González (1992) determinó la mortalidad total utilizando curvas de captura, donde encontró una alta variación interanual. En 1983 se obtuvo el valor más bajo de $z = 3.78 \text{ año}^{-1}$. En 1989 se presentó el valor más alto de $z = 7.46 \text{ año}^{-1}$. La diferencia entre las tasas de mortalidad anual las atribuye a factores ambientales combinados con esfuerzo pesquero al que estuvo sometida la población durante el periodo de estudio.

Por su parte, Arreguín-Sánchez *et al.* (2000) determinaron un valor de M entre 2.2 y 3.3 y $z = 8.7$ con una tasa de explotación entre 0.57 y 0.75. Hernández-Flores *et al.* (2001), utilizaron un modelo estructurado por edades para describir y evaluar la pesquería de pulpo *O. maya* en Yucatán para el periodo 1993-1999. En este estudio se estimó la mortalidad natural en $M = 0.18 \text{ mes}^{-1}$ y la edad de plena vulnerabilidad de nueve meses. Asimismo, se observó que el reclutamiento presenta su máximo entre diciembre y marzo, particularmente en enero y febrero. Por último, en este estudio se observó que la máxima biomasa total se presenta entre agosto y octubre. De igual forma, con base en un Análisis de Población Virtual (APV) conjuntando información del recurso de Campeche y Yucatán, estos autores concluyen que el recurso está siendo explotado a su máxima capacidad biológica y que las medidas de manejo deben ser revisadas para sostener y optimizar los rendimientos.

Jurado-Molina (2010) usando el modelo de biomasa de Schaefer con base en las estimaciones anuales de biomasa que el INAPESCA realiza anualmente y los niveles de captura comercial en las temporadas de pesca 2002-2008, estima una tasa de crecimiento intrínseca poblacional baja, $r = 0.63$ y una capacidad de carga, $K = 104\,213 \text{ t}$ (con una correlación negativa entre ambos parámetros de -0.44); mismos que usó en las corridas de simulación aplicando diferentes grados de explotación y concluye que la población de *O. maya* en la península yucateca está sobreexplotada. Sin embargo, el valor estimado de r podría estar subestimado, ya que los *stocks* con ciclos de vida cortos y altamente productivos, como lo es el pulpo, se caracterizan por valores de r altos, cercanos e incluso mayores a la unidad.

Asimismo, en el caso específico del pulpo rojo, dado que las hembras mueren después del periodo de incubación de los huevos, y considerando que la proporción sexual es 1:1, se tiene que en un año la mitad de la población muere, por lo que se esperan

valores razonables de r alrededor de 1 que permitan renovar la población en el siguiente año. Respecto a la correlación negativa entre r y κ detectada por el autor, está documentado que puede generar sesgo en las estimaciones resultantes, ya que *stocks* con bajos valores de r alcanzan valores de κ altos, esto es, grados elevados de biomasa en comparación con las capturas comerciales reportadas; y *stocks* con valores altos de r tienden a presentar valores de κ bajos en comparación con las capturas (Die 2000).

Como consecuencia de lo anterior, es posible obtener buenos ajustes con base en la estimación de los parámetros de r y κ para combinaciones contrastantes de estos parámetros. Por lo anterior, la correlación negativa detectada por el autor entre r y κ , aunque de baja magnitud puede ser significativa y sesgar los estimados de ambos parámetros.

A partir de 2002, el Instituto Nacional de Pesca instrumentó un sistema de evaluación directa de la biomasa de la población de pulpo rojo en las costas de Yucatán y Campeche (Solana-Sansores *et al.* 2002). En estos análisis se incluyen los patrones espaciales, un análisis de la distribución de frecuencias de tallas, la evaluación de la población susceptible de ser capturada y el patrón temporal de variación durante la temporada de pesca. Se estimaron el esfuerzo pesquero óptimo y la cuota de captura para la temporada de pesca. Se incorporaron métodos de observación directa, como es el muestreo por transectos (por buceo) con una red de estaciones distribuidas de manera sistemática a lo largo de toda la costa y la definición de estimadores de la densidad por área y la abundancia poblacional, siguiendo un método basado en la distancia (Buckland *et al.* 1993).

Varias funciones de probabilidad de detección de pulpos son aplicadas por área de muestreo. El programa realiza un análisis de bondad de ajuste de cada uno de los modelos mediante una prueba de X^2 con la hipótesis nula de que la población tiene la distribución especificada. Posteriormente aplica el enfoque de selección de modelos para escoger aquel con la función de detección más probable. El método se basa en el muestreo por observación directa de los individuos midiendo su distancia perpendicular a la línea del transecto. Se consideró que la detectabilidad es mayor en los objetos más cercanos a la línea (<http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>).

La instrumentación de este método ha permitido la estimación de las cuotas de captura anuales sugeridas en la norma pesquera mexicana que regula la pesquería de pulpo en el Golfo de México (Solana-Sansores *et al.* 2002, Wakida-Kusunoki *et al.* 2003a, Pérez *et al.* 2004, 2005, 2006, 2007).

A partir de 2001, para cada temporada de pesca se ha estimado la biomasa y se ha propuesto una cuota de captura para *O. maya* en la región de la Península de Yucatán (Tabla 2). En estas observaciones se discute que existe una alta variabilidad en la densidad poblacional del pulpo como resultado de la pesca en la zona estudiada, la mortalidad de hembras reproductoras, otras fuentes de mortalidad y del posible efecto de las variables ambientales, como la ocurrencia de mareas rojas en la región, que pudieron afectar la disponibilidad del recurso a la pesquería. Por otro lado, es importante también

considerar que en la mayoría de las temporadas, las cuotas de captura sugeridas no han sido respetadas. Por ejemplo, en la temporada de pesca de 2006, la captura de *O. maya* en la Península de Yucatán excedió en 79% la cuota de captura sugerida, esto pudo haber tenido un efecto negativo en la biomasa, que probablemente se reflejó en una disminución en la intensidad del reclutamiento de la especie.

Análisis cuantitativo

Estimación de la abundancia poblacional

El objetivo principal es estimar la abundancia de la población de pulpo en la zona litoral de la Península de Yucatán de forma anual. Para alcanzar este objetivo, desde el año 2002 se han realizado muestreos directos de biomasa en las costas de Yucatán y Campeche de mayo a julio de cada año. Estas recolectas se han efectuado en un área de muestreo total de 5 450 km², realizando en promedio 247 transectos lineales a través de buceo autónomo (Solana-Sansores *et al.* 2002), desde Champotón, Campeche hasta Río Lagartos, Yucatán (2002-2007). Por otra parte, mediante el método de área barrida por “gareteo”, se estimó la fracción de la población de pulpo susceptible de ser capturado por el arte de pesca. Con este método se han realizado en promedio 40 campañas previas a cada temporada de pesca dentro de las zonas descritas. La información obtenida en el primer caso permitió estimar la biomasa total de la población y con el segundo método el de la biomasa susceptible de ser capturada, el peso individual promedio de los pulpos reclutados a la pesca, así como la proporción de individuos reclutados a la pesca. Los detalles de la metodología son explicados en la sección Antecedentes de estudios en la Península de Yucatán y en las referencias anotadas en la *tabla 2*.

Con base en la más reciente evaluación del stock del pulpo rojo (*O. maya*) a través del análisis de población virtual, se estimó que los niveles de biomasa de los organismos totalmente reclutados a la pesquería (número de organismos desde 4 meses de edad para las hembras y desde 5 meses para los machos) han presentado fluctuaciones importantes entre las temporadas de pesca con un patrón variable. En la temporada de pesca 2008 se estimaron los valores de biomasa más bajos de la serie, mientras que durante la temporada de pesca 2009 se estimaron valores de biomasa mensuales consistentemente más altos que el valor promedio (Fig. 11).

Estimación de la abundancia absoluta de la población de pulpo O. maya

Los resultados de las evaluaciones de la abundancia absoluta de *O. maya* muestran que la densidad ha variado alrededor de 1 800 ind/ha (Tabla 2). La talla promedio de los organismos capturados ha variado, probablemente debido a la variabilidad estacional del patrón de reclutamiento, como menciona Arreguín-Sánchez (1992a).

Tabla 2

Estimaciones de la biomasa poblacional y la cuota de captura sugerida para el pulpo rojo *Octopus maya* en la Península de Yucatán, durante los años 2002-2011

Año	Densidad (ind/ha)	Biomasa total calculada (t)	Cuota de captura (t)	Coeficiente de variación (%)	Captura registrada en Campeche y Yucatán (t)	Referencias
2002	1 638	22 737	13 000	11.7	12 425	Solana-Sansores <i>et al.</i> (2002)
2003	1 884	25 017	11 000	19.6	9 415	Wakida-Kusunoki <i>et al.</i> (2003)
2004	1 968	27 019	12 000	15.6	16 535	Pérez <i>et al.</i> (2004)
2005	1 482	23 943	10 500	11.5	7 206	Pérez <i>et al.</i> (2005)
2006	2 270	26 114	11 270	9.7	20 138	Pérez <i>et al.</i> (2006)
2007	1 767	20 753	10 200	11	13 200	Pérez <i>et al.</i> (2007)
2008	1 573	16 219	8 100	14.3	7 939	Pérez <i>et al.</i> (2008)
2009	1 489	16 389	8 195	15.2	15 289	Pérez <i>et al.</i> (2009)
2010	1 888	23 217	11 609	12.2	14 371	Pérez <i>et al.</i> (2010)
2011	2 255	24 142	12 071	10.1	15 022	Santos-Valencia <i>et al.</i> (2011)

De acuerdo con los registros de campo durante estos años es posible que la variación observada en la talla promedio este más asociada con la variabilidad del patrón estacional de reclutamiento que con efectos de la pesca. Lo anterior sugiere la conveniencia de considerar la recomendación de apertura de la temporada de pesca cuando se presente una talla comercialmente adecuada. Con esta medida aumentaría el rendimiento por recluta y las ganancias económicas de los pescadores.

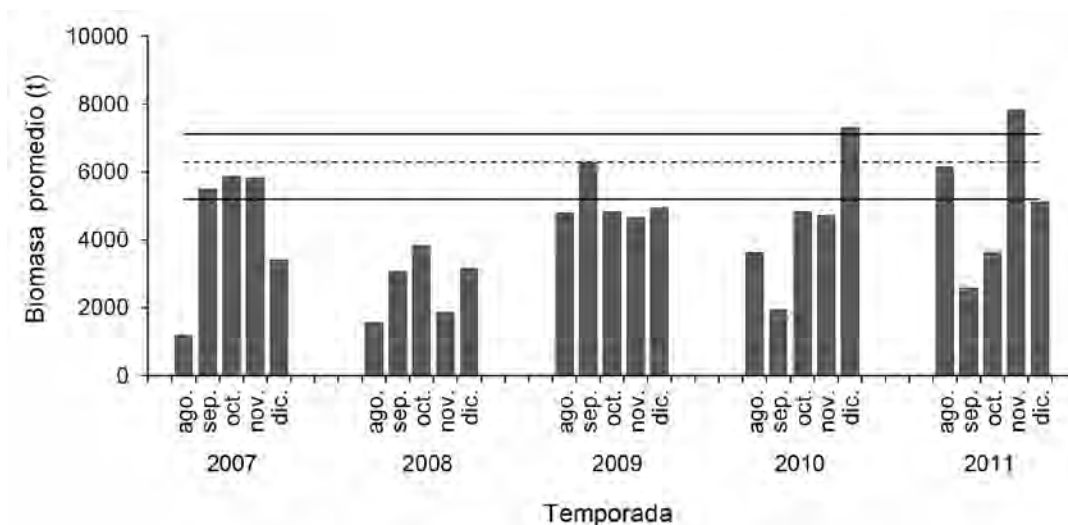


Fig. 11. Trayectoria temporal de la biomasa promedio del pulpo rojo (*Octopus maya*) para las edades completamente reclutadas a la pesquería durante cinco temporadas de pesca en la Península de Yucatán. Las líneas de referencia horizontal representan el promedio (línea continua) y los intervalos de confianza a 95% de la biomasa (línea discontinua). La separación temporal entre las temporadas de pesca es arbitraria.

La distribución de la población de pulpo *O. maya* es heterogénea, con zonas de alta densidad que se localizan entre Champotón y Campeche, Campeche (Fig. 12), lo cual sugiere que *O. maya* presenta una distribución por parches.

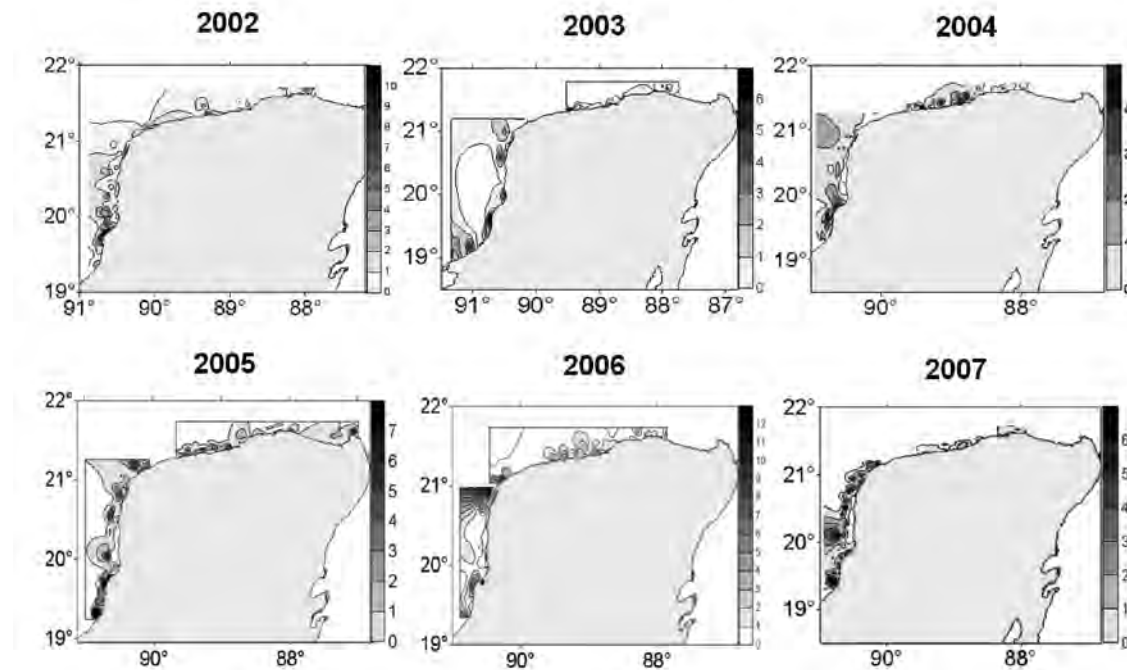


Fig. 12. Distribución espacial de la población del pulpo rojo (*Octopus maya*) representada a través de las tasas de detección (n/L, número de pulpo observado por transecto de 150 m) durante 2002 – 2007.

Estimación de la abundancia relativa de la población reclutada a la pesquería

Las estimaciones de la densidad de organismos reclutados a la pesquería por el método de gareteo, presentan a la región de Celestún e isla Arena como la más importante al inicio de temporada de pesca y en consecuencia las mejores capturas se presentan en esa zona para ese periodo (Fig. 13).

Estimación de la cuota de captura para cada temporada de pesca

Las estimaciones consisten en analizar las series históricas de captura y esfuerzo (viajes de pesca) que, conjuntamente con la estimación absoluta de la biomasa total, permitió el cálculo de la cuota de captura para los años 2002 a 2011 (Tabla 2).

Es importante señalar que en el capítulo “Pulpo” del libro *Sustentabilidad y pesca responsable en México* (2006) se utilizaron modelos que permitieron evaluar la biomasa total de pulpo en la plataforma de Yucatán. En el presente análisis se enfocó la evaluación a la estimación de la biomasa capturable para establecer la cuota de captura permisible con fines de manejo sustentable del recurso. Por tal razón se podrán

observar diferencias en los métodos, enfoques y resultados. Sin embargo, todas las evaluaciones son confiables y cumplen con los objetivos planteados.

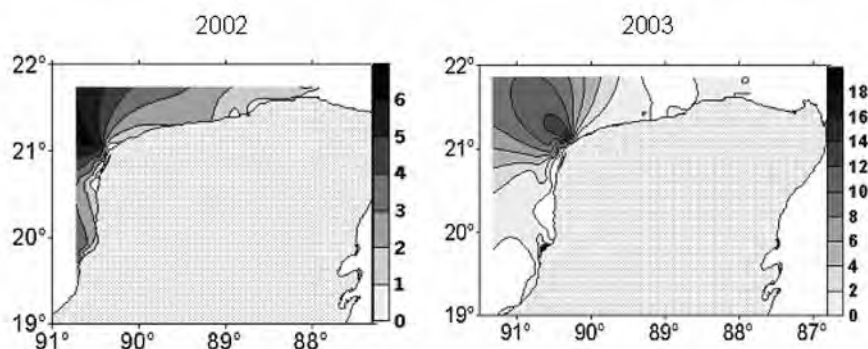


Fig. 13. Distribución de biomasa capturable de pulpo rojo (*Octopus maya*), durante las temporadas 2002 y 2003. La biomasa está en toneladas.

Estado actual de la pesquería de pulpo

Los resultados muestran que en la actualidad el recurso pulpo *O. maya* tiene un grado de aprovechamiento muy cercano a su máximo rendimiento sostenible. Las medidas de manejo que están establecidas (como son el periodo de veda y la talla mínima de captura de manto) han permitido proteger una fracción importante del *stock* desovante y reclutas que soportan la pesquería durante la época de pesca.

En Yucatán, el recurso pulpo *O. vulgaris* continúa en la categoría de potencial dado que se le ha capturado en profundidades menores a 20 brazas (36 m) siendo que, de acuerdo con la información en la literatura, este recurso puede ser capturado hasta 150 m de profundidad. El sector pesquero manifestó en la temporada 2004 su interés en explotar el pulpo, *O. vulgaris*, a profundidades mayores de 30 brazas (55 m). La consecuencia esperable sería que las capturas aumentaran y mayor rendimiento económico.

Las zonas de captura para cada recurso (*O. maya* y *O. vulgaris*) son diferentes. Sin embargo, las flotas están sobreponiendo sus áreas de trabajo ya que la flota de mediana altura que debe capturar *O. vulgaris* está pescando en profundidades de seis a 20 brazas, y la flota menor que debería capturar *O. maya* está trabajando en profundidades desde cuatro a 17 brazas. Una solución a esta interferencia es que la flota de mediana altura trabaje en profundidades mayores a 20 brazas y con un arte de pesca más selectivo para que su esfuerzo de pesca sea dirigido a *O. vulgaris*.

La infraestructura pesquera y de comercialización debe ser adecuada para exportar el producto; hoy en día se exige a las empresas una certificación sanitaria y de calidad, por lo que es recomendable que los industriales realicen mayores esfuerzos

para mejorar las plantas de almacenamiento. En Yucatán se tiene registrada una capacidad de almacenamiento de alrededor de 13 mil toneladas (Consultores en Ecosistemas, sc, 2009). Por su parte, Campeche, debe realizar esfuerzos para desarrollar infraestructura. Es importante resaltar que si se impulsa una mayor captura del pulpo patón, ésta tendrá éxito siempre y cuando se disponga de mejor infraestructura portuaria, mejores instalaciones de almacenamiento y que se abran mayores canales de distribución y mercadeo.

Recientemente se creó el Sistema Producto de Pulpo en Yucatán que persigue mejorar la calidad e inocuidad del producto a través de buenas prácticas de manipulación, desde su captura hasta la entrega en los centros de acopio. El proyecto de desarrollo integral contempla, además de la capacitación a pescadores, el acompañamiento técnico, el monitoreo para asegurar la aplicación de las buenas prácticas, el fortalecimiento del Comité Sistema Producto Pulpo-Yucatán, acciones de ordenamiento pesquero, desarrollo de nuevas alternativas para carnada, diseño de un modelo para centro de acopio y de atracadero integral, así como la búsqueda de opciones que coadyuven a la sustentabilidad del recurso, como es el caso de la acuicultura para este producto (CONAPESCA 2008). En este esfuerzo participan la Delegación de la SAGARPA de Yucatán, la Subdelegación de Pesca; el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA); la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS); el Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural (INCA RURAL), así como el Comité Sistema Producto Pulpo en ese estado.

PERSPECTIVAS

Estrategias de Manejo

Si la pesquería se sigue sustentando principalmente en *O. maya*, no es de esperarse que las capturas aumenten; de hacerlo, se corre un riesgo de sobreexplotación del recurso en el corto plazo. Por ello, es necesario que se respete la normatividad vigente, particularmente en la observancia de las cuotas de captura recomendadas.

Es necesario realizar investigación sobre *O. vulgaris* dirigida a evaluar su potencial de explotación. Esta especie se localiza en diversas profundidades, por lo que es necesario experimentar con diferentes métodos y artes para la extracción de esta especie.

La protección del reclutamiento de *O. maya* deberá formar parte de la estrategia de manejo de la pesquería. Sólo así se podrán conservar en el largo plazo las capturas de esta especie. No es recomendable aumentar la mortalidad por pesca. No obstante, deberán estudiarse con más detalle los aspectos biológico-pesqueros, dinámica espacial y temporal, así como los efectos del ambiente asociados al proceso de reclutamiento.

Considerando que en la temporada 2007 se encontraron activas 5 267 embarcaciones menores y 418 mayores, y suponiendo una equivalencia de cinco embarcaciones menores por una mayor, se puede expresar el esfuerzo de pesca ejercido en “embarcaciones equivalentes” con 7 357 de esas unidades en 2007. A pesar de la recomendación presentada por Pérez *et al.* (2006) en el *Libro de Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo*, el esfuerzo pesquero total de la pesquería, fue incrementado a pesar de que el patrón de explotación de las dos especies capturadas no se ha modificado. Dada la situación anterior, no debe continuar el aumento del esfuerzo pesquero por arriba de las cifras mencionadas en los párrafos anteriores, ya que se corre el riesgo de sobreexplotación de *O. maya*.

Por otra parte, las cuotas de captura han sido rebasadas en todas las temporadas de pesca, disminuyendo la población reproductora y el número de reclutas para las siguientes temporadas de pesca. Es necesario crear mecanismos para asegurar el cumplimiento de las medidas administrativas, así como respetar la talla mínima de captura, ya que de acuerdo con los datos recabados en el monitoreo que realiza este instituto en los principales puertos pesqueros de Campeche y Yucatán durante la temporada de pesca, se ha detectado un porcentaje mayor a 40% de organismos con tallas menores a las legales en las capturas (<110 mm LM).

Asimismo, Salas *et al.* (2008) identificaron 30% de tallas sublegales en Yucatán; sin embargo, al distinguir la estructura de tallas por flota, se pudo evidenciar que la menor capturó en mayor proporción estas tallas inferiores a la mínima de captura con alrededor de 50% de la captura total.

En todas las zonas de captura de pulpo deben evitarse las prácticas de pesca no reglamentadas por la norma de pesca, como aquella con gancho o con arpón y los refugios artificiales con objetivos de captura por medio del buceo, a las que son muy vulnerables las hembras encuevadas que se encuentran al cuidado de los huevos.

La distribución de frecuencia de tallas al inicio de la temporada de captura en los últimos dos años muestra una disminución en la talla promedio. Aunque en términos generales, una tendencia de esta naturaleza se asocia con un efecto de sobrepesca, por ahora es muy corta la serie de datos como para hablar de un patrón definido. Dado el ciclo de vida de *O. maya* y del estado de explotación del recurso, se ha supuesto inicialmente que este cambio en la talla promedio está más asociado a la variabilidad interanual del patrón estacional de reclutamiento, tal como ha sido mencionado por Arreguín-Sánchez (1992a). Esto sugiere, en consecuencia, que se están capturando pulpos que aún no han alcanzado la edad de primera reproducción y su máximo rendimiento económico. Por lo anterior, es necesario que en las evaluaciones anuales se incorpore un análisis particular con el objeto de determinar el periodo adecuado para el inicio de la explotación, con ello se conseguirían muy probablemente mejores rendimientos biológicos y económicos.

Campos de colaboración

El desarrollo adecuado de la pesquería de pulpo requiere conocer la abundancia y la distribución de la población de *O. vulgaris* para la determinación de zonas de pesca y su disponibilidad. También es necesario contar con más información sobre biología básica de *O. vulgaris* para la zona de pesca que corresponde a México. Es necesario alentar estudios sobre tecnologías alternativas de captura de *O. vulgaris* para la flota de mediana altura.

Sobre *O. maya* es importante probar hipótesis alternativas sobre patrones de reclutamiento y reproducción y su asociación con procesos del ecosistema como son la producción primaria, la disponibilidad de alimento, la mortalidad por depredación, las áreas críticas y las dinámicas espacial y temporal. Esta información es clave para la sustentabilidad de la pesquería.

Se abren perspectivas para la participación de los integrantes del sector (permisionarios, cooperativistas, administradores, etc.) en la elaboración del plan de manejo y las estrategias de explotación de las especies que conforman esta pesquería; de esta forma, los beneficiarios del recurso deben ser co-responsables de su uso adecuado, de la administración del mismo y de la investigación científica y tecnológica por desarrollar.

REFERENCIAS

- ALBARRÁN N. 2010. Edad y crecimiento del pulpo rojo *Octopus maya* (Voss y Solís 1966) por medio de la lectura de incrementos en el estilete. Tesis de Maestría. Colegio de la Frontera Sur. Unidad Campeche. 101p.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F. 1992a. Consideraciones sobre el manejo de la pesquería de pulpo *Octopus maya* en el Banco de Campeche. *Jaina México* 3(2): 19.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F. 1992b. Growth and seasonal recruitment of the octopus (*Octopus maya*) fishery from the Campeche Bank, caught by the artisanal fleet. *NAGA. Philippines* 15(2): 31-34.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F. 2000. Octopus-red grouper interaction in the exploited ecosystem of the northern continental shelf of Yucatan, Mexico. *Ecological Modelling* 129: 119-129.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, JC Seijo, D Fuentes y MJ Solís-Ramírez. 1987. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y región adyacente. Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP)-Yucalpetén. *Contr. Inv. Pesq. INP, México. Doc. Tec.* 4: 1-41.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, MJ Solís-Ramírez y ME González de la Rosa. 2000. Population dynamics and stock assessment for *Octopus maya* (Cephalopoda: Octopodidae) fishery of the Campeche Bank, Gulf of Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 48(2/3): 323-331.
- ÁVILA-POVEDA OH, RF Colín-Flores y C Rosas. 2009. Gonad development during the early life of *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda). *Biol. Bull.* 216: 94-102.
- BUCKLAND ST, DR Anderson, KP Burnham y JL Laake. 1993. *Distance sampling: Estimating abundance of biological population*. Chapman and Hall, USA.

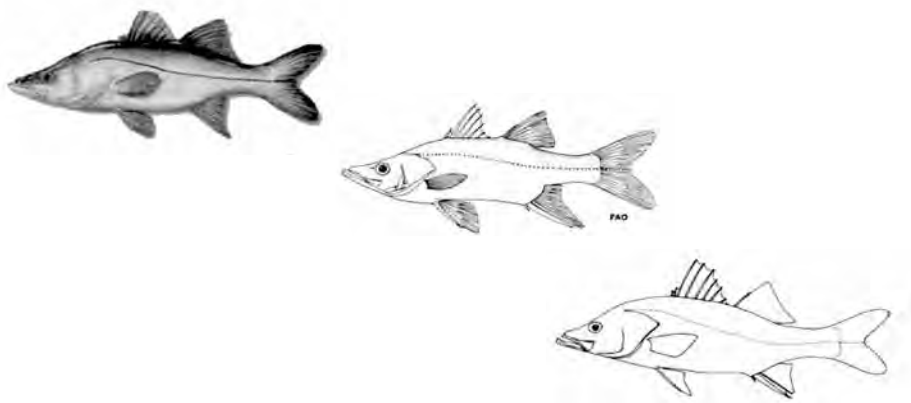
- CONAPESCA. 2008. Comunicado de Prensa. 28 de julio del 2008. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_28_de_julio_de_2008_merida_yucatan.
- CONAPESCA. 2010. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2010. México. CONAPESCA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 285p. <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/>
- CONAPESCA. 2011. Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2011. México. CONAPESCA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 311p. <http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/>
- CONSULTORES EN ECOSISTEMA SC. 2009. Programa maestro de pulpo en el estado de Yucatán. SAGARPA-CONAPESCA. 263p.
- DÍAZ-ÁLVAREZ AG y L Jiménez-Badillo. 2009. Edad y crecimiento de pulpo (*Octopus vulgaris* Cuvier 1797) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. *1er Symposium para el conocimiento de los recursos costeros del Sureste de México*, Ciudad del Carmen, Campeche, México.
- DIE D. 2000. Biomass dynamic models. *En: Report of the third workshop on the assessment of shrimp and groundfish fisheries on the Brazil-Guianas Shelf*. FAO Fish. Rep., 628. 206p.
- DOF. 1984. Establecimiento de la veda para las especies de pulpo (*Octopus maya* y *Octopus vulgaris*) en las aguas de jurisdicción federal de los litorales de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. 3 de diciembre de 1984.
- DOF. 1993. Norma Oficial Mexicana 008-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de pulpo en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y mar Caribe. 21 de diciembre de 1993.
- DOF. 2012. (Publicado en el Diario oficial de la Federación el 11 de junio de 2012): ACUERDO por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para establecer los periodos de veda de pulpo en el Sistema Arrecifal Veracruzano, jaiba en Sonora y Sinaloa, tiburones y rayas en el Océano Pacífico y tiburones en el Golfo de México.
- GONZÁLEZ DE LA ROSA ME, J Santos y MJ Solís-Ramírez. 1998. Evaluación del pulpo *Octopus maya* de la costa norte de Campeche. México. Revista *El Timón*. Secretaria de Pesca 1(2): 4-7.
- HERNÁNDEZ-FLORES A y MJ Solís-Ramírez. 2000. Aplicación del método del área barrida para obtener un índice de abundancia relativa de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán. *XII Congreso Nacional de Oceanografía*. Huatulco, Oaxaca. México.
- HERNÁNDEZ-FLORES A, MJ Solís-Ramírez, JC Espinoza-Méndez, R Mena-Aguilar y F Ramírez-Gil. 2001. Pulpo *Octopus maya*. *En: M Á Cisneros-Mata, LF Beléndez-Moreno, E Zárate-Becerra, MT Gaspar-Dillanes, LC López-González, C Saucedo-Ruíz y J Tovar-Ávila (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000*. INAPESCA-SAGARPA, pp: 615-630.
- HERNÁNDEZ-LÓPEZ JL. 2000. Biología, ecología y pesca del pulpo común ("*Octopus vulgaris*" Cuvier 1797) en aguas de Gran Canaria. Tesis de Doctorado. Departamento de Biología. Las Palmas de Gran Canaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 197p.
- HERNÁNDEZ-TABARES I y PR Bravo-Gamboa. 2002. Pesquería de pulpo. *En: P Guzmán-Amaya, C Quiroga-Brahms, C Díaz-Luna, D Fuentes-Castellano y G Silva-López (eds.). La pesca*

- de Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. INAPESCA, SAGARPA, Universidad Veracruzana. 434p.
- JIMÉNEZ-BADILLO ML, RE del Río-Rodríguez, MI Gómez-Solano, A Cu-Escamilla y D Méndez-Aguilar. 2008. Madurez gonádica del pulpo *Octopus vulgaris* en el Golfo de México: análisis macroscópico y microscópico. Campeche, Universidad Autónoma de Campeche. 47p.
- JURADO-MOLINA J. 2010. Enfoque bayesiano con error de implementación para mejorar el manejo de la pesquería de pulpo rojo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán. *Cien. Mar.* 36(1): 1-14.
- NÉPITA-VILLANUEVA MR y O Defeo. 2001. Crecimiento del pulpo *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de la costa de Yucatán, México: Un análisis de largo plazo. *Rev. Biol. Trop.* 49(1): 93-101.
- PAULY D. 1984. Fish population dynamic of short-lived species, with emphasis in squids. *NAFO Sci. Coun. Studies* 9: 143-153.
- PÉREZ M, R Burgos, AT Wakida-Kusunoki, J Santos, K Cervera, JC Espinoza, JC Mena, E Cob y M Medina. 2006. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán. 2006. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 11p.
- PÉREZ M, AT Wakida-Kusunoki, J Santos, R Burgos, K Cervera, JC Espinoza, JC Mena, R Mena, D de Anda, F Ramírez, E Cob, LA Pacheco, M Huchin, M Seca, M Medina y J Maturen. 2004. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2004. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 17p.
- PÉREZ M, J Santos, R Burgos y JC Espinoza. 2008. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2008. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 11p.
- PÉREZ M, J Santos, R Burgos y JC Espinoza. 2009. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2009. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 11p.
- PÉREZ M, J Santos, R Burgos y JC Espinoza. 2010. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán 2010. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 11p.
- PÉREZ M, J Santos, R Burgos, AT Wakida-Kusunoki, K Cervera, JC Espinoza, JC Mena, E Cob y M Medina. 2007. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2007. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 11p.
- PÉREZ M, AT Wakida-Kusunoki, R Burgos, J Santos, K Cervera, JC Espinoza, JC Mena, F Ramírez, E Cob y M Medina. 2005. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2005. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 11p.
- PÉREZ M, AT Wakida-Kusunoki, R Solana-Sansores, R Burgos y J Santos. 2006. La pesquería de pulpo. En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-Humarán, R Solana-Sansores y C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. INAPESCA-SAGARPA, pp: 523-543.
- ROSAS C, C Caamal, R Cázares, D Rodríguez, M Romero y D Chay. 2006. Manual preliminar para el cultivo de pulpo *Octopus maya*. Unidad Multidisciplinaria de Docencia e

- Investigación, Facultad de Ciencias, UNAM, Sisal, Yucatán. Secretaría de Desarrollo Rural y Pesca, Gobierno de Yucatán, INAPESCA. 36p.
- SALAS S, MA Cabrera, L Palomo y E Torres-Irineo. 2008. Uso de indicadores para evaluar medidas de regulación en la pesquería del pulpo en Yucatán dada la interacción de flotas. 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Gosier, Guadeloupe, French West Indies, Proceedings of the 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- SANTOS-VALENCIA J y MC Re-Regis. 2002. Aspectos reproductivos del pulpo de costa *Octopus maya* Voss y Solis 1966 en el litoral de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Lerma, INAPESCA.
- SANTOS-VALENCIA J, M Huchín-Maturel, M Seca-Escalante, M Medina-Martínez y D Murillo-Guerrero. 2004. Análisis de la pesquería de pulpo *Octopus maya* en el estado de Campeche. Temporada de pesca 2003. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Lerma. INAPESCA. 17p.
- SANTOS-VALENCIA J, M Pérez-Pérez, M Medina-Martínez, M Seca-Escalante, M Huchín-Maturel, D Murillo-Guerrero y K Cervera-Cervera. 2010. Evaluación del pulpo (*Octopus maya*) y análisis de la temporada de pesca 2009 en el estado de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Lerma. INAPESCA. 34p.
- SANTOS-VALENCIA J, M Pérez-Pérez, K Cervera-Cervera, JC Espinoza-Méndez, M Medina-Martínez, M Seca-Escalante, D Murillo-Guerrero y M Huchín-Maturel. 2011. Distribución, abundancia y estructura poblacional del pulpo rojo (*Octopus maya*) en la sonda de Campeche. Temporada 2011. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Lerma. INAPESCA. 26p.
- SANTOS-VALENCIA J, R del Río-Rodríguez y MI Gómez-Solano. 2005. Aspectos de la biología reproductiva de hembras de *Octopus maya* en la zona norte de Campeche, México. *Resúmenes Aquamar Internacional*. Yucatán, Mérida 12-14 de septiembre de 2005.
- SANTOS-VALENCIA J, R del Río-Rodríguez y MI Gómez-Solano. 2006. Gonadic maturation stage of *Octopus maya* in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Abstract International Conference on Coastal Ecosystem*. San Francisco de Campeche, Campeche, México del 26 al 29 de junio de 2006.
- SCT. 2010. Infraestructura del sector en el estado. Estadísticas Generales. Anuario Estadístico 2009 SCT-DGP. Consultado en línea: <http://www.sct.gob.mx/informacion-general/centros-sct/yucatan/infraestructura/>; <http://www.sct.gob.mx/informacion-general/centros-sct/campeche/infraestructura/>
- SEIJO JC, MJ 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, BCS, pp: 125-138.
- SOLANA-SANSORES R, AT Wakida-Kusunoki, M Solís-Ramírez, R Burgos, D De Anda, K Cervera, JC Espinosa, R Mena, JC Mena, F Ramírez, JC Pisté, J Santos, M Huchin, M Seca y M Medina. 2002. Evaluación de la población de pulpo (*Octopus maya*) en la Península de Yucatán, durante la temporada de veda 2002. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA 12p.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ, F Arreguín-Sánchez y JC Seijo. 1997. Pesquerías de cefalópodos. En: D Flores-Hernández, P Sánchez-Gil, JC Seijo y F Arreguín-Sánchez (eds.). *Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México*. EPOMEX Serie Científica 7. México, pp: 61-80.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ. 1962. Contribución al estudio del pulpo (*Octopus vulgaris* Lamarck) de la Sonda de Campeche. *Trab. Divulg.* 3(24): 1-36.

- SOLÍS-RAMÍREZ MJ. 1967. Aspectos biológicos del pulpo, *Octopus maya* Voss y Solís. *Publ. INIBP* 18: 1-90.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ. 1975. Posibilidades de la pesca del pulpo de la Península de Yucatán. *Publ. Inst. Mex. Com. Ext.* 347: 1-20.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ. 1988. El recurso pulpo del Golfo de México y el Caribe. *En: Los Recursos Pesqueros del País*. Instituto Nacional de la Pesca, pp: 463-478.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ. 1991. Octopus fisheries in the Mexican waters of the Gulf of Mexico and Caribbean Sea. *En: CFE Roper, M Sweeney, M Vecxhione y L Gilbert (eds.). Bull. Mar. Sci.* 49(1-2): 667-668.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ. 1994. La pesquería del pulpo del Golfo de México y Caribe Mexicano. *En: Atlas Pesquero y Pesquerías Relevantes de México*. CD Multimedia. Secretaría de Pesca, INP, CENEDIC. Univ. Colima, México.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ y EA Chávez. 1986. Evaluación y régimen óptimo de pesca de pulpo en la Península de Yucatán, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón.* 13(3): 1-17.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ, F Arreguín-Sánchez y JC Seijo. 1997. Pesquería de pulpo de la plataforma continental de Yucatán. *En: D Flores-Hernández, P Sánchez-Gil, JC Seijo y F Arreguín-Sánchez (eds.). Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica 7, pp: 61-80.
- SOLÍS-RAMÍREZ MJ, ME González de la Rosa y JA Sánchez. 1991. Coeficientes de la relación peso-longitud y parámetros de crecimiento del pulpo *Octopus maya* (Mollusca: Cephalopoda) de la costa de Yucatán. Temporada 1988. *XI Congreso Nacional de Zoología*. Mérida, Yucatán, México.
- TELLO CJA, LA Rodríguez y JM Loa. 2004. Estructura genética del pulpo *Octopus maya* en las costas de la Península de Yucatán. *Tecnointelecto* 1(2): 79-83.
- VAN HEUKELEM WF. 1976. Growth, bioenergetics and life-span of *Octopus cyanea* and *O. maya*. Tesis de Doctorado. Univ. Hawaii, Honolulu; Hawaii, EUA.
- VAN HEUKELEM WF. 1977. Laboratory maintenance, breeding and biomedical research potential of the Yucatan Octopus (*Octopus maya*). *Lab. Anim. Sci.* 27(5): 825-859.
- VOSS GL y MJ Solís-Ramírez. 1966. *Octopus maya*, a new species from the Bay of Campeche. *Bull. Mar. Sci.* 16(3): 615-625.
- WAKIDA-KUSUNOKI AT, M Pérez, J Santos, R Burgos, K Cervera, JC Espinoza, JC Mena, R Mena, D de Anda, F Ramírez, E Cob, LA Pacheco, M Huchin, M Seca, M Medina y J Maturen. 2003a. Evaluación de la población de pulpo *Octopus maya* en la Península de Yucatán 2003. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 17p.
- WAKIDA-KUSUNOKI AT, R Solana-Sansores y R Burgos. 2003b. Abundance analysis of *Octopus maya* in Occidental coast of Yucatán Peninsula, México. *Memorias de Marcuba* 2003. 7p.
- WAKIDA-KUSUNOKI AT, M Solís-Ramírez, K Cervera, JC Espinoza, C Mena, R Mena, F Ramírez-Gil, M Huchín, M Seca, D Murillo y M Medina. 2001. Estudio del recurso pulpo durante la temporada de veda 2001. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. INAPESCA. 5p.
- ZAMBRANO-GONZÁLEZ L. 1992. Contribución al conocimiento de la mortalidad natural de *Octopus maya* en la plataforma continental de Yucatán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 57p.

Robalo del Golfo de México



BREVIARIO

Especies

- Robalo blanco *Centropomus undecimalis*, robalo prieto *C. poeyi* y chucumite *C. parallelus*.
- La pesca se realiza todo el año en la franja costera marina entre 10 m y 30 m de profundidad, en ríos y sistemas lagunar-estuarinos, su período de mayor abundancia es de mayo a septiembre.
- De la producción nacional anual de robalo, 82% procede del Golfo de México y del mar Caribe, en particular de Campeche, Tabasco, y Veracruz.
- Se estima para el sur de Campeche una biomasa de robalo blanco de 983.2 t (2010).
- Constituye una pesquería artesanal de mayor importancia y gran tradición en el Golfo de México. Por su distribución estacional y espacial es de fácil acceso para las comunidades pesqueras ribereñas y representa una valiosa fuente de empleo.

Tendencia de las capturas

- Captura en 2007: 7 488 t (máximo histórico).
- Captura en 2011: 5 773 t.

Tipo de modelo para evaluación y manejo

- Modelo de Thompson y Bell.
- Estado de la pesquería
- Máximo aprovechamiento permisible.

Medidas de manejo

- Permiso de pesca comercial para escama.
- Veda para robalo prieto y robalo blanco en el Golfo de México (15 de mayo - 30 de junio) de la barra de Soto la Marina, Tamps., a la barra de Chachalacas, Ver.; y (1 de julio - 15 de agosto) de la barra de Chachalacas, Ver., a la barra de Tonalá, en los límites de Veracruz y Tabasco (DOF 1994). Para el resto de los estados no hay ninguna reglamentación oficial.
- Aprovechamiento del recurso robalo de acuerdo a la NOM-037-PESC-2004 (DOF 2007).

Objetivo de las medidas

- Recuperar las poblaciones de robalo.

Robalo del Golfo de México

Centropomus undecimalis

Centropomus poeyi

Centropomus parallelus

Vequi Chávez-Caballero
Rosa María Lorán-Núñez
Ma. Guadalupe Gómez-Ortiz
Manuel Garduño-Dionate
Francisco Rolando Martínez-Isunza
Armando T. Wakida-Kusunoki

LA PESQUERÍA

Importancia

El robalo constituye una de las pesquerías artesanales de mayor importancia y gran tradición en el Golfo de México. Por su distribución estacional y espacial es de fácil acceso para las comunidades pesqueras ribereñas y representa una valiosa fuente de empleo. Por sus propiedades alimenticias, calidad y sabor ha alcanzado un alto precio en el mercado nacional (SAGARPA 2001).

En el Golfo de México existen seis especies del género *Centropomus*: robalo blanco *C. undecimalis*, robalo prieto *C. poeyi*, chucumite *C. parallelus*, robalo del Golfo

C. ensiferus, robalo de río *C. mexicanus* y constantino *C. pectinatus* (McEachran y Felchhelm 2005).

De la producción nacional anual de robalo, 82% procede del Golfo de México y del mar Caribe, en particular de Campeche, Tabasco, y Veracruz, que en conjunto aportan 92% de la región. Campeche ocupa el primer lugar con 46% de la producción, seguido de Tabasco y Veracruz con 24% y 22%, respectivamente; Quintana Roo, Yucatán y Tamaulipas aportan el restante ocho por ciento (SAGARPA 2010).

Tomando en cuenta el volumen total de captura de las especies de escama, en Tamaulipas el robalo ocupa el décimo lugar en importancia, en Veracruz el tercero, en Tabasco el cuarto y el segundo lugar en Campeche. Debido al valor de la especie, se puede comparar en importancia con otros recursos como el camarón, el cangrejo, la jaiba y el ostión (SAGARPA 2010).

El robalo blanco es la especie que destaca por los grandes volúmenes que se capturan en el Golfo de México y en especial en la región suroeste. Esta especie sostiene una pesquería artesanal que opera de acuerdo con las variaciones estacionales de la abundancia. La producción de las otras especies varía por localidad dependiendo de su distribución geográfica; en orden de importancia son el chucumite y el robalo prieto.

Dada la importancia del robalo blanco, del prieto y del chucumite, en este documento se dan los avances en la investigación biológica pesquera de estas especies con el objetivo de conocer el estado actual de su pesquería y proporcionar elementos técnicos para su manejo.

Biología

Descripción taxonómica

Existen diferencias en las características físicas de las especies de robalos; el robalo blanco es de cuerpo alargado, comprimido, robusto y de mayor tamaño que el robalo prieto que, además, es de coloración oscura. Los chucumites difieren de las otras especies de robalo, ya que son de talla más pequeña, su cabeza es más ancha y depri-mida y tienen coloración amarilla (Ramírez-Hernández y González-Pagés 1976); la primera espina anal es tan larga que abarca hasta el inicio de la aleta caudal (McEachran y Felchhelm 2005).

Centropomus undecimalis

El robalo blanco tiene un cuerpo alargado y moderadamente comprimido; el perfil de la cabeza es ligeramente cóncavo, y la altura máxima del cuerpo es de 4.1 a 5.6 veces en la longitud patrón; la longitud cefálica cabe 2.6 a 2.9 veces en la longitud

patrón. El extremo del opérculo está por delante de la vertical que corta el origen de la primera aleta dorsal; el hueso preorbital es ligeramente aserrado en los jóvenes, pero entero en los adultos y el preopérculo es aserrado. Boca oblicua; mandíbulas desiguales sobresaliendo la inferior; la parte de esta mandíbula que sobrepasa a la superior está comprendida 1.7 a 3.6 veces en el diámetro ocular. El extremo posterior del maxilar queda por debajo de la mitad posterior del ojo. Ojos pequeños, su diámetro cabe 6.2 a 9.0 veces en la longitud cefálica. Distancia post-anal cabe de 7.5 a 10.3 veces en la longitud patrón. La vejiga natatoria presenta dos largos apéndices anteriores, cuya longitud cabe 4.5 a 8.8 veces en la longitud de la propia vejiga. De 67 a 78 escamas ctenoideas pequeñas en una serie longitudinal; ocho a nueve branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. Con pseudobranquias, la inicial es muy pequeña en ejemplares grandes, está comprendida 3.4 a 7.5 veces en el diámetro ocular. La primera aleta dorsal con ocho espinas, la segunda con una espina y 10 radios (raramente nueve u once); la aleta anal con tres espinas y seis radios, la segunda espina anal cabe 1.7 a 2.3 veces en la longitud cefálica. Las aletas pélvicas son de igual tamaño que las pectorales y su extremo posterior queda muy por delante del ano (Ramírez-Hernández y González-Pagés 1976). Color: el dorso y los costados del cuerpo por arriba de la línea lateral son negruzcos; los costados del cuerpo por debajo de la línea lateral y la región ventral son plateados; las aletas son amarillentas y a veces tienen puntuaciones negras; con una línea oscura a lo largo de la línea lateral (McEachran y Fechhelm 2005).

Centropomus poeyi

El robalo prieto tiene cuerpo alargado y moderadamente comprimido. El perfil de la cabeza es algo cóncavo. La longitud cefálica está comprendida de 2.5 a 2.8 veces en la longitud patrón. El cuerpo es alto, su altura máxima cabe de 3.6 a 4.3 veces en la longitud patrón. Hueso preorbital ligeramente aserrado en los jóvenes, pero liso en los adultos. Boca un poco oblicua, con mandíbulas desiguales sobresaliendo la inferior; la mandíbula que sobrepasa a la superior está comprendida de 3.4 a 5.5 veces en el diámetro ocular. Ojos grandes: su diámetro cabe de 5.2 a 6.4 veces en la longitud cefálica. Distancia post-anal es igual a 8 a 10 veces la longitud patrón. Vejiga natatoria provista de un par de apéndices anteriores pequeños, cuya longitud cabe de 10.4 a 14.9 veces en la longitud de la propia vejiga. De 78 a 89 escamas pequeñas en una serie longitudinal. De 10 a 13 escamas entre la línea lateral y el origen de la segunda dorsal. De nueve a 12 branquiespinas, generalmente de 10 a 12, en la rama inferior del primer arco branquial. Con pseudobranquias, la primera cabe de 3.4 a 7.5 veces en el diámetro del ojo. Primera aleta dorsal con siete espinas, la segunda con una espina delgada y nueve radios; la aleta anal con tres espinas y seis radios (raramente siete), la segunda espina anal cabe de 1.6 a 1.9 veces en la longitud cefálica y nunca llega al extremo de la tercera espina. Aletas pectorales con 15 a 17 radios; el extremo

posterior de las aletas pélvicas queda por delante de la abertura anal. Color: dorso y costado del cuerpo oscuros; vientre plateado, aletas dorsales, caudal y anal amarillentas con puntos negros; pectorales y pélvicas ligeramente amarillas. Tiene una banda negra a lo largo de la banda lateral (McEachran y Fechhelm 2005).

Centropomus parallelus

El chucumite tiene cuerpo alargado y moderadamente comprimido, el perfil de la cabeza es recto. Altura máxima del cuerpo cabe de 3.5 a 4.1 veces en la longitud patrón; la longitud cefálica cabe de 2.5 a 2.9 veces en la longitud patrón. El extremo del opérculo generalmente llega a la vertical que corta el origen de la primera aleta dorsal, o la pasa. El hueso preorbital está aserrado en todas las edades. El preopérculo también es aserrado, con dos espinas más anchas y grandes en el ángulo. Su boca es moderadamente oblicua, con mandíbulas desiguales ya que la inferior sobresale. El extremo posterior del maxilar está situado por debajo de la pupila. Ojos grandes, su diámetro cabe de 4.2 a 6.0 veces en la longitud cefálica. La distancia post-anal está comprendida de 5.3 a 6.7 veces en la longitud patrón. De 70 a 91 escamas pequeñas en una serie longitudinal. De nueve a 12 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial. Con seudobranquias bien desarrolladas. La primera aleta dorsal con ocho espinas, la primera espina de la aleta dorsal está comprendida de 2.2 a 3.3 veces en el diámetro ocular; la segunda aleta con una espina delgada y 10 radios (raramente nueve u 11). Aleta anal con tres espinas y de seis a siete radios, la segunda espina es muy grande, cabe de 1.1 a 1.5 veces en la longitud cefálica y siempre pasa por el extremo de la tercera espina. Aletas pectorales con 14 a 16 radios, generalmente de 15 radios. El extremo de las aletas pélvicas por lo regular llega a la abertura anal o la pasa. El dorso es oscuro y los costados del cuerpo son amarillos sobre todo por debajo de la línea lateral. Tienen una mancha negra detrás del espacio interorbital y otra en la primera aleta dorsal. Sus aletas también son amarillas, así como el maxilar y la membrana opercular. Tiene una línea oscura a lo largo de la línea lateral (McEachran y Fechhelm 2005).

Distribución y hábitat

El género *Centropomus* tiene una distribución anfiamericana con hábitos diadromicos y características de ambientes mixohalinos (Castro-Aguirre *et al.* 1999). El robalo blanco se distribuye en mares tropicales desde Carolina del Norte hasta Río de Janeiro. Se le encuentra en todo el Golfo de México y el mar Caribe, pero es más abundante en Veracruz, Tabasco y Campeche (Ramírez-Granados y González-Pagés 1976, Hoese y Moore 1977, Castro-Aguirre 1978). El robalo prieto es común en Veracruz y Tabasco, si bien más abundante en la cuenca baja del Papaloapan y en el Sistema Lagunar de Alvarado (Chávez 1963).

Todos los robalos son especies demersales que habitan fondos blandos, arenosos y fundamentalmente fangosos de aguas no muy profundas. En etapas tempranas de crecimiento se asocian a comunidades de manglares, de lirio acuático o pastos marinos. De acuerdo con su ciclo biológico, alternan su permanencia en aguas marinas costeras, esteros, ríos y lagunas, mostrando así su amplia tolerancia a la concentración de sales (Marshall 1958, Volpe 1959, Chávez 1963, Ramírez-Granados y González-Pagés 1976, Hoese y Moore 1977, Castro-Aguirre 1978). No se conocen con exactitud los límites de su margen de tolerancia a los cambios de temperatura; sin embargo, su condición de habitar aguas poco profundas sugiere que soportan fluctuaciones térmicas considerables. Diversos autores han reportado que las bajas temperaturas afectan su fisiología, tornando lentos su movimientos y aun matándolos cuando son muy bajas (16 °C a 8 °C) (Böhlke y Chaplin 1968, Chung 1981, Gilmore *et al.* 1983, Shafland y Foote 1983, Howells *et al.* 1990), y en el periodo entre finales de la primavera e inicio del otoño, cuando la temperatura se incrementa, los robalos se reúnen para la reproducción y el desove.

Alimentación

Los robalos son consumidores terciarios, los adultos son carnívoros muy voraces, se alimentan de juveniles de numerosas especies de peces, crustáceos como camarones y jaibas; moluscos como: caracoles y almejas (LaMonte 1952, Chávez 1963). Blewett *et al.* (2006) encontraron que la dieta de robalo en Florida está compuesta por 71% de peces y el resto principalmente es de crustáceos. En etapa juvenil se alimentan de zooplancton, otros crustáceos y peces; los juveniles por debajo de 20 mm son exclusivamente planctívoros (Fore y Schmidt 1973).

Marshall (1958) y Adams *et al.* (2009) mencionan que en Florida, el robalo blanco se alimenta principalmente de peces tales como pecílidos, aterínidos, sardinillas y camarones, estando en segundo orden los cangrejos y otros crustáceos. En Tabasco, el robalo blanco parece mostrar preferencia hacia peces como la arenga *Dorosoma anale*, mojarra *Cichlasoma* spp., sardinas *Astyanax* spp., y agujón *Hyporhamphus mexicanus*, que constituyen 81.1% del alimento de los machos y 68.8% del de las hembras. Los cangrejos de la familia Pseudotelphusidae y la pigua *Macrobrachium carcinus* siguen en importancia para ambos sexos, al igual que los vegetales, conchas de almejas y gusanos (Hernández-Sosa 1987).

El alimento debe ser de tamaño relativamente grande y de alto contenido energético, pues se sabe que los robalos tienen una eficiencia digestiva alta, por lo que se infiere que debe consumir cantidades de alimento considerables y con alto contenido energético. Se ha determinado la presencia del robalo blanco en ambientes oligohalinos o limnéticos, ya que el contenido estomacal se compone de especies dulceacuícolas, lo que confirma que en estos ambientes busca su alimento (Caballero-Chávez *et al.* 2001).

Reproducción

El robalo blanco, según Taylor *et al.* (2000), es una especie hermafrodita protándrica, es decir, que madura primero como macho y cambia después a hembra, cuando alcanza tallas promedio de 51.5 cm y 3.4 años de edad.

Los periodos de reproducción reportados para el robalo blanco y el robalo prieto en México se pueden ver en la *tabla 1*. En términos generales, se considera que la reproducción se inicia en primavera y finaliza a principios de otoño. Los máximos valores del robalo blanco se presentan de mayo a agosto, y del robalo prieto de julio a agosto. Volpe (1959) y Chávez (1961) reportan que la zona de reproducción del robalo blanco se localiza en el mar, en sitios poco profundos, no retirados de la costa, y frente o cerca de la desembocadura de los ríos. Lowerre-Barbieri *et al.* (2003) encontraron grupos de robalos blancos en reproducción cerca de una escollera del canal de comunicación de una laguna en la costa atlántica de Florida, con profundidades de 5 m a 13 m; la temperatura del fondo de 28 °C y salinidad de 35 UPS, durante todas las fases lunares, durante el día y la noche. En el sur de Tamaulipas, la reproducción se lleva a cabo en el área costera frente o cerca de la desembocadura del río Pánuco (Gómez-Ortiz *et al.* 2009). En Veracruz se encontraron organismos en reproducción en el canal de comunicación de la Laguna de Alvarado con el mar a profundidades de 7 m a 12 m, con salinidad superficial de 4 UPS a 19 UPS y temperatura superficial de 25 °C a 32 °C (Lorán-Núñez *et al.* 2005, 2006, 2007, 2008a, Martínez-Izunza *et al.* 2009). En el sur de Campeche, Caballero-Chávez *et al.* (1995) y Caballero-Chávez (2003b) mencionan que las áreas de reproducción se localizan en las zonas adyacentes a las plataformas petroleras y cerca de la desembocadura de la Laguna de Términos.

Las diferencias que existen entre las tallas en las que 50% de las hembras son maduras, encontradas en las zonas estudiadas pudieran deberse a: condiciones ambientales y de alimentación; diferencia en el tamaño de malla de los artes de pesca con que se capturaron; métodos de muestreo y los métodos de estimación utilizados.

Todas las especies de robalo presentan alta fecundidad; los resultados de los estudios de robalo blanco realizados por varios autores en las zonas de distribución de estas especies se presentan en la *tabla 2*.

Tabla 1
Parámetros reproductivos de robalo blanco *Centropomus undecimalis*,
robalo prieto *Centropomus poeyi* y chucumite *Centropomus parallelus*
determinados por varios autores

Autor	Zona de estudio	Talla mínima de madurez sexual* (cm)	Talla $L_{m50\%}$ ** (cm)	Época de reproducción
<i>Robalo blanco</i>				
Gómez-Ortiz <i>et al.</i> (2011)	Ríos Pánuco y Tamesí, sur de Tamaulipas	71 H LT 57 M	86 H LT 79 M	junio-septiembre Valor más alto: julio y agosto
Chávez (1963)	Laguna de Alvarado, Veracruz	39 LT		junio-octubre Valor más alto: julio
Hernández-Tabares <i>et al.</i> (2003)	Veracruz			abril-septiembre
Lorán-Núñez <i>et al.</i> (2012)	Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz	60 H LT	81 H LT	junio-septiembre Valor más alto: julio
Suárez-Bautista (2001)	Tabasco			Valor más alto: junio-agosto
Perera-García <i>et al.</i> (2008)	Barra San Pedro, Tabasco		85 H LF 68 M	Valor más alto: julio y agosto
Caballero-Chávez <i>et al.</i> (2008)	Carlos Rovirosa y Frontera, Tabasco	71 H LF 66.5 M	78-80 LF	abril-septiembre Valor más alto: mayo y julio
Carbajal (1975)	Laguna de Términos, Campeche			abril-septiembre Valor más alto: mayo y septiembre
Caballero-Chávez (2003a, 2003b), Caballero-Chávez <i>et al.</i> (2010)	Suroeste de Campeche	55.5 H LF 55.8 M	79 A 86 H 75 A 79 M LF	marzo-octubre Valor más alto: mayo-agosto
<i>Robalo prieto</i>				
Chávez (1963)	Laguna de Alvarado, Veracruz			julio-agosto
Fuentes (1973)	Laguna de Alvarado, Veracruz			mayo-agosto Valor más alto: agosto
Lorán-Núñez <i>et al.</i> (2012)	Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz	50 H LT	78 H LT	junio-septiembre Valor más alto: julio y agosto
Carbajal (1975)	Laguna de Términos, Campeche	46		junio-septiembre Valor más alto: julio
<i>Chucumite</i>				
Gómez-Ortiz <i>et al.</i> (2011)	Ríos Pánuco y Tamesí, sur de Tamaulipas	24 H LT 22 M	32 H LT 30 M	marzo a diciembre Valor más alto: de agosto a octubre

(*) Talla más pequeña madura observada, (**) talla en que 50% de las hembras está madura sexualmente, (H) hembras, (M) machos, (LT) longitud total y (LF) longitud furcal.

Tabla 2
Valores de fecundidad del robalo blanco *Centropomus undecimalis*
determinados por varios autores

<i>Autor</i>	<i>Zona de estudio</i>	<i>Fecundidad</i> (Núm. de huevos)	<i>Talla hembras</i>	<i>Método</i>
Volpe (1959)	Costas de Florida	1 440 000	58.4 cm	Volumétrico
Chávez (1963)	Laguna de Alvarado, Veracruz	2 678 000	110 cm y 12 kg	
Cervigón (1966)	Costas de Venezuela	1 440 000-1 650 000		Gravimétrico
Gómez-Ortiz <i>et al.</i> (2006)	Río Panuco y zona costera de Tampico, Tamaulipas	1 085 050-1 811 551 promedio: 1 340 403	86-99 cm LT y 6-8 kg	
Caballero-Chávez <i>et al.</i> (2008)	Frontera, Tabasco	3 657 906	76-98 cm LF y 3.5-8.5 kg	Volumétrico
Garduño-Dionate <i>et al.</i> (2009)	Costa de Campeche	2 084 905-7 344 683 promedio: 3 267 500	85-110 cm LT y 4-10 kg	Gravimétrico
Caballero-Chávez <i>et al.</i> (2011)	Sur de Campeche	3 657 906	71-102 cm LF y 3-10 kg	Volumétrico

Crecimiento

Los valores de los parámetros de crecimiento y de la relación peso-longitud de las especies de robalo blanco y robalo prieto obtenidos por diferentes autores, se muestran en la *tabla 3*.

Sólo se muestran los métodos utilizados en el cálculo de los parámetros de crecimiento, debido a que en todos los casos el método de determinación de los parámetros de la relación peso-longitud fue el mismo, una relación potencial y la fórmula de $w = a L^b$ de (Ricker 1958).

En las *figuras 1 y 2* se presentan las curvas de crecimiento basadas en los resultados obtenidos con los diferentes métodos presentados en la *tabla 3*, para las diferentes regiones.

En la *figura 1* se observa que el crecimiento de robalo blanco es rápido entre el primer y tercer grupos de edad, cuando llega a crecer entre 17 cm y 10 cm. A partir de la edad 4, la tasa de crecimiento disminuye de 10 cm a 7 cm por edad y a partir de éste, la tasa empieza a declinar. Las diferencias entre las curvas de crecimiento pueden ser por las técnicas de muestreo y métodos de análisis como agrupamiento de la información y estimación de los parámetros de crecimiento. Otra de las causas pueden ser las diferencias geográficas de las zonas de estudio que presentan diferentes hábitats, temperaturas, alimento y niveles de explotación.

La *figura 2* presenta la curva de crecimiento de robalo prieto, que es similar a la de robalo blanco: el crecimiento es rápido en los primeros cuatro grupos de edad y después tiende a disminuir hasta que llega a crecer menos de un centímetro por grupo de edad.

Tabla 3

Parámetros de la relación peso-longitud y de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy, estimados para robalo blanco *Centropomus undecimalis* y robalo prieto *Centropomus poeyi* por varios autores

Autor	Zona	Método empleado	Peso	Long.	Crecimiento			
			<i>a</i>	<i>b</i>	<i>L inf.</i> (<i>cm</i>)	<i>W inf.</i> (<i>kg</i>)	<i>K</i> (<i>anual</i>)	<i>t₀</i> (<i>anual</i>)
Robalo blanco								
Gómez-Ortiz <i>et al.</i> (2008, 2009)	Sur de Tamaulipas y norte de Veracruz	Mínimos cuadrados; ELEFAN I (FISAT)	4.35E-06	3.07	125.5 LT	14.198	0.18	0.009
Lorán-Núñez <i>et al.</i> (2007), Lorán-Núñez <i>et al.</i> (2008b)	Sistema lagunar de Alvarado, Veracruz	Cassie (1954), Ford (1933), von Bertalanffy (1938) y Walford (1946)	6.2E-06	3.04	131.5 LT	14.101	0.33	0.090
Perera-García (2010)	Tabasco	Lectura de otolitos, Walford (1946)	1.0E-02	2.95	111.42 LF	13.186	0.11	-0.23
	Tres Brazos				83.77 LF	3.734	0.26	-0.49
	San Pedro Balancan				97.15 LF	4.926	0.17	-0.91
	Barra del Bosque				109.21 LF	10.881	0.21	-0.57
	Barra San Pedro				94.56 LF	8.111	0.27	-0.48
Caballero-Chávez <i>et al.</i> (2008)	Carlos Rovirosa, Tabasco	Mínimos cuadrados; ELEFAN I (FISAT)	1.0E-02	2.95	111.80 LF	15.468	0.12	0.00126
Caballero-Chávez <i>et al.</i> (2010)	Suroeste de Campeche	Mínimos cuadrados; ELEFAN I (FISAT)	1.0E-02	2.97	126.72 LF	17.598	0.12	0.009
Aguilar-Salazar <i>et al.</i> (2000)	Laguna Yalahau, Quintana Roo	Shepherd (SLCA) (FISAT)			90.1 LT		0.26	-0.05
Robalo prieto								
Lorán-Núñez <i>et al.</i> (2012)	Sistema lagunar de Alvarado, Veracruz	Cassie (1954), Ford (1933), von Bertalanffy (1938) y Walford (1946)	6.3E-06	3.10	116.93 LT	16.2	0.34	0.895

LT = Longitud total, LF = Longitud furcal.

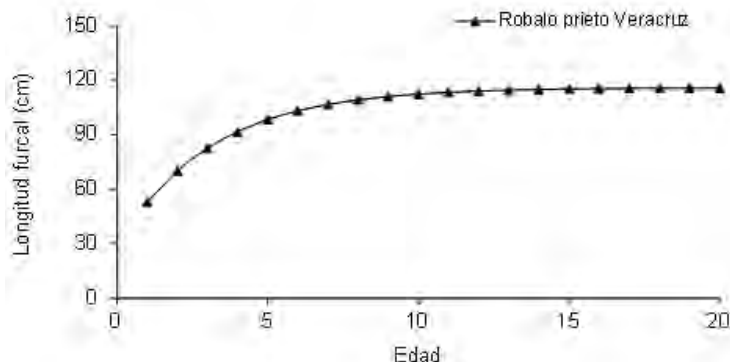


Fig. 1. Curvas de crecimiento estimadas para el robalo blanco *Centropomus undecimalis* en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche.

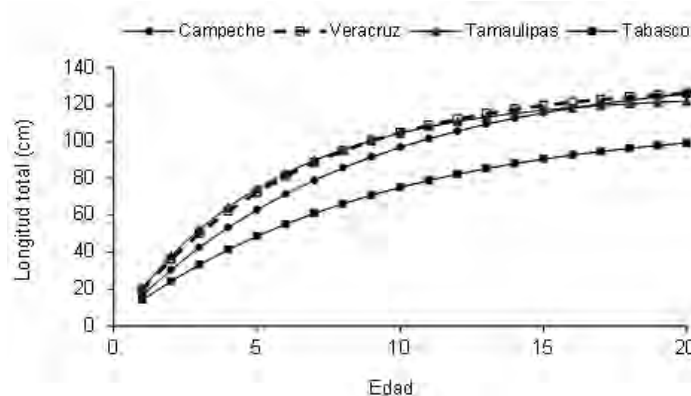


Fig. 2. Curva de crecimiento estimada para el robalo prieto *Centropomus poeyi* en Veracruz.

Ciclo de vida

El robalo blanco y el robalo prieto pasan gran parte de su vida en pastizales, lagunas y ríos; realizan continuos desplazamientos entre el mar y las lagunas para alimentarse y regresar a la zona costera frente a las bocas de los ríos o lagunas a desovar (Lewis III 1988).

Las hembras maduras depositan sus huevos en la cercanía de la costa; los huevos son esféricos, con diámetro de 0.400 mm a 0.690 mm, y flotan libremente en el mar cerca de la superficie. Los huevos fecundados comienzan el desarrollo llamado segmentación, que ocurre en aproximadamente 17 h a una temperatura de 27 °C, y culmina con la eclosión o el nacimiento de las larvas con una talla de 1.4 mm-1.5 mm. Posteriormente, cuando la larva mide de 3.6 mm a 3.8 mm se presenta la flexión; a 7 mm se forman los radios de las aletas dorsal y anal. A 14 mm aparecen las primeras escamas. A tres meses de ocurrido el desove ya han alcanzado la talla de 45 mm, entonces se les considera juveniles (Lau y Shafland 1982).

En las etapas de larva y pre-juveniles comienzan a emigrar hacia las lagunas costeras y esteros aprovechando la lengua salina que penetra con la marea (Green 1993). A partir de julio ya es posible encontrar a los juveniles en las lagunas costeras o ríos, en donde crecen hasta alcanzar la madurez sexual. En el periodo próximo al desove efectúan de nuevo una migración reproductora hacia la desembocadura de las lagunas costeras hasta alcanzar la franja litoral para desovar.

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

En el litoral del Golfo de México, las áreas de pesca de las costas de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Campeche son las zonas de mayor captura; en cuanto a sistemas lagunares estuarinos, sobresalen Pueblo Viejo, Tamiahua, Sistema lagunar de Alvarado, Carmen, Machona y Laguna de Términos, así como la desembocadura de algunos ríos como el Pánuco y el Tamesí en el norte de Veracruz y sur de Tamaulipas; Papaloapan, Tuxpan, Coatzacoalcos en Veracruz; Grijalva y Usumacinta en Tabasco y Campeche.

Para la pesca de robalo se emplean varios tipos de redes tales como la de enmalle o tendales, trasmallos, chinchorros playeros, atarrayas, arpones, redes de arrastre y líneas de mano, pero, indudablemente, las de enmalle son los artes de mayor importancia.

Sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz

La captura de robalo en el mar se efectúa a cinco kilómetros de la costa y a bordo de embarcaciones de fibra de vidrio de 7.62 m de eslora con motores fuera de borda de 48 HP hasta 75 HP, operadas por dos o tres pescadores que utilizan redes agalleras de seda con un tamaño de malla de 8.0 plg (20.3 cm) y redes de monofilamento con un tamaño de malla de 6.0 plg y 6.5 plg (15.2 cm y 16.5 cm); ambas de una longitud de 120 m y 5.4 m de caída. Éstas trabajan fijas a fondo en una profundidad aproximada de 24 metros.

En lagunas costeras, esteros y ríos, la captura se realiza con redes agalleras de monofilamento, con tamaños de mallas de 2.75 plg a 6.0 plg (6.9 cm a 15.2 cm), en embarcaciones de 5.0 m a 7.62 m de eslora y motores fuera de borda de 8 HP a 60 HP. Para la captura en ríos, la operación siempre se hace durante el día, a favor de la corriente y la maniobra la hacen dos o tres pescadores. En las lagunas, el método de pesca es el tendido y en los esteros y ríos es el atravesado.

Particularmente, en el río Pánuco se utilizan redes de arrastre robaleras y chucumiteras, de monofilamento de tamaño de malla de 6.0 plg y 7.0 plg (15.2 cm y 17.7 cm)

para robalo y de 3.0 plg (7.6 cm) para chucumite. Trabajan todo el tiempo a fondo por las márgenes del río, y son jaladas por embarcaciones de 7.62 m de eslora y motores fuera de borda de 15 HP a 75 HP. Esta operación siempre la hacen durante el día, dos o tres pescadores, a favor de la corriente. Asimismo, ocasionalmente operan a la deriva redes de monofilamento de 120 m de longitud y mismo tamaño de malla, pero con diferentes características de construcción.

En algunos ríos y lagunas se usan además atarrayas con un tamaño de malla de 2.75 plg, 3.0 plg y 3.5 plg (6.9 cm, 7.6 cm y 8.8 cm) para la captura de robalo y chucumite, así como cañas y curricanes de pesca para robalo.

Para la captura de chucumite se utilizan las redes agalleras atravesadas o tendidas en el río y en laguna abierta; estas redes son de 200 m de longitud y 5 m de caída y abertura de malla desde 2.75 plg hasta 3.5 plg (6.9 cm a 8.8 cm) (Gómez-Ortiz *et al.* 2011).

Centro y sur de Veracruz

Se emplean redes agalleras en la zona costera, cuyo tamaño de malla va de 5.0 plg a 7.0 plg (12.7 cm a 17.7 cm); se dejan reposar de seis a 12 h, para después despescar y levantarlas, o también se realizan arrastres con duración de media hora. En esta última forma de captura se utilizan dos embarcaciones con cinco o seis pescadores a bordo cada una; el arrastre se hace poniendo un extremo de la red en cada lancha; después éstas se unen y se cobra la red. En Buenavista participan de dos a tres pescadores y sólo una embarcación y utilizan el mismo tamaño de malla y de red; en la barra de la Laguna de Alvarado también se utilizan dos embarcaciones para la captura, cada una con cinco o seis pescadores.

En las zonas de laguna y ríos se utilizan redes agalleras con tamaño de malla de 3.0 plg a 4.0 plg (7.6 cm a 10.1 cm) y con dos a tres pescadores por embarcación. Asimismo, se emplea arpón con pistola en lugares donde hay escolleras principalmente; además se utiliza la atarraya con tamaño de malla de 3.0 plg a 4.0 plg (7.6 cm a 10.1 cm) en las zonas de poca corriente con agua clara, a bordo de una embarcación o a pie cerca de las orillas de los ríos, barra y lagunas. En algunas zonas de Veracruz se utiliza el chinchorro playero, que es una red activa con malla de 3 plg a 4 plg (7.6 cm a 10.1 cm), que se cala en aguas costeras en semicírculo y opera con apoyo de una embarcación de 7.6 m con motor de 40 HP a 60 HP, además de que la maniobra requiere entre 15 a 25 pescadores para la recuperación. Estas redes capturan al robalo blanco en proporciones pequeñas (Lorán-Núñez *et al.* 2012).

Campeche

La captura en el mar se realiza a 30 km de la costa, cerca del área de plataformas petroleras, entre 18 m y 28 m de profundidad. Por lo regular se utilizan lanchas de

fibra de vidrio con 7.6 m y 8.23 m de eslora, redes agalleras de malla de 4.5 plg a 7 plg (11.4 cm a 17.7 cm) con motores fuera de borda de 55 HP a 85 HP; la hora de salida es entre las tres y las cuatro de la tarde. Las redes se dejan a la deriva y se levantan cada dos o cuatro horas después de que ha bajado el sol; si se obtiene pesca se dejan en el mismo lugar, pero si no es así, se cambian a otro sitio para regresar al día siguiente entre seis y ocho de la mañana.

Para la captura de robalo en la laguna se utilizan redes agalleras de 2.5 plg a 5 plg (6.3 cm a 12.7 cm) de tamaño de malla, lanchas de fibra de vidrio de 6.9 m a 7.6 m de eslora, con motores fuera de borda de 15 HP a 75 HP. El tiempo de la pesca es de entre uno y tres días, con revisiones periódicas según sea la abundancia del recurso y el área de pesca. En esteros y ríos se utiliza otro tipo de artes, como el cordel con carnada viva, atarraya, arpón y la fisga (Caballero-Chávez *et al.* 2001).

Tendencias históricas

La producción nacional de robalo de 1950 a 1989 osciló entre 2 000 t y 5 000 t anuales. En la década de los cincuenta, las capturas variaban de 2 500 t a 2 600 t por año, y en los años sesenta llegaron a aumentar hasta 3 700 t. En los años setenta se registraron los valores promedio más bajos, y para mediados de la década descendió entre 2 055 t y 2 625 t. En los años ochenta se produjo un notable incremento en el número de embarcaciones menores: en Veracruz fue de 6 742 a 15 236 unidades entre 1980 y 1989, lo que representó un incremento de 126% (Quiroga-Bramhs *et al.* 1996). En Tabasco se sumaron en esos mismos años más de 5 000 unidades de un número inicial cercano a 1 000 unidades; en Campeche, el aumento fue de 750 embarcaciones a casi 3 000 embarcaciones. En consecuencia, la producción anual de robalo fluctuó entre 3 800 t y 5 482 t, con este último valor como el máximo registrado en 1982.

En los años noventa se mantuvo un incremento gradual de 2 874 t a 4 532 t anuales; en Veracruz se duplicó en 1994 la captura promedio del periodo 1990-1992, hasta alcanzar 1 900 t anuales, y los últimos años han oscilado alrededor de 1 700 t; Tabasco y Campeche registraron capturas similares, entre 800 t y 1 000 t anuales, aumentando en Campeche en los últimos años. En 2003 se registraron en este lugar alrededor de 3 000 t, pero hubo un descenso a partir de 2004 a un valor mínimo en 2007 de 1 904 t, y posteriormente un aumento paulatino hasta el año 2010 con 3 175 t. En Tabasco se incrementaron y esto se mantuvo hasta el año 2007 con 3 300 t, y en 2010 bajaron a 1 661 t. Tamaulipas presenta un descenso promedio general de la producción de robalo de 71% con respecto a las capturas máximas obtenidas entre 1994 y 1996 (Fig. 3).

Esfuerzo pesquero

En la zona del Sistema Lagunar de Alvarado en Veracruz, el esfuerzo pesquero estimado que se ha aplicado ha fluctuado entre 300 y 600 viajes (Fig. 4). Asimismo,

la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, kg/día/pescador) en el periodo 2005-2009, presenta variación anual de altibajos con un aumento en el rendimiento de ambas especies en 2009, año en el que también se registró el mayor número de viajes (Martínez-Isunza *et al.* 2009).

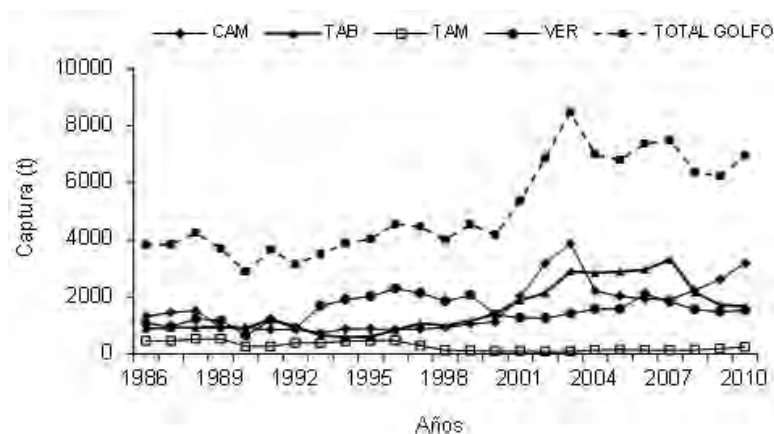


Fig. 3. Tendencia de las capturas de robalo en el Golfo de México.

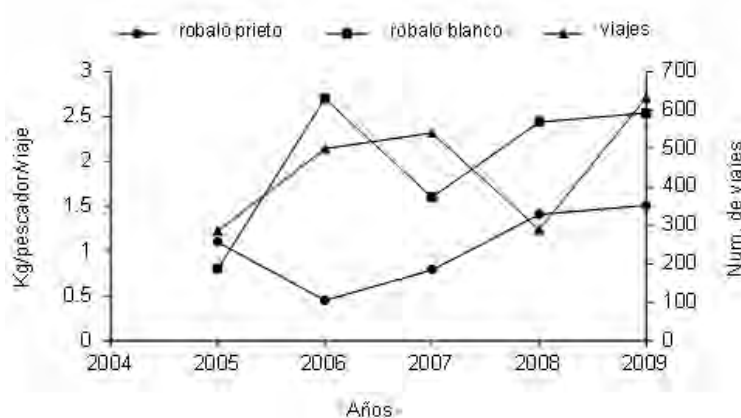


Fig. 4. Comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y esfuerzo de pesca de robalo prieto y blanco de la zona lagunar de Alvarado, Veracruz.

En el sur de Campeche hay una clara tendencia a incrementar el esfuerzo de pesca, tanto en el número de embarcaciones, como en el de artes de pesca. Con excepción del periodo 1987 a 1991 cuando se redujo el esfuerzo debido a que se otorgaron permisos a cooperativas ribereñas para la explotación de camarón blanco y siete barbas. Posteriormente, debido a la baja del crustáceo y a la reglamentación de esta pesquería, los pescadores volvieron a dirigir su esfuerzo hacia la captura del robalo blanco (Caballero-Chávez *et al.* 2001). Del año 2001 al 2003 se registró un aumento considerable del esfuerzo y una disminución en los rendimientos (Fig. 5b).

En cuanto a los rendimientos obtenidos en la región suroeste de Campeche, se aprecia una fuerte caída de 1986 a 1990, a pesar de que las estimaciones de esfuerzo no presentan una estabilidad (Fig. 5a). A partir de 2001, los rendimientos sufren un nuevo y fuerte descenso, posiblemente debido al aumento considerable del esfuerzo en ese año (Fig. 5b).

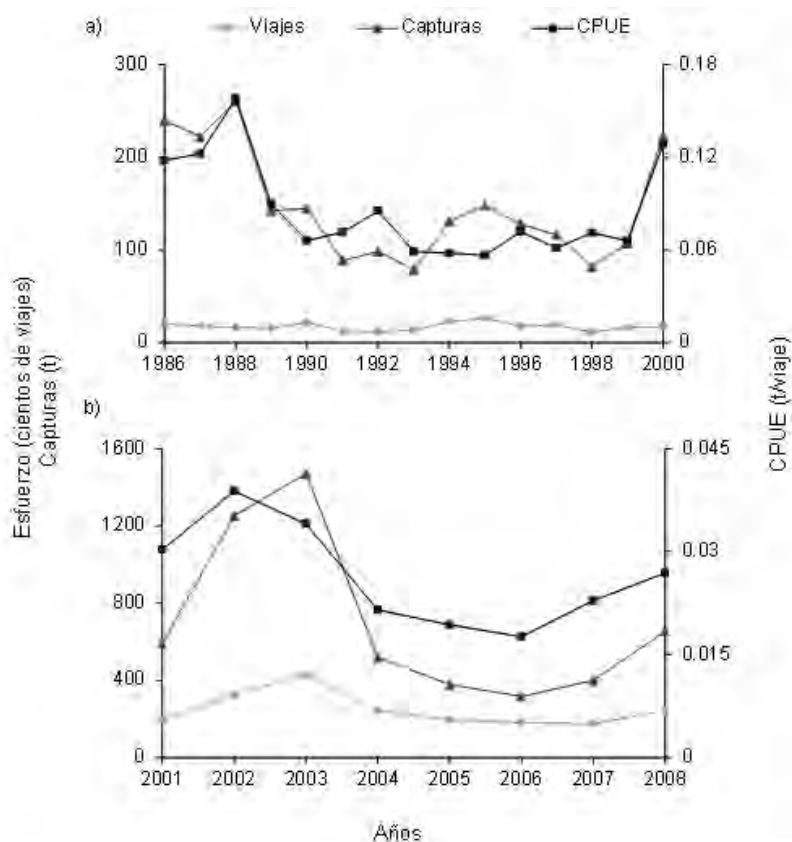


Fig. 5. Capturas, esfuerzo y CPUE de robalo blanco *Centropomus undecimalis* en el suroeste de Campeche.

Especies asociadas

La fauna asociada a la captura de robalos depende de la zona de captura y del tipo de arte de pesca empleado. Información con más detalle de las especies asociadas de las diferentes zonas de pesca se presenta en la *tabla 4* (Caballero-Chávez 2003b, Lorán-Núñez *et al.* 2008a, Perera-García 2010, Gómez-Ortiz *et al.* 2011).

Interacción con otras pesquerías

En la parte norte de Veracruz prevalece una actividad pesquera ilegal que afecta a la población de robalo, debido a que en la boca que comunica a la laguna de Pueblo Viejo con el río Pánuco operan redes de corriente denominadas comúnmente

Tabla 4
Especies asociadas a la pesquería de robalos
en el Golfo de México y el mar Caribe

<i>Nombre común regional</i>	<i>Nombre Científico</i>	<i>Entidad*</i>	<i>Nombre común regional</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Entidad*</i>
Cazones	<i>Carcharhinus</i> spp. <i>Sphyrna</i> spp.	T, Tb, C,	Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	T, Tb, C
Rayas	<i>Rhinoptera bonasus</i> , <i>Dasyatis americana</i>	T, Tb, C	Lebrancha	<i>Mugil curema</i>	T, Tb, C,
Bagre bandera	<i>Bagre marinus</i>	T, Tb, C	Tilapia	<i>Oreochromis</i> spp.	T, V, Tb
Macabil	<i>Elops saurus</i>	T, V, Tb	Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>	T, C
Tambor, tontón	<i>Pogonias cromis</i>	T,C	Carpa herbívora	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	T, Tb, C
Peto	<i>Scomberomorus cavalla</i>	T, Tb, C	Carpa plateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	T
Ronco amarillo	<i>Conodon nobilis</i>	T, V, Tb, C	Bagre pintontle	<i>Pylodictis olivaris</i>	T
Sábalo	<i>Megalops atlanticus</i>	T, Tb, C	Catán	<i>Atractosteus spatula</i> , <i>A. tropicus</i>	T, Tb, C
Chopa	<i>Lobotes surinamensis</i>	T, V, Tb, C	Sargo	<i>Archosargus probatocephalus</i>	T, V
Pámpano	<i>Trachinotus carolinus</i>	V, Tb, C	Sardinas, lachas	<i>Dorosoma</i> spp., <i>Brevortia patronus</i>	V, Tb
Cojinuda	<i>Caranx chrysos</i>	V, Tb; C	Chucumite	<i>Centropomus parallelus</i>	T, V, Tb, C
Bonito	<i>Euthynnus alleteratus</i>	V, C	Guavina	<i>Gobiomorus dormitor</i>	V, C
Cintilla	<i>Trichiurus lepturus</i>	V, Tb, C	Mojarra castarrica	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	V
Pez puerco, cochino	<i>Balistes capriscus</i>	V, C	Mojarra rayada	<i>Eugerres plumieri</i>	V, Tb
Tolete, picuda	<i>Sphyrna guachancho</i>	V, C	Mojarra blanca	<i>Diapterus auratus</i>	T, V, Tb
Sierra	<i>Scomberomorus maculata</i>	V, Tb, C	Trucha pinta	<i>Cynoscion nebulosus</i>	T, Tb, C
Jurel ojón	<i>Caranx hippos</i>	T, V, C			
Sargo	<i>Archosargus probatocephalus</i>	T, V, Tb, C			
Esmedregal	<i>Rachycentron canadum</i> <i>Seriola sonata</i>	Tb, C			
Pargo gris	<i>Lutjanus griseus</i>	Tb, C			
Rubia	<i>Lutjanus synagris</i>	Tb, C			
Curvina, trucha	<i>Cynoscion</i> spp.	V, Tb, C			

*(T) Tamaulipas, (V) Veracruz, (Tb) Tabasco, (C) Campeche.

“bolsos”, que algunos pescadores utilizan para la captura de camarón y cuyo tamaño de malla varía de 0.25 plg a 0.50 plg (0.6 cm a 1.2 cm); en donde además se captura gran variedad de especies de escama y jaiba en etapas de cría y juvenil. Lo mismo sucede en la captura de camarón blanco en esta laguna donde utilizan redes de enmalle de 2.5 plg a 2.75 plg (6.3 cm a 6.9 cm) conocidas como “gareteras”. Asimismo, en el río Tamesí al sur de Tamaulipas operan redes tipo hamaca para la captura de las carpas y que incidentalmente capturan ejemplares de robalo en estadios juveniles a los que les llaman “robaletes” y atraviesan en el río estas redes con malla de 3.5 plg (8.8 cm), aparejadas por un calón unido mediante un cabo, a estacas o árboles que trabajan interceptando el paso de los organismos (Gómez-Ortiz *et al.* 2011).

En Veracruz, el chinchorro playero es una red activa que se cala en aguas costeras en semicírculo con una embarcación con motor. Además la maniobra de recuperación de la red requiere entre 15 a 25 pescadores. Aunque ésta no es la red principal para la captura de robalo, con frecuencia éste queda atrapado con el conjunto de especies asociadas con las que comparte el hábitat (DOF 2000).

Cuando la pesca se realiza en las lagunas con los artes de pesca de tamaño de malla mayor de 6 plg (15.2 cm), eventualmente se obtienen sábalos, especie exclusiva para la pesca deportiva. Una actividad que ejerce un efecto negativo con respecto a la pesquería de robalo es la captura ilegal del camarón blanco y de siete barbas en aguas interiores con artes de pesca prohibidos, como el de arrastre, que atrapa muchos juveniles de robalo y de otras especies (Caballero-Chávez *et al.* 2001).

Aspectos socioeconómicos

Infraestructura pesquera

En la pesquería de robalo blanco, al igual que en la pesquería de especies de escama en la región, no existen instalaciones especiales para la recepción del producto. Las zonas de desembarque consisten en un área de playa con pilotes y madera donde los pescadores amarran sus lanchas. Esta pesquería es operada por la flota menor en su totalidad y, por tanto, las embarcaciones pueden arribar a cualquier localidad. Sin embargo, los desembarques se efectúan con más frecuencia en puertos cercanos a las áreas de pesca, ya que obtienen de esta forma mejores condiciones para la venta del producto. Las localidades más importantes en el Golfo de México son: Tampico, La Pesca y Aldama en Tamaulipas; Pueblo Viejo, Tamiahua, Tuxpan, Alvarado y Coatzacoalcos en Veracruz; Barra Carlos Rovirosa, Frontera, Sánchez Magallanes en Tabasco; Nuevo Campechito, Atasta, La Colonia, Ciudad del Carmen, isla Aguada, Sabancuy y Champotón, en Campeche.

Normalmente, los grupos, cooperativas o permisionarios cuentan con bodegas rústicas que funcionan como almacén de equipo y artes de pesca (redes, motores,

aceite, gasolina y materiales que utilizan para su operación), como cuartos fríos de material recubiertos con algún tipo de aislante con separadores de madera; además de utilizar otros tipos de contenedores para almacenar el producto de la pesca, estas áreas también funcionan como oficina y la mayoría de ellos cuenta con luz eléctrica y agua. En las localidades grandes hay algunas fábricas de hielo y gasolineras, pero no en las pequeñas, lo que encarece los gastos de operación.

Indicadores económicos

En términos económicos, en 2008 la captura de robalo en el Golfo de México y el mar Caribe tuvo un valor de \$276'656 262.00 MN; en Tamaulipas fue de \$4'699 652.00 MN; en Veracruz de \$70'243 139.00 MN; en Tabasco de \$97'612 100.00 MN; en Campeche \$93'006 218.00.00 MN; en Yucatán \$4'991 726.00 MN y en Quintana Roo \$6'103 427.00 MN (SAGARPA 2008).

La mayor parte de las capturas se comercializa como producto fresco entero, eviscerado, enhielado o congelado. Se vende entero al público cuando mide entre 30 cm y 40 cm; los robalos grandes generalmente son adquiridos por restaurantes y público en general; pero también se oferta rebanado en rodajas o postas y en filete.

Los precios pagados en playa en 2009 variaron dependiendo del peso del organismo, zona y época de pesca. En la *tabla 5* se presentan los precios del robalo tanto en playa como al público en diferentes presentaciones.

Tabla 5
Precios registrados para el robalo, de acuerdo al tamaño y presentación, en el Golfo de México (2009)

<i>Peso del organismo</i>	<i>Destino</i>	<i>Sur Tamaulipas</i>	<i>Alvarado, Veracruz</i>	<i>Tabasco</i>	<i>Campeche</i>
<1 kg	Playa	\$21.00-\$35.00	\$50.00-\$55.00	\$50.00-\$60.00	\$25.00-\$35.00
	Público	\$45.00-\$55.00	\$60.00-\$70.00		\$55.00-\$65.00
>1 kg	Playa	\$50.00-\$70.00	\$60.00-\$90.00	\$50.00-\$70.00	\$50.00-\$75.00
	Público	\$80.00-\$90.00	\$80.00-\$110.00	\$80.00-\$90.00	\$70.00-\$135.00
>7 kg	Playa	\$65.00		\$50.00	\$45.00-\$50.00
Filete					\$100.00-\$120.00

Se observa en todo el Golfo que el precio en playa varía según la temporada de pesca; en temporada de mayor captura que generalmente es de junio a agosto disminuye hasta 20%, aproximadamente.

El destino de las capturas de robalo es local, regional y nacional. Para el consumo local en los estados, las tallas preferidas son las menores de 50 cm y los organismos mayores normalmente son enviados para su distribución y venta a distintas plazas

del país como Villahermosa, Cancún, Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Toluca, Ciudad de México y Monterrey.

Los aspectos financieros que involucra la pesca con red de enmalle, incluyen los activos fijos: embarcación, motor y redes; los costos son variables e implican fundamentalmente el gasto en combustible y lubricante, así como el hielo necesario para la conservación del producto. Los consumos de estos insumos dependen de la necesidad de desplazamiento para localizar las especies objetivo.

De los pescadores de robalo, algunos están organizados en cooperativas o con permisionarios y otros permanecen libres con sus propios equipos. Por lo regular entregan el producto de su pesca, ya sea a su organización o al mejor postor. El número de pescadores que dirigen su esfuerzo a la captura de robalo no está estimado, ya que, por una parte, los permisos se dan para escama en general y, por otra, muchos pescadores no están registrados.

MANEJO

Medidas administrativas

La pesquería del robalo en el Golfo de México está sujeta a regulación desde 1933, cuando se estableció una veda del 15 de mayo al 30 de junio para el robalo prieto y el blanco, en la zona comprendida de Soto La Marina, Tamaulipas, a Barra de Chachalacas, Veracruz, y otra del 1 de julio al 15 de agosto de Barra de Chachalacas a Barra de Tonalá, Veracruz (frontera con Tabasco) (DOF 1933). Esta regulación fue actualizada en 1994 (DOF 1994). En 2008 se elaboró un anteproyecto de norma para la pesca responsable de estas especies en el Golfo de México, que aún está en proceso de revisión (Martínez-Isunza *et al.* 2008).

Campeche y Tabasco no cuentan con normatividad oficial que regule la captura de estas especies y, en consecuencia, las mayores capturas se logran siempre durante los meses de su reproducción, y se pescan organismos de tallas pequeñas que no han llegado a su primera madurez (Caballero-Chávez *et al.* 1995, 1998, Caballero-Chávez 2003a).

Otro aspecto importante que se debe considerar son los lineamientos de la Carta Nacional Pesquera, donde se especifica desde 2002 que el esfuerzo pesquero no debe aumentar (DOF 2010). El robalo se captura con una amplia variedad de artes de pesca, pero solamente la red agallera de 6 plg (15.2 cm) de tamaño de luz de malla es la recomendada. El anteproyecto de Norma Oficial Mexicana menciona que el uso del arpón y el trasmallo no es recomendable.

Análisis cuantitativo

Este análisis se basa en la distribución de tallas en los muestreos realizados en diferentes estados. En la *figura 6* es posible ver la distribución de frecuencias de longitudes, para el sur de Tamaulipas, Alvarado, Veracruz, Frontera, Tabasco y sur de Campeche.

En la composición de tallas que se registran en el sur de Tamaulipas, los ejemplares de 28 cm de longitud total (LT) y hasta aproximadamente de 60 cm LT son los que se capturan en lagunas, esteros y ríos, y representan alrededor de 60% de la captura. El restante 40% lo constituyen ejemplares de mayor tamaño capturados en el río Pánuco y su desembocadura, así como en la zona costera, registrando tallas de 57 cm (LT) a 134 cm, con máximos de 74-88 cm LT (Fig. 6a).

En Alvarado, Veracruz, las tallas mayores se registran en las capturas de Buenavista, desembocadura del río Papaloapan, en la costa y en la Barra, mientras que los pequeños se capturan en las lagunas y los ríos cercanos al sistema lagunar (Fig. 6b). Las *figuras 6c* y *6d* muestran la distribución de frecuencias de longitudes, para Frontera, Tabasco y sur de Campeche. En Tabasco se aprecia que la mayoría de los organismos es de tallas mayores a 70 cm LT, debido a que la captura proviene en su mayoría de la zona costera y altamar. En Campeche se observan claramente dos picos de frecuencia alta: el de organismos pequeños de alrededor de 40 cm LT que se capturan en la laguna y los organismos grandes de aproximadamente de 82 cm LT que se capturan en altamar.

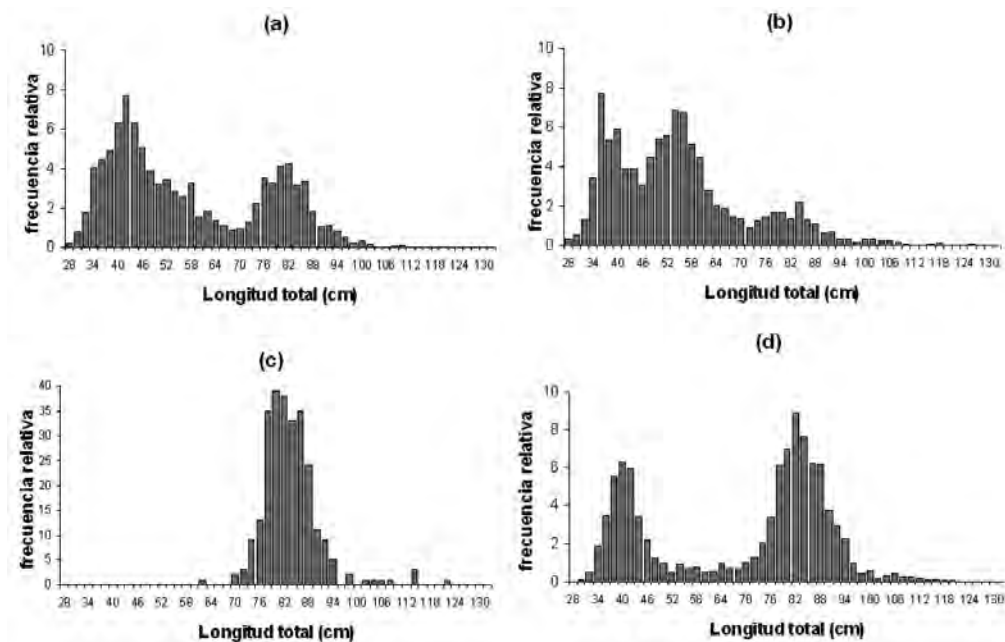


Fig. 6. Distribución de tallas de robalo blanco en: a) Sur de Tamaulipas, b) Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, c) Frontera, Tabasco, y d) sur de Campeche. Fuente: Caballero-Chávez *et al.* (2008), Gómez-Ortiz *et al.* (2009), Martínez-Isunza *et al.* (2009), Caballero-Chávez *et al.* (2010).

Las tallas de captura del robalo prieto, capturado en el Sistema Lagunar de Alvarado, en su mayoría están por arriba de los 66 cm LT (Fig. 7).

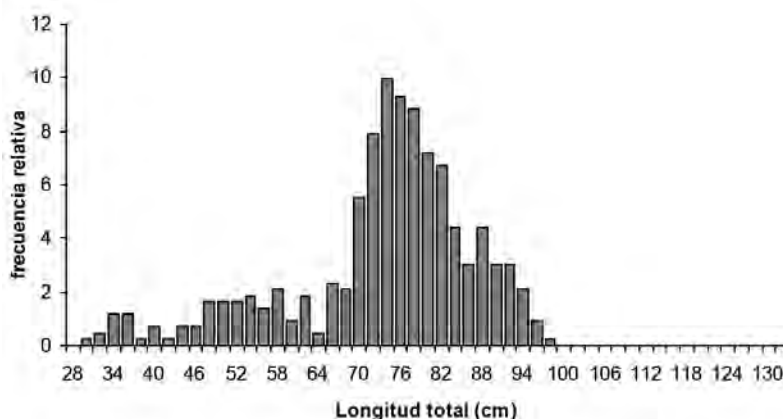


Fig. 7. Distribución de tallas de robalo prieto en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 2009.

Las estimaciones de la mortalidad total, natural, por pesca, y el valor medio del coeficiente de explotación en los diferentes estados se presenta en la *tabla 6*, y fueron estimados a partir de información de los siguientes trabajos: Gómez-Ortiz *et al.* (2008, 2009), Lorán-Núñez *et al.* (2009), Caballero-Chávez *et al.* (2008, 2010) y Aguilar-Salazar *et al.* (2000) de Quintana Roo.

La mortalidad total (Z) se calculó mediante el método de la curva de captura; se asumió que a partir de una edad dada los organismos se encuentran plenamente representados en la muestra. La mortalidad natural (M) se calculó con la ecuación empírica de Pauly (1980, 1984) en el programa FISAT y la mortalidad por pesca (F) se estimó como la diferencia entre la mortalidad total y la natural. El coeficiente de explotación (E) se calculó como: $E = F / (F + M)$.

Los valores de la tasa de explotación y de mortalidad total estimados en las diferentes zonas de pesca en el Golfo de México, indican que el recurso está sometido a una explotación intensa (Tabla 6).

Para evaluar el impacto de la población de robalo capturado con diferentes tamaños de malla y mortalidades por pesca, se realizaron simulaciones de rendimiento (Y/R) y biomasa por recluta (B/R) considerando edades de reclutamiento y de primera captura diferentes, tal como es el aprovechamiento en la actualidad. El método utilizado fue el de Beverton y Holt (1975), citado por Sparre y Venema (1995).

$$Y/R = F \cdot \exp(-M \cdot (T_c - T_r)) \cdot W_{\infty} \cdot (1/Z - 3S/Z + K + 3S^2/Z + 2K \cdot S^3/Z + 3K) \quad (1)$$

$$B/R = \exp(-M \cdot (T_c - T_r)) \cdot W_{\infty} \cdot (1/Z - 3S/Z + K + 3S^2/Z + 2K \cdot S^3/Z + 3K) \quad (2)$$

Donde:

T_c = edad de primera captura (inicio de la fase explotada).

T_r = edad de reclutamiento a la pesquería.

Tabla 6

Parámetros de mortalidad y tasa de explotación anual de robalo blanco *Centropomus undecimalis* y robalo prieto *Centropomus poeyi*

Recurso	Zona	Mortalidad natural (M)	Mortalidad total (Z)	Mortalidad por pesca (F)	Tasa de explotación (E)
<i>Robalo blanco</i>					
(Gómez-Ortiz <i>et al.</i> 2008 y 2009)	Sur de Tamaulipas	0.21	1.25	1.04	0.83
(Lorán-Núñez <i>et al.</i> 2009a)	Laguna de Alvarado, Veracruz	0.35	1.38	1.03	0.74
(Caballero-Chávez <i>et al.</i> 2008)	Carlos Rovirosa, Tabasco	0.30	0.92	0.62	0.67
(Caballero-Chávez <i>et al.</i> 2010)	Suroeste de Campeche	0.29	1.21	0.92	0.76
(Aguilar-Salazar <i>et al.</i> 2000)	Laguna Yalahau Quintana Roo	0.54	1.30	0.76	0.58
<i>Robalo prieto</i>					
(Lorán-Núñez <i>et al.</i> 2009)	Laguna de Alvarado, Veracruz	0.47	1.36	0.89	0.65

La *figura 8a* muestra que el mejor rendimiento en esta especie se puede obtener cuando se explota a partir de tallas adultas (76 cm LF). En cambio, cuando se comienza a explotar a una talla más pequeña, los rendimientos son menores y el efecto de la mortalidad por pesca es mayor (Fig. 8b), por lo que se recomienda no incrementar la tasa de mortalidad por pesca y fomentar la pesca de ejemplares adultos, para no correr el riesgo de agotar la población. Aunque este modelo solamente considera parámetros poblacionales, da una buena idea de los límites intrínsecos de la especie.

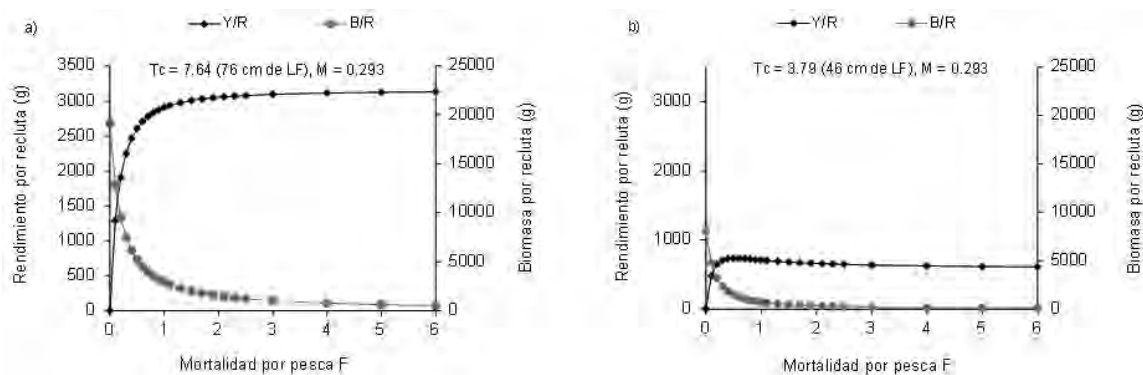


Fig. 8. Comportamiento del rendimiento y la biomasa por recluta de robalo utilizando dos tallas de explotación diferentes: a) 76 cm y b) 46 cm.

Estado actual de la pesquería de robalo

Dada la antigüedad de las regulaciones que se aplican para proteger el recurso, el periodo que cubre y la zonación de veda, debe ser revisada, puesto que estas medidas son poco efectivas ante el impacto actual del sobredimensionamiento del esfuerzo pesquero.

Los volúmenes de producción indican una clara disminución del robalo en el Golfo de México a pesar de que en el ámbito local existen capturas elevadas pero de corta duración, de modo que provocan en apariencia un efecto contrario a la tendencia general. Desde 1972, el descenso en la captura comercial del robalo blanco y el robalo prieto en el litoral del Golfo de México ha planteado la interrogante sobre la efectividad de las medidas de protección que hasta ahora se han venido aplicando a estas especies (SAGARPA 2001) e incertidumbre respecto al nivel de la pesca no registrada en estos estados.

Los estudios recientes han determinado que la intensidad de la pesca y el uso de artes de pesca no adecuados, han generado problemas de sobreexplotación y, por consiguiente, la reducción en los volúmenes de captura y la disminución en la talla promedio, con un cambio negativo para la población.

La pesquería está en estado de sobreexplotación y requiere el desarrollo de estrategias de manejo sustentables.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Es necesario continuar con las investigaciones pesqueras para conocer el esfuerzo ejercido en esta pesquería, las existencias del recurso y las condiciones socioeconómicas en que se realiza la actividad pesquera.

Actualmente está en revisión el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana para la regulación y el aprovechamiento de robalo en el Golfo de México, misma que establece mantener un periodo de veda para las capturas de robalo blanco y el robalo prieto, del 1 de julio al 15 de agosto de cada año, con el objetivo de proteger a los organismos durante el pico reproductivo, así como la talla mínima de captura y el sistema de pesca, entre otros.

No se considera adecuado establecer una cuota de captura, debido a que el control que se pueda obtener con ello en cada pescador es muy limitado, pues el número de pescadores, embarcaciones menores y tipos de artes de pesca empleados en la pesca ribereña es bastante amplio, la vigilancia que hay sobre ellos es escasa, lo que facilita la argumentación de que la captura proviene de otro lugar. Por todo ello, sería preferible establecer un manejo con base en una talla mínima de captura, así como

restricción de captura en tiempo, que tome en cuenta la protección de la temporada de máximo desove, y mantener las mismas condiciones para el esfuerzo de pesca en términos de características de embarcaciones y artes de pesca. Mientras tanto, es recomendable no incrementar el esfuerzo de pesca.

Campos de colaboración

Es necesario recabar sistemáticamente datos sobre esta pesquería. Hacer estudios sobre la magnitud de la mortalidad y la migración, por medio de experimentos de marcado-recaptura que constituyan un campo de colaboración fructífero con instituciones de investigación y de educación superior, a todo lo largo del litoral y en aguas interiores en las que inciden estas especies.

Es importante continuar con estudios sobre la actividad reproductiva de las diferentes especies en tiempo y espacio, pues esto constituiría una importante base para la protección del recurso en esta etapa crítica y mejorar la administración del recurso.

Es necesario llevar a cabo estudios biológico-pesqueros para el robalo prieto y el chukumite orientados al establecimiento de medidas regulatorias para su aprovechamiento sustentable. Se requiere que todos los participantes en esta actividad (desde pescadores hasta autoridades) desglosen la captura por especie en los registros correspondientes (robalo blanco, robalo prieto y chukumite), dado que es necesario para hacer una evaluación y una administración adecuadas. Asimismo, habrá que diseñar estrategias de recuperación, mediante análisis y evaluaciones en cada temporada de pesca anual; realizar investigaciones relacionadas con cultivos, semicultivos, repoblación, genética e histología, que coadyuven a la conservación y la recuperación de las poblaciones.

REFERENCIAS

- ADAMS A, RK Wulfe, N Barkowski y D Overcash. 2009. Fidelity to spawning grounds by a catadromous fish, *Centropomus undecimalis*. *Marine Ecology Progress Series* 389: 213-222.
- AGUILAR-SALAZAR F, JD Martínez-Aguilar, C Aguilar-Cardozo, R Figueroa-Paz y F Figueroa-Paz. 2000. Pesca de prospección con redes de enmalle en la laguna de Yalahau, Quintana Roo. Informe final de proyecto. Abril 1999-abril 2000. Fideicomiso Pesquero de Quintana Roo, Centro Regional de Investigación Pesquera Puerto Morelos, Instituto Nacional de Pesca. 25p.
- BLEWETT D, RA Hensley y PW Stevens. 2006. Feeding habits of common snook, *Centropomus undecimalis*, Charlotte Harbor, Florida. *Gulf and Caribbean Research* 18: 1-13.
- BÖHLKE JE y CCG Chaplin. 1968. *Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters*. 2nd pt. 970, Livingstone Publishing, Pennsylvania. 771p.
- CABALLERO-CHÁVEZ V. 2003a. Caracterización de la pesquería ribereña de robalo blanco *Centropomus undecimalis*, en el sur de Campeche. Informe de investigación (Documento

- interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 33p.
- CABALLERO-CHÁVEZ V. 2003b. Estudio biológico pesquero del robalo blanco *Centropomus undecimalis* en el suroeste de Campeche. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 71p.
- CABALLERO-CHÁVEZ V. 2011. Reproducción y fecundidad del robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en el suroeste de Campeche. *Ciencia Pesquera* 19(1): 35-45.
- CABALLERO-CHÁVEZ V, P Fuentes-Mata y JI Fernández-Méndez. 2001. Robalo del Golfo de México. *Centropomus undecimalis*. En: MÁ Cisneros-Mata, LF Beléndez-Moreno, E Zárate-Becerra, MT Gaspar-Dillanes, LC López-González, C Saucedo-Ruiz, J Tovar-Ávila (eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México Evaluación y Manejo 1999-2000*. SAGARPA. México, pp: 773-792.
- CABALLERO-CHÁVEZ V, G Torres-Jiménez y VA Rivera-Román. 2008. Determinación de parámetros que se relacionen con el manejo de la pesquería de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en Campeche y Tabasco 2007. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 46p.
- CABALLERO-CHÁVEZ V, G Torres-Jiménez y VA Rivera-Román. 2010. Determinación de parámetros poblacionales, biológicos e índices pesqueros para la evaluación de la situación de la pesquería de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en sur de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. 87p.
- CABALLERO-CHÁVEZ V, LF Peña-Durán, JF Echavarría-Vera, O Jiménez-Morales y JA Zamora. 1995. Contribución al conocimiento de la biología del robalo blanco *Centropomus undecimalis* Bloch 1792. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. 60p.
- CABALLERO-CHÁVEZ V, LF Peña-Durán, JF Echavarría-Vera, O Jiménez-Morales y JA Zamora. 1998. Determinación de las épocas de reproducción de las especies guachinango, bandera, robalo y lisa, en la zona sudoeste de Campeche. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. 55p.
- CARVAJAL RJ. 1975. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos *Centropomus undecimalis* y *C. poeyi* en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Boletín del Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente* 14(1): 51-70.
- CASSIE RM. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.* 5: 513-522.
- CASTRO-AGUIRRE JL. 1978. *Catálogo de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Dpto. de Pesca, INP. México. Serie Científica 19. 298p.
- CASTRO-AGUIRRE JL, H Espinosa-Pérez y JJ Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunary y Vicaria de México*. Colección textos politécnicos. Serie biotecnológicas. Noriega/Limusa. 711p.
- CERVIGÓN F. 1966. *Los Peces Marinos de Venezuela*. Tomo 1. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela. 436p.
- CHÁVEZ H. 1961. Estudio de una nueva especie de robalo del Golfo de México y redesccripción de *Centropomus undecimalis* (Bloch) (Pisc., Centropom.). *Ciencia* 21(2): 75-83.
- CHÁVEZ H. 1963. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del estado de Veracruz (Pisc. Centrop.). *Ciencia* 22(5): 141-161.

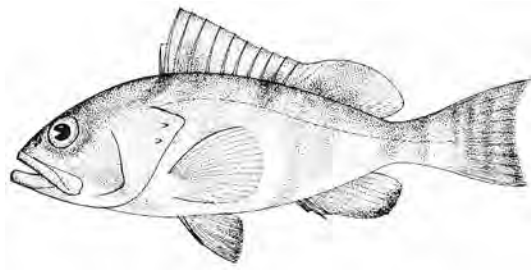
- CHUNG KS. 1981. Critical thermal maxima of some tropical fishes of the Northeastern Venezuela. *Memorias VII Simposio Latinoamericano sobre Oceanografía Biológica*, pp: 15-19.
- DOF. 1933. Acuerdo de veda para la pesca de especies de robalo blanco y prieto (*Centropomus* spp.) en las aguas de jurisdicción federal de los litorales de los estados de Tamaulipas y Veracruz, en diferentes zonas y periodos que inician el 15 de mayo y 1 de julio y concluyen el 30 de junio y 15 de agosto de cada año. Secretaría de Agricultura y Fomento. México. 24 de abril de 1933.
- DOF. 1994. Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. México. 16 de marzo de 1994..
- DOF. 2000. Acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. México. 17 de agosto de 2000.
- DOF. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-037-PESC-2004, Pesca responsable en el Sistema Lagunar formado por las humedales del Usumacinta, en los municipios de Catazajá, Palenque y La Libertad en el Estado de Chiapas, Jonuta, Emiliano Zapata y Balancán en el Estado de Tabasco, Ciudad del Carmen y Palizadas en el Estado de Campeche. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. *Diario Oficial de la Federación*. México. 21 de marzo de 2007.
- DOF. 2010. Carta Nacional Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Acuicultura. *Diario Oficial de la Federación*. México. 2 de diciembre de 2010.
- FORD E. 1933. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924 to 1933. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 19: 305-84.
- FORE PL y TW Schmidt. 1973. Biology of juvenile and adult snook, *Centropomus undecimalis*, in the Ten Thousand Islands. En: *Ecosystems analysis of the Big Cypress Swamp and estuaries*. U.S. Environmental Protection Agency Region IV, EPA 904/9-74-002. Pp: XVI-1-XVII-18.
- FUENTES CD. 1973. Contribución al conocimiento de la biología del robalo prieto (Pisces, *Centropomus poeyi* Chávez) en el área de Alvarado, Veracruz, México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34: 369-421.
- GARDUÑO-DIONATE M, RM Lorán-Núñez y FR Martínez-Isunza. 2009. Fecundidad de robalo blanco, *Centropomus undecimalis* en la costa de Ciudad del Carmen, Campeche. *Segundo simposio internacional sobre biología y cultivo de robalos*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 13 al 15 de julio de 2009.
- GILMORE RG, CJ Donohoe y DW Cooke. 1983. Observations on the distribution and biology of east-central Florida populations of the common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch). *Fla. Sci.* 46: 313-336.
- GÓMEZ-ORTIZ MG, R Arteaga-Peña y J Balderas-Telles. 2006. Análisis de fecundidad de robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) del Río Pánuco, Veracruz, y la situación actual de su pesquería en las costas frente a Tampico, Tamaulipas, México. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Tampico. INAPESCA. 47p.
- GÓMEZ-ORTIZ MG, R Arteaga-Peña y J Balderas-Telles. 2008. Aspectos reproductivos del robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en el Río Pánuco, Veracruz. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Tampico. INAPESCA. 21p.
- GÓMEZ-ORTIZ MG, H López-Navarrete, R Arteaga-Peña, J Balderas-Telles y G Acosta-Barbosa. 2009. Análisis de los aspectos de reproducción de robalo blanco *Centropomus*

- undecimalis* en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Tampico. INAPESCA. 52p.
- GÓMEZ-ORTIZ MG, H López-Navarrete, R Arteaga-Peña, J Balderas-Telles y G Acosta-Barbosa. 2011. Aspectos biológicos-pesqueros del robalo blanco *Centropomus undecimalis* y chukumite *Centropomus parallelus* en el sur de Tamaulipas y norte de Veracruz. Informe técnico (Documento interno). CRIP - Tampico. INAPESCA. 47p.
- GREEN YA. 1993. Ictioplanton del canal Agua Dulce, estero Huizache-Caimarero, Sin. Tesis de Maestría. CICIMAR/IPN. 68p.
- HERNÁNDEZ-SOSA A. 1987. Biología y pesquería de robalo blanco (*Centropomus undecimalis* Bloch) en el río San Pedro, Tabasco. Informe técnico (Documento interno). Instituto Tecnológico del Mar. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. SEP, México. 30p.
- HERNÁNDEZ-TABARES I, MG Gómez-Ortiz, M Palacios-Fest y J Rivas-Villegas. 2003. La pesquería del robalo blanco (*Centropomus* spp.) en el litoral veracruzano. *Resúmenes II Foro científico de pesca ribereña*. Colima, Colima. 20 al 22 de octubre de 2003.
- HOESE HD y RH Moore. 1977. *Fishes of the Gulf of México, Texas, Louisiana, and adjacent waters*. Texas, A & M. 346p.
- HOWELLS RG, AJ Sonski, PL Shafland y BD Hilton. 1990. Lower temperature tolerance of snook (*Centropomus undecimalis*). *Northeast Gulf Science* 11: 155-158.
- LAMONTE F. 1952. *Marine game fishes of the world*. Doubleday Natura Guide, Doubleday and Co. Inc, Garden City, NY. 180p.
- LAU SR y PL Shafland. 1982. Larval development of snook, *Centropomus undecimalis* (Pisces: Centropomidae). *Copeia* 3: 618-627.
- LEWIS III RR. 1988. Management and restoration of mangrove forests in Puerto Rico, the U.S. Virgin Islands, and Florida, EU. *Memoria. Ecología de los ríos Usumacinta y Grijalva*. INIREB-Div. Re. Tabasco, pp: 319-342.
- LORÁN-NÚÑEZ RM, FR Martínez-Isunza y AJ Valdez-Guzmán. 2005. Algunos aspectos biológicos y de reproducción del stock pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) en la Laguna de Alvarado, Ver. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. 11p.
- LORÁN-NÚÑEZ RM, FR Martínez-Isunza y AJ Valdez-Guzmán. 2006. Comparación de algunos aspectos biológicos y de reproducción del stock pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) en la Laguna de Alvarado, Ver. del año 2005 con 2006. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. 13p.
- LORÁN-NÚÑEZ RM, FR Martínez-Isunza y AJ Valdez-Guzmán. 2007. Estudio biológico y pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi* Chávez 1961) y robalo blanco (*C. undecimalis* Bloch 1792) en Alvarado y Tlacotalpan, Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. 38p.
- LORÁN-NÚÑEZ RM, FR Martínez-Isunza I y AJ Valdez-Guzmán. 2008a. Comparación del periodo de reproducción de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*) en la Laguna de Alvarado, Ver., de los años 2005, 2006 y 2007. *Res. IV Foro científico de Pesca Ribereña*. Acapulco Gro. 9 al 11 de septiembre 2008.
- LORÁN-NÚÑEZ RM, FR Martínez-Isunza y M Garduño-Dionate. 2008b. Seguimiento de la captura por unidad de esfuerzo y comportamiento de la reproducción de robalo en la Laguna de Alvarado, Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). INAPESCA. 21p.

- LORÁN-NÚÑEZ RM, FR Martínez-Isunza I, M Garduño-Dionate y VM Zárte-Noble. 2009. Reproducción de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*) en la Laguna de Alvarado, Ver. (Periodo 2005-2008). *Segundo Simposio Internacional sobre biología y cultivo de robalos*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tab. 13 al 15 de julio de 2009.
- LORÁN-NÚÑEZ RM, FR Martínez-Isunza, AJ Valdez-Guzmán, M Garduño-Dionate y ER Martínez-Lorán. 2012. Reproducción y madurez sexual de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (2005-2007). *Ciencia Pesquera* 20(1): 49-64.
- LOWERRE-BARBIERI SK, Vose FE y Whittington JA. 2003. Catch and release fishing on a spawning aggregation of common snook: does it affect reproductive output. *Transactions of the American Fisheries Society* 132: 940-952.
- MARSHALL AR. 1958. A survey of the snook fishery of Florida, with studies of the biology of the principal species, *Centropomus undecimalis* (Bloch). *Fla. Board. Conserv. Mar. Res. Lab. Tech. Ser.* 22: 29p.
- MARTÍNEZ-ISUNZA FR, Lorán-Núñez, M Garduño-Dionate y VM Zarate-Noble. 2009. Estudio biológico y pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*), y estimación de fecundidad del robalo prieto en Alvarado. Informe de investigación (Documento interno). INAPESCA. 28p.
- MARTÍNEZ-ISUNZA FR, RM Lorán-Núñez, M Garduño-Dionate, V Caballero-Chávez, MG Gómez-Ortiz, VM Zarate-Noble, MA Perera-García, CA Álvarez-González, S Páramo-Delgadillo y JG Sánchez-Torres. 2008. Propuesta para la regulación de la captura de robalo en el Golfo de México. Informe de investigación (Documento interno). INAPESCA. 26p.
- MCEACHRAN D y JD Fechhelm. 2005. *Fishes of the Gulf of Mexico. Vol. 2: Scorpaeniformes to Tetraodontiformes*. The University of Texas Press. EU. 1004p.
- PAULY D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fisheries Circular* 729: 1-54.
- PAULY D. 1984. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part II) *ICLARM Fishbyte* 2(1): 17-19.
- PERERA-GARCÍA MA. 2010. Parámetros poblacionales del robalo (*Centropomus undecimalis*) y caracterización socioambiental de su pesquería en el sistema fluvial Grijalva Usumacinta, México. Tesis de Doctorado. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 129p.
- PERERA-GARCÍA MA, M Mendoza-Carranza y S Páramo-Delgadillo. 2008. Dinámica reproductiva y poblacional del robalo, *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae), en Barra San Pedro, Centla, México. *Universidad y Ciencia* 24(1): 49-59.
- QUIROGA-BRAHMS C, CF Solís C y J Estrada G. 1996. *La pesquería de robalo en México. Pesquerías relevantes de México*. xxx Aniversario del INP. SEMARNAP/INP (II): 559-578.
- Ramírez-Granados E y A González-Pagés. 1976. *Catálogo de peces marinos mexicanos*. Secretaría de Industria y Comercio. Instituto Nacional de la Pesca. México, DF. 462p.
- SAGARPA. 2008. *Anuario estadístico de pesca 2008*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura. México.
- SAGARPA. 2010. *Anuario estadístico de pesca 2010*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura. México.

- SHAFLAND PL y KJ Foote. 1983. A lower lethal temperature for fingerling snook, *Centropomus undecimalis*. *Northeast Gulf Science* 6(2): 175-177.
- SPARRE P y SC Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *Parte 1- Manual*. FAO Documento técnico de pesca 306/1 Rev.1: 1-420.
- SUÁREZ-BAUTISTA J. 2001. Caracterización de oocitos de robalo blanco *Centropomus undecimalis* (Bloch 1729) (Pisces: Centropomidae) en los diferentes estadios del desarrollo gonádico. Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Acuícolas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 87p.
- TAYLOR GR, JA Wittington, HJ Grier y RE Crabtree. 2000. Age growth, maturation, and protandric sex reversal in the common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts Florida. *Fishery Bulletin* 98: 612-624.
- VOLPE AV. 1959. Aspects of the biology of the common snook *Centropomus undecimalis* (Bloch), of southwest Florida. *Fla. Board. Conserv. Mar. Res. Lab. Tech. Ser.* 31: 1-37.
- VON BERTALANFFY L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). *Human Biology* 10(2): 181-213.
- WALFORD LA. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole* 90: 141-147.

Mero



BREVIARIO

Especie

- Mero rojo *Epinephelus morio*.
- La pesca se realiza del 1 de enero al 14 de febrero y del 16 de marzo al 31 de diciembre.
- El esfuerzo pesquero disminuye de agosto a noviembre con la desviación de la flota hacia la captura de pulpo.
- Se estima que la biomasa actual del recurso es de 45 000 t a 60 000 t (2009-2010).
- Tres flotas aprovechan el *stock* de mero: dos mexicanas (artesanal y mediana altura) y una cubana (industrial).

Tendencia de las capturas

- Captura en 1972: 19 886 t (máximo histórico).
- Captura en 2011: 6 336 t.

Tipo de modelo para evaluación y manejo

- Dinámico de biomasa y análisis de población virtual.

Estado de la pesquería

- En deterioro.

Medidas de manejo

- En general se debe contar con un permiso de pesca comercial para escama.
- La Norma Oficial Mexicana, NOM-065-PESC-2007 (DOF 2009), establece como medidas de regulación para la pesca de mero y especies afines, en aguas de la jurisdicción del Golfo de México y el mar Caribe, lo siguiente: *a*) Queda prohibido el uso de redes de enmalle y fisgas; *b*) talla mínima de 36.3 cm de longitud total y *c*) veda permanente durante el periodo comprendido del 15 de febrero al 15 de marzo para el mero y especies afines en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo (DOF 2007).
- Los pescadores cubanos se deben apegar a la normatividad del Acuerdo de Pesca México-Cuba (revisado anualmente).

Medidas de manejo propuestas

- Cuota de captura; ampliación de la veda temporal durante el periodo de reproducción y establecimiento de áreas restringidas a la pesca en áreas críticas para el recurso (reproducción).

Objetivo de las medidas

- Recuperar la biomasa del *stock* por encima del punto de referencia límite (>72 000 t a 74 000 t).

Mero

Epinephelus morio, en la Península de Yucatán

Carmen Monroy-García
Gabriela Galindo-Cortes
Álvaro Hernández-Flores

LA PESQUERÍA

Importancia

La captura del mero es una actividad comercial de gran relevancia en México; la mayor parte de la producción nacional de mero *Epinephelus morio* procede de los estados litorales del Golfo de México y del mar Caribe; Yucatán aporta aproximadamente 80% de la captura total (SAGARPA 2010) (Fig. 1). Desde el punto de vista socioeconómico, la captura de mero ha sido una de las actividades de mayor importancia para el estado de Yucatán, dado que esta pesquería ha sido fundamental en su desarrollo pesquero, ha generado cerca de 80% de su mano de obra, genera divisas por concepto de exportación y utiliza la mayor parte de la infraestructura portuaria, flota y recursos humanos de ese ámbito; asimismo, ha contribuido al desarrollo regional (Arreguín-Sánchez *et al.* 1997, Monroy *et al.* 2000, Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006). Aunque el mero rojo es la especie objetivo, la pesquería incide sobre múltiples especies y opera de forma secuencial con tres flotas de diferente

poder de pesca y características físicas, por lo que genera interacciones tecnológicas entre flotas (artesanal y de mediana altura) que explotan diferentes componentes de la población (Monroy 1998, Seijo 2007), afectando la abundancia de manera desigual y provocando que esta pesquería sea más susceptible a la sobreexplotación.

Otro aspecto importante es que dado que la pesquería de mero es compartida internacionalmente, se debe generar y recopilar información necesaria para la evaluación del recurso y marcar los criterios necesarios para definir la cuota de captura que México otorga a Cuba durante reuniones bianuales, que se han celebrado desde 1976. Actualmente, *E. morio* está sobreexplotado y su pesquería en deterioro, lo que hace necesario implementar medidas de manejo que coadyuven a la recuperación del recurso (Hernández *et al.* 2000, Monroy *et al.* 2000, Giménez-Hurtado *et al.* 2005, Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006, Hernández *et al.* 2010, SAGARPA 2006, 2010). Esta situación del recurso y los bajos niveles de producción y rendimiento pesquero son motivos de preocupación para todo el sector pesquero, particularmente de pescadores, permisionarios, industriales y autoridades.

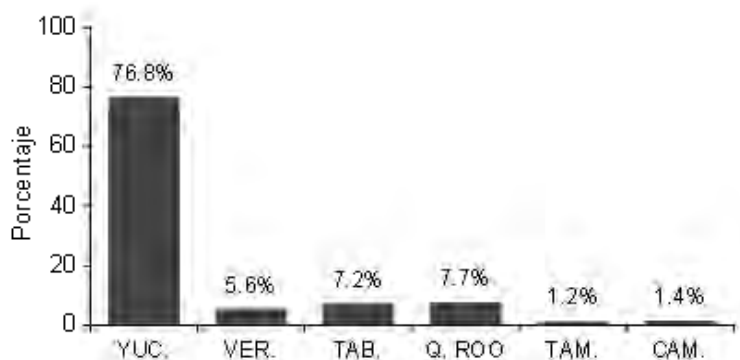


Fig. 1. Importancia estatal de la captura promedio de mero en el Golfo de México y mar Caribe de 2000 a 2010 (SAGARPA 2010).

A la fecha se han identificado diferentes causas del deterioro de las condiciones de esta pesquería, entre las que destacan: las políticas de subsidio y régimen de acceso abierto, en las que se desarrolló y se promovió el crecimiento desmedido del esfuerzo de pesca que se ha visto reflejado en el número de pescadores, así como en el incremento de embarcaciones. Todo ello generó exceso de capacidad y la sobrecapitalización del sector pesquero yucateco (Hernández 2003, Monroy 2010).

Otros factores que también han contribuido a la sobreexplotación del recurso son la sobrepesca de juveniles en la zona costera y la explotación del *stock* reproductor durante la época de reproducción en zonas más profundas, así como la captura de las hembras más grandes y fecundas, reduciendo el potencial reproductivo y, por tanto, afectando el reclutamiento. Además, se han señalado otros factores, tales como los cambios ambientales (anomalías térmicas) que han afectado el reclutamiento (Arreguín-Sánchez 1997); fenómenos climatológicos, como los huracanes que han

modificado el hábitat, así como la presencia eventual de mareas rojas que han perjudicado temporalmente a las comunidades bentónicas al producir alteraciones de cascada trófica. No obstante, es importante señalar que la merma en la población de mero puede ser atribuida a una combinación de todos estos factores. Sea cual fuere la causa o las causas de la sobreexplotación del recurso y el deterioro de la pesquería, esta situación demanda soluciones integrales para la recuperación de la biomasa del *stock* de mero.

Biología

Epinephelus morio es una especie que tiene hábitos demersales con un fuerte patrón territorial, y se le conoce con diferentes nombres comunes como mero, cherna, mero rojo, cherna americana y cherna de vivero (Rivas 1970, Rodríguez *et al.* 1984, Arceo *et al.* 1987). Se distribuye desde la bahía de Katama, Massachussets, EU, hasta Río de Janeiro, Brasil (Smith 1961, Rivas 1970). La mayor abundancia en el Golfo de México se presenta en la plataforma de la Península de Yucatán o Banco de Campeche (Fig. 2). Por sus hábitos demersales, esta especie prefiere los fondos duros, arrecifes coralinos y rocosos, cubiertos de vegetación. El mero es un habitante de la comunidad bentónica de aguas tropicales con temperaturas mayores a los 20 °C, pero se le encuentra con más frecuencia en aguas de 23 °C a 25 °C sobre fondos duros. En el Banco de Campeche la especie se distribuye desde la costa (10 m a 30 m) hasta cerca de los 200 m de profundidad, teniendo un gradiente en la distribución de tallas con la profundidad (González *et al.* 1974, Hernández y Seijo 2003, López-Rocha y Arreguín-Sánchez 2007, López-Rocha *et al.* 2009).

El mero es una especie hermafrodita secuencial con inversión protogínica (Moe 1969), es decir, que las hembras se transforman en machos conforme crecen. El cambio de sexo puede ocurrir en un amplio intervalo de tallas, principalmente entre 41.0 cm y 85.4 cm de longitud furcal (LF) (Brulé *et al.* 1999) y, en consecuencia, la proporción de sexos (machos:hembras) varía de acuerdo con la talla de los organismos, si bien la mayor proporción de hembras se presenta a una talla de 30 cm de longitud total (LT) y disminuye a partir de 45 cm LT; a una talla de 75 cm LT y mayores, la proporción sexual no es significativamente diferente de 1:1 (Giménez-Hurtado *et al.* 2003). Los reportes encontrados acerca de la talla de primera madurez sexual muestran valores contrastantes de 50.9 cm de LT (Moe 1969, Brulé *et al.* 1999), y más recientemente de 38.0 cm LT (Giménez-Hurtado *et al.* 2003).

En el Banco de Campeche se ha observado que algunas especies de peces demersales tienen una distribución espacial de acuerdo con el tamaño y con el comportamiento reproductivo; algunos autores han asociado este comportamiento con diversos patrones de distribución espacial de la flota (Albáñez-Lucero y Arreguín-Sánchez 2009, López-Rocha *et al.* 2009). Los juveniles de mero rojo han sido observados por lo

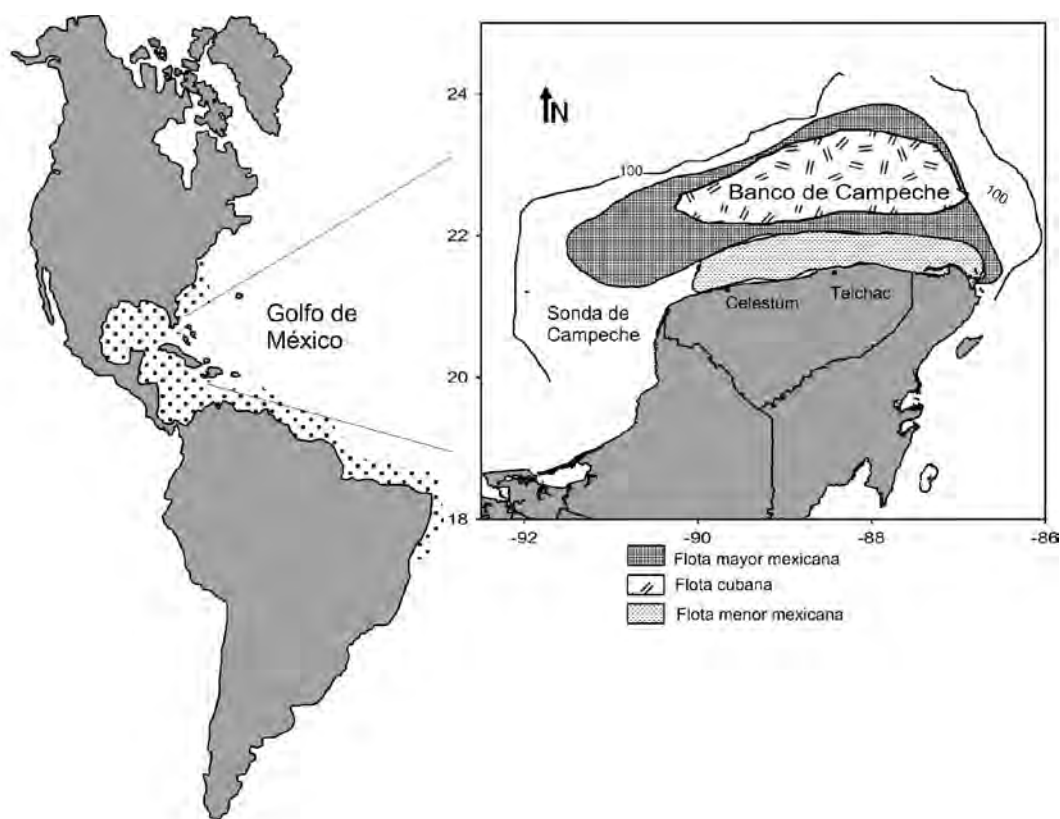


Fig. 2. Distribución geográfica del mero *Epinephelus morio* y áreas de pesca de las flotas que participan en la pesquería en el Banco de Campeche.

general en el fondo arenoso de las zonas costeras y los adultos en aguas más profundas asociadas con sustrato de coral. Esta especie presenta un periodo de reproducción anual, con una época de actividad sexual intensa en invierno y primavera (Moe 1969, Brulé *et al.* 1999). El pico de desove ocurre de enero a abril y un pequeño porcentaje en mayo; el sitio para ello no parece estar restringido a una zona específica, pues se han observado hembras maduras en diferentes zonas de la plataforma continental (Brulé *et al.* 1999, Giménez-Hurtado *et al.* 2003); por tanto, no existen evidencias que indiquen que *E. morio* forme agregaciones masivas, como ocurre en otras especies de meros (Shapiro 1987, Sadovy 1996); aunque se ha documentado un importante movimiento poblacional hacia la región oriental de la plataforma continental en invierno y principios de primavera (Arreguín-Sánchez y Pitcher 1999, Hernández y Seijo 2003, López-Rocha y Arreguín-Sánchez 2007).

El reclutamiento a la pesca del mero rojo se presenta entre los primeros dos años de su ciclo de vida en la zona costera. Por lo anterior, los juveniles y los pre-adultos (de uno a 3 años) se concentran en aguas someras cercanas a la costa, entre 10 m y 30 m de profundidad, y los adultos (mayores de cuatro años) principalmente en mayores profundidades, hasta de 130 m (Valdés y Padrón 1980, Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006, López-Rocha y Arreguín-Sánchez 2007).

Captura y esfuerzo

Operaciones, equipos y artes de pesca

En la pesquería de mero en el Banco de Campeche participan tres flotas: dos mexicanas (artesanal y mediana altura) y una cubana de mediana altura (Fig. 3); las dos de mediana altura pescan generalmente a más de las 20 brazas de profundidad, mientras que la artesanal lo hace en aguas someras (Hernández *et al.* 2000, Monroy *et al.* 2000, Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006). Cabe señalar que la flota mexicana de mediana altura está conformada por una amplia variedad de tipos de embarcaciones, lo que hace difícil su tipificación y su estandarización para los análisis del poder de pesca (Coronado 2010). Por ejemplo, en cuanto al material del casco, más de 50% es de madera, 27% de acero y 23% de fibra de vidrio; la eslora va desde 8 m hasta 20 m y, en consecuencia, los motores van de 44 HP a 365 HP, la capacidad de bodega va desde cinco hasta 69 toneladas métricas (Hernández *et al.* 2010).

La flota yucateca de mediana altura está compuesta por 517 embarcaciones y cuenta con 491 permisos de escama, 307 de pulpo y 28 para la captura de langosta. Como se mencionó anteriormente la flota es heterogénea en términos del tamaño de eslora, de manga, material del casco y potencia del motor, pero todas las unidades están equipadas con instrumentos de navegación y ecodetección (Fig. 3a). Estas características de la flota están relacionadas con el poder de pesca y con los costos variables relacionados con el costo de mover una unidad de pesca (Salas *et al.* 2006, Monroy *et al.* 2010). De estas unidades de pesca, 90% tiene como base el puerto de Progreso y el puerto de abrigo de Yucalpetén, Yucatán, y realizan viajes con duración de 15 a 20 días. Estas embarcaciones con distinto poder de pesca utilizan diferentes artes o métodos de pesca; así, unas embarcaciones pueden ser utilizadas como nodrizas y otras operan directamente. Las primeras pueden llevar entre siete y 14 alijos (embarcaciones de madera de 3 m de eslora, sin motor), y cada alijo (con un pescador) se libera y funciona de forma independiente en la zona de pesca. Los artes de pesca empleados por estas embarcaciones consisten en un palangre corto de mano con entre 50 a 100 anzuelos, más una o dos líneas adicionales que se dirigen principalmente a la captura de mero en la zona costera; en la actualidad el uso de este método de pesca ha disminuido.

Otro tipo de embarcaciones utiliza como arte de pesca el palangre de línea larga con 1 500 a 2 500 anzuelos. Éste consta de un carrete de impulso hidráulico con una línea madre que se cala desde la embarcación para evitar el uso de alijos. Este cambio ha propiciado que el número de tripulantes disminuya y aumente la seguridad de los pescadores. Hoy en día, entre 80% y 90% de los viajes de pesca dirigidos a la captura de mero utiliza este sistema.

La flota artesanal o menor está compuesta de aproximadamente 4 200 lanchas de madera y fibra de vidrio, con eslora de 6.5 m a 7.5 m y motores fuera de borda de entre

40 HP y 65 HP (Fig. 3b). De estas embarcaciones, alrededor de 3 200 cuentan con permisos vigentes para la captura de escama y 1 000 están en proceso de regularización (SAGARPA 2012). Esta flota opera por todo el litoral yucateco hasta cerca de los 30 m de profundidad, distribuyéndose a lo largo de 12 municipios costeros; sin embargo, la captura sólo se registra en ocho puertos del estado: Sisal, Celestún, Progreso, Telchac, Dzilam de Bravo, San Felipe, río Lagartos y El Cuyo. La flota artesanal hace viajes diarios y ocasionalmente sus unidades pueden trabajar como naves nodrizas, llevando a bordo de uno a dos alijos, con capacidad máxima de almacenaje de una tonelada (Hernández *et al.* 2000, Monroy *et al.* 2000).

A pesar de que el palangre de mano es usual en esta flota, el uso de la línea de mano como arte de pesca aún es frecuente, sobre todo en los puertos del occidente (Monroy *et al.* 2000, Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006, Salas *et al.* 2006). El palangre es de fondo y tiene entre 50 a 150 anzuelos y cada reinal lleva un anzuelo del tipo garra de águila o recto donde se coloca la carnada; en la faena participan de tres a cuatro pescadores por viaje (Monroy 1998, Monroy *et al.* 2000).



Fig. 3. Flotas que participan en la pesquería de mero, a) embarcaciones yucatecas de mediana altura, b) flota artesanal mexicana y c) Barco cubano tipo Lambda que pesca en la ZEE de México.

Desde 1976, México autorizó la pesca de mero en su zona económica exclusiva a Cuba y actualmente el convenio de pesca México-Cuba ampara a nueve embarcaciones pesqueras tipo Lambda de 22 m de eslora con casco de acero (Fig. 3c). Cada barco Lambda funciona como nodriza de seis “lanchas chernereras” (embarcaciones de madera de cuatro metros de eslora con motor fuera de borda, en las que dos pescadores se encargan de operar un palangre de fondo con 350 anzuelos). Estas embarcaciones realizan viajes de 30 días en promedio.

Tendencias históricas

Durante más de 40 años, las capturas de mero en el estado de Yucatán han registrado fluctuaciones significativas (de 1958 a 2011), lo que demuestra que la pesquería ha pasado por diferentes fases de desarrollo, con una clara tendencia decreciente a partir del máximo histórico alcanzado en 1972 (Fig. 4). El periodo que va de 1958 a 1969 se identifica de crecimiento, y coincide con la construcción del puerto de abrigo en Yucalpetén en 1968 y la fabricación de barcos más modernos con mayor autonomía que les permitió a los pescadores permanecer mayor tiempo en las áreas de pesca. En este lapso, la captura alcanzó 12 000 t, pero se observó una caída de la captura de las flotas mexicanas (artesanal y mediana altura) de 1966 a 1967, que fue atribuida al huracán Inés que afectó a la Península de Yucatán en 1966 (Solís 1970). Estas acciones, la introducción de motores fuera de borda y el uso generalizado del hielo y cámaras de congelación fueron otros de los factores que impulsaron el desarrollo acelerado de la pesquería de mero en el estado de Yucatán, alcanzando la fase de madurez en un tiempo relativamente corto (1970 a 1975). En este periodo se registraron volúmenes de captura cercanos a 18 000 t anuales; las dos flotas mexicanas contribuyeron con 64% de la captura total y la flota cubana con 35 por ciento.

Estos niveles de captura animaron una mayor inversión en el sector, con un incremento sustancial del esfuerzo de pesca, tras lo cual se presentó una fase de declinación de la captura. Sin embargo, el esfuerzo siguió creciendo probablemente debido al precio del producto, a pesar de que la captura presentaba una tendencia negativa, hasta registrar en 1983 una disminución de 45% (9 900 t). Este decremento fue asociado a la pesca de juveniles por parte de la flota artesanal (Seijo 1986, Arreguín-Sánchez 1987). De 1987 a 1995 se observa un repunte en la producción con una captura promedio de 12 000 t anuales. A partir de 1996 se registró una baja sustantiva en la captura, con los valores históricos más bajos de 2003 a 2006 (6 000 t), lo que representa un decremento aproximado de 70%, con respecto al máximo histórico de 1972, y en las dos últimas temporadas de pesca se continúa registrando una tendencia a la baja (Fig. 4).

Pesca incidental

En el estado de Yucatán, las estadísticas pesqueras muestran una producción global (con registro) de aproximadamente 30 mil toneladas (SAGARPA 2011). De este volumen de captura, el pulpo aportó 53.3% de la captura total con dos especies (*Octopus maya* y *Octopus vulgaris*) y las especies de escama aportaron alrededor de 13 mil toneladas, equivalentes a 36.7%. La captura de escama se conformó principalmente de meros (sin diferenciación de especies), canane *Ocyurus chrysurus*, rubia *Lutjanus synagris* (4.8%) y pargos (3.9%) (Fig. 5).

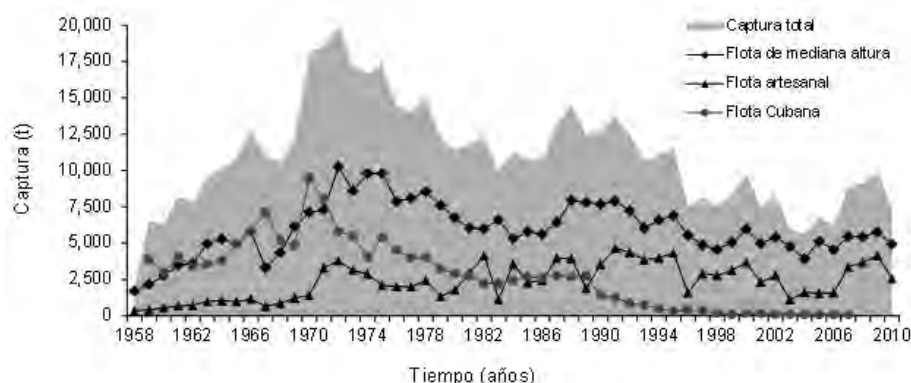


Fig. 4. Variación anual y por tipo flota de la captura de mero en el estado de Yucatán (1958-2011). Fuente: Subdelegación de Pesca, SAGARPA en Yucatán.

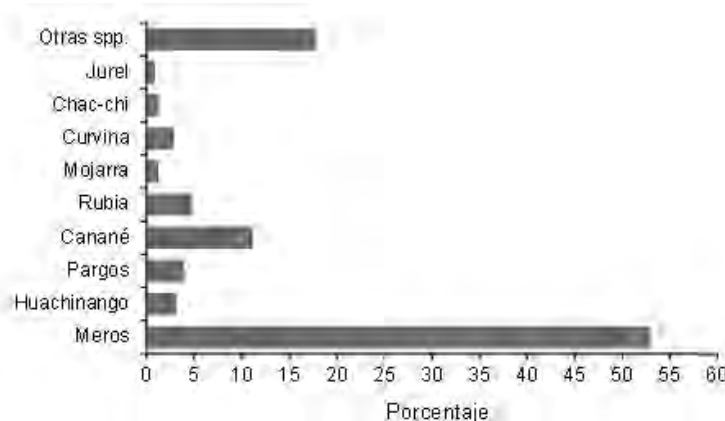


Fig. 5. Composición de la captura de escama en el estado de Yucatán en la temporada de pesca 2011. Fuente: Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en Yucatán.

Como ya se mencionó, la pesquería de mero es multiespecífica ya que junto con éste se capturan otros peces demersales que pertenecen principalmente a las familias Serranidae y Lutjanidae (Tabla 1), así como otras especies menos abundantes de las familias Carangidae, Branchiostegidae, Sparidae, Rachycentridae, y Sphyraenidae (Hernández *et al.* 2010, Monroy *et al.* 2010). Sin embargo, la composición de especies en la capturan depende del tipo de flota (artesanal o mediana altura), de la zona y el arte de pesca (Coronado 2010).

Si bien, *E. morio* es la especie objetivo de esta pesquería, a lo largo del tiempo se ha observado un cambio en la composición de especies en la captura. Durante los años setenta esta especie representaba aproximadamente 95%, mientras que en los últimos años (2004-2011) sólo representa entre 50% y 60% de la captura total de las embarcaciones de la flota de mediana altura. Además, otras especies contribuyen de manera importante en términos de porcentaje, de gran valor para el mercado nacional e internacional, como: el negrilla *Mycteroperca bonaci*, abadejo *M. microlepis*, huachinango de castilla *Lutjanus campechanus* y el pargo criollo *L. analis* (Fig. 6).

Tabla 1
Principales especies asociadas a la pesquería
de mero *Epinephelus morio*, en el Banco de Campeche

<i>Familia</i>	<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>
Serranidae	<i>Epinephelus morio</i>	Mero rojo, cherna
Serranidae	<i>Epinephelus flavolimbatus</i>	Mero blanco, extraviado
Serranidae	<i>Epinephelus nigritus</i>	Fiat
Serranidae	<i>Epinephelus adscensionis</i>	Payaso verde
Serranidae	<i>Epinephelus guttatus</i>	Payaso rojo, cabrilla
Serranidae	<i>Epinephelus drummondhayi</i>	Lenteja
Serranidae	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Negrillo
Serranidae	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	Cabrilla
Serranidae	<i>Mycteroperca phenax</i>	Gallina
Serranidae	<i>Mycteroperca microlepis</i>	Abadejo
Serranidae	<i>Mycteroperca venenosa</i>	Guacamayo
Serranidae	<i>Cephalopholis cruentata</i>	Cabrilla
Lutjanidae	<i>Lutjanus campechanus</i>	Huachinango de castilla
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	Pargo criollo
Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo mulato
Lutjanidae	<i>Lutjanus jocu</i>	Pargo perro
Lutjanidae	<i>Lutjanus sinagris</i>	Rubia
Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Canané
Lutjanidae	<i>Rhomboplites aurorubens</i>	Caribeño, Besugo
Malacanthidae	<i>Lopholatilus chamaeleonticeps</i>	Corvinato
Sparidae	<i>Calamus</i> sp.	Mojaras
Carangidae	<i>Seriola zonata</i>	Coronado
Haemulidae	<i>Haemulon plumieri</i>	Chac-chi

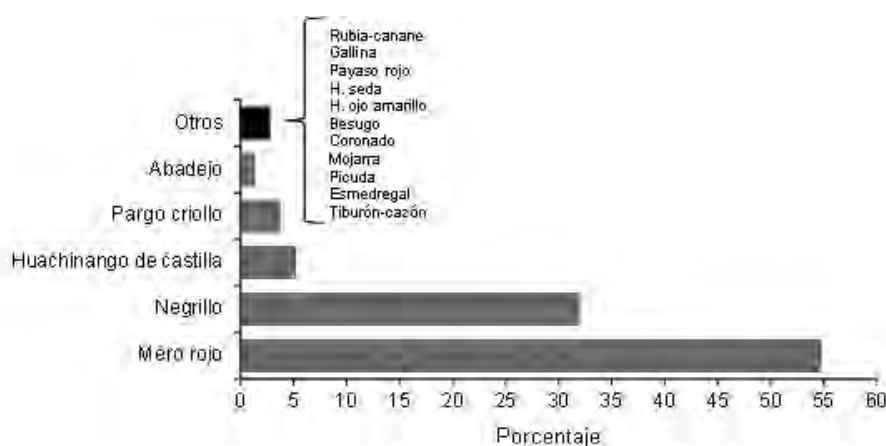


Fig. 6. Perfil de la captura de las embarcaciones yucatecas de mediana altura, que utilizan como arte de pesca el palangre de línea larga y tienen como objetivo la captura de mero rojo *Epinephelus morio*.

La flota artesanal en el ámbito global registra alrededor de 55% de la captura total de *E. morio*, y como principales especies asociadas, la rubia *L. sinagris* y canané

O. chrysurus (Fig. 7a). Sin embargo, este porcentaje puede variar en la captura según la zona de desembarque; por ejemplo, en los puertos del oriente del estado, esta flota puede registrar alrededor de 72% de mero rojo (Fig. 7b), mientras que en los puertos de la zona poniente (Celestún y Sisal), sólo contribuye con 38%. En este último caso, otras especies que también contribuyen con un alto porcentaje en la captura son: la rubia (31%) y el canané (24%), que son las especies objetivo de gran número de embarcaciones con permiso de pesca de escama (Fig. 7c), por lo que no deben ser consideradas como especies de captura incidental en la pesquería de mero. Además, hay otras especies importantes para el consumo de subsistencia en la zona costera de Yucatán como: el chac-chi, mojarras y algunos pargos.

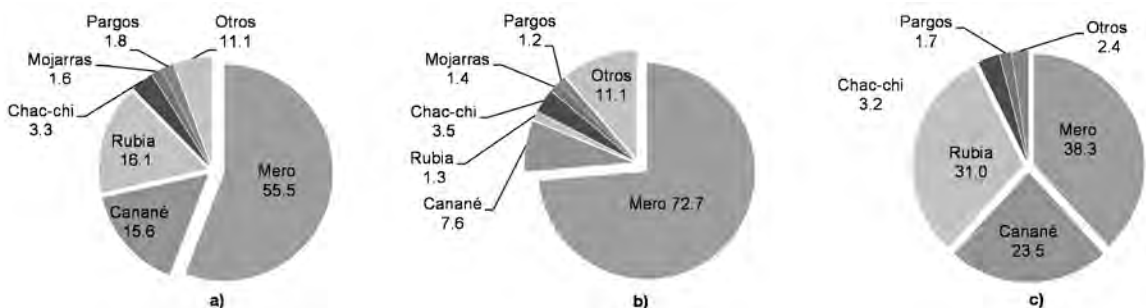


Fig. 7. Perfil de la captura de la flota artesanal que tiene como objetivo el mero rojo *Epinephelus morio*; a) porcentaje de mero rojo en el ámbito global a lo largo de la costa yucateca, b) porcentaje en los puertos del centro-oriental del estado y c) porcentaje en los puertos de la zona poniente del estado.

Interacción con otras pesquerías

Las tres flotas que dirigen su esfuerzo a la captura de mero utilizan un arte de pesca no selectivo, por lo que pueden capturar gran variedad de especies de escama. Con respecto a la captura de mero, las diferentes flotas que lo explotan tienen interacciones secuenciales, lo que es relevante dado el alto nivel de explotación de que es objeto este recurso (Seijo 2007, López-Rocha *et al.* 2009). Asimismo, se han observado interacciones espaciales entre las embarcaciones de mediana altura que utilizan alijos y se dirigen al mero, con las que capturan pulpo y operan en zonas poco profundas (entre 20 m y 30 m de profundidad; Fig. 8); así como entre las embarcaciones que utilizan palangre de línea larga y tienen como objetivo el mero y las que dirigen su esfuerzo a la captura de *L. campechanus* (Monroy *et al.* 2010).

Por otro lado, los pescadores yucatecos de ambas flotas (artesanal y de mediana altura) tienen la flexibilidad de alternar sus artes de pesca y de especie objetivo o pesquería. Esto se ha observado por periodos cortos (intranual) cuando inicia la temporada de pulpo y las embarcaciones de las dos flotas dejan de pescar mero para capturar pulpo; como se observa en los volúmenes de captura registrados mensualmente por cada una de estas pesquerías (Fig. 9). Aparentemente, este comportamiento está

asociado a la disponibilidad estacional de los recursos, a las oportunidades en la actividad pesquera, a las limitaciones del medio ambiente (Monroy *et al.* 2010), pero también a la demanda de pulpo de aguas yucatecas en el mercado internacional y al precio que alcance el molusco en la temporada de pesca (Pedroza y Salas 2010).

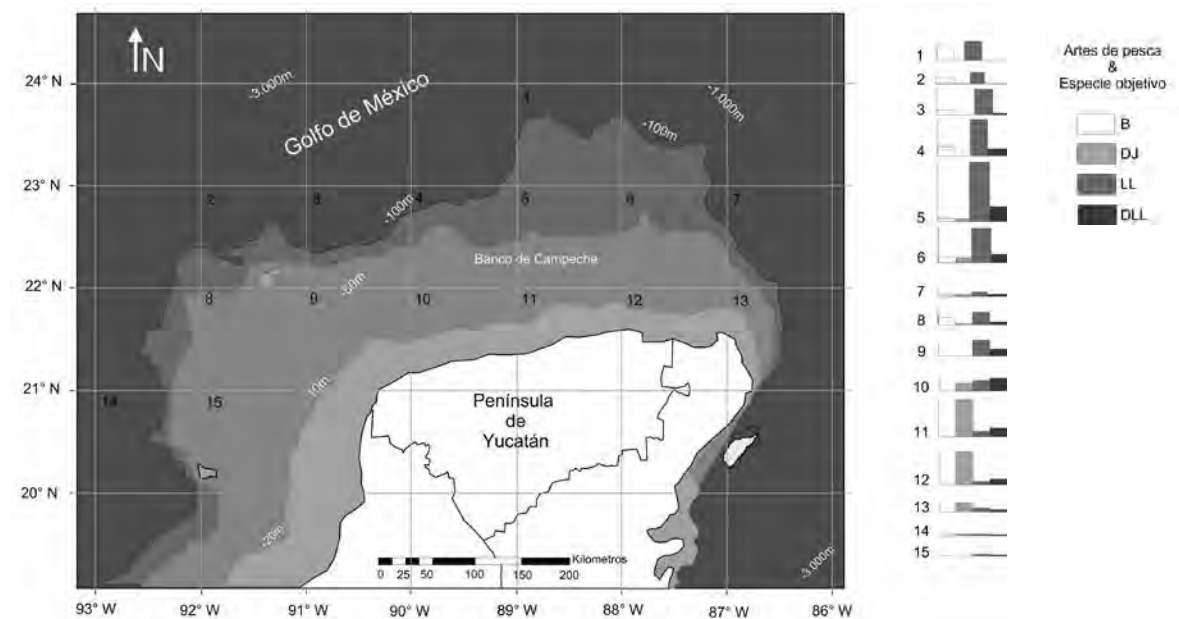


Fig. 8. Distribución espacial del número promedio de viajes de pesca anual, por arte de pesca de la flota yucateca de mediana altura que opera en el Banco de Campeche; embarcaciones que usan palangre de línea larga (CL); con bicicletas (B); con alijos con jimbis (AJ) y con alijos con palangre de mano (AP).

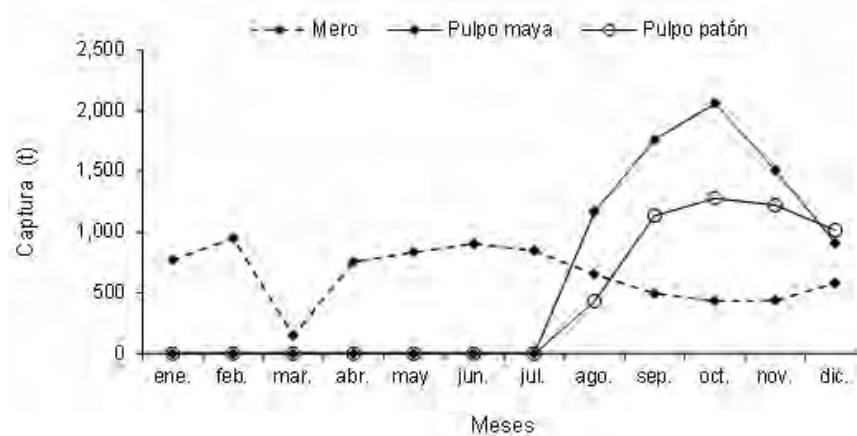


Fig. 9. Comportamiento mensual de la captura promedio del mero *Epinephelus morio* y las especies de pulpo (*Octopus maya* y *Octopus vulgaris*), registrada por las dos flotas mexicanas que operan en el Banco de Campeche (2005 a 2011) (SAGARPA, Delegación Federal en Yucatán).

Aspectos socioeconómicos

Infraestructura pesquera

Hay infraestructura pesquera a lo largo de la costa yucateca y sus centros de recepción y empresas congeladoras están en proceso de modernización para obtener la certificación de la Norma Oficial Mexicana 128-SSA-1994 (HACCP) y poder acceder al mercado internacional. En este sentido, el puerto de Progreso y puerto de abrigo Yucalpetén destacan por las excelentes condiciones de su complejo de congeladoras. Esta infraestructura ha permitido la operación de una importante flota de mediana altura que ha fomentado el desarrollo de la pesquería de mero en el estado. En este caso, las plantas de procesamiento ya están certificadas por la Norma Oficial Mexicana 128-SSA-1994, para el aseguramiento de la buena calidad de los productos de la pesca y la acuicultura, que les permite exportar productos a EU, Europa y Asia. En general, estos productos se presentan fresco-congelados y en filete.

En la actualidad, la infraestructura de muelles en Yucatán cuenta con una longitud de atraque de 1 640 m para la flota de mediana altura (Yucalpetén, Celestún, entre otros) y 5 591 m para la artesanal, distribuidos en todos los puertos del estado (SAGARPA 2007).

Indicadores económicos

La actividad pesquera en México es de gran importancia socioeconómica, a pesar de que en el ámbito nacional contribuye marginalmente con el Producto Interno Bruto (PIB), sólo con 0.18% del PIB nacional y con 0.31% del empleo del país entre 1995 y el año 2000 (Gómez 2005). Sin embargo, los empleos e ingresos generados por esta actividad en las escalas local y regional son muy importantes, además de que ofrece un considerable volumen de la oferta alimenticia del país. Por ejemplo, en Yucatán la pesca es sin duda la actividad de mayor relevancia para los 12 municipios costeros, ya que un gran porcentaje de su población se dedica principalmente a esta actividad. En el año 2010, la pesca posicionó al estado en el primer lugar nacional en la captura de pulpo (15 159 t), pero también fueron relevantes la captura de mero, pepino de mar, rubia y canané.

Respecto al número de empleos, resulta difícil contabilizar a los pescadores activos, ya que al no contar con ningún tipo de seguridad social, constantemente cambian de barco o alternan la pesca con otras actividades por temporadas. Aunque las cifras fluctúan anualmente, se considera que hay entre 15 y 20 mil personas involucradas en la pesca (SAGARPA 2004); de éstas, entre 11 000 y 12 000 son pescadores activos o fijos y cerca de 5 000 a 7 000 son eventuales.

Se puede decir que en Yucatán, la actividad pesquera ha sido fuente de ingresos económicos para una porción importante de los habitantes de las poblaciones costeras,

aunque ésta ha variado en el tiempo. También cabe señalar que en algunas comunidades ha disminuido la participación de la población en esta actividad, como es el caso de Celestún, donde en 1989 cerca de 72% de la población se dedicaba a la pesca, y para 2004 sólo lo hacía 55%. En contraste, en Dzilam de Bravo aumentó el porcentaje de la población pesquera casi en 20% de 1989 a 2004 (Salas *et al.* 2008). Las causas de tal variación son diversas; sin embargo, destacan la reducción o el aumento de apoyos externos y subsidios gubernamentales, así como los cambios en la estructura administrativa de las instituciones gubernamentales asociadas a la actividad (Hernández y Kempton 2003). Asimismo, la disminución de los volúmenes de captura puede ocasionar que los pescadores busquen otras alternativas de empleo.

MANEJO

Medidas administrativas

En el caso particular de la pesquería secuencial de mero en el Banco de Campeche, a la que tienen acceso dos flotas mexicanas y una cubana con diferente poder de pesca, los pescadores mexicanos deben contar con un permiso de pesca comercial expedido por la SAGARPA. En el permiso de pesca están definidas las áreas y los artes de pesca autorizados. Además, a la flota cubana se le solicita que todas sus actividades pesqueras y de comercialización del producto estén apegadas a lo estipulado en el convenio bilateral de pesca entre México y Cuba, firmado desde 1976 y ratificado cada dos años.

La Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESC-2007 (DOF 2009) establece para el mero y especies afines en aguas de la jurisdicción del Golfo de México y el mar Caribe, lo siguiente: *a*) Queda prohibido el uso de redes de enmalle y fisgas; *b*) talla mínima de 36.3 cm de longitud total y *c*) veda permanente durante el periodo comprendido entre el 15 de febrero y el 15 de marzo para el mero y especies afines en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo (DOF 2007). En la administración del recurso intervienen de manera indirecta otros organismos, como el Consejo Estatal de Pesca del Gobierno del Estado de Yucatán, formado por representantes de todos los sectores relacionados con la actividad, que elabora propuestas para el manejo de las pesquerías, que transmiten a la autoridad competente.

Análisis cuantitativo

Se utilizaron dos enfoques para evaluar el estado de salud y de productividad del *stock* de mero rojo; asimismo, para poder evaluar el impacto de la presión de pesca. Primero se utilizó un modelo dinámico de producción excedente que permite estimar el nivel óptimo de esfuerzo pesquero y el rendimiento máximo sostenible (RMS). El

segundo enfoque fue aplicar un análisis de población virtual (APV) por clase de edad utilizando la aproximación de Pope (1972).

Modelo dinámico de producción excedente

En el primer enfoque sólo se utilizó información de la flota yucateca de mediana altura; los datos fueron los registrados en las bitácoras de pesca de 1984 a 2009. Cada bitácora corresponde a un viaje de pesca e incluye información de su operación; a partir de los datos de captura y de esfuerzo se estimó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), como (kg de mero/viaje de pesca). En este caso, para la estimación de los niveles de biomasa del mero rojo se utilizó el modelo de producción excedente de Schaefer (1954):

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

Donde: B_t es la biomasa en el año t ; r es la tasa intrínseca de crecimiento de la población e incluye fenómenos de reclutamiento y crecimiento; K es la capacidad de carga poblacional y C_t es la captura comercial del año t , definida como:

$$C_t = qB_t f_t \quad (2)$$

Donde: q es el coeficiente de capturabilidad (proporción de la biomasa tomada por unidad de esfuerzo) y f_t es el esfuerzo aplicado en el año t . Se contó con una serie histórica de captura comercial de mero rojo de 1984 a 2009, de tal manera que la estimación del valor del parámetro K del modelo de Schaefer (ecuación 1), se basó en el supuesto *a priori* de que el nivel de biomasa de mero rojo para 1984 se encontraba a 50% de K .

Aunque la formulación de los modelos de producción excedente es sencilla, la estimación de los parámetros no lo es. El método se basa en el ajuste del error de observación a partir del análisis de series de tiempo. La idea básica de este método es utilizar un estimado del tamaño del *stock* al inicio de la serie de datos disponibles y entonces con el modelo predecir y ajustar los años restantes de la serie. El método compara valores de los parámetros posibles hasta proporcionar el mejor ajuste de la serie de datos observados y calculados con base en el índice de abundancia relativa (CPUE), con este enfoque se estimaron los parámetros del modelo de Schaefer (K , r y q). Este enfoque es conocido como modelo dinámico de Schaefer (Hilborn y Walters 1992).

La estimación anual de la biomasa se realizó a través del ajuste de un índice de abundancia (I_t^{obs}), que en este caso corresponde a la CPUE de la flota mexicana de mediana altura generada con sus niveles de captura de 1984 a 2010. De lo anterior

se estimó un indicador de la abundancia del recurso en kg/viaje que se vincula a la biomasa, B_t a través de q como:

$$I_t^{est} = qB_t \quad (3)$$

El ajuste de la ecuación 3 se logró con la minimización de la siguiente función objetivo:

$$-\ln L(D | \theta) = \prod_t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \frac{[\ln(I_t^{obs}) - \ln(I_t^{est})]^2}{2\sigma^2} \quad (4)$$

Donde: L es la verosimilitud, σ es la desviación estándar del logaritmo del índice de abundancia observado I_t^{obs} y θ representa el conjunto de parámetros del modelo (κ , r , q y σ). Los datos del índice de abundancia se ajustaron al modelo asumiendo que los valores observados (I^{obs}) están normalmente distribuidos alrededor de los valores estimados (I^{est}).

Las cantidades de interés que se deben calcular con este enfoque son:

- a) Captura al RMS: $C_{RMS} = rk / 4$
- b) Esfuerzo al RMS: $f_{RMS} = r / 2q$
- c) Biomasa al RMS: $B_{RMS} = k / 2$

Para evaluar la incertidumbre en los valores de los parámetros se utilizó el enfoque bayesiano (Hilborn y Mangel 1997), que permite usar de forma sencilla información adicional para construir las distribuciones *a priori* de los parámetros del modelo. Se utilizaron las evaluaciones del recurso mero que el INAPESCA ha realizado en los últimos dos años (Burgos-Rosas *et al.* 2008, 2009) como información previa de los parámetros, y el supuesto *a priori* de que el nivel de biomasa a 1984 se encontraba aproximadamente en 50% de la biomasa virgen o κ (ecuación 1). Este supuesto se basa en el hecho de que durante la década de los años setenta y a principios de los ochenta se dieron los niveles de mayor explotación (Fig. 4). Se estimó la distribución de probabilidad posterior de κ , r y q con simulaciones de las cadenas de Markov-Monte Carlo. Se realizaron por lo menos 300 000 simulaciones y se registraron los vectores de los parámetros cada 500 simulaciones. Se realizó un análisis gráfico de dichas salidas para asegurar que las distribuciones posteriores de cada parámetro fueran informativas, esto es, distribuciones con formas de campana.

Resultado del modelo dinámico de rendimiento excedente

Los resultados de las simulaciones mostraron que los datos observados de la CPUE se ajustaron bien al modelo de Schaefer, con una tendencia decreciente desde inicios

del periodo considerado, con un promedio de 1984 a 1991 de $2\,733\text{ kg}\cdot\text{viaje}^{-1}$ (desviación estándar [d.s.] $387\text{ kg}\cdot\text{viaje}^{-1}$). Para los siguientes años y hasta el último año considerado, los valores de CPUE, aunque bajos, muestran poca variación con un promedio de $1\,479\text{ kg}\cdot\text{viaje}^{-1}$ (d.s. $202\text{ kg}\cdot\text{viaje}^{-1}$) (Fig. 10a). La tendencia de la biomasa presentó un patrón similar al descrito para la CPUE, con un valor estimado para la biomasa del *stock* de alrededor de $50\,000\text{ t}$ en los últimos años, lo que equivale a 25% de inicial estimada en 1970 (Fig. 10b).

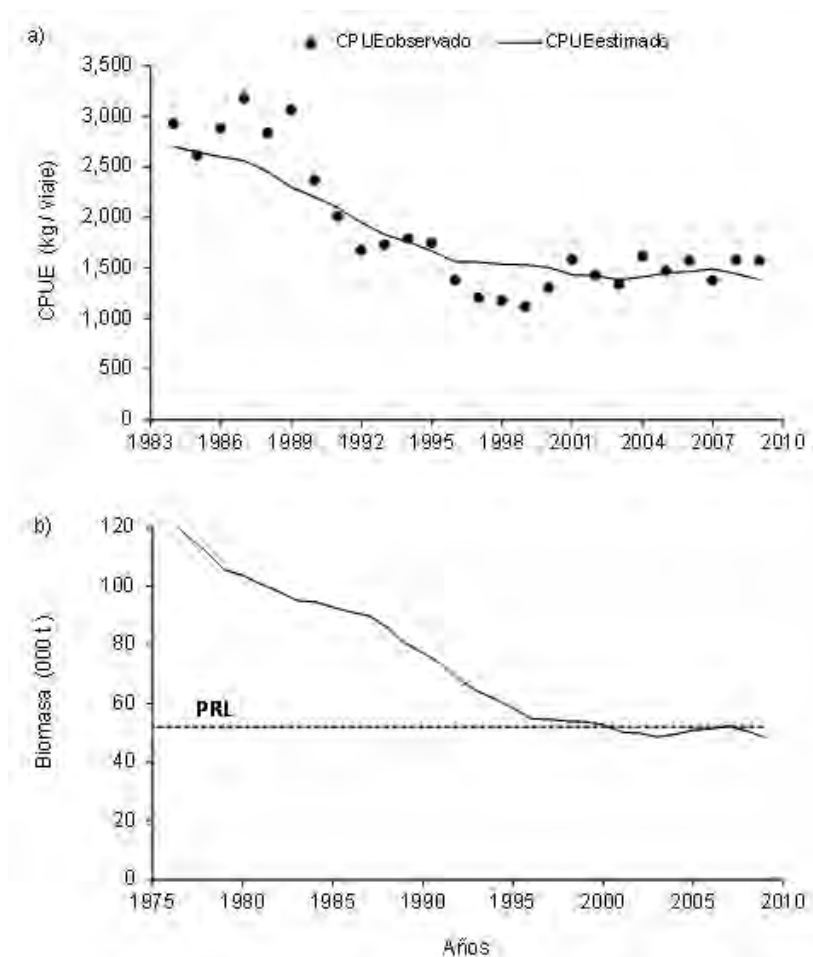


Fig. 10. Ajuste de la aplicación del modelo dinámico de Schaefer a los datos de a) captura por unidad de esfuerzo (CPUE) observados y estimados, y b) biomasa estimada para el mero *Epinephelus morio* capturado por la flota yucateca de mediana altura.

En la *tabla 2* se presentan los resultados de la aplicación del modelo de Schaefer. La estimación de los parámetros se considera robusta, ya que el intervalo de confianza de cada uno de ellos es estrecho, debido a las distribuciones informativas posteriores que se obtuvieron para cada parámetro (Fig. 11).

Tabla 2

Estimación de los parámetros y valores de interés basados en la versión dinámica del modelo de Schaefer (límites de los parámetros estimados al 0.95 de probabilidad)

Parámetro	Valor
K	194 866 t (134 482-261 020)
r	0.1888 (0.1070-0.2728)
q	0.02851 (0.01786-0.03723)
f_{RMS}	320 embarcaciones
C_{RMS}	9 199 t (7 978-10 145)
B_{RMS}	97 433 t
B_{2009}	48 524 t
B_{2009}/B_{RMS}	0.489
$-\ln L$	-13.3888

f_{RMS} es el esfuerzo en rendimiento máximo sostenible, C_{RMS} y B_{RMS} son captura y biomasa en ese mismo nivel, y B_{2009}/B_{RMS} es un indicador del nivel de explotación. K , r y q son los parámetros del modelo de Schaefer.

Una de las ventajas de la aplicación del enfoque dinámico en la estimación de los niveles de biomasa con el modelo de Schaefer, es que el valor de q originalmente en unidades de esfuerzo (viaje de pesca), puede transformarse para estimar el número óptimo de embarcaciones para mantener una producción sostenida en el nivel máximo (f_{RMS}), siempre y cuando se cuente con información precisa de esfuerzo en viajes y en número de embarcaciones para un mismo año. De dicha aplicación se calculó un esfuerzo $f_{RMS} = 320$ embarcaciones de pesca (Tabla 2); al comparar este valor con el nivel de esfuerzo aplicado en 2009 (378 embarcaciones activas), se obtuvo que hubo 15% de exceso en el tamaño de la flota activa y 38 % al compararlo con el de las 517 embarcaciones que contaban con permiso de pesca ese mismo año.

Finalmente, si se considera la proporción entre la biomasa actual y la que pueda producir el rendimiento máximo sostenible ($B_{ACTUAL} / B_{RMS} < 1$), como un indicador del estatus del *stock* (Froese y Proelß 2010), se puede señalar que el de mero en el Banco de Campeche está sobreexplotado (Tabla 2).

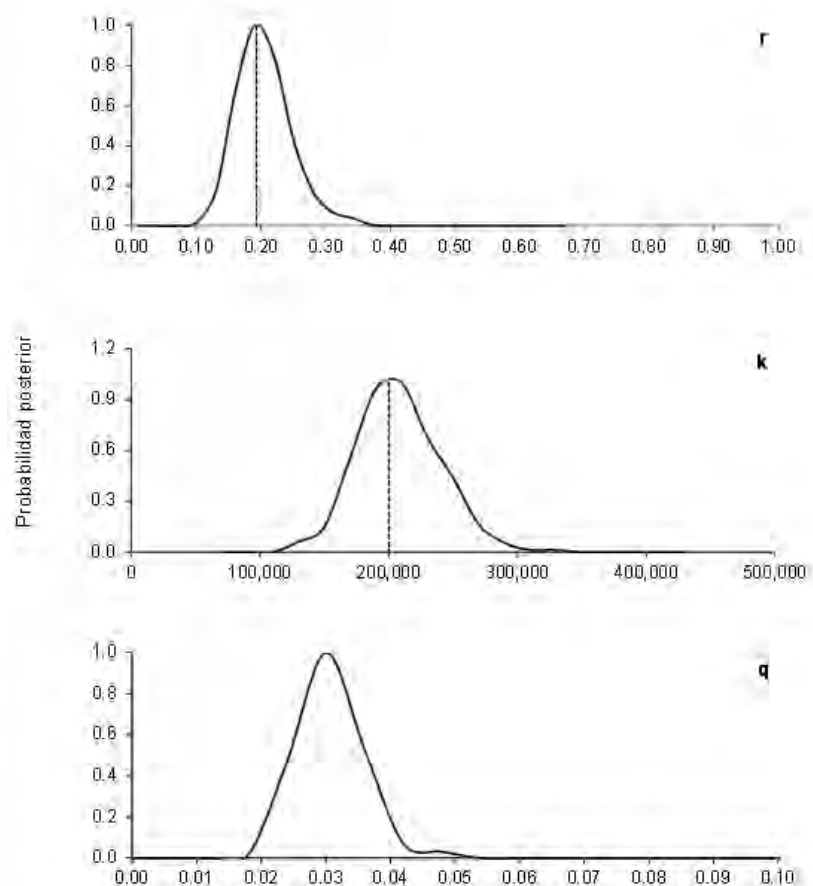


Fig. 11. Distribuciones de probabilidad *a posteriori* obtenidas con 300 000 simulaciones para los parámetros del modelo de Schaefer: tasa intrínseca de crecimiento poblacional ($r = 0.1888$); capacidad de carga ($k = 194\,866$ t); y coeficiente de capturarabilidad ($q = 0.0285$).

Análisis de la población virtual

En este segundo enfoque, primero se generó la estructura de la captura total para estimar la biomasa vulnerable del stock de mero *E. morio* del Banco de Campeche. Para ello se partió de la distribución de frecuencia de longitudes (DFL) de las capturas comerciales que se obtuvieron como resultado del monitoreo mensual de las embarcaciones yucatecas de las flotas artesanal y de mediana altura realizados entre 1980 y 2010.

Previamente se estimaron de nueva cuenta los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCVB), a partir de los diez grupos de edad de *E. morio* identificados por Rodríguez (1994) en la lectura de anillos de crecimiento en estructuras duras, utilizando una regresión no lineal ponderada (Tabla 3). Además, se estimó la relación peso-longitud con un modelo potencial, de dos parámetros, utilizando la información del peso total (PT) y LF de 8 200 ejemplares capturados en 32 cruceros de investigación realizados en el Banco de Campeche entre México y Cuba.

La estimación de los parámetros del modelo se realizó por medio de una regresión no lineal ($a = 0.000013$ y $b = 3.0546$).

Tabla 3

Valores de los parámetros de crecimiento para el mero rojo
Epinephelus morio en el Banco de Campeche

Parámetro	Valor	t	EE	P	IC a 95%
L_{∞} (mm)	831	157.02	5.2921	0.000	820, 841
κ (año ⁻¹)	0.20	65.12	0.0031	0.000	0.1939, 0.2060
t_0 (año ⁻¹)	-0.93	-48.58	0.0192	0.000	-0.9708, -0.8950

EE: error estándar; IC: Intervalo de confianza.

Con la clave edad-longitud, los parámetros de crecimiento y la relación peso-longitud se estimó el número de organismos capturados por grupo de edad en un año determinado. Posteriormente, con la estructura de la captura por grupo de edad (1 a 11+) y tres valores de mortalidad natural ($M = 0.30$ año⁻¹; 0.24 año⁻¹ y 0.19 año⁻¹) (Burgos 1999), se procedió a la estimación de la estructura de la población por edad en número para el último año, con la siguiente ecuación:

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{\left(\frac{F_{a,y}}{Z_{a,y}} \right) (1 - e^{-Z_{a,y}})} \quad (5)$$

Donde $N_{a,y}$ es el número de organismos del grupo de edad a en el año y , $N_{a+1,y+1}$ es el número de organismos del grupo de edad a en el siguiente año, $Z_{a,y}$ es la tasa de mortalidad total del grupo de edad a en el año y , $F_{a,y}$ es la tasa de mortalidad por pesca para el grupo de edad a en el año y , $C_{a,y}$ es la captura total en número de organismos del grupo de edad a en el año y . El último grupo de edad de todos los años y todos los grupos de edad para el último año (2010) se estimó asumiendo un primer valor de F .

En el segundo paso se estimó el resto de la población en número de organismos, usando la siguiente ecuación:

$$N_{a,y} = \left(N_{a+1,y+1} * e^{M/2} + C_{a,y} \right) e^{M/2} \quad (6)$$

En esta ecuación se asume que la pesca se lleva a cabo a mediados del año y la mortalidad natural sólo afectará al *stock* antes y después de la temporada de pesca. A partir de las estimaciones de $N_{a,y}$ se calculó la tasa de mortalidad por pesca para cada edad y en los diferentes años ($F_{a,y}$), con la siguiente ecuación:

$$N_{a,y} = \left(N_{a+1,y+1} * e^{M/2} + C_{a,y} \right) e^{M/2} \quad (7)$$

La mortalidad por pesca (F) para el último grupo de edad (11+) fue considerado como el promedio de los grupos de edad 2 al 10. Los parámetros estimados por el APV son:

- La tasa de mortalidad por pesca por edad y año ($F_{a,y}$).
- El número de organismos por edad en cada año (abundancia poblacional, $N_{a,y}$).
- El número de reclutas a la pesquería.

Conociendo la abundancia en número de organismos ($N_{a,y}$), el peso promedio por edad (w_a) y la vulnerabilidad por grupo de edad (v_a), se calculó la biomasa vulnerable susceptible de ser capturada con la siguiente ecuación:

$$B_{vulnerable} = \sum [N_{a,y} * W_a * v_a] \quad (8)$$

Resultados: análisis de población virtual

La estructura de la captura se generó con el monitoreo de 376 181 organismos de mero rojo capturados por las dos flotas mexicanas de 1980 a 2010. Durante este lapso, la composición de tallas en la captura mostró que la pesca incidió en organismos de entre 18 cm y 92 cm de LF. Tomando como referencia la talla mínima legal de captura (TMC) de 36.3 cm LT, 48% de los meros capturados estaba por debajo de la TMC, pero si se considera la talla de primera madurez (TPM) de 50.9 cm LF reportada por Brulé *et al.* (1999), 82% de los organismos analizados estuvo por debajo de TPM (Fig. 12).

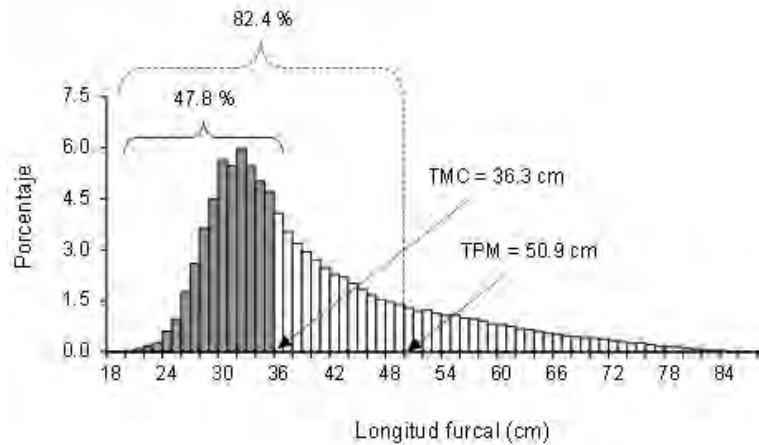


Fig. 12. Porcentaje del número de organismos de mero *Epinephelus morio* capturados por la flota artesanal y yucateca de mediana altura de 1980 a 2010; se muestran la talla mínima de captura (TMC), la talla de primera madurez (TPM) y el porcentaje de meros capturados por debajo de estas tallas.

La proporción de organismos capturados por clase de edad por flota muestra que la explotación de mero se inicia a partir de la clase de edad uno. La flota artesanal explota básicamente individuos de uno y dos años (75.6%), mientras que la de mediana altura se ha concentrado en organismos de las clases de edades 2 y 3 (Fig. 13). Es importante señalar que entre los individuos de 3 y 6 años de edad predominan las hembras.

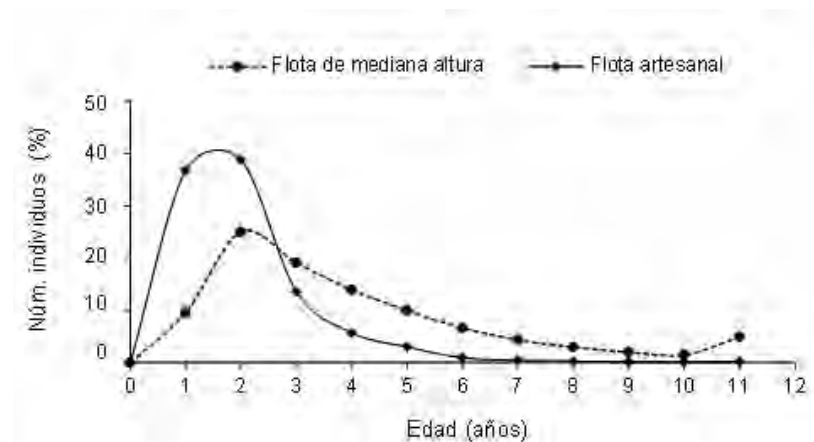


Fig. 13. Porcentaje del número de organismos de mero *Epinephelus morio* por clase de edad, registrados en la captura en el Banco de Campeche por la flota artesanal y yucateca de mediana altura, entre 1980 y 2010.

Los resultados del APV muestran que los organismos del grupo de edades 1 y 2 fueron los de mayor incidencia en la captura (Fig. 14). Es evidente una disminución generalizada en todos los grupos de edad a partir del año de 1996, pero más marcada entre 2003 y 2006. Estos periodos de pesca corresponden a la baja sustantiva en la captura de ambas flotas, pero principalmente de la artesanal (Fig. 4).

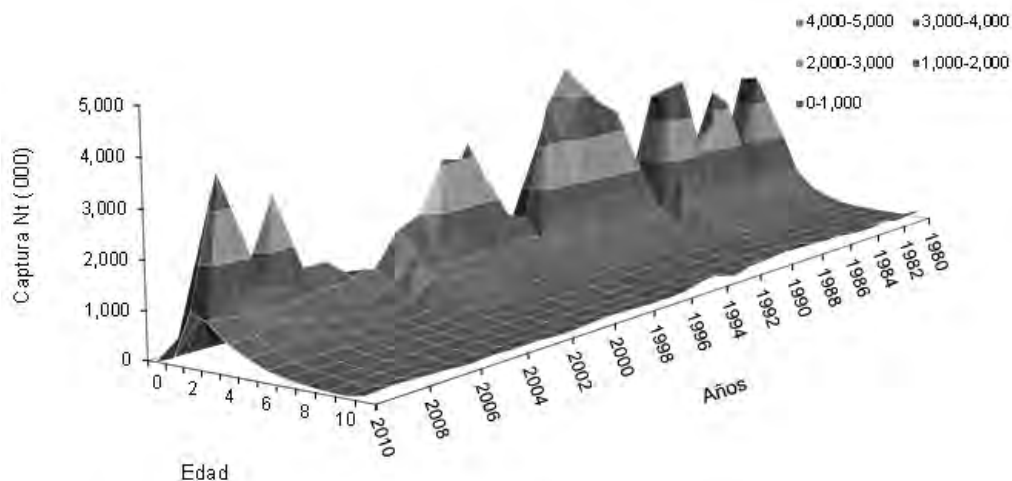


Fig. 14. Composición de la captura por clase de edad del mero *Epinephelus morio* registrada en el Banco de Campeche por las flotas mexicanas (artesanal y de mediana altura), de 1980 a 2010.

En la *figura 15* se observa cómo ha variado la mortalidad por pesca a lo largo del tiempo (estimación ponderada del número de individuos por clase de edad y temporada de pesca). Es evidente un incremento en los valores de F de 1990 a 1995, que coincide con el desarrollo de la flota artesanal. En este lapso de tiempo, esta misma flota incrementó su captura casi 50%; de registrar una captura promedio de $2\,800\text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ entre 1980 y 1989 pasó a $4\,200\text{ t} \cdot \text{año}^{-1}$ de 1990 a 1995 (Fig. 4). En cambio, los valores más bajos de F se registraron de 1980 a 1986, cuando se registró una caída en las capturas, pero especialmente para la flota mexicana de mediana altura (Fig. 4). Los resultados también muestran que la mayor presión de pesca se registró entre los grupos de edades 1 a 3, pero los organismos de la clase de edad 2 fueron los que registraron los valores más altos de F (Fig. 16). Esto confirma la presión de pesca que se ha ejercido sobre los ejemplares más jóvenes de la población, principalmente entre 1990 y 1995 (Fig. 16).

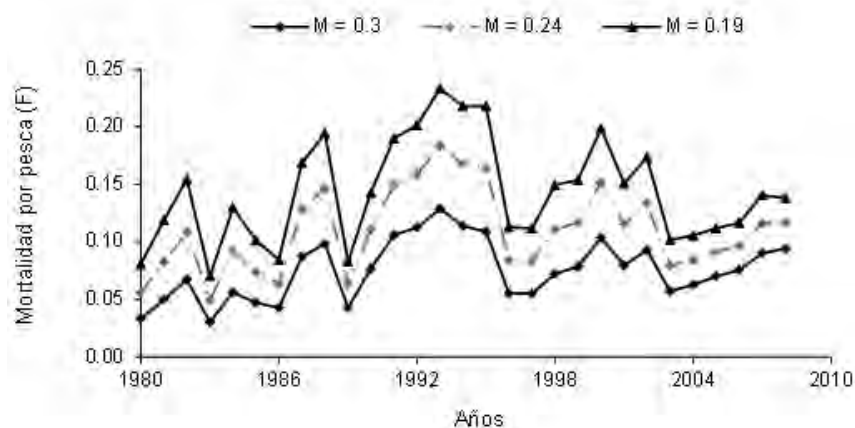


Fig. 15. Comportamiento anual de la mortalidad por pesca (F año^{-1}) registrada en la pesquería de mero *Epinephelus morio* en el Banco de Campeche, considerando tres valores anuales de mortalidad natural (M).

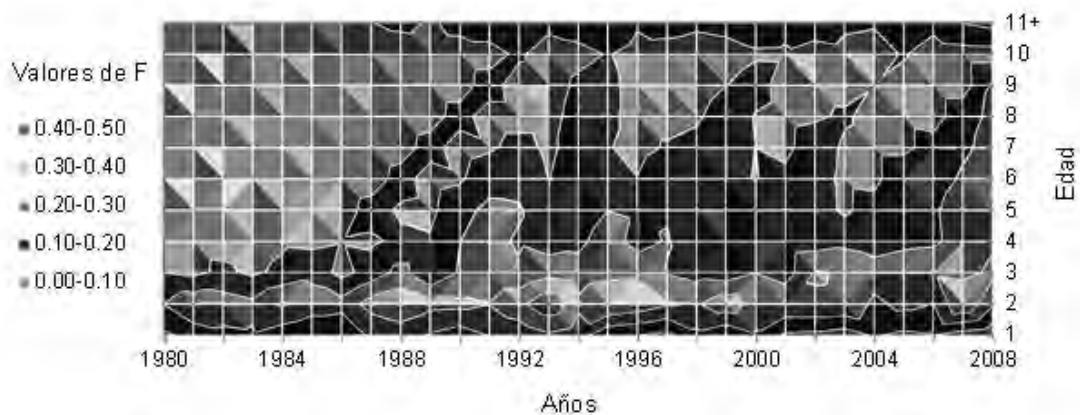


Fig. 16. Comportamiento de la mortalidad por pesca anual y por clase de edad en la pesquería de mero *Epinephelus morio* en el Banco de Campeche ($M = 0.24\text{ año}^{-1}$).

En cuanto al reclutamiento, se observó gran variabilidad a lo largo del tiempo, con una clara tendencia a la baja y con evidentes fallas en 1982 y 1987, ya reportadas por Arreguín-Sánchez *et al.* (1996). Además, se puede observar otra caída de mayor intensidad en el número de reclutas en 1995 (Fig. 17). Esto ha generado resultados negativos en la pesquería, pues el total de sus capturas disminuyó en aproximadamente 55% de 1995 a 2006. En 2007 se presentó de nuevo un pico de reclutas, pero en los siguientes años se registraron los niveles más bajos en la historia de la pesquería (Fig. 17); es probable que esto sea uno de los factores que han generado el deterioro de la pesquería y la fuerte tendencia decreciente de la biomasa del *stock* de mero.

Por otro lado, las cohortes que están presentes en la pesquería son de individuos que nacieron aproximadamente de 1999 en adelante y han registrado un escaso reclutamiento ($\mu = 0.24$: 12.4×10^6 reclutas y desviación estándar de 5.2×10^6). Al comparar estas cohortes con las de principio de los años ochenta, es evidente que en los últimos años se han presentado bajos niveles de reclutas y un incremento en la mortalidad por pesca (Fig. 17). Esta relación puede ser un indicador de que el *stock* de mero en el Banco de Campeche está sobreexplotado.

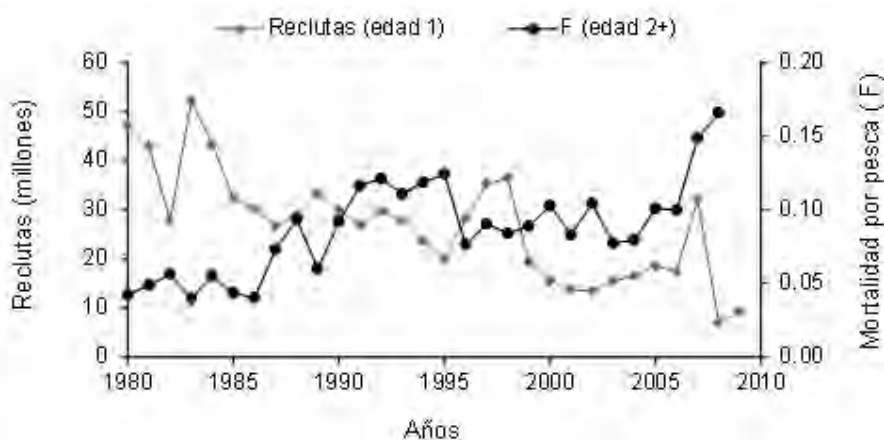


Fig. 17. Variación anual de reclutas en la pesquería de mero (edad 1) y mortalidad por pesca (F año⁻¹) en el Banco de Campeche ($\mu = 0.24$ año⁻¹).

Los resultados del APV muestran una reducción drástica de la biomasa del *stock* de 1980 a 2010 (Fig. 18). Considerando los diferentes escenarios de mortalidad natural, la biomasa en 2010 puede estar entre 45 000 t y 62 000 t, lo que significa una disminución aproximada de 60%, respecto a la biomasa estimada en 1980 (Tabla 4). Este decremento se ha visto reflejado en las capturas de ambas flotas (artesanal y mediana altura), así como en los rendimientos por viaje de pesca.

Por tanto, si se considera el punto de referencia límite (PRL) propuesto por Hernández *et al.* (1999) y Monroy *et al.* (2000) en evaluaciones previas del recurso (PRL: $B_{\text{ACTUAL}} > 72\,000$ t a $74\,000$ t), se puede señalar que con cualquier escenario de M , el nivel de biomasa estimado para el año 2010 (Tabla 4) está por debajo del PRL.

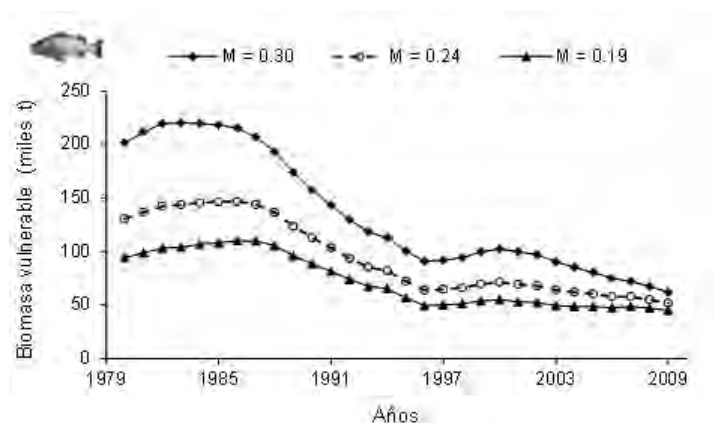


Fig. 18. Comportamiento de la biomasa vulnerable del stock de mero *Epinephelus morio* en el Banco de Campeche, considerando diferentes valores de mortalidad natural (M año⁻¹).

Tabla 4

Biomasa vulnerable del stock de mero *Epinephelus morio* y proporción entre la biomasa actual y al inicio de la serie de tiempo (1980), en diferentes escenarios de mortalidad natural utilizados para el análisis de población virtual (APV)

	$M = 0.30$	$M = 0.24$	$M = 0.19$
B_{2010} (t)	62 069	51 852	45 083
B_{1996} / B_{1980} (%)	45.1	49.0	52.3
B_{2010} / B_{1980} (%)	31.3	40.2	48.1

Estado actual de la pesquería de mero

El análisis de la DFL del mero rojo mostró que gran proporción de los individuos capturados por las dos flotas mexicanas estuvo por debajo de la talla mínima de captura y de la talla de primera madurez, lo cual no permite la explotación sustentable del recurso. Aunque en los últimos años, la talla media de los organismos capturados por la flota yucateca de mediana altura se ha incrementado de 44.3 cm LF a 51.3 cm LF, es evidente que durante muchos años ambas flotas explotaron de manera sostenida organismos en su fase juvenil. Esta presión de pesca ejercida sobre individuos inmaduros ha significado un peligro para la especie, ya que no llegan a la etapa de reproducción.

A partir de 1974 se han realizado evaluaciones del stock de *E. morio* del Banco de Campeche (González *et al.* 1974, Klima 1976, Buesa 1978, Doi *et al.* 1981, Seijo 1986, Arreguín-Sánchez 1987, Valdés *et al.* 1989, 1991, Contreras *et al.* 1993, Moreno *et al.* 1995), con diferentes métodos con los que se ha estimado una variedad de niveles de biomasa. Sin embargo, en 1986 algunos autores señalaron que el stock de mero había sido intensamente explotado y la captura registrada ya sobrepasaba la máxima

sostenible (Seijo 1986, García *et al.* 1986, Fuentes y Contreras 1986, Arreguín-Sánchez 1987), evidenciando la fuerte presión de la flota artesanal sobre los juveniles de la población (individuos inmaduros), lo que afectaría el reclutamiento al stock desovante (Seijo 1986).

Con el análisis de series de captura, esfuerzo pesquero, rendimientos e índices de abundancia independientes más largos, varios autores han sugerido que la pesquería de mero se encuentra en deterioro, lo cual se manifiesta en la disminución de la captura, en la reducción de la CPUE de las flotas comerciales, así como en el índice de abundancia registrado en los cruceros de investigación realizados entre México y Cuba (Moreno *et al.* 1997, Monroy 1998, Hernández *et al.* 1999, Burgos y Defeo 2000, Monroy *et al.* 2000, Giménez-Hurtado 2005, Burgos-Rosas y Pérez-Pérez 2006), así como el exceso de capacidad y la sobrecapitalización de las flotas (Hernández *et al.* 2010, Monroy 2010).

En resumen, los dos enfoques utilizados para evaluar el estatus del recurso concuerdan en los resultados, al mostrar la reducción drástica de la biomasa del stock de mero *E. morio*, en el Banco de Campeche. En el caso del modelo dinámico de biomasa, también muestra que el nivel de esfuerzo aplicado en 2009 estaba excedido para alcanzar el RMS ($f_{RMS} = 320$ embarcaciones), en 15% al compararlo con el tamaño de la flota activa (378 embarcaciones mayores activas) y 38% al compararlo con las 517 embarcaciones que contaban con permiso de pesca ese mismo año. Por otro lado, el APV permitió estimar la mortalidad por pesca anual y por clase de edad y los resultados indican que los organismos de la clase de edad 2 con una longitud promedio de 36.9 cm LF, fueron los que registraron de manera constante los valores más altos de F en la serie de tiempo analizada; lo cual confirma la presión de pesca sobre los ejemplares jóvenes de la población.

PERSPECTIVAS

Estrategias de manejo

Estos resultados indican el decremento de la biomasa del recurso y, en conjunto con la reducción que presenta la captura de ambas flotas (mexicanas) y la disminución de los rendimientos de los viajes comerciales, confirman que la pesquería está en deterioro y el stock de mero sobreexplotado. Esta situación hace necesario instrumentar estrategias de manejo con énfasis en su recuperación, por lo que es necesario elaborar un plan de manejo para el largo plazo del recurso, que considere opciones en la actividad pesquera y de instrumentos de manejo que puedan ser adaptados a las condiciones locales en términos de los factores biológicos, económicos y sociales, para diversificar dichas herramientas y al mismo tiempo generar otras oportunidades en la pesca y fuera de ésta (Hilborn *et al.* 2001, Wilen 2004). Esto podría ayudar a dirigir

el manejo de los recursos y el comportamiento de los pescadores y permisionarios yucatecos hacia los objetivos deseados. Sin olvidar que el éxito en el manejo pesquero también requiere buena gobernanza, voluntad por parte de los administradores para incorporar en sus metas políticas el conocimiento sobre las estrategias de los pescadores.

Implicaciones en el manejo

El manejo pesquero generalmente depende de la asignación de recursos que, además de que a menudo son escasos, diversos grupos de usuarios desean obtener. Cada grupo debe desarrollar diferentes estrategias para enfrentar la variabilidad de las capturas, la variabilidad ambiental y de mercado, así como las medidas de regulación (Béné y Tewfik 2001, Salas y Gaertner 2004). Aunque el comportamiento implícito del pescador con respecto a las estrategias de pesca puede parecer simple a primera vista, es complejo por naturaleza debido a los múltiples objetivos en conflicto (Cochrane *et al.* 1998, Hilborn 2007), y a que los pescadores no son pasivos en lo que toca a las regulaciones, ya que las decisiones que toman se hacen con base en las medidas que les son impuestas (Pitcher, 1993, Branch *et al.* 2006). Sin embargo, el gran reto que enfrentan los administradores es el poder conciliar los objetivos de mantener los beneficios de la pesca y, al mismo tiempo, proteger los recursos pesqueros, en especial cuando se les pretende explotar más allá de los límites de la seguridad biológica.

Ante la problemática que enfrenta el sector pesquero en la región y dada la importancia económica y social de la pesquería de mero en Yucatán, es urgente instrumentar medidas tendientes a la recuperación y la correcta administración del recurso. Aunque ya existen algunas medidas de manejo enfocadas a mejorar el estado de la pesquería, como el establecimiento de una talla mínima (36.3 cm LT) y una veda permanente (del 15 de febrero al 15 de marzo), éstas no han sido suficientes para la recuperación del *stock*, por lo cual se hace necesario aplicar otras medidas complementarias.

Por otro lado, hay que tener claro que la premisa detrás de la mayoría de las estrategias de manejo y planes de recuperación es que la pesca es el principal factor que inhibe la recuperación. Si bien esto parece lógico porque la pesca siempre está implicada en la caída de la biomasa de una población, algunas poblaciones han respondido favorablemente a la reducción de la mortalidad por pesca, pero otras no (Hutchings y Reynolds 2004). Sin embargo, la reducción de la presión de pesca es necesaria y en algunos casos debería ser hasta drástica, pues no siempre es suficiente con limitarla para la recuperación de la biomasa del recurso. Existen otras variables que influyen directamente en la recuperación del recurso, que deben tenerse en cuenta, como: la edad y la longitud de maduración, la fecundidad y la tasa de crecimiento (Denney *et al.* 2002), modificación del hábitat (Hutchings 2000), interacciones entre especies

(Walters y Kitchell 2001) y la respuesta de la sociedad y los actores vinculados a la actividad.

En el contexto de las pesquerías en el estado de Yucatán, es importante tener claro qué factores han provocado la sobreexplotación del recurso y el deterioro de la pesquería de mero, para instrumentar un plan de manejo para su recuperación, que contemple las causas de la disminución del recurso, así como medidas de manejo adecuadas, tales como:

- Reducción del esfuerzo de pesca, ya sea limitando el número de embarcaciones, el número de viajes y su duración, o reduciendo el número de anzuelos para que la mortalidad por pesca disminuya.
- Instrumentar cuotas de captura, que si bien marcan la posibilidad de extracción basada en las evaluaciones de la capacidad productiva del recurso, como medida de regulación pueden presentar algunos problemas, ya que dan pie a que se entable una competencia sobre el recurso. Aunque, esta competencia entre flotas y permisionarios para obtener la mayor parte de la captura ya existe. Además, las cuotas de captura se ven afectadas por la incertidumbre asociada a las estimaciones de la capacidad productiva (Hilborn y Peterman 1995), así como por presiones del sector productivo para incrementarlas.
- Instrumentar áreas restringidas a la pesca, con el fin de proteger zonas de reproducción y de reclutamiento de mero rojo *E. morio*.
- Ampliar el periodo de veda para proteger la biomasa reproductora del mero rojo *E. morio* y especies afines como: negrilla *Mycteroperca bonaci*; abadejo *Mycteroperca microlepis*, entre otras.
- Evaluar y proponer otra talla mínima de captura, tomando en cuenta la de primera reproducción de 50 cm LF (Brulé *et al.* 1999), para evitar la sobrepesca de crecimiento.

Por otra parte, la vigilancia es fundamental para la recuperación del recurso, pues sin vigilancia los esfuerzos no serían fructíferos. Por último, es importante reconocer que una estrategia integral de recuperación requiere entender cómo el comportamiento de los peces, el hábitat y la ecología afectan el crecimiento de la población. Además, la estrategia de recuperación también requiere la fortaleza de gestión para generar beneficios de largo plazo en la conservación del recurso y en la actividad pesquera.

Campos de colaboración

El Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) de Yucalpetén, a través del Consejo Estatal de Pesca de Yucatán, ha promovido la realización de cruceros de investigación durante el periodo de veda de mero, de 2002 a 2005 y 2012, con la finalidad de mejorar el conocimiento de los aspectos reproductivos de la especie.

La Unidad Mérida del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional ha colaborado con el Instituto Nacional de Pesca en la realización de estudios sobre la biología básica del mero y especies afines, con lo que genera información necesaria (como insumo) para los modelos de dinámica poblacional. Asimismo, su laboratorio de pesquería ha llevado a cabo importantes investigaciones sobre dinámica de flota y manejo de la pesquería.

Otros organismos no gubernamentales y asociaciones civiles han demostrado su interés en la protección del medio ambiente y la sustentabilidad de la pesquería de mero en la región.

REFERENCIAS

- ALBAÑEZ-LUCERO O y F Arreguín-Sánchez. 2009. Modeling the spatial distribution of red grouper (*Epinephelus morio*) at Campeche Bank, Mexico, with respect to substrate. *Ecological Modelling* 220: 2744-2750.
- ARCEO P, D Fuentes, R Puerto, M Contreras, V Moreno y L Juárez. 1987. Sinopsis de datos biológicos de mero (*Epinephelus morio*, Valenciennes). Informe técnico (Documento interno). CRIP-Yucalpetén, INP. Yucatán, México.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F. 1987. Present status of the red grouper fishery in the Campeche Bank. *Proc. Gulf and Caribb. Fish. Inst.* 38: 498-509.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F y TJ Pitcher. 1999. Catchability estimates and their application to red grouper (*Epinephelus morio*) fishery of the Campeche Bank, Mexico. *Fish Bull* 97: 746-757.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, M Contreras, V Moreno, R Burgos y R Valdés. 1996. Population dynamics and stock assessment of red grouper (*Epinephelus morio*) fishery on Campeche Bank, Mexico. En: F Arreguín-Sánchez, JL Munro, MC Balgpos y D Pauly (eds.). *Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers*. ICLARM Conf. Proc. 48, pp: 202-217.
- ARREGUÍN-SÁNCHEZ F, M Contreras, V Moreno, R Valdés y R Burgos. 1997. La pesquería de mero (*Epinephelus morio*) de la sonda de Campeche, México. En: D Flores-Hernández, P Sánchez-Gil, JC Seijo y F Arreguín-Sánchez (eds.). *Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México*. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX, Serie Científica 7, pp: 307-332.
- BÉNÉ C y A Tewfik. 2001. Fishing effort allocation and fishermen's decision making process in a multi-species small-scale fishery: analysis of the conch and lobster fishery in Turks and Caicos Islands. *Human Ecology* 29: 157-186.
- BRANCH TA, R Hilborn, AC Haynie, G Fay, L Flynn, J Griffiths, KN Marshall, JK Randall, J Scheuerell, EJ Ward y M Young. 2006. Fleet dynamics and fishermen behavior: lessons for fisheries managers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63: 1647-1668.
- BRULÉ T, C Dénél, T Colas-Marrufo y M Sánchez-Crespo. 1999. Red grouper reproduction in the Southern Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society* 128: 385-402.
- BUESA RJ. 1978. La captura máxima permisible con función de la relación producción/generaciones anuales. Primer Foro Científico. MIP/CIP Cuba.

- BURGOS-ROSAS R y M Pérez-Pérez. 2006. Mero (*Epinephelus morio*). En: F Arreguín-Sánchez L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-Humarán, R Solana-Sansores y C Rangel-Dávalos (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y Manejo*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, pp: 503-521.
- BURGOS-ROSAS R, K Cervera-Cervera, RW Mena-Aguilar, JC Mena-González, JC Espinoza-Méndez, M Pérez-Pérez, EF Cob-Pech y SA Mena-González. 2008. Investigación biológico-pesquera de recursos demersales de escama del Banco de Campeche 2008. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera del Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 30p.
- BURGOS-ROSAS R, M Pérez-Pérez, RW Mena-Aguilar, K Cervera-Cervera, EF Cob-Pech, JC Espinoza-Méndez, SA Mena-González y JC Mena-González. 2009. Evaluación de la pesquería de mero del Golfo de México 2009. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera del Atlántico. Instituto Nacional de Pesca. 33p.
- CORONADO CEV. 2010. Análisis comparativo de las operaciones de pesca de tres flotas que inciden sobre el recurso mero rojo y especies asociadas en Yucatán. Tesis de Maestría. Departamento de Recursos del Mar. CINVESTAV-Mérida, Instituto Politécnico Nacional. 102p.
- COCHRANE KL, DS Butterworth, JAA De Oliveira y BA Roel. 1998. Management procedures in a fishery based on highly variable stocks and with conflicting objectives: experiences in the South African pelagic fishery. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 8: 177-214.
- CONTRERAS M, R Valdés, V Moreno, R Burgos, S Nieto y J Pol. 1993. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio* Val. 1828) en el Banco de Campeche 1991-1992. SEPESCA, INP, CRIP-Yucalpetén, Méx., MIP, INP, CIP-La Habana, Cuba. Documento interno. 36p.
- DENNEY NH, S Jennings y JD Reynolds. 2002. Life-history correlates of maximum population growth rates in marine fishes. *Proceedings of the Royal Society of London B* 269: 2229-2237.
- DOF. 2009. Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESQ-2007, Para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas, en aguas de jurisdicción federal del litoral del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación. México. 24 de marzo de 2009.
- DOI T, D Mendizabal y M Contreras. 1981. Análisis preliminar de la población de mero (*Epinephelus morio* Valenciennes 1824) en el Banco de Campeche. *Ciencia Pesquera* 1: 1-15.
- FROESE R y A Proelß. 2010. Rebuilding fish stocks no later than 2015: will Europe meet the deadline? *Fish and Fisheries* 11: 194-202.
- FUENTES D y M Contreras. 1986. Situación de la pesquería del mero *Epinephelus morio* en Yucatán. Análisis 1985. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. Instituto Nacional de la Pesca.
- 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. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Yucalpetén. Instituto Nacional de la Pesca.
- GIMÉNEZ-HURTADO E, V Moreno, R Burgos y S Alfonso. 2003. Reproducción y fecundidad de la cherna americana (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche. *Oceánides* 18(1): 13-21.

- GIMÉNEZ-HURTADO E, R Coyula-Pérez-Puelles, SE Lluch-Cota, AA González-Yañez, V Moreno-García y R Burgos-Rosas. 2005. Historical biomass, fishing mortality, and recruitment trends of the Campeche Bank red grouper (*Epinephelus morio*). *Fisheries Research* 71: 267-277.
- GÓMEZ V. 2005. México y sus recursos pesqueros ante el tratado de libre comercio. Secretaría de Economía. Consulta en línea: julio 2005. http://www.economia.gob.mx/pics/p/p1976/pesca_final.pdf
- GONZÁLEZ P, S Zupanovich y H Ramis. 1974. Evaluación de los niveles de explotación de la cherna americana en el Banco de Campeche. *Res. de inv. INP, CIP-La Habana, Cuba*. Mayo/74. 1: 172-175.
- HERNÁNDEZ A. 2003. Fisheries economics of marine protected areas: The case of the red grouper fishery in Yucatan, Mexico. Tesis de Doctorado en Filosofía (Ph. D.). Facultad de la Universidad de Delaware. Colegio de Estudios Marinos y de la Tierra. 105p.
- HERNÁNDEZ A y W Kempton. 2003. Changes in fisheries in Mexico: effects of increasing scientific inputs and public participation. *Ocean and Coastal Management* 46: 507-526.
- HERNÁNDEZ A y JC Seijo. 2003. Spatial distribution analysis of red grouper (*Epinephelus morio*) fishery in Yucatan, Mexico. *Fisheries Research* 63: 135-141.
- HERNÁNDEZ A, P Arceo, C Monroy, V Moreno y M Garduño. 2000. The Mexico case study: red grouper (*Epinephelus morio*) fishery in Yucatan, Mexico. 141-168.
- HILBORN R. 2007. Defining success in fisheries and conflicts in objectives. *Marine Policy* 31: 153-158.
- HILBORN R, JJ Maguire, AM Parma y AA Rosenberg. 2001. The precautionary approach and risk management: can they increase the probability of success in fisheries management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 99-107.
- HUTCHINGS J. 2000. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature* 406: 882-885.
- HUTCHINGS J y J Reynolds. 2004. Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. *BioScience* 54(4) www.phisigasociety.org
- KLIMA EF. 1976. *An assessment of the fish stocks and fisheries of the Campeche Bank*. WECAF Studies. 5 FAO, Rome. 24p.
- LÓPEZ-ROCHA JA y F Arreguín-Sánchez. 2007. Seasonal patterns of movement of the red grouper *Epinephelus morio* on the north continental shelf of Yucatan Peninsula, Mexico. *Proceedings of the 60th Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 5-9: 327-334.
- LÓPEZ-ROCHA JA, O Albañez-Lucero, F Arreguín-Sánchez y JA de Anda-Montañez. 2009. Analysis of the spatial and seasonal variation in catchability of red grouper, *Epinephelus morio* (Valenciennes 1828), in the Campeche Bank before overfishing (1973-1977). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44: 751-761.
- MOE MA. 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. 1998. Análisis bio-económico de la pesquería del mero (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche bajo condiciones de riesgo incertidumbre. Tesis de Maestría, CINVESTAV, Unidad Mérida, Yucatán, México.
- MONROY C. 2010. Estrategias de pesca y asignación del esfuerzo pesquero de la flota de mediana altura de Yucatán: Implicaciones en el manejo. Tesis de Doctorado, CINVESTAV, Unidad Mérida, Yucatán, México.
- MONROY C, S Salas y J Bello. 2010. Dynamics of fishing gear and spatial allocation of fishing effort in a multispecies fleet. *North American Journal of Fisheries Management* 30: 1187-1202.

- MONROY C, V Moreno, A Hernández y M Garduño. 2000. Mero (*Epinephelus morio*). En: MÁ Cisneros-Mata, LF Beléndez-Moreno, E Zárate-Becerra, MT Gaspar-Dillanes, LC López-González, C Saucedo-Ruíz y J Tovar-Ávila (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, pp: 587-614.
- MORENO VG, A Hernández F, M Contreras, R Burgos, JE Giménez y S Nieto. 1997. Informe de investigaciones conjuntas México-Cuba sobre el mero (*Epinephelus morio* Valenciennes 1828) en el Banco de Campeche, 1958-1996. Documento interno. CRIP-Yucalpetén. INP, México. INP. CIP. La Habana, Cuba. México.
- MORENO VG, M Contreras, R Burgos, 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, 1995. Convenio de Pesca México-Cuba. Documento interno. CRIP-Yucalpetén INP, SEPESCA, México, CIP/MIP, Cuba. 26p.
- PEDROZA C y S Salas. 2010. Responses of the fishing sector to transitional constraints: From reactive to proactive change, Yucatan fisheries in Mexico. *Marine Policy* 35: 39-49.
- PITCHER TJ. 1993. Decision making by commercial fishermen: a missing component in fisheries management? En: T Pitcher y R Chuenpagdee (eds.). *Fisheries Centre Research Report*. University of British Columbia 1: 75.
- RIVAS LR. 1970. The red grouper of the Gulf of Mexico. *Commer. Fish.* 32(18): 24-30.
- RODRÍGUEZ A, E Valdés-Muñoz y R Valdés. 1984. *Lista de nombres científicos y comunes de peces marinos cubanos (Nomenclator)* CIP: MIP. La Habana Cuba. 82p.
- RODRÍGUEZ HS. 1994. Determinación de la edad y el crecimiento del mero (*Epinephelus morio* Valenciennes) mediante la lectura de otolitos y cuatro métodos basados en frecuencias de longitudes. Tesis de Maestría en Biología Marina. Universidad de La Habana, Cuba.
- SADOVY Y. 1996. Reproduction of reef fishery species. En: NVC Polunin y CM Roberts (eds.). *Reef fisheries*. Chapman and Hall, London.
- SAGARPA. 2004. Anuario Estadístico de Yucatán. Edición 2004. Pesca. Población dedicada a la pesca. www.diputados.gob.mx/USIEG/anuarios/yucatan/Pesca.xls
- SAGARPA. 2006. Carta Nacional Pesquera. SAGARPA. www.conapesca.sagarpa.gob.mx
- SAGARPA. 2007. Anuario Estadístico de Pesca 2007. SAGARPA, CONAPESCA, México. Edición electrónica.
- SAGARPA. 2011. Carta Nacional Pesquera. SAGARPA. www.conapesca.sagarpa.gob.mx
- SAGARPA. 2012. Registros estadísticos. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Delegación Federal en Yucatán. Subdelegación de Pesca. Departamento de Administración de Pesquerías.
- SALAS S y D Gaertner. 2004. The behavioral dynamics of fishers: management implications. *Fish and Fisheries* 5: 153-167.
- SALAS S, G Mexicano y MA Cabrera. 2006. ¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias. Retos y Perspectivas. CINVESTAV. Mérida. Yucatán. 97p.
- SALAS S, MA Cabrera, LE Palomo, F Bobadilla, PH Ortega, E Torres-Irineo, T Brulé, M Sánchez-Crespo, T Colas-Marrufo, E Díaz-Pérez y E Bello-Godínez. 2008. Plan de manejo y operación del comité de administración pesquera de escama y pulpo. CINVESTAV. Mérida. Yucatán.
- SCHAEFER M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.* 1(2): 27-56.

- SEIJO JC. 1986. A comprehensive simulation model of a tropical demersal fishery: red grouper (*Epinephelus morio*) of the Yucatan continental shelf. Tesis de Doctorado. Michigan State University. 210p.
- SEIJO JC. 2007. Estimación de riesgo de exceder puntos de referencia límite por sobrecapacidad del esfuerzo en pesquerías secuenciales: la pesquería de mero (*Epinephelus morio*), de la plataforma continental de Yucatán. En: M Agüero (ed.). *Capacidad de pesca y manejo en América Latina y el Caribe*. FAO Fisheries Technical Paper No. 461. Rome.
- SHAPIRO DY. 1987. Reproduction in groupers. En: JJ Polovina y S Ralston (eds.). *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Boulder, Colorado, pp: 295-327.
- SMITH CL. 1961. Synopsis of biological data on groupers (*Epinephelus* and allied genera) of the western North Atlantic. *Fish. Biol. Synopsis* 23: 1-61.
- SOLÍS M. 1970. The red grouper fishery of Yucatan peninsula, Mexico. *Proceedings of Gulf Caribbean Institute* 22: 122-129.
- VALDÉS E y G Padrón. 1980. Pesquerías de palangre. *Revista Cubana de Investigación Pesquera* 5(2): 3-52.
- 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, 1991. Convenio de Pesca México-Cuba. Documento interno. CRIP-Yucalpetén, INP, SEPESCA, México, CIP/MIP, Cuba. 21p.
- VALDÉS R, V Moreno, S Nieto, ME 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. Documento interno. CRIP-Yucalpetén, INP, SEPESCA, México, CIP/MIP, Cuba. 21p.
- WALTERS C y JF Kitchell. 2001. Cultivation/depensation effects on juvenile survival and recruitment: Implications for the theory of fishing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 39-50.
- WILEN JE. 2004. Spatial management of fisheries. *Marine Resource Economics* 19: 7-21.

Planes de Manejo Pesquero

Plan de Manejo Pesquero de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

Patricia Carrillo-Alejandro, Luis Francisco Javier Beléndez-Moreno, Cecilia Quiroga Brahms, Alejandro González-Cruz, Ma. Guadalupe Gómez-Ortiz, Margarita Medellín-Ávila, Alma Soledad Leo-Peredo, Érik Márquez-García, J de Jesús Villanueva-Fortanelli, María del Refugio Castañeda-Chávez, Fabiola Lango-Reynoso, Itzel Galaviz-Villa, Juan Manuel Soto-Alva, Alma Delia Ríos-Massé, Olga Palomino-Ramírez, Gonzalo Martínez-Pérez, Brenda Yaneet Rangel-Arteaga, Guadalupe Pantoja-Yepez, Leobardo García-Solorio, Guillermo Acosta-Barbosa, Juan Balderas-Téllez, Rodolfo Arteaga-Peña, José Antonio González-Rangel, José Luis Gómez-Jiménez, Enrique Conde-Galaviz, Luis Enrique Martínez-Cruz y Luz María Pantoja-González

CARACTERIZACIÓN

En la zona costera del Golfo de México y el mar Caribe, como sucede en muchas partes del país y del mundo, la contribución de la pesca al desarrollo de las comunidades se ha visto afectada por el deterioro de los ecosistemas acuáticos, generado por las actividades antropogénicas a lo largo de las cuencas hidrológicas, así como por el aprovechamiento desmedido de los recursos pesqueros que, a su vez, se originan por diversas causas, como el crecimiento demográfico y la cultura ambiental deficiente en la sociedad en su conjunto.

El debilitamiento de la participación de la pesca en la seguridad alimentaria y en la generación de empleos ha disminuido las oportunidades de desarrollo en las zonas ribereñas, lo cual se ve reflejado en las condiciones de vida cada vez más precarias

de los pescadores y sus familias. En este contexto, para el desarrollo sustentable de las zonas costeras se considera estratégico realizar acciones para frenar el deterioro y promover la recuperación de las condiciones ambientales y productivas de las lagunas costeras, y de esta forma asegurar la permanencia de la actividad pesquera en estos sitios, a la vez contribuir al mejoramiento de las pesquerías marinas que tienen conectividad con las lagunas en alguna fase del ciclo de vida de las especies. Bajo la premisa de que la permanencia de los servicios ambientales y la biodiversidad desempeñan un importante papel para la calidad de vida de la población que habita en el entorno.

En la zona litoral del Golfo de México, una de las lagunas costeras de mayor importancia pesquera es la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, con alta producción de ostión americano; es importante mencionar que el estado de Veracruz tiene el primer lugar nacional en la producción de este molusco, seguido por Tabasco. Sin embargo, la zona registra problemas importantes, como son la calidad del agua y de los sedimentos, que afectan el desarrollo de las comunidades bióticas, en particular de los recursos pesqueros. Asimismo, se observan conflictos generados por la propia actividad, tales como la pesca ilegal, la infraestructura inadecuada, desarrollo tecnológico deficiente y la falta de capacitación.

Ante esta situación, el gobierno del estado de Veracruz, de Ignacio de la Llave, en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), por medio de la Subdelegación de Pesca, en el seno del Consejo Estatal de Pesca y Acuacultura Sustentables, acordaron con la Federación Regional de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera de la zona Norte del Estado de Veracruz, la realización del Plan de Manejo Pesquero (PMP) de la Laguna Pueblo Viejo. El Instituto Nacional de Pesca tuvo a su cargo la coordinación del proyecto, contando para ello con la colaboración del Instituto Tecnológico de Boca del Río, así como de un equipo multidisciplinario, para la realización de diversos estudios que se llevaron a cabo en las diferentes etapas del proceso.

Los trabajos estuvieron enmarcados en las disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPA), especialmente en los artículos 4º, Fracción XXXVI, que define el Plan de Manejo Pesquero como el conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable; basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella. Y en el artículo 36 que establece que para los fines y objetivos de la ley, se reconocen como instrumentos de la política pesquera, los planes de manejo pesquero, además de los programas de ordenamiento pesquero y de las concesiones y los permisos.

Por ello, para la formulación del PMP se utilizó el enfoque metodológico propuesto por la FAO (2006), en el que se consideró en la medida de lo posible el ecosistema y no únicamente a las especies objetivo, sobre todo porque la actividad afecta también a otras comunidades que lo integran; asimismo, las especies sujetas a aprovechamiento

se ven impactadas por la pérdida de hábitats resultado de la contaminación y el deterioro de comunidades vegetales nativas, tales como el manglar; además, es necesario considerar a los seres humanos como parte integrante del ecosistema, por lo que deben ser contemplados los intereses de la población que vive de la actividad pesquera.

Con esta base, el área de estudio analiza integralmente factores ambientales, biológicos, sociales, pesqueros y económicos, enmarcando la caracterización y diagnóstico de la laguna y sus recursos, con lo que se integró la propuesta de manejo pesquero de la Laguna Pueblo Viejo, concensada con las dependencias de los tres órdenes de gobierno, identificadas como responsables de la aplicación de políticas públicas en la zona, que deberán estar alineadas para asegurar la instrumentación del PMP, y con ello transitar hacia la sustentabilidad.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización geográfica

Para la determinación del polígono de actuación del PMP de la Laguna Pueblo Viejo se tomaron en consideración los siguientes criterios:

- Localización de las áreas de desembarque de las sociedades cooperativas de producción pesqueras que cuentan con permiso para la pesca comercial en la laguna.
- Municipios y localidades que inciden en el uso y el aprovechamiento de la laguna tanto geográfica como socialmente.
- Límites fisiográficos, en este caso se consideraron los parteaguas y escurrimientos que están directamente relacionados con el funcionamiento hidrológico de la laguna.

El polígono de actuación se ubica en tres municipios; la mayor porción se localiza en los municipios Pueblo Viejo y Tampico Alto, y una pequeña parte de Ozuluama, Veracruz, en la denominada Región Huasteca (Fig. 1). Ocupa una superficie total de 62 954 ha, de las cuales 8 870 ha corresponden al cuerpo de la laguna, y el resto a espacios inundables o terrestres; al norte limita con el río Pánuco, que establece la frontera de los estados de Veracruz y Tamaulipas; al este están los puntos más altos, determinados de acuerdo con las curvas de nivel, coincidentes en muchos puntos con la carretera federal 180; al sur se sigue el trazo del río Tamacuil y algunos de los escurrimientos que lo alimentan, y al oeste se retoman nuevamente los puntos altos de algunos lomeríos, hasta regresar nuevamente al Pánuco.

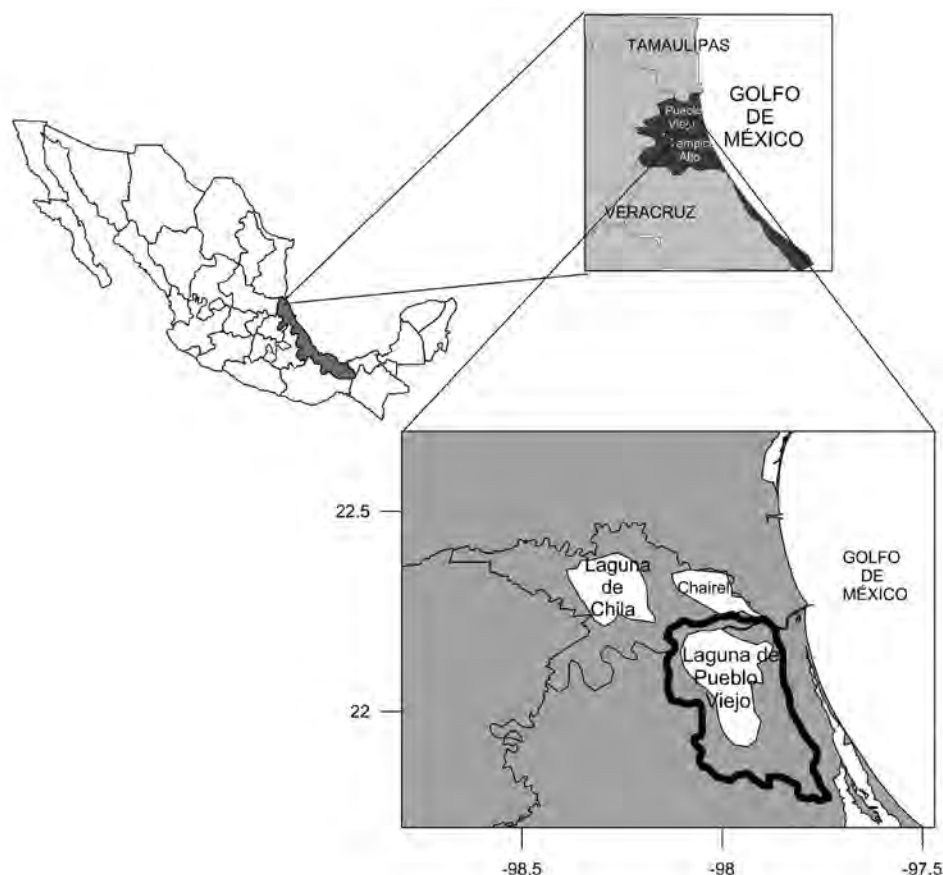


Fig. 1. Localización geográfica y demarcación política de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz.

El municipio de Pueblo Viejo, Veracruz, se ubica en la zona norte del estado, en la parte llana de la Huasteca, en las coordenadas $22^{\circ} 11' N$ y $97^{\circ} 50' O$, a una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar (msnm). Limita al norte y al oeste con el estado de Tamaulipas y con el río Pánuco, al este con el Golfo de México, al sur con Tampico Alto. Tiene una superficie de 286.24 km² cifra que representa 0.39% del total del estado.

El municipio de Tampico Alto se localiza en las estribaciones de la zona costera de la Huasteca, en las coordenadas $22^{\circ} 07' N$ y $97^{\circ} 48' O$, a una altura de 20 msnm. Limita al norte con el municipio de Pueblo Viejo, al este con el Golfo de México, al sur con Ozuluama y al oeste con el río Pánuco. Tiene una superficie de 1 027.35 km², cifra que representa 1.41% total del estado. Cabe mencionar que no se presentan datos del municipio de Ozuluama debido a que en la parte incluida en el polígono se trata de una porción pequeña, y no se ubica ninguna localidad pesquera.

En el polígono de actuación, el terreno es predominantemente plano con algunas elevaciones al oriente y al poniente de la laguna, conformando una cadena de lomeríos. Los intervalos altimétricos utilizados para diferenciar la orografía se hallan cada cinco metros debido a que las variaciones altitudinales son muy cortas. El punto más

alto dentro del área de estudio es de 190 msnm, y el más bajo a 10 msnm; entre las elevaciones principales destacan: el cerro Ojo de Agua y el cerro Cortado, localizados al oeste del polígono y cercanos al río Pánuco. El área inundable se localiza en el perímetro sur de la laguna y en el margen del río Tamacuil.

En cuanto a la fisiografía, la Laguna Pueblo Viejo se localiza en la provincia fisiográfica denominada Planicie Costera del Golfo, que a su vez comprende parte de la subprovincia de la Costa Baja, dentro de esta provincia es posible identificar distintas formas del relieve.

Por lo que se refiere a las unidades geológicas, el procedimiento para delimitarlas consideró la interpretación de ortofotos digitales, comparación de información obtenida con base topográfica y carta geológica y, finalmente, procesamiento y análisis con el Sistema de Información Geográfica (SIG). Se consideraron tres variables que caracterizan a la geometría del relieve: pendiente, altitud media y altura relativa. Se distinguen tres grandes unidades:

- Lomerío medio, que ocupa porciones onduladas dentro del territorio con alturas relativas mayores a los 50 msnm.
- Lomerío bajo, con alturas relativas mayores a 10 msnm.
- Planicies aluviales, que sobresalen por ocupar la mayor parte del territorio; son notorias por tener una pendiente muy suave que alberga los usos de suelo ganaderos y agrícolas; además ocupan la porción inundable que está relacionada con la Laguna Pueblo Viejo y el río Tamacuil.

Las unidades geológicas que se registran en la zona son la Lutita-arenisca y Aluvial, las cuales corresponden al Terciario Inferior y al Cuaternario, respectivamente.

Clima

Para determinar el clima de la zona de estudio se tomaron como referencia cuatro estaciones climatológicas cercanas a la ciudad de Tampico (Tabla 1). De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1988), el clima de la zona es Aw, cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Tabla 1
Estaciones climatológicas

<i>Clave de la estación</i>	<i>Estación (Localidad)</i>	<i>Tipo de clima</i>
28-028	Ciudad Madero	Aw ₀ (w) (e) w"
28-055	Tampico	Aw ₀ (e) w"
30-141	Villa Cuauhtémoc	Aw ₀ (i') w"
30-234	Tamos	Aw ₁ (e) w"

Ciudad Madero: Presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una precipitación total anual de 927.7 mm, 4.4% se registra durante el invierno. Es un clima extremoso con oscilaciones térmicas que varían 9.2 °C, y canícula en verano, es decir, la época de lluvias es interrumpida por una época de secas corta durante el verano, particularmente en agosto. La temperatura promedio anual es 24.2 °C, la temperatura promedio del mes más frío es 19 °C, en enero, y la del mes más cálido 28.2 °C, en julio y agosto.

Tampico: Registra un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación total anual es 988.7 mm. El clima es extremoso con variaciones térmicas de 9.7 °C. Presenta canícula en verano, a finales de julio y durante agosto. La temperatura promedio anual es 24.2 °C, la temperatura promedio del mes más frío es 18.5 °C, en enero, y la del mes más cálido 28.2 °C, en agosto.

Villa Cuauhtémoc: Cálido subhúmedo con lluvias en verano. La precipitación total anual es 867 mm. El clima tiene poca oscilación térmica, varía 5.1 °C. Presenta canícula en verano, en los meses de julio y agosto. La temperatura promedio anual es 28.1 °C, la temperatura promedio del mes más frío es 25.6 °C, en diciembre, y la del mes más cálido, 30.8 °C, en agosto.

Tamos: Se registra un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad intermedia. La precipitación total anual es 1 142.8 mm. Es un clima extremoso, pues la oscilación térmica es 10.3 °C. Presenta canícula en verano, en los meses de julio y agosto. La temperatura promedio anual es 24.5 °C, la temperatura promedio del mes más frío es 18.1 °C, en enero, y la del mes más cálido es 28.5 °C, en agosto.

Los mapas de efectos climáticos generados por INEGI-IMTA (2001) registran dos temporadas para la zona de estudio: de mayo a octubre toda la zona tiene un comportamiento homogéneo, con un intervalo de precipitación pluvial temporal entre 900 mm y 1 000 mm; sin embargo, de noviembre a abril se identifican dos áreas climáticas, las porciones centro y norte del área de estudio se caracterizan por tener una precipitación pluvial temporal entre los 150 mm y 200 mm, mientras que al sureste se puede identificar una zona ligeramente más húmeda con precipitación pluvial temporal de 200 mm a 250 mm. Los vientos regionales circulan en dirección este-oeste.

Hidrología

La Laguna Pueblo Viejo está ubicada en la Región Hidrológica 26 Pánuco, en la cuenca A y subcuenca *a*, ambas del mismo nombre. La cuenca del río Pánuco se caracteriza por tener un sistema fluvial que va de oeste a este, con una extensión de 510 km a lo largo de varias entidades: el Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz y Tamaulipas. El área de la cuenca del río Pánuco es 88 811 km², y la precipitación anual va de 0 mm a 4 000 milímetros.

El río Pánuco nace artificialmente en la cuenca de México, en el Gran Canal del Desagüe de la Ciudad de México que sale de la cuenca por el túnel de Tequixquiac

(obra artificial), y descarga en el río Salado. El río Cuautitlán, que nace también en la cuenca de México en su parte oeste, es otro de los formadores del río Pánuco, ya que al salir de ella por el Tajo de Nochistongo (obra artificial), se une al río Salado dando origen al río Tula, que posteriormente recibe el nombre de río Moctezuma y, finalmente, el de río Pánuco. Entre sus principales afluentes están los ríos San Juan del Río, Victoria o Extorax, Amajac, Tempoal, Tamuín y Guayalejo o Tamesí.

En la cuenca del río Pánuco se han construido varias obras de aprovechamiento, entre ellas las presas de Endhó en el río Tula, Guadalupe en el río Cuautitlán, Zimapán en el río Moctezuma y varias de menor capacidad de almacenamiento; todas ellas con fines de riego y control de avenidas y, en el caso de la de Zimapán, para generación de energía eléctrica. También existen varios distritos de riego, entre los más importantes destacan el Mante en Tamaulipas, San Juan del Río en Querétaro y Tula en Hidalgo. El río Pánuco es uno de los ríos cuyas aguas se encuentran altamente contaminadas.

Considerando que las cuencas hidrológicas son las unidades básicas de gestión de los recursos hídricos, y para organizar la administración y la preservación de las aguas nacionales, el país se ha dividido en 13 regiones hidrológico-administrativas (RHA), formadas por agrupaciones de cuencas, respetando los límites municipales para facilitar la integración de la información socioeconómica y ecológica.

La Laguna Pueblo Viejo se ubica en la Región Hidrológica Administrativa del Golfo Norte, que abarca los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro, y tiene una superficie total de aproximadamente 136 232 kilómetros cuadrados.

DIAGNÓSTICO

Calidad del agua

Con el propósito de determinar la calidad fisicoquímica y biológica del agua de la Laguna Pueblo Viejo, se establecieron cinco sitios de muestreos en zonas consideradas de alto impacto antropogénico (Tabla 2 y Fig. 2).

Tanto las muestras de agua como las de ostión se colocaron en hieleras a 5 °C para su conservación, previo etiquetado para el control de los datos. Los sitios de muestreo se ubicaron geográficamente con un GPS (Global Positioning System). Los muestreos se realizaron siguiendo los lineamientos generales y recomendaciones de la Norma Mexicana NMX-AA-014-1980 para el muestreo en cuerpos receptores de aguas superficiales, con el fin de determinar sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

Las muestras de agua, sedimentos y ostión obtenidas de cada sitio de muestreo, se transportaron al laboratorio del Instituto Tecnológico de Boca del Río, donde se preservaron y prepararon para el análisis correspondiente. En la *tabla 3* se muestran los

contaminantes químicos y biológicos analizados en agua, así como los métodos utilizados. Para el caso de los análisis de metales pesados en sedimentos se utilizó como referencia CEM (1998), Standard Methods (1998), y para el estudio de contaminantes biológicos en ostión la referencia fue la NOM-031-SSA1-1993 (DOF 1993).

Los resultados obtenidos de los contaminantes químicos y biológicos en las muestras de agua, sedimentos y ostión se procesaron en una base de datos y se estudiaron estadísticamente por medio de un Análisis de Varianza (ANAVA) y una prueba de comparación de medias LSD, con el paquete STATISTICA versión 6.

Tabla 2

Sitios de muestreo y ubicación geográfica en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

No.	Sitios de muestreo	Ubicación (Zona UTM 14)
1	Frente río Tamacuil	617668E y 2443622.89W
2	Frente al Ciruelo	616588.84E y 2448572.16W
3	Isla Grande	613482.11E y 2420302.24W
4	Frente a Palma Sola (La Palma)	610176.89E y 2451874.00W
5	Frente a Punta Buda	618792.88E y 2452617W

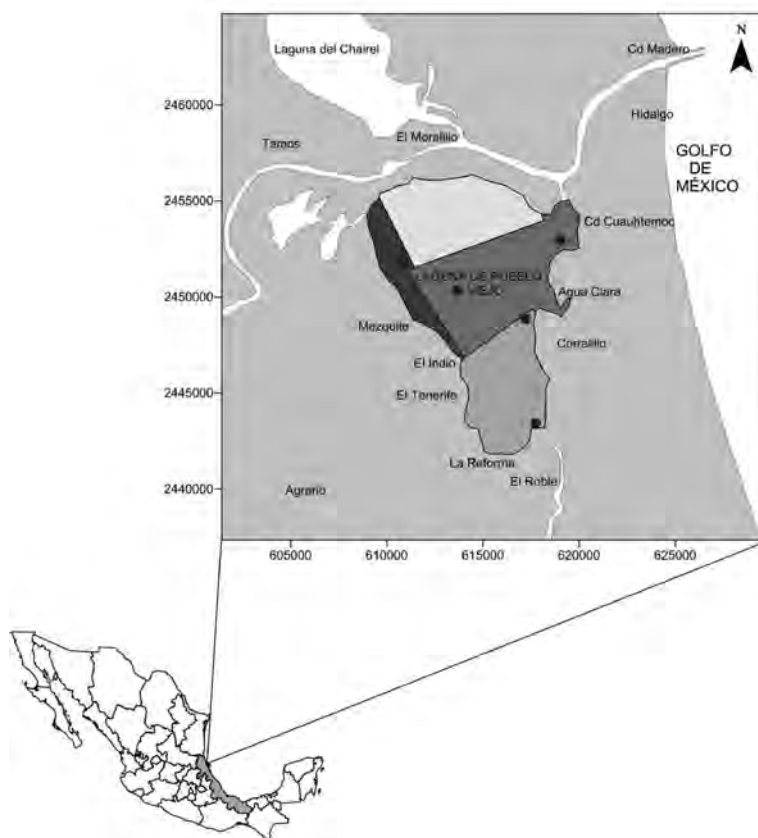


Fig. 2. Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Los círculos indican la ubicación de los sitios de muestreo.

Los muestreos se realizaron durante las épocas de lluvias y “nortes” del año 2008; de cada sitio seleccionado se obtuvieron muestras de agua superficial (0 cm a 20 cm aprox.) por triplicado, usando frascos de plástico para los análisis químicos y bolsas estériles para los bacteriológicos. En la época de lluvias se presentaron condiciones de cielo nublado para cada sitio de muestreo, mientras que en la época de “nortes”, únicamente en los sitios de muestreo 3 y 4 hubo condiciones medio-nubladas.

Tabla 3
Contaminantes químicos y biológicos analizados en agua
y métodos de prueba utilizados

<i>Parámetro de la calidad de agua</i>	<i>Referencia</i>
Grasas y aceites	NMX-AA-005-SCFI-2000
Nitritos	NMX-AA-099-SCFI-2006
Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001
Amonio	NMX-AA-026-SCFI-2001
Fenoles	NMX-AA-050-SCFI-2001
Detergentes	NMX-AA-039-1980
Turbidez (turbiedad)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Fosfatos (fósforo total)	NMX-AA-029-SCFI-2001
Sólidos disueltos totales	NMX-AA-034-SCFI-2001
Metales pesados	NMX-AA-051-SCFI-2001
Coliformes totales y fecales	PROY-NMX-AA-042-SCFI-2005
Enterococos	SSA y COFREPI (2004)

Parámetros fisicoquímicos

De las variables fisicoquímicas del agua, la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto y el pH se registraron *in situ*; los resultados se presentan en la *tabla 4*.

La temperatura del agua en los sitios de muestreo no presentó variaciones importantes en cada una de las épocas: lluvias (30.1 °C a 30.8 °C) y “nortes” (19 °C a 20.8 °C). Mientras que entre cada época, la temperatura del agua mostró en promedio una diferencia de 10.8 °C.

La salinidad del agua de la Laguna Pueblo Viejo depende en gran medida de la dilución debida al aporte de agua del río Pánuco y de los diversos arroyos que ahí desembocan. En el sitio 1 (frente al río Tamacuil) se registraron los valores más bajos, con 3.2 UPS y 1.2 UPS (unidades prácticas de salinidad) para la época de lluvias y “nortes”, respectivamente; mientras que los más altos se registraron en los sitios 4 y 5, con 5.0 UPS y 3.8 UPS, respectivamente.

Con respecto al oxígeno disuelto (OD), presentó similitud con las variaciones de la salinidad: valores bajos en el sitio 1 (5.6 mg · l⁻¹ y 3.9 mg · l⁻¹, lluvias y “nortes”) y

valores altos en los sitios 4 y 5 ($7.6 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ y $5.0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$), respectivamente. Lo anterior refleja que a mayor salinidad, mayor concentración de OD, y viceversa.

El pH se mantuvo por encima de 8, con el valor más alto (8.7) en el sitio 3 (Isla Grande) en la época de lluvias. En la época de “nortes” se presentó el valor más alto con 8.8 en el sitio cuatro.

Tabla 4

Variables fisicoquímicas registradas en agua en los sitios de muestreo en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

Época	Sitio	Temperatura (°C)	Salinidad (UPS)	Oxígeno ($\text{m} \cdot \text{gl}^{-1}$)	pH	Condiciones de cielo
Lluvias (junio, julio, agosto, septiembre, octubre)	1	30.3	3.2	5.6	8.4	Nublado
	2	30.3	4.0	6.3	8.0	Nublado
	3	30.7	3.8	6.4	8.7	Nublado
	4	30.1	5.0	7.6	8.6	Nublado
	5	30.8	4.6	7.1	8.1	Nublado
“Nortes” (noviembre, diciembre, enero y febrero)	1	19.0	1.2	3.9	8.1	Nublado
	2	19.5	2.8	4.7	8.5	Nublado
	3	19.3	3.1	4.9	8.7	Medio nublado
	4	19.3	2.4	4.8	8.8	Medio soleado
	5	20.8	3.8	5.0	8.6	Nublado

Los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua se presentan en la *tabla 5*. Los nitritos, nitratos y amonio se encontraron en mayores concentraciones en la época de lluvias en cada uno de los sitios de muestreo, mientras que los valores de fenoles fueron más altos en la época de “nortes”. Los detergentes fueron más altos en los sitios 1, 4 y 5 en la época de “nortes”; asimismo, los valores de fosfatos, sólidos disueltos, grasas y aceites fueron más altos en “nortes” en todos los sitios de muestreo.

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores medios de nitritos, nitratos, fosfatos y sólidos disueltos totales. Por otra parte, se encontró correlación significativa ($p < 0.05$) entre los valores medios de nitritos y la temperatura ($r = 0.91$), la salinidad ($r = 0.69$) y el OD ($r = 0.85$). Los nitratos presentaron correlación significativa con la temperatura ($r = 0.95$) y el OD ($r = 0.72$). Los fosfatos mostraron relación negativa entre salinidad ($r = -0.64$) y el OD ($r = -0.70$). Asimismo, los fosfatos también mostraron tendencia negativa con la temperatura ($r = -0.89$), la salinidad ($r = -0.71$) y el OD ($r = -0.76$). Por último, los sólidos disueltos totales mostraron correlación negativa sólo con la temperatura ($r = -0.73$).

No se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores medios de turbidez que fluctuó para ambas épocas con valores menores a 30 NTU (Unidad Nefelométrica de Turbidez). Lo que implica que los sitios de muestreo cuentan con visibilidad pero no con una visión total del fondo. Las fluctuaciones dependen de la

materia en suspensión y de la concentración de biomasa planctónica disuelta, dada por las corrientes de agua en época de lluvias, así como por el movimiento de agua en época de “nortes”. Esta transparencia es muy importante por la penetración de la luz y el desarrollo de los procesos fotosintéticos.

Tabla 5

Parámetros de la calidad de agua registrados en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

Época	Sitio	Nitritos (mg·l ⁻¹)	Nitratos (mg·l ⁻¹)	Amonio (mg·l ⁻¹)	Fenoles (mg·l ⁻¹)	*Detergentes (mg·l ⁻¹)	Turbidez (NTU)	Fosfatos (mg·l ⁻¹)	Sólidos disueltos totales (mg·l ⁻¹)	Grasas y aceites (%)
Lluvias	1	0.1	5	0.08	0.3	0.15	29.86	0	10	0.0047
	2	0.1	5	0.09	0.1	0.5	29.78	0.2	15	0.007
	3	0.1	6	0.7	0.1	0.5	29.90	0.2	15	0.0076
	4	0.1	3	0.07	0.1	0.5	29.89	0.1	10	0.0049
	5	0.2	4	0.08	0.1	1	29.92	0.1	13	0.0088
“Nortes”	1	0	0.1	0.01	0.4	0.45	29.97	0.6	20	0.028
	2	0	0.2	0.02	0.2	0.3	29.95	0.4	30	0.045
	3	0	0.1	0	0.2	0.2	29.89	0.7	40	0.09
	4	0	0.3	0	0.1	0.7	29.96	0.5	15	0.23
	5	0	0.1	0	0.3	1.7	29.95	0.3	25	0.045

*Sustancias reactivas al azul de metileno.

Metales pesados

La *tabla 6* incluye los resultados de los metales pesados medidos en las muestras de agua de cada uno de los sitios. No se encontraron diferencias significativas entre los valores medios de los metales pesados entre las dos épocas de muestreo. El mercurio (Hg) se encontró entre valores fuera del límite de detección del equipo ($ND < 0.001 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) hasta $0.02 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. El valor máximo encontrado está fuera del límite máximo permisible (*Tabla 7*) y se registró en el sitio 5 en la época de lluvias, y en las estaciones 1 y 5 en la época de “nortes”.

Tabla 6
Metales pesados ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$) en agua de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Época</i>	<i>Sitio</i>	<i>Hg</i>	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>
Lluvias	1	0.01	ND	0.01	0.4	0.1
	2	0.004	0.003	0.02	0.6	0.03
	3	0.006	0.005	0.01	0.3	0.04
	4	ND	ND	0.04	0.08	0.05
	5	0.02*	0.04	0.01	0.06	0.02
"Nortes"	1	0.02*	0.01	0.008	0.8	0.02
	2	ND	0.02	0.002	0.65	0.01
	3	ND	0.07	0.019	0.2	0.12
	4	ND	0.8	0.7	0.13	0.1
	5	0.02*	0.7	0.19	0.19	0.06

El plomo (Pb) no se detectó en los sitios 1 y 4 en la época de lluvias. Los valores más altos de este metal se encontraron en la época de "nortes" con 0.8 y 0.7 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$; los sitios 4 y 5 estuvieron fuera de los límites que establece la NOM-001-ECOL-1996 (DOF 1997) para la protección de la vida acuática.

Tabla 7
Niveles máximos permisibles de la NOM-001-SEMARNAT-1996 para la protección de la vida acuática (valores promedio mensuales)

<i>Metal</i>	<i>Límite máximo permisible ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)</i>
Hg	0.005
Pb	0.2
Cd	0.1
Cr	0.5
Cu	4.0

Con respecto al cadmio (Cd), se encontraron valores dentro de la NOM-001-SEMARNAT-1996 en la época de lluvias, y niveles de fuera de Norma en los sitios 4 y 5, con 0.7 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ y 0.19 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, respectivamente, en época de "nortes".

El cromo (Cr) presentó valores más altos en la época de "nortes" en la mayoría de los sitios de muestreo; el sitio 2 de la época de lluvias, estuvo fuera de la NOM-001-SEMARNAT-1996 con 0.6 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, mientras que en la época de "nortes", lo estuvieron los sitios 1 y 2, con valores de 0.8 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ y 0.65 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$, respectivamente.

El cobre (Cu) es un metal esencial para la vida acuática; sin embargo, puede llegar a ser tóxico en altas concentraciones y en exposición prolongada. Los valores registrados en los cinco sitios de muestreo fueron bajos y estuvieron dentro de lo que establece la normatividad, por lo que este elemento no representa riesgo para la vida

acuática y la salud del humano por el uso de los recursos de la Laguna Pueblo Viejo. Empero, el Hg, el Pb, el Cd y el Cr, sí representan un peligro para el ecosistema; los valores encontrados de estos elementos indican su procedencia de las actividades humanas que se realizan en las áreas circunvecinas al sistema lagunar, además del aporte de los diversos ríos que desembocan en este cuerpo de agua.

Carga bacteriana

En la *tabla 8* se presentan las concentraciones de coliformes totales, fecales y enterococos. En todos los sitios de muestreo se encontraron bacterias coliformes y enterococos, lo que significa contaminación microbiológica por descargas de agua residuales domésticas y de las actividades agropecuarias. Se encontró mayor presencia de bacterias en la época de lluvias, en todos y cada uno de los sitios de muestreo.

Asimismo, los coliformes totales rebasaron el límite máximo permisible de la NMX-AA-042-SCFI-2005 para la protección de la vida acuática (Tabla 9). Los valores variaron de 186 NMP · 100 ml a 86.8 NMP · 100 ml de coliformes totales. En la época de “nortes” los valores registrados estuvieron dentro de la normatividad, con 49 NMP · 100 ml y 15.6 NMP · 100 mililitros.

Los coliformes fecales se encontraron fuera de la NOM con 171 NMP · 100 ml y 40.8 NMP · 100 ml en época de lluvias; sólo el sitio 4 estuvo dentro de la norma, con 12.8 NMP · 100 ml. En la época de “nortes”, todos los sitios de muestreo estuvieron dentro de la norma, con valores de 11.8 NMP · 100 ml y 4.3 NMP · 100 mililitros.

Por otra parte, las bacterias del género *Enterococcus* se encontraron dentro de los límites permisibles (100 NMP · 100 ml, de acuerdo a la OMS). Sólo el sitio 3 (Frente a Isla Grande) en la época de lluvias presentó valores fuera del límite permisible, con 242.8 NMP · 100 mililitros.

Si bien en la época de “nortes”, los valores en la mayoría de los sitios de muestreo estuvieron dentro de lo que indica la normatividad, estos revelan un aporte importante de bacterias patógenas por fuentes antropogénicas, lo que representa un riesgo sanitario, tanto para la biota acuática, como para el ser humano, por uso del agua o por consumo de organismos como el ostión y especies de escama que en esa laguna se pescan.

Tabla 8

Concentraciones de coliformes totales y enterococos ($\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$) registradas en muestras de agua de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Época</i>	<i>Sitio</i>	<i>Coliformes totales</i> ($\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$)	<i>Coliformes fecales</i> ($\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$)	<i>Enterococcus</i> ($\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$)
Lluvias	1	161.3	84.3	49.8
	2	120.8	40.8	35.0
	3	186.0	171.0	242.8
	4	86.8	12.8	32.0
	5	131.6	45.3	96.6
Nortes	1	43.3	11.8	14.0
	2	24.3	7.5	14.0
	3	49.0	11.3	45.3
	4	15.8	9.3	9.0
	5	15.6	4.3	12.3

Tabla 9

Normatividad de bacterias coliformes en agua

<i>Análisis</i>	<i>Límite máximo permisible (LMP)</i>
Bacterias coliformes totales	70 $\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$
Bacterias coliformes fecales	14 $\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$
<i>Enterococcus</i>	100 $\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$

Clorofila α

Se obtuvieron muestras de agua (de 250 ml a 1 000 ml) en cada sitio de muestreo y se filtraron con membrana millipore 50 μ en botella Nalgene. Los filtros con el material retenido, se mantuvieron a baja temperatura para su transporte al laboratorio. El trabajo en laboratorio consistió en la extracción de clorofila α por medio de acetona a 90% para efectuar su lectura en el espectrofotómetro a 630 nm, 647 nm y 664 nm de longitud de onda. La cuantificación de clorofilas se obtuvo con los valores de absorbancia y la siguiente ecuación:

$$\text{CLO}\alpha (\mu\text{g/l}) = (11.93 \cdot A_{664}) - (1.93 \cdot A_{647}) \cdot \text{vol. extracto (en ml)/vol. filtrado (en litros)}$$

Seston

El método de obtención de muestras para la determinación de seston fue similar al usado para la cuantificación de clorofilas. En el laboratorio, los filtros con el material retenido se colocaron en crisoles a peso constante, con el fin de obtener el peso

húmedo, el peso seco y el peso calcinado, de acuerdo con el método de Grizzle y Morin (1989).

Los cálculos para clasificar el tipo de materia orgánica e inorgánica se realizaron de la siguiente manera:

Seston = Peso del filtro en la primera pesada-peso del filtro sin muestra.

Tripton = Peso del filtro sin muestra-peso del filtro en la segunda pesada.

Plancton = Peso del filtro en la primera pesada-peso del filtro en la segunda pesada.

En la *tabla 10* se presentan los resultados obtenidos de las concentraciones de clorofila α , seston y tripton, en la Laguna Pueblo Viejo. No se encontraron variaciones importantes entre los valores de seston, tripton y plancton en los sitios de muestreo. Sólo los valores de clorofila α presentaron variaciones significativas; la cuantificación menor se registró en el sitio 1 con $24.31 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, mientras que el valor más alto se registró en el sitio 3 con $130.06 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Tabla 10

Concentraciones de seston, tripton, plancton y clorofila α , obtenidas de las muestras de agua de cada uno de los sitios de muestreo. Época de nortes

Sitios	Seston ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Tripton ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Plancton ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Clorofila α ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)
1	0.15	0.07	0.08	24.31
2	0.14	0.06	0.07	28.25
3	0.15	0.07	0.07	130.06
4	0.14	0.07	0.07	28.89
	0.14	0.07	0.08	87.89

Vegetación

Vegetación terrestre circundante

Las comunidades de especies de la flora presentes en la zona circundante de la laguna son: el matorral sarco-crasicaule, matorral sarco-crasicaule con vegetación secundaria, manglar, pastizal cultivado, pastizal inducido, popal-tular, selva baja caducifolia, selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbórea, selva baja caducifolia con vegetación secundaria arbustiva, selva baja caducifolia con vegetación secundaria herbácea, selva baja perennifolia con vegetación secundaria arbórea, vegetación halófila y vegetación introducida urbana.

En la Laguna Pueblo Viejo se presentan las cuatro especies características que constituyen los manglares de México (CONABIO 2009). De acuerdo con Castillo-Rivera (1995), por orden de abundancia se presentan el mangle negro *Avicennia germinans*,

el mangle blanco *Laguncularia racemosa*, el mangle rojo *Rhizophora mangle* y el botoncillo *Conocarpus erectus*, esta última especie está restringida a una pequeña área al este del sistema. En la zona norte, la anchura del manglar oscila entre 40 m y 600 m, con una abundancia proporcional a 1% de *R. mangle*, 5% de *L. racemosa* y 94% de *A. germinans* aproximadamente. En la zona oeste la anchura del manglar oscila entre 40 m y 120 m, con una abundancia proporcional de 16% de *R. mangle*, 29% de *L. racemosa* y 55% de *A. germinans* aproximadamente. La mayor parte del manglar se ha reducido como resultado de la actividad ganadera (potreros) y agrícola (campos de cultivo), y en muchos puntos de la laguna no hay mangle, encontrándose en la orilla zacates y leñosas terrestres (Castillo-Rivera 1995).

En cuanto a la abundancia individual de las especies, hay que señalar que a diferencia de muchos manglares del Golfo de México, en la Laguna de Pueblo Viejo, *R. mangle* es una especie poco abundante, lo que probablemente se debe a que la latitud en que se encuentra el sistema está próxima a los límites septentrionales de distribución de la especie, de 23° N de acuerdo con Rzedowski (1983). En la Laguna Pueblo Viejo, la sucesión espacial característica del manglar (de la orilla hacia tierra adentro), muestra que los primeros 10 m son dominados por orden de abundancia, por *L. racemosa* y *R. mangle*, si bien es posible encontrar eventualmente algunos individuos de *A. germinans*. Desde 10 m hasta donde termina el manglar, domina *A. germinans*, llegándose a encontrar en ocasiones en el límite terminal del manglar, individuos de *L. racemosa* y, muy rara vez, de *C. erectus*.

La vegetación circundante por detrás del manglar la constituye un matorral espinoso abundante tierra adentro, donde dominan sobre todo mezquites y huizaches (*Acacia farnesiana*, *Mimosa* sp., *Prosopis* sp., *P. laevigata*), cornizuelo (*A. cornigera*), tenaza (*Pithecellobium pallens*) y retama (*Parkinsonia aculeata*). Esta última incluso se ha mezclado con el manglar, por lo que llega a estar presente hasta en las isletas de la laguna.

Vegetación acuática y subacuática

La Laguna Pueblo Viejo forma un sistema estuarino-lagunar junto con los ríos Tame-sí y Pánuco. Los ríos la Tapada, Pedernales, la Cuásima, la Puerca y al sur el río Tama-cuil, desembocan en dicha laguna, siendo el último el más importante por su longitud, mientras que los demás ríos tienen influencia sólo en la época de lluvias (Contreras 1993). Debido a esto, hay un ligero gradiente de salinidad que aumenta del extremo sur al extremo norte; así es posible considerar dos subsistemas estuarinos (Castillo-Rivera 2001): uno hacia el sur, que representa un hábitat de mayor influencia dulceacuícola con densos lechos de *Ruppia maritima*, y otro al norte que se tipifica como un hábitat de influencia marina y de sustrato blando, con presencia poco conspicua de vegetación sumergida.

La flora bentónica de la laguna está dominada por la angiosperma *R. maritima*, que es una especie eurihalina, común en ambientes con fuerte oscilación en la salinidad

(De la Lanza y Tovilla 1986). Esta vegetación se distribuye en forma abundante en las partes oeste, este y sur de la laguna; praderas de esta vegetación se empiezan a desarrollar aproximadamente a 5 m de la orilla y alcanzan a tener una anchura cercana a los 35 metros.

Adicionalmente a *R. maritima*, en la Laguna Pueblo Viejo hay microalgas de las familias Chlorophyceae (*Ulothrix flacca*, *Cladophora sericea*, *Enteromorpha flexuosa*) y Rhodophyceae (*Stylonema alsidii*, *Gracilaria verrucosa*, *Polysiphonia atlantica*, *P. subtilissima*). Algunas de estas especies se desarrollan asociadas entre sí y epífitas sobre *R. maritima*.

Fauna acuática

Bentos

Reguero y García-Cubas (1993) registraron en un estudio de la malacofauna en la Laguna Pueblo Viejo, 35 especies pertenecientes a 24 familias, de las cuales 13 son de la clase Gastropoda, y 11 de la clase Bivalvia (Tabla 11).

Respecto a los moluscos, en las zonas con *R. maritima* dominan los gasterópodos *Neritina reclinata* y *N. virginea*, que se alimentan de las algas epífitas que crecen sobre los pastos; por otro lado, los moluscos que prevalecen en la zona sin vegetación sumergida son *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvus*, que pueden competir por espacio y alimento (García-Cubas 1981).

Tabla 11

Familias de las clases Gastropoda y Bivalvia en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz (Reguero y García-Cubas 1993)

<i>Clase Gastropoda</i>	<i>Clase Bivalvia</i>
Neritidae	Arcidae
Hydrobiidae	Noetiidae
Vitrinellidae	Mytilidae
Potamididae	Ostreidae
Calypttracidae	Corbiculidae
Naticidae	Dreissenidae
Thaididae	Cyrenoididae
Nassariidae	Veneridae
Turridae	Mactridae
Pyramidellidae	Tellinidae
Acteonidae	Corbulidae
Acteocinidae	
Physidae	

Los grupos de crustáceos mejor representados son: cirripedios, peracáridos, y decápodos. El cirripedio *Balanus eburneus* se presenta asociado a los bancos de *C. virginica* e *I. recurvus*. Los peracáridos están representados en orden de abundancia por anfípodos, tanaidáceos e isópodos. La mayoría de los anfípodos es de la familia Gammaridae, siendo particularmente abundante *Gammarus mucronatus*. Los anfípodos representan un eslabón importante en la ruta detritívora (Fenchel 1970). Las especies de tanaidáceos más comunes son *Leptochelia rapax* y *Tanais cavolinii* y los isópodos están principalmente representados por el suborden Flabellifera.

Los decápodos en orden de abundancia son: braquiuros, peneidos, carideos y anomuros. Los braquiuros dominantes en el manglar son los cangrejos violinistas *Uca pugilator* y *U. rapax*, y los cangrejos *Goniopsis cruentata* y *Sesarma cinereum*.

En la Laguna Pueblo Viejo también hay cangrejos de la familia Panopeidae (*Panopeus herbstii*), y jaibas (*Callinectes sapidus* y *C. similis*). Los peneidos más comunes son los camarones *Farfantepenaeus aztecus* y *Litopenaeus setiferus* (Contreras 1985, 1993).

Ictiofauna

La ictiofauna registrada en la laguna está compuesta por 83 especies (Tabla 12). Según Castillo-Rivera *et al.* (1997), la mayoría de las familias mejor representadas tiene componentes tropicales característicos, como Ariidae, Gerreidae, Gobiidae; y componentes cálidos templados como Sciaenidae y Clupeidae, lo que concuerda con la posición limítrofe entre las dos grandes regiones zoogeográficas del Atlántico Occidental: la templada cálida (provincia Carolina) y la tropical (provincia Caribeña).

Tabla 12

Especies de peces registradas en la Laguna Pueblo Viejo
(Castillo-Rivera *et al.* 1997, 2002, Zárate-Hernández 2003)

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>
Dasyatidae	<i>Dasyatis sabina</i>
Elopidae	<i>Elops saurus</i>
Ophichthidae	<i>Myrophis punctatus</i> <i>Ophichthus gomesii</i>
Engraulidae	<i>Anchoa hepsetus</i> <i>Anchoa mitchilli</i> <i>Anchovia</i> sp. <i>Cetengraulis edentulus</i>
Clupeidae	<i>Brevoortia gunteri</i> <i>Brevoortia patronus</i> <i>Dorosoma cepedianum</i> <i>Dorosoma petenense</i>
Characidae	<i>Astyanax mexicanus</i>

Tabla 12 (continuación)

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>
Ariidae	<i>Ariopsis felis</i>
	<i>Bagre marinus</i>
	<i>Cathorops melanopus</i>
Synodontidae	<i>Synodus foetens</i>
Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i>
	<i>Porichthys plectrodon</i>
Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i>
	<i>Mugil curema</i>
Atherinopsidae	<i>Membras martinica</i>
	<i>Menidia beryllina</i>
Belonidae	<i>Strongylura marina</i>
	<i>Strongylura notata</i>
	<i>Strongylura timucu</i>
Hemirhamphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>
Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i>
Fundulidae	<i>Fundulus grandis</i>
	<i>Lucania parva</i>
Syngnathidae	<i>Syngnathus louisianae</i>
	<i>Syngnathus scovelli</i>
Centropomidae	<i>Centropomus mexicanus</i>
	<i>Centropomus parallelus</i>
	<i>Centropomus undecimalis</i>
Serranidae	<i>Mycteroperca</i> sp.
Carangidae	<i>Caranx hippos</i>
	<i>Oligoplites saurus</i>
	<i>Selene setapinnis</i>
	<i>Selene vomer</i>
Lutjanidae	<i>Lutjanus griseus</i>
Gerreidae	<i>Diapterus auratus</i>
	<i>Diapterus rhombeus</i>
	<i>Eucinostomus argenteus</i>
	<i>Eucinostomus gula</i>
	<i>Eucinostomus melanopterus</i>
	<i>Eugerres plumieri</i>
Haemulidae	<i>Orthopristis chrysoptera</i>
	<i>Pomadasys croco</i>
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>
	<i>Calamus penna</i>
	<i>Lagodon rhomboides</i>
Cichlidae	<i>Oreochromis</i> sp.

Tabla 12 (continuación)

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>
Sciaenidae	<i>Bairdiella chrysoura</i>
	<i>Bairdiella ronchus</i>
	<i>Bairdiella</i> sp.
	<i>Cynoscion arenarius</i>
	<i>Cynoscion nebulosus</i>
	<i>Cynoscion nothus</i>
	<i>Leiostomus xanthurus</i>
	<i>Micropogonias undulatus</i>
	<i>Micropogonias</i> sp.
	<i>Pogonias cromis</i>
Blenniidae	<i>Chasmodes bosquianus</i>
	<i>Hypsoblennius hentzi</i>
Eleotridae	<i>Eleotris pisonis</i>
	<i>Erotelis smaragdus</i>
	<i>Dormitor maculatus</i>
	<i>Gobiomorus dormitor</i>
Gobiidae	<i>Bathygobius soporator</i>
	<i>Evorthodus lyricus</i>
	<i>Gobioides broussonetti</i>
	<i>Ctenogobius boleosoma</i>
	<i>Gobionellus hastatus</i>
	<i>Ctenogobius shufeldti</i>
	<i>Gobiosoma bosc</i>
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>
Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>
Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i>
Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>
Cynoglossidae	<i>Symphurus civitatum</i>
	<i>Symphurus plagiusa</i>

El número de especies dominantes en la Laguna Pueblo Viejo varía en los diferentes meses del año, siendo *A. mitchilli* la más importante en número en cada uno de los meses. Otras especies que dominan la mayor parte del año son *B. chrysoura* y *M. martinica*. Durante la época de lluvias, de junio a octubre, dominan *D. auratus*, *C. melanopus* y *A. felis*; mientras que en la de secas, de noviembre a mayo, otras especies dominantes son *L. rhomboides*, *B. gunteri* y *M. curema*.

Como se ha observado en otros estuarios tropicales y subtropicales (Warburton 1978, Hook 1991), en la Laguna Pueblo Viejo las lluvias ejercen una influencia positiva sobre la riqueza de especies. Esto se puede deber a que éstas incrementan la descarga de ríos y el escurrimiento, lo que favorece el aporte significativo de materia orgánica alóctona y nutrimentos hacia el sistema, y estimulan las cadenas tróficas de pastoreo (basada en fitoplancton) y de detrito (basada en microherbívoros y detritívoros) (Castillo-Rivera y Zamayoa 1994). De esta manera, durante la época de lluvias aumenta la disponibilidad de recursos tróficos, lo propicia que un mayor número de especies ingrese al sistema a alimentarse.

Lo anterior afecta también la estructura trófica de la comunidad de peces, pues especies que se alimentan de forma fundamental de detrito, como *D. auratus* y *C. melanopus* (Castillo-Rivera 2001), tienden a ser dominantes durante la época lluviosa. Por otro lado, la dominancia en número de *L. rhomboides* y *B. gunteri* en la época seca, está determinada por el reclutamiento a la población adulta dentro del sistema, de un gran número de individuos juveniles de estas especies durante este periodo (Castillo-Rivera y Kobelkowsky 2000, Castillo-Rivera y Zárate-Hernández 2001).

PRINCIPALES RECURSOS PESQUEROS

La actividad pesquera en la Laguna Pueblo Viejo está sostenida por pesquerías artesanales comerciales de ostión, camarón, jaiba y escama. Según los datos de captura del periodo 2000-2008 registrados en la Oficina Federal de Pesca en Ciudad Cuauhtémoc, Veracruz, la pesquería más importante es la de ostión americano *Crassostrea virginica*, siguiendo el camarón de estero *Farfantepenaeus aztecus* y *Litopenaeus setiferus*; cabe señalar que en épocas en que este recurso abunda, los pescadores se dedican a las dos pesquerías. En cuanto a la pesquería de la jaiba, las especies que se explotan son: *Callinectes rathbunae* y *C. sapidus*; principalmente por permisionarios.

En el caso de la captura de escama, se trata de una pesquería subaprovechada, aunque se reportan capturas comerciales. Las principales especies por demanda y valor económico son la lebrancha *Mugil curema*, la lisa *M. cephalus*, la trucha *Cynoscion* sp., el sargo *Archosargus probatocephalus*, el robalo blanco *Centropomus undecimalis*, la tilapia azul *Oreochromis aureus*, la mojarra *Gerres cinereus* y el chucumite *Centropomus parallelus*.

Aspectos biológicos y poblacionales

La descripción de la biología y algunos aspectos poblacionales de las principales especies pesqueras de la Laguna Pueblo Viejo se obtuvo a partir de una revisión bibliográfica y de trabajo de campo que consistió en el registro de biometrías en las áreas de desembarque de las cooperativas pesqueras. A continuación se presenta una descripción de los recursos ostión y de especies de escamas.

Recurso ostión

La especie de ostión sujeta a aprovechamiento en la Laguna Pueblo Viejo es *Crassostrea virginica* (Gmelin 1791); su área de distribución abarca desde Canadá, el Golfo de México y el Caribe; en México se le encuentra en lagunas costeras, esteros y desembocaduras de ríos localizados en los litorales de los estados de Tamaulipas, Veracruz,

Tabasco, y Campeche, donde se explota comercialmente y constituye una de las principales pesquerías de la región (Ruiz-Dura 1978).

Los ostiones son organismos bentónicos y sésiles que se distribuyen en zonas fango-arenosas y también en sustratos sólidos y duros tales como rocas; incluso se desarrollan en raíces de vegetación circundante, como el mangle en condiciones naturales, ya que en condiciones controladas (cultivos) pueden desarrollarse en otro tipo de sustratos. Los ostiones tienen hábitos gregarios y forman las colonias que dan lugar a los bancos ostrícolas, cuyos tamaño, forma y ubicación están determinados, entre otros factores, por la disponibilidad de sustratos duros y la hidrodinámica de las masas de agua. Las tasas de crecimiento y reproducción están condicionadas por factores fisicoquímicos y por la disponibilidad de alimento.

En su morfología externa, el ostión es un molusco bivalvo de simetría bilateral, provisto de una concha externa formada por dos piezas o valvas unidas por un ligamento y producidas a través de un órgano llamado manto, la valva inferior se fija al sustrato o a algún objeto sumergido y está ahuecada para alojar la masa del cuerpo que es la que se consume; la mitad superior de la concha es más pequeña, achatada y delgada. Su coloración, que varía dependiendo del sustrato y las condiciones ecológicas donde se desarrollan, va de un color marrón verdoso a marrón amarillento, pasando por otras tonalidades; en cuanto a la concha, ésta es de textura áspera en su cara externa y lisa por dentro.

El aparato digestivo está adaptado para filtrar agua; se calcula que penetran a la concha 150 litros al día llevando protozoarios, huevecillos, larvas de otros organismos y pequeñas algas que son el alimento del ostión, y los desechos salen con el agua. Su aparato respiratorio está estructurado por branquias de forma laminar que son bañadas por el agua, de la que fijan el oxígeno y luego desprenden el bióxido de carbono que sale cuando el animal la expulsa. Su sistema nervioso es completo, y tiene un corazón formado por un ventrículo. Además, el ostión tiene dos tubos llamados sifones que se encargan de hacer circular el agua dentro de la concha.

El ostión americano *Crassostrea virginica* inicia su reproducción al alcanzar la talla de 35 mm a 40 mm; sin embargo, su mayor fecundidad la obtiene entre 60 mm y 80 mm. Se reproduce durante todo el año, con dos épocas de desove masivo sincronizado, la primera ocurre de marzo a mayo dependiendo principalmente de las condiciones climáticas y ecológicas, mientras que la segunda se lleva a cabo entre noviembre y diciembre; la periodicidad puede variar de una zona a otra. Su gónada hermafrodita protándrica hace posible el cambio de sexo (Barh y Lanier 1981); durante la época de desove, los óvulos y espermatozoides son expulsados al exterior, en donde ocurre la fecundación; después de lo cual se originan pequeñas larvas planctónicas que permanecen en suspensión de 14 a 18 días antes de precipitarse al fondo para adherirse a algún sustrato sólido.

Estimación de abundancia. La determinación de la captura máxima sostenible se realiza mediante métodos no tradicionales de la biología pesquera por la condición

especial de este recurso sésil, cuya abundancia ciertamente depende de las condiciones del medio, pero también en gran medida de los trabajos de mantenimiento y fomento de los bancos. Por ello, para aprovechar de forma sustentable el recurso es indispensable, por una parte, la explotación basada en la densidad y la estructura de tallas por banco, y por la otra, el fomento de los bancos con base en las acciones de incremento de la superficie de bancos, repoblación y cultivos intensivos, entre otras.

García y Corripio (2001) evaluaron las existencias en los bancos ostrícolas de las zonas concesionadas a las sociedades cooperativas. La superficie de bancos estimada en el área concesionada a la SCPP 21 de marzo (zona 1), fue de 5.9 ha, incluidos 24 bancos; la superficie por banco varió entre 123 m² y 30 123 m², y la densidad osciló entre 30 ostiones · m⁻² y 152 ostiones · m⁻², con un promedio de 61.3 ostiones · m⁻². La superficie de bancos de la SCPP Única Regional (zona 2), en total fue de 9.0 ha, con 21 bancos; la superficie por banco varió entre 297 m² y 15 200 m²; la densidad fue de 14 ostiones · m⁻² a 132 ostiones · m⁻² con promedio de 54 ostiones · m⁻². La SCPP Voluntad y Trabajo (zona 4), cuenta con 17.8 ha con 22 bancos, la superficie de cada uno varió entre 310 m² y 42 900 m²; las densidades promedio oscilaron entre 27 ostiones · m⁻² y 123 ostiones · m⁻² con promedio de 58 ostiones · m⁻². La SCPP Potrero Mata de Chávez con 24 bancos (zona 3) que ocupan una superficie 36 ha con densidades que oscilaron entre 20 ostiones · m⁻² y 177 ostiones · m⁻² y promedio de 64 ostiones · m⁻².

En la evaluación considerando todos los bancos, la composición por tallas en promedio es de 22.5% de organismos de 20 mm a 49 mm de longitud (semilla-cría), 52.0% por organismos de 50 mm a 69 mm (preadulto), 15.0% de ostiones de 70 mm a 79 mm (adulto no comercial) y 10.5% de 80 mm o más (adultos comerciales).

Comparando dichos resultados con los valores considerados como reglamentarios para un banco silvestre susceptible de explotación extensiva, es decir densidad mayor a 250 ostiones · m⁻², de los cuales 35% debe pertenecer a la clase de 80 mm (García y Corripio 2001) el trabajo concluye que los bancos de la Laguna Pueblo Viejo se han deteriorado debido al manejo deficiente.

Con el objeto de conocer la composición de tallas de la captura de ostión actuales se realizaron dos muestreos en la laguna, el primero del 9 al 11 y el segundo del 16 al 19 de diciembre de 2008, en las “recibas” de dos cooperativas ubicadas en la zona norte de la laguna. Los muestreos consistieron en recolectar ostiones al azar y registrar el largo (del umbo a la parte distal de la concha), el ancho (porción más ancha de la valva izquierda, que es la más cóncava) y el peso del ostión. Se obtuvo la frecuencia de tallas con intervalos de 10 mm y se calculó la media aritmética, la moda, y la varianza de la población. Las tallas encontradas oscilaron entre 40 mm y 106 mm de largo, y de 23 mm a 58 mm de ancho, con un peso entre 9.3 g y 161 g, con talla media de 75.54 mm (Fig. 3).

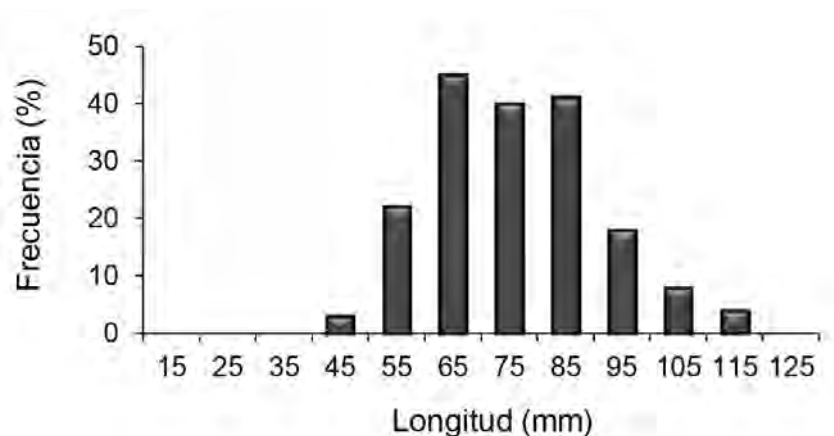


Fig. 3. Frecuencia de tallas del ostión *Crassostrea virginica* durante diciembre de 2008.

Recursos de escama

En los meses de noviembre y diciembre de 2008 se realizaron muestreos biológicos preliminares en los centros de recepción o acopio de productos de una cooperativa cuya zona de operación comprende la parte norte de la laguna, y en otras dos que realizan la captura en la parte sur.

Cabe mencionar que en los centros de recepción, el producto arriba en estado eviscerado ya que lo abren en el trayecto al área de recepción, por lo cual se realizó sólo el muestreo masivo o morfométrico, que consiste en tomar al pez los siguientes parámetros: la longitud total (LT) en mm y el peso eviscerado (PE) en gramos. Estas biometrías se hicieron a todos los organismos de escama que aparecieron en la captura comercial y se les separó por especie; posteriormente se llevaron a cabo la captura y el análisis de la información, así como la elaboración del informe. Se identificaron las especies comerciales que se capturan en la Laguna Pueblo Viejo con el apoyo de literatura especializada.

De la captura obtenida por pescadores de la zona norte fue identificado un total de 16 especies, las más importantes por su volumen de captura son el sargo y el robalo blanco, con 25% y 23%, respectivamente (Tabla 13, Figs. 4 y 5).

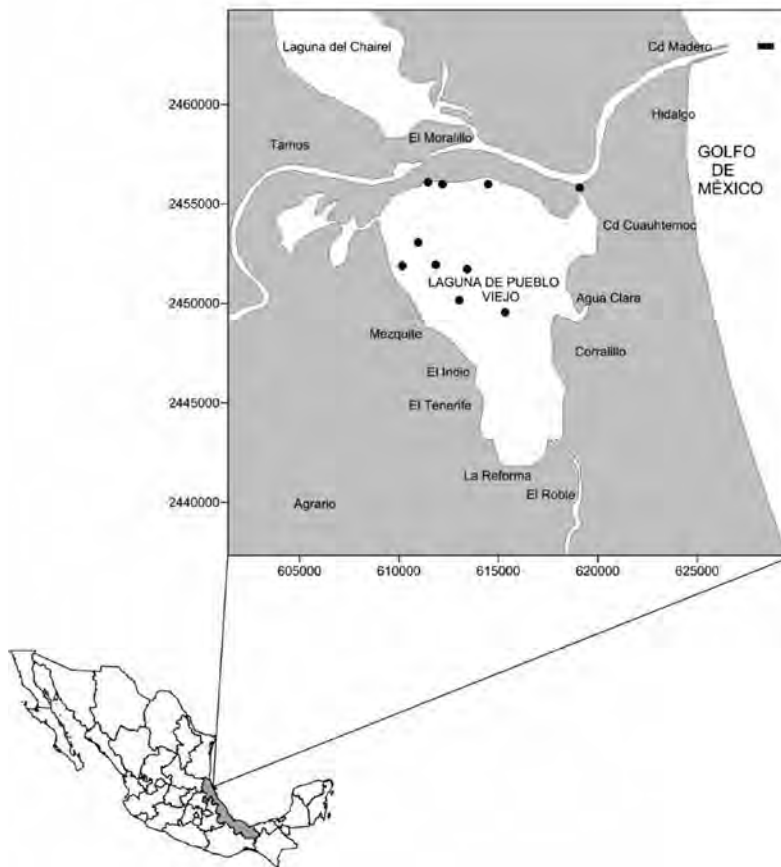


Fig. 4. Área de pesca en la zona norte en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz.

Tabla 13

Especies registradas en la captura de la zona norte de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Nombre común</i>	<i>Nombre científico</i>
Bagre	<i>Ictalurus furcatus</i>
Carpa común	<i>Cyprinus carpio</i>
Carpa plateada	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>
Chucumite	<i>Centropomus parallelus</i>
Gurrubata	<i>Micropogon undulatus</i>
Jurel	<i>Caranx hippos</i>
Lebrancha	<i>Mugil curema</i>
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>
Mojarra blanca	<i>Diapterus auratus</i>
Mojarra plateada	<i>Gerres cinereus</i>
Mojarra rayada	<i>Eugerres plumieri</i>
Pargo mulato	<i>Lutjanus griseus</i>
Robalo blanco	<i>Centropomus undecimalis</i>
Sargo	<i>Archosargus probatocephalus</i>
Tilapia azul	<i>Oreochromis aureus</i>
Trucha pinta	<i>Cynoscion nebulosus</i>



Fig. 5. Proporción de la captura comercial de escama registrada en los muestreos biológicos de la zona norte de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre del 2008.

En el área de pesca de zona sur (Fig. 6) se observó que la variedad de especies de escama que se captura es considerablemente menor que la observada en la zona norte. Las especies más representativas por su volumen de captura fueron el robalo blanco y el chucumite, representando 98% de la captura comercial; el resto estuvo conformado por tilapia azul, trucha pinta y sargo (Fig. 7).

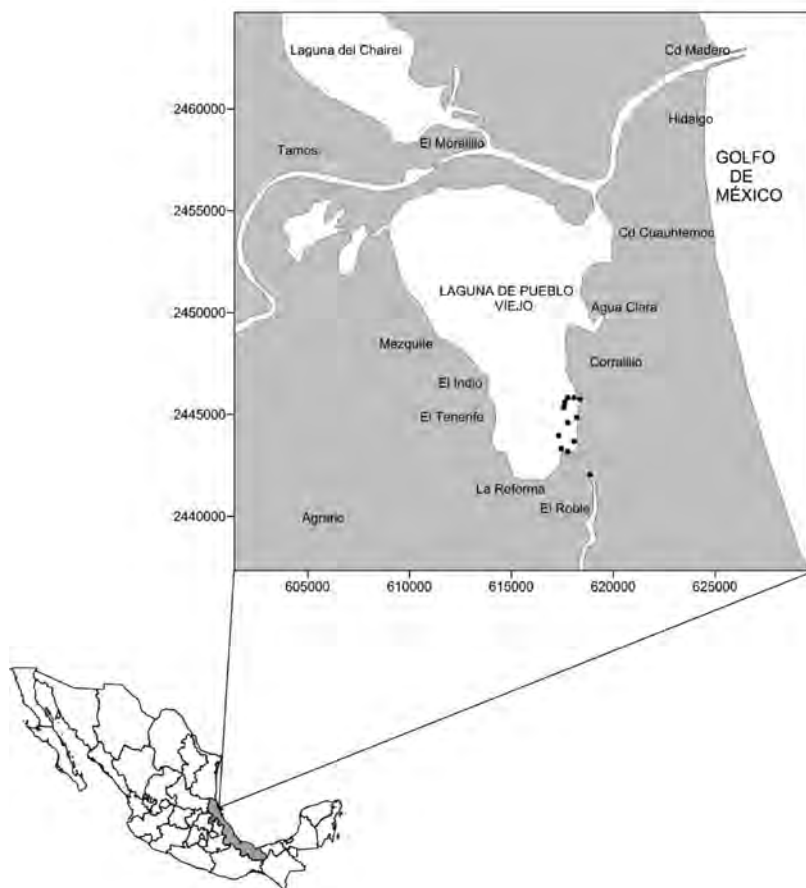


Fig. 6. Área de pesca de la zona sur en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz.

Los recursos más representativos capturados en el área del Estero de Tamacuil (zona sur) fueron la tilapia azul, la carpa plateada y el robalo blanco, representando 98% de la captura comercial, el resto estuvo compuesto por la carpa común, robalo prieto y sargo (Fig. 8).

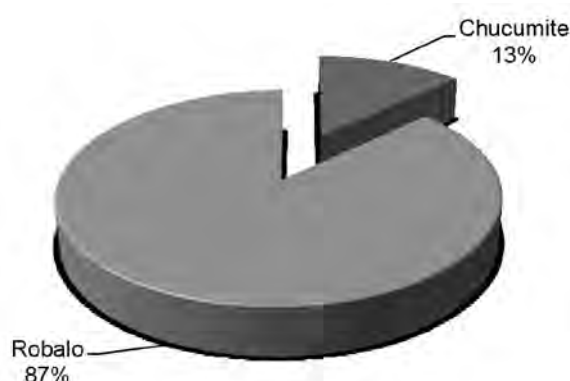


Fig. 7. Proporción de la captura comercial de escama registrada en los muestreos biológicos de la zona sur de la Laguna de Pueblo, Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

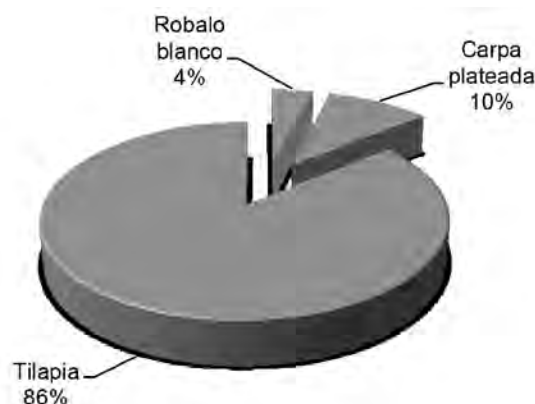


Fig. 8. Proporción de la captura comercial de escama registrada en los muestreos biológicos en el estero de Tamacuil (afluente de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz). Noviembre y diciembre de 2008.

Del total de las especies capturadas entre las tres cooperativas pesqueras se realizaron los muestreos biológicos con los recursos más representativos de las poblaciones en cuanto a número de individuos, siendo el robalo y la tilapia azul los que contribuyen con 39% y 34%, respectivamente (Fig. 9).

El robalo blanco estuvo representado por 522 ejemplares distribuidos entre 270 mm y 780 mm y la talla promedio de 422 mm. La mayor parte de ellos estuvo entre 330 mm y 430 mm (74% de la muestra), y el resto estuvo representado por los robalos grandes en cantidades pequeñas de uno a nueve ejemplares (Fig. 10).

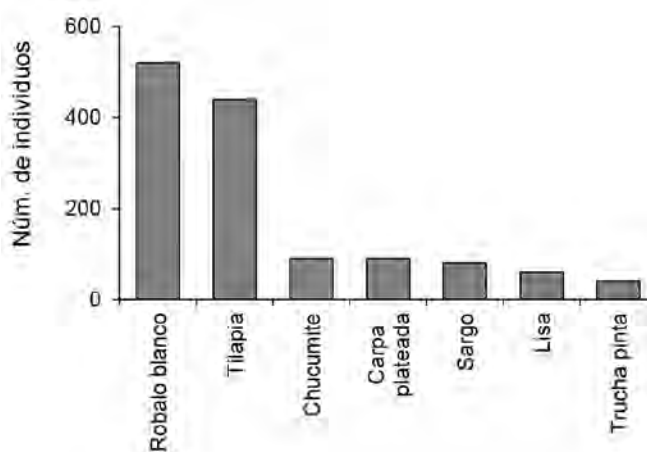


Fig. 9. Orden de importancia en cuanto a número de individuos de los recursos presentes en los muestreos biológicos de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

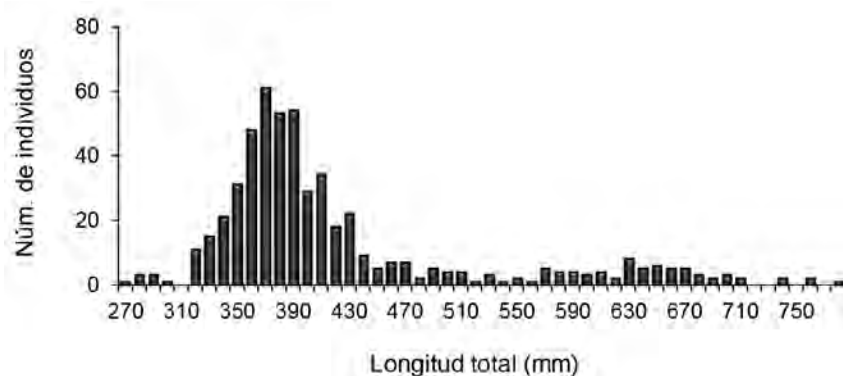


Fig. 10. Distribución de tallas del robalo blanco *Centropomus undecimalis* en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

Los pescadores seleccionan la captura comercial del robalo y la separan dividiéndola en dos categorías de acuerdo con el peso del ejemplar: robaleta y robalo. En el primer caso consideran a los ejemplares que pesan hasta 950 g, y en adelante lo cuentan como robalo y le dan diferente valor comercial. Las tallas de los ejemplares considerados como robaleta o robalos chicos estuvieron entre 270 mm y 510 mm, y esta población estuvo representada en el muestreo con 84% de los individuos, mientras que el resto lo compuso ejemplares grandes.

De acuerdo con los análisis de madurez gonádica, 71% de la población se encontró con el sexo indefinido, y las tallas estuvieron entre 295 mm y 475 mm; 19% en estado de madurez fase I o inmaduros entre las tallas 345 mm y 760 mm; 10% en fase VI o desovados entre 340 mm y 780 mm, la proporción de sexos fue 1:1 en esta última fase.

La tilapia azul estuvo distribuida entre las tallas 190 mm a 320 mm y sólo un ejemplar se registró en 390 mm. La mayoría estuvo entre 200 mm y 250 mm y representó

88% de la muestra, y ese mismo porcentaje representó a los ejemplares menores de 260 mm, talla recomendada como mínima para su captura comercial (Fig. 11).

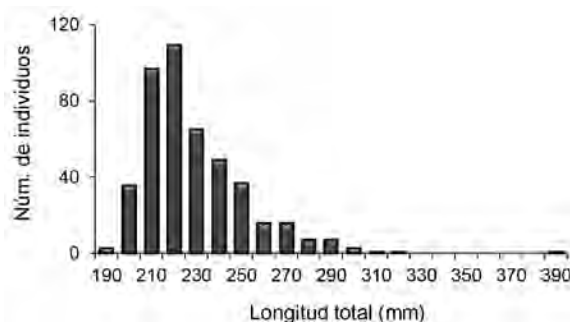


Fig. 11. Distribución de tallas de tilapia azul *Oreochromis aureus* en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

El chucumite representó 6% de las capturas con 84 ejemplares distribuidos entre las tallas 260 mm y 420 mm; 79% estuvo entre 290 mm y 350 mm (Fig. 12). La talla promedio fue de 322 milímetros.

De acuerdo con los análisis de madurez gonádica, 28% fue de ejemplares en fase de madurez I o inmaduros y estuvieron entre las tallas 265-325 mm; 41% en fases II, III y IV, entre las tallas 285-350 mm; 31% en fase de madurez VI o desovados entre las tallas 300 mm a 425 milímetros.

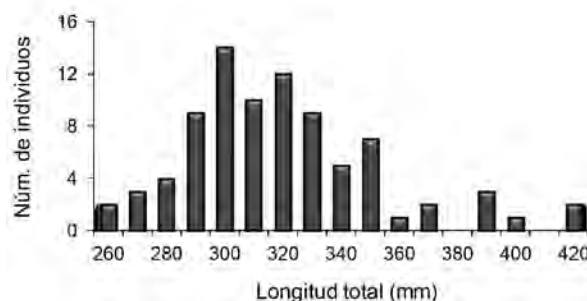


Fig. 12. Distribución de tallas del chucumite *Centropomus parallelus* en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

La carpa plateada representó 6% de la captura con 81 ejemplares, y se distribuyó entre 400 mm y 580 mm y sólo un ejemplar de 680 mm; 70% de la captura estuvo entre 450 mm y 500 mm (Fig. 13).

El sargo representó 5% de las capturas con 72 ejemplares distribuidos entre las tallas 200 mm y 480 mm, con 75% entre 280 mm y 370 mm (Fig. 14). La talla promedio fue de 329 mm. De acuerdo con los análisis de madurez gonádica, 5% fue de ejemplares en fase I o inmaduros con tallas entre 300 mm y 320 mm; 63% en fase II

entre las tallas 220 mm y 435 mm; 33% en fase VI o desovados entre las tallas 275 mm y 380 milímetros.

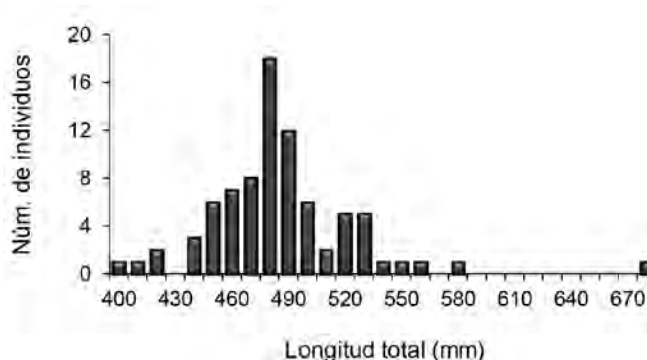


Fig. 13. Distribución de tallas de la carpa plateada *Hypophthalmichthys molitrix* en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

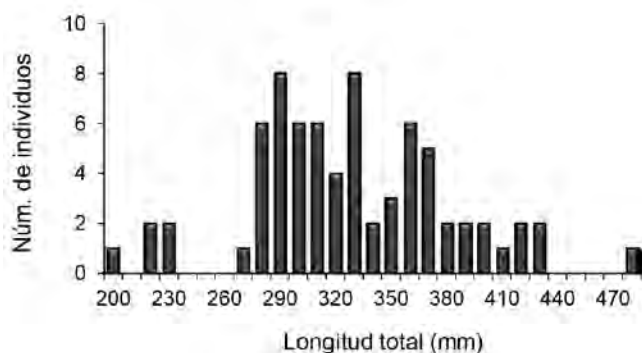


Fig. 14. Distribución de tallas del sargo *Archosargus probatocephalus* en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

La lisa estuvo representada por 49 ejemplares (4%) distribuidos entre las tallas 320 mm y 470 mm y talla promedio de 323 mm. La mayor parte de ellos estuvo entre 330 mm y 360 mm y representó 78% de la muestra, y sólo dos ejemplares se registraron en las tallas 460 mm y 470 mm (Fig. 15).

De acuerdo con los análisis de madurez gonádica, 7% fue de ejemplares en fase I o inmaduros entre las tallas 325 mm y 330 mm; 86% en las fases II, III y IV, entre 320 mm y 370 mm; 4% en fase V o de desove con un ejemplar de 350 mm; 4% en fase VI o desovados en un ejemplar de 360 milímetros.

La trucha pinta estuvo representada por 31 ejemplares (2%) distribuidos entre 350 mm y 630 mm y talla promedio de 444 mm. Entre las tallas 370 mm y 410 mm estuvo 58% de los ejemplares y el resto estuvo compuesto por las truchas más grandes en cantidades pequeñas de uno a dos ejemplares (Fig. 16).

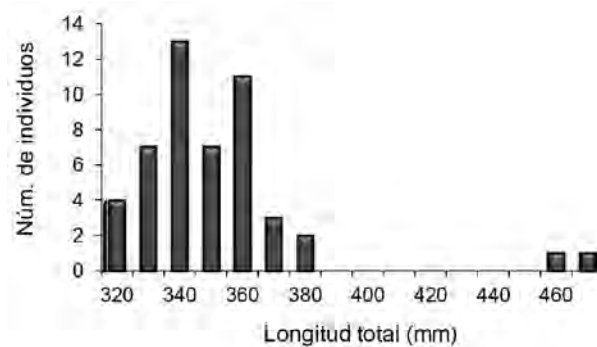


Fig. 15. Distribución de tallas de lisa *Mugil cephalus* en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

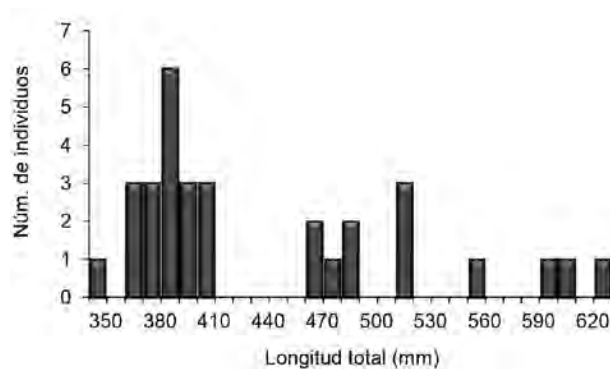


Fig. 16. Distribución de tallas de trucha pinta *Cynoscion nebulosus* en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Noviembre y diciembre de 2008.

De acuerdo con los análisis de madurez gonádica, 62% fue de ejemplares en las fases II y III, entre las tallas 350 mm y 610 mm; 7% en fase V o de desove con dos ejemplares de 495 mm y 630 mm; 31% en fase VI o desovados entre las tallas 375 mm y 525 milímetros.

En los otros recursos que aparecieron en la captura comercial, principalmente en la zona norte de la laguna, no se realizó muestreo por no ser representativa la muestra, ya que se capturaron de uno a seis ejemplares.

ACTIVIDADES PESQUERAS Y ACUÍCOLAS

Con el objetivo de estimar los indicadores del esfuerzo pesquero en la Laguna Pueblo Viejo se llevó a cabo un estudio con la metodología propuesta por la CONAPESCA (2005), que consistió en una revisión de los registros oficiales de la Subdelegación de Pesca en Veracruz, en particular en la Oficina Federal de Pesca en Ciudad Cuauhtémoc, municipio de Pueblo Viejo; asimismo se realizó el censo pesquero y la verificación en campo de los equipos de pesca.

Por otro lado, se realizó el análisis del histórico de la producción registrada en el periodo 2000-2008; fueron estimados indicadores económicos de las pesquerías y socioeconómicos de la población pesquera.

Productores

Existe un registro oficial de 504 pescadores; sin embargo, en el padrón de socios de las organizaciones y de las personas físicas hay 521, de los cuales, en este estudio fueron entrevistados 484 pescadores. Según opinión de los pescadores organizados, se calcula que hay entre 350 y 400 pescadores libres que aplican un esfuerzo pesquero no autorizado en la laguna; además se estima que aproximadamente 40% de captura no registrada proviene de pescadores libres.

Para realizar actividades pesqueras en la Laguna Pueblo Viejo, cuentan con la autorización correspondiente seis sociedades cooperativas de producción pesquera y siete permisionarios. De los pescadores entrevistados, 104 capturan especies de escama, 97 se dedican a la captura de jaiba, 361 a ostión y 214 a camarón; sin embargo, lo que se observó es que la mayoría no se dedica a una pesquería en particular, sino que de acuerdo con los permisos o concesiones, sus necesidades, y la abundancia del recurso, deciden capturar una o más especies al mismo tiempo.

Equipos y métodos de pesca

Los equipos de pesca están integrados por embarcaciones menores o pangas de 4 m a 7.64 m de eslora, operadas con motores fuera de borda de 5 HP a 65 HP o por remos, y artes de pesca variables dependiendo del recurso. Cabe mencionar que la mayoría de los pescadores cuenta con una embarcación que utilizan para la captura de los diferentes recursos.

De acuerdo con el censo pesquero, los pescadores de la Laguna Pueblo Viejo dedican a la actividad pesquera seis días por semana, ocho horas por día, en promedio; se estimó que tres horas las utilizan para los aros jaiberos, siete horas para las gafas, cuatro horas para la atarraya y 12 h para la red de tendal. En cuanto al número de días por pesquería, a la captura de camarón le dedican tres días a la semana, debido a que cada charanga es compartida entre dos pescadores, y sólo trabajan seis días a la semana; para la pesca de ostión, jaiba y escama emplean seis días, pues pueden pescar una especie en la mañana y otra por la tarde. Evidentemente, ello depende de los permisos con que cuente cada asociación o persona física.

Captura de ostión

Por lo general, el ostión se extrae a mano durante la marea baja, aunque también se utilizan las “gafas”, que están constituidas por dos mangos de madera de 1.10 m a 4.60 m de longitud, que en la parte final llevan rastrillos de madera de 60 cm a 95 cm de largo y de 15 a 28 clavos cada uno, y se opera como una pinza que se introduce abierta en las aguas someras donde hay bancos de ostión, y se cierran para sujetar las “piñas” de ostiones que iza el pescador, para después “descornar”, es decir, limpiarlos de adherencias y crías. Finalmente los ponen en costales llamados “arpillas”, que pesan alrededor de 35 kg y contienen entre 100 y 300 ostiones, o sacan la pulpa de su concha colocándola en bolsas.

Captura de camarón

La captura de camarón en las lagunas costeras se realiza con artes fijas llamadas charangas, que son reguladas de conformidad con el Aviso publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de noviembre de 1997, en el que se establecen las características para su construcción.

La charanga está constituida por dos aleros o barreras en forma de “v” sin vértices, hechos con varas o ramas de mangle y miden un máximo de 50 m. En el vértice se coloca una red llamada yagual que impide la salida del camarón, y es desmontable en función de los periodos y temporadas de pesca, lo que confiere al sistema la posibilidad de permanecer inactivo en el periodo que no esté instalado. El paño de la red interior y tiene una altura de entre 1.5 m a 2.5 m y ancho de 1.5 m a 1.6 m; el tamaño de malla mínimo debe ser de 1.5 plg. El yagual es de forma rectangular con una estructura o bastidor de madera o metal, cuyas dimensiones máximas son: 1.5 m de longitud por 3 m de altura y el tamaño de malla mínima es de 1.5 pulgadas.

La cuchara es el principal componente del sistema que determina la selectividad, y está formada por un aro de madera, aluminio o plástico cuyo diámetro debe tener un máximo de 2.5 m. El mango está hecho de los mismos materiales. Finalmente, un bolso de paño constituido por dos secciones: la primera o superior cubre 23 líneas (contadas en sentido línea vertical) con tamaño de malla mínima de 1.5 plg, y la segunda o inferior cubre el área con 26 líneas con tamaño de malla mínima de 1.25 pulgadas.

En la Laguna Pueblo Viejo se observó que las charangas han sido modificadas de acuerdo con las características del cuerpo de agua, ya que la eficiencia del arte de pesca depende de la adecuada instalación de sus diferentes componentes. La colocación de las charangas se realiza de forma estratégica, con base en el efecto de las corrientes, con poca separación entre ellas para poder operarlas en dos sentidos de acuerdo con el cambio de las corrientes. Sólo en estos casos es cambiado el yagual. Están dispuestas en hileras o ringleras de dos a cuatro charangas en los canales (zona

noreste) donde existe mayor corriente; y de cuatro a nueve charangas en las orillas del cuerpo lagunar (zonas norte, sur y este), ya que se trata de áreas de poca corriente y son operadas en épocas de nortes y de fuertes “suradas”.

De igual forma, son modificadas en cuanto a la longitud de los aleros de acuerdo con la zona donde se instalen, de tal forma que se encuentran aleros con longitudes que van de 4.0 m a 35.4 m, altura de 0.80 m a 3.0 m, y abertura de la boca de 4.0 m a 36.8 m. En cuanto a los materiales utilizados, se observó que todas están hechas con varas de mangle separadas a una distancia de 0.50 m, y luz de malla de 1 plg a 2 pulgadas.

Otra modificación que tienen estas charangas es el reemplazo del yagual (mata-dero) por una red de corriente, que los pescadores conocen como yagual de corriente o red grande. Ésta es colocada en el vértice de la charanga. Cuando está en operación, el yagual es revisado cada 30 minutos. La captura se recupera con la ayuda de un cabo de polipropileno sujeto a la parte final del bolso, el cual es colocado en la lancha sólo para vaciar su contenido, y posteriormente se vuelve a instalar. En la lancha se separa el camarón de la fauna incidental.

En el cuerpo de la laguna donde no existe mucha corriente por efecto de las mareas (sólo se observa la provocada por los vientos) y la profundidad promedio es de 0.80 m a 1.2 m, se colocan ramas de mangle en el vértice. También el yagual es modificado y consiste en un cuadro de fierro o de madera de 1.8 m de altura por 1.6 m de ancho y 80 por 100 mallas de 1.5 pulgadas. En estas zonas no fue posible observar la operación de las charangas durante el recorrido, debido a que se realizó fuera de la temporada de mayor captura y sólo estaban operando las ubicadas en los canales donde existe corriente por efecto de las mareas.

Captura de jaiba

Participan en ella, por lo general, dos pescadores, que se dividen la faena: uno se encarga de dirigir la embarcación y el otro opera los aros jaiberos, en un número que va de 50 a 150; el tipo de carnada que emplean puede ser patas de pollo o vísceras de pescado. Al llegar a la zona de pesca, los aros se van tirando a una distancia de 20 m a 30 m en ellos; se dejan trabajar 15 min y entonces se procede a levantarlos. Con un movimiento rápido se levanta el aro jaibero por la boya y se voltea para que la jaiba capturada se deslice hasta la lancha, y se vuelve a dejar en el mismo lugar durante otros 15 minutos y se repite la operación. La actividad se realiza principalmente durante el día en una jornada de cuatro a siete horas por seis días a la semana (Palacios y Gómez 1999).

El aro jaibero es de alambrón galvanizado con un diámetro promedio de 0.37 cm a 0.47 cm al que se encabalga una red de monofilamento de nailon del 0.040 mm a 0.080 mm. Al centro se ata una cuerda de polipropileno de 0.5 mm de grosor, en cuyo centro se localiza una guía delgada del mismo material, con la que se sujeta el “cebo o carnada” para atraer a la presa. Dispuesto en forma triangular (pata de gallo),

a 0.4 m de altura se prolonga de 2 m a 5 m (dependiendo la profundidad que se trabaje), en uno de sus extremos lleva una boya de plástico que hace la función de flotador o asidera a la vez, durante la maniobra de captura (Arzate 1991).

Captura de escama

En la Laguna Pueblo Viejo, la captura de las especies de escama se realiza tradicionalmente con red agallera o tendal por los sistemas de corrales y de tendido, y en algunos casos con atarraya.

Las redes agalleras tienen un contorno más o menos rectangular, y se cuelgan verticales en el agua a partir de la relinga superior o de corchos. En la inferior llevan lastre abundante para quedar ancladas en el lugar. La longitud de la red puede variar de 45 m a 1 000 m, y tener de uno a seis metros de caída. El calibre del hilo empleado en los paños fluctúa de 0.020 mm a 0.070 mm y la luz de malla está determinada por la especie que se desea capturar y pueden ser de dos a siete pulgadas.

En el sistema de tendido, el tendal se coloca en un lugar determinado de la laguna para interceptar el paso de los peces, generalmente en los esteros y áreas de menos corriente y de poco tránsito de embarcaciones, para evitar algún accidente o que se puedan romper con algún motor. Las horas de tendido y de levantamiento de la red de tendal varían, ya que esta actividad se realiza tanto por la mañana como por la tarde. Por lo regular, el tendido se realiza a las 6:30 am y el levantamiento a las 6:00 pm; cuando se hace el tendido por la tarde, se inicia a las 5:00 pm y el levantamiento al día siguiente a las 6:30 am, es decir, se deja un periodo de más o menos 12 h en el agua, tiempo durante el cual hacen recorridos cada tres o seis horas para evitar el robo del producto o de la red.

Las atarrayas son artes de pesca que se emplean para la captura de diversos organismos acuáticos; se caracterizan por tener forma cónica y pueden ser operadas en aguas someras o profundas, a pie o por medio de una embarcación menor, según sea el caso. El peso varía con el tamaño y, éste, a su vez depende de la capacidad y habilidad del pescador. La selectividad está dada por el tamaño de malla estirada que varía desde una a cinco pulgadas.

La operación de las atarrayas es muy sencilla y consiste en colocarla en el hombro y brazos con el objeto de facilitar su lanzado; al arrojarla, debe extenderse de tal manera que forme un círculo al caer al agua. Posteriormente, se espera que llegue al fondo, posibilitando así que los objetivos de captura queden atrapados en la superficie de acción de la red. El tiempo de hundimiento depende de la cantidad de lastre colocado en la relinga y de la profundidad. El equipo se recupera con ayuda de la guindaleza que está atada a la muñeca del pescador; para ello se jala la red una vez asentada en el fondo, para cerrar la relinga de plomos y evitar que escapen los organismos. En el caso de la Laguna Pueblo Viejo, se encuentran atarrayas con luz de malla

de 2 plg a 3.75 plg construidas de hilo de monofilamento con calibre de 0.25 mm a 0.55 mm, de 25 a 39 crecientes y de 4 kg a 7 kg de plomo.

Número y características de las embarcaciones

Fueron verificadas 457 embarcaciones, de las 461 registradas ante la Oficina Federal Pesca en Ciudad Cuauhtémoc, de las cuales 355 son de fibra de vidrio, 64 de fibra de vidrio con madera y 38 de madera. Asimismo, las embarcaciones se clasificaron de acuerdo con las dimensiones de la eslora y la manga, observándose mayor número (86%) con eslora de 6.00 m a 6.99 m; y en cuanto a la manga, se registró mayor frecuencia (64%) en el intervalo de 1.41 m a 1.60 metros.

Número y tipo de artes de pesca

Con relación al número de artes de pesca utilizados para la actividad pesquera, se tienen registradas un total de 19 180 unidades de las cuales se verificaron 14 231 unidades que varían dependiendo de la especie que capturan: 463 gafas ostioneras, 13 223 aros jaiberos, 318 redes de tendal, 28 atarrayas, 50 anzuelos y 159 charangas (Tabla 14).

Tabla 14
Número total de artes de pesca por tipo

<i>Arte de pesca</i>	<i>Núm. de arte de pesca verificadas</i>	<i>Núm. de artes de pesca registrados en SAGARPA</i>
Gafas	463	626
Aros jaiberos	13 223	17 530
Red de tendal	318	636
Atarraya	28	179
Anzuelos	50	-
Charangas	159	209
Total	14 231	19 180

Gafas

Durante la verificación de los artes de pesca, se encontraron gafas de distintas longitudes variando en la medida del mango de 1.10 m a 4.60 m, se observó el mayor número (311 gafas de un total de 463) en el intervalo de 2.11 m a 2.60 m. En cuanto a los cepillos se registraron de 15 a 30 clavos, con mayor número de gafas con 22 clavos por cepillo (Tabla 15).

Tabla 15
Dimensiones de las gafas

<i>Longitud del cepillo (m)</i>	<i>Longitud del mango (m)</i>						
	<i>1.10 - 1.60</i>	<i>1.61 - 2.10</i>	<i>2.11 - 2.60</i>	<i>2.61-3.10</i>	<i>3.11 - 3.60</i>	<i>3.61- 4.10</i>	<i>4.11- 4.60</i>
60-65	10	4	6				
66-71	2	5	35	4	1		1
72-77	12	4	128	22	1		
78-83	3	7	109	23	2		
84-89			5	1			
90-95		1	14	4			

Aros jaiberos

Con relación a los aros jaiberos, se verificaron un total de 13 223 piezas con luz de malla y diámetro del aro diferentes, de los cuales el mayor número (7 713 piezas) tiene luz de malla de 3 plg, siguiendo 3 250 con luz de malla de 2.5 plg (Tabla 16).

Tabla 16
Dimensiones de los aros jaiberos

<i>Diámetro del aro (cm)</i>	<i>Luz de malla (plg)</i>							
	<i>2</i>	<i>2.25</i>	<i>2.5</i>	<i>2.75</i>	<i>3</i>	<i>3.5</i>	<i>3.75</i>	<i>4</i>
37 – 39	0	0	280	0	950	90	0	0
40 – 42	0	250	2 020	1 400	3 213	60	50	0
43 – 45	10	0	850	210	3 550	0	0	0
46 – 48	0	0	100	0	0	0	100	100

Red tendal

En cuanto a las redes de tendal se encontraron 81 978 m con un calibre de hilo de 0.020 mm a 0.095 mm, siendo las más utilizadas (27 378 m) las del calibre 0.040 mm, enseguida el calibre 0.020 mm con 10 997 m; con hilo calibre 0.095 mm sólo se registraron 190 m (Tabla 17).

Tabla 17

Características de las redes de tendal en cuanto a luz de malla y calibre de hilo

<i>Luz de malla (plg)</i>	<i>Calibre de la malla (mm)</i>										<i>Total</i>
	<i>0.020</i>	<i>0.025</i>	<i>0.027</i>	<i>0.030</i>	<i>0.040</i>	<i>0.047</i>	<i>0.050</i>	<i>0.055</i>	<i>0.070</i>	<i>0.095</i>	
2	7 597	1 00	800		600						10 497
2.25	1 000	1 700	4 700	950	1 600						9 950
2.5	300		500	1 600	1 300						3 700
2.75	1 500		400	100	430						2 430
3					6 040	920		480	1 520		8 960
3.25					5 655	500					6 155
3.5				500	4 783	200	200				5 683
3.75	300				590	200	100	200			1 390
3.875	300										300
4		200			4 470	4 430	1 020	3 517	300		13 937
4.25				500	150		200	145			995
4.5					1 010	1 650	970	2 054	4 001		9 685
5					750	960	150	1 528	2 840		6 228
6									390	190	580
7						280					280
Total	10 99	3 400	6 400	3 650	27 378	9 140	2 640	7 924	9 051	190	

Con respecto a la luz de malla encontrada, las redes están dentro del intervalo de una a 7 plg, y el mayor número (13 977 m) es de 4.0 plg, en segundo lugar están los tendales con luz de malla de 4.5 plg con 10 896 m (Tabla 18).

Tabla 18

Características de las redes de tendal en cuanto a longitud y luz de malla

<i>Luz de malla (plg)</i>	<i>Red de tendal (m)</i>
1	5
2	10 477
2.25	9 960
2.5	3 800
2.75	2 430
3	8 740
3.25	4 165
3.5	8 863
3.75	600
3.875	300
4	13 977
4.25	495
4.5	10 896
5	6 350
6	640
7	280

Red de cuchara

En lo tocante a las redes de cuchara se verificaron 200 piezas, con variaciones en las mallas de caídas al final del cono. Se tomaron frecuencias por intervalos, siendo el mínimo de 1 a 10 mallas y el máximo de 71 a 80 mallas de caída, con el mayor número (99 piezas) en el intervalo de 11 a 20 mallas. Con relación a la luz de malla, se encontraron de tres tamaños: 1.0 plg, 0.75 plg y 0.50 plg, mostrándose la mayor cantidad de cucharas con luz de malla de 0.75 plg con 181 piezas. Cabe señalar que la red de cuchara no es considerada un arte de pesca por si solo sino como un complemento de las charangas (Tabla 19).

Tabla 19
Características de las redes de cuchara

<i>Luz de malla (plg)</i>	<i>Mallas de caída</i>								<i>Total</i>
	<i>1-10</i>	<i>11-20</i>	<i>21 - 30</i>	<i>31- 40</i>	<i>41- 50</i>	<i>51- 60</i>	<i>61 – 70</i>	<i>71 - 80</i>	
1.0	1	4	1	1	1	4	0	4	16
0.75	26	93	41	15	2	0	2	2	181
0.50	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Total	28	99	42	16	3	4	2	6	200

Temporalidad de la aplicación del esfuerzo pesquero

El esfuerzo pesquero, en cuanto al número total de pescadores y embarcaciones, no varía de acuerdo con los meses del año, ya que, como se mencionó anteriormente, por lo regular los pescadores aprovechan más de una pesquería, así es que cuando disminuye la abundancia de una especie, o bien es temporada de veda de algún recurso, se dedican a otra(s) pesquería(s).

Por lo que respecta a la temporalidad del esfuerzo pesquero en cuanto a los artes de pesca, se registra una variación dependiendo de la especie, en particular por la aplicación de las vedas del camarón NOM-009-PESC-1993 (DOF 1994a), de lisa y lebrancha NOM 016-PESC-1994 (DOF 1995) y la normatividad para robalo dispuesta en el aviso publicado en el DOF (1994b). En el caso del ostión y la jaiba, si bien no están sujetas a una veda, su comportamiento se ve afectado por las condiciones climatológicas, disminuyendo su captura en los meses fríos debido a que en ellos la jaiba no es capturable. En cuanto al ostión, éste baja su producción en los meses de lluvia, registrándose por lo mismo una disminución en el esfuerzo pesquero para este recurso debido a que las gafas no son utilizadas en este periodo (Tabla 20).

Tabla 20

Temporada en que no se realiza esfuerzo pesquero por arte de pesca para las pesquerías de camarón, jaiba, lisa, lebrancha, robalo y ostión

Mes	Artes de pesca			
	Charangas	Aros jaiberos	Red tendal	Gafas
Enero		Jaiba		
Febrero			lisa y lebrancha	
Marzo				
Abril				
Mayo	camarón		robalo	
Junio	camarón		robalo	
Julio			robalo	ostión
Agosto			robalo	ostión
Septiembre				ostión
Octubre				
Noviembre				
Diciembre		jaiba	lisa y lebrancha	

En cuanto a los días dedicados a la pesca por especie al año, se encontró que en el caso del camarón, le dedican 185 días, para la jaiba destinan 265 días, al ostión 325 días para tres de las zonas concesionadas, con excepción de la zona concesionada a la SCPP Mata de Chávez que es afectada por su cercanía con la desembocadura del río Tamacuil, por lo que realizan captura cerca de 235 días al año.

Para la escama se tiene mayor variación en el número de días, dependiendo de la especie que se capture, tal es el caso de la lisa y la lebrancha, que tienen 60 días de veda al año, por lo que se reducen los días de pesca a 265 días al año, y el robalo que tiene una veda de 120 días por lo que se estiman casi 205 días de pesca al año.

Infraestructura de apoyo a la actividad pesquera

En general, la infraestructura pesquera de las organizaciones y permisionarios está integrada por áreas de desembarque, bodegas de acopio, áreas de desconchado, cuartos fríos y oficinas administrativas, siendo variables para cada unidad económica dependiendo de las condiciones económicas de cada una.

En Ciudad Cuauhtémoc, Veracruz, se cuenta con una depuradora de ostión a base de ozono, con una capacidad de depurado de 18 000 ostiones cada 8 h, pero no se utiliza. Fue construida con recursos económicos del Gobierno del estado de Veracruz, y dentro de cinco años será otorgada para su operación a la cooperativa Única Regional SC de RL. Asimismo El Gobierno del estado de Veracruz construyó

una empacadora, a unos 150 m de las instalaciones de la SCPP Única Regional, con la finalidad de promover el procesamiento del ostión, principalmente el enlatado.

Fabricas de hielo

Las comunidades pesqueras de la Laguna Pueblo Viejo no cuentan con fábricas de hielo; las dos más cercanas se localizan en la ciudad de Tampico, y hay otras dos en Altamira, Tamaulipas.

Producción pesquera

De acuerdo con los registros de la Subdelegación Federal de Pesca de la SAGARPA en el estado de Veracruz, el volumen global de captura en el periodo 2000-2008 en la Laguna Pueblo Viejo ascendió a 95 378 t; se observa que en el año 2005 se presentó el pico más alto en captura con 15 167 t, mientras que en 2002 se dio la captura más baja con 6 078 t; el promedio anual de los últimos nueve años fue de 10 598 t $\pm$ 2 569 t. La captura en 2008 fue de 11 630 t, que equivale a 10% por arriba del promedio del periodo. Del volumen global de las capturas registradas, corresponde 96.7% a la extracción de ostión; de camarón, 1.7%; de jaiba, 0.8% y 0.8% a la de escama (Fig. 17).

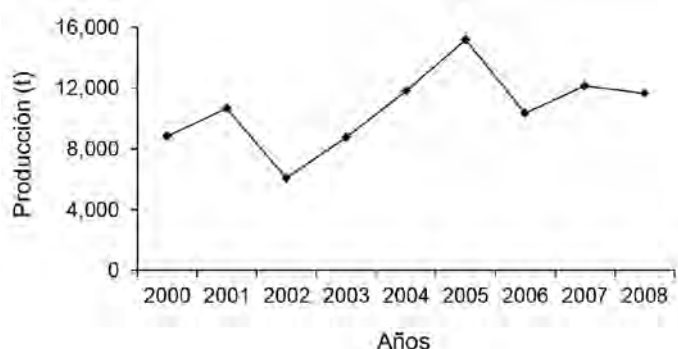


Fig. 17. Producción pesquera anual en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Periodo 2000-2008.

Para la captura mensual registrada en 2008 se observa que en mayo (1 429 t) y junio (1 340 t) se obtuvieron las mayores capturas, y la más baja en noviembre con 588 t. El promedio mensual anual fue 970 toneladas (Fig. 18).

En las capturas registradas de los últimos nueve años se observa que la pesquería que soporta la mayor intensidad de pesca en la laguna es la del ostión. La captura total en el periodo fue de 92 215 t, registrándose la más alta en el año 2005 con 14 705 t y la más baja en 2002 con 5 883 t. La captura promedio fue de 10 246 t $\pm$ 2 501 t, comparando este promedio con el del año 2008 que fue de 11 328 t, se puede apreciar un incremento de 10.56 por ciento (Fig. 19).

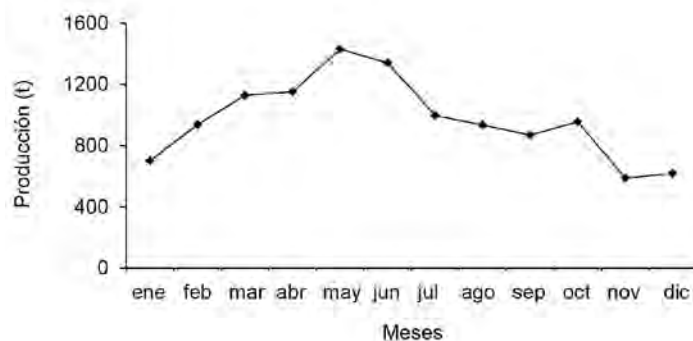


Fig. 18. Producción mensual de las especies comerciales en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el año 2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Ciudad Cuauhtémoc, Veracruz.

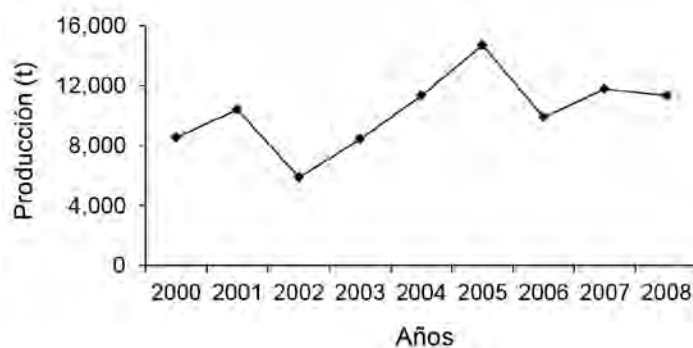


Fig. 19. Producción anual de ostión en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Ciudad Cuauhtémoc, Veracruz.

En el caso del camarón, la producción total obtenida en el periodo 2000-2008 fue de 1 628 t, registrándose la mayor captura (248 t) en el año 2004, y la más baja (107 t) en 2002. El promedio anual de los últimos nueve años fue $181 \text{ t} \pm 50.7 \text{ t}$, y la producción registrada en 2008 fue 154 t, lo que equivale a 14.85% por abajo del promedio; esto indica un ligero descenso en la captura en ese último año (Fig. 20).

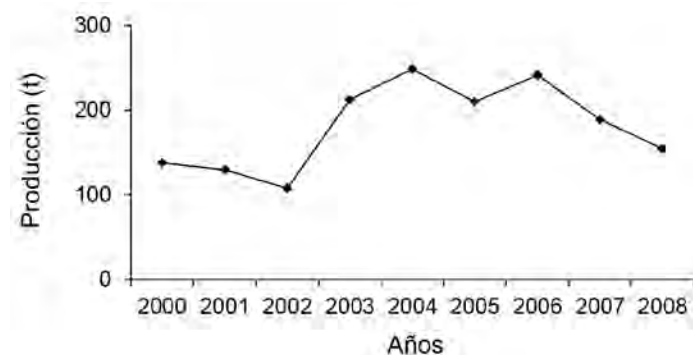


Fig. 20. Producción anual de camarón en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Ciudad Cuauhtémoc, Veracruz.

La captura total de jaiba registrada en el periodo 2000-2008 fue de 760 t; en el año 2007 se obtuvo la captura más alta con 121 t, mientras que la más baja se registró en 2002 con 20 t. La captura en el año 2008 ($84 \text{ t} \pm 37.47 \text{ t}$) es igual al promedio anual de los últimos nueve años (Fig. 21).

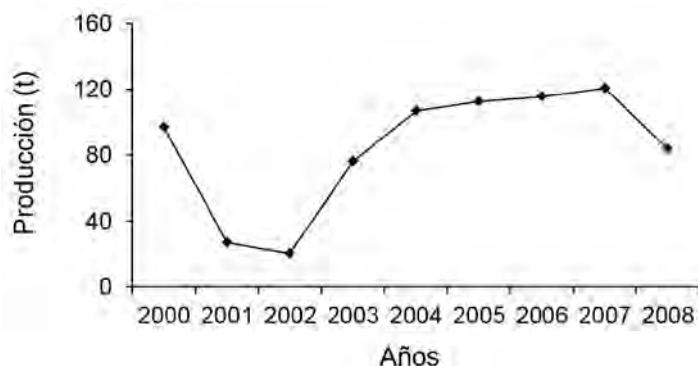


Fig. 21. Producción anual de jaiba en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

Producción de escama

La pesquería de escama aunque es poco significativa con relación a la de ostión y camarón, incluye especies importantes por su valor comercial. La producción total de escama en el periodo 2000-2008 fue de 775 t, siendo el año más productivo el 2005 con 140 t, y el más bajo el 2000 con 60 t. El promedio anual en el periodo es de $86 \text{ t} \pm 28.70 \text{ t}$, comparando con el año 2008 (64 t) se puede apreciar que se encuentra 25.68% por debajo del promedio, sin embargo es necesario considerar que en 2004 y 2005 se presentaron capturas altas atípicas que sesgaron el promedio (Fig. 22). Las razones de este comportamiento en la producción pueden ser de tipo social, económico o ambiental.

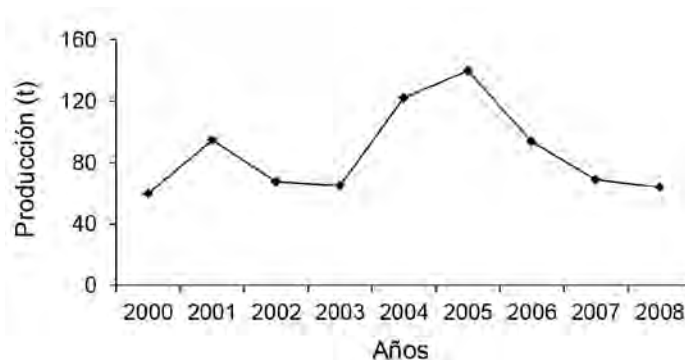


Fig. 22. Producción anual de escama en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Ciudad Cuauhtémoc, Veracruz.

Lebrancha

La captura de total de lebrancha registrada en el periodo 2000-2008 fue de 184 t, siendo la más alta en 2006 con 32 t, y las más bajas en 2000 y 2001 con 11 t en cada uno. El promedio anual fue de $20 \text{ t} \pm 7.66 \text{ t}$, y comparando con el año 2008 en que se obtuvieron 16 t, se puede apreciar un descenso de 21.60% (Fig. 23).

Lisa

Con relación a la producción de lisa, en el periodo 2000-2008 se obtuvieron en total 60 t, la mayor producción de este recurso se obtuvo en los años 2004 y 2005 con 12 t en cada uno, y el año más bajo fue 2002 con 2 t. El promedio anual es de $7 \text{ t} \pm 3.60 \text{ t}$, y en comparación con lo obtenido en 2008 (6 t) se observa un descenso de 10.36% (Fig. 24).

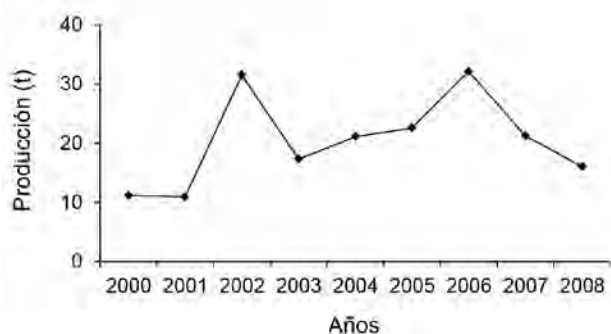


Fig. 23. Producción anual de lebrancha en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

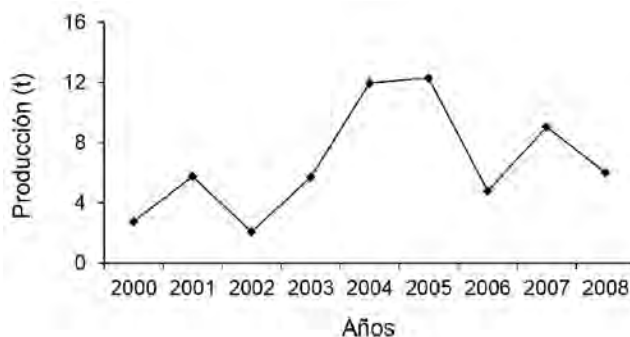


Fig. 24. Producción anual de lisa en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

Trucha pinta

En el caso de la trucha pinta, la producción total del periodo 2000-2008 fue de 63 t, registrándose la más alta en el año 2004 con 18 t, y las más bajas en 2000 y 2002 con 2 t, en cada uno. El promedio anual fue de $7 \text{ t} \pm 6.28 \text{ t}$, y en comparación con el año 2008 (2 t) se observa un descenso de 71.54% de la producción (Fig. 25).

Por lo que respecta a la producción de sargo se observa que en el periodo de 2000-2008 se obtuvo una producción total de 46 t, con el pico más alto de 11 t en 2004, y la captura más baja en 2000 y 2002 con 2 t en cada año. El promedio anual es fue de $5 \text{ t} \pm 3.39 \text{ t}$, si se compara con el año 2008 en que se obtuvieron 3 t, se tiene un descenso de 41.83% (Fig. 26).

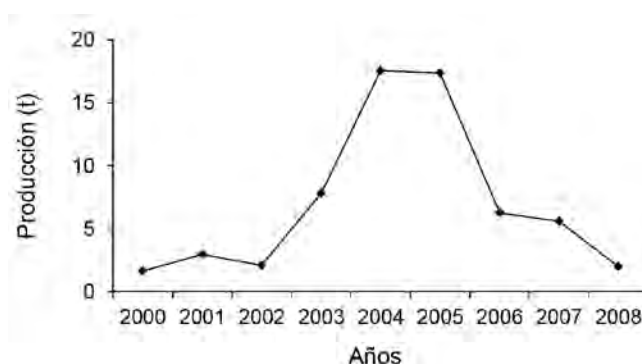


Fig. 25. Producción anual de trucha pinta en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Elaboración propia con información de la Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

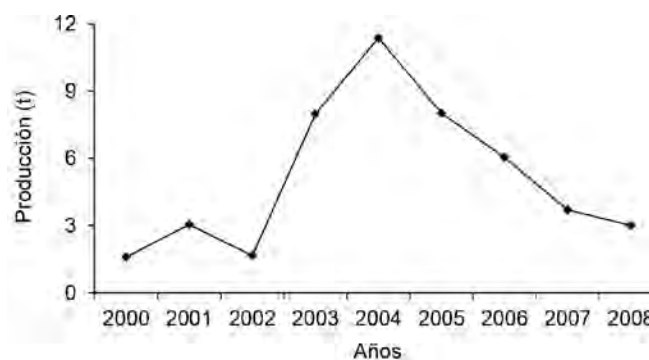


Fig. 26. Producción anual de sargo en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

Carpa plateada

La captura total de carpa plateada registrada en el periodo 2000-2008 fue de 212 t, de las cuales en el año de 2005 se obtuvo la más alta producción con 37 t, y la más baja

en 2003 y 2007 con 10 t en cada uno. El promedio anual es de $24 \text{ t} \pm 10.86 \text{ t}$, y en 2008 se obtuvieron 16 t, lo que equivale a un descenso de 31.0% (Fig. 27).

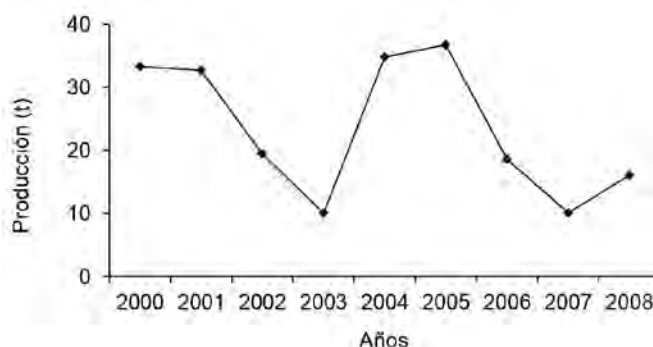


Fig. 27. Producción anual de carpa plateada en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

Tilapia azul

En cuanto a la tilapia azul, la producción total en el periodo 2000-2008 fue de 106 t, registrándose la más alta en el año 2005 con 22 t, y las más bajas en 2000 y 2002 con 4 t en cada año. El promedio anual del periodo fue de $12 \text{ t} \pm 6.68 \text{ t}$, y en comparación con el año 2008 en que se obtuvo una producción de 17 t, se observa un incremento de 45.0% (Fig. 28).

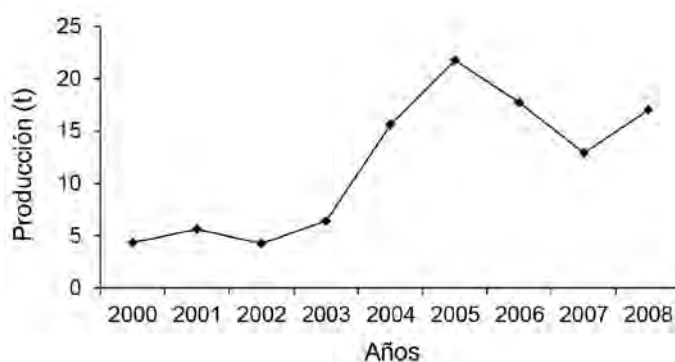


Fig. 28. Producción de tilapia azul en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

Chucumite

La producción total de chucumite en el periodo 2000-2008 fue de 9 t; los años con los registros más altos fueron 2003 y 2004 con 2 t cada uno, y en los años 2002, 2006 y 2007 no se registraron capturas. La producción registrada en 2008 es igual al promedio anual con $1 \text{ t} \pm 0.98 \text{ t}$ (Fig. 29).

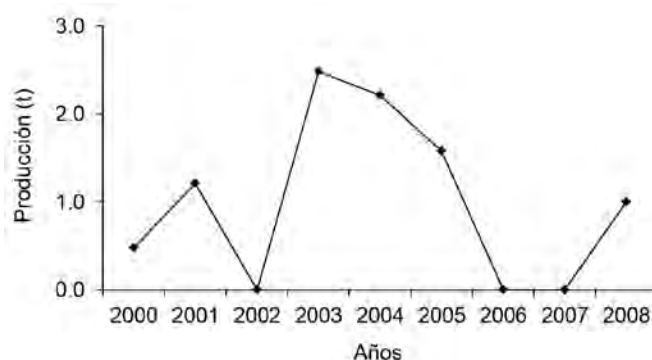


Fig. 29. Producción anual de chukumite en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

Robalo

En cuanto a la pesquería de robalo, la producción total en el periodo 2000-2008 fue de 86 t; la captura más alta se registró en el año 2001 con 32 t, y la más baja en 2008 con 2 t. El promedio del periodo fue de $10 \text{ t} \pm 9.42 \text{ t}$, y si se compara con lo registrado en 2008 se observa un descenso de 79.14% (Fig. 30).

Acuicultura

Las actividades de cultivo que se realizan en la Laguna Pueblo Viejo, y las zonas aledañas, están circunscritas en la ostricultura, aunque existen algunos antecedentes de piscicultura, en particular de siembras de crías de tilapia azul.

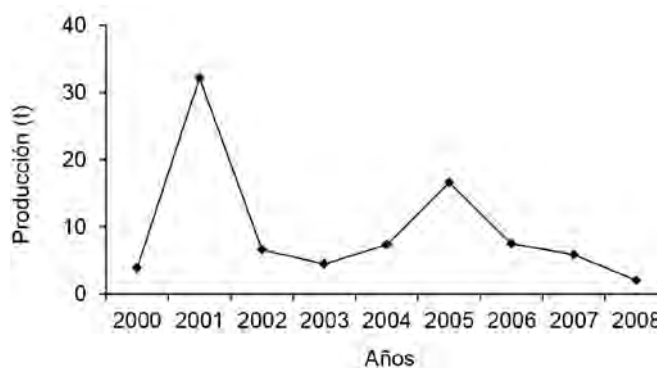


Fig. 30. Producción anual de robalo en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz, en el periodo 2000-2008. Fuente: Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Veracruz.

Ostricultura

Las actividades acuícolas en la Laguna Pueblo Viejo son parte importante de la estrategia para la conservación del recurso ostión *Crassostea virginica*, que, como ya se mencionó, es la especie que principalmente sostiene la actividad pesquera en la zona.

En la Laguna Pueblo Viejo, la administración de la pesquería del ostión está vinculada con las actividades de semicultivo contempladas en el programa ostrícola que desarrolla la Subdelegación de Pesca por medio del Centro de Acuacultura de Tuxpan en la zona, como son los cultivos de concha seca, concha verde y trasplante de crías, así como el movimiento y la rotación de éstos. Dichas actividades constituyen condicionantes en las cláusulas de concesiones y permisos, ya que permiten la recuperación de las poblaciones de ostión.

Cultivo de concha seca. Durante el periodo de 2000-2007 se realizaron actividades de cultivo de concha seca en la laguna cercano a un total de 10.4 t (Tabla 21).

Tabla 21

Cultivo de concha seca de ostión (kg) por zona y año en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Periodo 2000-2007

Cooperativa	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
1	18 272	18 272	20 802	36 712	34 532	118 620	520 870	507 740	1 275 820
2	670 525	698 847	771 071	734 375	806 409	784 789	1 180 130	1 156 235	6 802 381
3	8 800	13 800	8 800	9 504	17 000	68 720	374 950	381 820	883 394
4	125 232	148 682	95 552	97 757	98 336	112 340	383 676	343 527	1 405 102
Total	822 829	879 601	896 225	877 348	956 277	1 084 469	2 459 626	2 389 322	10 365 697

Fuente: Centro de Acuacultura de Tuxpan, Veracruz.

Cultivo de concha verde. En lo que respecta al cultivo de concha verde, durante el periodo 2000-2007 se realizó la devolución de 10 t de semilla a los bancos de ostión de la laguna, de las cuales 72% (7.2 t) correspondió a la Sociedad Cooperativa 2 (Tabla 22).

Tabla 22

Cultivo de concha verde de ostión (kg) por zona y año en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Periodo 2000-2007

Coope- rativa	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
1	138 585	72 300	65 600	79 860	103 862	177 930	162 730	138 585	939 452
2	806 530	838 563	910 669	893 293	894 009	1 123 909	954 780	806 530	7 228 281
3	153 300	91 340	100 720	85 600	85 600	15 000	0	153 300	684 860
4	167 183	139 160	85 530	99 505	103 869	168 510	193 244	167 183	1 124 184
Total	1 265 598	1 141 363	1 162 519	1 158 258	1 187 340	1 485 349	1 310 754	1 265 598	9 976 777

Fuente: Centro de Acuacultura de Tuxpan, Veracruz.

Trasplante de crías. El trasplante de crías de ostión durante el periodo 2000-2007 en la Laguna Pueblo Viejo fue de casi 6.8 t, siendo la Sociedad Cooperativa número 1 la que más contribuyó al trasplantar casi 2.9 t, que corresponden a 42.6 por ciento (Tabla 23).

Tabla 23

Trasplante de crías de ostión (kg) por zona y año en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Periodo 2000-2007

Cooperativa	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
1	318 700	337 800	322 050	310 800	370 800	345 090	521 610	358 710	2 885 560
2	34 000	20 400	31 200	20 400	20 400	302 250	624 650	697 060	1 750 360
3	113 400	104 100	118 150	99 650	208 215	180 000	153 550	168 550	1 145 615
4	40 600	62 700	40 600	43 050	40 600	71 350	274 051	445 441	1 018 392
Total	506 700	525 000	512 000	473 900	640 015	898 690	1 573 861	1 669 761	6 799 927

Fuente: Centro de Acuicultura de Tuxpan, Veracruz.

Piscicultura

Existen reportes no oficiales de cultivos de tilapia azul en algunas zonas, como el estero de Tamacuil, en donde según los directivos de la cooperativa del mismo nombre se realizaron siembras de crías hace algunos años. Actualmente en el área de desembarque se encuentran dos estanques de concreto construidos para desarrollar cultivos de tilapia, pero no funcionaron y están abandonados.

Centro Acuícola La Tortuga

Este centro acuícola se localiza en el municipio de Pánuco, Veracruz, 22°18'37" N y 98°08'28" W. Su misión es contribuir en el desarrollo de la acuicultura en el norte del estado de Veracruz, produciendo crías de tilapia azul *Oreochromis aureus* con mejor calidad genética, mayores crecimiento y resistencia a enfermedades, aprovechando el potencial de los recursos naturales en las regiones aptas para el desarrollo de las actividades acuícolas de manera sustentable.

Su objetivo general es obtener una producción de 500 mil crías de tilapia azul, para la siembra en las comunidades y en los cuerpos de agua, dentro de la jurisdicción que abarca 47 municipios de la zona norte del estado de Veracruz.

El centro acuícola tiene una superficie total de 50 000 m², con una superficie productiva potencial de 5 240 m² y superficie productiva útil de 4 200 m², con una capacidad de producción total de 2 millones de organismos y capacidad utilizada de 500 mil organismos. La meta anual de apoyo para el año 2009 fue de 350 mil crías de tilapia azul y la meta anual de venta fue de 150 mil crías.

Centro Acuícola Tancol

El centro acuícola se ubica en el municipio de Tampico, Tamaulipas. Tiene una superficie total de 43 000 m² y una superficie de producción de 13 850 m², de la cual sólo utilizan 5 400 m². La capacidad de producción total es de 3 500 000 crías y la capacidad utilizada es de 1 500 000 crías.

Mercado de los productos pesqueros de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz

La importancia del comercio pesquero varía según los países, y para muchas economías, en particular de países en desarrollo, representa una considerable fuente de ingresos en divisas, además de su importancia para la creación de empleo, la generación de ingresos y la seguridad alimentaria (FAO 2007). En muchos de los países en desarrollo, el tipo de pesca que predomina es artesanal, de pequeña escala o ribereña. En México, ésta aporta 80% del valor económico del total de la producción pesquera destinada al consumo humano directo (Fuentes-Castellanos 1996).

El mercado de los productos de la pesca ha venido presentando un fenómeno en varias partes del país, que se ha acentuado en algunas regiones como es el caso de la zona de la Laguna Pueblo Viejo, donde los comercializadores por mucho tiempo estuvieron distribuyendo esos productos en forma exclusiva; sin embargo, poco a poco han empezado a tener participación directa en este negocio, el transportista que trabajaba de manera regular con el comercializador, o bien bodegueros o pescaderías ubicados en los centros de consumo.

La comercialización de los productos frescos de la pesca y su llegada al consumidor, tienen características particulares que las distinguen de las de otros sectores productivos. Se trata de productos perecederos que requieren una red ágil y de rápida distribución, así como una importante infraestructura de frío para el mantenimiento y el transporte.

Los productos pesqueros de la entidad en su gran mayoría son comercializados; sin embargo, el sector social pesquero muestra una débil estructura económica, debido principalmente a que las actividades de extracción, producción, almacenamiento y comercialización de los productos no han logrado articularse de manera eficiente. No existe una estructura económica rentable que permita la capitalización de las organizaciones pesqueras, además, no se cuenta con la infraestructura productiva, industrial y de servicios que permita a los pescadores y sus organizaciones incorporarse competitivamente al mercado.

Por lo general, las cooperativas pesqueras y los permisionarios que se dedican a la actividad pesquera en la Laguna Pueblo Viejo, venden sus productos a intermediarios por no tener la infraestructura necesaria ni los medios de transporte para enviarlos fuera de la ciudad. Los productos que principalmente se comercializan en la región

de la Laguna Pueblo Viejo son el ostión en arpilla, en pulpa (sin concha), especies de escama, así como el camarón y la jaiba, ambos enteros o sin concha (pulpa).

Canales de distribución. Los canales de distribución, o de comercialización, que siguen los productos pesqueros de la Laguna Pueblo Viejo varían de acuerdo con el producto de que se trate; así, la escama (mojarra y plateada) y la pulpa de jaiba, por lo regular se comercializan en la misma región y sólo los excedentes son enviados al mercado de la Nueva Viga en el D.F.; mientras que otros productos, como el ostión y camarón, se comercializan en diferentes estados del país.

Se presentan aquí los diferentes canales de distribución de los que se informó en las encuestas hechas a comercializadores-transportistas de productos de la región de la Laguna Pueblo Viejo. Cabe aclarar que la información se refiere sólo a los productos provenientes de la Laguna Pueblo Viejo, independientemente de que el intermediario del producto en muchas ocasiones comercializa otros productos, ya sea de otras regiones o del ambiente marino.

Para definir cada uno de los eslabones de la cadena de distribución se siguió el criterio propuesto por Fischer y Espejo-Callado (2004), quienes consideran cuatro canales típicos de mercadotecnia para productos de consumo, que se adecuaron a las condiciones del presente estudio.

El canal de distribución nivel 1 es el más sencillo. En él no hay intermediarios y es utilizado por los permisionarios registrados en el padrón para la Laguna Pueblo Viejo, quienes comercializan el producto en la laguna. Venden directamente al público en el mercado de Tampico, sobre todo mojarra, chucumite, robalo, y camarón.

En el nivel 2 intervienen el productor, los minoristas o detallistas y los consumidores finales. Un dato relevante es que uno de los permisionarios que se especializan en la pulpa fresca de jaiba, vende a restaurantes, hoteles y cadenas de prestigio de la Cd. de Tampico, quienes lo ofrecen directamente al público. Este producto en particular requiere un buen manejo, no sólo en lo que respecta al proceso de extraer la pulpa o carne de la jaiba, sino también a su conservación, pues se puede deteriorar con rapidez si no se tienen los cuidados necesarios.

El tercer nivel en que los productores (pescadores) venden a un mayorista, quien a su vez vende a algún minorista o detallista y éste al consumidor final, no se ha hecho presente en la Laguna Pueblo Viejo.

Para el ostión, principalmente en la presentación sin concha, el canal de distribución más frecuente es el que se menciona en la clasificación como nivel 4. En éste intervienen, además de los minoristas, un agente (transportista/comisionista) y uno o más mayoristas ubicados en distintas ciudades destino. Una de las personas que comercializan este producto, lo lleva hasta la frontera norte del país, concretamente a Cd. Juárez, Chihuahua. El término agente parece ser el más apropiado para definir a la mayoría de los intermediarios ubicados en Cd. Cuauhtémoc, Tampico, Cd. Madero y en las localidades de Anáhuac y el Moralillo, esta última ubicada en el municipio de Pánuco, Veracruz, en el límite entre los estados de Veracruz y Tamaulipas, en virtud

de que muchos de ellos trabajan con facturas del mayorista a quien le entregan los productos, es decir, no son propietarios del producto sino que sólo aceleran la transacción manejándolo dentro del canal de distribución. Quienes no entran en esa clasificación podrían denominarse intermediarios-comerciantes, de acuerdo con Fischer y Espejo-Callado (2004).

Por lo que respecta a los mayoristas, éstos se ubican en ciudades con alto dinamismo económico, por ejemplo, en la región del Bajío, donde hay compradores de ostión en ciudades como Guanajuato, Celaya, Salamanca y León. Otras entidades a donde es enviado el ostión de la Laguna Pueblo Viejo, son Aguascalientes, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco y Puebla. Desde la ciudad de Puebla es distribuido a Tlaxcala y Apizaco, entre otras ciudades.

El ostión de la Laguna Pueblo Viejo también es llevado a algunos estados del norte, como Nuevo León (Monterrey y los municipios conurbados) y Chihuahua, principalmente (Chihuahua y Ciudad Juárez), en un viaje por carretera que dura aproximadamente 30 horas partiendo de la localidad de Anáhuac. De Cd. Juárez, el mayorista distribuye el producto a otras ciudades como Villa Ahumada, Nuevo Casas Grandes y El Paso, Texas (EU), mientras que desde la ciudad de Chihuahua, el producto es distribuido a minoristas y detallistas ubicados en Delicias, Camargo, Jiménez, Ojinaga y Parral, entre otras.

Un canal de distribución que no es común en la pesca es aquel en que el pescador vende directamente a un mayorista. Se dan casos en los que una sociedad cooperativa envía producto a la Nueva Viga; sin embargo, para que llegue a la bodega de un mayorista (nivel 3), se debe establecer antes contacto con corredores, que son quienes colocan el producto en cada bodega, es decir, fungen como comisionistas o agentes.

En resumen, la red de intermediarios es muy amplia en la actividad pesquera que se desarrolla alrededor de la Laguna de Pueblo Viejo. Un ejemplo de esto son las tres cooperativas que pescan en la laguna y cuya producción pasa primero por permisionarios o un comisionistas (agente) de la misma región que la llevan a mayoristas del Mercado de Pescados y Mariscos de La Puntilla en la ciudad de Tampico, que se ubica a no más de 65 km de la cooperativa más alejada y a 25 km de la cooperativa más cercana.

Indicadores económicos

Algunas de las razones por la que el precio por especie varía son que el producto proviene de pescadores libres o furtivos, o bien que la importación de productos puede saturar el mercado local, lo que ocasiona una competencia desleal. Con base en los registros del SIRIAP (Sistema de Registro Integral de la Producción Pesquera) de la Subdelegación de Pesca en Veracruz, se obtuvieron los precios por especie en el periodo 2003-2007 (Tabla 24).

Tabla 24
 Precio en pesos de las especies comercialmente importantes
 en la Laguna Pueblo Viejo, en el periodo 2003- 2007

<i>Especie</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>
Ostión	1.89	2.08	2.16	2.13	1.99
Camarón	55.16*	51.13*	50.90*	48.70*	51.30*
Jaiba	4.91**	7.38**	6.47**	5.64**	6.34**
Robalo	29.46	29.49	31.81	29.44	34
Sargo	12.70	14.20	14.13	14.60	11.33
Tilapia azul	5.37	5.30	5.26	5.02	5.42
Lisa	4.37	4.35	4.62	4.50	3.57
Lebrancha	3.44	3.88	3.93	4.01	3.51
Mojarra	10.86	10.00	10.00	13.72	9.50
Chucumite	16.63	15.00	14.63	20.83	18.33
Trucha	14.17	15.19	14.43	11.70	10.00

Fuente: SIRIAP, Subdelegación de Pesca en Veracruz. * Precio de ostión en concha, **Precio kg/jaiba entera fresca.

Con relación al camarón, el precio promedio por kilogramo de 2003 a 2007 fue de \$51.00; el más alto (\$54.16) se dio durante 2003, mientras que en 2006 se observó el más bajo (\$48.70). En el mismo periodo, la jaiba entera fresca tuvo un precio promedio por kilogramo de \$6.15, el precio más alto fue de \$7.38 en 2004, y el más bajo (\$4.91) se dio en 2003. Sin embargo, de acuerdo con los resultados de la encuesta, el precio por kilogramo de jaiba de los permisionarios fluctuó entre \$6.00 y \$18.00 en la presentación fresca entera, y entre \$60.00 y \$110.00 el kilogramo de la pulpa. En cuanto al ostión, el precio por kilogramo registrado en este periodo fue de \$2.00 en todo el periodo. El precio del desconchado, según los resultados de la encuesta, fue de \$11.00.

Por lo que se refiere a la escama, los precios de la lebrancha fluctuaron entre \$3.44 y \$4.00 por kilogramo en el periodo 2003-2007. De la misma forma, la tilapia azul en este periodo presentó un precio que se mantuvo en \$5.00, y para la lisa, el precio más bajo fue de \$3.57, llegando hasta \$4.62; para el chucumite se registró un precio de \$16.63; para la trucha pinta de \$14.00; la mojarra \$10.86 y para el sargo \$12.70 en 2003, mientras que para el año 2007 el precio del chucumite fue de \$18.33, para la trucha pinta fue de \$10.00; en el caso de la mojarra no varió para este año siendo de \$9.50 y el sargo aumentó su precio a \$11.33 por kilogramo. El robalo es la especie de escama que alcanza el mayor valor económico, con un promedio anual de \$30.84 en el periodo de 2003-2007; para el año 2003 el precio fue de \$29.46; es importante mencionar que para 2007 fue de \$34.00, el más alto alcanzado.

En una comparación de precios entre los años 2003 y 2007, se observa que no hay una variación sustancial (Fig. 31); asimismo, se puede notar que el recurso camarón es el que alcanza el mayor precio de entre las pesquerías de la laguna, seguido por el del robalo.

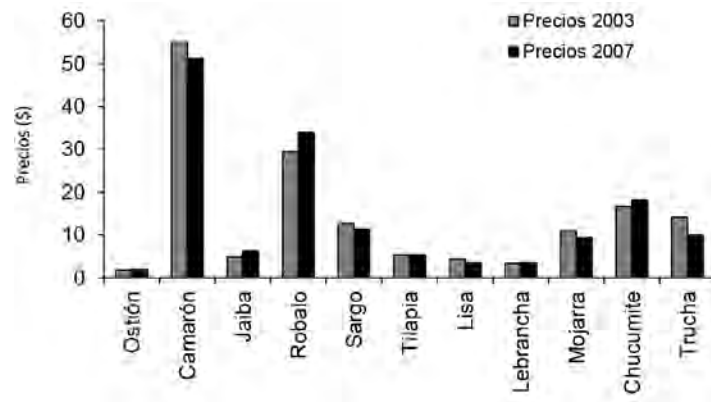


Fig. 31. Comparación de precio en pesos de las especies comercialmente importantes en la Laguna Pueblo Viejo, en los años 2003 y 2007. Fuente: SIRIAP, Subdelegación de Pesca en Veracruz.

La producción total en la Laguna Pueblo Viejo en el periodo 2003-2007 generó ingresos por \$180 577.65. En el año 2005 se obtuvo un mayor ingreso con \$44 360.10, y el año más bajo fue 2003 con \$28 886.90; en los últimos dos años del periodo (2006-2007) el ingreso se mantuvo alrededor de \$10 000.00 inferior al ingreso de 2005 (Tabla 25 y Fig. 32).

Mediante el análisis de las diferentes pesquerías se observa que la más importante comercialmente es la del ostión, que generó ingresos totales en el mismo periodo por \$115 689.00. El 2005 fue el año de mayor ingreso con \$31 763.00 y el más bajo fue 2003 con \$15 909.00. El segundo lugar en cuanto a ingresos lo ocupa la pesquería de camarón con \$57 464.00, mientras que el ingreso más alto se obtuvo en 2004 con \$13 678.00 y el más bajo fue en 2007 con \$9 673.00 (Fig. 33).

Tabla 25

Ingresos (miles de pesos) por especies comerciales en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Periodo 2003-2007

Especie	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Ostión	15 908.92	23 550.71	31 763.37	21 056.16	23 410.01	115 689.17
Camarón	11 709.70	13 678.41	10 668.03	11 735.50	9 672.62	57 464.25
Escama	894.20	895.80	1 203.91	633.50	487.87	4 115.22
Jaiba	374.08	788.97	728.79	651.59	765.58	3 309.01
Total	28 886.90	28 913.89	44 364.10	34 076.70	34 336.10	180 577.65

Fuente: SIRIAP, Subdelegación de Pesca en Veracruz.

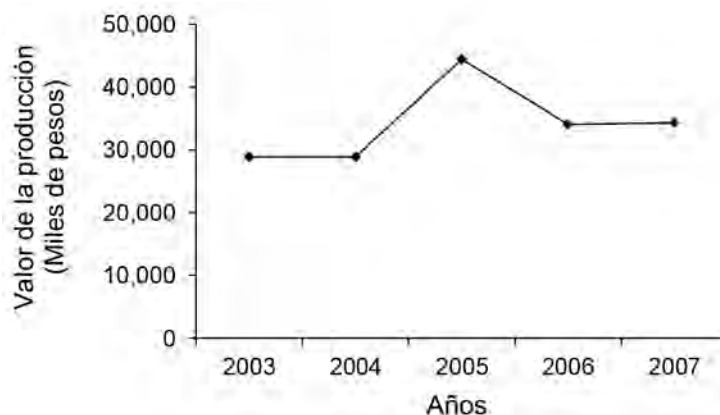


Fig. 32. Valor total en miles de pesos de la producción de las pesquerías de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. En el periodo 2003-2007. Fuente: SIRIAP, Subdelegación de Pesca en Veracruz.

Los ingresos totales del recurso jaiba, a partir del año 2004 presentan una tendencia a la alta, con un registro de 789 miles de pesos. Comparando con el registro más bajo del periodo que se obtuvo en 2003 de 374 miles de pesos, se observa un incremento de 53% de ingreso.

Por su parte, en lo tocante a las especies de escama se puede observar que en 2005 se presentaron los ingresos más altos con 1 204 miles de pesos, y a partir de este año hay una tendencia a la baja en los ingresos totales de los años 2006 (\$600 000.00) y 2007 (\$488 000.00).

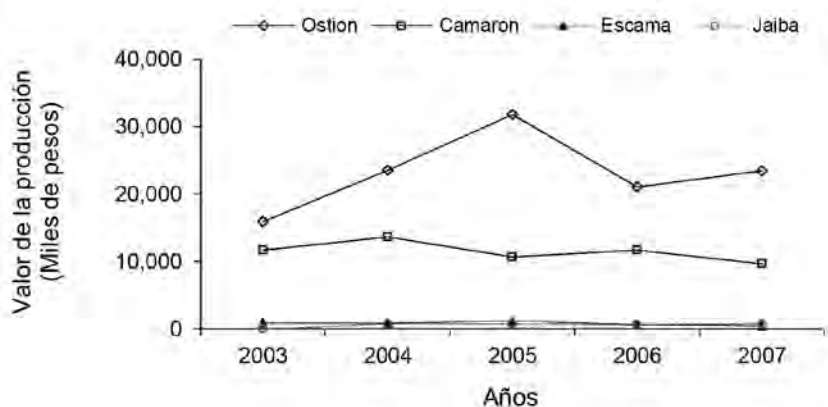


Fig. 33. Valor de la producción en miles de pesos por especie de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. En el periodo 2003-2007. Fuente: SIRIAP, Subdelegación de Pesca en Veracruz.

Beneficios por unidad de esfuerzo

Dado que no se dispone de registros detallados de rendimientos por pescador y es necesario contar con indicadores económicos del beneficio que se genera de la actividad pesquera en la laguna, se realizó la estimación del beneficio por unidad de esfuerzo, para lo cual se consideró al pescador como la unidad de esfuerzo. En primer término se realizó el análisis para el periodo 2003-2007, incluyendo las capturas registradas ante la Oficina Federal de Pesca en Cd. Cuauhtémoc, Tamaulipas, los precios de comercialización de cada una de las especies sujetas a aprovechamiento en la laguna y el número de pescadores que se dedican a cada pesquería; además, se realizó una estimación para el año 2008 con información obtenida directamente de los pescadores por medio de la encuesta socioeconómica.

En el primer caso, debido a que no existen registros oficiales con respecto a los pescadores, se asumió que los que se dedican a una pesquería en específico, le dedican a la actividad el mismo número de días, y que aportaron producciones iguales. En el segundo caso se consideró el promedio de los ingresos por embarcación para el año 2008. Los ingresos totales por unidad de esfuerzo se obtuvieron mediante la fórmula:

$$ITUE: IT / F$$

Donde:

ITUE = Ingresos totales por unidad de esfuerzo

IT = Ingresos totales por especie

F = Esfuerzo (pescadores por especie)

El ingreso total por unidad de esfuerzo (ITUE) que obtuvieron los pescadores de ostión se presenta en la *tabla 26*, donde se puede observar que el más alto se registró en el año 2005 con \$92 068.00, en 2006 hubo un descenso hasta \$61 388.00 y en 2007 se incrementó, aunque ligeramente. Cabe mencionar que el ingreso de los últimos dos años está por debajo del obtenido en 2004.

Tabla 26

Ingresos por unidad de esfuerzo en la pesquería de ostión,
en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Periodo 2003-2007

Año	Ingresos totales (miles de pesos)	Pescadores	ITUE (pesos)
2003	15 909	348	45 715
2004	23 551	354	66 527
2005	31 763	345	92 068
2006	21 056	343	61 388
2007	23 410	347	67 464

En la pesquería de camarón, el mayor ingreso anual por pescador se obtuvo durante 2004 y fue de \$64 827.00 mientras que el menor fue de \$45 842.00 en 2007 (Tabla 27).

Tabla 27

Ingresos por unidad de esfuerzo obtenidos en la pesquería de camarón en la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz. Periodo 2003-2007

<i>Año</i>	<i>Ingresos totales (miles de pesos)</i>	<i>Pescadores</i>	<i>ITUE (pesos)</i>
2003	11 701	207	56 569
2004	13 678	211	64 827
2005	10 668	204	52 294
2006	11 735	204	57 527
2007	9 672	211	45 842

Beneficio por unidad de esfuerzo en 2008

La estimación de los beneficios por unidad de esfuerzo para el año 2008, se realizó conforme las siguientes consideraciones: 1) los pescadores seleccionados en la muestra para la aplicación de la encuesta socioeconómica; 2) la información sobre estos pescadores se obtuvo directamente de los registros internos de las cooperativas, y 3) la unidad de esfuerzo considerada fue la embarcación (lancha), en virtud de que la producción se registra por dueño de embarcación y no por individuo. Esto significa que la estimación del beneficio por unidad de esfuerzo no se realizó por especie sino que se consideró la suma de las especies que conformaron la captura por viaje por lancha.

En cuanto a la producción promedio por especie por unidad de esfuerzo (Tabla 28), se observa que existen diferencias entre los pescadores del municipio de Pueblo Viejo y de Tampico Alto, presentándose menor número de especies y de diversidad en la composición de la captura en el primer caso, con respecto al segundo. Esto parece estar directamente relacionado con el hábitat que predomina en cada región.

Así, los precios promedio por kilogramo de producto son distintos debido a las diferencias en la composición de la captura (Tabla 29). Los resultados del valor de la producción por unidad de esfuerzo, es decir, la producción por lancha, por el precio de cada especie, muestran que las ventas totales promedio son mayores para los pescadores de la zona norte de la Laguna Pueblo Viejo (municipio de Pueblo Viejo), comparadas con las registradas para la zona sur-sureste de dicho cuerpo de agua (municipio de Tampico Alto). Estas diferencias se relacionan con la variación estacional de la captura, ya que mientras en la zona norte de la laguna prácticamente todo el año de estudio (2008), los cuatro productos registrados (osti6n y camar6n en diferentes presentaciones) fueron capturados, en la zona sur-sureste la producci6n de osti6n y de camar6n se ve afectada por las descargas de agua dulce del r6o Tamacuil;

Tabla 28
Producción promedio (kg) por unidad de esfuerzo estimada
a partir de la información proporcionada por los pescadores encuestados
de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

Producción promedio (kg) por unidad de esfuerzo estimada
a partir de la información proporcionada por los pescadores encuestados
de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

Precio promedio por kilogramo de producto (pesos)
de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

[illegible]

Tabla 30

Ventas totales (pesos) estimadas a partir de la producción proporcionada por los pescadores de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Ventas por unidad de esfuerzo (Pesos)</i>												
<i>Pescadores al norte de la Laguna de Pueblo Viejo (Cd. Cuauhtémoc y Anáhuac)</i>												
<i>Especies</i>	<i>ene</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>abr</i>	<i>may</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>ago</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>
Ostión (arpilla)	528.4	279.5	436.4	415.9	475.6	499.4	5 288	438.1	305.1	1 628	2 734	1 165
Ostión (medida)	4 186	3 326	2 784	2 354	2 569	3 822	2 959	3 526	3 332	2 673	2 244	3 133
Camarón med.	47.7	66.3	312.9	202.8	1 063	47.7	64.9	50.8	39.8	56.5	55.7	572.7
Camarón gde.	624.3	897.5	3 645	2 965	1 037	0.0	1 044	251.1	0.0	1 218	313.6	1 799
<i>Pescadores al sur de la Laguna de Pueblo Viejo (Tampico Alto)</i>												
<i>Especies</i>	<i>ene</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>abr</i>	<i>may</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>ago</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>
Pulpa de jaiba	224.3	139.8	383.5	0.0	0.0	773.5	731.3	0.0	71.5	0.0	130.0	1 820
Jaiba entera	468.0	126.0	0.0	0.0	0.0	801.0	45.0	1 764	0.0	0.0	0.0	387.0
Robalo	2 485	1 418	0.0	0.0	0.0	0.0	140.0	0.0	0.0	1 610	1 855	2 100
Robalete	624.3	580.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.5
Tilapia azul	1 449	2 695	3 731	4 872	5 425	2 436	3 969	1 050	3 192	2 814	1 946	553.0
Plateado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	962.5	550.0	1 238	0.0	0.0	325.0	0.0

Costo por unidad de esfuerzo en 2008

Con la información obtenida en la encuesta socioeconómica se estimaron los costos promedio por lancha (unidad de esfuerzo), presentando éstos diferencias entre las dos zonas de pesca. En la zona del municipio de Pueblo Viejo fueron menores que los de la zona sur-sureste (municipio de Tampico Alto), que en buena medida obedecen al tipo de pesca que se realiza. Destacan dentro de estas diferencias el gasto en carnada, ya sea para la jaiba o algunas especies pescadas con anzuelo (Tabla 31).

Beneficio/costo por unidad de esfuerzo

El presente apartado trata sobre la utilidad que genera la pesca después de considerar todos los costos inherentes para llevar a cabo esta actividad. Un indicador que involucra los ingresos y los egresos totales, y que es posible estimar con la información obtenida, es el indicador denominado “relación beneficio/costo”, es decir, el valor que representan la producción o las ventas (considerando como unidad de esfuerzo, los costos de operación e ingresos por ventas por embarcación durante un año), dividida entre los costos para alcanzar esa producción (costo por unidad de esfuerzo). Para el cálculo de este indicador se utilizaron criterios y fundamentos mencionados por Baca-Urbina (2006), por lo que el procedimiento para su estimación es una adaptación al tipo de información que se pudo obtener con las SCPP y permisionarios que operan en la laguna.

Tabla 31

Costos promedio estimados a partir de la información recabada en las encuestas realizadas con pescadores de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Costos por unidad de esfuerzo (pesos)</i>												
<i>Pescadores al norte de la Laguna de Pueblo Viejo (Cd. Cuauhtémoc y Anáhuac)</i>												
	<i>ene</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>abr</i>	<i>may</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>ago</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>
<i>Costos variables (CV)</i>												
Gasolina	1 520	1 596	1 672	1 824	1 900	1 824	1 900	1 900	1 976	1 900	1 976	1 824
Carnada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Subtotal cv	1 520	1 596	1 672	1 824	1 900	1 824	1 900	1 900	1 976	1 900	1 976	1 824
<i>Costos fijos (CF)</i>												
Mtto. Lancha	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0	120.0
Mtto. Artes/pesca	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0	265.0
Mtto. de motor	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0
Subtotal CF	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0	563.0
Total costos	2 083	2 159	2 235	2 387	2 463	2 387	2 463	2 463	2 539	2 463	2 539	2 387
<i>Pescadores al sur de la Laguna de Pueblo Viejo (Tampico Alto)</i>												
	<i>ene</i>	<i>feb</i>	<i>mar</i>	<i>abr</i>	<i>may</i>	<i>jun</i>	<i>jul</i>	<i>ago</i>	<i>sep</i>	<i>oct</i>	<i>nov</i>	<i>dic</i>
<i>Costos variables</i>												
Gasolina	1 596	1 672	1 748	1 824	1 900	1 900	1 900	1 824	1 368	1 368	1 368	1 368
Carnada	210.0	220.0	230.0	240.0	250.0	250.0	250.0	240.0	180.0	180.0	180.0	180.0
Subtotal cv	1 806	1 892	1 978	2 064	2 150	2 150	2 150	2 064	1 548	1 548	1 548	1 548
<i>Costos fijos</i>												
Mtto. Lancha	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Mtto. Artes/pesca	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
Mtto. de motor	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
Subtotal CF	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0	550.0
Total costos	2 356	2 442	2 528	2 614	2 700	2 700	2 700	2 614	2 098	2 098	2 098	2 098

Acorde con lo anterior, lo primero fue solicitar información mensual desglosada sobre la producción pesquera anual del año inmediato anterior de cada uno de los pescadores a quienes se les aplicó la encuesta socioeconómica, y que previamente fueron seleccionados en forma aleatoria. A partir de esta información y del precio de venta en playa que se obtuvo de los mismos pescadores, se estimaron sus ingresos por mes. Asimismo, se pidió a cada pescador una estimación del costo por viaje o por día de pesca, con la especificación del tipo de pesquería a la cual se refería dicho costo, así como de las distancias y ubicaciones de las zonas de pesca y la periodicidad de la jornada o faena de pesca; con esto se obtuvieron los egresos por mes por pescador y se clasificaron, según su naturaleza, en costos fijos o variables. Los variables son los que dependen del volumen de producción (incluye costos de operación), mientras que los fijos son los que se realizan independientemente de la producción (incluye gastos de administración) (para mayor detalle véase las tablas 29 a la 31).

A partir de la información de ingresos y egresos mensuales se obtuvo el promedio anual en ambos rubros, y con base en los datos promedio se estimó el indicador “beneficio/costo”, con la siguiente fórmula.

$$B = \frac{VT}{CT}$$

Donde:

B = Relación beneficio/costo

VT = Ventas totales (promedio anual)

CT = Costo total (promedio anual)

La relación beneficio/costo para los pescadores del municipio de Pueblo Viejo fue de 2.36, con un punto de equilibrio de 9.98 miles de pesos equivalente a 14.80% (Tabla 32). En cuanto al municipio de Tampico Alto la relación beneficio/costo estimada fue de 1.93, con un punto de equilibrio de 11.02 miles de pesos equivalente a 19.69% (Tabla 33).

Tabla 32

Estimación de la relación beneficio/costo de los pescadores al norte de la Laguna Pueblo Viejo (Cd. Cuauhtémoc y Anáhuac)

<i>Concepto</i>	<i>Pesos</i>
a) Ventas (anuales)	67 474.00
b) Costos (anuales):	28 568.00
a') Costos variables	21 812.00
b') Costos fijos	6 756.00
c) Utilidad de operación	38 906.00
c) Saldo anual	38 906.00
e) Beneficio/costo (a/b)	2.36.00
Punto de equilibrio \$ [(b')/(1-((a')/a))]	9 983.00
Punto de equilibrio %	14.80%

Los resultados obtenidos para ambas zonas indican, en primera instancia, que la pesca que llevan a cabo los pescadores del municipio de Pueblo Viejo es más redituable que la realizada por los de Tampico Alto, en virtud de que el resultado para el primer caso es mayor que el del segundo. La literatura menciona que si el indicador “beneficio/costo” es mayor a uno, significa que la actividad deja ganancia, y en la medida en que el resultado es mayor, la utilidad lo es también.

Es conveniente mencionar que el análisis de la relación beneficio/costo deberá realizarse de forma más profunda en un futuro, considerando las diferencias entre los estratos que conforman las redes de producción en cada caso.

Tabla 33

Estimación de la relación beneficio/costo de los pescadores al sur de la Laguna de Pueblo Viejo (Tampico Alto)

<i>Concepto</i>	<i>Pesos</i>
a) Ventas (anuales)	55 972.00
b) Costos (anuales):	29 046.00
a') Costos variables	22 446.00
b') Costos fijos	6 600.00
c) Utilidad de operación	26 926.00
c) Saldo anual	26 926.00
e) Beneficio/costo (a/b)	1. 93.00
Punto de equilibrio \$ $[(b')/(1-((a')/a))]$	11 019.00
Punto de equilibrio %	19.69%

Análisis de sensibilidad

De acuerdo con la Metodología para la Estimación y Análisis de Indicadores del Esfuerzo de Pesca (SAGARPA 2006), se realizó un análisis de sensibilidad, es decir, la consideración de otros escenarios para conocer el efecto de los cambios en algunas variables como el precio de venta de cada especie o la producción (captura). Para ello se plantearon los escenarios de disminución y aumento de 20%, en la(s) variable(s) seleccionada(s).

Con base en lo anterior se realizó el análisis para los pescadores de ambos municipios (Pueblo Viejo y Tampico Alto). Los dos escenarios que se plantearon para la variable captura (producción), fueron: Escenario 1, disminución de 20%. Escenario 2, aumento de 20%. El valor de referencia se refiere al resultado obtenido directamente de los datos de campo, es decir, son los valores antes de reflejar los escenarios.

Se observa que aun disminuyendo 20% la captura, la actividad pesquera en la Laguna Pueblo Viejo es redituable, ya que la relación beneficio/costo es mayor a uno (Tablas 34 y 35).

Cabe mencionar que una de las variables que también tienen un efecto importante sobre el desempeño económico de una actividad, son los costos. Se observa que en la generalidad de las actividades económicas del sector primario con mucha frecuencia los costos suben año con año, no así el precio de venta, en el que incluso se registran disminuciones. Por esta razón, se plantean dos escenarios más para cada zona o municipio considerando únicamente el incremento en costos en dos áreas: de 10% (escenario 1) y de 20% (escenario 2). Se observa que a mayor incremento en costos, el indicador “beneficio/costo” presenta valores más bajos y el punto de equilibrio aumenta. Esto se debe a la disminución de la utilidad y el aumento de los costos. Los resultados obtenidos en el presente análisis de sensibilidad, partiendo de los supuestos aquí establecidos, muestran que la actividad pesquera de la Laguna

Pueblo Viejo, es más sensible a un decremento en la producción que al incremento en los costos (Tablas 36 y 37).

Tabla 34

Análisis de sensibilidad para la captura, para el municipio de Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Concepto</i>	<i>Valor de referencia</i>	<i>Escenario 1 (Disminución de 20%)</i>	<i>Escenario 2 (Incremento de 20%)</i>
Producción (kg)	3 893.95	3 115.16	4 672.74
a) Ventas (Anuales)	67 474.00	53 979.00	80 968.00
b) Costos (Anuales):	28 568.00	28 568.00	28 568.00
a') Costos variables	21 812.00	21 812.00	21 812.00
b') Costos (fijos)	6 756.00	6 756.00	6 756.00
c) Utilidad de operación	38 906.00	25 411.00	52 400.00
c) Saldo anual	38 906.00	25 411.00	52 400.00
e) Beneficio/Costo (a/b)	2.36	1.89	2.83
Punto de equilibrio \$ $[(b')/(1-((a')/a))]$	9 983.00	11 337.00	9 247.00
Punto de equilibrio %	14.80%	21.00%	11.42%

Tabla 35

Análisis de sensibilidad para la captura, para el municipio de Tampico Alto, Veracruz

<i>Concepto</i>	<i>Valor de referencia</i>	<i>Escenario 1</i>	<i>Escenario 2</i>
Producción (kg)	2 986.90	2 389.52	3 584.28
a) Ventas (anuales)	55 972.00	44 773.00	67 160.00
b) Costos (anuales):	29 046.00	29 046.00	29 046.00
a') Costos variables	22 446.00	22 446.00	22 446.00
b') Costos fijos	6 600.00	6 600.00	6 600.00
c) Utilidad de operación	26 926.00	15 727.00	38 114.00
c) Saldo anual	26 926.00	15 727.00	38 114.00
e) Beneficio/costo (a/b)	1.93	1.54	2.31
Punto de equilibrio \$ $[(b')/(1-((a')/a))]$	11 019.00	13 235.00	9 913.00
Punto de equilibrio %	19.69%	29.56%	14.76%

Tabla 36
Análisis de sensibilidad para un incremento en los costos,
para el municipio de Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Concepto</i>	<i>Valor de referencia</i>	<i>Escenario 1</i>	<i>Escenario 2</i>
Producción (kg)	3 893.95	3 893.95	3 893.95
a) Ventas (anuales)	53 979.00	67 474.00	67 474.00
b) Costos (anuales):	28 568.00	31 425.00	34 282.00
a') Costos variables	21 812.00	23 993.00	26 174.00
b') Costos fijos	6 756.00	7 432.00	8 107.00
c) Utilidad de operación	25 411.00	36 049.00	33 192.00
c) Saldo anual	25 411.00	36 049.00	33 192.00
e) Beneficio/costo (a/b)	1.89	2.15	1.97
Punto de equilibrio \$ $[(b')/(1-((a')/a))]$	11 337.00	11 532.00	13 245.00
Punto de equilibrio %	21.00%	17.09%	19.63%

Tabla 37
Análisis de sensibilidad para un incremento en los costos,
para el municipio de Tampico Alto, Veracruz

<i>Concepto</i>	<i>Valor de referencia</i>	<i>Escenario 1</i>	<i>Escenario 2</i>
Producción (Kg)	2 986.90	2 986.90	2 986.90
a) Ventas (anuales)	44 779.00	55 966.00	55 966.00
b) Costos (anuales):	29 046.00	31 951.00	34 855.00
a') Costos variables	22 446.00	24 691.00	26 935.00
b') Costos fijos	6 600.00	7 260.00	7 920.00
c) Utilidad de operación	15 733.00	24 016.00	21 111.00
c) Saldo anual	15 733.00	24 016.00	21 111.00
e) Beneficio/costo (a/b)	1.54	1.75	1.61
Punto de equilibrio \$ $[(b')/(1-((a')/a))]$	13 234.00	12 991.00	15 268.00
Punto de equilibrio %	29.55%	23.21%	27.28%

Indicadores socioeconómicos de la población pesquera

Los aspectos de las ciencias sociales que se consideraron para el estudio se refieren básicamente a la estimación de indicadores socioeconómicos como son: edad de los pescadores registrados, escolaridad, importancia de la pesca en los ingresos de los pescadores, nivel de ingreso de los pescadores, tenencia de la tierra, características de la vivienda, pescadores con automóvil o camioneta propia y pescadores con derechos a servicios de salud.

Se realizó una comparación de los indicadores citados con los promedios en los ámbitos municipal, estatal y nacional. En algunos casos para la estimación de los indicadores de la comunidad de pescadores de la laguna se consideró el total de la

población pesquera encuestada, y en otros el análisis se realizó para las localidades pesqueras de los dos principales municipios que integran la población pesquera de la laguna, y finalmente se estableció una comparación entre ambos municipios.

Para efecto de lo anterior se aplicaron encuestas, previo diseño de formatos y determinación del tamaño de muestra para lograr los objetivos planteados. Se realizaron 104 entrevistas a pescadores seleccionados mediante el uso de la tabla de números aleatorios del registro previamente elaborado en orden alfabético de las 521 personas que componen la población pesquera de la Laguna Pueblo Viejo. Así, se incluyó a pescadores de cada una de las seis sociedades cooperativas y los registrados por siete personas físicas que cuentan con autorización para la pesca en la laguna; adicionalmente fueron aplicadas encuestas a los directivos, a los compradores de productos pesqueros de la laguna, así como al siguiente nivel en el canal de distribución (comercialización), sumando un total de 42 encuestas en este sector.

Las localidades y poblaciones donde se aplicaron las encuestas a pescadores son: El Crucero, Anáhuac y Cd. Cuauhtémoc, en el municipio de Pueblo Viejo, y El Sauce y Mata de Chávez en el municipio de Tampico Alto. Para la aplicación de encuestas a comercializadores también se realizaron entrevistas en la ciudad de Tampico, Tamaulipas.

Grupos de edad de los pescadores registrados

De acuerdo con los resultados de la encuesta, el intervalo de edades va de 15 a 73 años. El promedio de edad es de 43.5 años y se observa que 78.85% de ellos supera 35 años de edad. Los pescadores entrevistados manifestaron que sus hijos más jóvenes asisten a la escuela y participan también en la pesca de manera parcial, ya sea por la tarde o cuando no asisten a clases en función del calendario escolar, y dado que no están oficialmente registrados en el padrón de socios de alguna de las cooperativas, no fueron considerados en la muestra (Fig. 34).

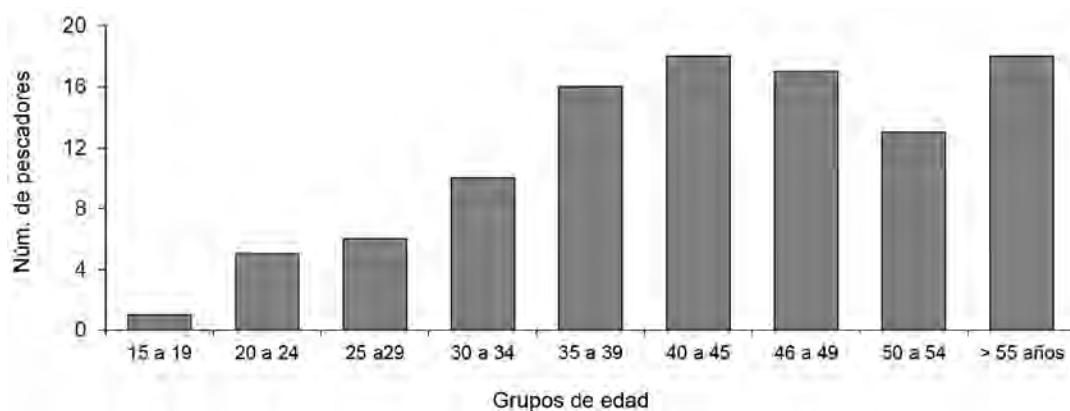


Fig. 34. Grupos de edad de los pescadores en la Laguna Pueblo Viejo elaborada con información obtenida de la encuesta aplicada a pescadores.

Población analfabeta de 15 años o mayor

Con base en las estadísticas del Censo General de Población y Vivienda, realizado por el INEGI (2005) y considerando la población total nacional, estatal y municipal de 15 años o más, se obtuvieron los porcentajes correspondientes de población analfabeta, siendo de 8.3% en el ámbito nacional y 13.4% en el estatal.

Para el caso de la población pesquera de la laguna, incluidos los dos municipios, de acuerdo con el resultado de la encuesta aplicada, 93.3% de los pescadores mayores de 15 años manifestó haber asistido a la escuela y, por consiguiente, la proporción de personas analfabetas es de sólo 6.7% (Fig. 35). Es importante considerar que la mayoría los pescadores sabe leer y escribir, siendo éste un factor importante al momento de instrumentar talleres o cursos de capacitación para el sector.

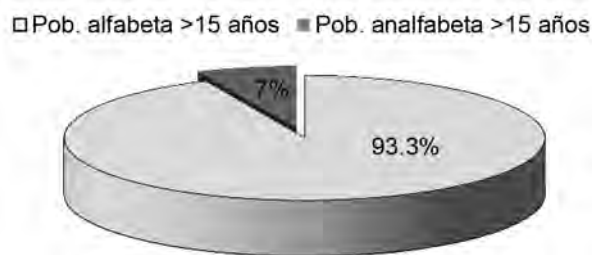


Fig. 35. Población de pescadores de la Laguna Pueblo Viejo, de 15 años o mayor, analfabeta.

En cuanto al municipio de Pueblo Viejo, 6% de la población mayor de 15 años es analfabeta (INEGI 2005), mientras que el estimado para la población pesquera de este municipio es de 5.1 por ciento (Fig. 36).

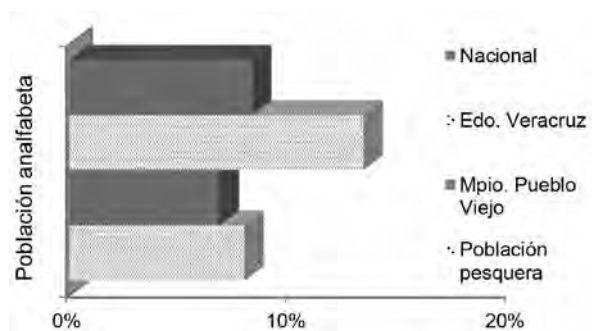


Fig. 36. Porcentaje de la población de pescadores analfabetas de 15 años o mayor que habita en comunidades del municipio de Pueblo Viejo, comparado con los de los ámbitos municipal, estatal y nacional (Fuente: INEGI 2005).

Por otro lado, de acuerdo con el INEGI (2005) en el municipio de Tampico Alto, 11.4% de la población es analfabeta (Fig. 37), y para los pescadores de Mata de Chávez y El Sauce, con los datos de la encuesta se estimó que 100% de la población entrevistada

mayor de 15 años sabe leer y escribir. Estos resultados corroboran que el grado promedio de escolaridad para la población pesquera de la Laguna Pueblo Viejo es superior al observado en los ámbitos municipal, estatal y nacional. Esto sin descartar posibles sesgos atribuibles al entrevistador o al pescador.

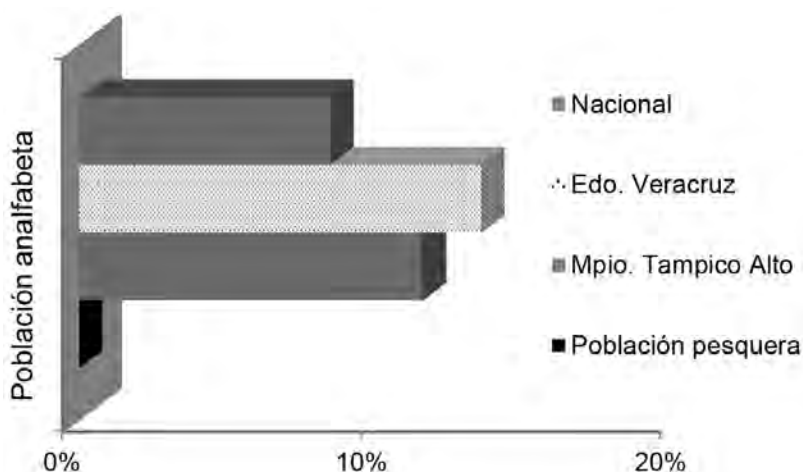


Fig. 37. Porcentaje de la población de pescadores analfabetas de 15 años o mayor que habita en comunidades del municipio de Tampico Alto, comparado con los de los ámbitos municipal, estatal y nacional (Fuente: INEGI 2005).

Grado de escolaridad de los pescadores

Las cinco localidades encuestadas cuentan con servicio de educación preescolar y primaria. Sólo las localidades de Anáhuac y Cd. Cuauhtémoc cuentan además con secundaria, y en esta última, que es la cabecera municipal de Pueblo Viejo hay planteles de preparatoria y bachillerato. La mayor oferta educativa se presenta en la ciudad de Tampico, en donde además existen institutos y universidades que imparten carreras técnicas y de nivel profesional. Esta situación ocasiona que los estudiantes de las localidades como las de El Sauce y Mata de Chávez en el municipio de Tampico Alto, Ver., que desean continuar sus estudios después de la educación primaria, se tengan que desplazar a otras ciudades con el consecuente gasto que ello implica.

En la encuesta se incluyó una pregunta para evaluar si los hijos de los pescadores continuarían estudiando, a la que sólo 65% de ellos respondió: 52 respondieron afirmativamente, mientras que 16 contestaron que sus hijos no continuarían estudiando por falta de dinero. Es importante resaltar que ocho de las 104 personas encuestadas cursaron la licenciatura, y se desempeñan como dirigentes o comercializadores, en las que se requieren habilidades gerenciales y capacidad de autogestión (Tabla 38).

El número de años de estudio promedio es de 9.37 para los pescadores de la laguna, mientras que en el ámbito estatal es de 7.16, y en el nacional es de 8.15 (INEGI 2005) (Fig. 38).

Tabla 38
Nivel de escolaridad de los pescadores encuestados

<i>Grado máximo de estudios</i>	<i>Pescadores</i>	<i>Porcentaje</i>
Ninguno	2	1.92
Primaria inconclusa	5	4.81
Primaria terminada	14	13.46
Secundaria inconclusa	1	0.96
Secundaria terminada	32	30.77
Carrera técnica comercial inconclusa	1	0.96
Carrera técnica comercial	3	2.88
Otras carreras técnicas (informática y otras)	5	4.81
Preparatoria inconclusa	7	6.73
Preparatoria terminada	17	16.35
Bachillerato	9	8.65
Licenciatura	8	7.69
Total de personas encuestadas	104	

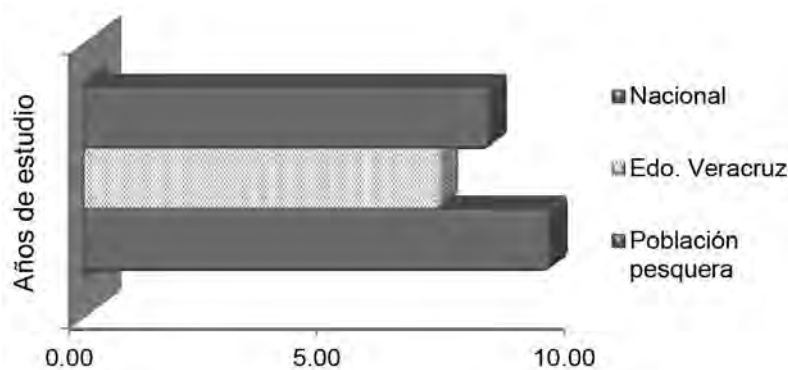


Fig. 38. Años de estudio de la población pesquera de la Laguna Pueblo Viejo, comparado con los indicadores estatal y nacional (Fuente: INEGI 2005).

El grado promedio de escolaridad de la población pesquera es de 9.44 años de estudio en el municipio de Pueblo Viejo, 8.15 es el promedio nacional para este indicador, mientras que 7.16 es el promedio para el estado de Veracruz, y 7.46 es el promedio para el municipio de Pueblo Viejo (Fig. 39).

Importancia de la pesca en la economía de los pescadores

Uno de los aspectos medulares de la información socioeconómica recabada es tener un primer acercamiento a la importancia de la pesca como fuente de ingreso para los pescadores, así como el papel del pescador en la contribución a los ingresos de su familia. Con la finalidad de investigar estos aspectos se elaboraron las preguntas que se muestran en la *tabla 39*.

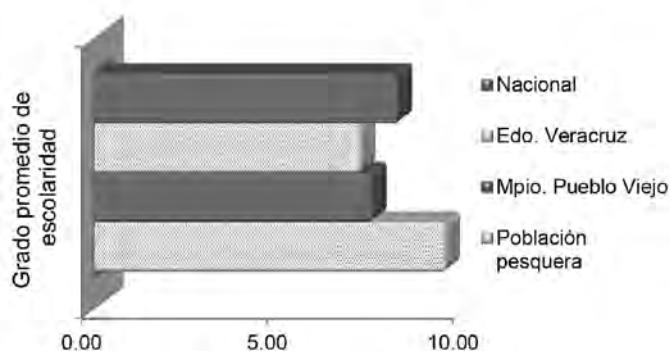


Fig. 39. Grado promedio de escolaridad para la población pesquera del municipio de Pueblo Viejo, Veracruz, comparado con los de los ámbitos municipal, estatal y nacional (Fuente: INEGI 2005).

Tabla 39

Importancia de la pesca en la economía de los pescadores

<i>Pregunta que se aplicó al pescador</i>	<i>Respuesta</i>	<i>Porcentaje</i>
¿Siempre se ha dedicado a la pesca?	Sí	87.50
	No	12.50
¿Actualmente la pesca es su única fuente de ingresos?	Sí	94.23
	No	5.77
¿Además de la pesca existen otras opciones de trabajo para usted en la localidad donde vive? ¹	Sí	31.73
	No	68.27
¿El dinero que gana en la pesca es suficiente para mantener a su familia?	Sí	74.04
	No	25.96
¿Usted es la única persona que contribuye al gasto familiar de su casa?	Sí	84.62
	No	15.38

Los resultados muestran que para la mayoría de los pescadores entrevistados la pesca es la principal actividad a la que se dedican, ya que les provee de los ingresos para cubrir cuando menos las necesidades más apremiantes; sin embargo, 25.96% mencionó que lo que gana en esa actividad no es suficiente para cubrir todos los gastos familiares, por lo que algunos miembros de la familia trabajan en otra actividad, generalmente como empleados. De los pescadores, 12.5% de los encuestados se han dedicado a otras actividades, como la construcción, el comercio, empleados en el Gobierno del DF en la Secretaría de Seguridad Pública, obreros, empleados de confianza, maniobristas (alijadores), ayudantes de electricista, en un jardín de niños, entre otros. Actualmente, 5.77% de ellos se dedica además a otras actividades como la construcción, chapoleo (agricultura), carpintería, chofer y comercialización de productos pesqueros.

En cuanto a la forma en que la familia del pescador destina o gasta su ingreso, se encontró que en promedio, 54.47% es para la compra de alimentos y víveres, 11.35% para ropa, 11.37% en medicamentos, 10.55% para educación, 4.90% para diversión y 7.30% en otros gastos. Asimismo, el promedio de dependientes económicos es de

2.65 personas por pescador. De los encuestados, 60.58% manifestó tener algún pasatiempo.

Nivel de Ingreso de los pescadores

El ingreso promedio mensual para la población pesquera en general es de \$2 889.32, que es equivalente a 1.85 veces el salario mínimo del área geográfica c. Por otra parte, el ingreso promedio para la población pesquera de Pueblo Viejo es de \$3 011.84, 1.93 veces el salario mínimo de la misma área geográfica. En contraste, para la población pesquera del municipio de Tampico Alto, el ingreso promedio mensual es 1.04 veces el salario mínimo mensual.

La diferencia en los niveles de ingreso de la población pesquera de ambos municipios pudiera deberse al tipo de pesquería a la que se dedican los pescadores de ambas regiones de la laguna; mientras que los pescadores que se ubican cerca de la boca de la Laguna Pueblo Viejo (Cd. Cuauhtémoc y Anáhuac) se dedican a la captura de ostión, camarón y jaiba; los ubicados al sureste de la misma (Mata de Chávez y El Sauce), por las condiciones medioambientales que se presentan durante el año en esa zona de la laguna, se dedican principalmente a la escama y al resto de las especies.

Tenencia de la tierra y vivienda

Históricamente, las poblaciones de pescadores artesanales o ribereños se ubican en las riberas de ríos y cuerpos de agua, así como en las de la zona costera, por tanto, en muchos de los casos, los pescadores no son propietarios de los terrenos donde construyen sus viviendas.

La encuesta realizada muestra que 86.54% de los pescadores cuenta con vivienda propia; de éstos, 52.22% manifestó contar con documentos legales (escritura pública o título de propiedad); 13.46% habita en casas rentadas, prestadas o de sus papás, y tres de las personas encuestadas mencionaron que viven en el terreno que ocupa la cooperativa a la que pertenecen (Fig. 40).

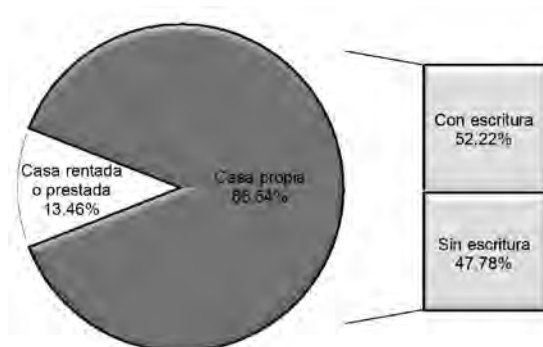


Fig. 40. Situación de la vivienda de la población pesquera de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz.

Características de la vivienda

Las características de la vivienda están directamente relacionadas con la calidad de vida de sus ocupantes. La definición del término vivienda ha sido ampliamente debatida tanto en los círculos académicos como entre los encargados de instrumentar las políticas públicas. Las ideas van desde los cuestionamientos a las implicaciones éticas y morales de lo que se debe considerar vivienda digna, hasta las de carácter operativo, que se refieren a cómo registrar el inmueble como vivienda. Dentro de esta gama de ideas hay diversos puntos intermedios sobre los aspectos funcionales que debe cubrir la casa-habitación. En el caso de los académicos, la discusión se torna más ética, fundamentándose en las funciones que debe cubrir una vivienda adecuada: protección, saneamiento, bienestar, independencia, posibilidad de inserción social y territorial, pero principalmente en términos de seguridad patrimonial¹.

De acuerdo con lo anterior, en las viviendas de los pescadores de la Laguna Pueblo Viejo se observa que 97.12% no tiene piso de tierra y predomina el recubrimiento con cemento y algunos pocos con losa o vitropiso (Fig. 41). En cuanto a otros servicios en el hogar, se observó que en 97.12% de las viviendas se usa gas para cocinar y en el resto de los hogares se utiliza leña; 94.23% tiene paredes de materiales durables (tabique, ladrillo o block) y el resto es de madera o similares.

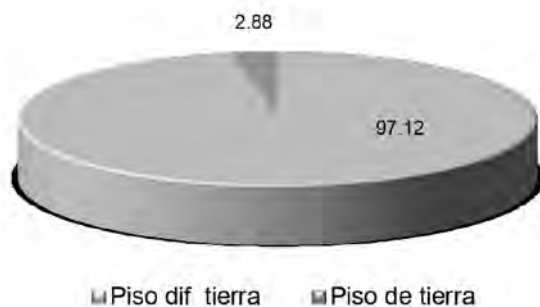


Fig. 41. Tipo de piso de las viviendas de los pescadores de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz.

En cuanto a los servicios disponibles para la población pesquera de la Laguna Pueblo Viejo, 92.31% de las viviendas cuenta con agua entubada, ya sea en el hogar o en alguna parte del terreno, 97.12% cuenta con energía eléctrica, 77.88% tiene fosa séptica o letrina (servicio sanitario) y 27.88% de las viviendas está conectada a la red de drenaje.

En cuanto al equipamiento y los enseres del hogar, se observó que 28.85% de las viviendas dispone de servicio telefónico, 85.58% cuenta con lavadora y con refrigerador,

1. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, "Definición, en Vivienda (Actualización: 22 de febrero de 2006) en www.diputados.gob.mx/ces op/. 4p.

mientras que 91.35% posee licuadora, 95.19% televisión y 65.38% de los hogares cuenta con estéreo o radiograbadora (Fig. 42).

Por otra parte, en cuanto a la cantidad de personas que ocupan una misma habitación, según el INEGI (2005), cuando el número de éstas por cuarto (utilizado como dormitorio exclusivamente) es mayor a dos, se considera que las condiciones son de hacinamiento. Para el caso de la población pesquera de la Laguna Pueblo Viejo, sólo 33.33% vive en condiciones de hacinamiento.

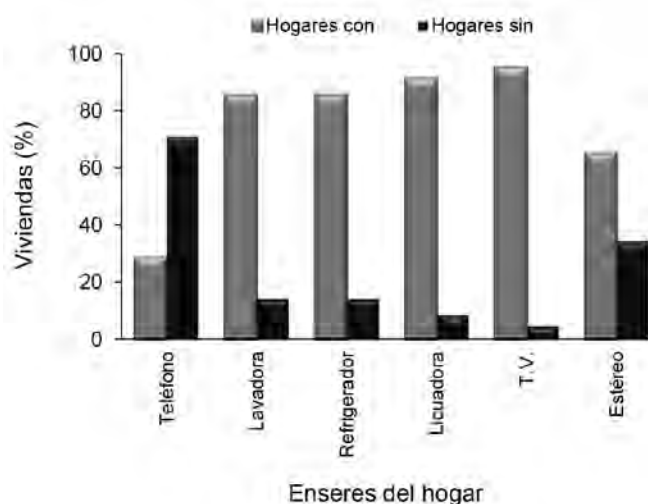


Fig. 42. Porcentaje de viviendas particulares habitadas que cuentan con enseres del hogar.

Pescadores con automóvil o camioneta propios

De los pescadores de la Laguna Pueblo Viejo, 8.65% cuenta con vehículo propio para el traslado de sus familias desde sus domicilios hasta las cabeceras municipales o las ciudades de Altamira, Tampico y Madero, Tamaulipas, en donde se cuenta con servicios que en sus comunidades o colonias no existen. Adicionalmente, se observó que tres de los pescadores contaban con algún tipo de motocicleta, pero si bien esto no se considera dentro del indicador que se analiza, se trata de bienes que denotan la capitalización de esas familias.

Pescadores con servicios de salud

De los pescadores, 63.46% está registrado en algún servicio formal de salud, principalmente el Seguro Popular, y de este porcentaje, casi la mitad considera que el servicio que reciben es de regular calidad. Del porcentaje (36.54) que no cuenta con cobertura de servicios médicos, alrededor de 40% considera que su estado de salud no es bueno. Indudablemente, en ese campo aún hay muchas necesidades por cubrir o mejorar.

MANEJO PESQUERO

Para la formulación de la propuesta de manejo pesquero se tomó como referencia el diagnóstico realizado con diferentes enfoques, como son las condiciones ambientales de la laguna, las condiciones socioeconómicas de la comunidad de pescadores y la problemática de la actividad pesquera. Asimismo, se incluyó el diagnóstico participativo realizado durante cinco talleres en el mes de noviembre de 2008, en los que diferentes grupos de actores identificaron los principales problemas. Para ello se utilizaron métodos de planificación como son el análisis FODA y el Marco lógico. El método FODA se distingue por ser una herramienta que permite generar elementos de diagnóstico necesarios para el proceso de planificación estratégica, por medio del estudio de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, que están influyendo en el desarrollo de la actividad pesquera, con esta información se definieron estrategias para disminuir las debilidades, incrementar las fortalezas, aprovechar las oportunidades y considerar y atender las amenazas. Asimismo, el Marco lógico (CEPAL 2005) se caracteriza por su orientación por objetivos hacia grupos beneficiarios y por facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

Además se definieron los indicadores que serán utilizados en la fase de evaluación del PMP, con sus metas, y los involucrados en el cumplimiento de las mismas, a la vez que se trabajó en la elaboración de las reglas administrativas que se deberán instrumentar como parte del manejo de la actividad pesquera en la laguna. A continuación se presentan algunos aspectos del Plan de Manejo Pesquero.

De acuerdo con la metodología de marco lógico, los objetivos son de tres ámbitos:

1) Fines, 2) Propósito y 3) Componentes.

Fines

Los fines ayudan a establecer el contexto en el que se desarrolla el PMP, y describen el impacto con el que se espera contribuir en el largo plazo (CEPAL 2005). Los fines identificados para el manejo pesquero en la Laguna Pueblo Viejo son dos:

- 1) Contribuir a la conservación de los ecosistemas lagunares costeros del Golfo de México, y
- 2) contribuir a mejorar la calidad de vida de las comunidades pesqueras del Golfo de México.

Estos fines están relacionados con la necesidad de mejorar las condiciones de las lagunas costeras del Golfo de México, que en la actualidad presentan problemas de degradación ecológica, así como para dar atención a las condiciones precarias que prevalecen en las comunidades pesqueras del Golfo de México.

Propósito

El propósito es la hipótesis de lo que debería de ocurrir como efecto de la aplicación del PMP y representa el objetivo central del mismo: La actividad pesquera en la Laguna Pueblo Viejo es sustentable.

Componentes

Se establecieron tres componentes:

- 1) Las condiciones ambientales de la laguna mejoran.
- 2) Las poblaciones de las especies pesqueras se recuperan y se conservan.
- 3) El ingreso de los pescadores mejora.

Cabe resaltar que los dos últimos componentes están directamente relacionados con el sector pesquero y, por tanto, los avances que se logren dependerán de los pescadores y autoridades relacionadas; el primer componente es de origen externo y se requerirá la voluntad de otros sectores para que se realicen las actividades propuestas (Tabla 40).

Tabla 40
Objetivos y líneas de acción del Plan de Manejo Pesquero
de la Laguna Pueblo Viejo, Veracruz

<i>Componente 1. Las condiciones ambientales de la laguna mejoran</i>				
Línea de acción 1.1. Controlar las fuentes contaminantes industriales.	Línea de acción 1.2. Controlar las fuentes contaminantes municipales.	Línea de acción 1.3. Controlar las fuentes contaminantes agropecuarias.	Línea de acción 1.4. Controlar los asentamientos humanos en las márgenes de la laguna.	Línea de acción 1.5. Prevenir el impacto del cambio climático en las praderas y laderas del entorno de la laguna.
<i>Componente 2. Las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento pesquero en la laguna se recuperan y se conservan</i>				
Línea de acción 2.1. Controlar el esfuerzo pesquero.	Línea de acción 2.2. Evaluar y monitorear las poblaciones de las especies pesqueras.	Línea de acción 2.3. Instrumentar alternativas para incrementar la producción de las especies pesqueras.	Línea de acción 2.4. Eliminar las fuentes contaminantes generadas por la actividad pesquera.	Línea de acción 2.5. Promover el desarrollo de una cultura ambiental en la comunidad.
<i>Componente 3. El ingreso de los pescadores mejora</i>				
Línea de acción 3.1. Consolidar la organización de los pescadores de la laguna.	Línea de acción 3.2. Promover el desarrollo de actividades económicas complementarias en la laguna.		Línea de acción 3.3. Ocupar nuevos nichos de mercado atendiendo las diversas necesidades de los clientes.	

Componente 1. Las condiciones ambientales de la laguna mejoran

Para lograr que las condiciones de la laguna mejoren es necesario controlar las fuentes contaminantes industriales, municipales y agrícolas que están afectando negativamente la calidad del agua y los sedimentos en la laguna, así como la calidad sanitaria del ostión. Asimismo, es fundamental detener el avance de la mancha urbana sobre las márgenes de la laguna, ya que ha provocado la deforestación de los manglares, con la consecuente afectación de la fauna, en particular de las especies que sostienen la actividad pesquera. Además, se incluyen acciones preventivas relacionadas con el eventual impacto del cambio climático en la laguna.

Componente 2. Las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento pesquero se recuperan y se conservan

Se espera lograr la recuperación y la conservación de las especies sujetas a aprovechamiento pesquero por medio del control del esfuerzo pesquero, la evaluación y el monitoreo de las poblaciones de las especies, la instrumentación de alternativas para incrementar la producción y la eliminación de las fuentes contaminantes generadas por la actividad pesquera.

- Controlar el esfuerzo pesquero. Con ello se espera reducir la pesca ilegal en sus dos facetas: *i)* Los pescadores libres que no cuentan con permiso o concesión para realizar la actividad extractiva en la laguna y que, por tanto, no están sujetos a las regulaciones establecidas por la autoridad para la protección de los recursos pesqueros, y que tampoco registran la captura y, *ii)* los pescadores registrados que usan métodos y artes de pesca no selectivos que afectan a las poblaciones de las especies pesqueras y no pesqueras que forman parte importante del ecosistema.
- Evaluar y monitorear a las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento, con lo cual se podrán establecer metas que no pongan en riesgo su recuperación y su conservación.
- Instrumentar alternativas para incrementar la producción de las especies pesqueras, para lo cual se consideran esenciales las actividades de semicultivo y cultivo intensivo de ostión, así como explorar la factibilidad de realizar cultivos de otras especies en las zonas aledañas a la laguna.
- Eliminar las fuentes contaminantes generadas por la actividad pesquera, para lo cual se considera la sustitución de los motores fuera de borda de las embarcaciones por otros ecológicos, así como eliminar las descargas de desechos de la actividad pesquera a la laguna.
- Promover el desarrollo de una cultura ambiental en la comunidad que impulse un cambio de actitud que haga corresponsables en la conservación del ecosistema a sus integrantes; para ello se realizarán acciones de capacitación para los pescadores sobre temas de conservación ambiental. Asimismo, se propone realizar acciones

de comunicación ambiental, como ferias pesqueras ambientales, y la difusión de la importancia de la pesca responsable.

Componente 3. El ingreso de los pescadores mejora

Para que el ingreso de los pescadores mejore es necesario que las organizaciones de los pescadores se consoliden, así como promover el desarrollo de actividades económicas complementarias y ocupar nuevos nichos en el mercado de los productos pesqueros.

- Consolidar la organización de los pescadores de la laguna, para lo cual se contemplan acciones como su fortalecimiento por medio de una mayor transparencia en sus gestiones, el desarrollo de infraestructura suficiente y adecuada y la capacitación para el correcto procesamiento de los productos.
- Promover el desarrollo de actividades económicas complementarias, como el ecoturismo, por medio de la evaluación de alternativas acordes con la vocación natural del ecosistema, la capacitación para empleos alternativos como soldadura, electricidad, mecánica, carpintería, fibra de vidrio y reparación de motores fuera de borda.
- Ocupar nuevos nichos de mercado atendiendo las diversas necesidades de los clientes, incluyéndose para ello acciones para mejorar la calidad de los productos, la diversificación de las presentaciones y el financiamiento, entre otras.

Consideraciones para el manejo pesquero del sistema lagunar

Es recomendable que para formalizar las acciones necesarias instrumentar en la propuesta de manejo antes descrita, se integren en las reglas administrativas que incluyan las disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, las normas oficiales mexicanas y los acuerdos publicados en el *Diario Oficial de la Federación*, así como lineamientos complementarios que son necesarios para un mejor manejo de los recursos pesqueros en la laguna.

PERSPECTIVAS

Para contar con elementos técnicos que sustenten la determinación de la captura óptima y las medidas que deben ser observadas para el aprovechamiento adecuado de los recursos, se realizaron muestreos preliminares, así como una revisión bibliográfica de las principales especies sujetas a aprovechamiento, sin embargo, es necesario contar con estudios biológicos, poblacionales y pesqueros más amplios, que requieren periodos que rebasan los tiempos contemplados en el estudio realizado,

por tal motivo, las evaluaciones necesarias se incluyeron en el PMP como acciones de investigación por realizar en el corto plazo.

Los esfuerzos estuvieron concentrados en la formulación de una propuesta de manejo pesquero viable y consensuada que otorgue certeza a la actividad pesquera; en este sentido, se trató de obtener información lo más amplia posible, que permitiera obtener una visión completa de la actividad, y entonces formular una propuesta que respondiera a las necesidades de cambio.

En la presente propuesta se establecen las bases para la recuperación de la actividad pesquera en la Laguna Pueblo Viejo; corresponde a los diversos actores el reto de su instrumentación, en particular a los pescadores y sus organizaciones, así como a las instituciones gubernamentales de los tres órdenes. Para ello será fundamental el fortalecimiento de la coordinación, y lograr los acuerdos necesarios para la integración del Comité de Manejo de la laguna, que deberá contar con el consenso de los principales actores.

REFERENCIAS

- ARZATE AE. 1991. Situación actual de la pesquería de las jaibas *Callinectes sapidus* y *Callinectes rathbunae* en Tamaulipas, 1987/89. Instituto Nacional de la Pesca.
- BACA-URBINA G. 2006. *Evaluación de proyectos*. 5a. Edición. McGraw-Hill/Interamericana. México. 392p.
- BARH LM y MP Lanier. 1981. *The Ecology of Intertidal Oyster Reefs of the South Atlantic Coast: A Community Profile*. US Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services, Washington, DC. 105p.
- CASTILLO-RIVERA MA. 1995. Aspectos ecológicos de la ictiofauna de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM.
- CASTILLO-RIVERA M. 2001. Biología trófica de especies de peces dominantes en ecosistemas estuarinos del Golfo de México. Tesis de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma Metropolitana, México. 192p.
- CASTILLO-RIVERA M y V Zamayoa. 1994. Dinámica poblacional y patrones de reparto de recursos entre dos especies de peces en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. *Tópicos de Investigación y Posgrado* (4): 19-24.
- CASTILLO-RIVERA M y A Kobelkowsky. 2000. Distribution and segregation of two sympatric *Brevoortia* species (Teleostei: Clupeidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50(5): 593-598.
- CASTILLO-RIVERA M y R Zárate-Hernández. 2001. Spatial and temporal patterns of the fish abundant in the Pueblo Viejo Lagoon, Veracruz. *Hidrobiológica* 11(1): 75-84.
- CASTILLO-RIVERA M, A Kobelkowsky y M Montiel. 1997. Diversidad de peces de las lagunas costeras de Pueblo Viejo y el Mango, Veracruz. Informe final de proyecto de Investigación CONABIO, convenio FB-341/H18/96. México, DF.
- CASTILLO-RIVERA M, JA Zavala-Hurtado y R Zárate. 2002. Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 167-177.

- CEM. 1998. Microwave sample preparation note: 5-4, for sludge, soil, sediment or oil.
- CEPAL. 2005. *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. 124p.
- CONABIO. 2009. *Manglares de México: extensión y distribución*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99p.
- CONAPESCA. 2005. Metodología para la estimación y análisis de indicadores del esfuerzo pesquero. México.
- CONTRERAS EF. 1985. Comparación hidrológica de tres lagunas costeras del estado de Veracruz, México. *Universidad y Ciencia* 3(2): 47-56.
- CONTRERAS EF. 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. CONABIO-Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México.
- DE LA LANZA EG y C Tovilla. 1986. Una revisión sobre taxonomía y distribución de pastos marinos. *Universidad y Ciencia* 3(6): 17-38.
- DOF. 1994a. Norma Oficial Mexicana NOM-009- PESC-1993. Que establece el procedimiento para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de la flora y fauna acuáticas, en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. México. 4 de marzo de 1994.
- DOF. 1994b. Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. México. 16 de marzo de 1994.
- DOF. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-016- PESC-1994. Para regular la pesca de lisa y liseta o lebrancha en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. México. 24 de abril de 1995.
- DOF. 1997. NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, México. 1 de junio de 1997.
- FAO. 2006. *Aplicación práctica del enfoque de ecosistemas en la pesca*. FAO. Roma. 95p.
- FAO. 2007. *El estado mundial de la pesca y acuicultura*. FAO. Roma.
- FENCHEL T. 1970. Studies on the decomposition of organic detritus derived from the turtle grass *Thalassia testudinum*. *Limnology and Oceanography* 15: 14-20.
- FISCHER L y JA Espejo-Callado. 2004. *Mercadotecnia*. McGraw-Hill Interamericana. México.
- FUENTES-CASTELLANOS D. 1996. Panorama de la Pesca Ribereña Nacional. *En: Pesquerías relevantes de México*. XXX Aniversario del INP-SEMARNAP, México, pp: 639-648.
- GARCÍA-CUBAS A. 1981. Moluscos de un sistema lagunar tropical en el sur del Golfo de México (Laguna de Términos, Campeche). *An. Inst. Ciens. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp.* 5: 1-182.
- GARCÍA E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, DF. 220p.
- GARCÍA SS y E Corripio. 2001. Evaluación Ostrícola de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca.
- GRIZZLE RE y PJ Morín. 1989. Effect of tidal currents, seston and bottom sediments on growth of *Mercenaria mercenaria*: results of a field experiment. *Marine Biology* 102: 85-93.
- HOOKE J. 1991. Seasonal variation in relative abundance and species diversity of fishes in South Bay. *Contributions in Marine Science* 52: 127-141.

- INEGI. 2000. Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- INEGI. 2005. Censo General de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI-IMTA. 2001. Estaciones climatológicas. Extractor rápido de información climatológica. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática México e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.
- PALACIOS FMR y VA Gómez. 1999. Captura de jaiba en 3 cooperativas de la Laguna Madre, Tamps. Opinión técnica (Documento interno). CRIP - Tampico, Instituto Nacional de la Pesca.
- REGUERO M y A García-Cubas. 1993. Moluscos de la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México: sistemática y ecología. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol, Univ. Nal. Autón. México* 20(1): 77-104.
- RUÍZ-DURÁ MF. 1978. *Recursos pesqueros de las costas de México*. Limusa. México.
- RZEDOWSKI J. 1983. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432p.
- SAGARPA. 2006. Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2005. CONAPESCA. México.
- SSA y COFEPRIS. 2004. Lineamientos para determinar la calidad del agua de mar para uso recreativo con contacto primario. Secretaría de Salud y Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. México. 15p.
- STANDARD METHODS. 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Edition.
- WARBURTON K. 1978. Community structure, abundance and diversity of fish in a mexican coastal lagoon system. *Estuarine and Coastal Marine Science* 7: 497-519.
- ZÁRATE-HERNÁNDEZ MR. 2003. Variación nictímera y estacional de la diversidad y composición de especies de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. México.

Plan de Manejo Pesquero del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

Patricia Carrillo-Alejandro, Luis Francisco Javier Beléndez-Moreno, Cecilia Quiroga-Brahms, Rosa María Lorán-Núñez, Francisco Rolando-Martínez Isunza, José Alberto-Pech Paat, Leticia González-Ocaranza, J de Jesús Villanueva-Fortanelli, María del Refugio Castañeda-Chávez, Fabiola Lango-Reynoso, Itzel Galaviz-Villa, Gilberto Silva-López, Luis Gerardo Abarca-Arena, Brenda Yaneet Rangel-Arteaga, Luz María Pantoja-González, Lucía Arias-Cruz, Luis Enrique Martínez-Cruz, Guadalupe Pantoja-Yépez, Roberto Escartín-Hernández, Manuel Garduño-Dionate, Miriam Nava-Abarca, Gabriela Morales-García, Jesús Rivas-Villegas, Elizabeth Romero-Hernández, Misael Lagunes del Valle y Jaime Castillo-Hernández

CARACTERIZACIÓN

En el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, el Consejo Estatal de Pesca y Acuacultura tomó el acuerdo para impulsar el ordenamiento pesquero conforme la modalidad de los planes de manejo en las lagunas costeras más importantes en cuanto a las actividades productivas pesqueras. Con este esquema, el INAPESCA asumió la coordinación de sendos proyectos para la Laguna Pueblo Viejo, realizado en 2008-2009, y del Sistema Lagunar de Alvarado en 2009-2010.

El INAPESCA contó con la colaboración y el acompañamiento del Instituto Tecnológico de Boca del Río (ITBOCA), y del Instituto de Investigaciones Biológicas de la

Universidad Veracruzana; asimismo, se logró la valiosa participación de los pescadores registrados y de funcionarios de la Subdelegación de Pesca en el estado de Veracruz.

El INAPESCA retomó las disposiciones contenidas en la LGPAS, lineamientos establecidos en el Código de Conducta para la Pesca Responsable (CCPR) y recomendaciones de la FAO para integrar el concepto actual que ubica al Plan de Manejo Pesquero (PMP) como un proceso constituido por varias etapas, como son la caracterización, el diagnóstico, la formulación de la propuesta y la evaluación. Lo que se busca es que en el proceso se cumplan preceptos fundamentales que permitan asegurar la viabilidad del PMP, como son el enfoque de ecosistemas, el co-manejo y el manejo adaptativo.

El Sistema Lagunar de Alvarado es un complejo de importancia física, biológica y ecológica localizado en la zona baja costera central del estado de Veracruz, de tal forma que constituye uno de los principales centros estatales captadores y abastecedores de agua. La Laguna de Alvarado es la principal conexión del sistema con el mar y a ella descargan, finalmente, los escurrimientos provenientes de las subcuencas de los ríos Blanco, Camarón y Acula, que se interconectan en la parte más baja de la cuenca y en la estación de lluvias originan la formación de una llanura de inundación hídrica que, junto con el sistema lagunar de la zona, constituyen un gran vaso de almacenamiento. Esta zona tiene una extensión de aproximadamente 5 240 km² y representa casi nueve por ciento de la superficie de la cuenca del Papaloapan.

El Sistema Lagunar de Alvarado ha sido reconocido como Sitio Ramsar, humedal de importancia internacional, por lo que su permanencia es fundamental como una estrategia para la conservación de la biósfera. Contiene ecosistemas representativos de la planicie costera del Golfo de México, incluida la vegetación de dunas costeras, manglar, espanidal *Cyperus* spp., tular *Typha* spp., apompal, palmar de *Sabal mexicana*, palmar de *Scheelea liebmanni*, palmar de *Acrocomia mexicana*, encinar de *Quercus oleides*, selvas altas y mediana subperennifolia con vegetación secundaria, selva baja caducifolia, acahuales, pastizales (naturales, cultivados e inducidos) y vegetación acuática y subacuática. Es importante subrayar que el manglar cubre una notable extensión del sistema y constituye el principal tipo de vegetación, incluyendo especies como *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicenia germinans* y en algunas zonas, *Conocarpus erectus*, especies consideradas como sujetas a protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Debido a la diversidad de tipos de vegetación es notable la presencia de un elevado número de especies de invertebrados y vertebrados, entre las que destaca la fauna acuática, cuya presencia y diversidad se ven influenciadas por la conjunción de cuerpos de agua dulce del interior, el agua salina proveniente del mar y la combinación de estas dos grandes masas de agua. Por todo ello, los humedales y hábitats de agua profunda del Sistema Lagunar de Alvarado y municipios vecinos representan uno de los pilares productivos pesqueros más importantes del estado de Veracruz y de México.

El Sistema Lagunar de Alvarado es reconocido también como un sitio de pescadores, un lugar que ha sido la sede del desarrollo de una cultura regional en torno a la pesca; esto es así porque es el hábitat de diversas especies de importancia comercial, lo que le ha conferido un papel como generador de alimentos y de empleo, que ha permitido la subsistencia de miles de familias que habitan en el entorno. Los recursos pesqueros del Sistema Lagunar de Alvarado abarcan una amplia gama de especies dulceacuícolas, eurihalinas y marinas, que habitan temporal o permanentemente en la zona; las especies más representativas son la almeja (primer lugar en producción en el Golfo de México), la mojarra, el ostión, la jaiba, el langostino, el camarón, el chucumite, la cintilla, el robalo, la lebrancha y la naca, entre otras. Sin embargo, los rendimientos obtenidos por pescador y sus ingresos se han visto disminuidos por una serie de problemas que incluyen desde la sobrepoblación de pescadores, pasando por las prácticas de pesca inadecuadas, hasta la contaminación generada por otras actividades productivas y los asentamientos humanos.

Por ello, el proyecto Formulación del Plan de Manejo Pesquero del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, promovido por el Gobierno del Estado de Veracruz, la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, y desarrollado por el Instituto Nacional de Pesca, el Instituto Tecnológico de Boca del Río y el Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana, adquirió relevancia notable, ya que no únicamente involucra medidas propiamente relativas al manejo pesquero sino una valoración profunda de sus especies y hábitats, así como de las formas de vida de los pescadores, actores sociales de la mayor importancia en esta visión.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización geográfica

Considerando el área de influencia ambiental y social se definió un polígono que se localiza en las coordenadas geográficas 18°53'38" N, 96°09'54" O; 18°54'14" N, 95°30'43" O; 18°24'11" N, 96°09'29" O; 18°24'46" N, 95°30'21" O, que cuenta con una superficie de 300 003.29 ha ubicadas en siete municipios del estado de Veracruz como son: Acula, Alvarado, Ignacio de la Llave, Ixmutilahuacan, Tierra Blanca, Tlacotalpan y Tlalixcoyan (Fig. 1).

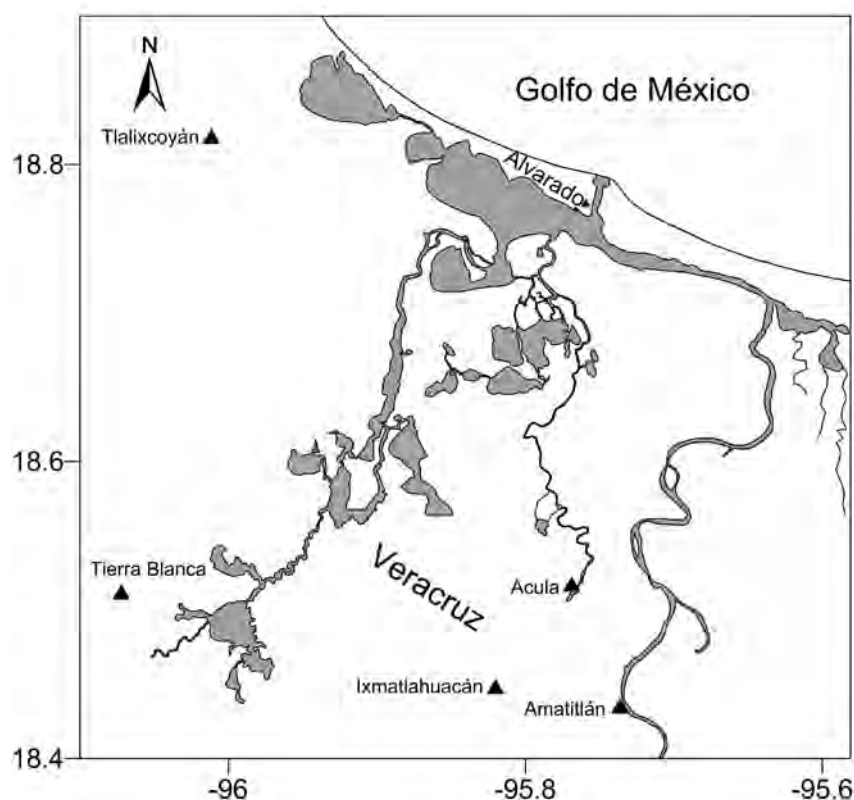


Fig. 1. Área de estudio del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.

Las localidades pesqueras contempladas en el polígono son un total de 44 ordenadas por municipio (Tabla 1).

Hidrología

El Sistema Lagunar de Alvarado se ubica en la Cuenca del Papaloapan en la Región Hidrológica 28, que tiene niveles de escurrimiento superficial de casi 1 000 mm y está limitada al oeste con la cuenca número 18 Río Balsas, al norte con la cuenca del río Atoyac del estado de Veracruz (zona centro y norte), al este con la cuenca del río Coatzacoalcos y al sur con la cuenca de Tehuantepec del estado de Oaxaca.

Al Sistema Lagunar de Alvarado desembocan los ríos Papaloapan, Acula y Martín Prieto en la parte sureste, y los ríos Blanco y Camarón al suroeste. El complejo lagunar es somero, con una profundidad que oscila en sus partes más bajas entre 0.5 m y 1.0 m, con la mayor profundidad a lo largo del río Papaloapan, entre 9 m y 15 m en la boca de comunicación con el mar (Morán-Silva *et al.* 1996).

DIAGNÓSTICO

Calidad del agua

El desarrollo de los organismos acuáticos se ve influenciado por las condiciones de su entorno, por ello en el Sistema Lagunar de Alvarado se realizaron estudios de la calidad del agua. Para ello se establecieron 32 estaciones de muestreo en siete zonas consideradas de alto impacto antropogénico, que se ubicaron geográficamente con un GPS (Global Positioning System) (Fig. 2 y Tabla 2).

Tabla 1
Localidades que forman parte del área urbana por municipio
en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

Número	Localidades	Municipio	Número	Localidades	Municipio
1	Abrevadero	Acula	23	Isleta Mojarra	Alvarado
2	Alvarado	Alvarado	24	Juana María	Alvarado
3	Arbolillo	Alvarado	25	La Boca del Estero	Alvarado
4	Buen País	Alvarado	26	La Mojarra	Acula
5	Buena Vista	Alvarado	27	La Trocha	Alvarado
6	Cala Larga	Alvarado	28	La Tunilla	Alvarado
7	Cerro de las Conchas	Tlaxicoyan	29	Las Aneas	Alvarado
8	Conejo Blanco	Alvarado	30	Las Charcas	Tierra Blanca
9	Cong. Camaronera	Alvarado	31	Las Palmitas	Alvarado
10	Cong. Chalpa	Ixmatalahuacan	32	Macuile	Alvarado
11	Cong. El Jotal	Acula	33	Martín Prieto	Alvarado
12	Cong. El Nacaste	Alvarado	34	Ejido Laguna de Rojas	Tlaxicoyan
13	Cong. Plaza de Armas	Alvarado	35	Paso Nacional	Alvarado
14	Cong. Salinas	Alvarado	36	Paso Platanar	Alvarado
15	Costa de la Palma	Alvarado	37	Paso Tecolapilla	Alvarado
16	Costa de San Juan	Alvarado	38	Poza Honda	Acula
17	El Cacique	Ixmatalahuacan	39	Punta Grande	Alvarado
18	El Camarón	Ignacio de la Llave	40	Punta Limón	Ignacio de la Llave
19	El Canal Luis Martínez	Alvarado	41	Punta Marcial	Alvarado
20	El Cedral	Tlaxicoyan	42	Rancho Tío Antón	Tierra Blanca
21	El Remolino	Acula	43	Rincón Miguel	Tierra Blanca
22	Escolleras	Alvarado	44	San Carlos	Alvarado

Los muestreos se realizaron en 2008-2009 siguiendo los lineamientos generales y recomendaciones de la Norma Mexicana NMX-AA-014-1980 para el muestreo en cuerpos receptores de aguas superficiales, con el fin de determinar sus características físicas, químicas y bacteriológicas. Las muestras de agua, previamente etiquetadas para el control de datos, se colocaron en hieleras a 5 °C para su conservación y el transporte al laboratorio del Instituto Tecnológico de Boca del Río, donde se preservaron y prepararon para el análisis correspondiente.

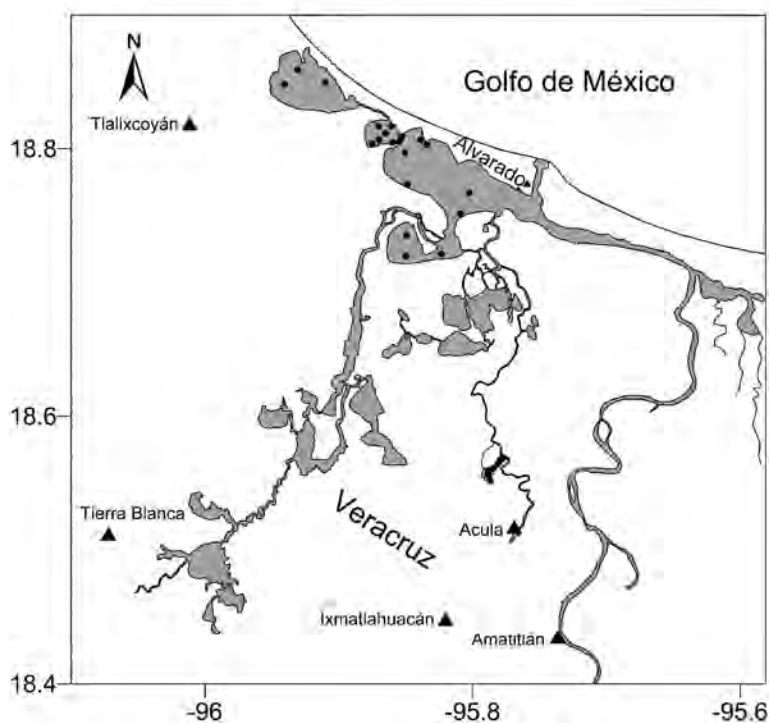


Fig. 2. Ubicación de los sitios de muestreo.

Tabla 2
Ubicación geográfica de los sitios de muestreo

Núm.	Sitio	Localización geográfica	Núm.	Sitio	Localización geográfica
Laguna Camaronera			Laguna de Alvarado		
1	1C	18° 51' 35.3" N, 95° 55' 35.2" O	18	10	18° 48' 18.7" N, 95° 52' 15.0" O
2	2C	18° 50' 30.3" N, 95° 56' 05.9" O	19	11	18° 48' 23" N, 95° 51' 11.4" O
3	3C	18° 50' 28.3" N, 95° 54' 20.4" O	20	12	18° 48' 0.7" N, 95° 50' 54.8" O
Laguna Buen País			Laguna de Tlalixcoyán		
4	BP1	18° 48' 33.7" N, 95° 51' 4.5" O	21	1	18° 44' 04.59" N, 95° 51' 04.63" O
5	BP2	18° 48' 19.3" N, 95° 51' 12.5" O	22	2	18° 43' 11.15" N, 95° 51' 12.78" O
Laguna de Alvarado			23	3	18° 43' 23.67" N, 95° 49' 20.19" O
6	A3	18° 48' 16.0" N, 95° 50' 2.1" O	Laguna Las Siletas		
7	A4	18° 46' 51.3" N, 95° 51' 26.7" O	24	1	18° 32' 46.8" N, 95° 46' 43.1" O
8	A6	18° 45' 44.4" N, 95° 48' 1.6" O	25	2	19° 32' 32.1" N, 95° 47' 08.1" O
9	1	18° 33' 25" N, 95° 46' 35" O	26	3	18° 32' 19.1" N, 95° 47' 25.4" O
10	2	18° 33' 25.1" N, 95° 46' 35" O	27	4	18° 32' 11.6" N, 95° 46' 45.2" O
11	3	18° 48' 34.1" N, 95° 48' 34" O	28	5	18° 33' 11.5" N, 95° 46' 57.4" O
12	4	18° 44' 50.9" N, 95° 48' 28.2" O	29	6	18° 32' 53.2" N, 95° 46' 57.4" O
13	5	18° 48' 35.2" N, 95° 50' 19.5" O	Laguna Rincón del Venado		
14	6	18° 48' 36.3" N, 95° 51' 46" O	30	LRV1	18° 31' 54.9" N, 95° 47' 8.9" O
15	7	18° 49' 15.0" N, 95° 51' 34.7" O	31	LRV2	22° 10' 37.9" N, 97° 50' 45.5" O
16	8	18° 48' 11.8" N, 95° 51' 43.2" O	Laguna Punta Lagarto		
17	9	18° 49' 01.4" N, 95° 52' 21.4" O	32	LPL1	18° 31' 22" N, 95° 47' 04" O

En la *tabla 3* se presentan los contaminantes químicos y biológicos analizados en agua, así como los métodos utilizados. Los resultados fueron capturados en una base de datos, se procesaron y analizaron estadísticamente por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA) y una prueba de comparación de medias LSD, con el paquete *Statistica* versión 6.

Tabla 3
Contaminantes químicos y biológicos analizados en agua
y métodos de prueba utilizados

<i>Parámetro de calidad del agua</i>	<i>Referencia</i>
Grasas y aceites	NMX-AA-005-SCFI-2000
Nitritos	NMX-AA-099-SCFI-2006
Nitratos	NMX-AA-079-SCFI-2001
Amonio	NMX-AA-026-SCFI-2001
Fenoles	NMX-AA-050-SCFI-2001
Detergentes	NMX-AA-039-1980
Turbidez (Turbiedad)	NMX-AA-038-SCFI-2001
Fosfatos (Fósforo total)	NMX-AA-029-SCFI-2001
Sólidos disueltos totales	NMX-AA-034-SCFI-2001
Metales pesados	NMX-AA-051-SCFI-2001
Coliformes totales y fecales	PROY-NMX-AA-042-SCFI-2005
Enterococos	SSA y COFREPI (2004)

En la *tabla 4* se presentan los resultados de los promedios obtenidos por laguna de las variables fisicoquímicas registradas en las épocas de secas y lluvias en el agua. La temperatura del agua en la época de secas fue de 26.4 °C a 34.4 °C, y en la época de lluvias de 25.3 °C a 31.2 °C. La salinidad del agua en la Laguna de Alvarado está influenciada por el aporte de agua del río Papaloapan y de otras lagunas que desembocan en ella. En esta zona se registraron niveles mínimo y máximo de 2.0 UPS y 8.95 UPS (Unidades Prácticas de Salinidad) para la época de lluvias y secas, respectivamente. Los promedios más altos de salinidad se obtuvieron en la época de secas (14.3 UPS) entre las lagunas de Alvarado y Buen País, mientras que en la de lluvias (10 UPS) en la Laguna Camaronera.

Con respecto al oxígeno disuelto (OD), los valores registrados en la época de secas estuvieron entre 4 mg · l⁻¹ (Laguna Camaronera) y 8.2 mg · l⁻¹ (Las Siletas); en la temporada de lluvias las concentraciones de oxígeno disuelto registradas fueron de 3.5 mg · l⁻¹ (Laguna de Alvarado) a 7.4 mg · l⁻¹ (Laguna Rincón Venado).

El pH se mantuvo de 7.3 a 9.3 en época de secas, registrados en las estaciones de Las Siletas y Alvarado-Buen País, respectivamente; y en la época de lluvias de 7.1 a 9.7 en los mismos sitios. En cuanto a los valores de la transparencia, no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los valores promedio, pues en la época

de secas se registraron de 20 cm a 40 cm y en la de lluvias de 16 cm a 30 cm. Las fluctuaciones dependen de la materia en suspensión y de la concentración de biomasa planctónica dada por las corrientes de agua en época de lluvias, así como por el movimiento de agua en época de nortes; la transparencia es muy importante por la penetración de la luz y el desarrollo de los procesos fotosintéticos.

Tabla 4
Promedio por laguna de las variables fisicoquímicas registradas en agua

Época	Sitio	Estación	Temp. (°C)	Salinidad (ups)	od (mg·l ⁻¹)	pH	Transp. (cm)	Observ.
Secas (noviembre a marzo)	1	Las Siletas	32.5	10.24	8.2	7.3	40	soleado
	2	Rincón del Venado	34.4	9.69	7.9	7.6	30	soleado
	3	Punta Lagarto	34.1	9.70	7.65	7.6	30	soleado
	4	Alvarado	31.8	8.95	4.43	8.9	20	soleado
	5	Alvarado-Buen País	26.4	14.32	4.90	9.3	20	soleado
	6	Camaronera	28.0	11.0	4.0	8.0	25	soleado
	7	Tlalixcoyan	29.0	12.0	4.6	7.9	20	soleado
Lluvias (junio a octubre)	1	Las Siletas	31.2	6.8	7.2	7.1	30	nublado
	2	Rincón del Venado	25.6	7.6	7.4	7.3	28	nublado
	3	Punta Lagarto	25.3	6.0	6.9	7.9	30	nublado
	4	Alvarado	29.4	2.0	3.5	8.6	26	nublado
	5	Alvarado-Buen País	28.2	8.4	3.7	9.7	20	nublado
	6	Camaronera	29.0	10.0	4.8	7.9	16	nublado
	7	Tlalixcoyan	26.0	7.4	4.2	7.9	19	nublado

Los resultados obtenidos de los parámetros de calidad del agua se presentan en la *tabla 5*. Los nitritos, nitratos, fenoles y fosfatos se encontraron en mayor concentración durante la época de lluvias en los sitios de muestreo de las lagunas de Alvarado, Camaronera y Tlalixcoyan (sitios 4, 6 y 7), mientras que el nivel de amonio más alto se registró en época de secas en Tlalixcoyan (sitio 7). Los detergentes y sólidos totales fueron más altos en época de lluvia; los niveles de grasas y aceites no mostraron diferencia significativa en ambas épocas para estos mismos sitios de muestreo.

Para el municipio de Acula, en donde se ubican las lagunas Las Siletas, Rincón del Venado y Punta Lagarto, los parámetros de calidad de agua presentaron concentraciones por abajo de los niveles de detección de método de análisis, con excepción de los sólidos disueltos totales, que mostraron un incremento aproximado de hasta cuatro veces mayor durante la época de lluvias.

Tabla 5
Resultados de los parámetros de calidad del agua
del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

Época	Sitio	Estación	Nitritos (mg·l ⁻¹)	Nitratos (mg·l ⁻¹)	Amonio (mg·l ⁻¹)	Fenoles (mg·l ⁻¹)	*Detergentes (mg·l ⁻¹)	Fosfatos (mg·l ⁻¹)	Sólidos disueltos totales (mg·l ⁻¹)	Grasas y aceites (%)
Secas	1	Las Siletas	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.9	nd
	2	Rincón del Venado	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1.2	nd
	3	Punta Lagarto	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2.2	nd
	4	Alvarado	1.3	12	5.3	1.2	1.0	2.1	20	1.7
	5	Alvarado-Buen País	0.9	9.0	5.1	1.7	1.5	1.3	12	3.0
	6	Camaronera	1.2	4.3	3.9	1.5	1.3	1.4	15	2.0
	7	Tlalixcoyan	2.3	15	6.3	1.3	2.0	3.1	16	1.0
Lluvias	1	Las Siletas	nd	nd	nd	nd	nd	nd	9.4	nd
	2	Rincón del Venado	nd	nd	nd	nd	nd	nd	11	nd
	3	Punta Lagarto	nd	nd	nd	nd	nd	nd	8.6	nd
	4	Alvarado	5.9	22	2.3	3.2	2.0	3.9	44	2.0
	5	Alvarado-Buen País	8.2	17	4.8	2.6	3.2	2.8	31	3.4
	6	Camaronera	4.7	33	39	1.2	2.8	3.0	32	2.2
	7	Tlalixcoyan	6.2	26	5.8	2.9	4.0	6.4	30	1.2

*Sustancias reactivas al Azul de Metileno; nd = no detectable

Carga bacteriana

Para determinar la carga bacteriana en el agua se analizaron las concentraciones de coliformes totales y fecales. En los sitios de muestreo ubicados en las lagunas de Alvarado, Alvarado-Buen País y Tlalixcoyan, durante la época de secas se encontraron concentraciones medias de bacterias coliformes totales de $210 \text{ NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$, $124 \text{ NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ y $130 \text{ NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$, respectivamente, que rebasan los límites máximos permisibles que establece la norma, observándose además un incremento en la concentración en la época de lluvias. Un comportamiento similar se observó en las concentraciones de coliformes fecales, que también rebasan las establecidas por la norma ($70 \text{ NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ para coliformes totales, y $14 \text{ NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ para coliformes fecales), con excepción de Las Siletas donde no se rebasó en ninguna de las dos épocas. Los resultados anteriores, tanto para coliformes totales como para coliformes fecales, significan la presencia de contaminación microbiológica resultado de las descargas de agua residuales domésticas sin tratamiento y de las actividades agropecuarias propias de la zona (Tabla 6).

Tabla 6
Concentración de coliformes totales y fecales ($\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$) en agua,
en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

Época	Sitio	Estación	Coliformes totales ($\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$)	Coliformes fecales ($\text{NMP} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$)
Secas	1	Las Siletas	14	10
	2	Rincón del Venado	34	22
	3	Punta Lagarto	29	19
	4	Alvarado	210	165
	5	Alvarado-Buen País	124	98
	6	Camaronera	42	31
	7	Tlalixcoyan	130	104
Lluvias	1	Las Siletas	30	14
	2	Rincón del Venado	43	32
	3	Punta Lagarto	79	52
	4	Alvarado	240	180
	5	Alvarado-Buen País	189	104
	6	Camaronera	97	79
	7	Tlalixcoyan	165	98

Vegetación

Los manglares están ampliamente distribuidos en las zonas intermareales, siguiendo las orillas de ríos y lagunas del humedal expuestas a la influencia de aguas tanto dulces como saladas. Se desarrollan en suelos profundos y de textura fina expuestos a la inundación. Soportan grandes cambios en los niveles de salinidad, pero no toleran el oleaje fuerte ni los suelos rocosos o arenosos de textura gruesa. Son comunidades florísticamente uniformes, compuestas principalmente por tres especies que se distribuyen en función de los gradientes salinos y de inundación del suelo. Tales especies, de menor a mayor inundabilidad y salinidad son: *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* (Reséndez 1973).

La vegetación circundante por detrás del manglar, la constituye un matorral espinoso ampliamente distribuido tierra adentro, donde dominan sobre todo mezquites y huizaches *Acacia farnesiana*, *Mimosa* sp., *Prosopis laevigata*, *Prosopis* sp., cornizuelo *Acacia cornigera*, tenaza *Pithecellobium pallens* y retama *Parkinsonia aculeata*.

En las zonas inundables se encuentran varios tipos de vegetación, como son: apompal, popal, tular, y vegetación flotante; estas comunidades se localizan básicamente en suelos pantanosos. Las principales especies que se encuentran ahí son: el platanillo *Thalia geniculata*, el apompo *Pachira aquatica*, los tules *Typha latifolia* y *T. domingensis*, el carrizo *Phragmites communis*, *Scirpus* sp., *Cyperus* sp. y *Cladium jamaicense*, y las ninfas *Nympoides indica* y *Nymphaea* sp. También es posible encontrar

lechuga de agua *Pistia stratiotes*, el lirio acuático *Eichhornia crassipes*, conocido como pantano, el chichicastle *Lemna* sp., el helecho acuático *Azolla* sp., espadinal *Cyperus articulatus* y una especie de lirio *Crinum erubescens* frecuente en la desembocadura de los ríos (Portilla 2003).

Vegetación acuática y subacuática

De acuerdo con Schelske y Odum (1961), una de las razones fundamentales de la alta productividad de los sistemas estuarino-lagunares es que los productores primarios (pastos, algas bénticas y fitoplancton), optimizan la radiación solar en todas las épocas climáticas. En la mayor parte de la laguna, el fitoplancton es de características más bien marinas, excepto en la región donde desemboca el río Papaloapan, que es frente a la principal comunicación de la laguna con el mar (Margalef 1975). Se registran algunas especies de diatomeas y cianofitas, siendo las primeras las más abundantes, con 45 géneros de fitoplancton (Portilla-Ochoa *et al.* 2003).

Las zonas de vegetación sumergida representan sitios de refugio, alimentación y reproducción para los organismos que se encuentran asociados a ellos. En el Sistema Lagunar de Alvarado existe este tipo de asociaciones, localizadas en áreas poco profundas y cercanas a las riberas (Reguero y García-Cubas 1989). En la época de lluvias abunda el lirio acuático *E. crassipes* (Contreras 1985). La vegetación sumergida del área litoral inmediata a la zona de manglar está integrada casi totalmente por la angiosperma *Ruppia maritima* (Winfield *et al.* 2001).

En aguas más profundas es posible encontrar diversas especies de algas, entre las que destaca la rodofita *Gracilaria verrucosa* (Reséndez 1973). En la época de lluvia, el lirio acuático *E. crassipes* invade los subsistemas de Alvarado (Raz-Guzmán *et al.* 1992).

Fauna acuática

Bentos

En el Sistema Lagunar de Alvarado se han registrado 38 especies de moluscos, de las cuales 20 pertenecen a la clase Gastropoda, y 18 a la Bivalvia. Las especies más abundantes y representativas son *Diastoma varium*, *Rangia cuneata*, *R. flexuosa*, *Polymesoda caroliniana*, *Mulinia lateralis*, *Neritina reclinata*, *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvus* (Reguero y García-Cubas 1988, 1991).

Los grupos de crustáceos mejor representados son: cirripedios, peracáridos y decápodos. El cirripedio *Balanus eburneus* se presenta asociado a los bancos de *Crassostrea virginica* e *Ischadium recurvus*. Entre las zonas con el pasto marino *R. maritima*, el ensamble está compuesto por 11 especies de peracáridos, ocho de Amphipoda, una de Isopoda y dos de Tanadacea (Winfield *et al.* 2007).

Por lo que se refiere a los decápodos, se han registrado 20 especies en 17 géneros. En cuanto a los peneidos destacan por su importancia comercial *Litopenaeus setiferus*, *Farfantepenaeus aztecus* y *F. duorarum*. Se han registrado postlarvas que corresponden a cinco familias, seis géneros y nueve especies: *F. aztecus*, *L. setiferus*, *F. duorarum*, *Hippolyte zostericola*, *Potimirin mexicana*, *Macrobranchium acanthurus*, *Palaemonetes pugio*, *P. vulgaris*, *Acetes americanus carolinae* (Chazaro-Olvera y Coria-Olvera 2001). Otras especies presentes en la zona son la jaiba azul *Callinectes sapidus*, la jaiba prieta *C. rathbunae* y la jaiba enana *C. similis*.

Ictiofauna

En cuanto a diversidad de peces, se han registrado 110 especies de 75 géneros pertenecientes a 38 familias. Las familias mejor representadas son Cichlidae con 11 especies, Carangidae con 10 especies, Gobiidae con cinco y Gerreidae con seis. Las 110 especies representan cuatro gremios ecológicos: marino estenohalino, marino eurihalino, estuarino y dulceacuícola (Chávez *et al.* 2005) (Tabla 7).

Tabla 7

Lista de especies de peces en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (Reséndez 1973, Franco *et al.* 1996, Portilla 2003)

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Uso</i>
Albulidae	<i>Albula vulpes</i>		
Ariidae	<i>Arius felis</i>	Bagre	CH
	<i>A. melanopus</i>	Boca chica	C
	<i>Bagre</i> sp.		C
	<i>B. marinus</i>	Bagre bandera	CH
	<i>Potamarius nelsoni</i>	Bagre lacandón	
Atherinopsidae	<i>Menidia beryllina</i>		C
	<i>Membras vagrans</i>		CH
	<i>Thyrinops</i> sp.		
	<i>Atherinella marvalea</i>		
Batrachoididae	<i>Opsanus beta</i>	Pez piedra	SU
Belonidae	<i>Strongylura marina</i>		SU
	<i>S. notata</i>		SU
	<i>S. timucu</i>		
Bothidae	<i>Citharichthys macrops</i>		SU
	<i>C. spilopterus</i>	Lenguado	SU

Tabla 7 (continuación)

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Uso</i>
Carangidae	<i>Caranx latus</i>	Jurel	CH
	<i>Chloroscombrus chysurus</i>		
	<i>Caranx hippos</i>	Jurel	CH
	<i>C. crysos</i>	Jurel	
	<i>Selene vomer</i>	Jorobado	SU
	<i>Caranx bartholomei</i>	Jurel	
	<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>		CH
	<i>Trachinotus carolinus</i>	Pámpano amarillo	
	<i>T. falcatus</i>	Pámpano amarillo	CH
	<i>Oligoplites saurus</i>	Zapatero	SU
Catostomidae	<i>Ictiobus meridionalis</i>	Pez puerco o belecoche	CH
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo blanco	CH
	<i>C. parallelus</i>	Chucumite	CH
	<i>C. poeyi</i>	Robalo prieto	CH
	<i>C. ensiferus</i>		
	<i>C. pectinatus</i>		CH
Cichlidae	<i>Cichlasoma octofasciatum</i>		
	<i>C. salvini</i>	Mojarra pico de gallo	
	<i>C. fenestratum</i>	Mojarra guapota	CH
	<i>C. urophthalmus</i>	Mojarra castarrica	CH
	<i>C. synspillum</i>		
	<i>C. champotonis</i>		SU
	<i>C. helleri</i>		SU
	<i>Cichlasoma</i> sp.		
	<i>Petenia splendida</i>	Mojarra pinta o tenguayaca	CH
	<i>Oreochromis aureus</i>	Mojarra tilapia	CH
	<i>O. niloticus</i>	Mojarra tilapia	CH
Characidae	<i>Astyanax fasciatus</i>		SU
Clupeidae	<i>Harengula jaguana</i>		C
	<i>Opisthonema oglinum</i>		C
	<i>Brevoortia gunteri</i>		C
	<i>B. patronus</i>		C
	<i>Dorosoma cepedianum</i>	Mamiche	C
	<i>D. petenense</i>	Mamiche	C
Dasyatidae	<i>Dasyatis sabina</i>	Raya	
Eleotridae	<i>Gobiomorus dormitor</i>	Guavina	CH
	<i>Dormitator maculatus</i>	Naca	H
	<i>Eleotris amblyopsis</i>		SU
	<i>Guavina guavina</i>	Guavina	CH
Elopidae	<i>Elops saurus</i>	Macabí	SU
Engraulidae	<i>Anchoa hepsetus</i>		C
	<i>A. mitchilli</i>		
	<i>Cetengraulis edentulus</i>		

Tabla 7 (continuación)

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Uso</i>
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	Zapatero	CH
Gerreidae	<i>Eucinostomus gula</i>		SU
	<i>E. melanopterus</i>	Mojarrita	SU
	<i>Diapterus rhombeus</i>	Mojarra	SU
	<i>D. auratus</i>	Mojarra blanca	CH
	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra amarilla	
	<i>Eugerres plumieri</i>	Mojarra rayada	CH
Gobiesocidae	<i>Gobiesox strumosus</i>		SU
Gobiidae	<i>Microgobius thalassinus</i>		SU
	<i>Bathygobius soporator</i>		SU
	<i>Evorthodus lyricus</i>		SU
	<i>Gobionellus hastatus</i>	Chile	SU
	<i>Gobioides broussonnetii</i>		SU
Haemulidae	<i>Haemulon plumieri</i>		
	<i>Anisotremus surinamensis</i>	Chopa	
	<i>Conodon nobilis</i>	Ronco amarillo	
	<i>Pomadasys croco</i>		
Hemirhamphidae	<i>Hemirhamphus brasiliensis</i>		
	<i>Hyporhamphus unifaciatus</i>		
	<i>H. roberti</i>		
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	Pargo	
	<i>L. apodus</i>	Pargo amarillo	SU
	<i>L. griseus</i>	Pargo prieto	CH
	<i>L. jocu</i>	Pargo jocu	SU
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	Lebrancha	CH
	<i>M. cephalus</i>	Lisa	CH
Ophichthidae	<i>Myrophis punctatus</i>		SU
Pimelodidae	<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Juile	
Poeciliidae	<i>Poecilia mexicana</i>		C
	<i>Priapella compressa</i>	Guayacón de Palenque	
	<i>Belonesox belizanus</i>		
Polynemidae	<i>Polydactylus octonemus</i>	Barbon	SU
Pristidae	<i>Pristis pectinata</i>	Pez sierra de estero	
Sciaenidae	<i>Cynoscion arenarius</i>	Trucha blanca	CH
	<i>Cynoscion nothus</i>	Curvina	CH
	<i>C. nebulosus</i>	Trucha pinta	CH
	<i>Micropogonias undulatus</i>	Corvina	
	<i>Bairdiella ronchus</i>	Ronco	SU
	<i>B. chrysoura</i>	Ronco	SU
	<i>Stellifer lanceolatus</i>	Corvinilla	SU
	<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina cascote	
Soleidae	<i>Achirus lineatus</i>	Lenguado	SU

Tabla 7 (continuación)

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Uso</i>
Sparidae	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	Sargo	CH
	<i>A. probatocephalus</i>	Sargo	CH
	<i>Lagodon rhomboides</i>		CH
Synbranchidae	<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Juila	SU
Syngnathidae	<i>Syngnathus scovelli</i>		ch
	<i>Oosthetus lineatus</i>		CH
Synodontidae	<i>Synodus foetens</i>		
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	Cintilla	CH
Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i>		CH

Abreviaturas: CH = Consumo Humano; SU = Sin Uso; C = Carnada; H = Consumo de la Hueva.

PRINCIPALES RECURSOS PESQUEROS

Los principales recursos pesqueros presentes en el sistema lagunar son las mojarra de agua dulce: *Cichlasoma urophthalmus* mojarra castarrica, *C. fenestratum* mojarra guapota, y *Petenia splendida* mojarra pinta; *Eugerres plumieri* mojarra rayada, así como *Centropomus parallelus* chucumite, *C. undecimalis* robalo blanco, *C. poeyi* robalo prieto, *Mugil curema* lebrancha, *M. cephalus* lisa, *Trichiurus lepturus* cintilla, *Dormitator maculatus* naca, *Gobiomorus dormitor* guavina, *Bagre marinus* bagre bandera, *Ariopsis felis* bagre, *Archosargus probatocephalus* sargo, *Conodon nobilis* ronco amarillo, *Cynoscion arenarius* trucha blanca e *Ictiobus meridionalis* pez puerco, las almejas: *Rangia cuneata* almeja gallo, *R. flexuosa* almeja casco, y *Polymesoda caroliniana* almeja negra, el ostión americano *Crassostrea virginica*, las jaibas: *Callinectes sapidus* jaiba azul y *C. rathbunae* jaiba prieta; el camarón: *Litopenaeus setiferus* camarón blanco, *Farfantepenaeus aztecus* camarón café y *F. duorarum* camarón rosado, y *Macrobrachium acanthurus* langostino o camarón prieto.

Almeja

En el periodo 1993-2004, el estado de Veracruz aportó 94% de 15 505 t de almejas capturadas en el Golfo de México (SAGARPA 2004). En esta entidad, las almejas de río constituyen una pesquería de gran importancia por ser el sostén de un numeroso grupo de pescadores y sus familias; en la cuenca baja del río Papaloapan se ubica el área más productiva con un aporte de 99.93% (1 579 t) de la producción estatal en la temporada 2004. Esta producción está compuesta por tres especies: *Rangia cuneata*, *R. flexuosa* y *Polymesoda caroliniana*.

En el desarrollo del proyecto “Estudio sobre la distribución y crecimiento de almejas en la cuenca baja del río Papaloapan, Ver., México”, realizado por González

et al. (2008), se muestrearon 14 593 organismos en un área de 162 m². La almeja *R. cuneata* fue la más representativa con 52%, seguida por la almeja casco *R. flexuosa* con 34% y la almeja negra *Polymesoda caroliniana* con 14% (Fig. 3).

Durante el periodo de muestreos (abril-diciembre de 2008) en el sitio conocido como Tragadero de la Laguna de Alvarado, se midieron 7 288 organismos en un área de 81 m², que representaron 49.9% del total de los organismos registrados en el sistema lagunar. Para la zona de Acula, Veracruz (ambiente dulceacuícola), se contabilizaron 7 305 organismos en un área de 81 m² (50%).

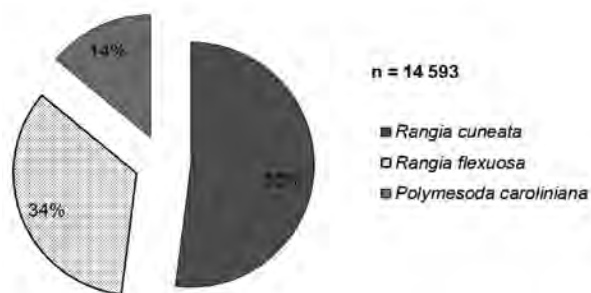


Fig. 3. Organismos registrados para la zona de Alvarado y Acula en el año 2008.

En la Laguna de Alvarado se registraron tres especies, de las cuales la almeja casco *R. flexuosa* fue la de mayor abundancia con 4 924 organismos, representando 68%; le siguió la almeja negra *P. caroliniana* con 2 039 organismos (28%) y, por último, la almeja gallo *R. cuneata* con 325 organismos, representando 4% del total de organismos estudiados para esta zona (Fig. 4).

Para la laguna Siletas perteneciente al municipio de acula, sólo se registró una especie de almeja que fue *R. cuneata* o almeja gallo, con un total de 7 305 organismos.

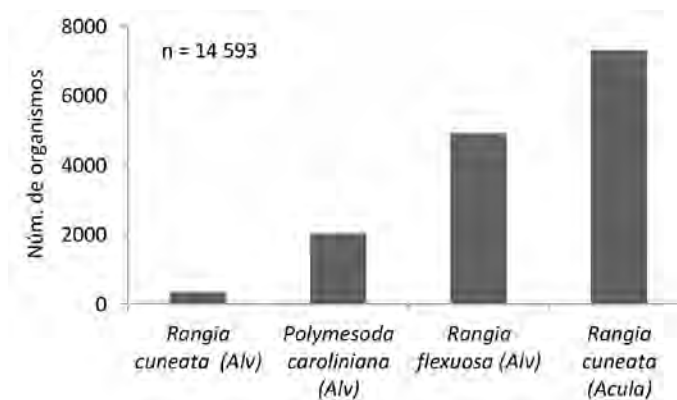


Fig. 4. Composición de las capturas de almejas en 2008.

Almeja gallo o gallito

La almeja gallo *Rangia cuneata* se distribuye desde la bahía de Chesapeake en la costa este de Estados Unidos de América (Abbott 1974) hasta la Laguna de Términos en Campeche, México. Esta especie es nativa de las costas del Golfo de México, pero se ha encontrado como una especie invasora en la costa atlántica y el norte de Europa (Wakida-Kusunoki y MacKenzie 2004). Habita principalmente en aguas salobres con salinidades de 0 UPS a 25 UPS, tolerando una salinidad de hasta 32 UPS, se puede encontrar en aguas poco profundas de 0.30 m a 3.0 m. Se localiza en áreas de fuerte influencia fluvial, en fondos limo-arcillosos, formando parte de la infauna somera (García-Cubas y Reguero 2007). Tenore *et al.* (1968) señalan que esta almeja tiene un mejor desarrollo en aguas con sedimentos de arena con niveles moderadamente altos de materia orgánica y fosfatos.

La almeja gallo presenta una concha de tamaño mediano de 25 mm a 70 mm, gruesa, ovalada, muy obesa y obicua; es de color blanco amarillento a marrón por debajo del periostraco, que es liso y café, erosionado cerca del umbo. El interior de la almeja es blanco lustroso con un tinte azulado; la concha es equivalva inequilateral, con la parte posterior alargada y triangular. Está ornamentada con finas líneas de crecimiento concéntricas. La charnela presenta una profunda foseta donde se aloja el condróforo; dos dientes cardinales y dos laterales; el postero-lateral es muy largo, llegando a las proximidades del margen ventral, lo que permite separarla claramente de *R. flexuosa*. Tiene umbones prominentes y dirigidos hacia el margen anterior. La impresión del músculo aductor anterior es más pequeña y profunda que la del posterior; el seno palial es pequeño y dirigido hacia adelante y hacia arriba; con sifones (García-Cubas y Reguero 2007).

La almeja *R. cuneata* presenta reproducción asexual y libera sus gametos directamente en el agua; según Rogers y García-Cubas (1981), existe correlación entre desoves masivos y factores ambientales tales como la temperatura y la salinidad. En estudios realizados en la Laguna Pom, Campeche (Rogers y García-Cubas 1981), se encontró que estos organismos desovan en baja salinidad y que las larvas alcanzan la metamorfosis entre el día 6 y 7, con salinidad óptima para la eclosión y sobrevivencia de cinco a 15 partes por mil.

De acuerdo con el trabajo de Keyser-Sánchez *et al.* (2007), con la almeja *R. cuneata* realizado en la Laguna de Alvarado, Veracruz, se encontró que en la Laguna Buen País, la almeja gallo presentó un aumento del Índice Gonadosomático (IG) de 3.2 a 4 en los meses de enero a marzo; de 2.7 a 3.2 de mayo a junio, disminuyendo de marzo a abril de 4 a 2.7 y de 3.2 a 2.7 en junio y julio de 2002, respectivamente, lo que sugiere que existen periodos de gametogénesis en primavera, de madurez a principio de verano, y un desove parcial en las semanas siguientes; el mismo estudio señala que en la zona del Tragadero en la Laguna de Alvarado, el IG aumentó de agosto a septiembre de 2001 de 3.8 a 4.4, sugiriendo un proceso de maduración de la gónada

con una disminución del IG de 4.5 a 2.5 en septiembre, lo que evidencia el periodo de desove. Posteriormente, de noviembre a marzo de 2002, registraron un aumento de 2.5 a 4.3, lo que sugiere un segundo proceso de maduración (gametogénesis). De marzo a mayo del mismo año apuntaron una disminución del IG de 4.5 a 3.5, lo que muestra un desove parcial; por último, señalaron que las proporciones más altas de almejas correspondieron a machos y hermafroditas, y las más bajas a hembras e indiferenciados.

La almeja gallo presenta una proporción de sexos de 1:1, con una incidencia de hermafroditismo de 0.1%. En la Laguna de Alvarado, *R. cuneata* desova durante todo el año, pero principalmente de febrero a julio (Echeverría y Rodríguez 1993).

Almeja casco

La almeja casco *Rangia flexuosa*, es una especie infaunal de sustratos blandos, en aguas salobres influidas por ríos. Se distribuye desde Louisiana (EU) hasta el sur del Golfo de México.

Esta almeja presenta una concha mediana de 25 mm a 40 mm, ovalada oblicua, cuneiforme, inequivalva, gruesa y pesada; blanca, periostraco café oscuro; el interior es blanco lustroso con tinte azul-grisáceo. Ornamentación casi lisa, excepto por finas líneas de crecimiento concéntricas; declive posterior largo y en forma de quilla, fuertemente rostrada. Umbones prominentes; charnela con un condróforo y con dientes cardinales; dientes laterales mucho más cortos y elevados que en *R. cuneata*. Con dos impresiones musculares ovaladas; seno palial no diferenciado, con sifones (García-Cubas y Reguero 2007).

Almeja negra

La almeja negra *Polymesoda caroliniana*, se encuentra desde Virginia, al norte de Florida y Texas (EU), hasta la Laguna de Términos, Campeche (García-Cubas 1981).

Presenta una concha grande de 30 mm a 70 mm fuerte, subtriangular, obesa, equivalva e inequilateral; con periostraco pelúcido o fibroso, formando ondulaciones escamosas y generalmente erosionado cerca de los umbones; superficie externa color marrón claro amarillento, con los umbones rosa salmón y en ocasiones con manchas color púrpura. Exterior liso con débiles líneas de crecimiento. La charnela lleva en cada valva tres pequeños dientes, casi verticales, por debajo del ápice; así como un diente anterior y otro posterior; ligamento externo grande y estrecho, café oscuro; línea palial tenue; seno palial estrecho que asciende a la parte media; interior con dos huellas musculares casi del mismo tamaño (García-Cubas y Reguero 2007). La almeja negra habita aguas marinas salobres, en fondos suaves, formando parte de la infauna.

Las almejas *P. caroliniana* y *R. cuneata* tienen una alimentación suspensívora y saprófita (Olsen 1973, 1976), a diferencia de *R. flexuosa* que es micrófaga, suspensívora y saprófita (Olsen 1973, 1976, García-Cubas 1981).

Tallas medias de reclutamiento

En cuanto a la temporalidad y el reclutamiento, Rivas-Villegas *et al.* (2007) señalaron que las almejas casco y negra del Sistema Estuarino de Alvarado presentaron esquemas similares con dos temporadas importantes de reclutamiento en el año, una de mayo a julio de 2007, en el que ambas especies alcanzan porcentajes mensuales de organismos de talla pequeña arriba de 97% y 71%, respectivamente, y otra en octubre entre 93% y 64%, respectivamente. La almeja gallo de Alvarado presentó también variaciones semejantes a la de la almeja casco y la almeja negra, con valores altos en verano y bajos en primavera y otoño.

Las tallas de almejas indican que en el sistema lagunar las almejas gallo y negra presentan similitudes, ya que se encontraron organismos de entre 20 mm a 44 mm y 22 mm a 41 mm, respectivamente; en el caso de la almeja casco, las tallas registradas fueron de entre 16 mm a 30 mm (Rivas-Villegas *et al.* 2007). González *et al.* (2008) encontraron que la almeja gallo presenta una talla mínima de 16 mm y máxima de 50 mm. El promedio de talla encontrado para esta especie fue de 31.6 ± 4.7 mm (Fig. 5).

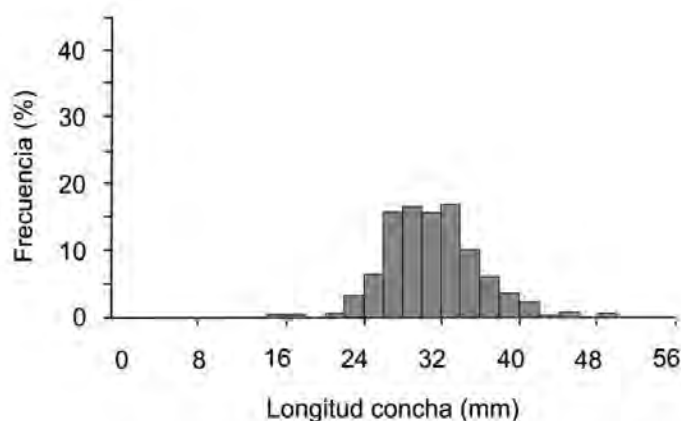


Fig. 5. Frecuencia de tallas de almeja gallo *Rangia cuneata* obtenida en la zona de Tragadero del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Periodo abril-diciembre de 2008.

Para la almeja casco *R. flexuosa* encontrada en la zona de Tragadero de la Laguna de Alvarado, la talla mínima registrada es de 16 mm y la máxima de 33 mm. La talla promedio encontrada para esta especie fue de 23.3 ± 2.1 mm (Fig. 6).

En el caso de la almeja negra *P. caroliniana* en la Laguna de Alvarado, la talla mínima fue de 17 mm, la máxima de 48 mm y la promedio de 30.4 ± 4 mm (Fig. 7).

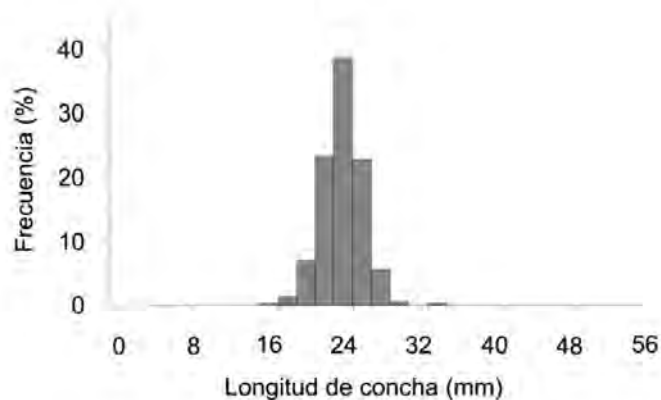


Fig. 6. Frecuencia de tallas de almeja casco *Rangia flexuosa* obtenida en la zona de Tragadero del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Periodo abril-diciembre de 2008.

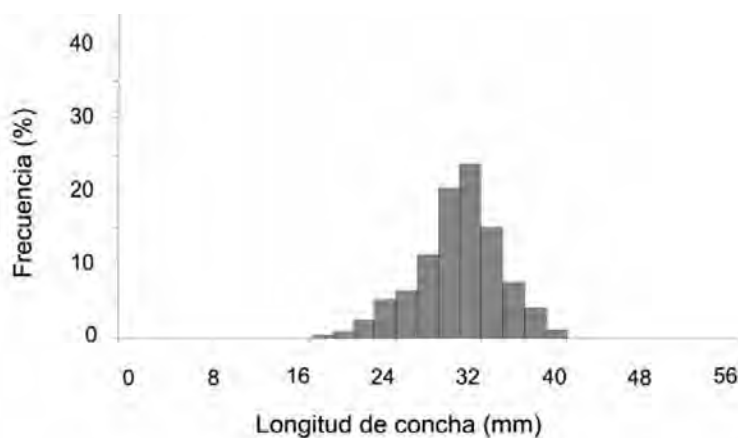


Fig. 7. Frecuencia de tallas de almeja negra *Polymesoda caroliniana*, obtenida en zona de Tragadero del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Periodo abril-diciembre de 2008.

En el área dulceacuícola de Las Siletas en Acula, Veracruz, la almeja *R. cuneata* representó 100% de los muestreos de almeja; las tallas encontradas estuvieron en un intervalo de 9 mm a 30 mm, con promedio de 18.7 ± 3.3 mm (Fig. 8).

Para la almeja gallo *R. cuneata*, las tallas registradas en las recibas de Alvarado indican que las tallas de captura están entre 22 mm y 50 mm, con una media de 33.56 ± 4.2 mm (Fig. 9); para esta misma especie pero en las recibas del municipio de Acula, las tallas registradas estuvieron entre 11 mm y 43 mm, con una media de extracción de 24.57 ± 3.3 mm (Fig. 10).

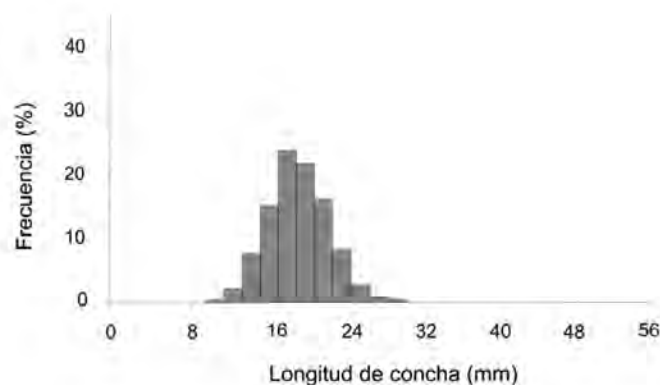


Fig. 8. Frecuencia de tallas de almeja gallo *Rangia cuneata* obtenida en la laguna Las Siletas de la localidad de Abrevadero, municipio de Acuña, Veracruz. Periodo abril-noviembre de 2008.

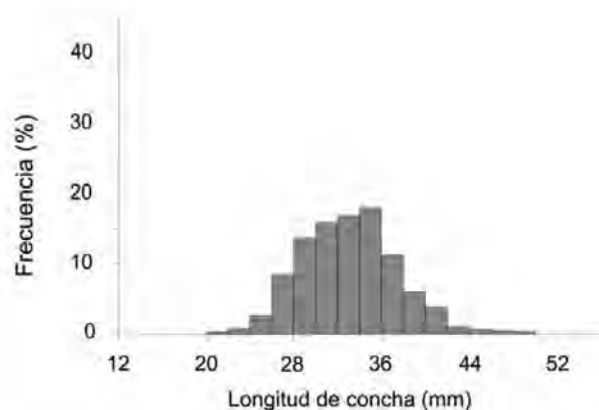


Fig. 9. Frecuencia de tallas de almeja gallo *Rangia cuneata* obtenida en las recibas de Alvarado, Veracruz. Periodo abril-diciembre de 2008.

Densidades de las almejas casco, gallo y negra

De acuerdo con González *et al.* (2008), para la almeja casco *R. flexuosa*, los meses de mayor densidad en la zona de Tragadero del Sistema Lagunar de Alvarado fueron octubre, noviembre y diciembre con 43.6 org · m², 31.1 org · m², y 30.2 org · m² respectivamente. La densidad promedio fue de 25.3 org · m² (Fig. 11).

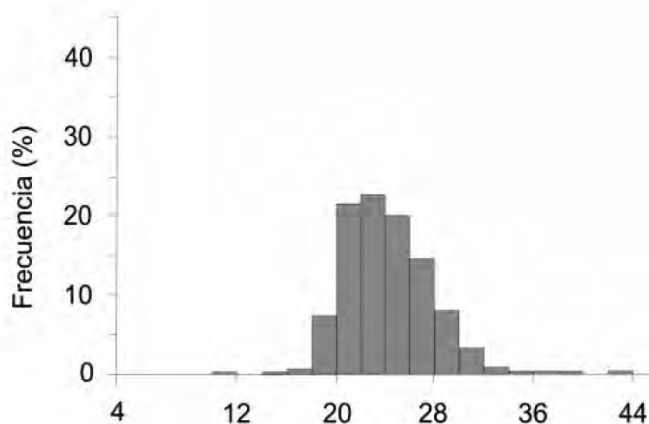


Fig. 10. Frecuencia de tallas de almeja gallo *Rangia cuneata* obtenida en las recibas de la localidad de Acula, Veracruz. Periodo abril-diciembre de 2008.

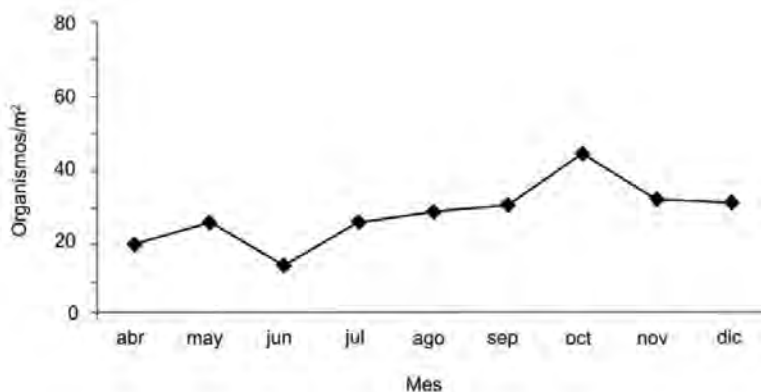


Fig. 11. Índice de abundancia de almeja casco *Rangia flexuosa* en la Laguna de Alvarado, Veracruz. Abril a diciembre de 2008.

Para la almeja gallo *R. cuneata* se encontró que los meses de mayor densidad para la zona de Tragadero fueron septiembre, octubre, noviembre y diciembre con 2.2, 2.1, 1.8 y 2.1 org·m², respectivamente; el promedio encontrado para esta especie es de 1.7 org·m² (Fig. 12). Esta abundancia puede estar relacionada con la época de lluvias para la zona, y esta especie se reproduce principalmente en la época en que se registra salinidad baja.

En cuanto a la almeja gallo *R. cuneata* que se colectó en la laguna Las Siletas, Veracruz, se encontró que los meses de mayor densidad fueron octubre y noviembre con 51.7 org·m² y 65.9 org·m², respectivamente. La densidad promedio fue de 33.8 org·m², cifra superior a la registrada para esta misma especie en la Laguna de Alvarado, lo que pudiera deberse a que en esta laguna la salinidad del agua no sobrepasó las 5 UPS (Fig. 13).

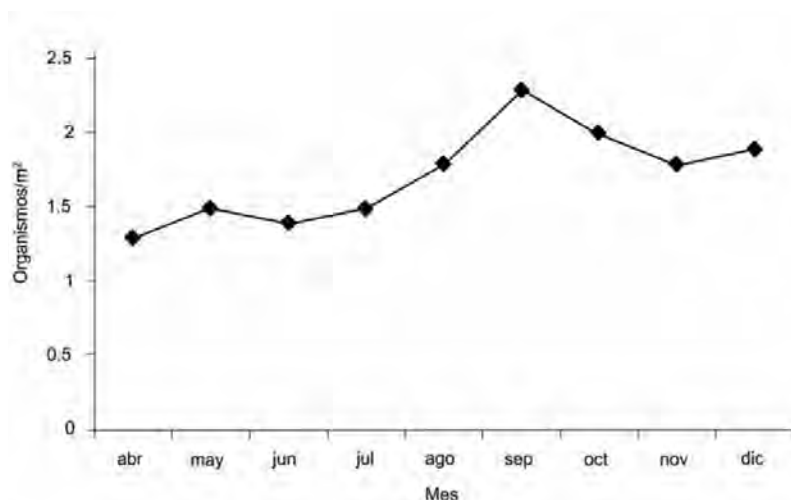


Fig. 12. Densidad de la almeja gallo *Rangia cuneata* en la Laguna de Alvarado, Veracruz. Abril a diciembre de 2008.

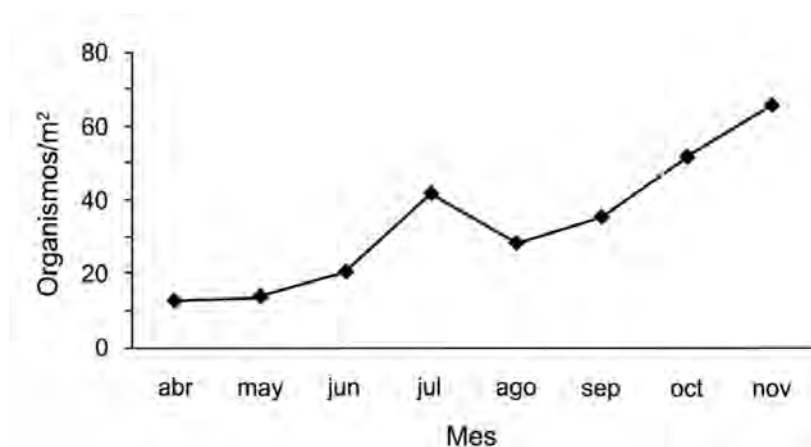


Fig. 13. Densidad de la almeja gallo *Rangia cuneata* en la laguna Las Siletas, Veracruz. Abril a noviembre de 2008.

Para la almeja negra *P. caroliniana*, en la zona de Tragadero, la mayor densidad se registró en los meses de mayo, septiembre y octubre con $11.8 \text{ org} \cdot \text{m}^2$, $11.4 \text{ org} \cdot \text{m}^2$ y $21.1 \text{ org} \cdot \text{m}^2$, respectivamente; el promedio fue de $10.5 \text{ org} \cdot \text{m}^2$ (Fig. 14).

Recursos de escama

En el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, existen diversas especies de peces que son sujetas a aprovechamiento; las más importantes en cuanto a volumen de captura se presentan a continuación.

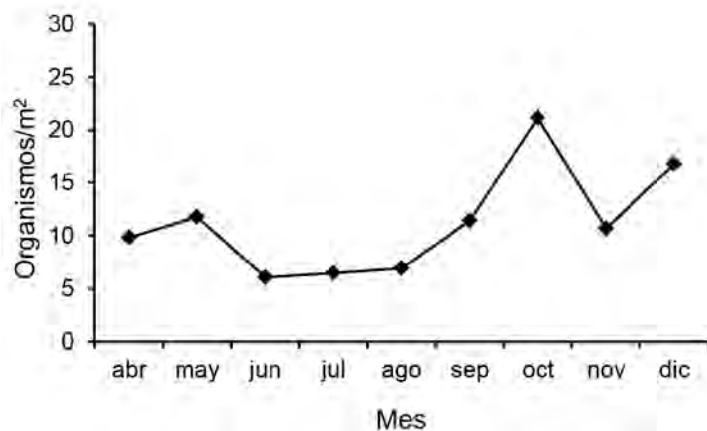


Fig. 14. Densidad de la almeja negra *Polymesoda caroliniana* en la Laguna de Alvarado, Veracruz. Abril a diciembre de 2008.

Mojarra castarrica

La mojarra castarrica *Cichlasoma urophthalmus* se distribuye en la cuenca neotropical del Atlántico, desde el río Coatzacoalcos en Veracruz hasta el río Prinzapolka en Nicaragua, incluyendo la Península de Yucatán e Isla Mujeres, con registros en la Laguna de Alvarado y en el lago de Catemaco, Veracruz. Se encuentra en una amplia variedad de hábitats debido a su conducta de cuidado biparental de crías, a su agresividad y a su adaptabilidad ecofisiológica, como en lagos, ríos, cenotes, pantanos, manglares, en aguas salobres y someras de 0.5 m a 2.5 m de profundidad; en sustratos con fondos arenosos, fangosos, fangoso-arenosos o completamente arenosos con abundante vegetación (Miller *et al.* 2009).

Su cuerpo robusto se caracteriza por una coloración oscura (verde-negruzco) sobre el dorso y clara en el vientre. Presenta siete pares de bandas verticales alternadas de color negro y rojo sobre los flancos y una mancha ocular (negra rodeada de blanco) en la base del pedúnculo caudal (Chávez *et al.* 1989).

Es una especie omnívora con tendencia a carnívora, que utiliza los recursos más abundantes del medio donde se encuentre, como pequeños peces, vegetación, detrito, crustáceos, moluscos e invertebrados bentónicos (Chávez *et al.* 1989, Bedia y López 2008). Se han encontrado huevos de mojarra en cuevas, en la superficie de piedras, hoyos cavados por ellos mismos, sobre hojas, principalmente (Goldstein 1988). Chávez *et al.* (1989) realizaron estudios biológicos para *C. urophthalmus* en el río San Pedro, Tabasco, donde presentó una relación de sexos aproximadamente de 1:1. La mojarra castarrica se reproduce todo el año, con picos de desove de mayo a agosto.

Mojarra guapota

La mojarra guapota *Cichlasoma fenestratum* se distribuye en la costa Atlántica de México. Habita lagos, prefiriendo aguas calcáreas con fondo de barro o arena. Algunas poblaciones han migrado a los valles bajos de los ríos, con ritmo lento o moderado y aguas corrientes (Conkel 1993).

Presenta cuerpo aplanado lateralmente. Se distingue por tener una cabeza relativamente corta y boca pequeña, pero sobre todo por la presencia de cinco a seis manchas negras formando una línea horizontal, que parte del pedúnculo caudal y se extiende sobre la mitad posterior del flanco. La coloración general de su cuerpo es gris sobre el lomo y amarillenta o plateada sobre el flanco; puede presentar sobre la garganta una coloración rosada o roja; la talla de primera madurez sexual es de 8.9 cm para hembras y 14.5 cm de longitud total para machos. La relación de sexos aproximada para la mojarra guapota es de 2:1 machos/hembras; tienen un periodo de actividad sexual intenso de mayo a septiembre, alternado con un periodo de reposo de octubre a abril (Chávez *et al.* 1989).

Es una especie omnívora que tiene preferencia por las plantas y materia vegetal, complementada por invertebrados, zooplancton, macrocrustáceos, moluscos, insectos acuáticos, detrito y peces (Conkel 1993).

Mojarra pinta o tenguayaca

La mojarra pinta *Petenia splendida*, se distribuye en México, Guatemala y Belice. En México se ha registrado en las lagunas Grande, Alvarado y Sontecomapan, Veracruz (Bedia y López 2008).

Tiene una boca muy grande, protractil, el color del cuerpo es grisáceo con tintes amarillentos en la porción media y sobre todo en el opérculo y las mejillas, con seis a siete bandas transversales negras muy notables, acentuándose el color en la parte media del cuerpo. Tiene una mancha redondeada de color negro intenso, bordeada de amarillo en la mitad superior del pedúnculo caudal. Numerosas manchas redondeadas pequeñas de color negro sobre las mejillas, opérculo y frente a las pectorales. Aletas dorsal caudal y anal con el borde distal amarillo y manchas negras en su porción basal, en las membranas interradales, las aletas pectorales y pélvicas amarillentas (Chávez *et al.* 1989, Bedia y López 2008); esta especie es depredadora con hábitos diurnos, se alimenta principalmente de peces y crustáceos y, en algunos casos, se da el canibalismo (Chávez *et al.* 1989, Bedia y López 2008). La talla de madurez sexual estimada para hembras es de 20.6 cm y de 15.1 cm de longitud total para machos. Presenta una proporción sexual aproximada a 1:1; se reproduce todo el año presentando un periodo preferencial de mayo a septiembre (Chávez *et al.* 1989).

Mojarra rayada

La mojarra rayada *Eugerres plumieri* se distribuye desde Carolina del Sur hasta el oeste de Florida, EU, todo el Golfo de México y hasta Brasil, ausente en las Bahamas y otras islas menores, así como en las Indias occidentales. En México se ha registrado en localidades estuarinas como Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Casitas, Mandinga, Sontecomapan, Alvarado, Veracruz, con tallas de 10 cm a 20 cm (Randall y Vergara 1978, Bedia y López 2008). Habita aguas costeras poco profundas y en aguas salobres, en su mayoría, sobre fondos de lodo en manglares arroyos y lagunas, a menudo entrando a una distancia considerable en aguas dulces (Randall y Vergara 1978).

Los organismos de esta especie alcanzan una longitud máxima de 40 cm y un peso aproximado de 600 g; la longitud más común es de 25 cm (Cervigón *et al.* 1992). La mojarra rayada se alimenta de los invertebrados bentónicos que desentierra de la arena, así como de insectos acuáticos, crustáceos, bivalvos, micro-detrito, poliquetos y moluscos (Randall y Vergara 1978, Bedia y López 2008). Aguirre y Yáñez (1984) realizaron un estudio sobre las mojarrras de la Laguna de Términos, Campeche, en el que estimaron para la mojarra rayada una proporción sexual aproximada 1:1, así como la talla en que está sexualmente madura, cercana a 18 cm para ambos sexos.

Robalos

Los robalos se encuentran en lagunas costeras y esteros, y en aguas adyacentes costeras marinas en todo el litoral del Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Campeche. Son especies estuarinas, eurihalinas y euritermas, de hábitos carnívoros. Cambian constantemente de lugar de residencia entre el mar y el sistema lagunar, con fines reproductivos y de alimentación. Por ello son capturados comercialmente desde aguas marinas costeras cercanas a la boca de la laguna al mar y en este caso de la boca-barra de la Laguna de Alvarado, hasta aguas dulces río arriba, variando su presencia en uno u otro ambientes de acuerdo con la especie, la talla y la temporada del año. El robalo blanco prefiere aguas marinas en su etapa de adulto, mientras que el robalo prieto tiende más hacia medios dulceacuícolas, aunque los dos son capaces de soportar desde aguas dulces hasta marinas (Hernández-Tabares *et al.* 2002). Los mismos autores señalan que las especies que conforman el recurso robalo en el Sistema Lagunar de Alvarado son el robalo blanco *C. undecimalis* y el robalo prieto *C. poeyi*; en términos generales, en la zona de estudio, 40% corresponde a robalo prieto y 60% al robalo blanco, aunque esta proporción varía con el área y la estación del año. Las áreas de captura de robalos en el Sistema Lagunar de Alvarado pueden ubicarse en dos grandes zonas: una baja, que incluye la boca o unión del sistema con el mar y áreas cercanas marinas, y la parte baja del río Papaloapan; y una zona alta que incluye la parte media de los ríos Papaloapan y Blanco, y la red de canales y lagunetas que conforman este gran ecosistema, y hasta donde llega la influencia del agua marina,

cuyo límite varía según la estación del año, por la influencia de las lluvias, los nortes y las mareas.

Un punto crítico para la evaluación del *stock* pesquero de robalos es la problemática que envuelve al esfuerzo pesquero. Las embarcaciones son utilizadas indistintamente para varias pesquerías, por tanto, los pescadores se dedican a la explotación de varios recursos pesqueros ribereños. Las redes utilizadas para la captura de robalo en aguas marinas se emplean también para la de otras especies marinas cuando no se encuentra robalo.

En la temporada de captura comercial, que se da en la boca del sistema durante la corrida de reproducción del robalo prieto (entre junio y agosto), se realizó un conteo directo de las pesquerías en operación por día y se observó una variación entre cinco y 18 pesquerías diarias. Lorán *et al.* (2005a) y Martínez *et al.* (2010a, b) le llaman pesquería a la unidad de pesca para la captura de robalo; en este caso (en la boca-barra de la Laguna de Alvarado), cada una se conforma de dos lanchas con un equipo de pesca, con cinco a seis pescadores por unidad; una de las lanchas suelta la red de un lado y la otra la arrastra hasta extenderla, entre las dos la jalan por alrededor de 20 min, para finalmente cerrar en círculo y recoger (“cobran”) la red.

Los volúmenes de captura por viaje de pesca varían con relación a la temporada y van desde cero hasta varias toneladas. Esta última situación ocurre en el caso del robalo blanco cuando se presenta en corridas masivas que se mueven en cardumen en aguas costeras marinas; son encerrados con la red y posteriormente con arpón o fisgas son capturados en su totalidad. En el caso del robalo prieto también tiende a presentar aglutinaciones con fines reproductivos en la boca del sistema, situación que los hace vulnerables y son capturados mediante redes de alto calado, operadas en el área de la boca una tras otra durante los días de corrida, con una duración de hasta 24 h, dependiendo de la cantidad de robalos capturados, aunque principalmente operan por la tarde-noche. Las capturas de robalo prieto varían entre cero y 50 ejemplares (0 kg a 400 kg) por pesquería por día en corrida; en la temporada de movimiento gregario es una actividad selectiva y son pocas las especies que aparecen como parte de la fauna acompañante o asociada. Algunas especies asociadas son el sábalo, jurel blanco, sargo, chopa gris y pampanera. El resto de la temporada la captura de robalos ocurre de manera más esporádica y en cantidades menores.

Robalo blanco

El robalo blanco *Centropomus undecimalis* es una especie demersal, que se encuentra tanto en aguas salobres como marinas y penetra en aguas dulces; es común en estuarios y lagunas, y es muy abundante durante los periodos de lluvias. Se distribuye de Carolina del Norte, Florida y Texas, a Brasil y América Central (Jiménez-Badillo *et al.* 2006).

El robalo blanco presenta cuerpo alargado y moderadamente comprimido con perfil de la cabeza cóncavo, dorso y costados del cuerpo por arriba de la línea lateral oscuros; con la línea lateral muy marcada y resaltada en color negro, costados del cuerpo por debajo de la línea lateral y región ventral plateados; aletas amarillentas llegando a presentar en ocasiones puntuaciones negras, lucen una banda negra en la línea lateral.

Se alimenta de peces de las familias Gobiidae, Gerreidae y Engraulidae, así como de camarones y cangrejos (Jiménez-Badillo *et al.* 2006). Distintos autores, como Chávez (1963), Fuentes (1973) y Carvajal (1975) realizaron análisis de contenidos estomacales de *C. poeyi* y *C. undecimalis* y observaron que son especies altamente carnívoras y voraces, que se alimentan sobre todo de peces, crustáceos y organismos vivos que encuentran a su paso, sin mostrar ninguna preferencia o selección por especies determinadas. En el contenido estomacal de peces presentes en el Sistema Lagunar de Alvarado se encontraron especies muy abundantes en la zona como *D. maculatus* de la familia Eleotridae.

De forma similar que la especie *C. parallelus*, son organismos migratorios. *C. undecimalis* se reproduce en el mar, en sitios pocos profundos cercanos a la costa y a la desembocadura de los ríos. Presentan reproducción externa y la época de desove es de mayo a septiembre cuando la marea baja; los huevos tienen tamaños de 0.78 mm a 0.9 mm de diámetro y penetran a los ríos (Jiménez-Badillo *et al.* 2006). Los juveniles prefieren zonas inundadas, áreas de manglar y canales de irrigación.

Los machos son ligeramente más pequeños que las hembras y alcanzan su madurez sexual a tallas menores. Distintos autores han estimado la talla mínima de reproducción para hembras entre 80 cm a 90 cm y para machos entre 70 cm y 80 cm de longitud total; sin embargo, Lorán *et al.* (2007) observaron a la hembra más pequeña de *C. undecimalis*, de 60 cm de longitud total, y de 59 cm el macho (Fig. 15) con talla media de madurez sexual (L_{m50}) de 83 cm para hembras y de 78 cm para machos. Jiménez-Badillo *et al.* (2006) encontraron tallas de primera madurez entre 30 cm y 44 centímetros.

Hernández-Tabares *et al.* (2002) encontraron que la proporción global de sexos (hembras-machos) observada en robalo blanco fue de 1:1. En el Sistema Lagunar de Alvarado, mientras que Lorán *et al.* (2009) observaron que el periodo de reproducción del robalo blanco en el año 2005 fue de junio a agosto con un pico máximo en julio, en 2006 fue de julio a septiembre con un máximo en julio, en 2007 el periodo fue de junio a septiembre con su máximo en julio, y en 2008 fue de junio a agosto con un máximo en agosto. Asimismo, encontraron que la época de lluvias influye en la reproducción de esta especie.

Lorán *et al.* (2006a) realizaron estudios sobre la relación longitud-peso de robalo blanco, en las figuras 16 (hembras) y 17 (machos) se puede observar los valores de los parámetros de las ecuaciones correspondientes.

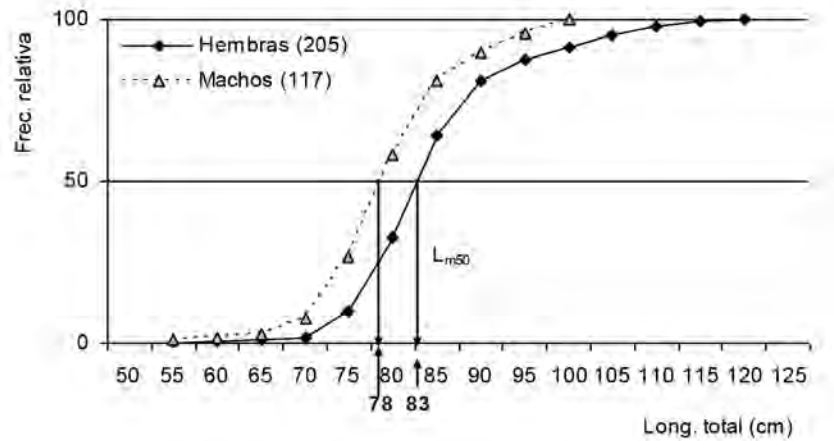


Fig. 15. Hembras y machos de robalo blanco *Centropomus undecimalis*, sexualmente maduros en la Laguna de Alvarado, Veracruz, en 2007 (Lorán *et al.* 2007).

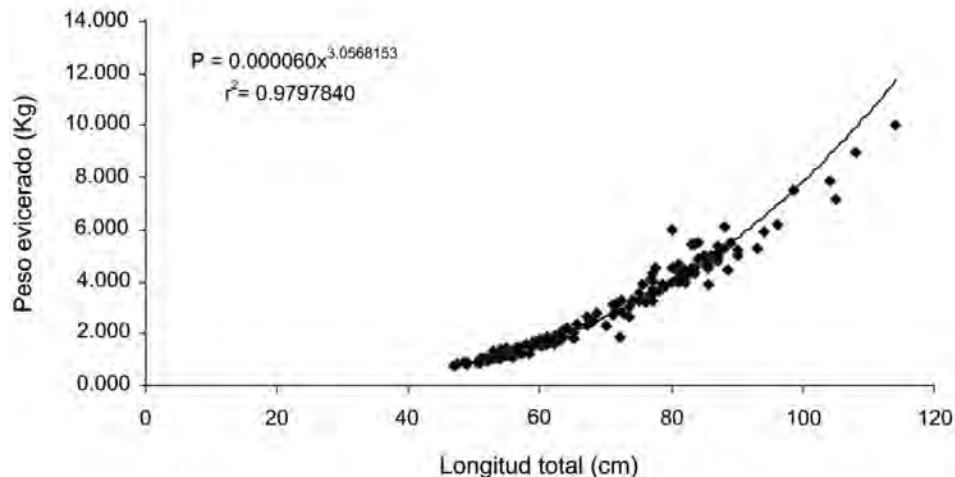


Fig. 16. Relación longitud-peso eviscerado de hembras de robalo blanco *Centropomus undecimalis*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (Lorán *et al.* 2006a).

De acuerdo con Hernández-Tabares *et al.* (2002), las tallas mínimas y máximas de robalo blanco observadas en el periodo 1999-2001 en la Laguna de Alvarado fueron de 230 mm y 1 170 mm. La talla promedio para la especie fue de 797 mm de longitud total. En el gráfico de frecuencias relativas se observa un comportamiento con mayor presencia de tallas grandes (>700 mm de LT) (Fig. 18).

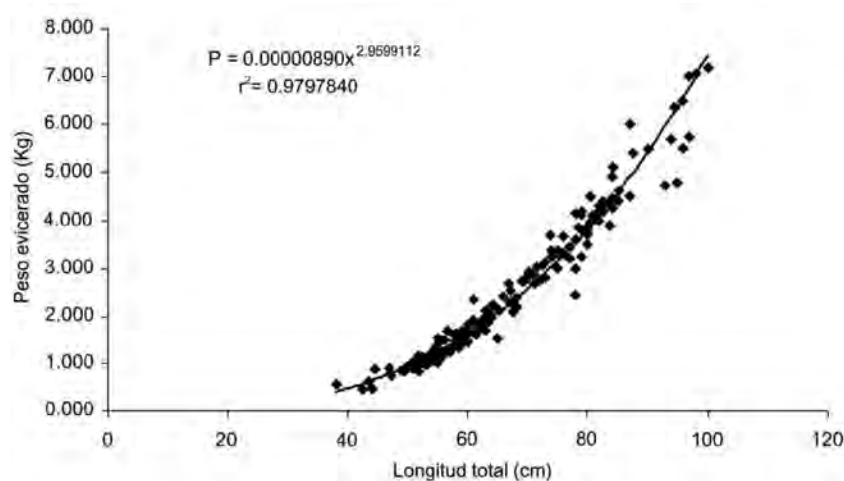


Fig. 17. Relación longitud-peso eviscerado de machos de robalo blanco *Centropomus undecimalis*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (Lorán *et al.* 2006a).

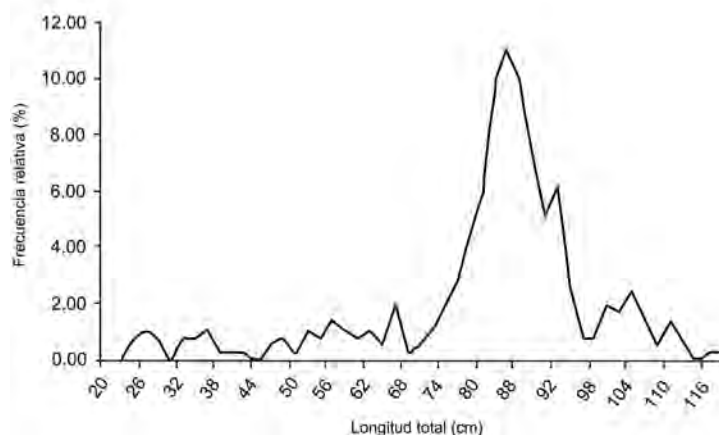


Fig. 18. Frecuencia relativa del robalo blanco *Centropomus undecimalis* en la Laguna de Alvarado, Veracruz en el periodo 1999-2001 (Hernández-Tabares *et al.* 2002).

Loran *et al.* (2007) realizaron muestreos mensuales para *C. undecimalis* en la Laguna de Alvarado y el río Papaloapan durante los meses de marzo a octubre de 2007; el tamaño de muestra fue de 1 261 organismos y en la estructura de tallas para hembras y machos se observa que la talla más pequeña fue 28 cm y la más grande 114 cm; existen dos modas una en los 60 cm que corresponde a los ejemplares preadultos que se capturan a menudo (Fig. 19), debido a que son los más solicitados por los restaurantes pues es el tamaño “platillero” que solicita el público, y otra menor en los 80 cm correspondiente a los adultos.

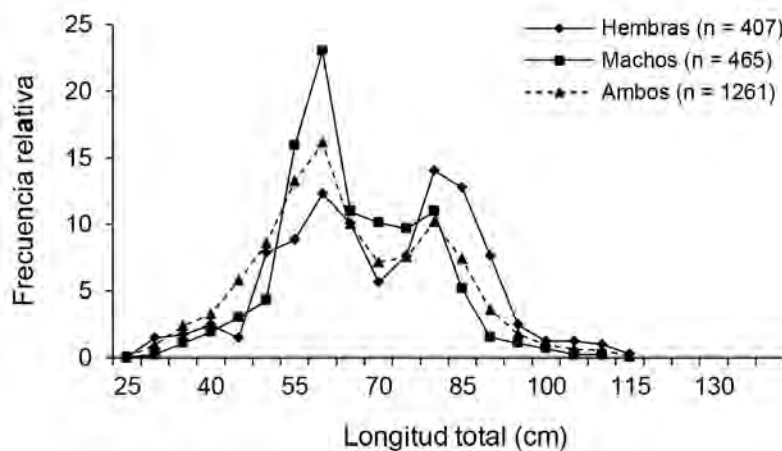


Fig. 19. Composición de tallas de robalo blanco *Centropomus undecimalis* en el año 2007 (Lorán *et al.* 2007).

En el sistema lagunar existe una explotación exhaustiva de este recurso, pues además de los adultos, por su alto valor comercial, también se capturan juveniles con redes chucumiteras que se registran como chucumite.

Los parámetros de crecimiento estimados para robalo blanco fueron L_{∞} 180.32 cm, K 0.127, y t_0 - 0.667 (Lorán *et al.* 2007). La mortalidad natural se estimó en 0.22, la mortalidad por pesca fue 0.688 y la mortalidad total en 0.9085. La tasa de explotación fue de 0.756, lo que indica que esta especie está sobreexplotada.

Robalo prieto

La distribución del robalo prieto *C. poeyi* está restringida a las aguas nacionales del Golfo de México, desde Tampico, Tamaulipas, hasta Frontera, Tabasco; alcanza gran importancia pesquera en el estado de Veracruz (Chávez 1963). Este mismo autor, así como Fuentes (1973) y Carvajal (1975), encontraron que presenta hábitos catadrómicos.

El robalo prieto es más pequeño y robusto que el blanco, su cuerpo es alargado y moderadamente comprimido, con un perfil de la cabeza un poco cóncavo. El dorso y los costados del cuerpo son de coloración oscura; vientre plateado; aletas dorsales, caudal y anal amarillas con puntos negros; pectorales y pélvicas ligeramente amarillentas, tienen una banda negra a lo largo de la línea lateral.

Según Hernández-Tabares *et al.* (2002), el robalo prieto de tallas grandes es capturado en la barra o boca del sistema, y hacia aguas interiores, aunque la captura es más abundante en la boca en la temporada de reproducción en los meses de junio a agosto; las tallas menores aparecen en las capturas efectuadas en aguas interiores. La presencia de hembras en fases avanzadas de desarrollo gonádico observadas de 1999 a 2001, indica que el robalo prieto se mueve hacia la boca del sistema principalmente entre los meses de junio a agosto, donde permanece hasta lograr los desoves. Es muy

probable que realicen desoves parciales a lo largo de la temporada de reproducción, bajando y subiendo en más de una ocasión entre la boca y las áreas altas cercanas del sistema lagunar (Fuentes 1973, Stewart 1985).

Distintos autores han estimado la talla mínima de reproducción de las hembras de entre 80 cm a 90 cm, y para machos de 70 cm a 80 cm de longitud total. Sin embargo, Lorán *et al.* (2007) observaron que *C. poeyi* registró la talla más pequeña sexualmente madura, siendo de 50 cm para hembras y 45 cm de longitud total para machos; la más grande para hembras de 110 cm y 106 cm en machos (Fig. 20). La L_{m50} para machos fue de 76 cm y para hembras de 80 centímetros.

Hernández-Tabares *et al.* (2002) encontraron que en el Sistema Lagunar de Alvarado la proporción global de sexos (hembras-machos) observada en robalo prieto fue de 2:1. Se observó la presencia de hembras en fases avanzadas de desarrollo gonádico (III y/o IV) en los muestreos efectuados entre los meses de junio y agosto. De acuerdo con los resultados de Lorán *et al.* (2009), la reproducción del robalo prieto en el año 2005 tuvo lugar en los meses de junio, julio y agosto, siendo en julio el pico máximo; en 2006, el periodo de reproducción fue de julio a septiembre, con un pico máximo en julio; en 2007 fue de agosto a septiembre con un pico en agosto; en 2008 fue de junio a septiembre con un pico máximo en julio.

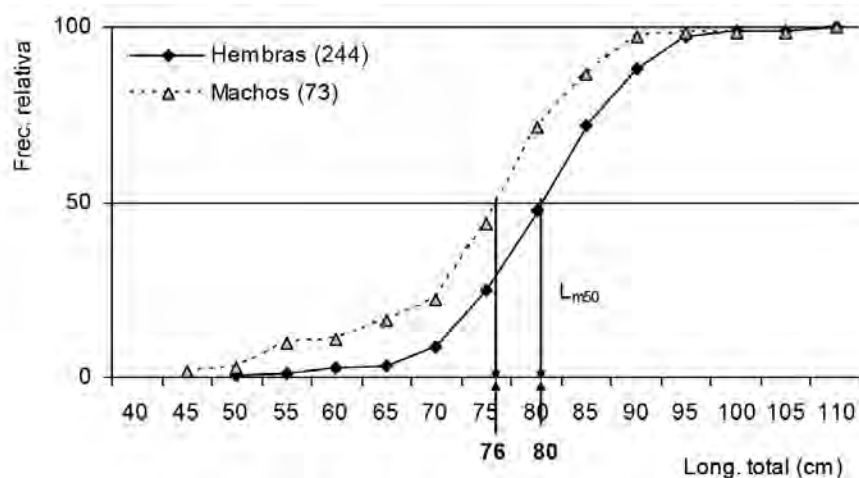


Fig. 20. Hembras y machos sexualmente maduros de robalo prieto *Centropomus poeyi* en la Laguna de Alvarado, Veracruz en 2007 (Lorán *et al.* 2007).

Lorán *et al.* (2006a) realizaron estudios sobre la relación longitud-peso de robalo prieto, en las figuras 21 (hembras) y 22 (machos) se puede observar los valores de los parámetros de las ecuaciones correspondientes.

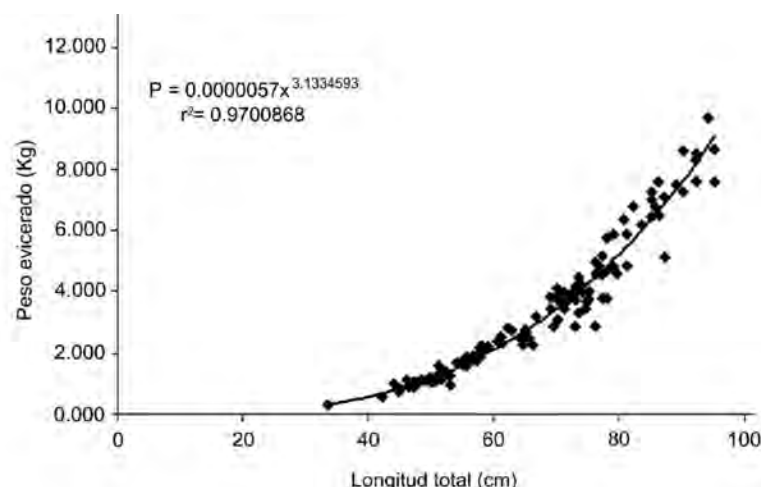


Fig. 21. Relación longitud-peso eviscerado de hembras de robalo prieto *Centropomus poeyi*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (Lorán *et al.* 2006a).

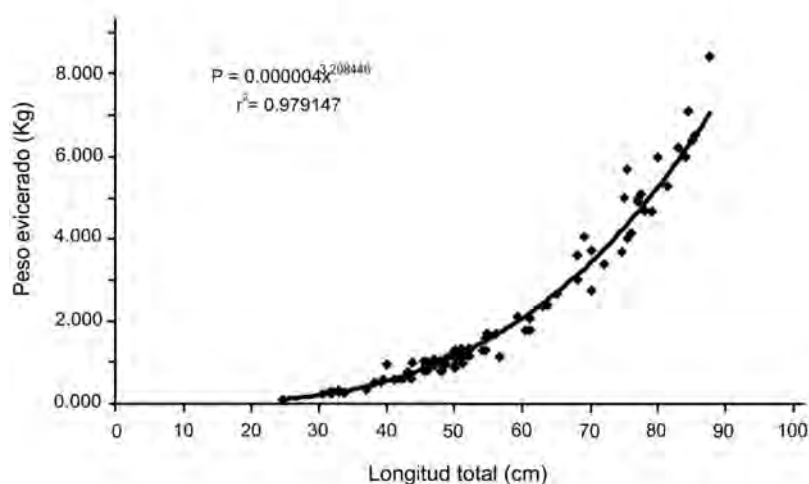


Fig. 22. Relación longitud-peso eviscerado de machos de robalo prieto *Centropomus poeyi*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (Lorán *et al.* 2006a).

Composición de tallas

Con base en el estudio de Hernández-Tabares *et al.* (2002), las tallas mínimas y máximas de robalo prieto fueron de 21 cm y 111 cm, respectivamente. La talla promedio para la especie fue de 75.6 cm de longitud total. En el gráfico de frecuencias relativas se observa un comportamiento con mayor presencia de tallas grandes (>70 cm de LT) (Fig. 23).

Lorán *et al.* (2007) registraron la composición porcentual de tallas del robalo prieto encontradas en 2007 en la Laguna de Alvarado; como se muestra en la *figura 24*, la

talla más pequeña muestreada fue de 29 cm, la más grande registrada en ese año fue de 110 cm. Con dos modas, una en 50 cm y otra en 80 cm, la primera corresponde a tamaños que llaman “platilleros”, que son apreciados por los consumidores y corresponde a juveniles y la segunda a adultos.

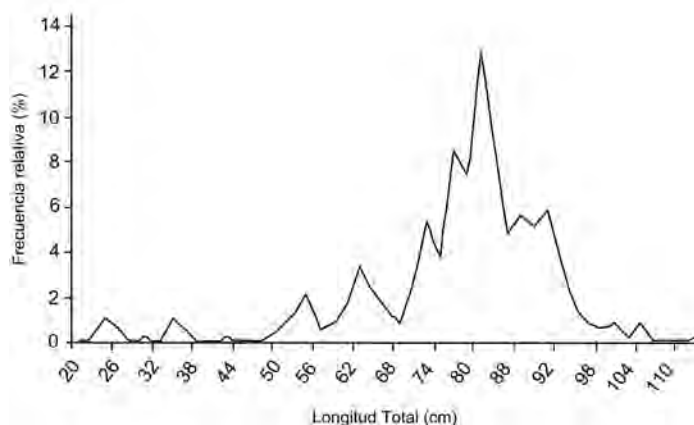


Fig. 23. Frecuencia de tallas de robalo prieto *Centropomus poeyi*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Período 1999-2001 (Hernández-Tabares *et al.* 2002).

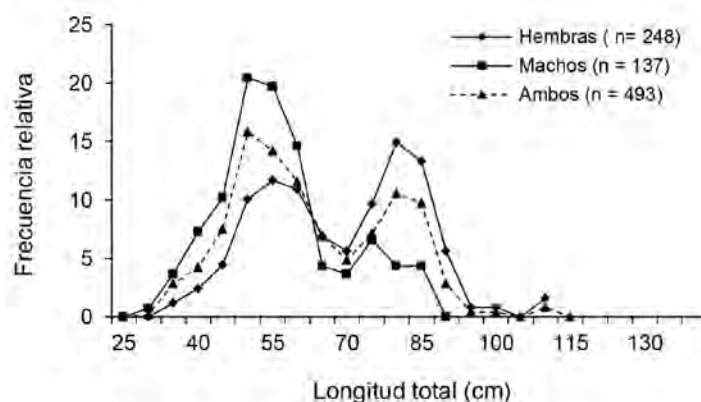


Fig. 24. Composición de tallas de robalo prieto *Centropomus poeyi*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz (Lorán *et al.* 2007).

Loran *et al.* (2006b) tomaron como referencia datos de parámetros de crecimiento para adultos de robalo prieto obtenidos por Lorán *et al.* (2005b), cuyo valor de L_{∞} estimado fue de 116.017 cm; k de 0.32064 y t_0 de -0.8955 año, y de mortalidad natural 0.457.

Lorán *et al.* (2005b) estimaron la tasa de mortalidad total, por pesca y la tasa de explotación, obteniendo 1.557 para mortalidad total, 1.1 para mortalidad por pesca y tasa de explotación de 0.71; en el año 2007 los mismos autores encontraron una

tasa de explotación de 0.81 y en el año 2008 disminuyó a 0.71; e indican que se sigue sobreexplotando.

Chucumite

El chucumite *Centropomus parallelus* es una especie eurihalina que se encuentra distribuida en la costa atlántica del continente americano, desde el extremo sur de Florida (EU) hasta Santos (Brasil) y todo el Golfo de México, principalmente en los estados de Tamaulipas, Veracruz y Tabasco. Se le encuentra en mayor abundancia en aguas salobres y dulces (Chávez 1963).

Es una especie demersal, habita en lagunas, estuarios, en fondos blandos y arenosos, prefiere ambientes de agua dulce o de baja salinidad. En etapas tempranas de crecimiento se asocia a comunidades de manglares, de lirio acuático o pastos marinos. Es muy abundante en el periodo de lluvias.

Los chucumites tienen cuerpo profundo pero no comprimido, una línea lateral débilmente marcada en color oscuro. Aleta pélvica de color pálido, sin las puntas negras. La segunda espina anal es la más larga, pero no alcanza la base de la aleta caudal. Escamas muy pequeñas, de 80 a 90 en fila sobre la línea lateral; de 64 a 76 escamas con poro en la línea lateral. Talla máxima de 72 cm, siendo la de 25 cm la más común, y un peso de entre 1.5 kg y 5 kilogramos.

Martínez *et al.* (2011a) muestrearon 6 873 ejemplares en el Sistema Lagunar de Alvarado, de los que se pudieron diferenciar por sexo 3 441 hembras y 2 201 machos; la talla más pequeña fue de 16 cm, mientras que la máxima de 57.5 cm y la promedio de 27.7 cm para machos y hembras juntos. Estos autores registraron la temporada de reproducción más representativa con hembras en estadio v de abril a julio, con un pico en octubre del estadio de madurez iv (de acuerdo con la escala de Nikolsky 1963). La estimación de talla de madurez sexual a 50% (estadios iv a vi) de las hembras fue 29.5 cm y de los machos 24.4 cm; Martínez *et al.* (2011a) estimaron adecuado proponer una talla mínima de captura de 30 centímetros.

Martínez *et al.* (2011b) indicaron que el factor de condición se incrementó de mayo a septiembre, y reflejó un grado mayor de robustez de las hembras respecto de los machos, que acompaña a la temporada de reproducción más intensa.

La reproducción es externa; Chávez (1963) obtuvo una fecundidad promedio de 376 000 huevecillos. Presentan dos periodos de reproducción, el primero de mayo a junio, que es el más importante, y el segundo menos intenso de octubre a noviembre. La proporción sexual para el chucumite es cercana a 1:1. El mismo autor señala que las hembras de *C. parallelus* alcanzan su madurez sexual en 15 cm, y los machos a 15.4 cm de longitud total.

Estatus de la pesquería

Para conocer el estatus de la pesquería, primero se estimaron los parámetros de crecimiento, cuyos resultados fueron $L_{max} = 62.49$ cm, $K = 0.181$ y $t_0 = -0.913$ (Lorán *et al.* 2011) con la ecuación resultante $L_{(t)} = 62.49 * [1 - \exp^{-0.181 * (t - (-0.913))}]$.

Lorán *et al.* (2011) estimaron para el Sistema Lagunar de Alvarado, que la mortalidad natural (M) de hembras y machos fue de 0.48, la mortalidad por pesca (F) fue de 1.31 y la mortalidad total (Z) fue de 1.79, lo que indica que este recurso está sometido a una explotación intensiva, y la tasa de explotación ($E = F/Z$) obtenida fue de 0.73, es decir, está sobreexplotado.

Cintilla

La cintilla *Trichiurus lepturus* es una especie cosmopolita encontrada en aguas tropicales y templadas, en las costas del Atlántico desde el norte de Virginia hasta el norte de Argentina, donde su ocurrencia está condicionada por los movimientos estacionales de las masas de agua fría. En México se ha registrado en la mayoría de los sistemas estudiados como: Tamiahua, Tecolutla, Casitas, Sontecomapan, Alvarado, Veracruz (Cervigón *et al.* 1992, Bedia y López 2008).

Presenta un cuerpo muy alargado y muy comprimido, parecido a un listón terminado en punta, boca grande con dientes agudos en forma de colmillo, ojos relativamente grandes que caben de cinco a siete veces en la longitud de la cabeza. El margen inferior trasero de la cubierta branquial es cóncavo, de color azul acero con reflejos metálicos (Cervigón *et al.* 1992, Nakamura y Parín 1993, Bedia y López 2008).

Los juveniles se alimentan principalmente de pequeños crustáceos y peces pelágicos, adultos de peces y ocasionalmente de crustáceos; por lo regular lo hacen cerca de la superficie durante el día y migran al fondo durante la noche, donde también consumen camarón. Los adultos y juveniles tienen migraciones diurnas verticales para alimentarse (Nakamura y Parín 1993).

Dada su importancia en el sistema lagunar, se requieren estudios para ampliar el conocimiento sobre los aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros de esta especie, que contribuyan al conocimiento del estado de salud de su población, tales como edad y crecimiento, mortalidad natural y por pesca, reclutamiento y tasa de explotación.

Naca

La naca *Dormitator maculatus* se distribuye desde Carolina del Norte hasta Brasil, incluyendo el Golfo de México, Bahamas y Sur de Brasil. Se le ha registrado en todas las localidades estudiadas para el estado de Veracruz como son: Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Casitas, Laguna Grande, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan (Bedia y López 2008). Habita pantanos, zonas fangosas y canales con salinidades de 0 UPS a

21 UPS y temperatura de 25 °C a 35 °C. En general se le encuentra en aguas dulces, pero también en áreas salobres donde haya manglar.

Son peces pequeños y robustos con una cabeza conspicua plana. Presentan un color marrón o canela pálido en el vientre; cada una de las escamas tiene un conjunto de melanóforos de color café.

Son organismos omnívoros que se alimentan preferentemente de plantas, detritus e invertebrados. Alcanzan la madurez sexual después de un año y sus gónadas se desarrollan en la época de secas. Durante el cortejo cambian de coloración, y los adultos cuidan la nidada; los huevos miden 0.3 mm y la incubación dura de 11 h a 16 h a 27 °C. En promedio, la talla de madurez sexual es de 5.1 cm para los machos y 4.5 cm para las hembras (Bedia y López 2008).

La naca es un pez cuyo valor comercial se lo otorga la hueva, que en la etapa de madurez llega a representar hasta 60% de su peso corporal; dicha condición hace que la especie sea altamente vulnerable, por lo que requiere una protección durante el periodo del pico reproductivo.

Guavina

En México la guavina *Gobiomorus dormitor* se ha registrado en Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Casitas, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan, Veracruz (Bedia y López 2008).

La guavina presenta cuerpo abombado; lateralmente es de color marrón oscuro a olivo, interrumpido por una banda lateral de color negro debajo de la base de la aleta pectoral y la base de la aleta caudal. Es un pez carnívoro y demersal que se desplaza con lentitud y aprovecha su coloración críptica para capturar crustáceos y peces (Bedia y López 2008).

La talla de madurez sexual estimada en las hembras es de 35.8 cm y en los machos de 37.9 cm de longitud total. Presenta una proporción sexual de 2:1 (machos:hembras). Durante todo el año se han encontrado organismos listos para la reproducción. La fecundidad media es de 293 598 óvulos, para organismos con una talla promedio de 39 cm de longitud total (Chávez *et al.* 1989).

Bagre bandera

El bagre bandera *Bagre marinus* se distribuye a lo largo de las costas del Atlántico americano desde Carolina del Norte hasta Brasil, incluyendo el Golfo de México y la costa continental del Mar Caribe; también se ha registrado en el oeste de Cuba y en México en Sontecomapan, Tampamachoco, Tuxpan, Alvarado y en las inmediaciones de la plataforma continental de Alvarado (Bedia y López 2008).

Son peces demersales que viven en aguas costeras marinas, sobre todo salobres estuarinas y eventualmente dulces; algunas especies se encuentran también en aguas

hipersalinas. Viven en fondos someros blandos, principalmente fangosos y sólo en casos aislados por debajo de 30 m de profundidad. Los machos incuban los huevos, que son muy grandes (hasta 1 cm de diámetro) y los recién nacidos, en la cavidad bucal. Durante el periodo de incubación no comen (Cervigón *et al.* 1992).

Presentan cabeza arqueada, más o menos deprimida, hocico redondeado transversal, boca ligeramente inferior con barbas alrededor de la boca (un par maxilar y otro en el mentón) y filamentos en las aletas dorsal y pectoral, con espinas largas y aplanadas en forma de cinta, la barba maxilar no alcanza la aleta anal; cabeza con cubierta ósea de color marrón oscuro (Bedia y López 2008).

Cabe destacar que es una especie que en el Sistema Lagunar de Alvarado se conoce muy poco, por lo que se requieren estudios de aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros para estar en posibilidades de regular acertadamente su aprovechamiento.

Bagre

El bagre *Arius felis* se distribuye en las costas del Atlántico del norte de Carolina al sur de Florida, en el Golfo de México y Yucatán. Se ha registrado en Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Casitas, Laguna Grande, Mandinga, Alvarado, Sontecomapan y en las inmediaciones de la plataforma continental de Alvarado, Veracruz (Robins y Ray 1986, Bedia y López 2008).

Se encuentra sobre fondos fangosos a lo largo de las costas y estuarios; prefiere aguas salobres y marinas; ocasionalmente penetra en aguas dulces (Bedia y López 2008). Presenta la cabeza redondeada ligeramente aplanada arriba, hocico redondeado en sentido transversal, boca inferior con tres pares de barbillas (una maxilar y dos en el mentón); las barbillas maxilares alcanzan la aleta pectoral; cabeza con una cubierta ósea visible, muy rugosa, opuesta a los ojos y extendiéndose hacia delante, los procesos supraoccipitales anchos en la base, estrechos y truncados posteriormente, con una ligera quilla media; la placa predorsal en forma de cresta y con textura rugosa; un canal carnosos a lo largo de la depresión media de la cabeza extendiéndose hacia los ojos (Bedia y López 2008).

Su alimentación es principalmente a base de tanaidáceos, anfípodos, poliquetos y moluscos. Según Chávez *et al.* (1989) *A. felis* presenta una proporción sexual de 1:1, aproximadamente. La fecundidad promedio para esta especie es de 82.8 óvulos para una talla media de 57.7 centímetros.

Cabe destacar que es una especie que en el Sistema Lagunar de Alvarado se ha estudiado muy poco, por lo que se requieren estudios de aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros para estar en posibilidades de regular acertadamente su aprovechamiento.

Sargo

La distribución del sargo *Archosargus probatocephalus* comprende las aguas costeras de litoral Atlántico de América, desde Nueva Escocia hasta el norte de Brasil y el Golfo de México; se ha registrado en Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Mandinga, Alvarado, Sontecomapan y en las inmediaciones de la plataforma continental de Alvarado, Veracruz (Torres y Kobelkowsky 1991, Bedia y López 2008).

El sargo es una especie de talla pequeña a mediana que sólo en algunos casos supera 50 cm de longitud. Presenta cuerpo oval, alto y comprimido; cabeza robusta, boca relativamente pequeña y de labios gruesos, provista de ocho fuertes dientes semejantes a los incisivos en la parte anterior de ambas mandíbulas y varias series de dientes molariformes en la porción posterior. En su coloración destacan en los costados cinco o seis barras verticales oscuras sobre un fondo grisáceo, y su alimentación está basada principalmente en moluscos y crustáceos (Torres y Kobelkowsky 1991). Esta especie desova en el Golfo de México en los meses de enero a mayo a una edad de dos años, cuando alcanzan 500 g de peso y aproximadamente 30 cm de longitud; las tallas que por lo común prevalecen en las lagunas costeras son de entre 29 cm y 37 cm, y peso de 450 g a 900 g, mientras que en el mar alcanzan hasta 3.6 kg (Palacios-Fest *et al.* 2002).

Cabe destacar que es una especie que en el Sistema Lagunar de Alvarado se ha investigado muy poco, por lo que se requieren estudios de aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros, para estar en posibilidades de regular de forma adecuada su aprovechamiento.

Ronco amarillo

El ronco amarillo *Conodon nobilis* se distribuye desde Texas a lo largo de las costas del Golfo de México, América Central y Sudamérica hasta Brasil, también alrededor de Jamaica y Las Antillas. Se ha registrado en las localidades de Tamiahua, Mandinga y Alvarado, así como en las inmediaciones de la plataforma continental de Alvarado, Veracruz, y se encuentra a lo largo de las costas arenosas y en fondos fangosos, en aguas con poca profundidad (Robins y Ray 1986, Bedia y López 2008).

El ronco amarillo presenta cuerpo alargado y algo robusto, su altura está contenida de 2.7 a 3.4 veces en la longitud estándar. El margen posterior de la mandíbula superior apenas alcanza por debajo del margen anterior del ojo; dos poros y un surco mediado en la barbilla; preopérculo aserrado; con dos espinas extendiéndose en el ángulo inferior posterior del preopérculo; dientes en las mandíbulas cónicos o puntiagudos, en bandas, las series más externas están notablemente desarrolladas. Se alimenta de noche de crustáceos y peces pequeños (Courtenay y Sahlman 1978).

Cabe destacar que a pesar de la importancia de esta especie en el Sistema Lagunar de Alvarado se ha estudiado muy poco, por lo que se requieren estudios de

aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros para poder regular de forma acertada su aprovechamiento.

Trucha blanca

La trucha blanca *Cynoscion arenarius* se distribuye desde el norte del Golfo de México a Florida y Texas. También se encuentra en Tuxpan, Tecolutla, Tamiahua, Alvarado, así como en las inmediaciones de la plataforma continental de Alvarado, Veracruz (Robins y Ray 1986, Bedia y López 2008). Habita fondos arenosos en aguas costeras poco profundas, siendo abundante en zonas de oleaje; durante los meses de verano los organismos se mueven a áreas de protección y alimento en sistemas estuarinos (Robins y Ray 1986).

La trucha blanca es una de las especies más abundantes en aguas estuarinas del Golfo de México, y es considerada de valor deportivo (Moffett *et al.* 1979). Presenta talla media, alargada y más o menos comprimida, boca grande, oblicua, la mandíbula inferior ligeramente proyectada, el maxilar se extiende por debajo y atrás del margen del ojo. Un par de dientes muy grandes parecidos a caninos en la punta de la mandíbula superior, el resto pequeños y cónicos en bandas estrechas con una hilera externa poco alargada; mandíbula inferior con dientes más grandes en una sola hilera excepto en la punta, y gradualmente se incrementan en tamaño hacia atrás. Organismos de color uniforme gris amarillento por encima (parte dorsal), sin puntos conspicuos, color plateado por debajo; aletas de pálidas a amarillentas; con una débil área negra en las bases de las aletas pectorales (Robins y Ray 1986, Bedia y López 2008). Longitud máxima de 63.5 cm y un peso máximo registrado de 2 780 g; la longitud más común es 35 cm (Robins y Ray 1986).

Se alimenta principalmente de crustáceos y peces (Bedia y López 2008), si bien va cambiando sus hábitos alimenticios en el transcurso de su vida, teniendo preferencia en las primeras etapas hacia los crustáceos principalmente camarones y como adultos hacia los peces (Sutter y McIlwain 1987).

De acuerdo con estudios realizados en Texas por Shlossman y Chittenden (1981), alcanzan la talla de primera madurez de 14 cm a 18 cm, y los machos maduran a una talla más pequeña (12.9 cm); se detectaron dos periodos de desove, uno de marzo a mayo y otro de agosto a septiembre. Gallaway y Strawn (1974) señalaron que presentan un amplio intervalo de desove que abarca primavera y verano en aguas del Golfo de México.

La fecundidad es de alrededor de 100 000 huevos (Sheridan *et al.* 1984). Los que nacen a principios de primavera alcanzan de 16 cm a 19 cm de longitud total en seis meses y de 22 cm a 28 cm en un año, mientras que los que nacen a finales de verano alcanzan de 12 cm a 15 cm en seis meses y de 21 cm a 25 cm en un año (Moffett *et al.* 1979, Shlossman y Chittenden 1981).

Gallaway y Strawn (1974) observaron en la Laguna de Tamiahua, que esta especie desova en el primer y segundo años de edad, y su periodo de reproducción es de marzo a agosto (primavera y verano).

Cabe destacar que es una especie que en el Sistema Lagunar de Alvarado se ha estudiado muy poco por lo que se requieren estudios de aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros, para estar en posibilidades de regular acertadamente su aprovechamiento.

Pez puerco

En el Sistema Lagunar de Alvarado a *Ictiobus meridionalis* se le conoce también con el nombre común de belecoche, bericoche, coyeme, pez puerco y peje puerco. Habita frecuentemente en los ríos; se distribuyen desde China, al noroeste de Siberia hasta América del Norte (Nelson 1994).

Su boca se encuentra en la parte inferior de la cabeza, posee labios gruesos y carnosos por lo regular con pliegues o papilas; el premaxilar y mandíbula generalmente bordean la mandíbula superior. Son organismos no mayores de 60 cm de longitud; sin embargo, se han encontrado tallas de hasta 100 cm, su coloración general es gris-marrón con la región ventral amarillo claro (Chávez *et al.* 1989). Se alimentan de detrito y de los organismos que habitan el fondo: crustáceos y gusanos (Nelson 1994). Según Chávez *et al.* (1989), se encontraron restos de vegetación y detritus en el contenido estomacal del pez puerco.

Dado que es una especie de la que se conoce muy poco, sería conveniente la realización de estudios de aspectos biológicos, poblacionales y pesqueros, que posibiliten la adecuada regulación de su aprovechamiento.

Jaibas

En el Golfo de México hay dos especies de jaibas que soportan el mayor porcentaje de captura; la jaiba prieta *Callinectes rathbunae* y la jaiba azul *C. sapidus*, ambas se pescan, comercializan y reproducen en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (SEMARNAP 1998). Durante los años 1991-2002, el estado de Veracruz aportaba 36% de la captura total de jaiba para el Golfo de México; sin embargo, tuvo un descenso considerable a 31% en el año 2002. La composición de la captura por especie en la región norte es de 63% de jaiba azul y 34% de jaiba prieta; para la región sur 51% corresponde a la jaiba prieta y 49% a jaiba azul (DOF 2006). En el Sistema Lagunar de Alvarado, la producción de jaiba ocupa el cuarto lugar con un promedio de 444 t en el periodo 1998-2008.

Se presenta a continuación información relativa a la dinámica poblacional en general para ambas especies.

Jaiba prieta

La jaiba prieta *C. rathbunae* se distribuye desde el sur de Texas, Estados Unidos, hasta la Laguna de Términos en el estado de Campeche, México. La mayor abundancia de esta especie se registra en la Laguna de Alvarado, Veracruz (Vázquez y Álvarez 2008).

La jaiba prieta presenta un caparazón con cuatro dientes frontales agudos entre las órbitas, que alcanzan el mismo nivel; los dientes mesiales son angostos y más cortos que los laterales. Los márgenes anterolaterales están ligeramente arqueados y los dientes anterolaterales tienen bordes agudos sin tomar en cuenta el orbital externo y la espina lateral. La superficie dorsal del caparazón es lisa. La porción central es granulada, la región cardiaca es lisa anteriormente y granulada posteriormente, la línea branquial es prominente. Los quelípedos muestran gránulos y espinas; los dedos de la quela mayor están dentados. El abdomen y el telson de machos y hembras son largos, alcanzan la unión que hay entre el esternito III y el IV. El telson es lanceolado, más largo que ancho. El sexto segmento es similar en longitud al quinto, con bordes mesiodistales. El telson es triangular y elongado (Williams 1974).

Jaiba azul

La jaiba azul *C. sapidus* presenta una amplia distribución, ya que es muy tolerante a las variaciones de salinidad, desde Nova Scotia (Canadá), hasta el norte de Argentina, incluyendo las Antillas y el Mar Caribe (Cervigón *et al.* 1992); en México, del río Bravo, Tamaulipas a Chetumal, Quintana Roo (Palacios-Fest 2002). Habita en costas tropicales y templadas, en aguas de bahías, lagunas costeras, esteros y desembocaduras de los ríos, a una temperatura entre los 18 °C y 23 °C, y en las playas a profundidades entre 0.40 m y 2 m. Pueden vivir entre tres y ocho años (Cervigón *et al.* 1992).

El caparazón de la jaiba azul presenta dos dientes frontales, triangulares, de obtusos a agudos, con una inclinación mesial más larga que la lateral. La porción posterior de la región metagástrica es 1.2 veces más ancha que larga y cerca de dos veces en la parte anterior. Los márgenes anterolaterales están ligeramente arqueados; los dientes anterolaterales pueden ser obtusos o acuminados y están dirigidos hacia atrás, excepto el diente orbital externo y la espina lateral. La mayor parte de la superficie del caparazón es lisa, presentando gránulos dispersos, que se concentran más sobre la región mesobranquial, la porción posterior de la región cardiaca y la porción anterior de la mesogástrica. Las espinas laterales pueden ser robustas, despuntadas, con tendencia a ser delgadas hacia adelante o elongadas. El carpo y el propodio de los quelípedos tienen canales granulados (Williams 1984).

La jaiba azul y la jaiba prieta son activas y voraces; se alimentan de una gran variedad de organismos incluyendo peces, ostras, bivalvos y otros invertebrados del fondo; también consumen detrito, carroña y materia vegetal (Cervigón *et al.* 1992).

La hembra de *C. sapidus* cuando está lista para la muda de maduración, libera una feromona para atraer al macho, quién la protege, cubriéndola con su cuerpo, cerca de una semana. Después es liberada para que realice la muda e inmediatamente después, el macho la toma de nuevo empatando sus partes ventrales antes de que se endurezca el caparazón, usando sus estiletes copulatorios. El macho deposita en la espermateca de la hembra (entre la base del 4° y 5° par de pleópodos), un par de espermatóforos, que sirven para fecundar los óvulos producidos durante toda la vida reproductiva de ésta. Alrededor de 24 h después de la cópula, la hembra regresa a su posición normal y el macho continúa protegiéndola hasta que se endurece el exoesqueleto. Una vez transferido el esperma a la espermateca, permanece viable hasta por un año y es usado para repetidos desoves (Tagatz 1968, Milliken y Williams 1984). Cada hembra tiene un par de ovarios y, según su talla, pueden llegar a producir de uno a tres millones de huevos en cada uno de los desoves (Pounds 1964); según Tagatz (1968) producen de uno a dos millones de huevecillos. Después de la cópula, le toma a la hembra dos meses desarrollar el ovario, que crece y se torna color naranja; en la primera ovulación los folículos se expanden y después de la segunda ovulación el ovario se reduce y se forma un color gris. La hembra coloca los huevos en su abdomen con el fin de protegerlos formando una masa que se denomina “esponja”. Los huevos cambian su color durante el proceso de desarrollo, que inicialmente son de color amarillo, después son anaranjados y finalmente negros (porque la larva absorbe la yema); este proceso lleva alrededor de dos semanas (Palacios-Fest 2002), cuando entonces eclosiona la larva.

Después de 15 días, los huevos eclosionan como larva zoea; el agua debe tener una temperatura mínima de 18 °C, y una salinidad mayor a 20 UPS (Palacios-Fest 2002). Estas larvas pasan por siete estadios de muda, antes de llegar al estadio de megalopa, lo que sucede una vez transcurridos aproximadamente de 31-49 días después de la eclosión (Costlow y Bookhout 1959, Costlow 1965, 1967).

Al mudar la megalopa, pasa por una metamorfosis para modificar su abdomen y dar origen a la forma de jaiba después de seis a 20 días, con una talla aproximada de 2.4 mm. Su primera muda es a los tres días y alcanza una talla de 4.2 mm de ancho, con un incremento promedio de 20% en cada proceso de muda; además realiza entre 18 a 20 mudas antes de alcanzar la madurez sexual (Tagatz 1968, Pebles 1977).

Talla mínima de reproducción

Para el estado de Veracruz, Lorán *et al.* (1993a) registraron un ancho máximo de 158 mm para *C. rathbunae* y para *C. sapidus*, 198 mm; la talla mínima de madurez sexual en la Laguna de Alvarado para *C. rathbunae* es de 69.5 mm y para *C. sapidus* de 122.3 mm. En el Diario Oficial de la Federación publicado el 18 de abril de 1974, se estableció la medida de 110 mm (tomada de espina a espina del caparazón), como longitud mínima de captura.

Lorán *et al.* (1993a) mencionan dos periodos de desove para ambas especies en la Laguna de Alvarado. El mayor de *C. rathbunae* fue de marzo a junio, pero hubo hembras sexualmente maduras todo el año, y el de *C. sapidus* fue de abril a junio. Rodríguez (1996), en Lorán *et al.* (1993a), señala que en la laguna de Sontecomapan, Veracruz, el desove fue de mayo a julio para *C. sapidus*, y para *C. rathbunae* en mayo, junio y agosto.

Estructura de tallas

La estructura de tallas de las jaibas prieta y azul se estableció mediante muestreos del año 1988 en la Laguna de Alvarado; el tamaño de muestra (considerando únicamente los ejemplares que no estaban parasitados) para *C. rathbunae* jaiba prieta fue de 1 797 organismos, de los cuales 972 eran hembras y 825 machos (Fig. 25); la talla mínima de éstos fue de 11.4 mm (macho), la máxima de 151.9 mm (hembra) y la promedio $78.7 \text{ mm} \pm 24.4 \text{ mm}$, con dos modas: una en 70 mm y otra en 95 mm. Para la jaiba azul, el tamaño de muestra fue de 1 716 organismos, de los cuales 900 fueron hembras y 815 machos (Fig. 26). La talla más pequeña registrada fue 11.5 mm (macho), la máxima fue de 188.5 mm (hembra) y la promedio $62.4 \text{ mm} \pm 27.8 \text{ mm}$, con moda en 45 mm. Es importante mencionar que el arte de pesca utilizado para estos muestreos tenía 20 mm de tamaño de malla estirada, lo que influyó en las tallas registradas para las dos especies. Las tallas comerciales en 1987 en centros de acopio de Alvarado para jaiba prieta fueron de 43 mm a 148 mm y las más frecuentes entre 80 mm y 115 mm; para jaiba azul el intervalo de tallas comerciales fue de 73 mm a 183 mm con picos entre 80 mm y 125 mm. En Arbolillo, de abril a diciembre de 1988 y de enero a marzo de 1989 se registraron tallas comerciales para jaiba prieta de 88 mm a 158 mm y las más frecuentes de 103 mm a 113 mm; y para jaiba azul fue de 93 mm a 198 mm con tallas más frecuentes entre 113 mm y 128 mm (Lorán *et al.* 1993a). El aro jaibero que utilizan para la captura comercial tiene tamaño de malla de 3 plg en la periferia y va disminuyendo hacia el centro hasta alcanzar entre 1.5 plg y dos pulgadas.

Mortalidad y tasa de explotación

En la *tabla 8* se presentan los datos de la mortalidad total, la natural, por pesca, así como la tasa de explotación, estimados por Palacios-Fest *et al.* (2000), que permitieron determinar que las especies *C. sapidus* y *C. rathbunae* se encuentran sobreexplotadas.

Camarón blanco

El ciclo de vida del camarón blanco *Litopenaeus setiferus* del Golfo de México se inicia cuando los adultos se reproducen en la plataforma continental entre la isóbata de 4 m y 40 m (Williams 1984). El desove se realiza en profundidades mayores de 14 m desde

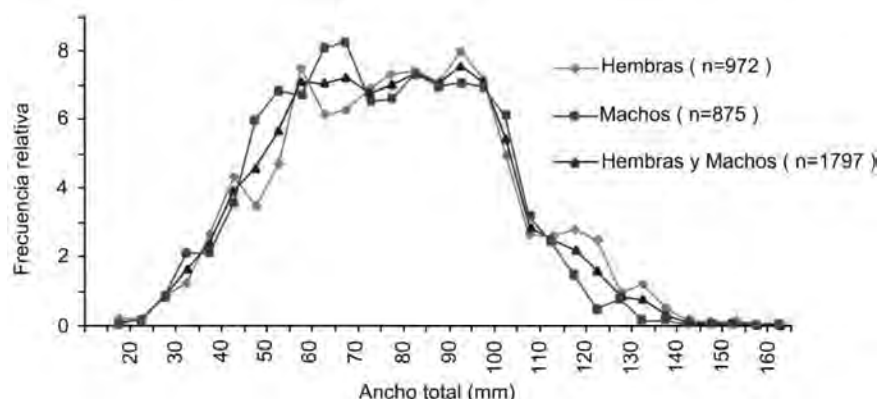


Fig. 25. Estructura de tallas de jaiba prieta *Callinectes rathbunae*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.

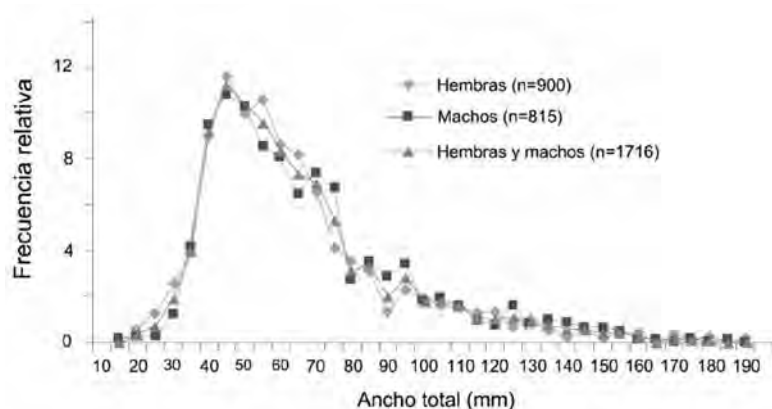


Fig. 26. Estructura de tallas de jaiba azul *Callinectes sapidus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.

Tabla 8
Tasas de mortalidad y de explotación de jaibas

Espece	Z = Mortalidad total			M = Mortalidad natural			F = Mortalidad por pesca			E = Tasa de explotación		
Año	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
<i>Callinectes sapidus</i>	3.89	3.48	4.38	1.64	1.50	1.65	2.25	1.98	2.73	0.58	0.57	0.62
<i>Callinectes rathbunae</i>	4.92	5.45	5.08	2.19	2.21	1.72	2.73	3.24	3.36	0.55	0.59	0.66

la primavera hasta principios del invierno, en profundidades mayores de 45 m ocurre a lo largo de todo el año y es en ésta donde se encuentra el mayor porcentaje de hembras maduras.

Durante los primeros estadios postlarvales el camarón es planctónico en altamar. Al alcanzar una longitud total entre 10 mm y 14 mm, las postlarvas emigran hacia los sistemas lagunares donde llevan a cabo el desarrollo de la segunda fase de su ciclo de vida; ahí se concentran en las áreas marginales, usualmente a menos de 0.9 m de

profundidad donde hay 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.

Las larvas del camarón blanco se alimentan del zooplancton y fitoplancton como algas verdes unicelulares y diatomeas. En las etapas de juvenil y adulto, el camarón es omnívoro béntico y se alimenta de detritus de plantas, microorganismos, macroinvertebrados (anélidos, copépodos, anfípodos, caracoles, briozoarios) y peces pequeños (Muncy 1984). El canibalismo es también común en el camarón blanco adulto (Pérez-Farfante 1969).

Los camarones han desarrollado estrategias de protección como son: crecimiento rápido, alta fecundidad individual y desoves frecuentes a partir de una edad temprana. Rothschild y Gulland (1982) señalan que “En especies con ciclo de vida corto como los camarones, la estrecha adaptación del potencial de desove estacional a los cambios ambientales estacionales puede ser la clave de su permanencia en ambientes oscilantes”.

En cuanto a la relación macho:hembra, en Alvarado durante los muestreos realizados durante 2008 y 2009 se encontró que las hembras son más numerosas que los machos, en particular en diciembre, en proporción macho-hembra de 1:1.6. (Fig. 27).

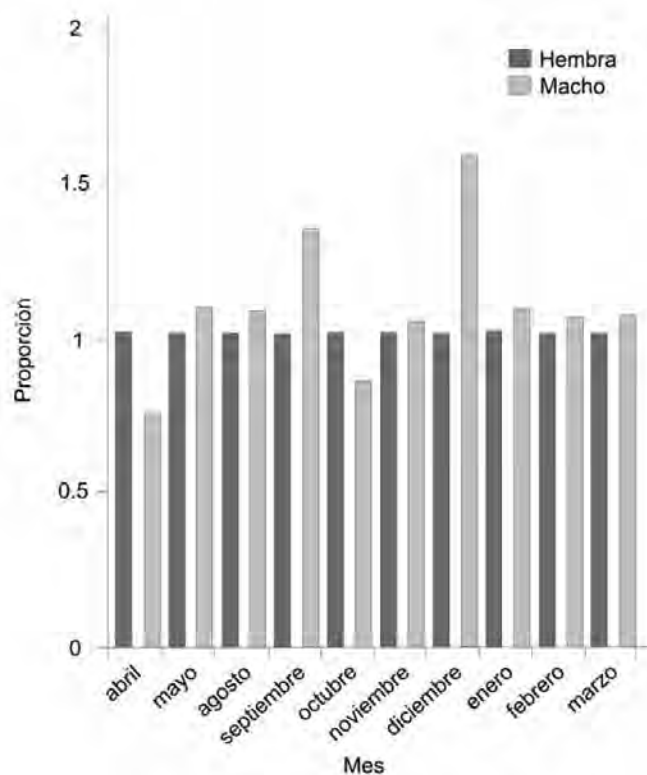


Fig. 27. Relación macho:hembra de camarón blanco *Litopenaeus setiferus* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.

En la Laguna de Alvarado, la talla de captura Lc_{50} calculada para el camarón blanco fue de 129 mm para hembras, 127 mm para machos, y 128 mm para el promedio total (machos y hembras). De acuerdo con lo estimado por Pech *et al.* (2009) los ejemplares más pequeños se presentan en diciembre (con promedio de 120 mm en un intervalo de 111 mm a 129 mm), lo que sugiere que empieza el ciclo de crecimiento y reclutamiento dentro de la laguna, hasta abril cuando se localizan ejemplares más grandes en promedio y con tallas más homogéneas, y se preparan para salir del sistema lagunar hacia la costa con reclutamiento en diciembre, lo cual coincide con el inicio del invierno y la temporada de nortes (Fig. 28).

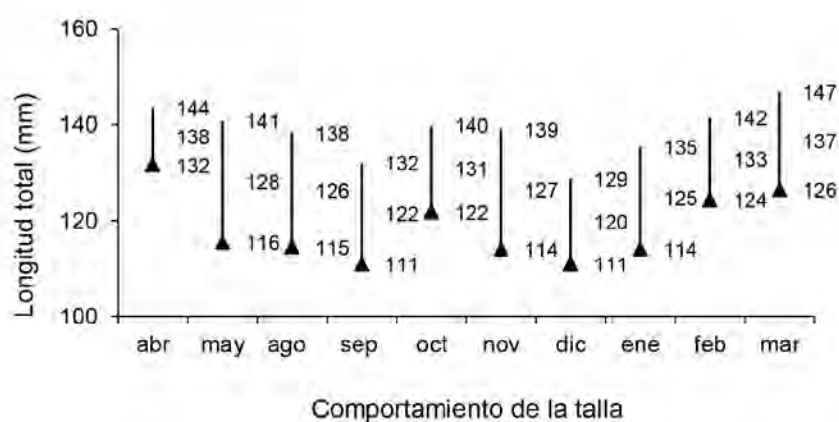


Fig. 28. Distribución mensual de la talla promedio del camarón blanco *Litopenaeus setiferus* en la Laguna Alvarado, Veracruz.

Relación longitud-peso

La relación longitud-peso obtenida por Lorán *et al.* (1993b) es representada con los parámetros: $a = 2.843 \cdot 10^{-6}$ y $b = 3.2015$. La relación longitud-peso del camarón blanco estimada en la Laguna de Alvarado por Pech y Álvarez (2008) se presentó de acuerdo con la relación: $w = 0.0000413L^{2.648}$, con $r^2 = 0.865$ (Fig. 29).

Dinámica poblacional y evaluación del stock

Grande-Vidal *et al.* (1999a, b) estimaron que el tamaño de la población media en el Sistema Lagunar de Alvarado durante 1997 equivale a 34 t de hembras y 34 t de machos. La tasa de explotación estimada promedio anual fue de $E = 0.56$ para hembras y de 0.52 para machos, que se alcanzan en la talla de 113 mm (hembras) y de 115 mm (machos). Según estos autores, los resultados obtenidos de la aplicación del modelo predictivo de Thompson y Bell (1934) indican que el máximo rendimiento sostenible se logra con un nivel de captura de 15 633 kg, de los cuales 56% corresponde a hembras

y 44% a machos, con un nivel de esfuerzo pesquero equivalente a 365 tendales operados durante 180 días por año.

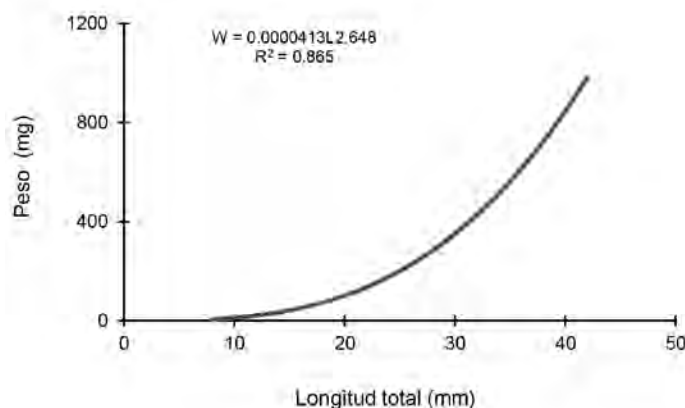


Fig. 29. Relación de la longitud y el peso del camarón blanco *Litopenaeus setiferus* en la Laguna de Alvarado, Veracruz.

En el estudio realizado por Pech *et al.* (2009) durante 2008-2009, se calcularon los parámetros de crecimiento individual promedio de la población de camarón blanco, con el método de Bhattacharya para determinar las clases de edad en la población, y calcular los parámetros de crecimiento según Bertalanffy. Las tallas modales (clases de edad) obtenidas de los muestreos mensuales en las zonas de arribo de las embarcaciones menores, con el método de Bhattacharya, y ratificado en el FISAT, son las siguientes: 107 mm, 125 mm, 135 mm, 155 mm, 165 mm, 175 mm y 185 mm. Con el método de Ford-Walford, la longitud infinita fue de $L_{\infty} = 258$ mm, y tasa mensual de crecimiento (κ) 0.121 y un valor mensual del parámetro de ajuste de $t_0 = 0.00049$. La mortalidad natural con base en el método de Pauly y David (1980) fue de $M = 0.233$ y la tasa de explotación de $E = 0.7923$.

A partir de los datos de la composición de tallas se obtiene la mortalidad por pesca (F), el coeficiente de capturabilidad (q) y la tasa de explotación (E); la relación peso-longitud se obtuvo por medio de una regresión lineal. Se estimaron el rendimiento anual y la biomasa por el método de Jones (Sparre y Venema 1985), para obtener el nivel de explotación del *stock*. Con el método de la curva de captura se estiman la mortalidad mensual ($z = 1.123$) y el coeficiente de capturabilidad ($q = 0.000714$). De las estadísticas de captura de las cooperativas se obtuvo que el esfuerzo promedio mensual de $f = 1\ 245.68$ viajes en lancha que arroja una mortalidad por pesca mensual ($F = 0.88$) y anual ($F = 9.78$). El rendimiento obtenido por el análisis de cohortes de Jones da una biomasa de 96.8 t y el rendimiento es de 35.1 toneladas.

En la estimación de la longitud infinita no existe mucha diferencia con la obtenida por Grande-Vidal *et al.* (1999a, b). La tasa instantánea de mortalidad total (z) estimada a partir de las curvas de captura es mucho mayor que la estimada por Grande-Vidal *et al.* (1999a, b), por lo que hay una más mortalidad del recurso. Siendo la mortalidad por pesca (F) de 0.8897 lo que indica que el esfuerzo aplicado es mayor.

La tasa de explotación es mayor que la obtenida por Grande-Vidal *et al.* (1999 a, b), lo que indica que ha aumentado la explotación del recurso en este sistema lagunar, situación que se confirma por la comparación de la biomasa de equilibrio obtenida por estos mismos autores para 180 días con 365 tendales de 100 t, con la estimada por Pech *et al.* (2009), que disminuyó 50%, evaluando que el máximo rendimiento sostenible se logra con un nivel de esfuerzo pesquero de $F = 1.0$, de 16 t, y la producción reportada para Laguna de Alvarado es de 40 t al año, lo que significa que el camarón es explotado al máximo.

Es importante mencionar que dichas estimaciones son preliminares y deben tomarse con reserva, dado que los cálculos se llevaron a cabo con los datos registrados. Por ello, un estudio biológico pesquero está contemplado como una de las líneas de investigación derivadas del diagnóstico de este recurso. Sin embargo, hay evidencias de que hay sobreexplotación, amortiguada o mitigada por la veda de 45 días, lo que ha permitido que el recurso, a pesar de la intensidad con la que ha sido aprovechado, se conserve y que los niveles de captura promedio anual se mantengan.

Langostino

El langostino se distribuye en la planicie costera del Atlántico desde Georgia (EU) hasta el sur de Brasil, incluyendo áreas de la zona tropical y subtropical con diversidad de condiciones ambientales (Dattoli 1983). El litoral del Golfo de México aporta 84% de la captura nacional de langostino, el estado de Veracruz produce 59%, Tabasco 32 %, Campeche 2% y Tamaulipas 1% (SAGARPA 2007). En el Sistema Lagunar de Alvarado existen dos especies que se capturan en forma comercial: *Macrobrachium carcinus* conocida como Acamaya o langostino, la cual prácticamente no existe como pesquería y sólo se observa en los meses de mayo a junio en la región baja del río Papaloapan (que es cuando emigran hacia el mar a reproducirse), pero es muy escasa, según observaciones de los estudios de Lorán y Torres (1991) y Lorán y Estrada (1995) otra especie es *Macrobrachium acanthurus*, conocida como camarón prieto que aún se mantiene como pesquería.

Los langostinos son omnívoros, se alimentan de gusanos, crustáceos, larvas de insectos y una gran variedad de vegetación, detrito y organismos en descomposición.

Según Dattoli (1983), el camarón prieto se reproduce durante todo el año; sin embargo, se consideran dos épocas de reproducción importantes: primavera y verano, que es cuando existen mayores migraciones de los juveniles de los ríos a las zonas costeras, cuando la salinidad es de alrededor de 12 UPS, siendo favorable para el

desove. Los machos adultos son mayores que las hembras, y el segundo par de patas ambulatorias es mucho mayor y más grueso; el abdomen es más estrecho que el de la hembra y el cefalotórax proporcionalmente mayor.

Los trabajos realizados en el Centro Regional de Investigación Pesquera de Veracruz por Lorán *et al.* (1993b) y Lorán (1996) mostraron que *M. acanthurus* se reproduce todo el año, pero tiene dos picos: uno de febrero a abril y otro de agosto a octubre, que puede variar en porcentaje de una localidad a otra, y que *M. carcinus* tiene un periodo de reproducción más corto (de finales de abril a mediados de octubre).

Los poros genitales del macho están entre las bases del quinto par de patas ambulatorias. Presentan fecundación externa, el macho deposita el semen en la parte ventral del cefalotórax de la hembra, inmediatamente después empiezan a salir los huevecillos que son fecundados y se distribuyen en forma de racimos de uvas en las sedas ovígeras que se encuentran en los pleópodos de los primeros cuatro segmentos del abdomen de la hembra (Cabrera 1977). Una vez fecundados, los huevos necesitan de 18 a 20 días de incubación dando lugar a la eclosión y el nacimiento de la larva planctónica que pasa por 11 o 12 mudas hasta convertirse en juvenil; los huevos son ligeramente elípticos, con el eje mayor de 0.6 mm a 0.7 mm, y presentan un color anaranjado brillante hasta dos o tres días antes de la eclosión, cuando se vuelven grises-negros (Choudhury 1970).

Después de eclosionar, las larvas nadadoras van cambiando paulatinamente su morfología (la postlarva se caracteriza porque anda y nada de manera similar a los adultos). Ya como juveniles comienzan a remontar los ríos en búsqueda de agua dulce. Una hembra madura se distingue fácilmente por los ovarios con forma de grandes masas de color anaranjado (en el caso de *M. carcinus*) que ocupan gran parte del espacio dorsal y lateral del cefalotórax (Granados 1983), pero en *M. acanthurus* los ovarios se observan de color verde (Lorán 1993b).

Las hembras de *M. acanthurus* alcanzan la madurez sexual aproximadamente a 45 mm de longitud total, y con una longitud total entre 70 mm y 75 mm producen alrededor de 4 400 huevecillos (Granados 1983). Lorán *et al.* (1993b) estimaron una talla mínima de captura de 65 mm, y Lorán y Escudero (1999) sugieren una talla mínima de captura en la Laguna de Alvarado de 70 mm. Martínez (2004) estimó seis grupos de edad para *M. acanthurus* en la Laguna de Alvarado, Veracruz; obtuvo para ambos sexos una $a = 26.7$, $b = 0.8337$ y $r = 0.999$ y estimó los parámetros de crecimiento siendo éstos: $t_0 = 0.062$, $\kappa = 0.182$, $L_\infty = 160.6$ (Tabla 9).

Según Martínez (2004), la ecuación de crecimiento en longitud de *M. acanthurus* para hembras y machos fue $L_t = 160.6 (1 - e^{-0.182 \cdot (edad + 0.062)})$ (Fig. 30). La ecuación obtenida para el crecimiento en peso para machos y hembras en la Laguna de Alvarado fue $W_t = 43.03 (1 - e^{-0.182 \cdot (edad + 0.062)})^{3.03}$ alcanzando su valor asintótico o infinito entre 40 g y 45 gramos.

Tabla 9
Grupos de edad para *Macrobrachium acanthurus* (Martínez 2004)

Grupo de edad	LT
1	34.66
2	56.00
3	72.39
4	87.59
5	100.26
6	109.41

Estructura de tallas-Tasa de explotación

Lorán *et al.* (2002) registraron para el estado de Veracruz una longitud máxima de 161 mm para *M. acanthurus*, en la cuenca baja del río Papaloapan a la altura del poblado de Tlacotalpan, y Holthius (1952) de 166 mm para la misma especie (pero no indica el lugar de la recolecta).

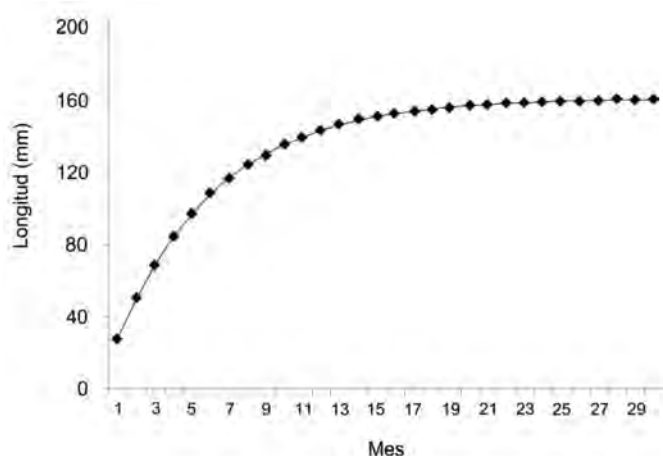


Fig. 30. Crecimiento en longitud del langostino *Macrobrachium acanthurus* para hembras y machos en la Laguna de Alvarado, Veracruz (Martínez 2004).

Se presenta la estructura de tallas del camarón prieto en la laguna Tecomate, río Limón, Conejos Rojos, el Cabezo de Enmedio, Punta de California, Punta el Dormido y laguna Popuyeca, pertenecientes al Sistema Lagunar de Alvarado; el tamaño de muestra fue de 1 124 organismos de los cuales 368 eran hembras y 756 machos (Fig. 31).

Se observa que las hembras son más pequeñas que los machos, en hembras la moda fue 50 mm, en los machos de 75 mm y en ambos sexos 60 mm; la talla más pequeña fue 35 mm, la máxima 153 (macho), la promedio 71.3 ± 19.8 mm; la hembra más pequeña midió 35 mm, la más grande 145 mm y el promedio fue de 62 mm; y

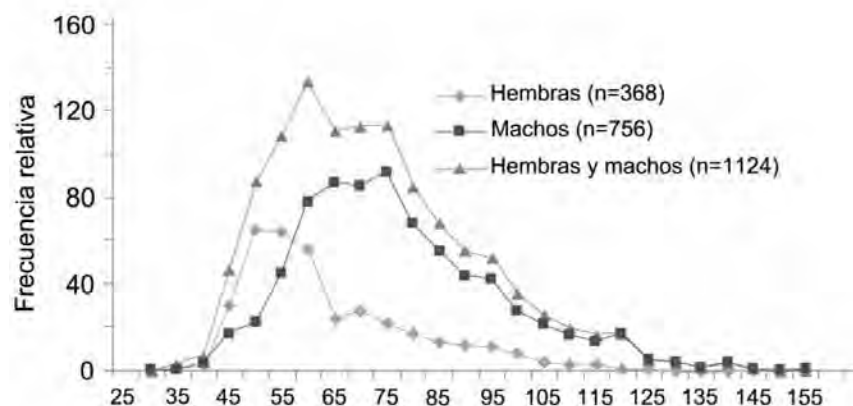


Fig. 31. Estructura de tallas de camarón prieto *Macrobrachium acanthurus*, en la Laguna de Alvarado, Veracruz.

las tallas de los machos fueron de 35 mm la más pequeña, 153 mm la más grande y el promedio de 76 mm. Los artes con que se capturaron estos ejemplares son “clarines” de diferentes tamaños de malla, unos fueron de 3x3, otros de 4x4 y 2x2 mallas por pulgada cuadrada que utilizan comercialmente, también están incluidos los ejemplares capturados con red de cuchara con tamaño de malla de 20 mm, con el que se capturaron las tallas más pequeñas.

De acuerdo con Lorán y Martínez (2003), el recurso se ha sobreexplotado, por lo que se recomienda disminuir el esfuerzo pesquero para recuperar las poblaciones; estos autores estimaron la mortalidad natural de *M. acanthurus* en 0.336, la tasa de mortalidad total de 1.457, la de mortalidad por pesca en 1.035, la de explotación instantánea promedio en 0.707 y la de explotación absoluta fue de 0.525.

Oficialmente, en 1988 se estableció un periodo de veda en el Golfo de México del primero de agosto al 30 de noviembre, pero fue revocado el 30 de agosto de 1990 debido a las inconformidades de los pescadores que argumentaron que no era el periodo apropiado; pero en aguas continentales de la vertiente del Pacífico sí existe oficialmente el periodo de veda del primero de agosto al 31 de octubre (DOF 2010).

Cangrejo

El cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* es un importante constituyente de la fauna de muchas de las costas y áreas aledañas a las zonas estuarinas en las regiones tropicales y subtropicales desde Florida hasta Brasil. Es un recurso pesquero explotado a lo largo de la costa del Atlántico americano desde Florida a Brasil, incluyendo las islas del Caribe. En el estado de Veracruz se encuentra en los municipios de Pueblo Viejo, Tamiahua, Tuxpan, Tecolutla, Cazonas, Nautla, Vega de Alatorre, Alto Lucero,

Actopan, Boca del Río, Alvarado, Catemaco, Pajapan y Coatzacoalcos, donde está protegido (Lorán y Martínez 2002).

Esta especie vive cerca de las costas hasta 5 km tierra adentro, en estuarios, manglares, ciénagas, charcas, o junto a matorrales del litoral, donde cava túneles que llegan hasta el nivel del agua (Taissoun 1974). Se alimenta básicamente del plancton aunque prefiere las hojas de los mangles rojo *R. mangle* y blanco *L. racemosa*. Los adultos de ambos sexos tienen caparazones que son de color azul oscuro con varios tonos de marrón a gris/blanco (Taissoun 1974).

Las branquias de este cangrejo están fuertemente protegidas, permitiéndole transportar agua consigo durante varios días, y haciéndolos resistentes a la desecación. Alcanza su tamaño máximo tras unas 60 mudas aproximadamente, siendo su crecimiento muy lento, por tanto, su esperanza de vida es de varios años, y pueden llegar a medir hasta 15 cm y pesar casi 500 gramos (Hill 2001, Lloyd 2001).

Presentan dimorfismo sexual; en la forma del abdomen se observa a partir de 4.5 cm a 5.0 cm de ancho del carapacho (Giménez y Acevedo 1982). En general, en los braquiuros la fecundación es interna y el desarrollo larval se lleva a cabo en el mar. La hembra migra a la costa y permanece en el agua, entonces las larvas en estado de zoea eclosionan y son liberadas. Al igual que otros cangrejos terrestres, la reproducción coincide con la temporada de lluvias, y puede extenderse durante todo ese periodo, ya que se asegura la supervivencia de las larvas, pues a altas salinidades disminuye (Gifford 1963). *C. guanhumi* alcanza la madurez sexual en aproximadamente –uno a cuatro años cuando logra una masa de 40 g (Taissoun 1974, Giménez y Acevedo 1982).

La explotación del cangrejo ha sido muy intensa debido, por una parte, al alto precio que alcanzan las quelas (mano de cangrejo) y a la gran vulnerabilidad, especialmente en la época de desove, pues su captura se realiza de forma manual con la ayuda de un gancho; la mayor parte de forma ilegal. Este recurso requiere una protección especial para evitar que se siga explotando de forma tan indiscriminada, pero para ello es necesario contar con más información biológica y poblacional.

ACTIVIDADES PESQUERAS Y ACUÍCOLAS

Para el diagnóstico de las actividades pesqueras se consideraron los registros oficiales referentes a los permisos y a la producción pesquera obtenidos en las oficinas de la Subdelegación de Pesca ubicadas en Veracruz, Alvarado y Tlacotalpan. Se consideró la información correspondiente a un periodo de 11 años, de 1998 a 2008, y se identificaron las sociedades cooperativas y los permisionarios que registraron producción en el periodo sujeto a análisis; se verificó la vigencia de los permisos, así como la relación de pescadores.

Productores

En el Sistema Lagunar de Alvarado existen 68 organizaciones de pescadores con diferentes figuras, como son: 48 sociedades cooperativas de producción pesquera (SCPP), siete sociedades cooperativas pesqueras (SCP), cuatro sociedades cooperativas de producción acuícola (SCPA), cuatro sociedades cooperativas (SC), una cooperativa pesquera (CP), dos sociedades de producción (SP), una sociedad de solidaridad social (SSS) y una sociedad de producción rural (SPR). En cuanto al sector privado, 100 personas físicas cuentan con permiso para el aprovechamiento de los recursos pesqueros.

En total hay registrados 2 969 pescadores; sin embargo, los datos del padrón de socios de las organizaciones señalan 2 460, de los cuales fueron entrevistados 1 386 (56.34%), la diferencia en el número de pescadores podría explicarse por las defunciones y las migraciones. En la *tabla 10* se presenta el número de pescadores por pesquería, cabe mencionar que de acuerdo con las observaciones realizadas en el campo, la mayoría de los pescadores no se dedica a una sola pesquería sino que de conformidad con los permisos y con la abundancia estacional de los recursos optan por la captura de una u otra(s) especie(s).

En la pesquería de escama participan en promedio dos pescadores por embarcación; en el caso de las pesquerías de camarón, langostino, jaiba y cangrejo sólo participa un pescador en promedio. En cuanto a la pesquería de almeja, el número de pescadores que intervienen por embarcación varía dependiendo de la zona, de tal forma que en el municipio de Alvarado hay 11 pescadores por embarcación, mientras que en el municipio de Acula uno.

Tabla 10

Número de pescadores por pesquería en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

<i>Pesquería</i>	<i>Especie</i>	<i>Número de Pescadores</i>
Escama	Varias	919
Jaiba	<i>Callinectes</i> spp.	513
Camarón	<i>Litopenaeus setiferus</i>	500
Langostino	<i>Macrobrachium</i> spp.	225
Almeja	Varias	159
Ostión	<i>Crassostrea virginica</i>	42
Cangrejo	Varias	5

Equipos y métodos de pesca

Los equipos de pesca están integrados por embarcaciones menores o pangas de 2.9 m a 8.23 m de eslora, operadas con motores fuera de borda de 2 HP a 75 HP o por remos, el arte de pesca utilizado es variable dependiendo del recurso. Cabe mencionar que

la mayoría de los pescadores cuenta con una embarcación que utiliza para la captura de los diferentes recursos.

Captura de la almeja

Existen dos áreas de captura de almeja en el Sistema Lagunar de Alvarado: una de ellas en la Laguna de Alvarado en el Tragadero y la otra en diversas lagunas y lagunetas del municipio de Acula.

En el caso de la Laguna de Alvarado, los pescadores (alrededor de 15) son transportados a la zona de pesca en una embarcación de fibra de vidrio de 6 m a 8 m de eslora, con motor fuera de borda de 40 HP a 75 HP, proporcionada por el permisionario o la organización. La extracción se realiza de forma manual por medio de buceo libre en el sustrato en profundidades de uno a dos metros, con la ayuda de visor y aletas; durante la jornada las almejas extraídas se depositan en una tara de plástico de 40 kg con flotadores, que se coloca directamente en el agua a un lado de la embarcación y es remolcada por los pescadores, algunos pescadores se colocan guantes para evitar alguna cortada que las mismas almejas les podrían ocasionar. Al final de la jornada los pescadores ponen las almejas en la embarcación, para separarlas por especies y tallas y ponerlas en costalitos de rafia (arpilleras), y se entregan en la reciba del permisionario para su comercialización. La jornada de trabajo empieza alrededor de las 8 am o 9 am y tiene una duración de entre seis y siete horas, hasta que el pescador reúne la cuota autorizada de alrededor de 50 kg de almejas en promedio. Es importante mencionar que por lo general el permisionario proporciona al pescador la embarcación y el combustible, con el único compromiso de que le venda el producto, como una manera de asegurar su disponibilidad y poder cumplir con los compromisos adquiridos con sus clientes.

En las lagunas Las Siletas, Rincón de Venado, Mata de Palma, Punta Lagarto y Palo Clavado, en el municipio de Acula, Veracruz, el transporte de los pescadores a la zona de pesca se realiza por medio de embarcaciones de fibra de vidrio de 4 m a 5 m de eslora, impulsadas de forma manual con una vara o remo, debido a la poca profundidad de los sitios donde se ubican los bancos de almeja (0.30 m a 1.0 m). Para la colecta de los organismos, los pescadores se meten al agua y extraen las almejas caminando y las echan directamente en la embarcación. A diferencia de la Laguna de Alvarado, en esta área la jornada empieza a las 5 am o 6 am y termina alrededor de las 10 am u 11 am, para no sufrir los efectos de la radiación solar.

Captura de camarón

De acuerdo con la NOM-002-PESC-1993, el equipo de pesca autorizado para la captura de las diferentes especies de camarón en los sistemas lagunarios estuarinos y bahías es la atarraya, que deberá tener una luz de malla mínima de 1.5 plg (37.5 mm) en todas

sus partes. Sin embargo, en el Sistema Lagunar de Alvarado prácticamente todos los pescadores utilizan redes tendales construidas con paños de hilo poliamida monofilamento (PAMO) de color blanco y/o verde con calibre de 0.20 mm a 0.27 mm; los tamaños de malla empleados van de 1.0 plg (25.4 mm) a 2.5 plg (63.5 mm). Los pescadores construyen sus redes uniendo varios fardos de paño, cada uno de ellos con una longitud de 100 m a 200 m en paño estirado; dependiendo del tamaño de malla, al encabalarlo se obtienen redes de 650 m a 700 m de longitud (en operación). La caída de la red va de 25 mallas a 34 mallas (cuadros de abertura de la red). Se utilizan embarcaciones menores con motores fuera de borda que van de 2 HP a 40 caballos de fuerza.

Del total de artes de pesca utilizados para la captura de camarón, sólo 1.35% corresponde a atarrayas con luz de malla de 1.0 plg (25.4 mm) a 2.5 plg (63.5 mm). Para operar la atarraya en la pesca del camarón por lo general participan dos personas por embarcación, una arroja la atarraya y la otra dirige la embarcación. De forma similar a como se utiliza la red tendal, la pesca se realiza de acuerdo con las mareas o corridas; así, el pescador localiza su zona de captura y lanza la atarraya tratando de que adopte una forma circular y espera a que ésta llegue al fondo y cubra a la mayor cantidad de camarones, después empieza a jalar con lentitud para cerrarla y que no escapen los organismos. Posteriormente la atarraya es arrastrada hacia la embarcación, en donde se deposita el producto capturado; dependiendo de la captura obtenida se seguirá atarrayando en esa zona, o se buscará en otro lugar.

Captura de jaiba

En la captura de la jaiba participan generalmente dos pescadores, uno de ellos se encarga de dirigir la embarcación y el otro opera los aros jaiberos en un número que va de 10 a 200. La carnada puede ser vísceras de pescado o mejillones. Al llegar a la zona de pesca, los aros se van lanzando uno a uno a una distancia de 10 m a 30 m y se dejan alrededor de 15 min; posteriormente, el pescador los revisa, para ello levanta el aro jaibero por la boya con un movimiento rápido y lo voltea para depositar la jaiba capturada en la lancha, y se vuelve a dejar en el agua por otros 15 min, en promedio. Si el pescador nota que no está capturando lo deseado, se cambia de zona. La actividad diaria se realiza principalmente durante el día en una jornada de cuatro a siete horas diarias, seis días a la semana.

El aro jaibero se elabora con alambrón galvanizado, de un diámetro promedio de 31 cm a 80 cm, al que se encabalgua una red de hilo monofilamento de nailon o de cualquier otro material, con luz de malla de una a cuatro pulgadas. Al centro tiene atada una cuerda de polipropileno de 0.5 mm de grosor con una guía delgada del mismo material que se utiliza para sujetar el cebo o la carnada para atraer a la jaiba. Para la operación del aro jaibero se le coloca una boya de plástico que hace la función de flotador o asidera, por lo que adopta una forma triangular.

Cabe mencionar que en el Sistema Lagunar de Alvarado, la captura se realiza también con un arte de pesca denominado nasa, que tiene forma de caja rectangular y cuenta con una o hasta cuatro entradas en forma de embudo o cuñas para que la jaiba ingrese fácilmente atraída por la carnada, pero que no tenga posibilidades de escapar. Las nasas pueden construirse con marcos de metal cubiertos con redes, malla metálica o materiales plásticos. Por lo general los pescadores colocan de dos a 70 nasas por embarcación, con luz de malla que va de 0.5 plg (12.7 mm) a 3.25 plg (82.55 mm), con separación de entre 2 m y 4 m; sus dimensiones son muy variables, por lo regular de 40 cm a 76 cm de alto, por 60 cm a 101 cm de ancho-largo. Las nasas se colocan en el fondo individualmente con una boya con cuerda hasta la superficie, o en grupos de varias, y por lo general se dejan en el agua toda la noche.

Captura de langostino y acocil

Esta pesquería se realiza a bordo de embarcaciones que van de 4 m a 5 m de eslora, impulsadas por motores fuera de borda de 2 HP a 40 HP. En el caso de la captura de la reculilla (acocil) se utilizan botes de remos o cayucos; esta actividad se lleva a cabo en los potreros durante la temporada de lluvia.

Para la captura de langostino se utilizan trampas de aro con diámetro desde 40 cm a 100 cm, con luz de malla de 0.25 plg (6.35 mm) a 2.0 plg (50.8 mm). Por lo general cada pescador cuenta con diez a 80 aros que deposita uno a uno sobre la ribera u orilla de la laguna a una distancia de 5 m a 10 m, y los deja trabajar 30 min, pasado ese tiempo los levanta por la boya para revisarlos y los voltea para que los langostinos capturados caigan en la embarcación. Esta operación se repite las veces que sean necesarias. La actividad diaria se realiza sobre todo durante el atardecer en una jornada de cuatro a siete horas.

Cabe mencionar que en esta pesquería también se utiliza otro tipo de trampas denominadas clarines, que pueden ser de dos tipos: los denominados canastas y los clarines rollizos (de forma cilíndrica), con una altura de 12.7 cm a 50 cm, y de ancho-largo de 17 cm a 64 cm; la luz de malla utilizada es de 0.25 plg a 0.5 plg. Cada pescador tiende entre tres y 200 piezas.

Para la operación del clarín se utiliza como carnada cualquier tipo de pez, en particular una especie conocida localmente como “mamiche” (*Dorosoma* sp.), y la complementan con bolitas de masa (salvado y harina), o con alimento para perro. Los clarines se colocan hasta el fondo dejando de guía una boya que puede ser de unicel o recipientes de plástico y se dejan trabajar toda la noche para revisarlos el día siguiente. El producto capturado se cuece y desconcha para obtener la pulpa. La jornada para esta pesquería comienza a partir de las tres o cuatro de la mañana y termina a las seis o siete de la tarde.

Captura de especies de escama

Para la captura de escama se emplean redes agalleras y atarrayas. En el caso de la red agallera se utilizan diversos métodos, como son el corraleo o calar que consisten en tirar la red en forma de círculo y posteriormente hacer ruido con el motor o con la vara o remo (“batir”). Otro de los sistemas para pescar es el conocido como tendido o red muerta, que consiste en tirar la red en línea recta dejándola trabajar por un tiempo determinado; por lo general se tiende al anochecer y se levanta al amanecer. Se usan boyas o botes de plástico para ubicar la posición de la red, y que pueda ser vista por otros pescadores para evitar accidentes.

Las redes agalleras tienen una forma más o menos rectangular, y tienen una tralla (cuerda gruesa) superior con corchos y en la parte inferior plumadas para que se anclen en el lugar. La longitud de la red puede variar de 28 m a 1 890 m, y de 0.27 m a 8.73 m de caída. El calibre del hilo empleado en los paños fluctúa de 0.020 mm a 0.070 mm, y la luz de malla varía de acuerdo con la especie que se desee capturar, y pueden ser de 2.5 plg a 7.0 pulgadas.

No existe un horario fijo para la captura de escama, pero por lo regular por las mañanas se revisan las redes que quedaron tendidas toda la noche y se saca el producto de las redes. Después se sale de nuevo a pescar, pero esta vez para “correlear” o “calar”; es importante mencionar que esto no lo realizan todos los días.

Por lo que se refiere a las atarrayas que se utilizan para la captura de escama, la forma y el procedimiento es igual al descrito para la captura del camarón, lo que varía es la abertura de malla estirada que va de una a cinco pulgadas.

En el Sistema Lagunar de Alvarado hay atarrayas con luz de malla de 1.0 plg a 7.0 plg de hilo de monofilamento (tansa) con calibre de 0.20 mm a 0.95 mm, y de polifilamento (seda) de 11 mm a 18 mm, con 10 a 65 crecientes y de 1.5 kg a 8 kg de plomo.

Captura de ostión

Para la extracción de este recurso, los pescadores se transportan a los bancos en embarcaciones de fibra de vidrio de 4 m a 5 m de eslora, y de 1.0 m a 1.20 m de manga, motores fuera de borda de 2 HP a 40 HP. Los pescadores utilizan una vara de madera (mangle) para tocar el fondo y localizar el banco, una vez que lo encuentran se meten al agua para sacar los ostiones, en ocasiones utilizan un visor. Los ostiones son depositados en la embarcación para posteriormente limpiarlos de algunas adherencias. La jornada de trabajo comienza alrededor de las 7 am y tiene una duración cercana a cinco horas; diariamente extraen entre 40 kg y 100 kg de ostión en concha, que se pone en arpilleras de 40 kg para llevarlos a las áreas de reciba para su comercialización.

Número y características de las embarcaciones

En cuanto al número y las características de las embarcaciones, se verificó un total de 1 115, de las cuales 1 110 son de fibra de vidrio, una de fibra de vidrio con madera y cuatro de madera. Asimismo, se clasificaron de acuerdo con las dimensiones de la eslora y la manga, observándose que de eslora hay 848 embarcaciones de entre 4.00 m y 4.99 m; en cuanto a la manga, hay 529 de 1.01 m a 1.20 metros.

Número y tipo de artes de pesca

Con relación al número de artes utilizados para la actividad pesquera, se verificó un total de 49 264 unidades, de las cuales únicamente 45 131 están registradas oficialmente; esta diferencia evidencia que el esfuerzo aplicado en el sistema lagunar es superior al registrado. A continuación se presenta la información de los artes de pesca agrupados por tipo (Tabla 11).

El promedio de los artes de pesca por embarcación es de 69 aros jaiberos, 37 nasas, 54 clarines, 35 aros para langostino y para la escama es de 447 m de red de tendal.

Tabla 11
Número de artes de pesca por tipo

<i>Tipo de arte de pesca</i>	<i>Núm. de artes de pesca registrados en SAGARPA</i>	<i>Núm. de artes de pesca verificados</i>
Gafas	—	2
Trampas de aro para jaiba	29 881	22 075
Trampas de aro para langostino	12 592	2 464
Trampas de aro para cangrejo	—	150
Red de tendal	1 732	8 006
Atarraya	370	380
Trampas tipo clarines para langostino	180	9 375
Anzuelos	—	2 980
Trampas tipo nasas	—	3 722
Equipo de buceo	376	110
Total	45 131	49 264

Temporalidad de la aplicación del esfuerzo pesquero

El esfuerzo pesquero por lo general no varía sustancialmente con la temporada del año en cuanto al número total de pescadores y embarcaciones, debido a que los pescadores aprovechan más de una pesquería, es decir, cuando disminuye la abundancia

de una especie, o bien es temporada de veda de algún recurso, optan por dedicarse a otra(s) pesquería(s). En el caso de los recursos ostión, jaiba y langostino, si bien es cierto que no están sujetos a una veda, su comportamiento se ve afectado por las condiciones climatológicas, por lo que varía la temporalidad de su abundancia y, en consecuencia, la aplicación del esfuerzo pesquero en cuanto a los artes de pesca para estas especies (Tabla 12).

En cuanto a los días dedicados a la pesca por especie al año, además de lo mencionado anteriormente, se consideró el día (domingo) que los pescadores descansan a la semana. Para la pesca de camarón y ostión se estimaron 234 días al año, para la escama se observa mayor variación en el número de días de captura ya que depende de la especie, por ejemplo, para el robalo dedican aproximadamente 261 días al año.

Cabe mencionar que tanto el langostino como la jaiba se vedan de manera natural en diferentes temporadas del año dependiendo de la zona, es decir, en los meses de marzo, abril y mayo, no se registra captura de estas especies en las lagunas de Buen País, Arbolillo, Alvarado y Tlalixcoyan (Costa de San Juan), y en los meses de octubre, noviembre y diciembre en la zona del Río Blanco, Río Limón, El Obispo, Punta de Marcial, Popuyeca, El Cacique, Laguna los Naranjos, Laguna de Corralillo, Laguna de Lodo, río El Camarón, Laguna de Chalpa, laguna María Lizamba, laguna La Miel y laguna Las Piedras. Se estima que estas especies se pescan aproximadamente 234 días al año.

Tabla 12

Temporada en que no se realiza esfuerzo pesquero por arte de pesca para las pesquerías de camarón, jaiba, robalo, langostino y ostión

Mes	Artes de pesca				
	Atarrayas y red tendal	Trampas de aro y nasas	Red tendal	Trampas de aro y clarines	Extracción de ostión por buceo
Enero					
Febrero					
Marzo		jaiba		langostino	
Abril		jaiba		langostino	
Mayo	camarón	jaiba		langostino	
Junio	camarón				
Julio	camarón		robalo		ostión
Agosto			robalo		ostión
Septiembre					ostión
Octubre		jaiba		langostino	
Noviembre		jaiba		langostino	
Diciembre		jaiba		langostino	

El análisis del comportamiento del esfuerzo pesquero a lo largo del tiempo se realizó considerando únicamente el número de pescadores, debido a que no fue posible

obtener registros de los artes de pesca y embarcaciones para todo el periodo que considera el estudio. Se observa una variación con respecto a la población pesquera, registrándose un incremento de 74% en el periodo de 1998 a 2008 en polígono de actuación del sistema lagunar. Es importante señalar que en realidad en el Sistema Lagunar de Alvarado ejerce presión sobre los recursos un número no cuantificado oficialmente de pescadores libres que, de acuerdo con la opinión de los propios pescadores registrados, equivale a una cantidad dos veces mayor a los registrados.

Infraestructura de apoyo a la actividad pesquera

El desarrollo de las instalaciones y servicios en puertos y terminales pesqueras constituye una característica importante para la evaluación de las industrias pesqueras en pequeña escala, ya que representa la plataforma para alcanzar niveles más altos de comercialización de los productos. La centralización de estas instalaciones permite que se puedan proporcionar de servicios esenciales económicos tales como el atraque, la manipulación del producto, el suministro de los elementos necesarios para las faenas de pesca y la conservación y reparación de las embarcaciones (Cifuentes-Lemus *et al.* 1995).

Desde finales de la década de los ochenta en que dejó de operar de manera regular la planta procesadora de la paraestatal Productos Pesqueros Mexicanos, construida en la cabecera municipal de Alvarado, no se ha vuelto a instalar ninguna otra planta de esa envergadura. No obstante, se debe resaltar que este tipo de plantas industriales estaba enfocado principalmente a las pesquerías marinas cuyas captura o producción estaban soportadas por una flota escamero-arrastrera de la misma empresa.

En el caso particular del Sistema Lagunar de Alvarado, donde hay gran cantidad de embarcaciones menores dispersas en las riberas de ríos y lagunas, la producción se acopia en pequeñas bodegas distribuidas en puntos estratégicos de esta vasta región; sin embargo, la industrialización o el procesamiento de la producción pesquera que provienen del sistema lagunar son mínimos debido entre otras causas a: 1) el esquema de trabajo donde un intermediario (comercializador) acopia la producción que aportan de cinco a 15 embarcaciones, lo que provoca una gran dispersión de la producción; b) la preferencia del consumidor aún arraigada por el pescado fresco y c) la demanda de las especies de escama en presentación entera con o sin vísceras. Estos aspectos dificultan la concentración de la producción de tal forma que los volúmenes justificaran la inversión en infraestructura para su procesamiento.

En cuanto al camarón, en la cabecera municipal de Alvarado hay desde hace casi dos décadas una fábrica de hielo que también funciona como maquiladora y congeladora; sin embargo, su capacidad de maquila es pequeña y además es común que no se aproveche al máximo su capacidad instalada. Subsisten otras empresas pequeñas de personas físicas que compran sobre todo el camarón proveniente de altamar para

sancocharlo, le quitan el exoesqueleto, lo empacan y congelan para su comercialización local y regional.

Por lo que se refiere a las fábricas de hielo, sólo existen dos en la zona: una en Alvarado y otra más en Cosamaloapan; sin embargo, es patente la gran deficiencia en su abasto, que se extiende a toda la red de frío. La escasa disponibilidad de ese importante insumo, así como de bodegas con cámara de conservación-congelación eficientes cerca de las zonas de producción, repercute en la calidad de los productos pesqueros.

Por otro lado, hay una planta para la depuración de ostión en la localidad de El Canal, municipio de Alvarado, pero dado que hasta la fecha no ha sido posible incrementar la producción de este molusco en la laguna, no está en funcionamiento.

En lo referente a otro tipo de infraestructura como es la existencia de lugares para la carga y descarga de productos, en la cabecera municipal de Alvarado se localiza lo que se conoce como el Puerto Piloto, con una longitud total de atraque de 133 m, altura cubierta de 1.90 m y profundidad de 5.0 m; asimismo, se ubica otro en la zona de malecón con una longitud de atraque de 800 m, pero al igual que la primera, se trata de obras diseñadas sobre todo para embarcaciones medianas o mayores (Repetto 2002).

Otros servicios importantes para la pesca lo constituyen los talleres o carpinterías que se dedican a la fabricación de chalupas, cayucos, bongos y demás tipos de embarcaciones menores, de los cuales uno de los más importantes se localiza en la cabecera municipal de Tlacotalpan y otros dos se ubican en otras áreas del sistema lagunar.

Finalmente, un servicio que también es muy importante es el abasto de combustible para los motores fuera de borda. En el caso del municipio de Alvarado hay cinco gasolineras, de las cuales dos se ubican a lo largo de la ribera de la laguna al lado de la carretera Paso del Toro-Alvarado; asimismo, tres se localizan en la cabecera municipal, por lo que en esta región la disponibilidad de gasolina es permanente; empero, es evidente que entre más alejadas de esta zona se ubiquen las localidades pesqueras, mayores dificultades enfrentan para abastecerse. Así, excepto los pescadores ubicados cerca de la cabecera municipal de Tlacotalpan, el resto de los pescadores del sistema lagunar tiene que recurrir en muchos casos a personas que expenden el combustible en algunas localidades a precios más elevados y no siempre con la garantía del abasto, o, en su defecto, cada pescador acude hasta la gasolinera más cercana, con lo cual sus gastos se incrementan. Los revendedores de gasolina, a su vez, recurren a gasolineras ubicadas en los centros de población más importantes de la región como son: Ignacio de la Llave, Cosamaloapan y Alvarado.

La infraestructura pesquera de las organizaciones y permisionarios es variable, ya que depende de las condiciones económicas particulares, es así que pueden poseer alguna(s) instalación(es) como son: muelle, bodega de acopio, área de desconchado, cuartos fríos y oficinas administrativas o ninguna. En total fueron reconocidas 108 áreas de desembarque, ubicadas en 33 localidades de los municipios de Acula, Alvarado, Ignacio de la Llave, Ixmiquilpan, Tierra Blanca y Tlalixcoyan.

Producción pesquera

El análisis de la producción pesquera global y por especie se realizó con información oficial proporcionada por la Subdelegación Federal de Pesca en el estado de Veracruz. Para ello se consideraron los registros de las organizaciones y permisionarios durante el periodo de 1998 a 2008.

El volumen global estimado para el periodo fue de 63 287 t; la mayor captura anual se obtuvo en el año 2007 con 8 754 t, mientras que la más baja se registró en 1998 con 3 955 t; el promedio anual de los últimos once años es de 5 758 t. La captura del año 2008 fue de 8 068 t, cifra equivalente a 40% por arriba del promedio del periodo (Fig. 32).

En cuanto a la producción registrada por especie, el mayor volumen corresponde a la extracción de escama con 52%, seguido por la de almeja con 28%, y en menor proporción ostión con 8.09%, jaiba 7.7%, langostino 3.6%, camarón 0.7% y cangrejo 0.1%. Cabe señalar que en realidad la producción de camarón es sustancialmente mayor que la registrada, pues diversos actores señalan que prácticamente todos los pescadores del sistema lagunar capturan camarón; sin embargo, debido a que únicamente cinco Sociedades Cooperativas cuentan con permiso para el aprovechamiento de este recurso, el resto de la producción queda sin registrar.

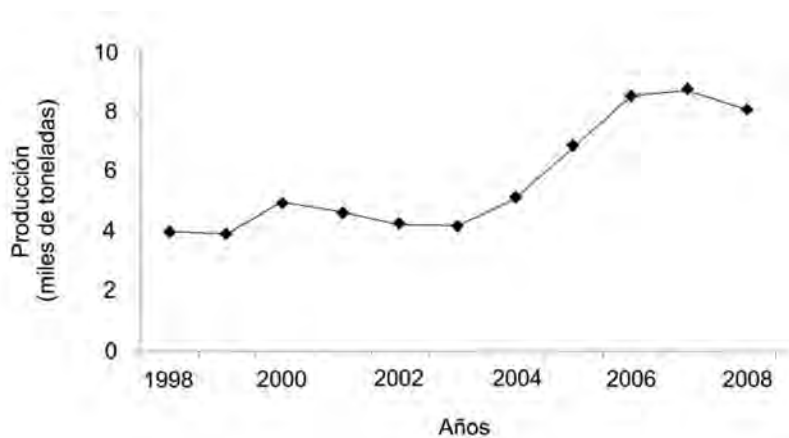


Fig. 32. Producción pesquera global del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Producción de escama

La producción de escama en el periodo 1998-2008 fue de 32 838 t, observándose que el año más productivo fue 2006 con 4 378 t, y el de menor captura 1998 con 1 898 t. El promedio anual en el periodo antes mencionado es de 2 985 t; si se compara con la producción del año 2008 (3 771 t), se puede apreciar que esta última es 27% más alta que el promedio (Fig. 33).

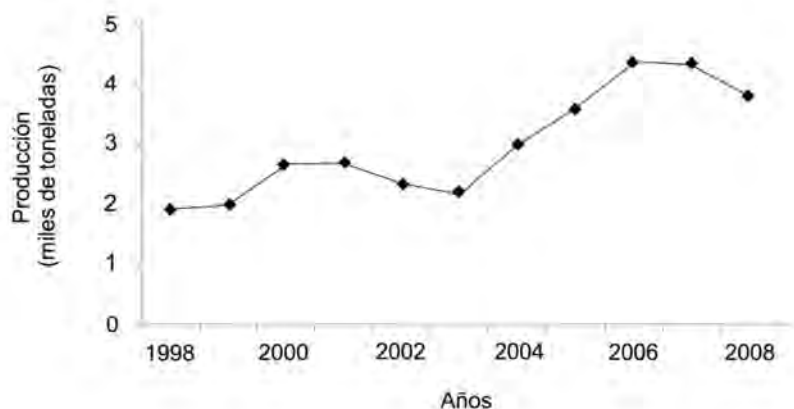


Fig. 33. Producción de escama en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Mojarras

Por la singularidad observada en la información oficial en cuanto a denominación de las diferentes especies de mojarra, no fue posible hacer un análisis particular para cada una de ellas. Esta situación deriva de la diversidad de nombres con los que los pescadores registran a las diferentes especies, al grado de que muchos de ellos llaman tilapia a las mojarra nativas. Es así que en los registros, la mayor parte de la producción de mojarra (93.4%) aparece con la denominación de tilapia, aunque en realidad se trata de diferentes especies y, por otro lado, aparecen datos de captura para cada especie pero en menor proporción (6.6%).

En este tenor, las mojarra representan 63.6% de la producción de escama, con un registro total de 20 890 t en el periodo 1998-2008. El año más productivo para las mojarra fue 2006 con 2 366 t, y el más bajo 2003 con 1 334 t; el promedio anual es de 1 899 t, y si se compara este dato con la producción de 2008 en que se obtuvieron 2 268 t, se puede apreciar un ascenso de 19.4% (Fig. 34).

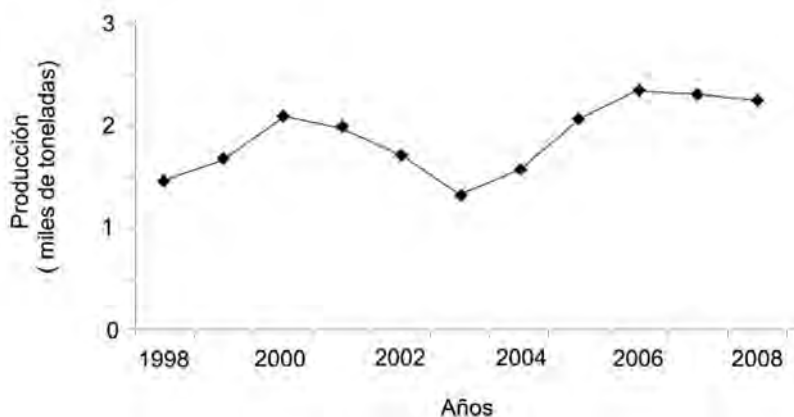


Fig. 34. Producción de mojarra en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Lebrancha

En cuanto al análisis de la producción de lebrancha o liseta registrada, se obtuvo un total de 2 455 t que representa 7.5% de la producción total de escama. La mayor producción de lebrancha se obtuvo en el año 2007 (448 t), y la más baja en 1999 (107 t); el promedio anual de la producción es de 223 t, y comparado con el registro de 2008 (296 t) se observa un aumento de 33 por ciento (Fig. 35).

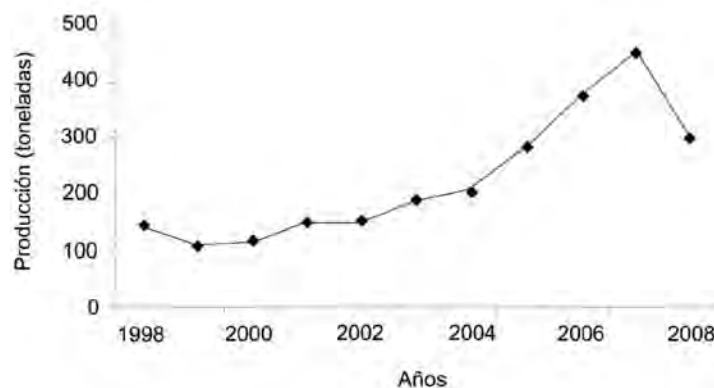


Fig. 35. Producción de lebrancha en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Chucumite

En el caso del chucumite, la producción registrada en el periodo 1998-2008 fue de 2 164 t, representando 6.6% de la producción total de escama. El año más productivo fue 2007 con 461 t, y el más bajo 1999 con 40 t; el promedio anual de producción para esta especie es de 197 t, y en comparación con la producción del año 2008 (309 t) se observa un incremento de 56.8% (Fig. 36).

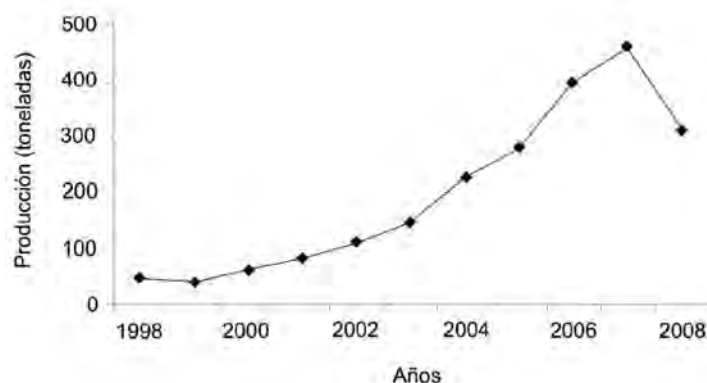


Fig. 36. Producción de chucumite en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Cintilla

La producción total de cintilla registrada en el periodo 1998-2008 fue de 1 538 t, representando 4.7 % de la producción total de escama. La mayor producción anual (233 t) se presentó en el año 2007, y la más baja (35 t) en 1998. Comparando la producción obtenida en 2008 (165 t) con el promedio anual del periodo (140 t), se observa un aumento de 17.8% (Fig. 37).

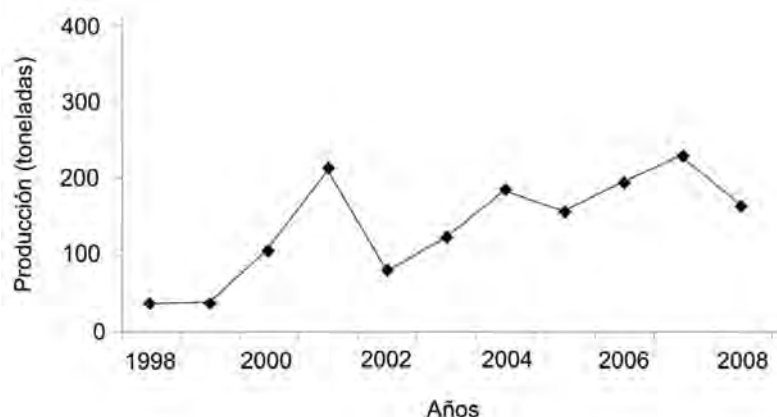


Fig. 37. Producción de cintilla en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Robalo

Por lo que se refiere al robalo, la captura total representa 3.5% de la producción de escama. Cabe mencionar que no fue posible realizar un análisis por especie (blanco o prieto), debido a que 83.2% de la producción registrada no distingue ese nivel. La producción total del periodo fue de 1 157 t, con un promedio anual de 105 t; el mayor pico en la producción se observa en el año 2006 con 218 t, y la menor producción (35 t) se registró en 1999 y 2000. Comparando la producción del año 2008 (167 t) con el promedio anual, se advierte un incremento de 59% (Fig. 38).

Naca

La producción de naca representa 2.8% de la producción total de escama. En el periodo 1998-2008 se registró un volumen de 940 t, observándose la captura más alta (210 t) en el año 2004, y la más baja (6 t) en 1999. La captura en 2008 fue de 72 t, y si se compara con el promedio anual calculado de 85 t, se percibe un descenso en la producción equivalente a 15.2% (Fig. 39).

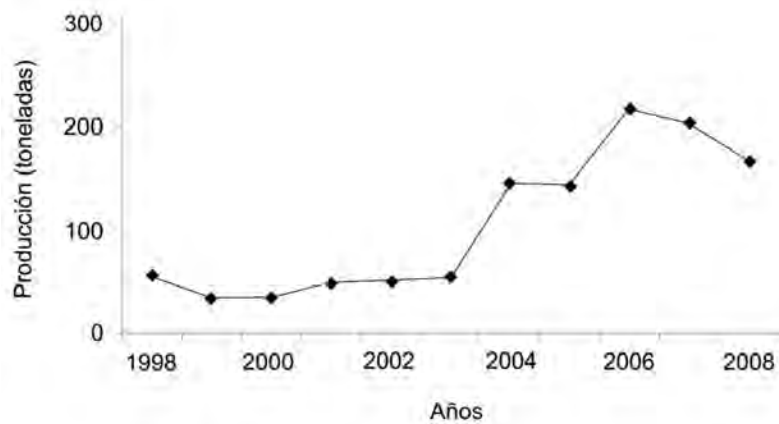


Fig. 38. Producción total de robalo (*Centropomus* spp.) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

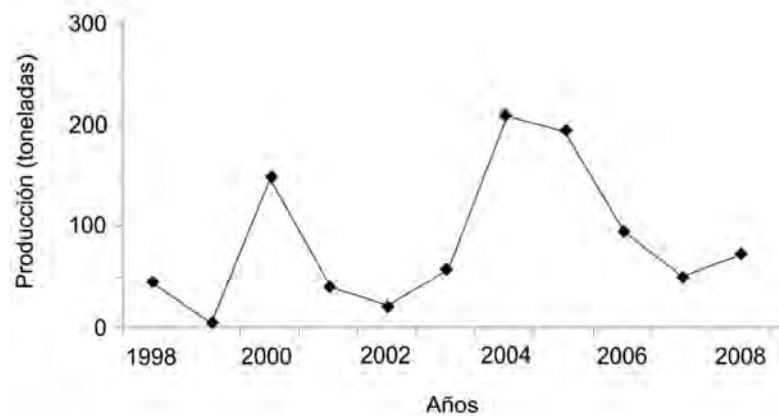


Fig. 39. Producción de naca en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Bagre bandera

La producción de bandera en el periodo 1998-2008 fue de 898 t, representando 2.7% de la producción total de escama. El promedio anual calculado es de 82 t; los picos de mayor y menor producción se observan en 2006 (288 t) y en 2000 (8 t). Al comparar la producción de 2008 (85 t) con el promedio anual se observa un incremento de 3.6% (Fig. 40).

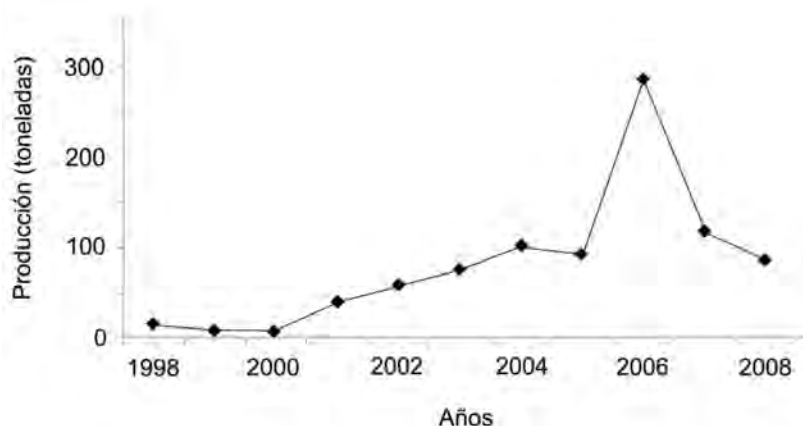


Fig. 40. Producción de bagre bandera en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Ronco

La producción total de ronco en el periodo fue de 691 t, que equivale a 2.1% de la producción total de escama. La producción más alta (94 t) se registró en 2005, y la más baja (24 t) en el año 2000; la producción obtenida en 2008 fue de 80 t, lo que representa un incremento de 27% en comparación con el promedio anual estimado en 63 t (Fig. 41).

Cabe mencionar que no fue posible realizar un análisis a nivel de especie (ronco amarillo y ronco blanco), debido a que 60.9% de los registros no hace esa separación.

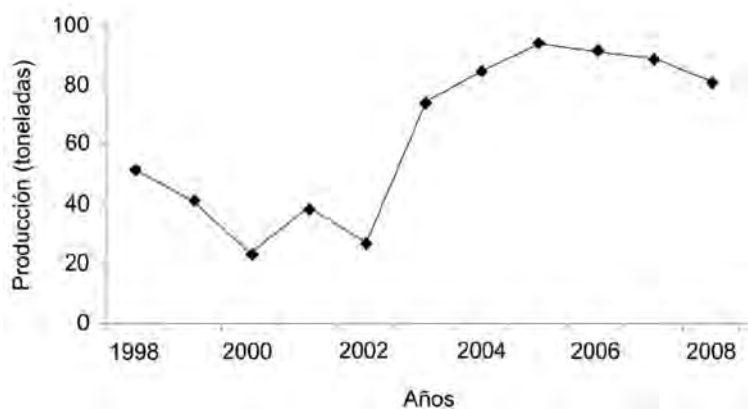


Fig. 41. Producción total de ronco en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Sargo

La producción total de sargo en el periodo fue de 681 t, lo que representa 2% de la producción total de escama. La captura registrada en 2008 fue de 118 t, lo que constituye un incremento de 90% con relación al promedio anual calculado en 62 t. La producción más alta (164 t) se registró en el año 2007, y la más baja (10 t) en 1998 (Fig. 42).

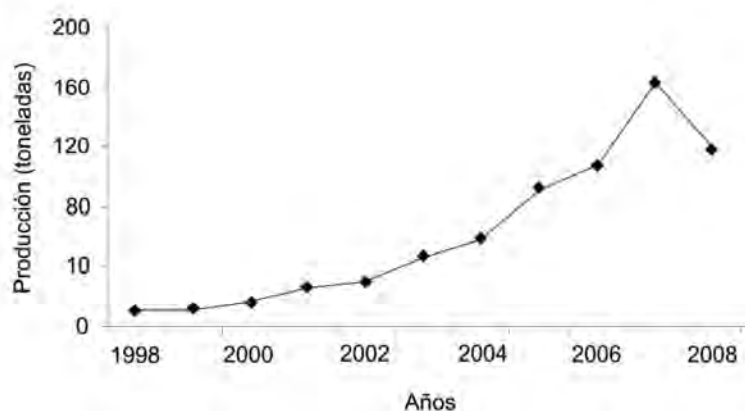


Fig. 42. Producción de sargo en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Guavina

La guavina representa 1.7% de la producción total de escama en el Sistema Lagunar de Alvarado. En el periodo 1998-2008, la captura ascendió a 575 t, con un promedio anual de 52 t; el valor más alto (125 t) se obtuvo en el año 2007, y el más bajo (11 t) en 1998 y 1999. Si se compara la producción registrada en el 2008 (91 t) con el promedio anual se observa un incremento de 75.8% (Fig. 43).

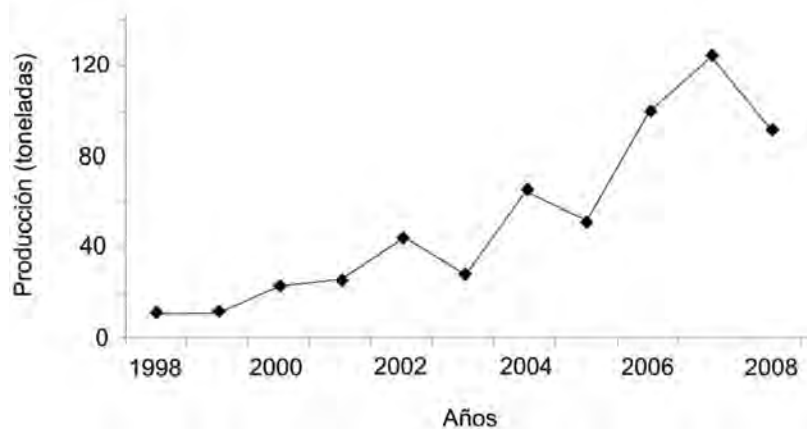


Fig. 43. Producción de guavina en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Trucha

La producción total de trucha en el periodo 1998-2008 ascendió a 291 t, lo que representa 0.8% de la producción total de escama. El año más productivo (60 t) fue 2006, y el más bajo (5 t) en el año 2000; la producción de 2008 ascendió a 55 t, que equivale a un incremento de 111% en comparación con el promedio anual de 26 t (Fig. 44).

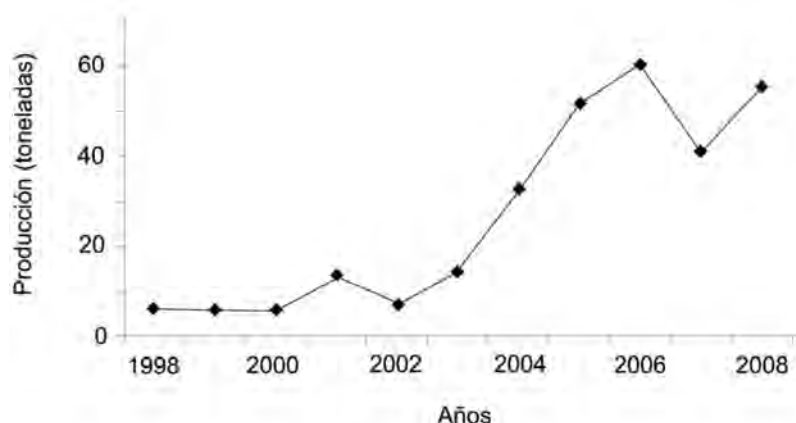


Fig. 44. Producción total de trucha (*Cynoscion* spp.) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Bagre

La producción de bagre representa 0.6% de la producción total de escama, con una captura de 215 t en el periodo 1998-2008. El pico más alto se registró en el año 2007 con 44 t, y la captura más baja en 2000 con 4 t; en 2008 se obtuvo una producción de 34 t, que equivale a un incremento de 70% si se compara con el promedio anual de 20 t (Fig. 45).

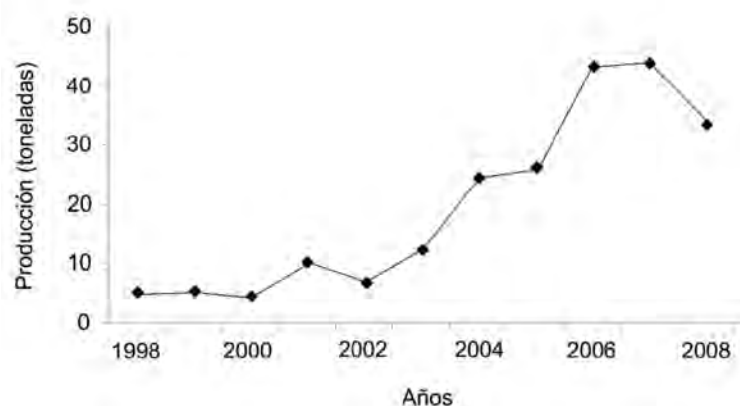


Fig. 45. Producción de bagre en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Pez puerco

La captura del pez puerco representa 0.4% de la producción total de escama, con una producción de 147 t registrada para el periodo 1998-2008, y un promedio anual de 13 t. La producción más alta (27 t) se obtuvo en 2004, y la más baja (2 t) en 2007; si se compara la captura registrada en la de 2008 de 5 t con el promedio anual, se observa una caída de 61% de la producción (Fig. 46).

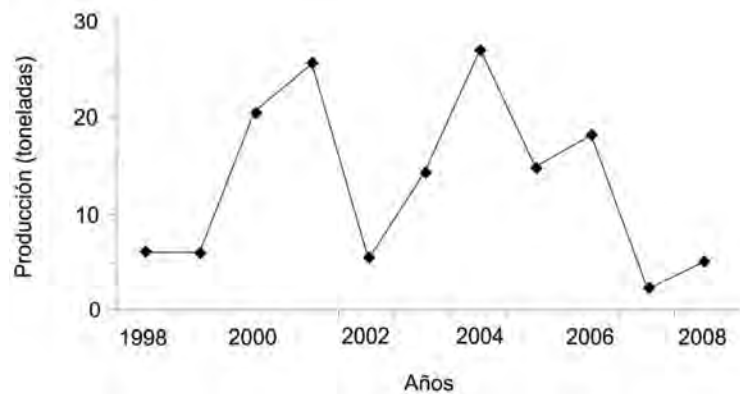


Fig. 46. Producción de pez puerco en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Lisa

La producción de lisa representa 0.3% de la captura total de escama, con una producción de 110 t registrada en el periodo 1998-2008, y un promedio anual de 10 t. La mayor captura (28 t) se obtuvo en el año 2007, y en 1998 no se registró producción. Si se compara la producción obtenida en 2008 (17 t) con el promedio, se observa un incremento de 70% (Fig. 47).

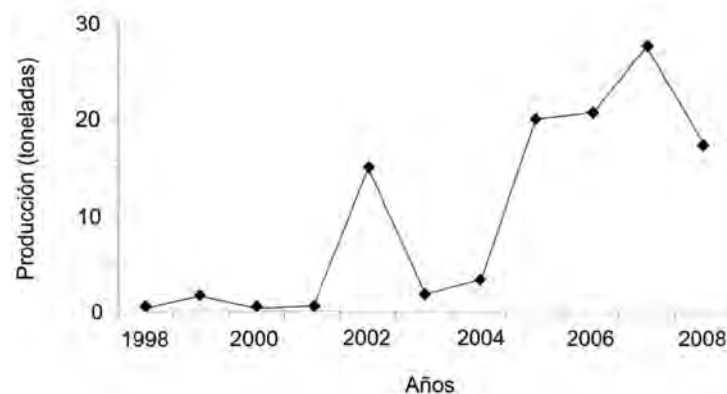


Fig. 47. Producción de lisa en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Jolote

El jolote representa 0.2 % de la producción total de escama, con una producción registrada en el periodo 1998-2008 de 86 t y promedio anual fue de 8 t. En el año 2004 se obtuvo la producción más alta (34 t), y en 2000 la más baja fue de una tonelada; si se compara la producción registrada en 2008 de 7 t con el promedio anual, se puede observar un descenso de 12.5% (Fig. 48).

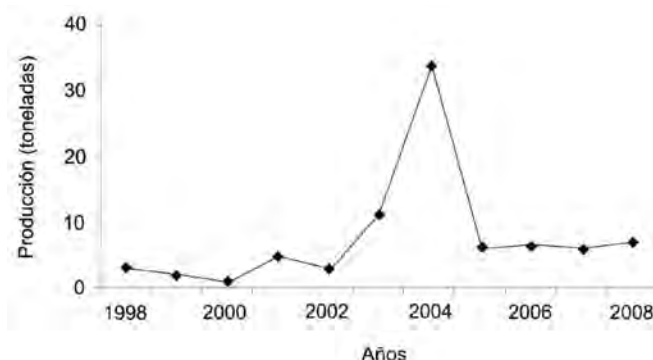


Fig. 48. Producción de jolote en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Producción de bentónicos

Almeja

La captura de almeja ocupa el segundo lugar de la producción total del Sistema Lagunar de Alvarado, y representa 28% de la misma. La producción obtenida en el periodo 1998-2008 fue de 17 670 t, con un promedio anual calculado de 1 606 t; la producción más alta (2 434 t) se obtuvo en el año 2006 y la más baja (725 t) en 1999; al comparar la producción del año 2008 (2 242 t) con el promedio anual, se observa un incremento de 39.6% (Fig. 49).

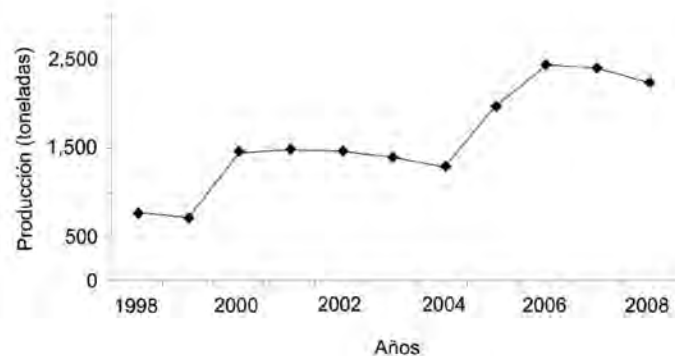


Fig. 49. Producción total de almeja en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

A continuación se presenta un análisis de la producción de almeja como especie basada en 60.8% de la producción registrada para este recurso, ya que el restante 39.2% está anotado genéricamente.

Almeja negra

La almeja negra representa 25.6 % de la producción total de almeja, con una captura de 4 541 t registrada para el periodo 1998-2008, y un promedio anual de 413 t. La producción más alta (873 t) se obtuvo en el año 2007, y la más baja (148 t) en 1999; si se compara la captura registrada en 2008 (522 t), se puede observar un incremento de 26.3% (Fig. 50).

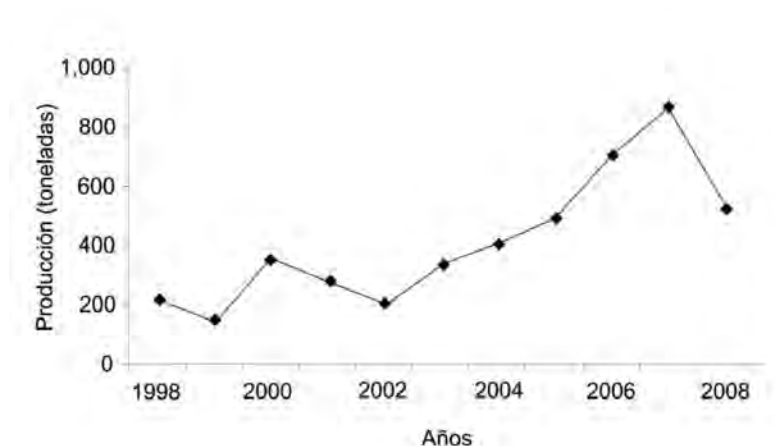


Fig. 50. Producción de almeja negra en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Almeja gallito

La almeja gallito representa 21.5% de la producción total de almeja, con una producción de 3 811 t registrada en el periodo de 1998-2008 y un promedio anual de 346 t. El año con mayor producción fue 2007 con 589 t, y el más bajo fue 1998 con 130 t; al comparar la producción de 2008 (420 t) con el promedio anual, se observa un incremento de 21.3% (Fig. 51).

Almeja casco

La almeja casco representa 13.4% de la producción total de almeja, con una producción de 2 379 t registrada en el periodo 1998-2008 y un promedio anual estimado en 216 t. Se observa el pico más alto en la producción (405 t) en el año 2007 y la captura más baja (68 t) en 1998; al comparar la producción obtenida en el año 2008 (194) con el promedio anual, se observa un descenso de 10.1% (Fig. 52).

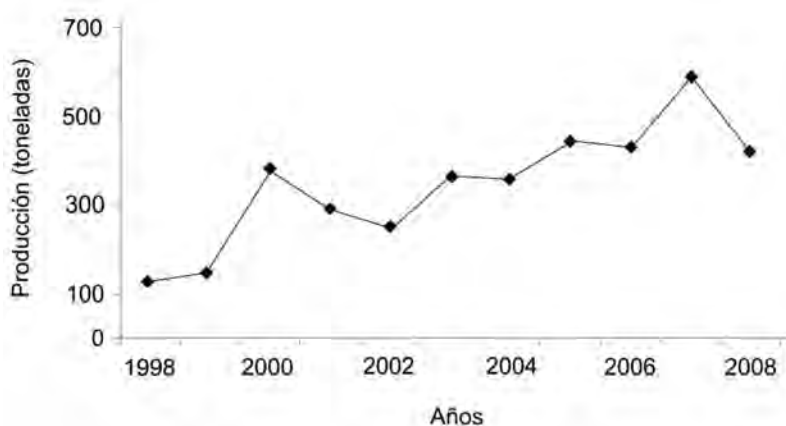


Fig. 51. Producción de almeja gallito en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

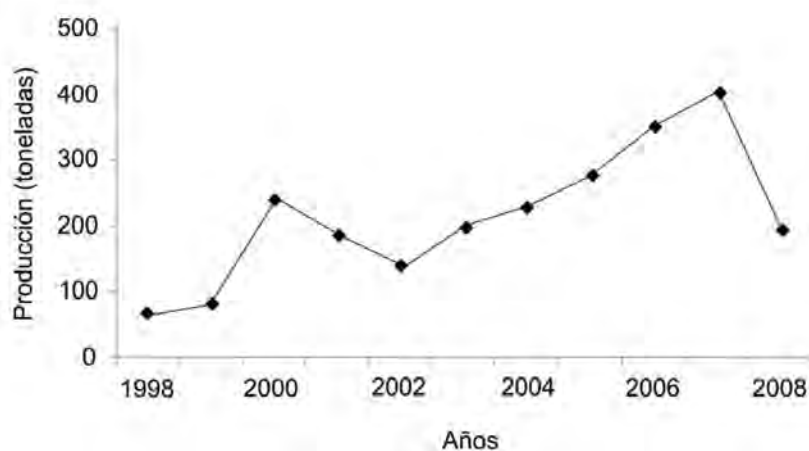


Fig. 52. Producción de almeja casco en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Producción de ostión

El ostión ocupa el tercer lugar de la producción global en el periodo 1998-2008, con un registro de 5 128 t (8.09%) y un promedio anual estimado de 466 t. El año más productivo fue 2008 con 1 196 t, y el menor 2004 con seis toneladas; al comparar la producción obtenida en 2008 (1 196 t) con el promedio anual se puede observar un incremento de 156% (Fig. 53).

Jaiba

La jaiba ocupa el cuarto lugar de la producción global con 7.7%; en el periodo 1998-2008 se registró una producción total de 4 880 t y un promedio anual de 444 t. El pico más alto de la captura se observó en 2007 con 816 t, mientras que la producción más

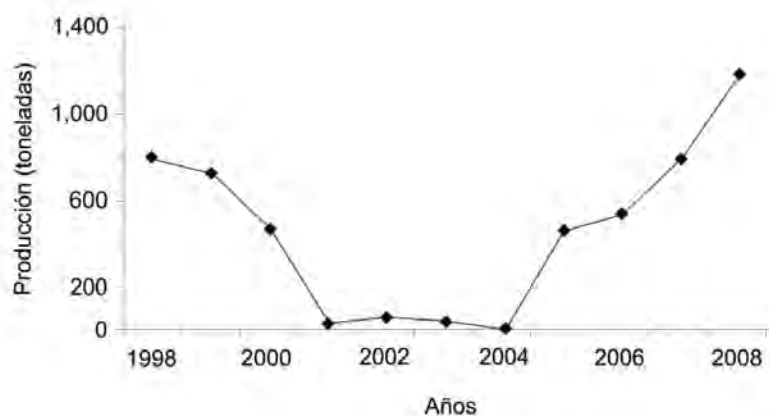


Fig. 53. Producción de ostión en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

baja se registró en 2002 con 227 t; al comparar la producción obtenida en 2008 (524 t) con el promedio anual, se observa un incremento de 18% (Fig. 54).

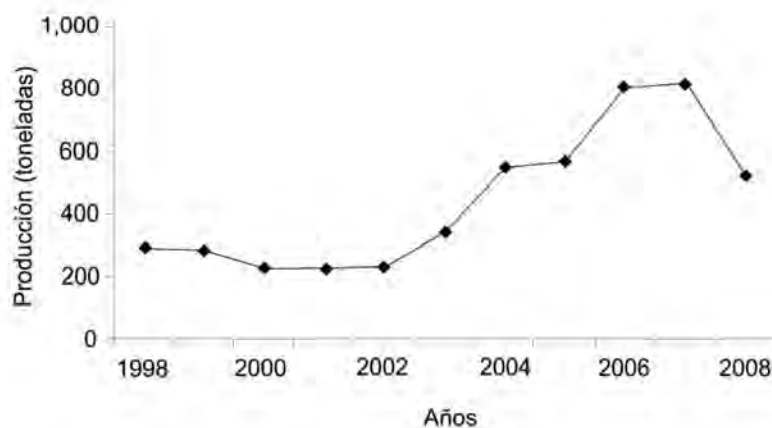


Fig. 54. Producción de jaiba en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Langostino

El langostino ocupa el quinto lugar de la producción global con 3.6%; la producción total registrada en el periodo 1998-2008 fue de 2 274 t, con un promedio anual de 207 t. La mayor captura (339 t) se obtuvo en el año 2007, y la más baja (123 t) en 1998; al comparar la producción registrada en 2008 (269 t) con el promedio anual se observa un incremento de 30% (Fig. 55).

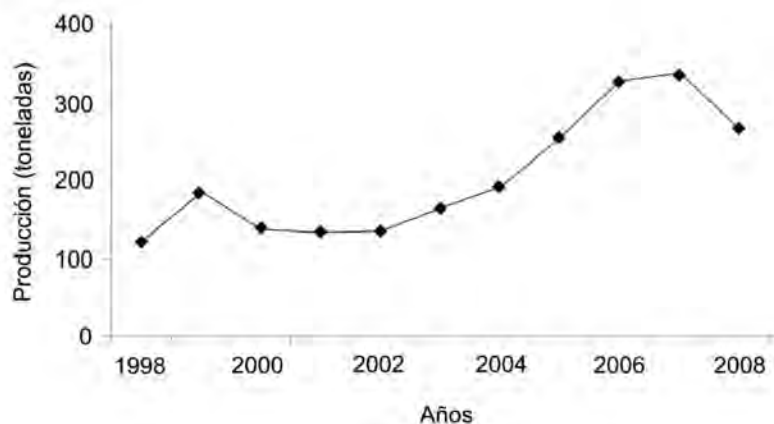


Fig. 55. Producción de langostino en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Camarón

El camarón ocupa el sexto lugar con 0.7% de la producción global registrada; sin embargo, como se mencionó anteriormente esta cifra no corresponde con la captura real que se presume es superior a la registrada. El análisis que se presenta se realizó con la información oficial existente. La producción obtenida en el periodo asciende a 457 t, con un promedio anual de 42 t; la captura más alta (82 t) se obtuvo en el año 1998 y la más baja (8 t) en 2002; al comparar la producción del año 2008 con el promedio anual, se puede apreciar un descenso de 9% (Fig. 56).

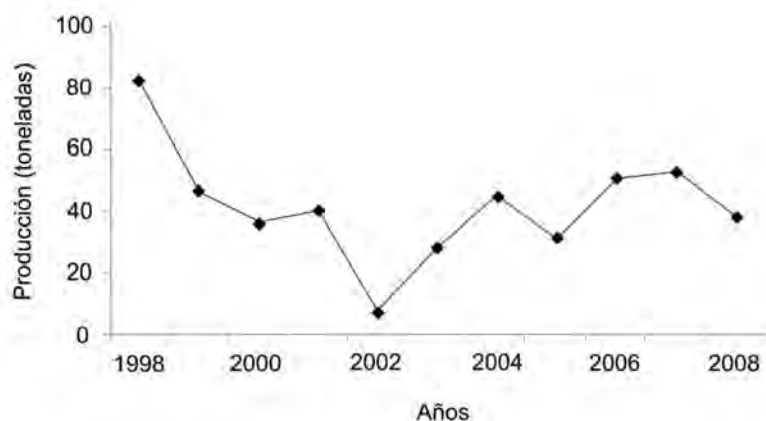


Fig. 56. Producción de camarón en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Cangrejo

El cangrejo representa 0.06% de la producción global, con una producción de 40 t registrada en el periodo 1998-2008; en el año 1998 se obtuvo la captura más alta con 9 t, mientras que la más baja corresponde a los años 1999, 2000 y 2005 con una tonelada. La captura de 2008 (4 t) es igual al promedio anual de los últimos 11 años (Fig. 57).

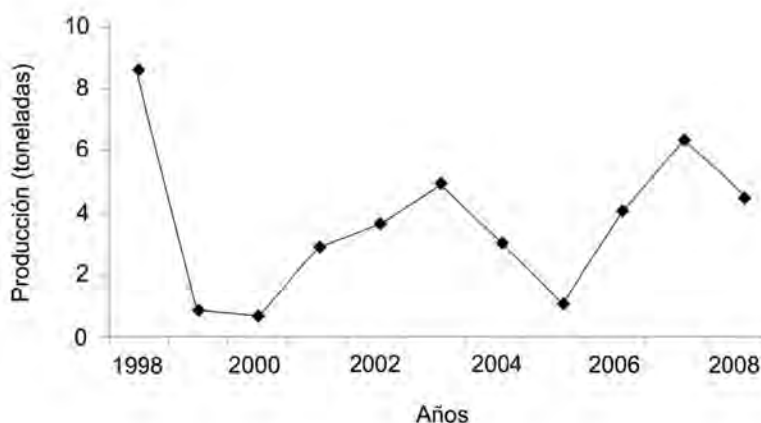


Fig. 57. Producción de cangrejo en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

Captura por unidad de esfuerzo

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es un indicador que permite tener un referente sobre la disponibilidad de los recursos pesqueros en el sistema lagunar, debido a que relaciona los datos de la producción registrada con el esfuerzo aplicado para la captura. Este indicador proporciona un análisis un tanto más ajustado a lo que realmente está ocurriendo con las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento; es decir, un incremento de la producción a través del tiempo podría sugerir la presencia de recursos saludables, aunque también existiría la posibilidad de estar reflejando la intervención de un esfuerzo mayor, ya sea en cuanto al número de pescadores o de artes de pesca, con la posibilidad de que a largo plazo se manifieste un grave deterioro de las poblaciones y el riesgo de colapso de las pesquerías.

La CPUE se estimó considerando la captura registrada por pescador/día, para ello se utilizaron los registros anuales correspondientes al periodo 1998-2008 de la captura por especie, el número de pescadores y los días de pesca que en promedio utilizan por año para cada pesquería. Se obtuvo la CPUE para cada pesquería, debido a que la temporalidad de la aplicación del esfuerzo pesquero varía de acuerdo con la especie.

En la *Guía Metodológica para la Estimación de Indicadores del Esfuerzo Pesquero* (CONAPESCA 2005) se menciona que la CPUE se obtuvo con la fórmula:

$$CPUE = c \cdot f$$

Donde:

c = Captura en peso por especie

f = Esfuerzo (pescador · día)

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) por Pesquería

La CPUE se estimó para las pesquerías de almeja, ostión, jaiba, langostino, camarón y cangrejo (Tabla 13). Cabe mencionar que para el caso de la escama, la estimación se realizó a nivel de especie debido a la variación que existe en la temporalidad de la captura de cada una de ellas, por las épocas de abundancia y de veda.

En general, las CPUE muestran rendimientos sumamente bajos que sugieren el agotamiento de los recursos. La pesquería del ostión registra el mayor rendimiento en el Sistema Lagunar de Alvarado, si bien es necesario tomar en consideración dos situaciones: el volumen de la captura está dado en peso en concha y únicamente dos organizaciones cuentan con permiso para el aprovechamiento; se puede observar que de 2001 a 2004 la pesquería se colapsó, y de 2005 a la fecha muestra una recuperación registrándose el mayor rendimiento en el año 2008 (159.66 kg · pesc · día).

La CPUE de almeja ha tenido oscilaciones, pero la tendencia es hacia la alta; el mayor rendimiento (32.27 kg · pesc · día) se observó en 2006 y el más bajo (11.41 kg · pesc · día) en el año 1999.

En cuanto a la CPUE de la jaiba, muestra un comportamiento variable. El registro más alto del periodo (5.71 kg · pesc · día) se observó en el año 2006 y el más bajo (2.75 kg · pesc · día) en 2002.

En el caso de la CPUE del camarón se observan oscilaciones con tendencia a la baja; así, en el año 2008 se obtuvo el rendimiento más alto (1.98 kg · pesc · día), y el más bajo (0.25 kg · pesc · día) en 2002. Cabe mencionar que estos rendimientos no se ajustan a la realidad por las razones que se han mencionado en otros apartados, es decir, existen desviaciones con relación a los registros oficiales ya que únicamente aparece la producción de las cinco organizaciones que cuentan con permiso, además, no todos los socios entregan su producto a la cooperativa. Aunado a lo anterior, aunque no está determinado el esfuerzo real, se presume que es superior al registrado, ya que prácticamente todos los pescadores del sistema lagunar, registrados o libres, capturan camarón.

Tabla 13
Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) promedio anual
por pesquería en el periodo 1998-2008

Pesquería	CPUE (kg · pescador · día) por año										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ostión	102.36	93.32	61.20	4.68	8.75	5.91	0.83	60.19	69.47	102.95	159.66
Almeja	12.45	11.41	25.10	24.91	24.06	21.99	16.94	27.00	32.27	29.71	25.40
Jaiba	4.56	3.86	3.11	2.79	2.75	3.91	5.14	4.44	5.71	5.34	3.42
Camarón	1.98	1.11	0.75	0.89	0.25	1.08	1.75	0.87	1.15	1.19	0.88
Langostino	1.23	0.72	0.39	0.58	0.08	0.26	0.41	0.22	0.33	0.35	0.26
Cangrejo	0.46	2.72	2.19	9.19	0.30	0.44	0.27	0.07	0.26	0.42	0.35

La CPUE del langostino muestra una tendencia a la baja, se observa que el mayor rendimiento (1.23 kg · pesc · día) se obtuvo en 1998 y el más bajo (0.08 kg · pesc · día) en el año 2002.

En cuanto a la CPUE del cangrejo, muestra una situación realmente de agotamiento del recurso, ya que desde el año 2002 no se observa una recuperación en el rendimiento; el dato más alto se registró en 2001 (9.19 kg · pesc · día) y el más bajo en el año 2005 (0.07 kg · pesc · día).

CPUE por especie de escama

Por lo que se refiere a las especies de escama, se estimaron las CPUE de las más representativas en cuanto a la abundancia y el valor. En la *tabla 14* se presentan los rendimientos para la naca, la mojarra, la cintilla, la lebrancha, el chucumite, el robalo, la bandera, la guavina y el bagre.

La CPUE estimada para la naca es la más alta de las de las especies de escama; sin embargo, el comportamiento durante el periodo muestra una tendencia hacia la baja. La estimación del rendimiento más alto (144.12 kg · pesc · día) se obtuvo para el año 2000, y el más bajo (12.89 kg · pesc · día) en 1999. Cabe mencionar que esta pesquería se realiza sólo durante una semana al año en la que las hembras presentan hueva y es aprovechada, por lo que es probable que ésta sea la causa de la disminución en el rendimiento.

La CPUE estimada para la cintilla es realmente baja aunque muestra fluctuaciones con leve tendencia hacia valores altos, el mayor rendimiento (2.96 kg · pesc · día) se registró en el año 2006, y el más bajo (0.80 kg · pesc · día) en 1998. La CPUE estimada para la lebrancha también muestra rendimiento bajos, observándose el valor más alto (1.45 kg · pesc · día) en el año 2007, y el más bajo (0.72 kg · pesc · día) en 2000.

Tabla 14

Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de especies de escama, estimados para el periodo 1998-2008 en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

<i>Pesquería</i>	<i>CPUE (kg · pesc · día) por año</i>										
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Naca	61.95	12.89	144.12	53.22	33.16	65.15	107.78	70.53	62.65	70.13	76.87
Mojarra	10.18	11.61	10.53	10.02	7.86	6.63	7.35	6.92	7.93	7.64	7.76
Cintilla	0.80	1.33	2.13	2.34	0.94	1.57	2.10	1.21	2.96	2.35	1.72
Lebrancha	1.42	0.85	0.72	0.95	0.80	1.23	1.21	0.92	1.26	1.45	1.08
Chucumite	0.48	0.45	0.42	0.63	0.66	1.01	1.26	1.33	1.77	1.91	1.26
Robalo	1.05	0.69	0.39	0.51	0.60	0.70	1.30	1.03	1.67	1.40	0.90
Bandera	0.21	0.21	0.10	0.36	0.46	0.80	1.14	0.59	1.41	0.75	0.50
Guavina	0.13	0.10	0.17	0.15	0.30	0.13	0.32	0.22	0.34	0.35	0.32
Bagre	0.12	0.20	0.15	0.29	0.18	0.54	0.32	0.22	0.37	0.31	0.56

La CPUE del chucumite también muestra rendimientos sumamente bajos, con una ligera tendencia hacia la recuperación; se puede observar que el más alto ($1.91 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$) se obtuvo en el año 2007 y el más bajo ($0.42 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$) en 2000. Cabe mencionar que no obstante esta aparente recuperación, el problema deriva de las tallas que se están capturando que son de juveniles e incluso crías, por lo que se vislumbra en los próximos años un eventual colapso de la pesquería.

En cuanto al robalo, la CPUE anual estimada para el periodo muestra rendimientos muy bajos; los valores más altos del periodo ($1.67 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$) se obtuvieron en el año 2006, y los más bajos ($0.39 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$) en el año 2000.

La CPUE anual de la pesca de bandera estimada para el periodo, también es muy baja y muestra un comportamiento irregular, con oscilaciones pero sin registrar una recuperación clara; los valores más altos ($1.41 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$) se observan para el año 2006, y los más bajos ($0.10 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$) para 2000.

La CPUE anual de bagre estimada en el periodo muestra rendimientos muy bajos, encontrándose en un intervalo de $0.12 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$ a $0.56 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$, registrados en 1998 y 2008, respectivamente.

La guavina es la especie con la menor CPUE anual estimada para el periodo. Como sucede con la mayoría de los recursos en el sistema lagunar, los rendimientos son muy bajos, encontrándose en un intervalo de $0.10 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$ a $0.35 \text{ kg} \cdot \text{pesc} \cdot \text{día}$, valores obtenidos en 1999 y 2007, respectivamente.

Mercado de los productos pesqueros del Sistema Lagunar de Alvarado

Los canales de distribución en el Sistema Lagunar de Alvarado varían dependiendo de los productos. Las organizaciones pesqueras venden tanto a intermediarios

locales como foráneos que llegan hasta sus instalaciones a comprarles los productos que tienen mayor demanda, como es el caso del camarón, el robalo y la jaiba. En cuanto a las personas físicas, dada su amplia experiencia en el negocio, cuentan con clientes en Orizaba, Puebla y el DF, principalmente.

Con base en el criterio propuesto por Fischer y Espejo-Callado (2004), que proponen cuatro canales típicos de mercadotecnia para productos de consumo, se realizó una adaptación para el caso de la pesca en el Sistema Lagunar de Alvarado. El canal de distribución más sencillo (nivel 1) es aquel donde no hay intermediarios, lo utilizan personas físicas (permisionarios) que al contar con permiso de pesca y local para comercializar, expenden al público los productos. Esta situación se observa principalmente en la cabecera municipal de Alvarado, en las bodegas de pescado conocidas en la localidad como “envasaderas”, y en menor grado en la cabecera municipal de Tlacotalpan. Otra práctica que también se observa aunque en menor escala es la conocida como “cambaceo”, que es la venta de parte o del total de la producción, que realizan de casa en casa las esposas de los pescadores.

El canal de distribución nivel 2 es el que utilizan casi exclusivamente los permisionarios, donde intervienen los minoristas o detallistas, como son los restaurantes locales, los de la ciudad de Veracruz y el mercado local.

El nivel 3 se presenta en el caso de los permisionarios que envían su producto a bodegas de La Nueva Viga, Pescaderías de San Andrés Tuxtla, Orizaba y Puebla, principalmente. No obstante, es importante mencionar que cada región demanda determinados productos, por ejemplo, en Los Tuxtlas son la mojarra mediana y chica, así como el denominado clavito y el menudo, mientras que el resto de las ciudades mencionadas demanda escama en general de talla comercial. Un caso especial es la almeja, producto que localmente tiene demanda muy baja pero es apreciada en los mercados de Puebla y el Distrito Federal, principalmente para los restaurantes.

El nivel 4 de distribución es el que involucra a un agente, corredor o comisionista. Este tipo de intermediario por lo regular acude a los grandes mercados de pescadería en el país, en especial al mercado de La Nueva Viga. Este canal es utilizado sobre todo por pescaderías ubicadas en la cabecera municipal de Alvarado; los permisionarios envían su producto en el camión de la Unión de Permisionarios que transporta producto periódicamente a La Nueva Viga, o en vehículos propios o en fletes. En cualesquiera de los casos, el producto siempre pasa por manos de los corredores que se encuentran en los patios de dicho mercado y colocan los productos con los mayoristas, quienes a su vez los venden no sólo a intermediarios y minoristas del Distrito Federal, sino también a intermediarios de la región del Bajío y otros estados.

Valor de la producción

Para realizar la estimación del valor real de la producción se llevó a cabo la recopilación de los precios de las especies capturadas en el Sistema Lagunar de Alvarado en el periodo de 1998 a 2008; para ello se consultó el Sistema de Registro Integral de la Producción Pesquera (SIRIAP).

En la *tabla 15* se puede observar la evolución que han tenido los precios de las especies comercialmente importantes. Con relación al camarón, el precio promedio por kilogramo del periodo es \$69.02, el más alto (\$87.39) se registró en 2001, mientras que en el año 1999 se observó el más bajo (\$51.48). La jaiba en presentación entera fresca tuvo un precio promedio por kilograma de \$15.06, el precio más alto fue de \$22.00 en 2007, y el más bajo en 1998 con \$9.97; cabe mencionar que, de acuerdo con los resultados obtenidos en el censo pesquero, el precio de kilogramo de jaiba de los permisionarios fluctuó entre \$10.00 y \$35.00 en la presentación fresca entera, y de \$50.00 a \$110.00 en pulpa.

En cuanto a las especies de escama, los precios por kilogramo son variables dependiendo de la especie; es así que el robalo es la especie de escama que alcanza el mayor valor económico, sus precios oscilaron entre \$37.86 y \$79.46, en los años de 1998 y 2007, respectivamente.

Se presenta una comparación entre los precios de los productos en los años 1998 y 2008, que permite observar que en especies como la almeja, el ostión, la lebrancha, la cintilla, la naca, la bandera, el camarón, el ronco y el bagre, los precios han tenido un incremento aunque poco significativo, lo que representa uno de los problemas de la pesca, sobre todo si se considera que entre los valores comparados hay 11 años de diferencia, en los cuales el costo de los insumos sí ha tenido aumentos.

Para la estimación del valor de la producción se consideraron los datos de la producción. Al respecto es importante mencionar que los precios en un mismo año pueden variar, pero no existen datos disponibles de los volúmenes de venta para cada precio, ya que para la información oficial sólo se incluyen los precios promedio.

La producción total en el Sistema Lagunar de Alvarado en el periodo 1998-2008 generó ingresos por 824 182.19 miles de pesos. El año en que se obtuvo mayor ingreso fue 2007 con 165 950.96 miles de pesos, y el año más bajo fue 1998 con 29 184.44 miles de pesos (Fig. 58 y Tabla 16).

Tabla 15

Precio (pesos · kg) de las especies comercialmente importantes en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz en el periodo 1998-2008

<i>Especie</i>	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Mojarra	7.29	8.41	8.84	10.48	12.48	11.48	13.63	16.05	17.86	20.01	19.51
Almeja	2.78	2.48	3.10	3.43	3.57	3.96	4.02	4.42	4.60	4.83	5.02
Ostión	1.15	2.00	1.34	1.68	3.34	4.35	6.34	4.90	5.30	2.00	4.31
Jaiba	9.97	10.08	10.94	12.54	13.81	15.17	15.37	17.01	18.43	22.00	20.30
Lebrancha	4.76	4.94	4.88	4.83	5.55	6.86	7.64	8.80	10.07	14.89	9.36
Langostino	28.98	28.99	34.51	39.78	40.06	41.86	42.88	43.03	48.51	60.86	50.27
Chucumite	22.14	24.32	25.73	28.26	30.23	32.83	33.21	34.80	37.50	57.37	40.35
Cintilla	4.37	4.21	3.91	5.01	4.82	5.34	5.59	7.82	8.19	12.17	8.26
Robalo	37.86	38.41	43.03	44.31	46.32	48.77	53.45	54.30	58.39	79.46	62.19
Naca	1.99	2.20	1.75	1.36	4.06	1.93	1.92	1.79	1.93	1.50	1.11
Bandera	7.44	6.54	7.38	8.05	7.59	7.51	13.43	9.36	10.88	13.78	10.57
Sargo	9.88	11.28	14.08	14.56	15.14	16.94	19.74	22.08	22.24	23.86	23.23
Guavina	10.14	9.65	11.65	12.22	14.89	15.49	18.01	17.09	19.54	25.76	21.54
Camarón	51.90	51.48	83.49	87.39	84.41	71.17	64.90	62.44	61.55	79.54	61.00
Ronco	3.98	5.14	3.67	4.24	5.71	4.79	5.28	6.29	6.95	5.07	8.67
Trucha	11.20	13.48	10.99	12.72	16.55	17.20	18.09	16.87	20.01	19.46	22.08
Ronco amarillo	4.40	4.73	4.12	4.22	6.10	4.76	5.27	6.06	6.10	5.14	7.04
Bagre	2.79	1.95	1.75	1.97	2.64	3.17	2.85	5.50	4.38	5.27	4.82
Lisa	9.81	12.04	14.31	11.30	14.63	16.62	17.07	16.30	17.92	23.53	19.27
Cangrejo	11.68	16.04	17.52	17.70	24.31	21.28	33.02	24.27	37.87	95.00	44.44

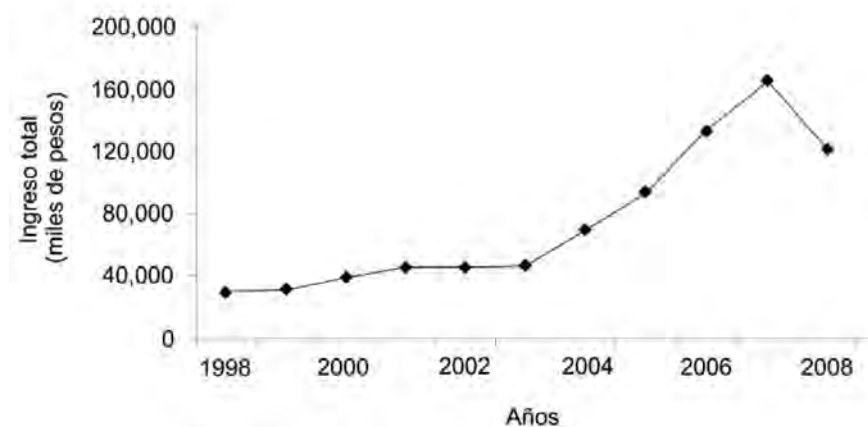


Fig. 58. Valor de la producción total del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008.

En cuanto al valor de la producción por pesquería, se observa que la más importante comercialmente es la producción de escama, que generó ingresos totales en el mismo periodo por 552 454.25 miles de pesos, cifra equivalente a 63.4% del ingreso

total de la producción. Esto es debido a que el mayor aporte económico a esta pesquería proviene de las especies de mojarra, chucumite y robalo.

El segundo lugar en lo que se refiere a ingresos lo ocupa la pesquería de langostino con 101 033.31 miles de pesos; el ingreso más alto se obtuvo en 2007 con 20 626.26 miles de pesos, y el más bajo en el año 1998 con 3 567.30 miles de pesos. En cuanto a los ingresos totales obtenidos por la comercialización del recurso jaiba, en el año 2007 se presentó el pico más alto, con un registro de 17 961.53 miles de pesos, los ingresos más bajos (2 483.71 miles de pesos) se obtuvieron en 2000.

Con relación a las especies de almeja se puede observar una tendencia a la alta en el ingreso, y que en los últimos tres años presentan los valores más altos de alrededor de 11 000.00 miles de pesos; el año con el ingreso más bajo fue 1999 con 1 797.19 miles de pesos. Para el camarón, en el año 1998 se presentó el ingreso más alto del periodo con 4 259.07 miles de pesos; a partir de este año ha tenido muchas fluctuaciones, y su peor caída se registró en 2002 cuando el ingreso fue de 652.32 miles de pesos.

Tabla 16

Ingresos (miles de pesos) por especies comerciales
en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, 1998-2008

<i>Especie</i>	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Escama	15 341.30	17 688.1	23 450.78	28 455.69	30 507.53	27 384.41
Langostino	3 567.26	5 391.44	4 848.34	5 388.56	5 488.30	6 891.48
Jaiba	2 883.61	2 883.83	2 483.71	2 852.76	3 226.40	5 261.07
Almeja	2 124.07	1 797.19	4 530.52	5 108.64	5 243.43	5 560.04
Camarón	4 259.07	2 371.07	3 039.79	3 485.03	652.32	1 980.66
Ostión	909.01	1 441.20	633.26	58.88	218.95	198.38
Cangrejo	100.11	13.65	12.04	50.89	88.27	104.57
Total	29 184.44	31 586.45	38 998.43	45 400.45	45 425.20	47 380.61
<i>Especie</i>	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Escama	44 873.24	60 742.60	85 297.74	109 376.67	79 336.21	522 454.25
Langostino	8 351.09	11 011.08	15 950.67	20 616.26	13 528.81	101 033.31
Jaiba	8 529.40	9 692.47	14 824.63	17 961.53	10 630.44	81 229.85
Almeja	5 243.73	8 703.57	11 195.69	11 632.97	11 253.82	72 393.66
Camarón	2 924.20	1 945.88	3 111.29	4 181.18	2 313.43	30 263.90
Ostión	40.45	2 277.28	2 843.19	1 589.90	5 152.82	15 363.31
Cangrejo	99.16	25.60	152.96	599.45	197.23	1 443.91
Total	70 061.27	94 398.47	133 376.16	165 957.96	122 412.75	824 182.19

Indicadores socioeconómicos de la población pesquera

Según Berkes *et al.* (2001), en la mayor parte del mundo, la ciencia pesquera se ha dedicado a la evaluación de las poblaciones con un enfoque de los países desarrollados.

Las disciplinas de esta ciencia se han enfocado en la biología y en cierta medida en la economía, sin la inclusión de gran parte de las ciencias sociales. Los enfoques tradicionales no han permitido abordar adecuadamente las necesidades socioeconómicas de las poblaciones pesqueras, ni los beneficios potenciales de la gestión gubernamental. En los esquemas anteriores, los pescadores estaban en la periferia, no en el centro de la administración tradicional de las pesquerías; estas formas de gestión no han servido a las necesidades de administración pesquera para los países subdesarrollados donde predomina la pesca ribereña. Actualmente existen nuevos enfoques para quienes administran la pesca en los países en desarrollo, en los que se hace hincapié en los objetivos de administración pesquera, así como en los procesos de decisión participativa más que en las evaluaciones de las poblaciones de peces como tradicionalmente se venía haciendo.

De acuerdo con lo anterior, se aplicó una encuesta para estimar indicadores socioeconómicos de la población pesquera del Sistema Lagunar de Alvarado; la información obtenida se comparó con la registrada por el INEGI (2005) en el Segundo Censo de Población y Vivienda, en los ámbitos municipal, estatal y nacional.

Grupos de edad de los pescadores

El intervalo de edad de los pescadores es de 15 a 94 años; 88.02% de los entrevistados tiene edades entre los 25 y 64 años (Fig. 59). La edad promedio de la población encuestada es de 44 años.

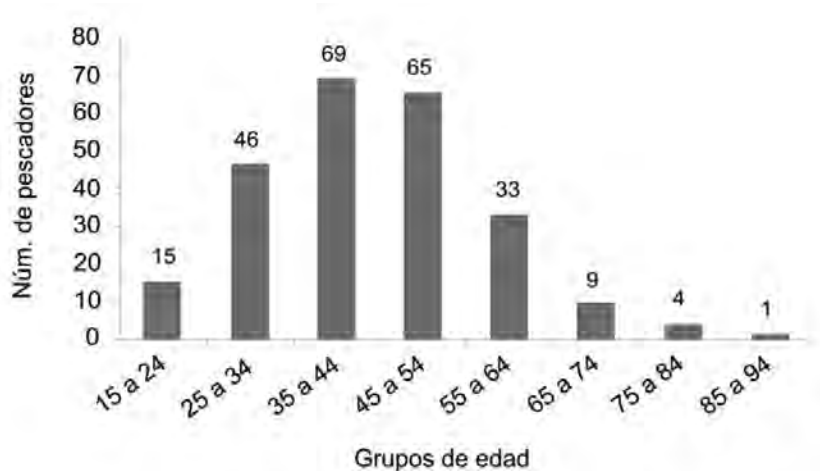


Fig. 59. Grupos de edad de los pescadores en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.

Escolaridad de los pescadores

El número de años promedio de escolaridad de los pescadores encuestados es de 5.18 años, que es inferior a las medias nacional y estatal, cuyas cifras son 8.15 y 7.16

años, respectivamente; este resultado refleja el número considerable de pescadores que dijeron ser analfabetos, y los escasos pescadores con estudios de bachillerato o preparatoria (9%), así como de licenciatura (1.65%). En cuanto a la tasa de analfabetismo para mayores de 15 años, 71.90% de los pescadores manifestó haber asistido a la escuela, mientras que 28.10% no recibió ningún tipo de instrucción primaria; de estos últimos, 52 no saben leer ni escribir, lo que equivale a 21.49% del total de los pescadores encuestados (Tabla 17).

Tabla 17
Escolaridad de los pescadores encuestados

<i>Escolaridad</i>	<i>Número de pescadores</i>	<i>Porcentaje</i>
Ninguno	68	28.10
Primaria inconclusa	32	13.22
Primaria terminada	78	32.23
Secundaria inconclusa	2	0.83
Secundaria terminada	36	14.88
Carrera técnica comercial	2	0.83
Preparatoria o bachillerato terminado	20	8.27
Licenciatura	4	1.65
Total	242	100.00

Importancia de la pesca en el ingreso de los pescadores

Para la mayoría de las personas encuestadas (90.91%), la pesca es la principal actividad a la que se dedican y les provee de los ingresos para cubrir cuando menos las necesidades más apremiantes; 9.09% se dedica a otras actividades para complementar sus ingresos, como en los servicios, la agricultura y la ganadería, en ese orden. Entre las actividades del sector servicios, mencionaron las de albañil, acuicultor, electricista y chofer, en ese orden.

Tenencia de la tierra y vivienda

Tradicionalmente las poblaciones de pescadores artesanales se ubican en las riberas de ríos y cuerpos de agua, así como en la zona costera, lo que trae como consecuencia que el pescador construya su vivienda en la zona federal, por lo que en esos casos no cuentan con documentos que comprueben la legal o legítima propiedad del terreno donde está construida su casa. Los resultados de la encuesta muestran que la mayor parte de las personas entrevistadas cuenta con vivienda propia (83.9%); los que no cuentan con ella viven en casas prestadas (9.5%), rentadas (2.9%), y 2.1% con familiares, el 1.6% no respondió.

Características de la vivienda

Las características de la vivienda están directamente relacionadas con la calidad de vida de sus ocupantes. Conforme al artículo 2° de la Ley de Vivienda publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 27 de junio de 2006¹.

Esta definición constituye la referencia para la presentación de los resultados en el presente apartado.

Piso de las viviendas

La mayor parte de las viviendas (91.7%) tiene pisos con recubrimiento de cemento sencillo, y algunos con losa o vitropiso, lo que ubica al sector pesquero del Sistema Lagunar de Alvarado por debajo de los niveles nacional y estatal (INEGI 2005).

Se realizó también una comparación de los resultados obtenidos en cuanto al tipo de piso de las viviendas de los pescadores de los diferentes municipios del sistema lagunar, con lo registrado por el INEGI (2005), en los ámbitos estatal y municipal. Los pescadores de Tlalixcoyan son los que tienen mayor rezago en este rubro (Tablas 18 y 19).

Tabla 18

Porcentaje de viviendas con pisos de tierra de los pescadores por cada uno de los municipios donde se realizó el estudio

<i>Municipio</i>	<i>Tipo de piso</i>			
	<i>Tierra (%)</i>	<i>Cemento (%)</i>	<i>Loseta (%)</i>	<i>Madera (%)</i>
Alvarado	6	88	2	4
Tierra Blanca	0	100	0	0
Ignacio de La Llave	0	100	0	0
Acula	0	100	0	0
Ixmatalhuacan	8	85	8	0
Tlalixcoyan	100	0	0	0

1. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública “Definición” en Vivienda (Actualización: 22 de febrero de 2006) www.diputados.gob.mx/cesop

Tabla 19

Comparativo del porcentaje de viviendas con piso de tierra, entre los pescadores de los diferentes municipios que conforman el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz y con relación a los promedios: nacional, estatal y municipal

<i>Sitio</i>	<i>Piso de tierra (%)</i>
Nacional	9.93
Estatad	20.16
Municipio de Alvarado	8.90
Pescadores de Alvarado	6.40
Municipio de Tierra Blanca	21.64
Pescadores de Tierra Blanca	0.00
Municipio de Ignacio de la Llave	22.39
Pescadores de Ignacio de la Llave	0.00
Municipio de Acula	23.47
Pescadores de Acula	0.00
Municipio de Ixmactlahuacan	15.00
Pescadores de Ixmactlahuacan	7.70
Municipio de Tlalixcoyan	18.00
Pescadores de Tlalixcoyan	100.00

Paredes de las viviendas

Según la clasificación del INEGI (2005), los materiales de construcción pueden ser agrupados en dos grandes rubros: *a)* materiales precarios como el cartón, láminas diversas y madera, que no brindan la seguridad ni el bienestar requerido para los habitantes, y *b)* materiales durables industrializados (block, ladrillo, tabique o cemento) que brindan mayores seguridad y comodidad para quienes las habitan. En la *tabla 20* se observa que de los seis municipios, en Tlalixcoyan 100% de las viviendas tiene paredes de materiales precarios; en contraparte, en las viviendas de los pescadores de los municipios de Tierra Blanca y Acula, 100% tiene paredes durables.

Tabla 20

Material de las paredes de las viviendas de los pescadores del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

<i>Municipio</i>	<i>Lámina de cartón (%)</i>	<i>Madera (%)</i>	<i>Lámina Zinc (%)</i>	<i>Block o tabique (%)</i>
Alvarado	3	5	6	86
Tierra Blanca	0	0	0	100
Ignacio de La Llave	0	25	0	75
Acula	0	0	0	100
Ixmactlahuacan	0	15	15	69
Tlalixcoyan	40	0	60	0

Techo de las viviendas

En el caso de los techos de las viviendas de los pescadores, predominan los materiales no durables o precarios. Cabe mencionar que en Tlalixcoyan exhiben una mayor precariedad en su material, siendo de lámina de cartón casi en 40% (Tabla 21).

Tabla 21
Material de los techos de las viviendas de los pescadores
del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

<i>Municipio</i>	<i>Lámina de cartón (%)</i>	<i>Madera (%)</i>	<i>Lámina (asbesto o zinc) (%)</i>	<i>Teja (%)</i>	<i>Concreto (%)</i>
Alvarado	2	1	80	0	16
Tierra Blanca	0	0	80	20	0
Ignacio de La Llave	25	0	75	0	0
Acula	0	0	73	0	27
Ixmactlahuacan	0	8	85	0	8
Tlalixcoyan	40	60	0	0	0

Servicios en las viviendas de los pescadores

El servicio más deficiente en las comunidades de pescadores es el drenaje, seguido por el de agua potable o entubada (Tabla 22).

Tabla 22
Porcentaje de viviendas según el tipo de servicio con el que cuentan
en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

<i>Población</i>	<i>Drenaje (%)</i>	<i>Serv. Sanitario (%)</i>	<i>Agua entubada (%)</i>	<i>Energía eléctrica (%)</i>
Nacional	84	90	85	94
Estatad	79	93	73	94
Alvarado	89	89	63	95
Pescadores de Alvarado	32	98	98	91
Tierra Blanca	87	88	72	95
Pescadores de Tierra Blanca	0	80	0	100
Ignacio de La Llave	82	85	38	93
Pescadores de Ignacio de la Llave	0	75	0	100
Acula	76	78	48	94
Pescadores de Acula	0	82	55	100
Ixmactlahuacan	81	81	50	88
Pescadores de Ixmactlahuacan	0	85	0	85
Tlalixcoyan	82	83	46	93
Pescadores de Tlalixcoyan	0	100	0	20

Bienes con los que cuentan los pescadores

En cuanto a bienes o equipamiento y enseres en el hogar, considerando el total de los pescadores encuestados, se observa que 95.0% de las viviendas cuenta con estufa, 77.7% con refrigerador, 74.4% con lavadora, 91.7% con televisor, 36.4% con servicio telefónico, 8.7% con teléfono celular y 48.3% con reproductor de DVD (Fig. 60 y Tabla 23).

En cuanto a otros bienes de mayor valor con que cuentan los pescadores, como es el caso de vehículo, ya sea *pick-up* o automóvil tipo sedán, los resultados de las encuestas muestran que 12% de los pescadores cuenta con dicho bien, y 2.1% con motocicleta.

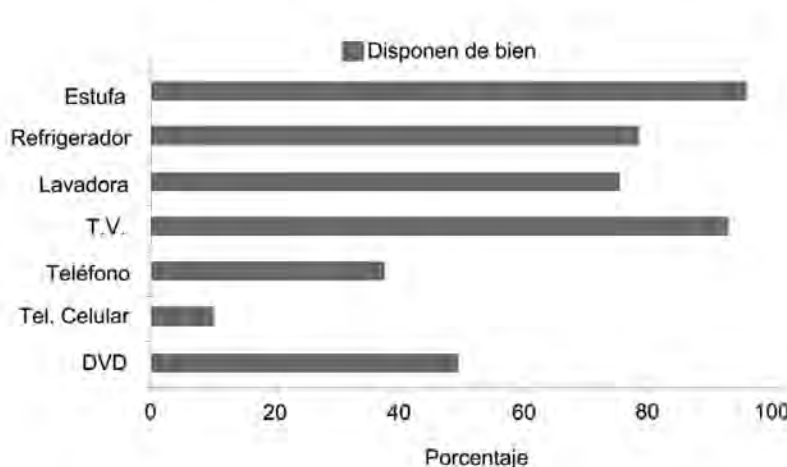


Fig. 60. Porcentaje de viviendas de los pescadores que cuentan con los enseres o bienes que se describen.

Grado de hacinamiento

Según el INEGI (2005), cuando el número de personas que duerme en un cuarto es mayor a dos, se considera que viven en condiciones de hacinamiento. El grado de hacinamiento promedio observado en el presente estudio varía en cada municipio, de tal forma que en Ignacio de la Llave, Acula y Tlalixcoyan, no lo presentan, y en Tierra blanca es mínimo (2.03 personas-habitación), en cambio, en Alvarado e Ixmatlahuacan se registraron los valores más altos (Fig. 61). El bajo hacinamiento que presentan los pescadores del sistema lagunar podría deberse principalmente a que en el medio rural disponen de terrenos más grandes, en comparación con el espacio que ocupan las viviendas en el medio urbano, lo cual contrasta con la disponibilidad de servicios como el agua potable y drenaje, que son menores en el medio rural.

Tabla 23
Porcentaje de viviendas según el tipo de bien con el que cuentan
en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

<i>Población</i>	<i>Refrigerador (%)</i>	<i>TV (%)</i>	<i>Lavadora (%)</i>
Nacional	77	88	61
Estatad	67	85	46
Alvarado	81	91	72
Pescadores de Alvarado	77	95	78
Tierra Blanca	78	90	55
Pescadores de Tierra Blanca	95	100	80
Ignacio de La Llave	65	82	47
Pescadores de Ignacio de La Llave	75	100	75
Acula	76	86	55
Pescadores Acula	27	36	27
Ixmattlahuacan	68	80	50
Pescadores Ixmattlahuacan	88	92	69
Tlalixcoyan	72	87	54
Pescadores Tlalixcoyan	20%	40	0

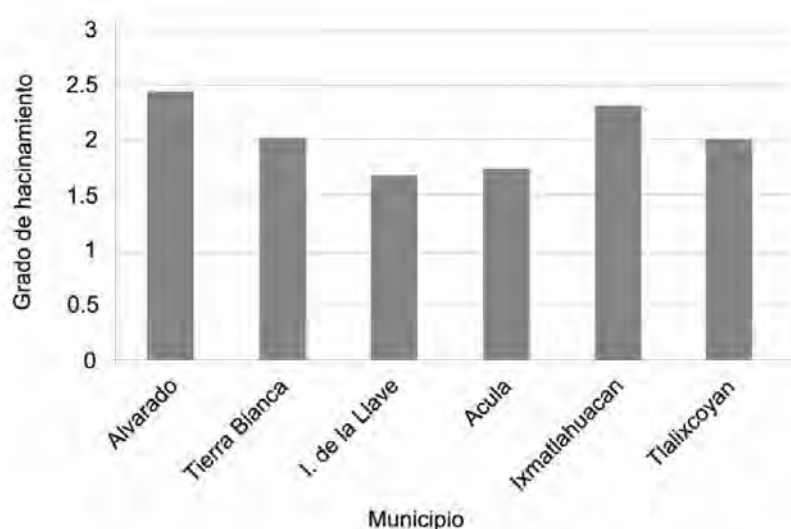


Fig. 61. Grado de hacinamiento de la población pesquera según el municipio donde se ubican, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz.

Pescadores con servicios de salud

De los pescadores, 23.55% está afiliado en algún servicio formal de salud, resultado que se ve muy influenciado por los pescadores que se ubican en la cabecera municipal de Alvarado que representan aproximadamente 54% del total encuestado. En realidad, los pescadores afiliados al IMSS o ISSSTE tienen algún hijo que es empleado de

gobierno o alguna empresa que los registran como derechohabientes; en contraste, los pescadores del medio rural, como por ejemplo Acula, en su mayoría están afiliados al Seguro Popular, servicio accesible al sector rural de alta marginación (Fig. 62).

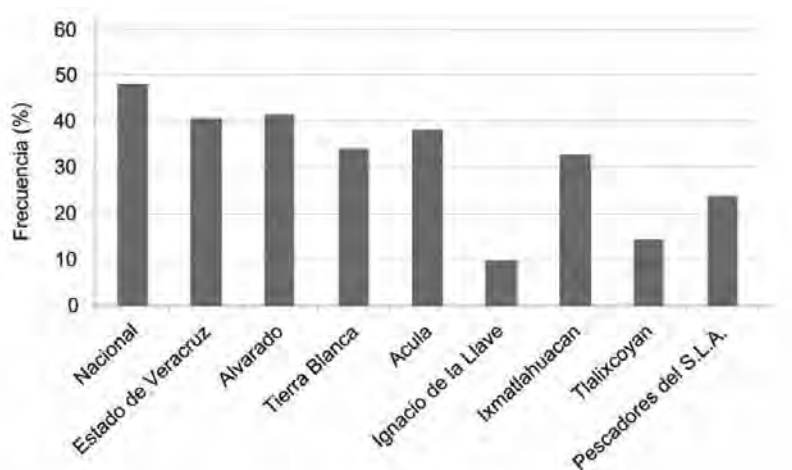


Fig. 62. Comparativo del porcentaje de la población con acceso a servicio de salud, entre el promedio de los pescadores del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, y los promedios: nacional, estatal, y municipal.

MANEJO PESQUERO

Para la formulación de la propuesta de manejo pesquero se desarrollaron 13 talleres de planificación participativa en los meses de septiembre de 2009 a febrero de 2010, a los cuales fueron convocados los diversos actores del área, lográndose la integración de 198 personas: 27 investigadores pertenecientes a seis instituciones académicas, 55 funcionarios de gobierno que laboran en 18 dependencias de los ámbitos federal, estatal y municipal, y 116 pescadores que representaron a 52 sociedades cooperativas y 37 permisionarios.

La propuesta de manejo pesquero está integrada por objetivos, acciones y reglas administrativas contruidos a partir de: 1) Identificación del problema y alternativas de solución, 2) Planificación y 3) Elaboración de la normatividad aplicable. A continuación se presentan los objetivos, líneas de acción (Tabla 24) y algunos aspectos de las reglas administrativas.

Tabla 24
Objetivos y líneas de acción del Plan de Manejo Pesquero
del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz

Fin 1. Contribuir a la conservación de los ecosistemas lagunares costeros del Golfo de México.		Fin 2. Contribuir a mejorar la calidad de vida de las comunidades pesqueras del Golfo de México.
<i>Propósito. Que la actividad pesquera en el Sistema Lagunar de Alvarado sea sustentable.</i>		
Componente 1. Las condiciones ambientales del sistema lagunar mejoran.	Componente 2. Las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento pesquero se recuperan y conservan.	Componente 3. El ingreso de los pescadores mejora.
Línea de acción 1.1. Controlar las fuentes contaminantes industriales.	Línea de acción 2.1. Controlar el esfuerzo pesquero.	Línea de acción 3.1. Consolidar la organización de los pescadores del sistema lagunar.
Línea de acción 1.2. Controlar las fuentes contaminantes municipales.	Línea de acción 2.2. Evaluar y monitorear las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento.	Línea de acción 3.2. Promover el desarrollo de actividades económicas complementarias en el sistema lagunar.
Línea de acción 1.3. Controlar las fuentes contaminantes agropecuarias.	Línea de acción 2.3. Instrumentar alternativas para incrementar la producción de las especies pesqueras	Línea de acción 3.3. Ocupar nuevos nichos de mercado atendiendo las diversas necesidades de los clientes.
Línea de acción 1.4. Controlar los asentamientos humanos en los márgenes del sistema lagunar.	Línea de acción 2.4. Eliminar las fuentes contaminantes generadas por la actividad pesquera.	
Línea de acción 1.5. Prevenir el impacto del cambio climático en el sistema lagunar.	Línea de acción 2.5. Promover el desarrollo de una cultura ambiental en la comunidad	

Componente 1. Las condiciones ambientales del sistema lagunar mejoran

Este componente está integrado por 26 acciones agrupadas en cinco líneas de acción (medios), de las cuales cuatro están relacionadas con el control de las fuentes contaminantes puntuales y difusas identificadas como la causa de la mala calidad del agua y de los sedimentos en el sistema lagunar. Una de las líneas está referida a la prevención del impacto del cambio climático en el sistema lagunar.

Las acciones que se han establecido para “Controlar las fuentes contaminantes industriales” parten de su identificación y su clasificación, la verificación por parte de las autoridades correspondientes, la instrumentación de un programa de monitoreo de las descargas y de un plan de contingencias, la elaboración de un manual del marco legal, la creación de un base de datos en tiempo real y la elaboración de reglamentos municipales que le permitan a las autoridades tomar acciones para que las industrias contaminantes dejen de descargar aguas crudas a lo largo de la cuenca.

Para “Controlar las fuentes contaminantes municipales”, las acciones contempladas tienen que ver con la celebración de convenios de coordinación específicos entre las instituciones y los ayuntamientos que conforman la cuenca, la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, la construcción de colectores y drenaje público, la instrumentación de programas de clasificación, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos, así como de educación ambiental en las comunidades del sistema lagunar.

Las acciones para “Controlar las fuentes contaminantes agropecuarias” consideran la identificación de los productores agrícolas y ganaderos que realizan actividades en zonas aledañas, la promoción del uso de fertilizantes y plaguicidas orgánicos, el establecimiento de centros de acopio de los envases de los agroquímicos, el uso de envases retornables, el rellenado de productos químicos y la realización de talleres sobre prácticas productivas amigables con el ambiente en los municipios del sistema lagunar.

En lo que se refiere a la línea de acción “Controlar los asentamientos humanos en los márgenes del sistema lagunar” su instrumentación se realizará a través de un programa de ordenamiento urbano en particular en los sitios identificados como críticos, por ser zonas de manglar (refugios de especies pesqueras), o de alto riesgo (propensos a inundarse); asimismo, consolidando en la zona el programa de incentivos forestales para la recuperación del manglar, y con el monitoreo y vigilancia por parte de las autoridades competentes.

Para “Prevenir el impacto del cambio climático en el sistema lagunar” se operará con estudios de hidrodinámica, una red de monitoreo hidrometeorológico, el mejoramiento de la infraestructura para atender a la población que se vea afectada por eventos adversos del cambio climático, obras para la retención de sedimentos en sitios degradados, la instrumentación de un programa de difusión sobre los riesgos derivados del cambio climático, así como la limpieza de canales para mejorar la circulación del agua, en los sitios donde se determine a partir del estudio de hidrodinámica.

Componente 2. Las poblaciones de las especies sujetas a aprovechamiento pesquero se recuperan y conservan

Para cumplir con el componente 2 se incluyeron 43 acciones agrupadas en cinco líneas relacionadas con el control del esfuerzo pesquero, dada la magnitud del problema generado por el gran número de pescadores ilegales que operan en el sistema lagunar. Asimismo, se contempla realizar una serie de estudios de monitoreo de las poblaciones de las principales especies pesqueras; instrumentar alternativas para incrementar la producción, eliminar las fuentes contaminantes generadas por la actividad pesquera y promover una cultura ambiental en las comunidades de pescadores.

Para “Controlar el esfuerzo pesquero” se realizará un estudio para caracterizar la pesca ilegal en cuanto al número de pescadores, embarcaciones, artes de pesca y

destino de la producción, así como la pesca de autoconsumo para estimar su valor. Además, se fortalecerá la vigilancia a través de la creación de un comité interinstitucional cuyo ámbito incluya tanto a pescadores como a los compradores de productos conocidos como tismiche (huevos y larvas de diversas especies), clavo y tachuela (juveniles de chucumite) y menudo (juveniles de diversas especies de escama), que son capturados violando la normatividad y que cuentan con un mercado. También se contempla realizar estudios para evaluar el impacto de las redes chucumiteras en la captura incidental del robalo juvenil, para evaluar la factibilidad técnica del uso de la red de tendal para la captura de camarón blanco y su impacto en la pesca incidental de otras especies, el diseño de sistemas alternativos para la captura combinando diferentes aberturas de malla en el mismo tendal, establecer programas gubernamentales de apoyo para la adquisición de artes de pesca que cumplan con las disposiciones legales y la capacitación de los pescadores en temas relacionados con la pesca responsable. Los resultados de los estudios realizados para operar este medio serán analizados conjuntamente con la información generada por los estudios contemplados en el medio que se describe a continuación para elaborar la propuesta de regulación, el establecimiento de cuotas y la actualización del Registro Nacional de Pesca.

Por lo que respecta a la línea de acción “Evaluar y monitorear las poblaciones de las especies pesqueras”, se propone operarla por medio de una serie de estudios para evaluar las poblaciones de robalo, chucumite, almeja, ostión, jaiba, lisa-lebrancha, camarón y especies de escama como cintilla, trucha, y mojarra entre otras, que permitan mantener actualizados los parámetros de crecimiento y mortalidad, así como el rendimiento máximo sostenible. Otra acción considerada es el fortalecimiento del vínculo entre los pescadores y las instituciones de investigación, para facilitar el intercambio de conocimientos y la retroalimentación en temas sobre biología y aspectos poblacionales de las especies pesqueras.

Por lo que respecta a “Instrumentar alternativas para incrementar la producción de las especies pesqueras”, se identificarán sitios para el desarrollo acuícola, se incrementarán los cultivos semiintensivos de ostión y almeja, y se realizarán estudios para determinar la viabilidad del aprovechamiento de otras especies nativas, el desarrollo de paquetes tecnológicos para el cultivo de especies nativas tanto para ornato como para alimentación, se integrará un cuerpo técnico de capacitación y asesoría en desarrollo acuícola y la rehabilitación de infraestructura acuícola.

Para la operación de la línea de acción “Eliminar las fuentes contaminantes generadas por la actividad pesquera”, se propone realizar acciones como: la sustitución de motores fuera de borda por otros ecológicos como los de cuatro tiempos, así como la verificación de éstos, eliminar el uso de venenos y explosivos que se emplean en algunos casos para la extracción de las especies, instrumentar programas para el manejo de residuos sólidos de la pesca, en los que se considere la separación, el acondicionamiento de áreas y uso de contenedores, y el transporte fuera de las áreas de reciba, así como probables procesos para obtener productos secundarios tales como harina de

pescado y las pieles de algunas especies de peces, la identificación de los sitios donde se llevan a cabo actividades de mantenimiento de las embarcaciones y la verificación del cumplimiento de la reglamentación correspondiente, así como la promoción del desarrollo de empresas chatarreras que se dediquen al reciclaje de embarcaciones.

Para instrumentar la línea de acción “Promover el desarrollo de una cultura ambiental en la comunidad”, se realizarán acciones de capacitación a los sectores pesquero, agrícola, ganadero, industrial y educativo sobre técnicas de manejo y conservación ambiental, así como de comunicación tales como ferias ambientales-pesqueras, y campañas de limpieza municipales en las que se asegure la participación de instancias de gobierno y público en general.

Componente 3. El ingreso de los pescadores mejora

Éste está integrado por 23 acciones agrupadas en tres líneas referidas a la consolidación de la organización de los pescadores del sistema lagunar, ya que se identifica precisamente la falta de ésta, como uno de los problemas relacionados con la insuficiencia del ingreso de los pescadores para cubrir las necesidades familiares. Otra de las líneas de acción se relaciona con la promoción del desarrollo de actividades económicas complementarias, para controlar la sobrepoblación de pescadores consecuencia de la falta de fuentes de empleo alternativas en el sistema lagunar; esto se ve reflejado en menores capturas por pescador e ingresos más escasos. La última línea de acción contemplada en este componente es la identificación y ocupación de nuevos nichos en el mercado, atendiendo las diversas necesidades de los clientes, es decir, aplicarse en los segmentos pequeños del mercado con necesidades específicas de productos pesqueros y capacidad económica para realizar la compra.

La línea de acción “Consolidar la organización de los pescadores del sistema lagunar” incluye la promoción del fortalecimiento de las organizaciones de pescadores a través de una mayor transparencia de sus gestiones pero respetando su autonomía, a la vez que capacitar y sensibilizar a los pescadores acerca de aspectos técnicos, jurídicos y financieros.

En cuanto a “Promover el desarrollo de actividades económicas complementarias en el sistema lagunar”, se proponen acciones como son: realizar un estudio para identificar alternativas económicas y el desarrollo de proyectos de ecoturismo principalmente en época de vedas; capacitar a los pescadores para fungir como guías ecoturísticos y prestar servicios de ecomuseo comunitario, para la instrumentación de Unidades de Manejo Ambiental (UMA), así como para el desempeño de diversos oficios como son: soldadura, electricidad, mecánica, carpintería, trabajos con fibra de vidrio, reparación de motores fuera de borda y mantenimiento de instalaciones. También se contempla capacitar a los pescadores para la elaboración de artesanías con materiales propios de la zona y destinar un espacio para su venta.

La línea de acción “Ocupar nuevos nichos de mercado atendiendo las diversas necesidades de los clientes” se instrumentará abriendo nuevos mercados, mejorando la calidad de los productos y agregando valor, como son: mejorar la sanidad e inocuidad, el procesamiento de los productos, la certificación por prácticas de pesca responsable, el estudio de mercados potenciales, la promoción del financiamiento compartido, el desarrollo tecnológico e infraestructura para el procesamiento y manejo de los productos pesqueros, y el desarrollo de cadenas productivas.

Consideraciones para el manejo pesquero del sistema lagunar

Es recomendable que para formalizar las acciones necesarias instrumentar en la propuesta de manejo antes descrita, se integren en las reglas administrativas que incluyan las disposiciones de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, las normas oficiales mexicanas y los acuerdos publicados en el *Diario Oficial de la Federación*, así como lineamientos complementarios que son necesarios para un mejor manejo de los recursos pesqueros en el sistema lagunar.

PERSPECTIVAS

La propuesta de manejo pesquero elaborada con la participación de los principales actores del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, representa la oportunidad de mejorar la situación de los recursos naturales del área y de las comunidades humanas que dependen de su aprovechamiento.

El hecho de que la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables reconozca la necesidad de abordar el manejo pesquero desde una visión integral, y que además disponga que se deban crear espacios para asegurar la participación de los usuarios en la toma de decisiones, hacen prever un futuro distinto y alentador para la pesca.

Para cumplir con estas nuevas disposiciones, el INAPESCA se fue a la raíz de los problemas observados, que son multicausales, y los aborda de una manera holista, haciendo hincapié en la construcción de espacios para la planificación participativa y en proyectar una senda de recuperación de los ecosistemas acuáticos y con ello transitar hacia la sustentabilidad de la actividad pesquera.

Como parte del proceso del manejo pesquero, la fase de evaluación permitirá asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos en diferentes ámbitos, por lo que será prioritario el monitoreo para la actualización de los indicadores ambientales, biológicos, pesqueros y socioeconómicos.

Lo anterior implica un mayor esfuerzo en todos los sentidos, así como la aplicación de estrategias múltiples, pero existe la convicción de que la difícil situación que se observa desde hace muchos años en la actividad pesquera en México y, en particular,

en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, sólo podrá enfrentarse con éxito si se hace de la sinergia una forma cotidiana y natural de trabajo para el manejo de los recursos pesqueros.

Será fundamental lograr la concertación entre las autoridades federales, estatales y municipales, y los pescadores, para la creación del comité de manejo, que tendrá un papel protagónico y determinante en la instrumentación y seguimiento del Plan de Manejo Pesquero. Asimismo, se contempla establecer un subcomité técnico integrado por instituciones de investigación, cuya finalidad será asegurar la disponibilidad de información técnica y científica actualizada de la situación ambiental y de los recursos pesqueros, así como de las condiciones económicas y socioeconómicas de las comunidades pesqueras, para la actualización del Plan de Manejo Pesquero.

REFERENCIAS

- ABBOTT RT. 1974. *American seashells*. Van Nostrand Reinhold Co. Nueva York, 663p.
- AGUIRRE LA y A Yáñez. 1986. Las mojarras de la laguna de Términos: taxonomía, biología ecológica y dinámica trófica. (Pisces: Gerreidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* 13(1): 369-444.
- BEDIA SC y JF López. 2008. *Peces de los Sistemas Costeros del Estado de Veracruz*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 508p.
- BERKES F, R Mahon, P McConney, R Pollnac y R Pomeroy. 2001. *Managing Small-scale Fisheries (Alternative Directions and Methods)*. International Development Research Centre (IDRC). Ottawa, Canada. 316p.
- CABRERA CM. 1977. Morfología de *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann (1836) en el bajo Papaloapan. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. 74p.
- CARVAJAL RJ. 1975. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos *Centropomus undecimalis* y *C. poeyi* en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Inst. Ocean. U. de Oriente* 56: 58-62.
- CERVIGÓN F, R Cipriani, W Fischer, L Garibaldi, M Hendrickx, AJ Lemus, R Márquez, JM Poutiers, G Robaina y B Rodríguez. 1992. Guía de campo de las especies Comerciales Marinas y de Aguas salobres de la Costa Septentrional de Sur América. FAO. 513p.
- CHÁVEZ H. 1963. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y constantino (*Centropomus* spp.) del estado de Veracruz. *Ciencia (Méx.)* 22(5): 141-161.
- CHÁVEZ LM, ME Alain y PV Hilda. 1989. *Biología de los peces del río San Pedro en vista de determinar su potencial para la piscicultura*. FUCID. 222p.
- CHÁVEZ LR, A Rocha R y A Ramírez R. 2005. Cambios en los ensamblajes de peces del Sistema lagunar de Alvarado (SLA), Veracruz, México. *Revista digital Universitaria*. 10 de agosto 2005. 6(8): 1067-6079. <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art79/int79.htm>
- CHAZARO-OLVERA S y V Coria-Olvera. 2001. Transporte de postlarvas de camarón (Caridea y Penaeidea), (Crustacea: Decapoda) en tres bocas de comunicación de sistemas costeros del Golfo de México. *Res. IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar*. San Andrés Isla, Colombia, 16 al 20 de septiembre de 2001.
- CHOUDHURY PC. 1970. Complete larval development of the Palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1936), reared in the laboratory. *Crustaceana* 18(2): 113-132.

- CIFUENTES-LEMUS JL, P Torres-García y M Frías M. 1995. *El océano y sus recursos VIII. El aprovechamiento de los recursos del mar*. Fondo de Cultura Económica. México. 168p.
- CONAPESCA. 2005. Metodología para la estimación y análisis de indicadores del esfuerzo pesquero. México.
- CONKEL D. 1993. *Cichlids of North and Central America*. T.F.H. Publications, Inc., EU.
- CONTRERAS F. 1985. *Las lagunas costeras mexicanas*. Centro de Ecodesarrollo/Secretaría de Pesca. México. 253p.
- COSTLOW JD. 1965. Variability in larval stages of the blue crab *Callinectes sapidus*. *Biol. Bull.* 128: 58-66.
- COSTLOW JD. 1967. The effect of salinity and temperature on survival and metamorphosis of megalops of the blue crab *Callinectes sapidus* Helgol. *Wiss. Meeresunter* 5: 84-97.
- COSTLOW JD y CG Bookhout. 1959. The larval development of *Callinectes sapidus* Rathbun reared in the laboratory. *Biol. Bull.* 116(3): 373-396.
- COURTENAY WR y HF Sahlman. 1978. Pomadasyidae. En: W Fischer (ed.). *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Western Central Atlantic (Fishing Area 31), Volume 4. FAO, Rome.
- DATTOLI HHE. 1983. Biología, ecología y aspectos poblacionales de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836) en el Río Actopan, Ver. y su aplicación al cultivo. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. México.
- DOF. 2006. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación, México. 25 de agosto de 2006.
- DOF. 2006. Acuerdo por el que se establecen épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas continentales de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación, México. 31 de marzo de 2010.
- ECHEVERRÍA RVS y R Rodríguez. 1993. Recurso almeja *Rangia cuneata* en la cuenca baja del Río Papaloapan. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, INAPESCA. 13p.
- FISCHER L y JA Espejo-Callado. 2004. *Mercadotecnia*. 3a. Edición. McGraw-Hill Interamericana. México.
- FRANCO LJ, R Chávez L, E Peláez R y C Bedia S. 1996. Riqueza ictiofaunística del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. *Rev. Zool (Núm. Esp.)* 9(2): 17-32.
- FUENTES CD. 1973. Contribución al conocimiento de la biología del robalo prieto (Pisces, *Centropomus poeyi* Chávez) en el área de Alvarado, Veracruz, México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* xxxiv: 369-421.
- GALLAWAY BJ y K Strawn. 1974. Seasonal abundance and distribution of marine fishes at a hot-water discharger in Galveston Bay, Texas. *Contrib. Mar. Sci.* 18: 1-137.
- GARCÍA-CUBAS A. 1981. Mollusks of a tropical system in the southern Gulf of México (Laguna de Términos, Campeche). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp.* 5: 1-182.
- GARCÍA-CUBAS A y M Reguero. 2007. *Catálogo ilustrado de moluscos del Golfo de México y Mar Caribe*. UNAM. 94p.
- GIFFORD CA. 1963. Some observations on the general biology of the land crab, *Cardisoma guanhumi* (Latreille) in south Florida. *Biol. Bull.* 123: 207-223.
- GIMÉNEZ E y M Acevedo. 1982. Relaciones morfométricas y talla de primera maduración del cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* Latreille en la ciénega de Zapata. *Rev. Inv. Pesq.* 7(3): 18-26.
- GOLDSTEIN RJ. 1988. *Cichlids of the world*. T.F.H. Publications Inc. Neptune City, EU.

- GONZÁLEZ L, JL Oviedo, JA Pech, JJ Villanueva, J Rivas y LE Martínez. 2008. Estudio sobre la distribución y crecimiento de almejas en la cuenca baja del río Papaloapan, Ver., México. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, INAPESCA..
- GRANADOS BAA. 1983. Aspectos reproductivos del “camarón prieto” *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman 1836) en la cuenca del río González, Tabasco, México (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 11(1): 1-22.
- GRANDE-VIDAL JM, J De J Rivas-Villegas y LE Schultz-Ruiz. 1999a. Diagnóstico y perspectivas de la pesquería de camarón blanco (*Penaeus setiferus*) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca. 42p.
- GRANDE-VIDAL JM, M Vargas-Molinar, JL Oviedo-Pérez y E Cruz-Suárez. 1999b. Selectividad del tendal para la captura de camarón blanco *Litopenaeus setiferus* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. Informe técnico (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. 56p.
- HERNÁNDEZ-TABARES I, C Quiroga-Brahms y J Rivas-Villegas. 2002. Estudio biológico y pesquero de los robalos (*Centropomus* spp.) del Sistema lagunar de Alvarado (1999-2001). Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca..
- HILL K. 2001. *Cardisoma guanhumi* (On-line). Consultado el 4 de diciembre de 2004 en la página http://www.sms.si.edu/IRLspec/Cardis_guanhu.htm .
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. II Conteo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- JIMÉNEZ-BADILLO ML, H Pérez, JM Vargas, JC Cortés y PA Flores. 2006. *Catálogo de especies y artes de pesca del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*. CONABIO-UV. 188p.
- KEYSER-SÁNCHEZ PV, L Reynoso F y C Chávez MR. 2007. Desarrollo gonádico en hembras de almeja gallo *Rangia cuneata* (Sowerby 1831) del Sistema lagunar de Alvarado. *VI Feria Internacional de Acuacultura y Pesca*. Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz.
- LLOYD R. 2001. The Illusive Great Land Crab (On-line). Consultado el 4 de diciembre de 2004.
- LORÁN NRM. 1996. Investigación biológico pesquero de los langostinos comerciales del centro y sur de Veracruz (Estudio de *M. acanthurus* y *M. carcinus* en Tlacotalpan y Alvarado, Ver. ene.-dic.-95). Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de la Pesca. 21p.
- LORÁN NRM y A Torres G. 1991. Captura de escama y langostino en las lagunas “Los Cocos”, “Los Planes” así como en el río Papaloapan, Mpio. de Cosamaoapan, Ver. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de la Pesca. 10p.
- LORÁN NRM y J Estrada G. 1995. Evaluación de la posibilidad de autorización de permiso de captura de escama de la proyectada Sociedad Cooperativa “Yorca Boca del Payte” S.C.L. (del 19 al 21 de diciembre de 1994). Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de la Pesca. 17p.
- LORÁN NRM y GF Escudero. 1999. Investigación técnica del recurso langostino en el estado de Veracruz para la obtención de tallas mínimas de captura. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca. 6p.
- LORÁN NRM y FR Martínez. 2002. Pesquería del langostino. *En: La pesca en el estado de Veracruz y sus perspectivas para su desarrollo*. SAGARPA-Instituto Nacional de la Pesca y Universidad Veracruzana, pp: 211-215.

- LORÁN NRM y FR Martínez I. 2003. Estimación de la tasa de mortalidad y de explotación del langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman 1836) en la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz de 1990 a 2000. *Res. x Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar*. 23 al 25 de octubre de 2003. Boca del Río, Veracruz.
- LORÁN NRM, AJ Valdez y GGF Escudero. 1993a. Algunos aspectos poblacionales de las jaibas *Callinectes* spp. en la Laguna de Alvarado, Ver. *Ciencia Pesquera* 10: 15-31.
- LORÁN NRM, I Aguirre C y C Morales D. 1993b. Proyecto Investigación biológico pesquera de los langostinos comerciales del Centro y Sur de Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de la Pesca. 38p.
- LORÁN NRM, FR Martínez I y M Garduño D. 2011. Crecimiento y mortalidad de chucumite (*Centropomus parallelus* Poey 1860) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. México. *Res. III Reunión de la Sociedad Mexicana de Pesquerías*. 16 al 20 de mayo, 2011, Mazatlán, Sinaloa.
- LORÁN NRM, FR Martínez I y AJ Valdez G. 2005a. Estimación de la captura por unidad de esfuerzo e índice de abundancia del robalo prieto (*Centropomus poeyi*) en la barra de Alvarado, Ver. (CPUE). Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca. 14p.
- LORÁN NRM, FR Martínez I y AJ Valdez G. 2005b. Algunos aspectos biológicos y de reproducción del stock pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) en la Laguna de Alvarado, Ver. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca. 11p.
- LORÁN NRM, FR Martínez I y AJ Valdez G. 2006a. Comparación de algunos aspectos biológicos y de reproducción del stock pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) en la Laguna de Alvarado Ver. del año 2005 con 2006. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca. 13p.
- LORÁN NRM, FR Martínez I y AJ Valdez G. 2006b. Estimación de la captura por unidad de esfuerzo e índice de abundancia del robalo prieto (*Centropomus poeyi*) en la barra de Alvarado, Ver. 2006. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca. 14p.
- LORÁN NRM, FR Martínez I y AJ Valdez G. 2007. Estudio biológico y pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi* Chávez 1961) y robalo blanco (*C. undecimalis* Bloch, 1792) en Alvarado y Tlacotalpan, Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, INAPESCA. 38p.
- LORÁN NRM, FR Martínez I, M Dionate G y VM Zárate N. 2009. Reproducción de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*Centropomus undecimalis*) en la Laguna de Alvarado Ver. (Período 2005-2008). *Res. Segundo Simposium Internacional sobre Biología y Cultivo de robalos*. Villahermosa, Tabasco, 13 al 15 de julio de 2009.
- LORÁN NRM, Palacios FMR, Martínez IFR, AC López y DE Córdova. 2002. Pesquería de Jaiba. *En: La pesca en el estado de Veracruz y sus perspectivas para su Desarrollo*. SAGARPA-Instituto Nacional de la Pesca y Universidad Veracruzana. México, pp: 203-206.
- MARGALEF R. 1975. Fitoplancton invernal de la laguna costera de Alvarado (México). *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 32(2): 381-387.
- MARTÍNEZ IFR. 2004. Estimación de parámetros de crecimiento de los langostinos *Macrobrachium heterochirus* (Wiegmann 1836), *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus, 1958) y *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836), en el estado de Veracruz. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar Núm. 1.

- MARTÍNEZ IFR, RM Lorán N, M Garduño D y VM Zárate N. 2010a. Estudio biológico y pesquero de robalo prieto (*Centropomus poeyi*) y robalo blanco (*C. undecimalis*), y estimación de fecundidad del robalo prieto en Alvarado. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, INAPESCA. 28p.
- MARTÍNEZ IFR, RM Lorán N, M Garduño D y VM Zárate N. 2010b. Estudio biológico y pesquero del chukumite (*Centropomus parallelus* Poey 1860) en Alvarado, Ver. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, INAPESCA. 27p.
- MARTÍNEZ IFR, RM Lorán N, M Garduño D y VM Zárate N. 2011a. Reproducción y talla de madurez sexual (L_{m50}) del chukumite (*Centropomus parallelus* Poey 1860) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. *Res. III Reunión de Sociedad Mexicana de Pesquerías*. Mazatlán, Sinaloa. 16-20 de mayo de 2011.
- MARTÍNEZ IFR, RM Lorán N, M Garduño D y VM Zárate N. 2011b. Estudio biológico y pesquero del chukumite (*Centropomus parallelus* Poey 1860) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. Informe de investigación (Documento interno). CRIP-Veracruz, INAPESCA. 26p.
- MILLER RR, WL Minckley y SM Norris. 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. CONABIO/SIMAC/ECOSUR-Chetumal. México. 559p.
- MOFFETT A, W McEachron y J Key. 1979. Observation of the biology of sand seatrout (*Cynoscion arenarius*) in Galveston and Trinity Bays. Texas. *Fl. St. Bd. Conserv. Tech. Ser.* 54: 18-31.
- MORÁN-SILVA A, J Franco L, R Chávez L, T Altamirano A y A De Sucre M. 1996. Aspectos generales del comportamiento hidrológico del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz, México. *Revista de Zoología, Número Especial* 2: 1-16.
- MUNCY RJ. 1984. Species profiles life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Atlantic). *US Wildlife Office, Publication No.* J1323491: 1-25.
- NAKAMURA I y NV Parin. 1993. FAO species catalogue. Snake mackerels and cutlassfishes of the world (Families Gempylidae and Trichiuridae). *FAO Fish. Synop.* 125(15): 1-136.
- NELSON JS. 1994. *Fishes of the world*. Wiley Sons., Nueva York. 600p.
- NIKOLSKI G. 1963. *The ecology of fishes*. Academic Press. New York.
- OLSEN LA. 1973. Food and feeding in relation to the ecology of two estuarine clams, *Rangia cuneata* (Gray) and *Polymesoda caroliniana* (Bose). M.S. Thesis. Florida State University, Tallahassee. 102p.
- OLSEN LA. 1976. Ingested material in two species of estuarine bivalves: *Rangia cuneata* (Gray) and *Polymesoda caroliniana* (Bose). *Proc. Natl. Shellfish. Assoc.* 66: 103-104.
- PALACIOS-FEST MR. 2002. *Jaiba. Biología y manejo*. AGT Editor, SA. 170p.
- PALACIOS-FEST MR, L Domínguez-Trejo, CE Coterro-Altamirano y E Arzate-Aguilar. 2000. Jaiba del Golfo de México y Mar Caribe. En: MÁ Cisneros-Mata, LF Beléndez-Moreno, E Zárate-Becerra, MT Gaspar-Dillanes, LC López-González, C Saucedo-Ruiz y J Tovar-Ávila (eds.). *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, pp: 745-772.
- PALACIOS-FEST M, G Gómez O, M Medellín A, I Hernández T, R Escartín H, C Quiroga B, y A González C. 2002. Diagnóstico de las principales pesquerías de la laguna de Tamiahua, para la elaboración de un plan de manejo. Informe técnico (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca.

- PAULY D y N David. 1980. An objective method for determining fish growth from length-frequency data. *ICLARM Newsletter* 3(3): 13-15.
- PEBLES JB. 1977. A rapid technique for molt skating in live *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture* 12: 173-180.
- PECH JA y B Álvarez. 2008. Análisis de la Pesquería del camarón (*L. setiferus*) en la Laguna de Alvarado, Ver. *Mem. IV Foro Científico de Pesca Ribereña*. Acapulco, Gro., 9 al 11 de septiembre de 2008.
- PECH PJA, M Lagunes, J Rivas y J Villanueva. 2009. Evaluación y Diagnóstico del camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Informe técnico (Documento interno). Dirección General de Investigación Pesquera en el Atlántico. INAPESCA.
- PÉREZ-FARFANTE I. 1969. Western Atlantic Shrimps of the genus *Penaeus*. *Fish Bull.* 67(3): 461-591.
- PORTILLA OE. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Sistema Lagunar Alvarado. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México. 19p.
- PORTILLA-CHOA E, AI Sánchez-Hernández, A Ortega-Argueta, A Juárez-Eusebio, HE Escobar-López, R Gutiérrez-García, JE Montejó-Díaz, BE Cortina-Julio, S Garza-Garza y C García-Hernández. 2003. Establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México: Bases para su Ordenamiento Ecológico y Social. Informe Técnico Semestral. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. 45p.
- POUNDS LS. 1964. The crabs of Texas. *Bull. Tex. Parks and Wildlife Department*. Texas. EU. 43: 1-22.
- RANDALL JE y R Vergara R. 1978. Gerreidae. *En: W Fischer (ed.). FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31). Vol. 2.*
- RAZ-GUZMÁN A, AJ Sánchez y LA Soto. 1992. *Catálogo ilustrado de cangrejos braquiuros y anomuros (Crustacea) de Laguna de Alvarado, Veracruz, México*. Cuadernos del Instituto de Biología 14. UNAM. México. 51p.
- REGUERO M y A García-Cubas. 1988. Moluscos de la Laguna de Alvarado, Veracruz: sistemática y ecología. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 16(2): 279-306.
- REGUERO M y A García-Cubas. 1989. Moluscos de la Laguna de Alvarado, Veracruz: sistemática y ecología. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 16(2): 279-306.
- REGUERO M y A García-Cubas. 1991. Moluscos de la Laguna Camaronera, Veracruz, México: sistemática y ecología. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 18(1): 1-3.
- REPETTO CM. 2002. Infraestructura portuaria. *En: La Pesca en Veracruz y sus perspectivas de desarrollo*. 2002. SAGARPA-Instituto Nacional de Pesca y Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., pp: 260-276.
- RESÉNDEZ MA. 1973. Estudio de los peces de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34: 183-281.
- RIVAS-VILLEGAS JJ, OL González, JL Oviedo P y LB Álvarez. 2007. Distribución de tallas, densidad y pesquería de los moluscos bivalvos en la cuenca baja del Río Papaloapan. Informe técnico (Documento interno). CRIP-Veracruz, INAPESCA. 25p.

- ROBINS CR y GC Ray. 1986. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston, EU. 354p.
- ROGERS P y A García-Cubas. 1981. Gonadic changes at histological level of *Rangia cuneata* (Gray 1831) in Pom, Campeche. México (Mollusca: Bivalvia). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 8: 1-20.
- ROTHSCHILD BJ y JA Gulland. 1982. Interim report of the workshop on the scientific basis for the management of penaeid shrimp. Key West, Florida November 1981. *NOAA. Tech. Memorandum NMFS-SEFC*, pp: 6-69
- SAGARPA. 2004. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2003. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México.
- SAGARPA. 2007. Anuario estadístico de Pesca y Acuicultura 2006. México.
- SEMARNAP. 1998. Anuario Estadístico de Pesca 1997. México. 241p.
- SCHELSKE C y E Odum. 1961. Mechanisms maintaining high productivity in Georgia Estuaries. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.* 14: 75-80.
- SHERIDAN PF, DL Trimm y BM Baker. 1984. Reproduction and food habits of seven northern Gulf of Mexico fishes. *Contrib. Mar. Sci.* 27: 175-204.
- SHLOSSMAN P y M Chittenden Jr. 1981. Reproduction movement and population dynamics of the sand seatrout, *Cynoscion arenarius*. *Fish. Bull.* 79(4): 649-669.
- SPARRE P y SC Venema. 1985. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. 306(1): 1-420.
- STEWART VN. 1985. Snook. Fla. Department of Natural Resources, Bur. Marine research. Sea-stats No. 6. 6p.
- SUTTER FC y TD McIlwain. 1987. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of Mexico) -sand seatrout and silver seatrout. *US. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep.* 82(11.72). US. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4. 16p.
- TAGATZ ME. 1968. Biology of the blue crab, *Callinectes sapidus* Rathbun, in the St. Johns River, Florida. *Fish. Bull.* 67(1): 17-33.
- TAISSOUN EN. 1974. El cangrejo de tierra *Cardisoma guanhumi* (Latreille) en Venezuela. *Bol. Cent. Invest. Biol.* 10: 9-36.
- TENORE KR, DB Horton y TW Duke. 1968. Effects of bottom substrate on the brackish water bivalve *Rangia cuneata*. *Chesapeake Sci.* 9(4): 238-248.
- THOMPSON WF y FH Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effects of changes in intensity upon total yield on yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. Comm.* 8: 1-49.
- TORRES OBR y A Kobelkowsky D. 1991. *Los peces de México*. AGT. 235p.
- VÁZQUEZ LH y F Álvarez. 2008. Efectos del rizocéfalo *Loxothylacus texanus* Boschma 1933, sobre *Callinectes rathbunae* Contreras 1930. *Revista BIOCOT* : 1-6.
- WAKIDA-KUSUNOKI AT y CL MacKensie Jr. 2004. *Rangia cuneata*, *R. flexuosa* y *Polymesoda caroliniana*, in Eastern Mexico: Distribution, Biology and Ecology, and Historical Fisheries. *Mar. Fish. Rev.* 66(3): 13-20.
- WILLIAMS AB. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). *Fish. Bull.* 702(3): 685-798.
- WILLIAMS AB. 1984. Shrimps, lobster and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States Maine to Florida. *Smithsonian Inst.* 1: 53-54.

- WINFIELD I, E Escobar-Briones y F Álvarez. 2001. Crustáceos peracáridos asociados a praderas de *Ruppia maritima* (Ruppiaceae) en la Laguna de Alvarado, México. *An. Inst. Biol., Ser. Zool. Univ. Nal. Autón. México* 72: 29-41.
- WINFIELD I, S Cházaro-Olvera y F Álvarez. 2007. ¿Controla la biomasa y pastos marinos la densidad de los peracáridos (Crustacea: Peracaridae) en lagunas tropicales? *Revista de Biología Tropical* 55(1): 45-53.

Sustentabilidad y pesca responsable en México

Evaluación y manejo

se terminó de imprimir en septiembre de 2014

en los talleres de Ediciones de la Noche

Madero # 687, Col. Centro

Guadalajara, Jalisco, México.

El tiraje fue de 1000 ejemplares.

www.edicionesdelanoche.com