

# Efectos de la Pesca de Arrastre en el Golfo de California

Editores:  
Juana López Martínez  
Enrique Morales Bojórquez



SAGARPA



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



CONACYT



SAGARIFA





# Efectos de la Pesca de Arrastre en el Golfo de California

Editores:

Juana López Martínez  
Enrique Morales Bojórquez



**EFFECTOS DE LA PESCA DE ARRASTRE EN  
EL GOLFO DE CALIFORNIA**

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin la autorización previa y por escrito de los titulares del derecho de autor.

Derechos reservados©

**Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.**

Mar Bermejo No. 195 C.P. 23090

Col. Playa Palo de Santa Rita

La Paz, Baja California Sur, México

**Fundación Produce Sonora, A.C.**

Veracruz local 5, 6 y 7 entre Reyes y Escobedo Col. San Benito  
Hermosillo, Sonora.

Maquetación y Edición editorial  
Arte Visual Impreso

Diseño Gráfico Editorial y portada  
DG. Gerardo Hernández García

Fotografía Portada  
Enrique Morales Bojórquez

Primera Edición: Febrero 2012

Impreso en:

Ediciones de la Noche

Madero Núm. 687

Guadalajara, Jalisco, México

C.P. 44100

ISBN: 978-607-7634-08-9

## **PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO**

El libro “Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California” nace como resultado del proyecto “Impacto de las actividades pesqueras en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California” apoyado por Fundación Produce Sonora, A. C. La edición estuvo a cargo de la Dra. Juana López Martínez y el Dr. Enrique Morales Bojórquez. En este documento se integra la visión y conocimiento de especialistas de diversas instituciones, así como resultados de sus proyectos de investigación.

Las referencias bibliográficas aparecen al final de cada capítulo tal y como fueron presentadas por los autores.

## **CITA DE ESTE DOCUMENTO**

### **Para citar el libro:**

López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E. (Ed.) 2012. Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, p. 466

### **Ejemplo para citar capítulo:**

Villaseñor-Talavera, R. (2012). Pesca de camarón con sistema de arrastre y cambios tecnológicos implementados para mitigar sus efectos en el ecosistema. p. 281-314. En: Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. López-Martínez, J. y Morales-Bojórquez, E. (Ed.), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, 466 p.



## PRESENTACIÓN

Las actividades humanas, directa o indirectamente, son una de las principales causas de cambios en la diversidad y han sido referidas en el pasado como temas ambientales críticos. El conocimiento de cómo las perturbaciones humanas afectan la biodiversidad marina, puede proveer señales de los síntomas de cambio inducidos por el hombre en los ecosistemas marinos. Solas o combinadas, estas actividades humanas pueden conducir a alteraciones de los flujos de energía, perturbaciones y muchas otras alteraciones en la estructura y función de los ecosistemas. Preocupan las repercusiones de estas actividades sobre la capacidad de recuperación de los ecosistemas, es decir, la capacidad de seguir sosteniendo y mantener una comunidad biológica equilibrada, integrada y adaptable, que tiene una composición, diversidad y organización funcional de especies comparable a la de entornos naturales similares de la región. Estas preocupaciones han dado lugar a una demanda social de una ordenación pesquera basada en los ecosistemas, que supone la conservación de las estructuras, los procesos y las interacciones de los ecosistemas a través de prácticas de utilización sostenible.

En ese marco de referencia, la pesca de arrastre de fondo (entendiéndose como aquella que se ejecuta con redes que son arrastradas sobre el fondo), ha sido señalada a nivel internacional como aquella que más impactos genera en el hábitat del fondo del mar en todo el mundo. Sin embargo, también se ha encontrado que dichos impactos no son uniformes, ya que dependen de la distribución espacial y temporal de la pesca y varían con el tipo de hábitat y el medio ambiente en que se producen.

En el Golfo de California, México se lleva a cabo una de las pesquerías más importantes de México, la pesca de arrastre de camarones peneidos, misma que ha sido motivo de preocupación por los diferentes actores involucrados, y si bien se han hecho algunas investigación previas, la mayor parte de la información que se ha generado recientemente no esta disponible o se encuentra fragmentada, haciendo difícil su uso en el manejo del recurso. En este escenario, resulta urgente dedicar esfuerzo, personal y recursos al análisis de los efectos de la pesca de arrastre sobre los ecosistemas y al diseño de estrategias y métodos para incorporar

dicho conocimiento a los esquemas de administración y manejo.

Más aún, es claro que, tal como sucede para otras actividades primarias, el tema de los efectos de la pesca en los ecosistemas marinos debe formar parte de la percepción generalizada de lo que es la pesca, para ser incluido a futuro como un elemento más a considerar en los diversos ámbitos que tienen que ver con el sector pesca, incluyendo aspectos legales y normativos, la planeación pública o empresarial y las iniciativas de desarrollo sustentable. En este sentido, la importancia de la presente obra va más allá de una pieza de literatura científica o de referencia y constituye, más bien, un medio para acercar al público interesado al tema de la pesca de arrastre y sus impactos en los recursos marinos.

**Dr. Sergio Hernández Vázquez**

Director General

Centro de Investigaciones

Biológicas del Noroeste, S.C.

La Paz, B.C.S., Febrero del 2012



## PRÓLOGO

En respuesta a las preocupaciones públicas mundiales, los países por medio de la FAO y de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo (Sudáfrica) en 2002, han promovido un enfoque de las políticas normales y la ordenación que no se centre solamente en las distintas poblaciones ícticas, sino que tenga en cuenta a los ecosistemas. Entre las metas que se declararon resaltan las siguientes: 1) *Lograr para el año 2010, la aplicación del enfoque basado en el ecosistema, observando la Declaración de Reikiavik, sobre pesca responsable en el ecosistema marino, y lo pertinente en la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB); 2) Lograr que para aquellas poblaciones agotadas, a más tardar, para el año 2015, se mantengan las poblaciones de peces, o se restablezcan a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible; 3) Lograr cumplir con el Plan de Acción Internacional para la gestión de la capacidad de pesca acordado en la FAO para el año 2005, y el Plan de Acción Internacional para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal para el año 2004; 4) Lograr para el año 2012, con base en información científica, cerrar zonas en algunas épocas del año, para proteger los períodos y lugares de cría y reproducción de la fauna marina; y 5) Lograr para el año 2012, el establecimiento de una red representativa de áreas marítimas protegidas.*

A casi 10 años de dicha cumbre, la mayor parte de las metas en el medio marino aun no se han cubierto. Lo anterior puede ser debido a una combinación de factores, incluyendo falta de voluntad política, falta de capacidades o falta de conocimiento, ya que para ello es necesario un mejor conocimiento y seguimiento de toda la serie de procesos en los que influye o ha influido la pesca, información que se caracteriza por estar desarticulada y ser escasa.

Actualmente algunos de los objetivos más importantes de la ordenación pesquera son mitigar los efectos en los hábitats, las comunidades marinas y las interacciones ecológicas (tales como las relaciones entre el depredador y la presa), así como los efectos que ejercen en la pesca las actividades humanas. En particular, la pesca de arrastre afecta a los hábitats del fondo del mar en todo el mundo. Sin embargo, esas consecuencias no son uniformes, ya que dependen de la distribución espacial y temporal de la pesca y varían con el tipo de hábitat y el medio ambiente en que se producen.

El impacto del arrastre efectuado por las redes camaroneras ha sido un tema de gran relevancia y preocupación en el ámbito internacional

y nacional, y se han hecho y se siguen haciendo diversos intentos para tratar de minimizar los impactos adversos. Prueba de ello son los diversos talleres multinacionales que se han llevado a cabo auspiciados por la FAO en 1997, 2000, 2003, 2007, 2010; encaminados a encontrar soluciones al problema de la captura incidental de camarón, comúnmente conocida como fauna acompañante de camarón (FAC). Sin embargo, los efectos pueden estar asociados también al hábitat de las especies bentónicas y sésiles en sí, esto es el fondo marino.

En la pesca de arrastre de camarón efectuada en el Océano Pacífico mexicano para que las redes de arrastre de camarón funcionen correctamente, se usan puertas de diversos materiales metálicos (acero, acero y madera), que varían entre 250 y 400 kg, además de cadenas en la relinga inferior, cuyo peso varía según el tipo de red y fondo, mismas que se entierran en el fondo y cuyas consecuencias son desconocidas. Las artes de pesca de arrastre del fondo hacen que las capas superiores del hábitat sedimentario vuelvan a quedar en suspensión y de este modo movilizan nuevamente los nutrientes, contaminantes y partículas finas dentro de la columna de agua. Todavía no se ha determinado el efecto ecológico de estos disturbios pesqueros.

El presente libro pretende concentrar y recopilar el avance del conocimiento sobre el tema de los efectos de las redes de arrastre sobre los ecosistemas marinos del Golfo de California. Este está dividido en tres secciones: la primera es una recopilación de investigaciones que se efectuaron o se están efectuando y aborda aspectos tan amplios como la relación camarón:fauna de acompañamiento, hasta análisis de variabilidad genética de las especies explotadas, dinámica poblacional de especies componentes de la FAC, efectos de los arrastres en los fondos marinos, entre otros. En la segunda sección se presentan avances en materia tecnológica sobre las artes de pesca y sobre el uso de la FAC; y en una tercera sección se abordan aspectos del manejo pesquero, propuestas de mecanismos de manejo orientadas a la preservación del recurso camarón y de la diversidad biológica, así como la visión del Sector Pesquero directamente involucrado en el uso del recurso.

**Juana López Martínez y Enrique Morales Bojórquez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Como toda obra literaria, en el desarrollo del presente trabajo intervino más de una persona. Agradecemos profundamente el apoyo de los revisores anónimos, cuya función es trascendental para el desarrollo de una buena obra. Así mismo, a los Dr. Daniel Lluch Belda y Miguel Ángel Cisneros Mata por la revisión del libro. A la Fundación Produce Sonora vía el proyecto 1413 por el apoyo recibido en la impresión del presente documento. Al Dr. Sergio Hernández Vázquez, Director General del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. por la confianza depositada en sus investigadores y las facilidades otorgadas para el desarrollo de nuestro trabajo. A los autores de los diversos capítulos del libro, investigadores y actores con profundo conocimiento de la pesca de camarón en México. Agradecemos igualmente el apoyo logístico en la edición del documento de los c. Dr. Carlos Rábago Quiroz y Martha Patricia Mora Flores del CIBNOR, así como al Ing. Armando Hernández López por la edición final de las figuras de todo el libro. A DG. Gerardo Hernández García, por el apoyo gráfico editorial de este documento y salida digital para impresión.



## CONTENIDO

<b>Presentación</b>	5
<b>Prólogo</b>	7
<b>1. AVANCES EN INVESTIGACIÓN</b>	
1.1. ASPECTOS GENERALES	
1.1.1. Efectos de la pesca de arrastre del camarón en el Golfo de California. Síntesis de las investigaciones desarrolladas por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC. J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, N. Hernández-Saavedra, E. Serviere-Zaragoza, J. Rodríguez-Romero, C. H. Rábago-Quiroz, G. Padilla-Arredondo, S. Burrola-Sánchez, D. Urias-Laborín, R. Morales-Azpeitia, S. Pedrín-Aviles, L. F. Enríquez-Ocaña, M. O. Nevárez-Martínez, A. Acevedo-Cervantes, E. Morales-Bojórquez, M. del R. López-Tapia, J. Padilla-Serrato	15
1.2. FAUNA DE ACOMPAÑAMIENTO DEL CAMARÓN	
1.2.1. Variación de la relación camarón: fauna de acompañamiento en la pesquería de camarón industrial del Golfo de California. J. López-Martínez, S. Hernández-Vázquez, R. Morales-Azpeitia, M. O. Nevárez-Martínez y C. Cervantes-Valle, J. Padilla-Serrato	27
1.3. SISTEMÁTICA	
1.3.1. Macroalgas en redes de arrastre para camarón en fondos marinos del Golfo de California. E. Serviere-Zaragoza, A. Mazariegos-Villareal, A. R. Rivera-Camacho, J. López-Martínez y A. Piñón-Gimate.	49
1.3.2. Elenco taxonómico de los peces acompañantes de la captura de camarón en la porción oriental del Golfo de California. J. Rodríguez-Romero, J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, S. Hernández-Vázquez y A. Acevedo-Cervantes.	71

- 1.3.3. **El papel ecológico de los peces en una zona de manglar de la costa occidental de Baja California Sur, México.** J. Rodríguez-Romero, L. López-González, F. Galván-Magaña, F. J. Gutiérrez-Sánchez, J. López-Martínez, R. Inohuyé-Rivera y J. C. Pérez-Urbiola. 93
- 1.4. **DINÁMICA POBLACIONAL**
- 1.4.1. **Biomasa y biología reproductiva de especies clave en la fauna de acompañamiento del camarón, en las costas de Sonora, durante un periodo de veda.** E. Ruiz-Villa, J. López-Martínez y A. Acevedo-Cervantes. 115
- 1.4.2. **Estimación de abundancia de los lenguados capturados incidentalmente por embarcaciones camaroneras y su posible competencia con la flota ribereña en el Golfo de California.** C. H. Rábago-Quiroz, J. López-Martínez, M. O. Nevárez-Martínez. 137
- 1.4.3. **Crecimiento y mortalidad natural de *Pseudupeneus grandisquamis* (Gill, 1863) y *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) en el Golfo de California.** R. Morales-Azpeitia, J. López-Martínez, M. O. Nevárez-Martínez, J. T. Ponce-Palafox. 153
- 1.4.4. **Dinámica poblacional del pez guitarra (*Rhinobatus* spp.), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California.** I. M. Abascal-Monroy, J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, J. E. Valdez-Holguín y C. Cervantes-Valle. 169
- 1.4.5. **Aspectos poblacionales del camarón mantis (Stomatopoda: *Squilla* spp.) componente de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.** E. A. Arzola-Sotelo, J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia y J. E. Valdéz-Holguín. 187
- 1.4.6. **Aspectos poblacionales del pez cochito *Balistes* (Steindachner, 1876) como componente de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California, México.** Juana López-Martínez, Eloísa Herrera-Valdivia, Cintya Alejandra Nevárez-López y Jesús Rodríguez-Romero. 205

1.5.	ESTUDIOS GENÉTICOS	
1.5.1.	Estudios genéticos de algunas especies recurrentes en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California: el chupalodo <i>Porichthys analis</i> (Hubbs y Schultz, 1939). O. González-Ochoa, D. I. Rojas-Posadas y N. Y. Hernández-Saavedra.	217
1.6.	FONDOS MARINOS	
1.6.1.	Dispersión de sedimento por efecto de redes de arrastre en la zona marina frente a “El Choyudo”, Municipio de Hermosillo, Sonora, México. G. Padilla-Arredondo, M. S. Burrola-Sánchez, D. Urias-Laborín, S. Pedrín-Avilés y M. del R. López-Tapia.	241
1.6.2.	Granulometría y materia orgánica de áreas pesqueras rastreables y no rastreables en la costa central de Sonora, México. S. Pedrín-Avilés, J. López-Martínez, P. García-Hinostro.	261
2.	DESARROLLO TECNOLÓGICO	
2.1.	TECNOLOGÍA DE CAPTURAS	
2.1.1.	Pesca de camarón con sistema de arrastre y cambios tecnológicos implementados para mitigar sus efectos en el ecosistema. R. Villaseñor-Talavera.	281
2.1.2.	Aplicación y evaluación del sistema de pesca de arrastre selectivo, por popa en embarcaciones menores, para la captura de camarón y protección a la vaquita marina en el Alto Golfo de California. F. Medina-Carrillo, S. P. Padilla-Galindo, J. T. Nieto-Navarro.	315
2.2.	TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS	
2.2.1.	Uso y aprovechamiento del camarón de profundidad de la fauna de acompañamiento. L. Ocampo.	339
3.	ASPECTOS DE MANEJO	
3.1.	CAMARÓN	

3.1.1. Propuesta de manejo para la pesquería de camarón azul ( <i>Litopenaeus stylirostris</i> ) en el alto Golfo de California. A. R. García-Juárez.	355
3.1.2. Distribución y abundancia de camarón café ( <i>Fanfantepeanaeus californiensis</i> ) en el norte de Sinaloa, México. E. Morales-Bojórquez, J. Madrid-Vera, J. G. Díaz-Uribe, H. Aguirre-Villaseñor, A. Liedo-Galindo, D. Chávez-Herrera, J. Melchor-Aragón, H. Muñoz-Rubí y A. Hernández-López.	385
3.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	
3.2.1. Áreas marinas protegidas del Golfo de California para mitigar los efectos de la pesca de arrastre en la biodiversidad: Limitaciones y propuesta de nuevo enfoque. L. Bourillón y J. Torre.	399
3.3. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	
3.3.1. La sobrecapitalización de las pesquerías en México: El caso de la sardina y camarón de altamar. J. R. Químbar-Acosta.	413
3.3.2. Caracterización socioeconómica de la pesquería de camarón en Puerto Peñasco, Sonora. X. Vega-Amaya.	429
3.4. SECTOR PRODUCTIVO	
3.4.1. Visión de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAINPES) Delegación Sonora, en torno al tema de la afectación de la red de arrastre camaronera en el fondo marino en el Golfo de California. S. Lizárraga-Saucedo y L. Tissot-Plant.	449
3.4.2. Mercado del Camarón. Perspectivas. J. A. Castillo-Leyva.	459



## CAPÍTULO 11

## Aspectos poblacionales del pez cochito *Balistes polylepis* (Steindachner, 1876) como componente de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California, México.

Juana López-Martínez<sup>1\*</sup>, Eloísa Herrera-Valdivia<sup>1</sup>,  
Cintya Alejandra Nevárez-López<sup>1,2</sup> y Jesús Rodríguez-Romero<sup>3</sup>

## RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo analizar las estructuras de tallas, crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento de *Balistes polylepis*, una especie capturada frecuentemente en las operaciones de arrastre de barcos camaroneros en el Golfo de California.

Se analizó un total de 1696 organismos colectados en barcos camaroneros de la flota que opera en el Golfo durante los meses de agosto de 2004 a marzo de 2005. La talla mínima colectada fue de 35 mm y el máximo de 325 mm de longitud total. Se observó que la mayor parte de los organismos de *B. polylepis*, son organismos de tallas pequeñas, predominando las tallas de 40 a 90 mm, así mismo, en las estructuras de tallas se identificó al menos 4 cohortes, mismas que fueron confirmadas con los análisis de Bhattacharya. El coeficiente instantáneo de crecimiento mostró un crecimiento moderado ( $k=0.51/\text{anual}$ ) correspondiente a organismos de una longevidad de 5.5 años, la longitud asintótica estimada fue de  $L_{\infty}=67$  cm. La mortalidad natural  $M=0.83/\text{año}$ . Las implicaciones hacia

**Palabras clave:**  
*Balistes polylepis*  
Golfo de California  
Captura incidental  
Parámetros  
poblacionales

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Campus Guaymas. Km. 2.35 Camino al Tular, Estero de Bacochibampo. CP. 85465. Guaymas, Sonora, México.

<sup>2</sup>Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS). Licenciatura en Biología. Luis Donaldo Colosio s/n. CP. 83000. Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR). Mar Bermejo 195. Col. Playa Palo de Santa Rita. CP. 23090. La Paz, Baja California Sur, México.

\*Autor de correspondencia: E-mail: jlopez04@cibnor.mx

la población de la captura de las tallas pequeñas por los barcos camaroneros son aún desconocidas, debido a que es necesario contar con información adicional, tal como talla de primera madurez sexual, abundancias totales y específicas a talla, distribución de la especie para poder dilucidar de forma adecuada las consecuencias de su captura.

## INTRODUCCIÓN

El camarón es el recurso pesquero más importante de las costas del océano Pacífico mexicano, siendo en las costas de los estados de Sonora y Sinaloa donde se extraen los mayores volúmenes de captura. Aunque la actividad pesquera va dirigida al camarón como especie objetivo, se capturan cantidades importantes de otras especies, la mayoría de ellas con escaso o nulo valor comercial, que en conjunto son conocidas como fauna de acompañamiento de camarón (FAC) (Pérez-Mellado y Findley 1985). Algunas de las especies integrantes de esta FAC son retenidas a bordo y comercializadas o usadas para consumo de la tripulación, mientras que la gran mayoría son regresadas al mar, hecho cuyas implicaciones en el ecosistema son desconocidas. Se sabe que esta FAC está integrada en al menos 60-70% de especies de peces, de los cuales son escasos o nulos los conocimientos sobre su biología (López-Martínez *et al.* 2010).

El cochito *Balistes polylepis* es una especie que forma parte del grupo de peces que son retenidos a bordo debido a su valor comercial, y a pesar de ello es escaso el conocimiento que existe sobre el mismo, salvo los trabajos de alimentación y taxonómicos existentes (Abitia-Cárdenas *et al.* 1990, Aburto-Oropeza y Balart 2001), se sabe que está presente en arrecifes rocosos, en la plataforma continental, los adultos son demersales y los juveniles pelágicos (Eschmeyer 1983) se alimenta de pepino de mar, pequeños crustáceos y moluscos (Abitia-Cárdenas *et al.* 1990, Humann y Deloach 1993). Sin embargo, se desconocen muchos aspectos tan básicos como la estructura de tallas, crecimiento, mortalidad natural de la especie. Por lo cual, el presente trabajo tiene como objetivo analizar las estructuras de tallas, crecimiento, mortalidad y patrón de reclutamiento, con la finalidad de generar el conocimiento biológico de la especie que contribuyan a definir el potencial efecto de la pesca en esta especie, contribuyendo con esto a un manejo dentro del esquema de planes

de conservación y administración de una especie comercial (*B. polylepis*), la cual se captura con frecuencia y abundancia en la zona costera del Golfo de California.

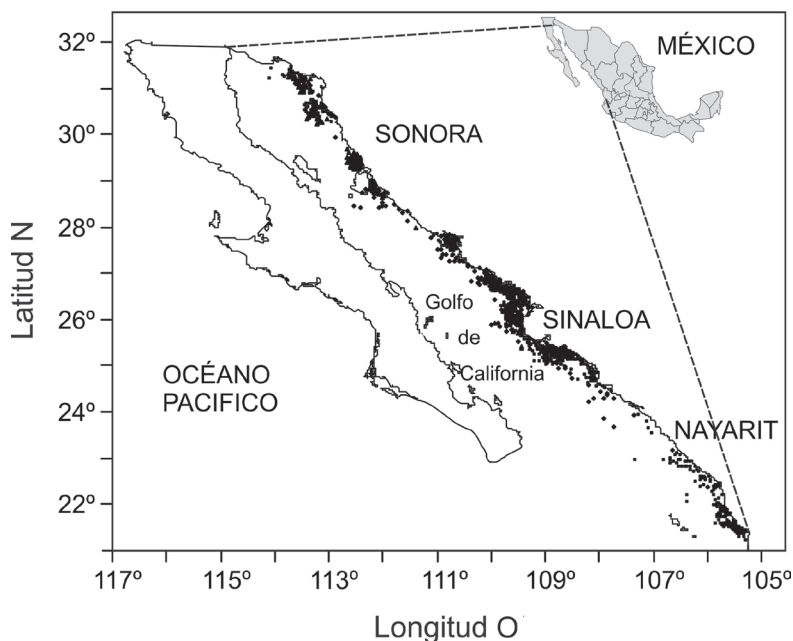
## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la temporada de pesca de camarón 2004-2005, que inició en agosto y concluyó en marzo, se implementó un programa de observadores a bordo de barcos camaroneros comerciales para la obtención de muestras biológicas y estadísticas, participaron 10 técnicos. Los muestreos cubrieron estaciones con profundidades variables ubicadas en la porción oriental del Golfo de California, entre los 21°13'37" LN, 105°16'06" LO y 31°24'35" LN, 114°22'51" LO (fig. 1). Los observadores obtuvieron muestras de FAC, registrando los sitios de colecta de las mismas, para su obtención una vez que las bolsas de la red fueron abiertas y se vertió la captura en la cubierta del barco, se tomó una muestra de aproximadamente 20 kg de la captura al azar, la muestra fue congelada hasta su traslado y posterior análisis en el laboratorio de Pesquerías e Ictiología del CIBNOR. El tamaño de muestra fue determinado siguiendo a Box *et al.* (2008).

En el laboratorio, a cada ejemplar capturado se le registró la longitud total (LT) y longitud estándar (LS) utilizando un ictiómetro convencional con precisión de 1 mm. La identificación taxonómica de las especies se realizó mediante las claves y descripciones de Jordan y Evermann (1896-1900), Meek y Hildebrand (1923-1928), Miller y Lea (1976), Eschmeyer *et al.* (1983), Fischer *et al.* (1995), Robertson y Allen (2002) y Nelson *et al.* (2006). Ejemplares de referencia fueron fijados con formaldehído a 10% y posteriormente preservados en alcohol etílico a 70%. Este material se encuentra en el laboratorio de Investigación Pesquera del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C unidad Guaymas, para posteriormente ser incorporado a la Colección Ictiológica del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Para la obtención de la estructura de tallas, los datos fueron agrupados mensualmente en intervalos de 10 mm de longitud total. Con la finalidad de determinar el número de cohortes (grupos de organismos nacidos en el mismo periodo y lugar) presentes en las capturas, suponiendo una distribución normal de tallas alrededor

de la talla media de cada cohorte, se utilizó el método propuesto por Bhattacharya (Pauly y Caddy 1985). Una vez obtenidas las medias y desviaciones estándar correspondientes a cada cohorte y tomando estos valores como semilla, se efectuó el análisis final mediante el método de máxima verosimilitud Hasselblad's NORMSEP (Sparre y Venema 1995).



**Figura 1.** Localización de las estaciones de colecta de *Balistes polylepis* como parte de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.

Del análisis de la distribución de frecuencia de tallas se estimó el crecimiento ajustando al modelo estacionalizado de von Bertalanffy (Pauly *et al.* 1984, Brey y Pauly 1986), suponiendo que *B. polylepis* sigue la cinética de von Bertalanffy (Pauly *et al.* 1984, García 1988). Para la estimación de los parámetros de crecimiento se utilizó el método Electronic Length Frequency Analysis, ELEFAN I (Pauly y David 1981, Pauly 1987). Este modelo se consideró adecuado debido a que incorpora un término de estacionalidad en el crecimiento, la cual es característica de los organismos que viven en zonas de transición templado-tropicales como el Golfo de California (Pauly *et al.* 1984, García 1988). El modelo estacionalizado tiene la siguiente forma:

$$L_t = L_\infty \left( 1 - e^{-\left[ K(t-t_0) + C(K/2\pi) \sin 2\pi(t-t_s) \right]} \right) \quad (1)$$

Donde:  $L_t$  = longitud al tiempo  $t$ ,  $L_\infty$  = longitud asintótica,  $k$  = coeficiente instantáneo de crecimiento,  $t_0$  = tiempo hipotético al cual el organismo tiene longitud cero,  $t_s$  = inicio de una oscilación de crecimiento sinusoidal con respecto a  $t = 0$  y  $C$  = intensidad de la oscilación del crecimiento.

Para iniciar las estimaciones, los valores semilla de  $L_\infty$  fueron calculados mediante el método de Powell (1979) y Wetherall *et al.* (1987) y el valor de  $k$  mediante el método New Shepherd's Length Composition Analysis, NSLCA (Shepherd 1987, Pauly y Arreguín-Sánchez 1995). Para los cálculos de crecimiento se usó el software FAO ICLARM Stock Assessment Tools FiSAT (Gayanilo *et al.* 1996).

La mortalidad natural ( $M$ ) fue evaluada mediante la ecuación empírica propuesta por Jensen (1996):

$$M = 1.5 * k \quad (2)$$

donde  $k$  es el coeficiente instantáneo de crecimiento.

Una vez con estos valores, se procedió a estimar el patrón de reclutamiento (incorporación de los reclutas en el tiempo), mediante el método electrónico ELEFAN II (Pauly 1980, 1987).

## RESULTADOS

Se colectaron un total de 1696 organismos durante los meses de agosto de 2004 a marzo de 2005 (Tabla 1). La talla mínima colectada fue de 35 mm y el máximo de 325 mm de LT. La proporción sexual hembra: macho fue de 1:1.13. Se observó que la mayor parte de los organismos de pez cochito presentes en las capturas de la FAC fueron organismos de tallas pequeñas, predominando las tallas de 40 a 90 mm (fig. 2). En las estructuras de tallas se observó la presencia de cuatro cohortes, mismas que fueron confirmadas con los análisis de Bhattacharya (Tabla 2).

La relación longitud vs peso mostró un crecimiento de tipo isométrico (fig. 3) con una forma de tipo potencial, mientras que la forma de la relación entre longitud total vs longitud patrón es de tipo lineal, quedando las ecuaciones que describen estas relaciones de la siguiente forma:

Longitud total *vs* longitud patrón

$$L_p = 0.7854L_t + 2.4738 \quad R^2=0.9729$$

Longitud patrón *vs* peso total

$$W = 0.0001L_p^{2.7143} \quad R^2=0.9495$$

Longitud total *vs* peso total

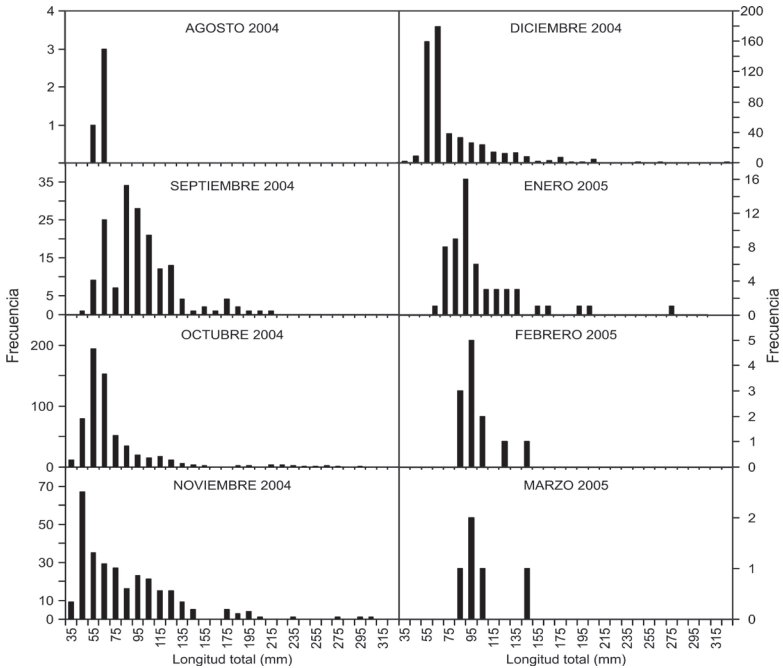
$$W = 0.00007L_t^{2.7338} \quad R^2=0.9577$$

El coeficiente instantáneo de crecimiento mostró un crecimiento moderado ( $k = 0.51/\text{anual}$ ), correspondiente a una especie de una longevidad de 5.5 años, la longitud asintótica fijada para este análisis y tomada de datos reportados en literatura (Fishbase 2006) fue de  $L_\infty = 670$  mm y la  $t_0 = 0.256$ . La curva resultante se muestra en la figura 4.

**Tabla 1.** Número de organismos de *B. polylepis* analizados por mes en el Golfo de California.

Mes	Número de organismos
Agosto	4
Septiembre	168
Octubre	624
Noviembre	289
Diciembre	538
Enero	57
Febrero	12
Marzo	5

La mortalidad natural estimada fue  $M_E = 0.83/\text{año}$ , congruente con la longevidad de la especie. En el patrón de reclutamiento (el porcentaje de organismos que se incorporan a la población cada mes) se observó un solo periodo de reclutamiento bien definido, por lo tanto un solo pico reproductivo de la especie, durante el periodo de junio a noviembre, con máximo de agosto a octubre (fig. 5).



**Figura 2.** Estructura de tallas de *B. polylepis* presente en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.

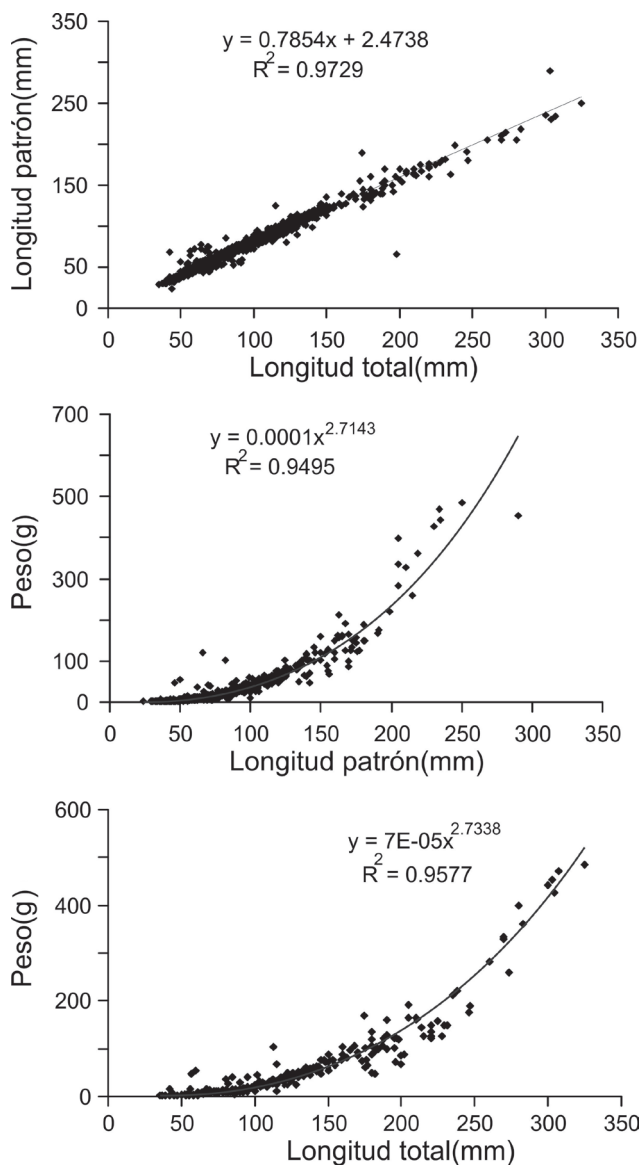
**Tabla 2.** Longitud media y número de organismos de cada cohorte de *B. polylepis* presentes en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.

Longitud total (mm)	No. de organismos	Índice de separación
71.26	808	
117.21	226	2.99
195.85	57	4.63
305.00	4	10.44

## DISCUSIÓN

Los valores de crecimiento y mortalidad reportados se encuentran dentro de los rangos de valores registrados para especies similares en otras regiones del mundo (García y Duarte 2006). Como pudo observarse en los resultados, la mayoría de los organismos de pez cochito colectados en la fauna de acompañamiento del camarón (92%) son de tallas menores a la talla de primera madurez sexual reportada para la especie por Tapia-García (1994), que es de 126 mm LT, correspondientes a organismos de 4 a 5 meses de edad.

ASPECTOS POBLACIONALES DE BALISTES POLYLEPIS

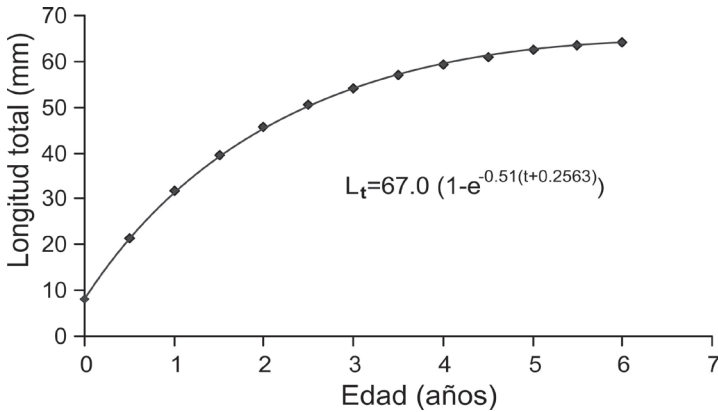


**Figura 3.** Relaciones biométricas de *B. polylepis* presente en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.

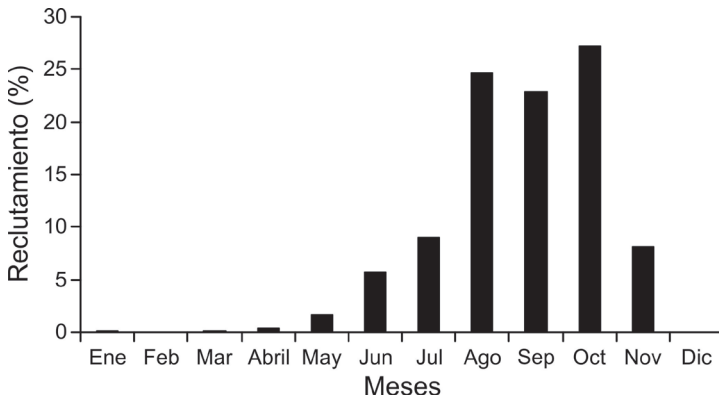
Las implicaciones hacia la población de la captura de estas tallas por los barcos camaroneros son aún desconocidas y es necesario contar con información adicional, tal como talla de primera madurez sexual, abundancias totales y específicas a talla y distribución de la especie (latitudinal y batimétrica) para poder dilucidar de forma



adecuada las consecuencias de su captura. De igual forma, al ser esta especie objeto de pesca comercial por las embarcaciones menores (riberañas) en el Golfo de California, las consecuencias de dicha interacción pesca ribereña-pesca industrial son desconocidas, siendo recomendable una evaluación a fondo sobre las implicaciones.



**Figura 4.** Curva de crecimiento ajustada al modelo de von Bertalanffy de *B. polylepis* presente en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.



**Figura 5.** Patrón de reclutamiento de *B. polylepis* presente en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California

El patrón de reclutamiento mostró el potencial periodo reproductivo de la especie durante los meses de junio a octubre, periodo en el que se encuentra en veda el camarón en el Golfo de California, por lo que es posible que la veda del camarón también sea una veda para *B. polylepis*. Esto explicaría el hecho de que aun con los altos niveles de arrastre de la flota camaronera en las costas del Golfo

de California, no es claro un efecto medible en la abundancia y condición poblacional de la especie.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es producto del proyecto SAGARPA-CONACY 2003-02-C01-089 y del Proyecto EP1 del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Se agradece el apoyo de los Laboratorios de Especialidades en Pesquerías (Rufino Morales Azpeitia), de Ecología de Peces del CIBNOR, a la Cámara Nacional de la Industria Pesquera de Sonora, y la Asociación de Pequeños Armadores de Guaymas por su apoyo para que los observadores a bordo pudieran participar en los viajes de pesca, en especial a la Pesquera Babarasa, Pesquera Delly, Pesquera México, Geomar y Productos Pesqueros de Guaymas.

## REFERENCIAS

- Abitia-Cárdenas, L. A., Rodríguez-Romero, J., Galván-Magaña, F. (1990). Observaciones tróficas de tres especies de peces de importancia comercial de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 5: 55-61.
- Aburto-Oropeza, O., Balart-Páez, E. F. (2001). Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *Mar. Ecol.* 22: 283-305.
- Box, E. G., Stuart, J. H., Hunter, W. G. (2008). *Estadística para investigadores. Diseño, innovación y descubrimiento*. Wiley, Barcelona, España.
- Brey, T., Pauly, D. (1986). *Electronic Length frequency Analysis. A revised and expanded user's guide to ELEFAN O, 1 and 2*. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde*. 149: 1-49.
- Eschmeyer, W. N., Herald, E. S., Hamman, H. (1983). *A field guide to Pacific coast fishes of North America from the Gulf of Alaska to Baja California*. Peterson Field Guide Ser. 28. Houghton Mifflin.
- Fischer, W., Krup, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la Identificación de Especies de para los fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen II. Vertebrados - Parte 1*. FAO2: 647-1200.
- Gayanilo, F. C. Jr., Sparre, P., Pauly, D. (1996). *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Guide*. FAO Computerized Information Series, No. 8 (Fisheries). FAO, Rome.
- Humann, P., Deloach, N. (1993). *Reef fish identification. Galápagos*. New World Publications, Inc. Florida.
- Jordan, D. S., Evermann, B. W. (1896-1900). *The fishes of North and middle America*. *Bull. United States Nat. Hist. Mus.* 47: 1-3313.
- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez-Romero, J., Hernández-Vázquez, S. (2010). *Composición taxonómica de peces integrantes de la fauna de*

- acompañamiento de la pesca industrial de camarón del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 58 (3): 925-942.
- Meek, S. E., Hildebrand, S. F. (1923-1928). The marine fishes of Panama. *Publ. Field. Mus. Nat. Hist., Zool. Ser.* 15 (1-4): 1-1045.
- Miller, D. J., Lea, N. R. (1976). Guide to the coastal marine fishes of California. California Dept. Fish and Game, *Fish. Bull.* 157: 1-249.
- Nelson, J. S. (2006). *Fishes of the world*. Fourth edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Pauly, D. (1980). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.* (234): 52 pp.
- Pauly, D. (1987). A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic vertebrates. In: D. Pauly, G.R. Morgan, (eds.), *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conference Proceedings: 7-34.
- Pauly, D., David, N. (1981). ELEFAN I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from the length-frequency data. *Meeresforschung* 28: 205-211.
- Pauly, D., Ingles, J., Neal, R. (1984) Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment related parameters from length frequency data. (ELEFAN I and II), In: J. A. Gulland y B. J. Rothschild (eds.), *Penaeid shrimps-their biology and management*. Fishing News Books. England. pp. 220-234.
- Pauly, D., Caddy, J. F. (1985). A modification of Battacharya's method for the analysis of mixtures of normal distributions. *FAO. Fish. circ.* 781: 16pp.
- Pauly, D., Arreguín-Sánchez, F. (1995). Improving Sheperd's length composition analysis (SLCA) Method for Growth parameter estimations. *NAGA ICLARM*. 18: 31-33.
- Pérez-Mellado, J., Findley, L.L. F. (1985). Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. In: A. Yáñez-Arancibia, (ed.), *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 201-254.
- Sparre, P., Venema, S. C. (1995). *Introducción a la Evaluación de los Recursos Pesqueros Tropicales. Parte I*. Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 85.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 11

López-Martínez, J., E. Herrera-Valdivia, C. A. Nevárez-López y J. Rodríguez-Romero. 2012. Aspectos poblacionales del pez cochito *Balistes polylepis* (Steindachner, 1876) como componente de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California, México. En: López-Martínez J. y E. Morales-Bojórquez (Eds.). *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, pp. 205-215.

