

# 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 <i>Pseudupeneus grandisquamis</i> (Gill, 1863) y <i>Urobatis halleri</i> (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 ( <i>Rhinobatus</i> 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: <i>Squilla</i> 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 <i>Balistes</i> (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 camaronesa 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 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 S. C.

Juana López-Martínez<sup>1\*</sup>, Eloísa Herrera-Valdivia<sup>1</sup>, Norma Hernández-Saavedra<sup>2</sup>, Elisa Serviere-Zaragoza<sup>2</sup>, Jesús Rodríguez-Romero<sup>2</sup>, Carlos Hiram Rábago-Quiroz<sup>1,3</sup>, Gustavo Padilla-Arredondo<sup>1</sup>, Sara Burrola-Sánchez<sup>1</sup>, Rufino Morales-Azpeitia<sup>1</sup>, Sergio Pedrín-Aviles<sup>1</sup>, Luis F. Enríquez-Ocaña<sup>3</sup>, Manuel O. Nevárez-Martínez<sup>4</sup>, Alejandro Acevedo-Cervantes<sup>5</sup>, Jesus Padilla-Serrato<sup>1</sup>, Enrique Morales-Bojórquez<sup>2</sup> y María del Refugio López-Tapia<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se presentan los resultados más sobresalientes de las diversas investigaciones que el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. ha llevado a cabo en torno al tema de los efectos de las redes de arrastre en los fondos marinos del Golfo de California.

El enfoque con que ha sido abordado el problema es multidisciplinario e interinstitucional, tal como lo demanda un problema de la magnitud del efecto de los arrastres en los fondos marinos. Nuestra aproximación ha incluido aspectos tanto de genética poblacional, hasta de análisis de ecosistemas, pasando por dinámica poblacional y ecología de comunidades. Las investigaciones se siguen llevando.

**Palabras clave:**  
Pesca de arrastre  
Fondos marinos  
Pesca de camarón  
Golfo de California

---

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

<sup>2</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.

<sup>3</sup>Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS). Luis Donaldo Colosio s/n. CP.8300. Hermosillo, Sonora, México.

<sup>4</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur, Colonia La Canterera. CP. 85430. Guaymas, Sonora, México.

<sup>5</sup>Instituto Tecnológico de Guaymas. Km 4 Carretera al varadero Nacional S/N, sector las Playitas. CP. 85425. Guaymas, Sonora, México.

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

## INTRODUCCIÓN

Uno de los tópicos más frecuentemente escuchados tanto en los discursos políticos, en los centros de investigación, las escuelas, como en las conversaciones del común de la gente, es la creciente preocupación por el medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales. La preocupación es real y tangible, debido a la fuerte presión que el hombre ejerce sobre los recursos no renovables y renovables, asociado a las variaciones climáticas tan obvias que afectan las abundancias de casi cualquier especie.

En el contexto pesquero a nivel internacional se ha pugnado cada vez más, porque el aprovechamiento de los recursos naturales marinos sea armónico con el medio ambiente. Ejemplo de lo anterior se tiene en la Declaración de Reykjavik sobre la pesca responsable en el ecosistema marino (FAO 2001), y el taller internacional sobre los efectos de la pesca en el ecosistema, efectuada por la división de estudios de la vida y la tierra, del National Research Council (NRC 2002).

En este contexto, México tiene el compromiso del cuidado de la biodiversidad para las generaciones futuras de mexicanos. En contraparte, la actividad pesquera es generadora de empleos y divisas, además de ser fuente de producción de proteína de alto valor nutricional, y cualquier esfuerzo que se oriente para su uso sustentable es justificable. Existe una dualidad de intereses que en ocasiones pudieran parecer irreconciliables, y que plantean un fuerte reto para las autoridades responsables de legislar y administrar los recursos.

Desafortunadamente, la falta de un entendimiento de la dinámica de los ecosistemas marinos ha imposibilitado la identificación de los efectos de la pesca (Lovejoy 1996). Dicho conocimiento se ha vuelto extremadamente necesario para un manejo sustentable de los recursos renovables, la mala información puede inducir a la toma de decisiones erróneas en materia de pesca y conservación, haciendo incompatibles ambos objetivos.

Al ser el Golfo de California una de las regiones más productivas y diversas del planeta, existen muchos intereses encontrados alrededor de él, que hacen que se ejerza una fuerte presión sobre las autoridades en materia ambiental y pesquera para toma de decisiones en una u otra dirección. Es por ello necesario tener un

entendimiento claro de los progresos en investigación de la pesca de arrastre en el Golfo de California, que permitan dimensionar los esfuerzos existentes y orientar investigaciones en aquellas áreas del conocimiento que demanden atención inmediata.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

En 2004 el fondo SAGARPA-CONACYT aprobó al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. el financiamiento del proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-02-089, bajo el título de: “Evaluación del impacto que ocasionan las redes de arrastre para camarón y escama demersal en los fondos marinos del Golfo de California”, del cual se derivan los resultados que se comentan a continuación.

Este proyecto tuvo como objetivo el análisis del efecto de los arrastres de redes de camarón en los fondos blandos del litoral de Sonora, la capacidad de respuesta del ecosistema y el tiempo de recuperación de los fondos marinos. Con la finalidad de ubicar las principales afectaciones y plantear la búsqueda de esquemas que ayuden a minimizarlas, permitiendo hacer compatibles la conservación y aprovechamiento. Para ello, la hipótesis de la cual se partió, es que la red de arrastre afecta varios componentes del ecosistema, cada uno de manera diferencial, tal como se describe en la figura 1.

Para poner a prueba esta hipótesis, se plantearon diversas metodologías tales como:

Análisis de información histórica de cruceros efectuados en el Golfo de California.

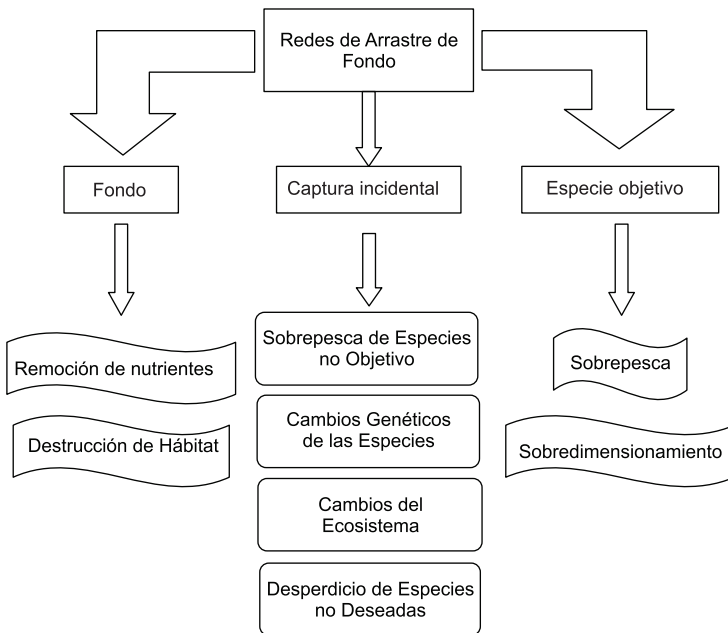
Experimentos en áreas arrastradas y no arrastradas, y el cambio de la composición en la fauna que vive en el fondo del mar (bentos).

La revisión de la fauna de acompañamiento de camarón (FAC) y su variación en tiempo y espacio.

La revisión de las tallas y especies principales en la FAC, así como el análisis de la capacidad de respuesta de las especies más afectadas por los arrastres.

Por lo tanto, este proyecto comprendió análisis en diferentes escalas de organización biológica, incluyendo análisis a nivel de individuo, población, comunidades y ecosistemas; cubriendo aspectos tan diversos como cambios genéticos, taxonómicos, de la dinámica poblacional, composición de sedimentos, del transporte

litoral, entre otros (López-Martínez *et al.* 2007 a, b, c, d y e). En el proyecto participaron diversas instituciones tales como el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR), Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (DICTUS), y el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA); con disciplinas como ecología, ictiología, botánica, dinámica poblacional, oceanografía costera, genética, geología, (entre otras), con la finalidad de cubrir la mayor parte de los procesos involucrados en los potenciales efectos generados por las redes de arrastre.



**Figura 1.** Diversas fuentes de afectación de las redes de arrastre camaroneras en el Golfo de California.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales resultados obtenidos fueron los siguientes:

La relación camarón:FAC promedio de la temporada 2004-2005 fue de 1:9.7, esto es 1 kg de camarón por cada 9.7 kg de otras especies (López-Martínez *et al.* 2007c, López-Martínez *et al.* 2008).

Una de las medidas que frecuentemente se utiliza para caracterizar el grado de afectación de las redes de arrastre, es la relación camarón:FAC y se ha planteado que el alto valor de la

relación (1:10) que ha sido obtenido para el Golfo de California, es debida al grado de deterioro del ecosistema (Pérez-Mellado 1980, García Caudillo *et al.* 2000, García-Caudillo y Gómez-Palafox 2000). De la revisión efectuada en las fuentes de literatura existente hasta la fecha, la relación camarón:FAC se incrementó de 1955 a 1978. Desde entonces a la fecha no ha cambiado, aun cuando el esfuerzo pesquero aplicado al camarón se incrementó (tanto en número de barcos, como en poder de pesca de los mismos), motivo por el cual se considera que es una medida poco confiable del posible impacto de los arrastres en las comunidades bentónicas del Golfo de California (López-Martínez *et al.* 2007c). En todo caso, se deberá buscar algún otro indicador del efecto de los arrastres.

La relación camarón:FAC tan alta denota el hecho de que los camarones se pescan en zonas muy costeras, donde generalmente se encuentran las mayores concentraciones de peces, crustáceos y moluscos, debido a que es zona de interfase mar-tierra, con un considerable aporte de material terrígeno que le confiere una alta productividad primaria, que se traduce en condiciones idóneas (disponibilidad alimenticia) para muchas especies marinas (Mann y Lazier 1996). Prácticamente es imposible efectuar arrastres en ésta zona donde se obtenga una relación camarón:FAC de 1:1, al menos con las redes de arrastre utilizadas en la actualidad (López-Martínez *et al.* 2007c y d, López-Martínez *et al.* 2008). Adicional a lo anterior, dicha relación ha mostrado una alta variabilidad espacial, aun en las mismas fechas y localidades cercanas (Morales-Azpeitia 2011). Estos hechos tienen fuertes implicaciones de manejo en áreas naturales protegidas ANP de México donde se lleva a cabo la pesquería de camarón, en las cuales es aplicable el inciso "F" del Art. 81 del Reglamento de Áreas Naturales Protegidas de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA) que hasta 1995 decía textualmente:

*"En los aprovechamientos pesqueros, la relación entre el número de organismos en la pesca incidental y la especie objetivo, así como la incidencia de especies consideradas en riesgo por las disposiciones legales y reglamentarias, no podrá ser mayor a la determinada por los resultados de estudios específicos, diseñados y ejecutados por la autoridad competente."*

Este inciso F fue modificado en fecha reciente y se contempló

un punto de referencia para el manejo de la pesquería de camarón basado en dicha relación, que se derivó de una propuesta del sector pesquero y las autoridades estatales para el manejo de la pesca de camarón que se efectúa en la reserva del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y que textualmente dice:

*Adopción de un punto de referencia. A mediano plazo, como alternativa a la pesca de octubre a diciembre, detener o continuar la pesca cuando se estime conveniente, acorde a un punto límite en la relación Camarón FAC acordado con las autoridades.*

Surge entonces la necesidad de una evaluación crítica sobre el significado del índice camarón:FAC, su variación espacio temporal y su uso como medida de afectación ecológica al ecosistema, específicamente en la ANP.

Los valores de la relación camarón:FAC obtenidos a través de la captura de los barcos de la flota camaronera comercial no son comparables con los valores obtenidos de cruceros prospectivos (como los efectuados en periodo de veda). Los cruceros al ser desarrollados para prospectar las abundancias y dinámica poblacional del camarón, siguen una trayectoria previamente definida (conocida como derrotero), y no se orientan a los caladeros naturales como lo hacen los barcos de la flota comercial (López-Martínez *et al.* 2007c y d, López-Martínez *et al.* 2008), por lo que es recomendable que evaluaciones posteriores sobre operatividad de redes y/o estimaciones de la biomasa que se captura como parte de la FAC, se efectúen con observadores a bordo de la flota camaronera.

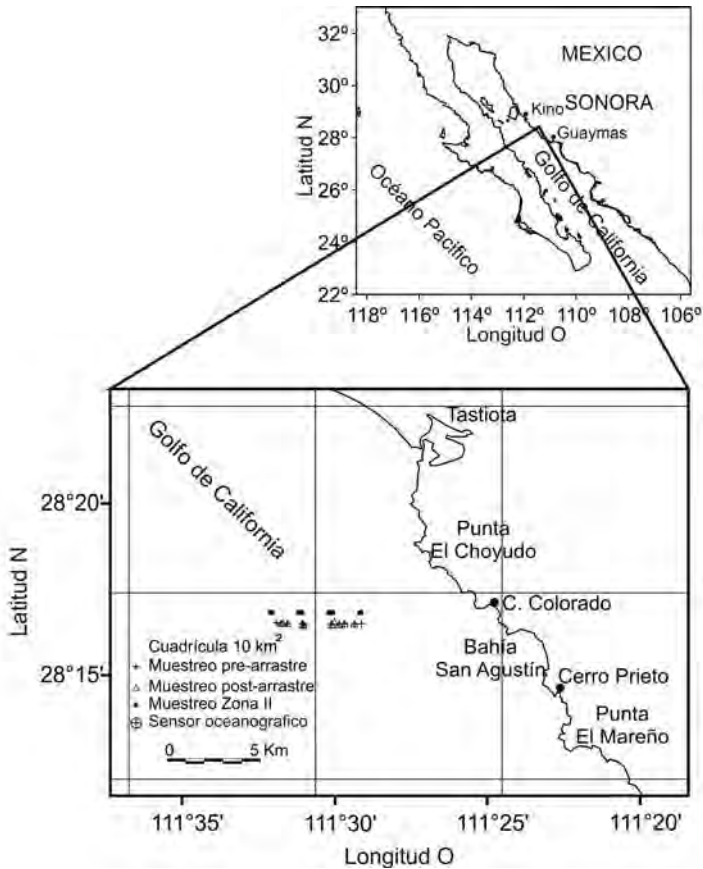
Las áreas donde se llevaron a cabo los experimentos de arrastres son las mostradas en la figura 2, zona que se caracteriza por estar sometida a los procesos oceanográficos costeros de la parte central del Golfo de California y ser aledaña a zonas regularmente arrastrables. En dichos experimentos no fueron obvios cambios estadísticamente significativos entre las comunidades en el área arrastrada y la no arrastrada, ni entre el experimento previo al arrastre y posterior al arrastre (López-Martínez *et al.* 2007d y e).

De las macroalgas se identificaron un total de 6 especies, 1 de la división Phaeophyta y 5 de la división Rhodophyta. Estos resultados mostraron que en las zonas en que se está pescando camarón, son pocas las especies de macroalgas asociadas a las comunidades de fondos blandos.

La alteración física en el fondo marino existe. La acción de los

arrastres elimina la materia orgánica del sedimento del fondo marino tornándose más arenoso. Los cambios en la estructura sedimentaria fueron detectados en composición en textura atribuidos a la resuspensión por arrastre, combinado con la redepositación por efecto de la corriente (López-Martínez *et al.* 2007d y e).

El efecto de la remoción de los fondos fue la formación de una nube de sedimentos. La precipitación de los sedimentos se da en forma vertical en un tiempo de una hora, y en forma longitudinal para la fracción que es arrastrada por las corrientes paralelas a la costa de 24 a 48 horas.

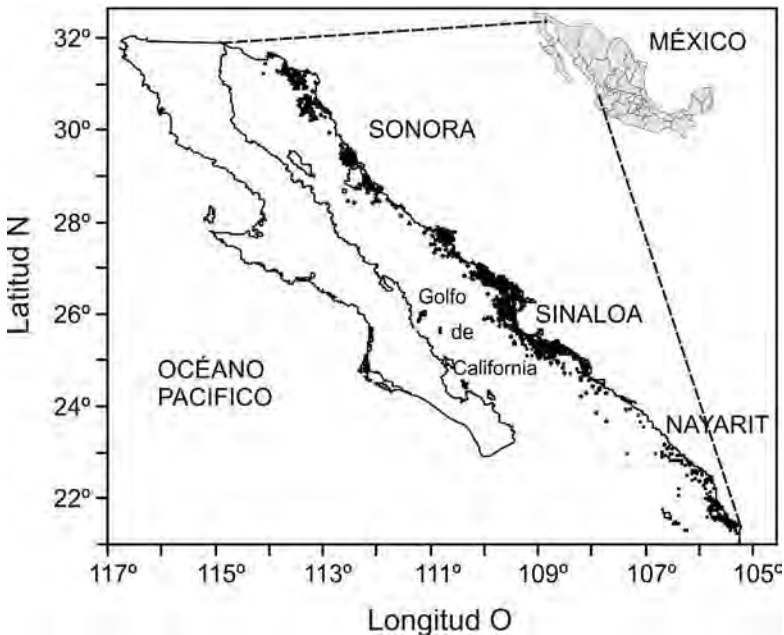


**Figura 2.** Mapa de localización de las estaciones de muestreo previo y posterior al lance en la zona impactada y no impactada (zona II).

En las especies analizadas el patrón de reclutamiento reproductivo mostró periodos de reclutamiento en primavera-verano. Esto puede tener su explicación en el hecho que en la mayoría de las

especies marinas, la variable determinante para el inicio del periodo reproductivo es la temperatura. Esto es, muchas de las especies del mismo ecosistema están reproduciéndose en periodos similares, que además coinciden con el periodo de veda para el camarón dentro del Golfo de California (que va de marzo-agosto), por lo que la veda del camarón pudiera ser un factor determinante en la salud del ecosistema marino del Golfo de California. Esta información deberá ser corroborada con análisis directos de periodo reproductivo de las especies, mismos que incluyan análisis de muestras en periodo de pesca y periodo de veda del camarón. Se sugiere que en un futuro se oriente investigación en este tema (López-Martínez *et al.* 2007a y b).

A partir del programa de observadores a bordo de barcos camaroneros implementado por el CIBNOR S.C. en la temporada 2004-2005, se cubrió el área mostrada en la figura 3.



**Figura 3.** Localización de las áreas de pesca de camarón muestreadas por los observadores a bordo de la flota camaronera durante 2004-2005.

En los muestreos a bordo de las embarcaciones camaroneras se presentó un total de 318 especies, entre peces, moluscos, crustáceos, equinodermos y esponjas. La composición específica de los peces y moluscos indicó que el Golfo de California pertenece a la provincia Panámica (Walker 1960).

La mayor parte de los organismos se presentaron en tallas



pequeñas. Este hecho explica en gran parte porque la FAC no es aprovechada en la actualidad (López-Martínez *et al.* 2007a y b).

En todas aquellas áreas donde se efectuó la pesca de arrastre, los valores de diversidad obtenidos mostraron niveles de diversidad altos.

Con base en lo anterior, la continuidad de las investigaciones permitirá obtener mayores conclusiones que orienten la conservación de las especies de la FAC, y a su vez permitan mantener una pesquería de camarón en el Golfo de California. La continuidad depende de organizar un proyecto regional de investigación con apoyo del Gobierno Federal y los armadores de la pesca; los primeros aportando fondos para la investigación, y los segundos permitiendo subir observadores a bordo de la flota camaronera para obtener más y mejores datos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al fondo SAGARPA-CONACYT 2003-02-089 por el financiamiento del proyecto, a los dueños de embarcaciones camaroneras que colaboraron en el proyecto permitiendo subir observadores a bordo de la flota, así mismo al Proyecto EP.12 del CIBNOR S.C. Se agradece al laboratorio de pesquerías de la unidad Guaymas del CIBNOR S.C., especialmente a Jesús Padilla Serrato, Ana María Siaruqui, y Edgar Alcántara Razo.

## REFERENCIAS

- García Caudillo, J. M., A. Balmori Ramírez y M. A. Cisneros Mata, (2000). Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, México. *Biol. Conserv.* 92:199-205.
- García Caudillo, J. M. y J. V. Gómez-Palafox, (2000). La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: Situación económico-financiera e impactos socio-ambientales. *Conservación Internacional México*. 104p.
- González-Ochoa, O. A., López-Martínez, J., Hernández-Saavedra, N. Y. (2009). Population characteristics of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* caught as shrimp bycatch In the Gulf of California. *Interciencia*. 34 (11): 808-811.
- Hernández-Saavedra, N., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Rojas-Posadas, J., Morales-Azpeitia, R., González-Ochoa O. A. (2007). Análisis de la varianza genética de tres especies de peces componentes frecuentes de la Fauna de

## SÍNTESIS DE INVESTIGACIONES

- Acompañamiento del Camarón en la pesquería de camarón que se efectúa en el Golfo de California. Informe Final SAGARPA-CONACYT. CIBNOR. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J., Hernández-Vázquez, S., Hernández-Saavedra, N. Y., Rodríguez-Romero, J., Balart-Páez, E., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R., Rábago-Quiroz, C. H., Siaruqui-Quijano, A. M., Padilla-Serrato, J. (2007a). Dinámica poblacional de especies presentes en la captura incidental de la pesquería de camarón del Golfo de California. Informe Final SAGARPA-CONACYT. CIBNOR. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J., Hernández-Vázquez, S., Hernández-Saavedra, N. Y., Rodríguez-Romero, J., Pedrín-Aviles, S., Balart-Páez, E., Lanz-Sánchez, E., Acevedo-Cervantes, A., E., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R., Rábago-Quiroz, C. H., Siaruqui-Quijano, A. M., Padilla-Serrato, J. (2007b). Áreas y especies vulnerables a la pesca de arrastre en el litoral de Sonora. Informe Final SAGARPA-CONACYT. CIBNOR. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R., Rábago-Quiroz, C. H., Padilla-Serrato, J., Siaruqui-Quijano, A. M., Reyes-Benítez, E. N., Salazar-Ayala A. (2007c). Estudio Variación de la relación camarón:Fauna de Acompañamiento del Camarón (C:FAC) en la pesquería de camarón que se efectúa en el litoral de Sonora a lo largo del tiempo, mediante revisiones de literatura existente e información generada dentro del proyecto. Informe Final SAGARPA-CONACYT. CIBNOR. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J., Serviere-Zaragoza, E., Hernandez-Saavedra, N. Y., Rodríguez-Romero, J., Balart-Páez, E., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R., Padilla-Serrato, J., Rábago-Quiroz, C. H., Reyes-Benítez, E. N., Siaruqui-Quijano, A. M., Padilla-Arredondo, G. (2007d). Variación en tiempo de la Fauna Acompañante del Camarón en un área perturbada y un área no perturbada por redes de arrastre en el Golfo de California. Informe Final SAGARPA-CONACYT. CIBNOR. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J., Padilla-Arredondo, G., Urias-Laborín, D., Burrola-Sánchez, M. S., Pedrín-Aviles, S., López-Tapia, M. R., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R., Padilla-Serrato, J. (2007e). Determinación de efecto de la perturbación en el fondo marino y el tiempo de respuesta a la remoción. Informe Final SAGARPA-CONACYT. CIBNOR. Guaymas, Sonora, México.
- López-Martínez, J., Hernández-Vázquez, S., Rábago-Quiroz, C. H., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R. (2008). Efectos ecológicos de la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California. Estado del arte del desarrollo tecnológico de las artes de pesca. 13-47 pp. En: Santinelli J. (Ed.) La situación del sector pesquero en México. CEDRSSA. Cámara de Diputados. México, D.F.,

- 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.
- López-Martínez, J., Rodríguez-Romero, J. Hernández-Saavedra, N. Y., Herrera-Valdivia, E. (2011). Population parameters of the Pacific flagfin mojarra *Eucinostomus currani* (Perciformes: Gerreidae) captured by the shrimp trawling fishery in the Gulf of California. *Biol. Trop.* 59:887-897.
- Morales Azpeitia R. (2011). Variación espacio temporal de la relación camarón:FAC en la pesquería de camarón del Golfo de California y su uso como medida de manejo. Implicaciones socioeconómicas. Doctorado en Ciencias Agrícolas, pecuarias y pesqueras. Universidad Autónoma de Nayarit. 113 p.
- Pérez Mellado J. 1980. Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de maestría. I.T.E.S.M. Escuela de Ciencias Marinas, Guaymas, Sonora 98 pp.
- Pérez Mellado J. 1998. Problemática de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en el Golfo de California. México. Informe Instituto tecnológico del Mar Guaymas, Sonora 98 pp.
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Nevárez-Martínez, M. O., Rodríguez-Romero, J. (2008). Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica.* 18(2): 193-202.
- Rábago-Quiroz, C. H., López Martínez, J., Valdéz-Holguin, J. E., Nevárez-Martínez M. (2011). Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 59 (1): 255-267.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 1

López-Martínez, J., E. Herrera-Valdivia, N. Hernández-Saavedra, E. Serviere-Zaragoza, J. Rodríguez-Romero, C. H. Rábago-Quiroz, G. Padilla-Arredondo, S. Burrola-Sánchez, R. Morales-Azpeitia, S. Pedrín-Aviles, L. F. Enríquez-Ocaña, M. O. Nevárez-Martínez, A. Acevedo-Cervantes, E. Morales-Bojórquez, M. R. López-Tapia y J. Padilla-Serrato. 2012. 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 S. C. 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. 15-25.



CAPÍTULO 2

## Variación de la relación camarón:fauna de acompañamiento en la pesquería de camarón industrial del Golfo de California.

Juana López-Martínez<sup>1\*</sup>, Sergio Hernández-Vázquez<sup>2</sup>, Rufino Morales-Azpeitia<sup>1</sup>, Manuel O. Nevárez-Martínez<sup>3</sup>, Jesús Padilla-Serrato<sup>1</sup> y Celio Cervantes-Valle<sup>3</sup>

### RESUMEN

La pesca de arrastre ha sido señalada como una de las actividades antropogénicas que más daño genera en los ecosistemas marinos. Se ha mencionado que la relación camarón: fauna acompañante (FAC) en el Pacífico mexicano se ha ido incrementando como consecuencia de dicha afectación.

**Palabras clave:**  
Pesca de arrastre  
Relación camarón:  
fauna acompañante  
Pesca de camarón  
Golfo de California

En este trabajo se hace una revisión de la relación camarón:FAC a nivel internacional y nacional, así como de trabajos históricos y recientes que se han efectuado en el Golfo de California. Para ello, se realizaron búsquedas en bases de datos mediante el motor de búsqueda DialogWeb y de la base de datos ASFA, así como revisión en trabajos de literatura inédita. Se encontró que dicha relación muestra un alto grado de varianza, aun en las mismas zonas de pesca y en fechas similares, por lo cual dicha relación se considera poco confiable como indicador de afectación.

### INTRODUCCIÓN

En respuesta a las preocupaciones públicas mundiales, los países, por medio de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), y de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible

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

<sup>2</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.

<sup>3</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur, CP. 85430. Colonia La Cantera. Guaymas, Sonora, México.

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

celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica en 2002, promueven un enfoque de las políticas y la ordenación que no se centre solamente en las distintas poblaciones ícticas, sino que tenga en cuenta a los ecosistemas. Para ello se necesita un mejor conocimiento y seguimiento de toda la serie de procesos en los que influye o ha influido la pesca. Algunos de los objetivos más importantes de la ordenación son actualmente los efectos sobre los hábitats, las comunidades marinas y las interacciones ecológicas (SOFIA 2008).

Otro objetivo de preocupación para la ordenación, es la falta de selectividad, entendida como la habilidad de capturar el blanco apropiado, ya sea el pez o la captura por especies, según su tamaño, sexo, o una combinación de ambos durante las operaciones de pesca. De acuerdo con Flores-Olivares (2003) la falta de selectividad es la causa de capturas incidentales y descartes.



**Figura 1.** Muestra de un lance de camarón del golfo de California. Fuente: proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-02-089.

En la pesca de camarón, el efecto del arrastre efectuado por las redes camaroneras ha sido un tema de gran relevancia y preocupación en el ámbito internacional y nacional (Ercoli y García 1998, Robin *et al.* 2000, Marcano 2000, Saillant *et al.* 2006, Hins *et al.* 2009, Thurstan *et al.* 2010). Las redes de arrastre utilizadas por la flota camaronera son altamente eficientes para capturar las tallas requeridas del camarón, ya que son selectivas a las tallas preferenciales de las especies objetivo

en términos biológicos, coadyuvando al cuidado de las poblaciones de camarón. Sin embargo, debido a que las actividades de pesca de camarón se efectúan en áreas costeras donde se concentra una gran cantidad de especies marinas, se capturan otros organismos marinos, como peces, crustáceos y moluscos, integrando todos ellos la captura incidental o fauna de acompañamiento del camarón (FAC), con consecuencias aun no conocidas para estas especies (fig. 1) (Kaiser y de Groot 2000, Kaiser *et al.* 2001, SOFIA 2006, 2008). Sin embargo, existe una falta de comprensión en la definición de FAC, de sus proporciones a nivel internacional y nacional, y específicamente de su variación temporal dentro del Golfo de California, que es la principal zona de producción del camarón mexicano.

## **METODOLOGÍA**

Se efectuaron búsquedas combinando diferentes palabras clave en literatura indexada a través del motor de búsqueda DialogWeb y de la base de datos ASFA.

DIALOG (<http://www.dialog.com>) es un poderoso motor de búsqueda que se compone por diversas y muy variadas bases de datos que comprenden diferentes áreas del conocimiento, en este caso se utilizó ciencia y tecnología en el ramo de ciencias acuáticas (Water Sciences), la cual a su vez cuenta con diferentes bases de datos con un periodo de cobertura variado, estando la de mayor cobertura desde 1765, aunque la gran mayoría inicia desde 1964 en adelante; dichas bases fueron: BIOSIS Previews®, NTIS - National Technical Information Service, Ei Compendex®, Meteorological and Geostrophysical Abstracts, SciSearch®, CAB ABSTRACTS, GeoArchive, Inside Conferences, GeoRef, JICST-EPlus, FLUIDEX (Fluid Engineering Abstracts), Wilson Applied Science and Technology Abstracts, WATERNET(TM), GEOBASE(TM), CA SEARCH®, SciSearch®.

El otro motor de búsqueda de literatura científica fue ASFA (AquaticSciences and Fisheries Abstracts) en donde se incluyeron temas relevantes sobre los aspectos del ambiente marino, dulceacuícola y salobre incluyendo tópicos de biología, ecología, pesquerías, acuicultura, oceanografía, biotecnología, contaminación, entre otros. La base utiliza una variedad de fuente de información tales como: artículos científicos en revistas internacionales (abarcando

3183 títulos), publicaciones de conferencias, libros, monografías, tesis e informes técnicos. Maneja en la actualidad un número mayor a 40 idiomas diferentes. El periodo de sus registros va desde antes de 1988 a la fecha, organizados en diferentes bases de datos que han sido publicadas. Comprendiendo más de 550,000 citas y resúmenes, a los cuales se les adicionan 36,000 registros anualmente. La información es proporcionada por los diferentes sistemas de información pesquera y ciencias acuáticas, la cual es mantenida por los centros de investigación en todo el mundo (<http://www.silverplatter.com>).

Se probaron diversos criterios de búsqueda y palabras clave relacionadas con el tema (p. e. bycatch, Gulf, California). De cada cita en cada búsqueda, se revisó el resumen para lograr una mejor selección del material, y se consideraron únicamente aquellas con interés para el objetivo del estudio. Se incluyeron además búsquedas en informes técnicos de diversas bibliotecas, y en artículos de revistas no indexadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se han hecho diversos talleres multinacionales auspiciados por la FAO (FAO 1997, 2000, 2003, Fennessy *et al.* 2004, FAO 2009) encaminados a encontrar soluciones al problema de la captura incidental de camarón. La FAO se encuentra ejecutando un proyecto de cinco años financiado por el Fondo para el Medio Ambiente (GEF) denominado "Reducción de las repercusiones ambientales de la pesca tropical de camarón al arrastre, mediante la introducción de técnicas para la disminución de la captura incidental y cambio de gestión". Doce países de América Latina y El Caribe, África Oriental y Sureste de Asia, también una organización intergubernamental participa en este proyecto (Eayrs 2007).

Derivado de los talleres efectuados dentro de un proyecto similar al anterior intitulado: "Reducing the impact of the tropical shrimp trawling fisheries on living marine resources through the adoption of environmentally friendly techniques and practices" financiado por El Programa Medioambiental de las Naciones Unidas (UNEP) efectuados en Nigeria, Costa Rica, Irán e Indonesia y se identificaron los problemas más serios por país, siendo definidos como:

La captura y descarte de peces juveniles comestibles.

La introducción de regulaciones para reducir el descarte.



Conflictos entre usuarios de las pesquerías de camarón por áreas (pesca industrial y artesanal) casi en cualquier país.

Fue claro que más países están introduciendo regulaciones para este propósito, para subsanar así la falta de información de la composición específica de la captura y de la tendencia de los descartes.

Si se revisa una serie de definiciones de acuerdo a FAO (1996) y retomada en Kelleher (FAO 2005):

**Captura:** se usa para referirse a la captura gruesa. Incluye todo el material biológico capturado por el arte de pesca, incluyendo celenterados, corales, tunicados, esponjas y otros organismos no comerciales que pueden ser mantenidos a bordo del barco o no. Las plantas no se consideran parte de la captura.

**Bycatch:** es la captura total de animales no objetivo de la pesquería.

**Descartes:** son la proporción de material orgánico total de origen animal en la captura, que es descartado al mar por cualesquier razón. No incluye plantas ni desechos postcosecha tales como vísceras. Los descartes pueden ser vivos o muertos. Los descartes se consideran un acto de voluntad que requiere una decisión por los pescadores de rechazar o tirar el pescado. Los descartes incluyen peces que se escapan, esto es, peces capturados en la red y subsecuentemente liberados al mar sin subir a bordo del barco. No incluye corales muertos, ni conchas vacías.

**Tasa de descarte:** es la proporción en porcentaje de la captura total descartada. Los descartes no son un subconjunto del bycatch, puesto que la especie objetivo es frecuentemente descartada.

**Descarga:** se refiere a la porción de la captura total que es traída a tierra o transportada de un barco a otro.

Los términos bycatch y descartes tienen diferentes significados, se han usado de diferentes maneras por distintas jurisdicciones, resultando en confusiones entre ellos. El taller de trabajo Nordico (Nordic Council of Ministers 2003) define descarte como:

“la proporción de la captura que es tomada a bordo o traída a la superficie del barco y que es subsecuentemente regresada al mar muerta, moribunda o con probabilidades de morir”

La definición incluye capturas que se escaparon como descartes, al igual que la definición que maneja la FAO. En contraste, el Acta de

Stevens Magnuson (MSA) de Estados Unidos, sección 3(2) (1996) define el bycatch como:

“peces que son cosechados en una pesquería, pero que no son vendidos o mantenidos para uso personal, e incluyen descartes comerciales y descartes regulatorios. Tal termino no incluye peces liberados vivos bajo un esquema de manejo de una pesquería recreacional de catch and release”

En esta definición, el bycatch y descarte son equivalentes. Esta definición ha sido reinterpretada (NMFS 1988) en los Estados Unidos en el contexto de planes de manejo específicos para diversos recursos, así como en publicaciones científicas, de acuerdo a lo siguiente:

“bycatch: captura descartada de cualquier recurso marino vivo, más la captura incidental retenida y la mortalidad no observada debida a encuentros directos con las redes de pesca”

Un manuscrito de la Comisión Económica Europea (EC) (European Commission 2002) define el descarte como:

“especies comerciales retenidas por el arte de pesca que han sido subidas a bordo de un barco comercial y que son regresadas al mar”

Esta definición ignora las especies que no tienen valor comercial. En la política pesquera australiana, el término bycatch se refiere a:

“toda la captura de especies no blanco, incluyendo productos complementarios, descartes y la biomasa que no alcanza la cubierta de los barcos, pero que es afectada por la interacción de las artes de pesca”

Bycatch a veces es definida como: “captura descartada mas captura incidental”, en donde la captura incidental es considerada “especies no objetivo que son retenidas”. Sin embargo, si los juveniles de las especies objetivo son descartados, esto puede crear confusión, ya que las especies objetivo no son usualmente consideradas bycatch.

En particular en la pesquería de camarón, el término fauna de acompañamiento del camarón se aplica a los peces y otros organismos que incidentalmente son capturados por las operaciones normales de arrastre para la captura de camarón (SAGARPA 1996, Pérez-Mellado 1998, SAGARPA 2001). Una vez que han sido capturados y descartados en cubierta, los animales de la FAC

pueden ser utilizados, convirtiéndose entonces en un producto complementario de las operaciones de pesca. Alternativamente, los organismos de la FAC pueden ser desechados y se regresan al mar como “descartes” (SAGARPA 2001). La práctica común es que la mayor parte de la fauna de acompañamiento sea devuelta al mar una vez que se ha seleccionado al camarón.

Un reporte de la FAO estimó que la captura anual de la FAC en las pesquerías de camarón en los trópicos fue de alrededor de 9 millones de toneladas, 35% del total de captura incidental de todas las pesquerías del mundo (Alverson *et al.* 1994, Everett 1995).

Más recientemente, se estimó que la tasa de descarte anual de las pesquerías del mundo es de 8%, lo que significa que en el periodo de 1992 a 2001 los descartes fueron de 7.3 millones de toneladas por año, representando el descarte de las pesquerías de arrastre de camarón y escama demersal el 50% del total. Las pesquerías de camarón por sí solas explicaron el 27.3% contra el 35% previamente estimado, que se considera sobreestimado. Las altas tasas de captura incidental son derivados de varios factores, mismos que fueron señalados en Kelleher (2005):

El camarón es menos del 20% de la biomasa demersal de la mayoría de áreas de pesca de camarón.

La luz de malla requerida para capturar el camarón inevitablemente resulta en altas tasas de FAC.

Los barcos son diseñados para la retención del camarón y tienen limitada capacidad de bodega y sistema de enfriamiento para el manejo de la FAC.

Los caladeros de camarón están a considerable distancia de los mercados de las especies con bajo valor comercial componentes de la FAC, por lo que su retención y transporte en grandes volúmenes se hace no costoso.

Las especies de la FAC son de pequeño tamaño y su relativamente bajo valor en el mercado hace la retención de la FAC no costoso.

El promedio anual global (1992-2001) de captura nominal de camarón fue de 2.5 millones de toneladas, donde la captura de peneidos fue de más de 1 millón de toneladas, la mayoría obtenida por barcos arrastreros. Sin embargo, el incremento en la captura nominal global de camarón en años recientes fue aproximadamente de 3 millones de toneladas, esto significa que la cantidad total de descartes puede haberse incrementado entre 10 y 15 %. De las

pesquerías de camarón en general, las pesquerías tropicales de aguas someras explican el 70% del total de los descartes estimados de las pesquerías de camarón, y todas tienen como especies objetivo los camarones peneidos, con una tasa de descarte promedio ( $tasa = \frac{\Sigma descartes * 100}{\Sigma descartes + \Sigma desembarcos}$ ) de 55.8%, pero con una desviación estándar de 0.27, indicado que hay un rango amplio de tasas de descartes (Kelleher 2005).

China, India y Tailandia tiene valores muy bajos de descartes, capturando el 50% de las capturas de camarón. De igual manera, la mayor parte de las pesquerías de camarón en sur y sureste de Asia tienen descartes muy bajos. La Pesquería de camarón del Golfo de México (USA), Arafura (Indonesia), Ecuador, Venezuela y la costa Atlántica de los Estados Unidos, explican una alta proporción de los descartes del camarón a nivel mundial (259,000 t de camarón vs 960,000 t de FAC) (Kelleher 2005).

La pesquería que más descartes presenta a nivel mundial, es la pesquería de camarón que se efectúa por los arrastreros en el Golfo de México en las aguas de Estados Unidos (480,000 t). La pesquería de camarón que se efectúa en el mismo Golfo de México pero en aguas mexicanas genera 19,000 t de descartes, mientras que la que se efectúa en el Pacífico mexicano 114,000 t (Bojórquez 1998).

Hasta 2003, algunos países tenían ya como mandatario el uso de los excluidores de tortugas (DET), pero la mayoría reportaba bajo cumplimiento de este mandato, a nivel mundial las relaciones camarón:FAC eran del orden de 1:4 (1 kg de camarón por 4 kg de fauna acompañante) a 1:20 (INP 2004, Fennessy *et al.* 1994).

En 2005, a nivel mundial se notó un cambio en la actitud de los diversos países respecto a la FAC y con algunas excepciones, los descartes en la mayoría de las pesquerías de China y sureste de Asia, se considera que son mínimos, y el bycatch descargado en tierra se ha incrementado en muchas ciudades en desarrollo.

Las mayores naciones pesqueras como Noruega, Namibia e Islandia prohíben los descartes y la utilización de los dispositivos de reducción de la FAC (excluidores de peces, tortugas, etc.) son obligatorios en pesquerías llevadas a cabo en Australia, Europa y el Atlántico Noroeste (NAFO) (Alverson *et al.* 2005 citado por Kelleher 2005).

A pesar de la importancia económica, medioambiental y social de la FAC en la pesca del camarón, la FAC ha sido pobremente

documentada a nivel internacional. Varios trabajos recientes de la FAO dejan claro que existe una falta general de información sistemática y confiable de las especies que componen la FAC, de las afectaciones a sus poblaciones, así como de su potencial utilización (SAGARPA 2001, Sofia 2004, 2008).

### *Situación Nacional*

Dentro del contexto internacional, México presenta una tasa de desembarco de todas las pesquerías de 20.3%, mientras que países como Kuwait, Portugal, La Guyana Francesa, República Dominicana entre otros, presentan valores superiores a 80% (Tabla 1). Esto muestra que México no se encuentra entre los países con mayor tasa de descartes. La pesquería de camarón que más descartes presenta a nivel mundial, es la pesquería que se efectúa por los arrastreros en el Golfo de México en las aguas de Estados Unidos (480,000 t). La pesquería de camarón que se efectúa en el Pacífico mexicano genera 114,000 t (Bojórquez 1998).

En México existe mucho trabajo efectuado sobre la relación camarón:FAC como proporción y listados faunísticos. Son nulos los

**Tabla 1.** Desembarcos, descartes (toneladas) y tasa de descarte ponderada por país o área Fuente: FAO (2005).

País	Desembarcos	Descartes	Tasa de descartes (%)	País	Desembarcos	Descartes	Tasa de descartes (%)
Angola	232 325	46 594	16.7	Ecuador	24 113	91 211	79.1
Anguila	225	0	0.0	El Salvador	37 678	10 397	21.6
Antigua y Barbuda	1 369	0	0.0	Guinea Ecuatorial	5 400	27	0.5
Argentina	622 964	109 000	14.9	Eritrea	16 989	3 792	18.2
Aruba	168	0	0.0	EU (NEI*)	12 211	8 135	40.0
Australia	97 644	120 981	55.3	Islas Malvinas	228 417	11 127	4.6
Bahamas	10 253	0	0.0	Islas Fiyi	20 832	0	0.0
Bahréin	8 164	2 571	24.0	Finlandia	104 000	200	0.2
Bangladesh	314 966	64 578	17.0	Francia	729 517	194 268	21.0

*Continúa...*

RELACIÓN CAMARÓN : FAUNA

Barbados	3 316	0	0.0	Francia (Reunión)	2 722	27	1.0
Belice	111	284	71.9	Guayana Francesa	9 324	49 822	84.2
Benín	8 146	41	0.5	Polinesia Francesa	6 631	0	0.0
Bermudas	430	0	0.0	Gabón	25 000	253	1.0
Brasil	480 574	54 892	10.3	Gambia	39 098	5 124	11.6
Brunei Darussalam	1 214	3 579	74.7	Ghana	105 936	1 445	1.3
Bulgaria	3 353	436	11.5	Grecia	35 000	17 070	32.8
Camboya	49 343	0	0.0	Granada	1 661	0	0.0
Camerún	61 407	367	0.6	Guadalupe	9 641	0	0.0
Canadá	789 061	90 021	10.2	Guam	472	0	0.0
Cabo Verde	10 881	54	0.5	Guatemala	16 100	50 950	76.0
Islas Caimán	123	0	0.0	Guinea	103 913	16 684	13.8
Chile	4 360 251	89 155	2.0	Guinea- Bissau	50 021	18 500	27.0
China	14 777 934	74 261	0.5	Guyana	26 870	29 960	52.7
Colombia	9 095	14 377	61.3	Haití	398	1 402	77.9
Comoras	6 951	35	0.5	Honduras	11 815	27 335	69.8
Islas Cook	836	0	0.0	Islandia	1 969 672	45 564	2.3
Costa Rica	2 683	2 437	47.6	India	2 849 066	57 917	2.0
Costa de Marfil	30 000	151	0.5	Islas Virgenes Británicas	236	0	0.0
Cuba	19 227	0	0.0	Indonesia	3 104 788	270 412	8.0
Djibouti	350	0	0.0	Irán, Rep. Islámica	43 272	29 208	40.3
Kenia	8 272	2940	26.2	Irlanda	214 903	29 569	12.1
Kiribati	16 000	0	0.0	Japón	6 491 001	918 436	12.4
Rep. Democrática de Corea	221 253	1 112	0.5	Portugal	6 303	35 605	85.0
Rep. Corea	197 913	995	0.5	Federación Rusa	400 000	361 905	47.5

Continúa...

Kuwait	5 602	41 980	88.2	Rep. Dominicana	942	3 964	80.8
Liberia	4 494	23	0.5	Santa Elena	781	0	0.0
Madagascar	69 184	31 618	31.4	San Kitts y Nevis	295	0	0.0
Malasia	1 027 276	10 377	1.0	Santa Lucía	1 621	0	0.0
Maldivas	12 599	59	0.5	Samoa	7 190	0	0.0
Islas Marshall	3 273	0	0.0	Arabia Saudita	24 733	1 014	3.9
Martinica	5 352	0	0.0	Samoa Americana	460	0	0.0
Mauritania	15 000	75	0.5	Senegal	376 153	25 609	6.3
Mauricio	10 694	54	0.5	Seychelles	4 433	22	0.5
Marruecos	924 450	222 457	19.4	Sudáfrica	872 935	37 570	4.1
México	541 423	137 873	20.3	Sierra Leona	45 910	231	0.5
Micronesia	5 000	0	0.0	Islas Salomón	16 634	0	0.0
Montserrat	46	0	0.0	Somalia	4 000	0	0.0
Mozambique	68 787	26 525	17.8	España	6 343	212	3.2
Myanmar	880 594	27 371	3.0	Sri Lanka	274 760	1 367	0.5
Namibia	522 557	13 454	2.5	Sudán	5 094	26	0.5
Nauru	425	0	0.0	Surinam	5 500	29 500	84.3
Países Bajos	110 000	14 717	11.8	Rep. Árabe Siria	2 408	5 934	10.4
Nueva Caledonia	3 418	0	0.0	Tailandia	2 752 878	27 807	1.0
Nicaragua	5 776	6 346	52.4	Timor-Leste	381	2	0.5
Nigeria	190 722	2 792	1.4	Tokelau	200	0	0.0
Niue	206	0	0.0	Tonga	7 036	0	0.0
Isla Norfolk	0	0	0.0	Trinidad y Tobago	6 639	8 859	57.2
Islas Marianas	2 966	0	0.0	Túnez	29 295	147	0.5
Noruega	2 516 350	102 611	3.9	Turquía	282 150	279	0.1

*Continúa...*

RELACIÓN CAMARÓN : FAUNA

Omán	135 957	1 384	1.0	Islas Turcas- Caicos	1 310	0	0.0
Pakistán	228 676	35 467	13.4	Tuvalu	1 100	0	0.0
Palau	2 103	0	0.0	Reino Unido	27 343	16 654	37.9
Panamá	101 964	33 483	24.7	EE.UU.	3 344 438	927 599	21.7
Papua Nueva Guinea	33 167	6 150	15.6	Uruguay	112 572	18 649	14.2
Perú	10 291 633	350 215	3.3	Vanuatu	2 930	0	0.0
Filipinas	744 583	7 521	1.0	Venezuela	213 025	96 920	31.2
Islas Pitcairn	8	0	0.0	Vietnam	3 547 346	17 826	0.5
				Islas Wallis- Futuna	917	0	0.0
				Yemen	50 523	531	1.0

trabajos sobre dinámica poblacional de las especies que componen la FAC.

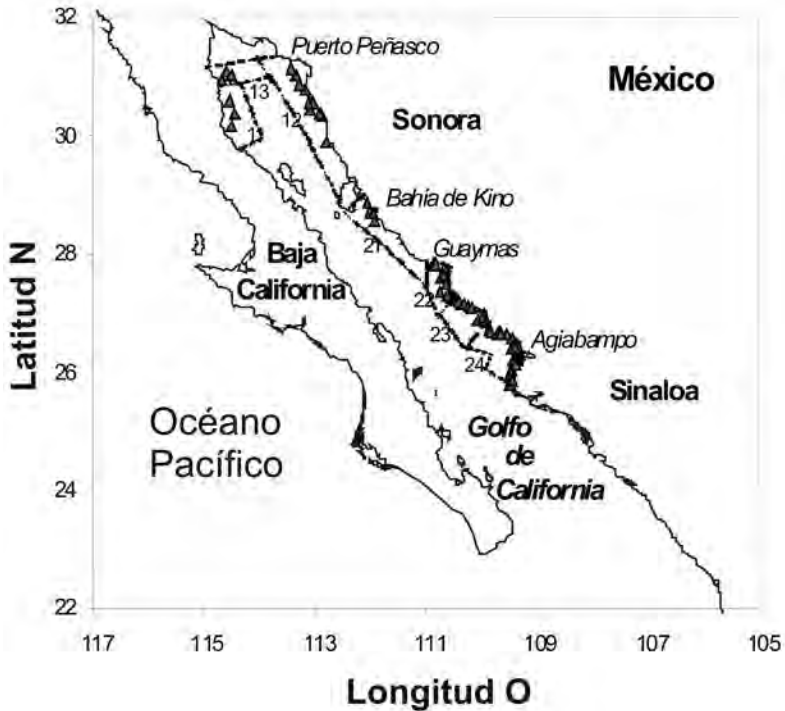
Se efectuó una revisión de la relación camarón:FAC en los trabajos del Pacífico Mexicano efectuados por diversos investigadores e instituciones, la mayoría por el Instituto Nacional de Pesca, ITMAR, ONG's, desde 1955 hasta 2005 (Tabla 2), además de integrar información de revisiones efectuadas por el mismo CIBNOR desde 1996 en colaboración con el Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas en los cruceros de veda del camarón (Fig. 2).

De estos datos, surgen rasgos interesantes:

a) Los resultados presentados en diversos trabajos muestran una relación camarón:FAC altamente variable por zonas (Chávez y Arvizu 1972, Chapa 1976, Pérez-Mellado 1980, Yañez-Arancibia 1984, Nava-Romo 1995, Villaseñor-Talavera 1997) y por estaciones del año, aún dentro de la misma zona (Pérez-Mellado 1980, Grande-Vidal y Díaz-López 1981, Villaseñor-Talavera 1997, Pérez-Mellado 1998).

b) Grande-Vidal y Díaz-López (1981) reportaron valores de la relación camarón:FAC en las costas de Sonora y Sinaloa de 1:9 para 1964-1965, 1:10 para 1969,





**Figura 2.** Derrotero seguido durante los cruceros de veda del camarón por el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA).

**Tabla 2.** Valores reportados de la relación camarón:FAC obtenidas en la pesquería de arrastre del camarón en el Golfo de California del periodo 1955-2005.

Autor(s)	Región	Año analizado	camarón:FAC
Chapa (1976)	Sinaloa	1955	1:1.8
Rosales (1976)	Sinaloa	1964	1:7.1
Chávez y Arvizu (1972)	Golfo de California	1968	1:6.3
Chávez y Arvizu (1972)	Centro de Golfo de California	1968	1:5.8
Chávez y Arvizu (1972)	Golfo de California	1969	1:7.8
Chapa (1976)	Sinaloa	1969	1:10.2
Pérez Mellado (1980)	Golfo de California	1978	1:9.7
Romero (1978)	Golfo de California	1978	1:10.2
Young y Romero (1979)	Golfo de California	1979	1:15.5

*Continúa...*

*RELACIÓN CAMARÓN : FAUNA*

---

Hendrickx (1984)	Golfo de California	1984	1:34.6
Herrera Valdivia (1986)	Sinaloa	1986	1:9.7
Nava Romo (1995)	Alto Golfo de California	1994	1:10.
NRDC (citado en Alverson et al. 1994)	Golfo de California	1994	1:9.7
INP-CIBNOR (VEDA) (1996)	Sonora	1996	1:53.
INP-CIBNOR (VEDA) (1996)	Sonora	1996	1:63.
Balmori et al. (2002)	Golfo de California	2001	1:10.
INP-CIBNOR VEDA (2001)	Sonora	2001	1:25.1
INP-CIBNOR VEDA (2002)	Sonora	2002	1:14.7
INP-CIBNOR VEDA (2002)	Sonora	2002	1:9.3
Esparza (2003)	Nayarit y Sinaloa	2003	1:8.5
INP-CIBNOR VEDA (2003)	Sonora	2003	1:13.1
INP-CIBNOR VEDA (2003)	Sonora	2003	1:34.
INP-CIBNOR VEDA BIP XI (2003)	Sonora	2003	1:107.
INP-CIBNOR VEDA BIP XII (2004)	Sonora	2004	1:59.
INP-CIBNOR VEDA BIP XII (2005)	Sonora	2005	1:57.5
CIBNOR observadores (2005)	Sonora	2005	1:9.5

---

y de 1:10 para 1979, concluyendo que la proporción promedio de dicha relación para el litoral del Pacífico mexicano fue de 1:9. Estos resultados coinciden con lo reportado por Rosales (1976), Romero (1978) y Pérez-Mellado (1980,1998).

c) Pérez-Mellado (1980) realizó estudios para determinar la composición específica de la fauna de acompañamiento en la pesquería de camarón en el Golfo de California durante 1978 a 1979, encontró una relación promedio de camarón:FAC de 1:9.7. También mostró que las mayores cantidades de fauna se capturas durante el primer mes de la temporada y disminuyen drásticamente a partir del segundo mes, hecho que coincide con lo reportado por Rosales (1976) y Romero (1978). Este patrón de captura de FAC se explicó una combinación de varias circunstancias: por un lado el arrastre de las redes es mayor durante los primeros meses de pesca, pero también la temperatura del agua de mar es baja. En su mismo trabajo, muestra una estrecha asociación entre temperatura y fauna. Así mismo, coincide la disminución de la temperatura con la retirada de los barcos a mayores profundidades buscando aumentar las capturas de camarón. Este periodo de ausencia podría permitir la recuperación de las poblaciones de fauna acompañante del camarón, sin embargo, es una hipótesis a comprobar.

Si se revisan los valores a lo largo del tiempo (fig. 3), se observa que la relación camarón:FAC obtenida en los barcos de la flota camaronera se incrementó durante los primeros años (1955-1978), desde entonces ha estado variando alrededor de un valor medio de 10.8 (desviación estándar de 7.79), resaltando los valores obtenidos por Hendrickx (1984).

La captura de los barcos de la flota camaronera comercial no son comparables con los valores obtenidos de cruceros de prospección como los efectuados en periodo de veda, en los que se obtuvo un valor medio de 35.3 (desviación estándar de 21.4), mismos que mostraron mayor varianza que los datos obtenidos por crucero. Esto es así, toda vez que los cruceros de veda, al ser desarrollados para

prospectar las abundancias y dinámica poblacional del camarón, siguen un derrotero definido y no se orientan a los caladeros naturales como lo hacen los barcos de la flota comercial, así mismo, la pericia del patrón del barco es muy importante en la operación correcta de las redes (fig. 4).

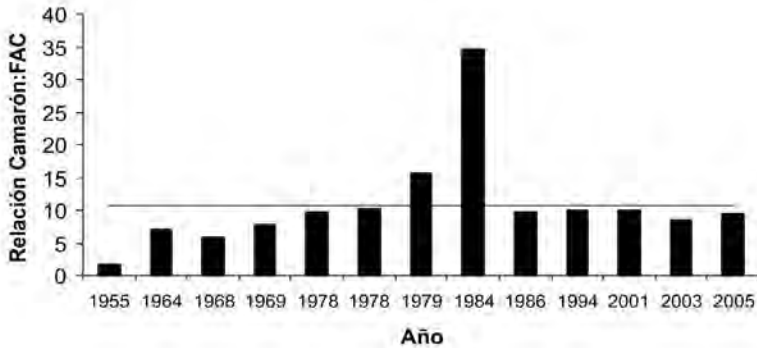


Figura 3. Valores de la relación camarón:FAC a lo largo del tiempo obtenida vía capturas de los barcos de la flota comercial que opera en el Golfo de California del periodo de 1955-2005.

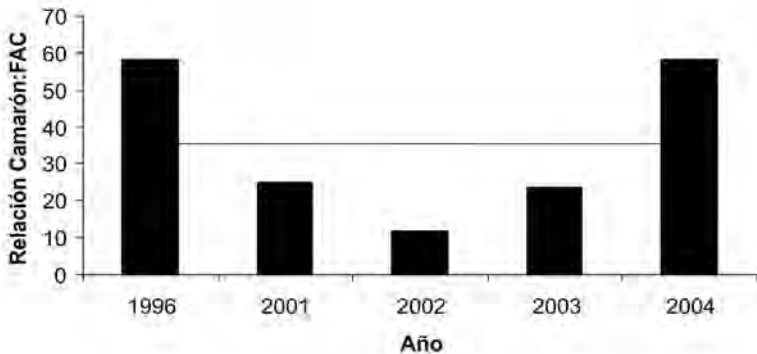


Figura 4. Valores de la relación camarón:FAC a lo largo del tiempo obtenida en los cruceros prospectivos de veda del camarón efectuados por el INAPESCA en los que participó personal del CIBNOR.

Actualmente se están llevando a cabo diversos trabajos orientados a evaluar el problema del bycatch por diversas instituciones (INAPESCA a través del proyecto de observadores a bordo del FIDEMAR, CICIMAR) pero los resultados obtenidos hasta la fecha son no accesibles, salvo el reportado por Madrid-Vera *et al.* (2007), donde reportan una biomasa estimada de la comunidad de peces componentes del bycatch de  $90 \pm 45 \times 10^3$  t y una proporción

media de camarón:bycatch de 6 a 31 kg y un valor medio de bycatch desembarcado de 1.44. Así mismo, se sabe que la FAO está financiando el proyecto denominado "Reducción de las repercusiones ambientales de la pesca tropical de camarón al arrastre, mediante la introducción de técnicas para reducir la captura incidental y cambio de gestión" el cual se encuentra integrado por ocho países y México coordina este proyecto vía el INAPESCA.

## CONCLUSIONES

De los resultados encontrados en la literatura resaltan los siguientes hechos:

- a) La relación camarón:FAC tan alta muestra el hecho de que los camarones se pescan en zonas muy costeras, donde generalmente se encuentran las mayores concentraciones de peces bentónicos, crustáceos y moluscos, debido a que es zona de interfase mar-tierra con un considerable aporte de material terrígeno, que le confiere una alta productividad primaria, que se traduce en condiciones idóneas (disponibilidad alimenticia) para muchas especies marinas (Mann y Lazier 1996). Es prácticamente imposible efectuar arrastres en ésta zona tratando de obtener una relación camarón:FAC de 1:1 con las redes de arrastre utilizadas en la actualidad (Heredia-Quevedo 2001).
- b) De acuerdo a todos los resultados reportados hasta la fecha, la relación camarón:FAC no ha cambiado con el tiempo, motivo por el cual se considera que es una medida poco confiable del posible impacto de los arrastres en las comunidades bentónicas del Golfo de California. En todo caso, se deberá buscar algún otro indicador del efecto de los arrastres.
- c) Resalta la ausencia de estudios recientes sobre el tema, haciendo indispensable la investigación de los efectos de los arrastres de la flota camaronera en el Golfo de California.

Otra de las líneas que se debe desarrollar en investigación, es la del aprovechamiento de toda esa fuente de proteína que representa la fauna de acompañamiento.

Adicionalmente, surge la necesidad de llevar a cabo estudios tendientes a la modificación de las artes de pesca actualmente en uso por la flota camaronesa, buscando dar una alternativa al pescador para solucionar el problema de la captura incidental, antes de proponer cierres de áreas o incluso pesquerías en su conjunto, con la consiguiente pérdida de empleos y divisas para las regiones aledañas al Golfo de California, específicamente dentro de los litorales de Sonora y Sinaloa.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-02-089 y el proyecto EP1.1. Se agradece el apoyo del Laboratorio de Pesquerías (Eloisa Herrera Valdivia) y el Laboratorio de Ecología de Peces del CIBNOR, a la Cámara Nacional de la Industria Pesquera de Sonora, a 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

- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Murawski, S. A., Pope, J. G. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper* 339.
- SAGARPA. (1996). Anuario estadístico de pesca 2003. SAGARPA. CONAPESCA.
- SAGARPA. (2001). Anuario estadístico de pesca 2003. SAGARPA. CONAPESCA.
- INP. (2004). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. Instituto Nacional de la Pesca.
- Bojórquez, L. F. (1998). Bycatch utilization in Mexico. In: Report and Proceedings on the FAO/DFID Expert Consultation on Bycatch Utilization in Tropical Fisheries. Rome, FAO.
- Chapa, S. H. (1976). La fauna acompañante del camarón como índice de monopesca. Memorias del Simposium sobre biología y dinámica poblacional del camarón, Guaymas, Sonora. INP, México, D.F.
- Chávez, H., Arvizu, J. (1972). Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California, 1968-1969. III. Fauna de acompañamiento del camarón (peces finos y "basura"). In: Carranza, J. (ed.), Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía. México, D.F. pp. 361-378
- Eayrs, S. (2007). Guía para reducir la captura de fauna incidental (bycatch) en las pesquerías por arrastre de camarón tropical. Roma, FAO.

- Ercoli, R., García, J. (1998). The Argentinean procedure and experience with the introduction and acceptance of new sustainable technology. In: Smith, S., Valdemarsen, J. W. (eds.), *Expert consultation on sustainable fishing technologies and practices St. John's, Newfoundland, Canada*. FAO. Fish. Rep. 588. pp.132-140.
- European Commission. (2002). Communication from the commission to the council and the european parliament on a community action plan to reduce discards of fish.
- Everett, H. R. (1995). *Sensors for mobile robots: theory and application*. A.K. Peters Ltd., Wellesley, MA.
- FAO. (2009). South west Indian ocean fisheries commission. Report of the workshop on bycatch, particularly in prawn fisheries, and on the implementation of an ecosystem approach to fisheries management. Maputo, Mozambique. FAO Fisheries and Aquaculture Report. 873. Rome, FAO.
- FAO. (1996). *The State of World Fisheries and Aquaculture 1996*. Rome. FAO.
- FAO. (1997). Informe del taller regional sobre la utilización de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC). Centro de Investigaciones Pesqueras, Cuba. FAO.
- FAO. (2000). Report of the four GEF/UNEP/FAO regional workshops on reducing impact of tropical shrimp trawl fisheries. Fisheries Report. 627. Rome. FAO.
- FAO. (2003). Report of the regional workshops on approaches to reducing shrimp trawl bycatch in the western Indian ocean. Fisheries Report. 734. Rome. FAO.
- Fennessy, S. T, Mwatha, G. K., Thiele, W. (2004). Report of the regional workshop on approaches to reducing shrimp trawl bycatch in the Western Indian Ocean. Mombasa. FAO Fisheries Report. 734.
- Fennessy, S. T., Villacastin, C., Field, J. G. (1994). Distribution and seasonality of ichthyofauna associated with commercial prawn trawl catches on the Tugela Bank of Natal, South Africa. *Fish. Res.* 20: 263-282.
- Flores-Olivares, J. (2003). Modificación a las artes de pesca en la búsqueda de la selectividad con un enfoque ecosistémico. In: Informe del Taller Nacional sobre Selectividad de sistemas de pesca de arrastre para camarón, implicaciones para el ordenamiento pesquero. Mazatlán, Sinaloa. pp.1-12.
- Grande-Vidal, J. M., Díaz-López, M. L. (1981). Situación actual y perspectivas de utilización de la fauna de la fauna de acompañamiento del camarón en México. *Cienc. Pesq.* 1(2): 43-56.
- Heredia-Quevedo, J. A. (2001). Shrimp trawl design improvements suggested for Mexican fisheries. Final project. The United National University (UNU). Reykjavok, Iceland.
- Hinz, H., Prieto, V., Kaiser, M. J. (2009). Trawl disturbance on benthic communities: chronic effects and experimental predictions. *Ecol. Appl.* 19(3): 761-773.
- Kaiser, J. M., Collie, J. S., Hall, S. J., Jennings, S., Poiner, I. R. (2001). Efectos de la pesca en los hábitat bentónicos marinos. In: *Memorias de la Conferencia de Reykjavik sobre la pesca responsable en el ecosistema marino*. Reykjavik, Islandia.
- Kaiser, M. J., de Groot, S. J. (2000). *Effects of Fishing on non-target species and habitats*. Blackwell Science. Oxford, U.K.

- Kelleher, K. (2005). Discarding in the world's fisheries: an update. FAO Fish. Tech. Pap. 470.
- Mann, K. H., Lazier, J. R. N. (1996). Dynamics of marine ecosystems. Biological-physical interactions in the oceans. Blackwell Science. Cambridge, U.S.A.
- Marcano, L. A., Alio, J. J. (2000). La Pesca de arrastre en Venezuela: II Capturas Incidentales. FONAIAP. 65. Venezuela.
- Nava Romo, J. M. (1995). Impactos a corto, mediano y largo plazo, en la biodiversidad y otras características ecológicas en la comunidad bentónico-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Guaymas, Sonora, México.
- NMFS. (1998). Economics of bycatch: the case of shrimp and red snapper fisheries in the U.S. Gulf of Mexico. In: Managing the nation's bycatch: priorities, programs and actions for the National Marine Fisheries Service. NMFS.
- Nordic Council of Ministers. (2003). Workshop on Discarding in Nordic Fisheries. Rungsted, Denmark.
- Pérez-Mellado, J. (1980). Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Guaymas, Sonora.
- Pérez-Mellado, J. (1998). Problemática de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en el Golfo de California. México. Informe Instituto Tecnológico del Mar Guaymas, Sonora, México.
- Robins, J., Campbell, E. S., Day, M., McGilvray, G. J. (2000). Commercialization of bycatch reduction strategies and devices within northern Australian prawn trawl fisheries. Proj. Rep. Dep. Prim. Ind. Queens Deception Bay, Australia.
- Romero, C. J. M. (1978). Composición y variabilidad de la fauna de acompañamiento del camarón en la zona norte del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Guaymas, Sonora, México.
- Rosales-Juárez, F. (1976). Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón en altamar frente a las costas de Sinaloa, México. Memorias sobre los recursos de la pesca costera en México, Veracruz, México.
- Saillant, Eric, Bradfield, S. C., Gold, J. (2006). Genetic impacts of shrimp trawling on red snapper (*Lutjanus campechanus*) in the northern Gulf of Mexico. ICES J. mar Sci. 63: 705-713.
- SOFIA. (2004). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2004. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO.
- SOFIA. (2006). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO.
- SOFIA. (2008). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO.
- Thurstan, H. R., Brockington, S., Roberts, C. M. (2010). The effects of 118 years of industrial fishing on U.K. bottom trawl fisheries. Nature Com. 1(15): 1-6.
- Villaseñor-Talavera, R. (1997). Dispositivos excluidores de tortugas marinas. FAO. Documento técnico de pesca 372: 80-91.



Yáñez-Arancibia, A. (1984). Evaluación de la pesca demersal costera. *Ciencia y Desarrollo*. 58 (10): 61-71.

---

**CITA DE CAPÍTULO 2**

López-Martínez, J., S. Hernández-Vázquez, R. Morales-Azpeitia, M. O. Nevárez-Martínez, C. Cervantes-Valle y J. Padilla-Serrato. 2012. Variación de la relación camarón:fauna de acompañamiento en la pesquería de camarón industrial del Golfo de California. 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. 27-47.



## CAPÍTULO 3

## Macroalgas en redes de arrastre para camarón en fondos marinos del Golfo de California.

Elisa Serviere-Zaragoza<sup>1\*</sup>, Alejandra Mazariegos-Villareal<sup>1</sup>, Alma Rosa Rivera-Camacho<sup>1</sup>, Juana López-Martínez<sup>2</sup> y Alejandra Piñón-Gimate<sup>1</sup>

### RESUMEN

En la región la pesca del camarón se lleva a cabo con redes de arrastre, las cuales tienen gran impacto sobre el sedimento y los organismos del bentos. Se ha observado, que además de la pesca incidental de especies de peces, se encuentran otras especies tales como macroalgas y esponjas.

**Palabras clave:**  
Macroalgas  
Esponjas  
Redes de arrastre  
Camarón  
Golfo de California

En arrastres con redes camaroneras, se encontraron 13 especies de macroalgas, 1 de la división Chlorophyta, 4 de la división Phaeophyta y 8 de la división Rhodophyta. La especie que se encontró más frecuentemente fue *Gracilaria vermiculophylla*. Además, se encontraron esponjas, hidrozoarios y huevos, posiblemente de gasterópodo. En agosto del 2005 se encontró el mayor número de macroalgas (5 especies). Los grupos identificados se obtuvieron en lances realizados entre los 12 y 41 m de profundidad. En lances realizados en zonas impactadas vs no impactadas por las redes de arrastre, se encontraron grupos similares con especies como *Padina durvillei* y *Sargassum* sp., hidrozoarios y huevos de tres tipos, a una profundidad que varió entre 28 a 45 m. La información obtenida resalta la necesidad de realizar estudios detallados, sobre el efecto de diferentes artes de pesca sobre las comunidades bentónicas a lo largo de las costas de México, y particularmente en el Pacífico mexicano donde existe una amplia flota de barcos camaroneros.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR), Mar Bermejo 195. Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz. CP 23090. Baja California Sur. México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Campus Guaymas. Guaymas, Sonora 85465, México

\*Autor de correspondencia: E-mail: serviere04@cibnor.mx

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad las pesquerías de camarón son las mayores productoras de fauna de acompañamiento, alcanzando hasta el 35% de las capturas incidentales a nivel mundial (Amezcu-Linares *et al.* 2006). Las pesquerías de camarón pueden capturar hasta 10 k de peces por uno de camarón (Alverson *et al.* 1994). El camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) es una especie nativa del Pacífico mexicano, que se distribuye desde la Bahía de San Francisco en EE. UU. hasta las costas del Perú, incluyendo la totalidad del Golfo de California e Islas Galápagos (Hendrickx 1986, 1996). Esta especie constituye la base de las pesquerías de camarón del Pacífico mexicano, junto con el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) y el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) (Porchas-Cornejo *et al.* 1999).

La pesca de arrastre de fondo se considera, después de la agricultura, una de las actividades más perjudiciales derivadas de las actividades antropogénicas (Watling y Norse 1998). Los arrastres de fondo marino ocasionan un detrimento de la biota marina, e.g. una zona de perturbación de 120-150 cm de ancho y una profundidad de 5 cm son suficientes para modificar el fondo marino (Jones 1992, Engel y Kvitek 1998, Hall 1999), afectando directamente la abundancia e indirectamente las estructuras y organismos que sirven de hábitat y alimentación, respectivamente (Sainsbury 1988). A pesar de estos problemas, la intensidad y eficacia de la pesca de arrastre de fondo han aumentado en todo el mundo (Hall 1999).

Los impactos de la actividad pesquera en los ecosistemas han sido largamente descritos y cuantificados (Jennings y Kaiser 1998, Hall 1999). El efecto directo de la pesca en la dinámica poblacional de las especies objetivo y de la fauna acompañante son la sobreexplotación, y el caso más extremo el colapso de la pesquería (Wolff y Milessi 2005). Debido a la extracción de biomasa de especies objetivo y de fauna acompañante del ecosistema, se tienen también impactos indirectos sobre la trama trófica, afectando especies predatoras, presas y competidores de estos últimos (Goñi 1998, Hollingworth 2000, Shannon *et al.* 2000).

Por otro lado, el diseño de los aparejos utilizados en las redes de arrastre de fondo, aplastan y destruyen indiscriminadamente a

todos los organismos que se le interponen, incluyendo algas, plantas y animales de lento crecimiento que son sensibles a los disturbios de su hábitat, como las anémonas, las esponjas y los corales de profundidad. Además, al remover y escarbar el fondo, el arrastre destruye el refugio de diversos organismos que quedan visualmente expuestos a sus depredadores. Al mismo tiempo, la remoción del suelo altera los flujos de la materia y energía del mismo; elementos que determinan las condiciones físicas para que se desarrolle la vida. La destrucción de las complejas comunidades que habitan el fondo oceánico contribuye a la declinación de las pesquerías, ya que estas áreas proporcionan las condiciones para resguardar y proteger el crecimiento de una gran variedad de especímenes juveniles de peces e invertebrados marinos. En definitiva, una vez que el hábitat esencial ha sido destruido producto de la pesca de arrastre, peces comerciales y otras especies que dependen de él para su desove, cría, protección, alimentación y refugio pueden ser afectados (Buschmann y Astudillo 2004).

Las macroalgas forman parte de los principales organismos de las lagunas costeras y estuarios, participando en los ciclos de carbono y nitrógeno (Darley 1982), reciclando la materia orgánica disuelta y evitando la erosión por compactación del sustrato (Scagel 1959, Neushul y Coon 1971, Yañez-Arancibia 1986). Además, de ser importantes productores primarios, sirven de refugio, hábitat y alimento para muchas especies de fauna: moluscos, crustáceos y peces entre otros (Wolff y Milessi 2005). Sin embargo, son pocos los trabajos que refieren los impactos de la pesca de arrastre en la flora marina. En Europa estudios recientes sobre la intensidad de la pesca y el área que se cubre por el barrido del equipo de pesca (e.g. Rijnsdorp *et al.* 1998), indican que la mayoría de los sistemas bénticos sedimentarios han sido modificados por estas actividades en los últimos 100 años. A pesar de esto, solo recientemente se ha estudiado el impacto de estas actividades en macroalgas particularmente en las camas de rodolitos, ya que su hábitat está siendo modificado por las artes de pesca utilizadas en el continente europeo (BIOMAERL 1999, De Grave y Whitaker 1999). Los equipos de pesca de arrastre pueden tener un profundo impacto en las camas de rodolitos a través de la reducción en la complejidad, biodiversidad y viabilidad a largo plazo de su hábitat (Hall-Spencer y Moore 2000a, b), además de que la regeneración depende de una superficie de talo vivo que

puede ser enterrado y muerto por el equipo de pesca (Hall-Spencer 1998). En el Atlántico, las dragas utilizadas para la extracción de escalopos en camas de rodolitos, modifican la topografía del fondo y ocasionan la suspensión de partículas finas de sedimento que pueden afectar el crecimiento y tamaño de los rodolitos (Hall-Spencer y Moore 2000a). Algunos de los efectos de la pesca sobre las camas de rodolitos pudiera ser el reemplazo de especies de vida más larga, por especies oportunistas de rápido crecimiento (Barbera *et al.* 2003). En la región, se están viendo estos efectos en mantos de rodolitos directamente influenciados por la actividad pesquera (Steller *et al.* 2003).

La lista de las especies acompañantes de la pesquería de camarón son importantes porque ayudan a definir, entre otras cosas, áreas protegidas y también ayudan a evaluar los efectos de las actividades humanas sobre el ecosistema (May 1992). Prácticamente, no existen estudios sobre el tema en la parte sur del Golfo de California (Amezcue-Linares *et al.* 2006). En el Pacífico norte de México los estudios son pocos y comprenden, en su mayoría, listas de especies ictiológicas (Balart *et al.* 1992, Amezcua-Linares 1996, Madrid-Vera *et al.* 1998, Aguilar-Palomino *et al.* 2001, Amezcua-Linares *et al.* 2006), pero ninguno de estos comprende las especies de macroalgas que son arrastradas por las redes de pesca de camarón. Por esta razón no se tiene registro de las especies que son afectadas por esta pesca, ni se conocen los efectos que se pudieran tener sobre estas comunidades y poblaciones o sobre las comunidades y poblaciones de otras especies asociadas a ellas. En este trabajo se reportan las especies de flora que aparecieron en lances realizados en el litoral de Sonora, México, comparando áreas que son comúnmente arrastradas y no arrastradas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Macroalgas en redes de arrastre de camarón*

En el periodo de veda de camarón, julio y agosto del 2004, se realizaron un total de 128 lances comprendidos dentro de los 25° 51.34 y 30° 51.00 latitud norte y los 109° 21.07 y 113° 17.00 longitud este. En agosto del 2005 se realizaron un total de 56 lances, dentro de los 25° 50.48 y 30° 53.23 latitud norte y los 109° 26.78 y 113° 14.73 longitud oeste. La profundidad de los lances fue de entre 7 y 50 m. La temperatura

ambiente osciló entre 30° y 32° C. De cada lance se separaron las especies de flora y ejemplares de otros grupos poco frecuentes.

#### *Macroalgas en áreas impactadas vs no impactadas*

En el sitio El Colorado (28° 17' 68'' latitud norte y 111° 39' 83'' longitud oeste) se hicieron arrastres (9 lances) con redes camaroneras. Los arrastres se hicieron en un área perturbada por la pesca de arrastre (4 lances), y un área no perturbada por los arrastres (5 lances). Los lances se realizaron en agosto y noviembre del 2004. La profundidad registrada fue de entre 28 y 45 m, la temperatura ambiente osciló entre 30° y 32 °C.

En ambos estudios, de cada lance se separaron los ejemplares de macroalgas y otros organismos, estos fueron lavados y posteriormente se colocaron en frascos de plástico y se conservaron en una solución de formaldehído al 4% con agua de mar. Cada frasco fue etiquetado con la localidad, fecha y número de lance.

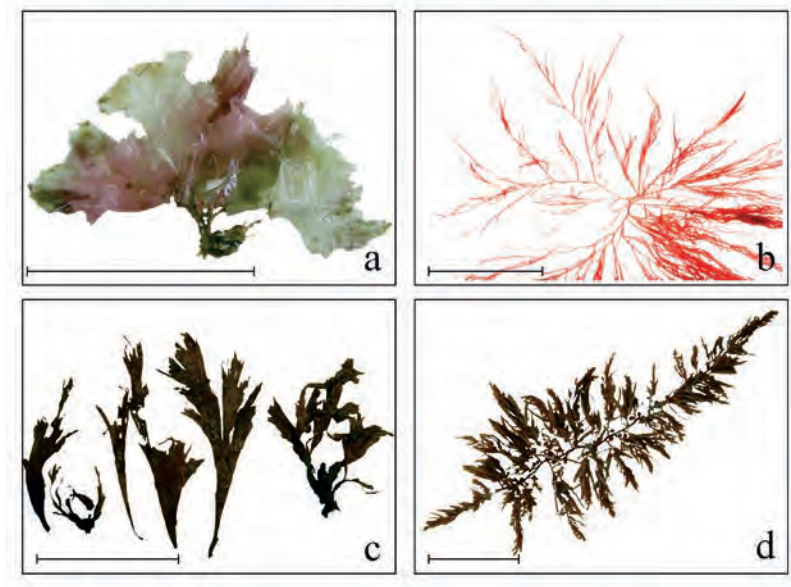
Las macroalgas fueron identificadas con base en la observación de su morfología externa, anatomía y estructuras reproductivas, usando claves y descripciones de especies de la región según Setchell y Gardner (1920, 1924), Smith (1944), Taylor (1945, 1957), Dawson (1953, 1954, 1960, 1961, 1962, 1963a, 1963b), Dawson *et al.* (1960a, 1960b), Abbott y Hollenberg (1976). El arreglo sistemático de las especies en el listado fue de acuerdo con el orden propuesto por Wynne (1986). Para actualizar la nomenclatura de las especies se consultó la página electrónica [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) de Guiry y Guiry (2010). Además se reconocieron ejemplares de esponjas, hidrozoarios y hueva de moluscos, que no fueron identificados a nivel de especie o género. De cada uno de los grupos reconocidos se tomó una fotografía con una cámara digital CASIO, y en su caso microfotografías con un microscopio Olympus BX41, con una cámara Evolution LC Color.

## **RESULTADOS**

### *Macroalgas en redes de arrastre de camarón*

De los 128 lances de 2004 y 56 de 2005, sólo en 14 de ellos se encontraron macroalgas como parte de la flora de acompañamiento del camarón. Se identificaron un total de 13 especies, una de la división Chlorophyta, cuatro de la división Phaeophyta, y ocho

de la división Rhodophyta (Tabla 1). La especie más frecuente fue *Gracilaria vermiculophylla* (fig. 1). Además, de la flora se reconocieron otros grupos como esponjas (tres lances), hidrozoarios (cuatro lances) y huevos (un lance); de estos últimos, se identificaron huevos que posiblemente sean de un gasterópodo. En el mes de agosto del 2005 se encontró el mayor número de especies de macroalgas (5). Los grupos identificados se obtuvieron en lances realizados entre los 12 y 41 m de profundidad.



**Figura 1.** a) Hábito de *Cryptonemia borealis* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento, b) Hábito de *Gracilaria vermiculophylla* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento, c) Hábito de *Padina durvillei* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento d) Hábito de *Sargassum marchantiae* encontrado en los arrastres como flora de acompañamiento (línea escala 10 cm).

#### *Macroalgas en redes de arrastre en áreas impactadas vs no impactadas*

Se obtuvieron algunos ejemplares de macroalgas en agosto de 2004, mientras que en noviembre de 2004 no hubo flora asociada. De los lances de agosto, solo se encontraron macroalgas en cuatro lances de la zona impactada y en dos de la zona no impactada. Los grupos identificados en ambas zonas impactada y no impactada fueron similares, e incluyen a las algas café *Padina concrescens* y *Sargassum* sp. Además, se reconocieron ejemplares de hidrozoarios y huevos de tres tipos. El gradiente de profundidad en el que se encontraron estos grupos fue de 28 a 45 m (Tabla 2).



Tabla 1. Macroalgas, esponjas, hidrozoarios y hueva de otras especies identificados en redes de arrastre de camarón en lances realizados en el litoral de Sonora durante la época de veda 2004 y el año 2005. Solo se presentan los lances en donde se encontraron macroalgas y otros organismos.

Fecha	Julio de 2004								Agosto de 2004			Julio de 2005	Agosto de 2005			Septiembre de 2005		
	12	13	21	23	27	31	35	41	13	25	36	4 (lance)	11	14	31	57	59	
<b>Chlorophyta</b>																		
<i>Cladophora graminea</i> F.S. Collins																		
<b>Phaeophyta</b>																		
<i>Padina durvillei</i> Bory de Saint Vincent																		
<i>Sargassum horridum</i> Setchell & N.L. Gardner																		
<i>Sargassum marchantae</i> Setchell & N.L. Gardner																		
<b>Rhodophyta</b>																		
<i>Amphelia plicata</i> (Hydson) Fries																		
<i>Ceramium comptum</i> Børgesen																		
<i>Cryptonemia borealis</i> Kyllin	X		X															
<i>Gracilaria textorii</i> (Suringar) De Toni																		
<i>Gracilaria vermiculophylla</i> (Ohmi) Papenfuss																		
<i>Hypnea valentiae</i> (Turner) Montagne																		
<i>Polysiphonia pacifica</i> Hollenberg																		
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey																		
<b>Porifera</b>																		
Esponja sp. 1																		
Esponja sp. 2																		
<b>Cnidaria</b>																		
Hidrozoario spp.	X	X						X						X				
<b>Mollusca</b>																		
Huevos de gasterópodo																		
<b>Animalia o Metazoa</b>																		
Huevos sp. 1 (rizados)																		

**Tabla 2.** Macroalgas, hidrozoarios y huevo identificados en redes de arrastre de camarón en lances realizados en el sitio "El Colorado" en dos zonas impactada vs no impactada en 2004. Solo se presentan los lances en donde se encontraron macroalgas y otros organismos.

	Agosto 2004					
	Zona Impactada				Zona no Impactada	
Profundidad (m)	28	31	36	37	41	45
<b>Phaeophyta</b>						
<i>Padina durvillei</i>		X	X	X	X	
<i>Sargassum</i> sp.				X		
Hidrozoario spp.		X	X		X	
<b>Animalia o Metazoa</b>						
Huevos rizados	X	X				
Huevos planos		X	X		X	X
Huevos transparentes				X		

## DISCUSIÓN

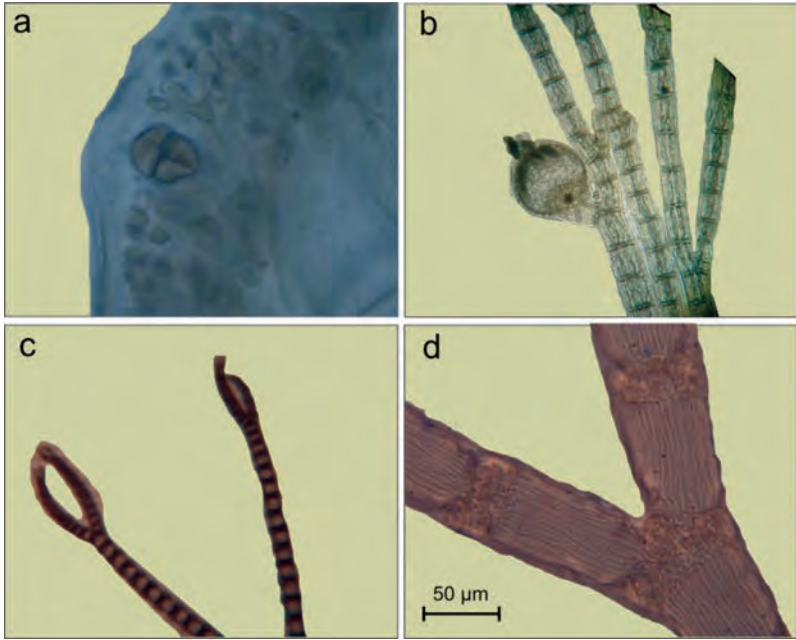
### *Macroalgas en redes de arrastre de camarón*

Los resultados de este estudio contribuyen a los esfuerzos que se están haciendo para valorar el efecto de la actividad pesquera sobre grupos no considerados tradicionalmente, como son las macroalgas. En el Pacífico mexicano se han realizado estudios para evaluar el efecto en mantos de rodolitos (Steller *et al.* 2003), sin embargo, a estos deben sumarse otros grupos como son macroalgas, esponjas, hidrozoarios y estructuras reproductoras de moluscos, los cuales aparecieron en los lances analizados en este trabajo. Por ello, es necesario incrementar los estudios para estimar la frecuencia y abundancia de estos recursos en los artes de pesca antes, durante y después de su operación en diferentes áreas geográficas.

En general, las especies de macroalgas encontradas se han reportado en otros ambientes del Pacífico mexicano (González *et al.* 1996); aunque las profundidades a las que se encontraron representan registros importantes para la flora entre los 7 y 50 m. No se pueden comparar los registros obtenidos en este trabajo con trabajos previos debido a que no se tienen reportes previos de macroalgas en redes de arrastre para la región.

De las especies encontradas, los ejemplares del género *Ceramium* y *Polysiphonia* son de pocos centímetros y crecen como epífitos de

otras especies de algas (fig. 2), por el contrario, *Cryptonemia borealis*, *Gracilaria vermiculophylla*, *Padina durvillei*, *Sargassum marchantiae* (fig. 1) y *Spyridia filamentosa* son especies de más de 10 cm de talla, y son características de fondos arenosos blandos, tal como los sitios en donde se lleva a cabo la pesca del camarón.



**Figura 2.** a) Tetrasporangio de *G. vermiculophylla* encontrado durante los arrastres (40X), b) Detalle del hábito de *Polysiphonia pacifica* encontrada en los arrastres como flora de acompañamiento (10X), c) Hábito de *Ceramium comptum* encontrado en los arrastres como epífita de la flora de acompañamiento, sección media del hábito (10X), d) Sección media del hábito (40X).

*Gracilaria vermiculophylla* fue la especie más frecuente en los lances. Esta especie se caracteriza por tener talo erecto, de color café oscuro, verde, amarillento, púrpura o guinda, el talo es generalmente ramificado con ejes cilíndricos y puede llegar a medir hasta 40 cm de largo (fig. 1b), generalmente tiene una estructura de fijación discoidal pequeña. *G. vermiculophylla* es originaria del Pacífico norte y es considerada una especie invasora en el Pacífico este (Bellorin *et al.* 2004), cuyo éxito en algunos estuarios someros, se ha relacionado a su asociación con el poliqueto *Diopatra cuerea* (Bosc, 1802), a su eficiencia en el reclutamiento en sustratos duros, a su alta tolerancia a la desecación, al enterramiento dentro del sedimento, a su tolerancia a la baja irradiación a cambios repentinos de temperaturas, y a la larga persistencia de talos pequeños y

fragmentos grandes de talos en estado vegetativo (como *G. verrucosa* (Huds.) Papenfuss, Thomsen 2004a, b, Thomsen *et al.* 2005).

En el Golfo de California, *G. vermiculophylla* se ha encontrado en lagunas costeras con profundidades máximas de hasta 5 m, en un amplio rango de temperaturas (21.5 a 32.5 °C) y salinidades (16.6 a 40.5 psu) (Piñón-Gimate *et al.* 2008). Es posible que la tolerancia de esta especie a bajas irradiaciones le permita encontrarse en un amplio rango de profundidades, de ahí que aparezca en los lances de profundidades de hasta 40 m. La presencia de cistocarpos y tetrasporas en talos de *G. vermiculophylla* (fig. 2a), se ha relacionado con el tipo de sustrato donde crece. El número y dominancia de cierta fase reproductiva o vegetativa varía de acuerdo con los cambios de salinidad, temperatura y el tipo de sustrato (Chirapart *et al.* 1992), que a menudo se encuentran correlacionados entre ellos y con otros factores ambientales como los nutrientes (Kain, 1989). En la costa de Sinaloa, se ha reportado la especie en sustrato predominantemente fangoso-arenoso, asociándose la presencia de estructuras reproductoras y fases vegetativas (Piñón-Gimate *et al.* 2008, Hernández-Tovalín 2007).

*Spyridia filamentosa* tiene un talo de color rojo rosado que puede medir hasta 20 cm de alto. Crece sobre rocas y arena en las zonas intermareales, se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico mexicano (Ochoa-Izaguirre *et al.* 2007), siendo abundante cuando la temperatura del Golfo de California es alta (Mateo-Cid *et al.* 1993, Núñez-López 1996, Casas-Valdez *et al.* 2000). Ocurrencias conspicuas de esta especie en la región se encuentran asociadas a diversos factores ambientales, tales como la temperatura y el enriquecimiento por nutrientes (Piñón-Gimate *et al.* 2008). Lo mismo ocurre con la especie *Hypnea valentiae* que ha sido descrita en la región, cuando su abundancia es alta (más de 1g/m<sup>2</sup>) se atribuye a la presencia de alguna fuente de nutrientes. *H. valentiae* es una especie de talo erecto a ligeramente decumbente que puede medir hasta 20 cm de alto. Esta especie presenta una amplia distribución a lo largo de la costa del Pacífico mexicano y se encuentra desde Punta Descanso, Baja California; en el Golfo de California hasta Acapulco, Guerrero; su presencia en lagunas costeras es común y se encuentra generalmente en sustrato arenoso en la zona intermareal y submareal (Ochoa-Izaguirre *et al.* 2007). No se tienen datos sobre la preferencia por nutrientes de las otras especies.

En las costas brasileñas se ha observado que las especies de macroalgas sobre pastos marinos que son directamente afectados por el arrastre de las anclas, tienen una recuperación diferencial, por ejemplo, las especies del género *Udotea* se recuperaron del disturbio, pero especies tales como *Dictyota mertensii* (Martius) Kützing, *Dictyota cervicornis* Kützing, *Padina* spp. y *Laurencia obtusa* (Hudson) mostraron patrones de recuperación diferentes dependiendo de la especie y la época del año. Un año después del impacto del arrastre las comunidades mostraron todavía los signos del arrastre pero eventualmente se recuperaron (Creed y Amado-Filho 1999).

Los daños causados en el ecosistema marino varían en función del sistema de pesca de arrastre, las artes (tipo, configuración y peso), el tipo de sedimento y biota, y las perturbaciones naturales (Jones 1992, Kaiser y Spencer 1996). Por ejemplo, en aguas costeras de Barcelona, la pesca de arrastre generó un aumento lento y gradual de la turbidez en la columna de agua, efecto que duró hasta cuatro o cinco días después de la pesca, ya que la cantidad de partículas en suspensión en la zona de estudio se triplicó (Palanques *et al.* 2001). En la región, algunos de los efectos que se han estudiado tienen que ver con la resuspensión del sedimento inducida por los arrastres, lo cual tiene implicaciones en el decaimiento y la remineralización de la materia orgánica con un fuerte impacto en el balance de nutrientes. El flujo de nitrógeno sedimentario incrementa substancialmente como aumenta la tasa de bioturbación y durante los arrastres de fondo, especies oportunistas de poliquetos (organismos bioturbadores) colaboran con el flujo de nitrógeno sedimentario (Aller 1988). La resuspensión derivada de los arrastres introduciría amonio regenerado y el nitrato (nitrificación) en una columna bien oxigenada; por lo tanto, estas especies nitrogenadas estarán disponibles para el ecosistema aeróbico (Seitzinger 1988). La resuspensión de 1 mm de sedimento es suficiente para duplicar o triplicar el flujo de nutrientes hacia la zona fótica. Estos flujos pueden llevar al cambio de la comunidad picoplanctónica (e.g., cocolitofóridos) a diatomeas, resultando en un incremento significativo en la productividad primaria y la tasa de carbono orgánico exportado (Chávez 1996, Sánchez y Carriquiry 2007). De esta forma, el cambio neto en la regeneración de nutrientes por decaimiento y remineralización de la materia orgánica producto del arrastre pueden conducir a un impacto deseable o indeseable (Sánchez *et al.* 2009).

Algunas de las especies de macroalgas encontradas en el presente trabajo han sido reportadas como especies oportunistas bien adaptadas a condiciones de alta turbidez (e. g. lagunas costeras de Sinaloa), y a altas concentraciones de nutrientes (e.g. *G. vermiculophylla* y *S. filamentosa*). En la región estas especies se encontraron formando florecimientos macroalgales asociados a enriquecimientos de nutrientes (Piñón-Gimate *et al.* 2008), así como en otras áreas geográficas (Valiela *et al.* 1997). Debido a que no se tienen estimaciones cuantitativas sobre la flora asociada a la pesca de arrastre, es difícil decir cuales serán los efectos directos de la pesca sobre estas comunidades, sin embargo, si la pesca de arrastre conlleva a un “enriquecimiento” de nutrientes en la columna de agua, esto pudiera ocasionar la aparición de florecimientos macroalgales. Aun cuando las macroalgas son importantes componentes del bentos, un exceso de estas es indeseable, debido a los efectos a largo plazo como son la anoxia por descomposición de grandes biomásas que llevarían al desplazamiento de las comunidades que se encuentren asociadas a ellas (Valiela *et al.* 1997).

Por otra parte, el arrastre de macroalgas que sirven de refugio a numerosas especies de peces y otros organismos estaría “dejando” al descubierto organismos juveniles de diferentes especies (e. g. peces). En la región en muestreos con redes camaroneras se han encontrado juveniles de peces de la especie *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) que tienen preferencia por sustratos de arena fina y restos de conchas en ambientes planos y abiertos (Szedlmayer y Conti 1998, Piñón-Gimate 2005) y que pudieran estar alimentándose de los organismos que se alimentan de las macroalgas, moluscos y otros invertebrados. Los estudios realizados sobre el impacto de la pesca de arrastre en los diversos componentes del ecosistema marino, han encontrado resultados contrastantes, evidenciando que los efectos de la pesca de arrastre sobre el bentos no es una tarea fácil de investigar (Sánchez *et al.* 2009).

Las especies de macroalgas reportadas en el presente trabajo no han sido estudiadas en relación directa con el camarón, pero se ha observado que crecimientos más acelerados del camarón café se asocian a la presencia de ciertas macroalgas en los estanques de cultivo, por ejemplo, cuando la especie *Caulerpa sertularioides* (S. G. Gmelin) M. Howe está presente, se obtienen crecimientos mejores que cuando no se encuentra (Porchas-Cornejo *et al.* 1999).

Reproductores y juveniles de camarón café, han sido capturados del medio natural en áreas en donde existe la presencia de esta alga verde, por lo que se intuye alguna relación con esta especie, (Porchas-Cornejo *et al.* 1999).

*Macroalgas en redes de arrastre en áreas arrastradas vs no arrastradas*

En el sitio El Colorado no se encontraron diferencias en la composición de las algas de los fondos arrastrados *vs* los no arrastrados. En estudios realizados en fondos arrastrados *vs* fondos no arrastrados se ha encontrado que las variables geoquímicas del material sedimentario en fondos de la región, no mostraron diferencias significativas (con excepción del tamaño de grano) entre zonas de arrastre y no arrastre lo que sugiere que el transporte de materiales y energía regularían los procesos biogeoquímicos. De esta forma, la tasa de recuperación del fondo marino estaría mediada por factores físicos, químicos y biológicos y aparentemente el ecosistema bajo el efecto de la pesca de arrastre de fondo en la costa de Sinaloa es capaz de absorber este impacto (Sánchez *et al.* 2009). Finalmente se sugiere hacer un monitoreo de la tasa de relleno de los “parches” derivados del disturbio ocasionado por el arrastre, lo que puede ser una herramienta útil que permitiría predecir la tasa de recuperación de las comunidades bentónicas, así como una mejor evaluación de actividades antropogénicas en los ecosistemas bentónicos de ambientes continentales marginales.

*Otros organismos encontrados en las redes de arrastre*

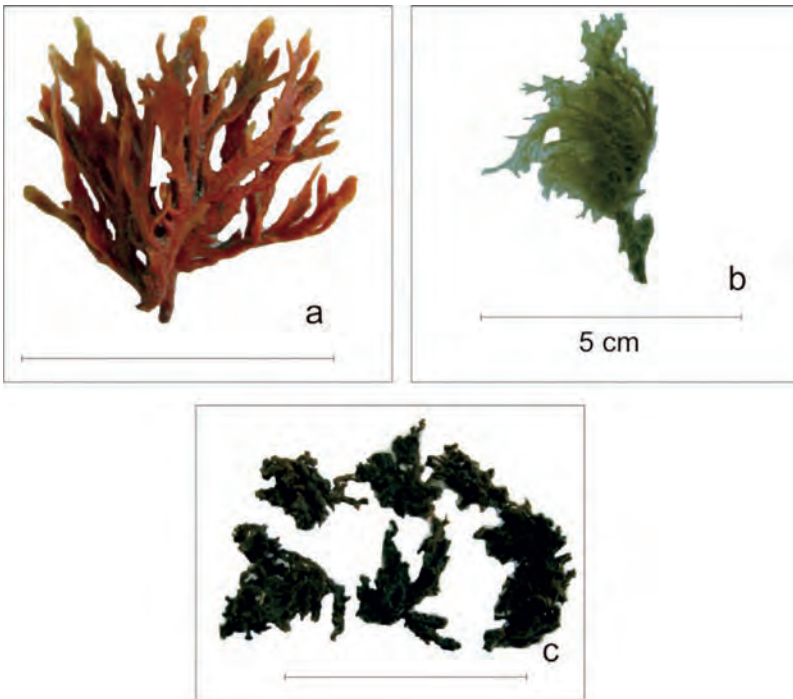
En los arrastres analizados se encontraron otros grupos como esponjas, hidrozoarios y huevos de moluscos (fig. 3).

Las esponjas son importantes componentes de muchas comunidades de fondos duros y blandos alrededor del mundo (Dayton *et al.* 1974, Guida 1976, Reiswig 1981, Barthel 1986) y son a menudo muy abundantes en aguas costeras someras (Hartman 1958, Wells *et al.* 1964, Andrews 1973, Fell *et al.* 1984). Las esponjas forman parte de la epifauna no motil, son organismos que filtran el agua a través de sus cuerpos y no poseen conchas o alguna otra cobertura protectora, por lo que son particularmente susceptibles a heridas o muerte (Fell *et al.* 1989).

En la región no se han realizado estudios sobre las esponjas que se extraen incidentalmente en la pesca de camarón. En el Golfo de



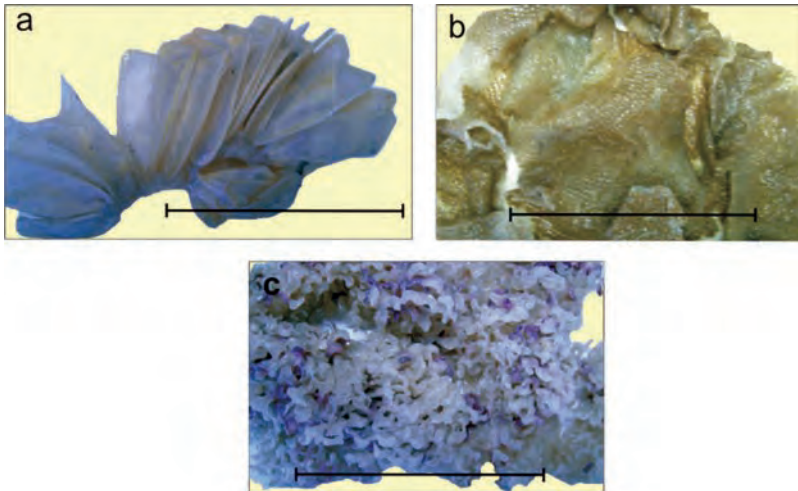
Alaska la pesca incidental de esponjas y corales gorgonáceos es importante, ya que éstos dan complejidad al hábitat de los fondos duros del golfo. En esta región, la biomasa de esponjas fue la más importante de la biomasa de invertebrados en los arrastres, debido al tamaño que pueden llegar a alcanzar y la relativamente alta densidad de la población. Una comunidad de esponjas dañada tiene repercusiones a largo plazo en las comunidades de peces que en ellas habitan (Kaise y Spencer 1996, Sainsbury *et al.* 1997, Freese 2001). En su estudio Freese (2001) mostró que los daños a las especies de esponjas del Golfo de Alaska fueron importantes y observó que existía una reducción persistente en la densidad de la población de esponjas y además el daño a esponjas “individuales” persistía a v través del tiempo. Este autor discute la falta de información sobre la recuperación de poblaciones de esponjas después del daño por arrastres, sin embargo, se sabe que las poblaciones de esponjas de Alaska no se recuperarían tan rápido como especies que se encuentren en zonas más tropicales.



**Figura 3.** a) Esponja sp. 1 (línea de escala 10 cm), b= Hidrozoarios, c) Esponja sp. 2 (línea de escala 10 cm).



Por otra parte, la presencia de huevos de moluscos en algunos de los arrastres realizados, indica la importancia de la potencial afectación del sustrato debido a que distintos organismos usan los fondos marinos para la depositación de sus huevos. Por ejemplo, en la región del Golfo de California, los moluscos pueden desovar a lo largo del año o estacionalmente (Ceballos-Vázquez *et al.* 2000). Los incrementos en la temperatura disparan la reproducción en la mayoría de los moluscos (Villalejo-Fuerte *et al.* 2002), pero también puede deberse a otros factores tales como la disponibilidad de alimento y el fotoperiodo (Ceballos-Vázquez *et al.* 2000). En la región, se han encontrado agregados importantes de caracoles como el Black murex *Hexaplex nigritus* (Philippi, 1845), aunque este se reproduce solamente durante la primavera y el verano, similar a otros bivalvos de la región tal como el *Spondylus calcifer* (Carpenter, 1857) (Villalejo-Fuerte *et al.* 2002), *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Arreola-Hernández, 1997), y *Chione undatella* (Sowerby, 1835) (Baqueiro y Masso 1988), estos moluscos forman grandes agregados de huevos en los fondos marinos y son objeto de la pesca comercial. Debido a esto, se considera de gran importancia la presencia de huevos en los arrastres, que aunque se desconoce a que especies pertenecen (fig. 4), se encuentran en el fondo marino y esto pudiera estar afectando alguna pesquería importante directa o indirectamente.



**Figura 4.** Material identificado como huevo de gasterópodos: a) Huevos transparentes en forma de lámina, b) Huevos planos de aspecto escamoso, c) Huevos rizados de coloración blancusca con tintes morados. Línea de escala = 10 cm.

La información generada resalta la necesidad de realizar estudios detallados sobre el efecto de diferentes artes de pesca sobre las comunidades bentónicas donde operan dichas artes a lo largo de las costas de México, y particularmente en el Pacífico mexicano donde existe una amplia flota de barcos camaroneros.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-02-089 y el proyecto EP1.1. Se agradece el apoyo del Laboratorio de Especialidades en Pesquerías del CIBNOR Unidad Sonora, especialmente a Eloisa Herrera Valdivia y Rufino Morales Azpeitia.

## REFERENCIAS

- Abbott, I. A., Hollenberg, G. J. (1976). Marine algae of California. Stanford, California. Stanford University Press.
- Aguilar-Palomino, B., Pérez-Reyes, C., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L. A. (2001). Ictiofauna de la Bahía de Navidad, Jalisco, México. Rev. Biol. Trop. 49: 173-190.
- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Murawski, S. A., Pope J. G. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO. Fish. Biol. Tech. Pap. 339.
- Aller, R. C. (1988). Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments: The role of burrow structures. In T. H. Blackburn, (ed.), Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environments: Chichester, John Wiley and Sons. pp. 301-338.
- Amezcu-Linares, F. (1996). Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico Central de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.
- Amezcu-Linares, F., Madrid-Vera, J., Aguirre-Villaseñor, H. (2006). Efecto de la pesca artesanal de camarón sobre la ictiofauna en el sistema laguna de Santa María La Reforma, Suroeste del Golfo de California. Cienc. Mar. 32: 97-109.
- Andrews, J. D. (1973). Effects of tropical storm Agnes on epifaunal invertebrates in Virginia estuaries. Chesapeake Sci. 14: 223-234.
- Arreola-Hernández, F. (1997). Aspectos reproductivos de *Dosinia ponderosa*, Gray, 1838 (Bivalvia:Veneridae) en Punta Arena, Bahía Concepción, B.C.S., México. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional CICIMAR, La Paz, México.
- Balart-Pérez, E. F., Castro-Aguirre, J. L., Torres-Orozco R. (1992). Ictiofauna de las Bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México. Inv. Mar. CICIMAR. 7: 91-103.
- Baqueiro, E., Masso, J. A. (1988). Variaciones poblacionales y reproducción de dos poblaciones de *Chione undatella* (Sowerby, 1835) bajo diferentes regimenes de pesca en la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Cienc. Pesq. 6: 51-67.
- Barbera, C., Bordehore, C., Borg, J.A., Glémarec, M., Grall, J., Hall-Spencer, J.M., De

- La Huz, C.H., Lanfranco, E., Lastra, M., Moore, P.G., Mora, J., Pita, M.E., Ramos-Esplá, A.A., Rizzo, M., Sánchez-Mata, A., Seva, A., Schembri P.J., Valle C. (2003). Conservation and management of northeast Atlantic and Mediterranean maerl beds. *Aquatic Conservation: Mar. Freshwater Ecosys.* 13: S65-S76.
- Barthel, D. (1986). On the ecophysiology of the sponge *Halichondria panicea* in Kiel Bight. I. Substrate specificity, growth and reproduction. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 32:291-298.
- Bellorin, A. M., Oliveira, M. C., Oliveira, E. C. (2004). *Gracilaria vermiculophylla*: A western Pacific species of Gracilariaceae (Rhodophyta) first recorded from the eastern Pacific. *Phycol. Res.* 52: 69-79.
- BIOMAERL. (1999). Maerl biodiversity; functional structure and anthropogenic impacts. Final Report contract MAS 3-CT95-0020.
- Buschmann, A., Astudillo, C. (2004). Pesca de arrastre: arrasando la vida marina. OCEANA. Santiago. Chile. 22 pp. En: <http://www.oceana.org>
- Casas-Valdez, M., Núñez-López, R. A., Cruz-Ayala, M. B., Sánchez-Rodríguez, I., Vázquez-Borja R., López, G. E. (2000). Biodiversity and biogeographic affinities of the algal flora of Baja California Sur: a synthesis of the literature. In: M. Munawar, S. G. Lawrence, I. F. Munawar, D. F. Malley, (eds.), *Aquatic ecosystems of Mexico: status and scope*. Backhuys Publishers, Leiden. pp. 273-282.
- Ceballos-Vázquez, B. P., Arellano-Martínez, M., García-domínguez, F., Villalejo-Fuerte, M. (2000). Reproductive cycle of the rugose pen shell, *Pinna rugosa* Sowerby, 1835 (Mollusca: Bivalvia) from Bahía Concepción, Gulf of California and its relation to temperature and photoperiod. *J. Shellfish Res.* 19: 95-99.
- Chávez, F. P. (1996). Forcing and biological impact of onset of the 1992 El Niño in central California: *Geoph. Res. Lett.* 23: 265-268.
- Chirapart, A., Lewmanomont, K., Ohno, M. (1992). Seasonal variation of reproductive states of the agar producing seaweed, *Gracilaria changaii* (Xia and Abbott) Abbott, Zhang and Xia in Thailand. *Bull. Mar. Sci. Fish. Kochi Univ.* 12: 9-16.
- Creed, J. C., Amado-Filho, G. M. (1999). Disturbance and recovery of the macroflora of a seagrass (*Halodule wrightii* Ascherson) meadow in the Abrolhos Marine National Park, Brazil: an experimental evaluation of anchor damage. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 235: 285-306.
- Darley, W. M. (1982). *Algal Biology. A physiological Approach*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Dawson, E. Y. (1953). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 1. Bangiales to Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 17: 1-239.
- Dawson, E. Y. (1954). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 2. Cryptonemiales (contd.). *Allan Hancock Pacific Expeditions* 17: 241-398.
- Dawson, E. Y. (1960). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subf. Melobesioideae. *Pac. Naturalist.* 2: 3-125.
- Dawson, E. Y. (1961). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4. Gigartinales. *Pac. Naturalist.* 2: 191-343.
- Dawson, E. Y. (1962). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 7. Ceramiales:

- Ceramiales, Delesseriaceae. Allan Hancock Pacific Expeditions 26: 1-207.
- Dawson, E. Y. (1963 a). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 6. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia*. 5: 437-476.
- Dawson, E. Y. (1963 b). Marine red algae of Pacific Mexico. Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia*. 6: 401-481.
- Dawson, E. Y., Neushul, M., Wildman, R. D. (1960a). New records of sublittoral marine plants from Pacific Baja California. *Pac. Naturalist*. 1(19/20): 3-30.
- Dawson, E. Y., Neushul, M., Wildman, R. D. (1960 b). Seaweeds associated with kelp beds along southern California and northwestern Mexico. *Pac. Naturalist*. 1(14): 1-81.
- Dayton, P. K., Robilliard G. A., Paine R. T., Dayton, L. B. (1974). Biological accommodation in the benthic community at McMurdo Sound, Antarctica. *Ecol. Monogr.* 44: 1-32.
- De Grave, S., Whitaker, A. (1999). Benthic community re-adjustment following dredging of a muddy-maerl matrix. *Mar. Pollut. Bull.* 38: 102-108.
- Engel, J., Kvitek, R. (1998) Effects of otter trawling on a benthic community in Monterey Bay National Marine Sanctuary. *Conserv. Biol.* 12: 1204-1214.
- Fell, P. E., Parry, E. H., Balsamo, A. M. (1984). The life histories of sponges in the Mystic and Thames estuaries (Connecticut), with emphasis on larval settlement and postlarval reproduction. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 78: 127-141.
- Fell, P. E., Knight, P., Rieders, W. (1989). Low salinity tolerance of and salinity-induced dormancy in the estuarine sponge, *Microciona prolifera* (Ellis and Solander), under long-term laboratory culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 65: 83-105.
- Freese, L. J. (2001). Trawl induced Damage to sponges observed from a research submersible. *Mar. Fish. Rev.* 63: 7-13.
- González-González, J., Gold, M., León, H., Candelaria, C., León, D., Serviere, E., Fragoso, D. (1996). Catálogo Onomástico (Nomenclátor) y Bibliografía Indexada de las algas bentónicas marinas de México. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Goñi, R. (1998). Ecosystems effects of marine fisheries: an overview. *Ocean Coast. Manage.* 40: 37-64.
- Guida, V G. (1976). Sponge predation in the oyster reef community as demonstrated with *Cliona celata* Grant. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 25: 109-112
- Guiry, M. D., Guiry, G. M. (2008). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 30 September 2008.
- Hall, S. J. (1999). *The effects of fishing on marine ecosystems and communities*: Blackwell Science, Oxford.
- Hall-Spencer, J. M. (1998). Conservation issues relating to maerl beds as habitats for mollusks. *J. Conchology*. 2: 271-286.
- Hall-Spencer, J. M., Moore, P. G. (2000a). Scallop dredging has profound, long-term impacts on maerl habitats. *ICES. J.Mar. Sci.* 57: 1407-1415.
- Hall-Spencer, J. M., Moore, P. G. (2000b). Impact of scallop dredging on maerl grounds. In: M. J. Kaiser, S. J. de Groot (eds.), *Effects of fishing on non-target species and habitats*, Balckwell Science. Oxford. pp. 105-118.

- Hartman, W. D. (1958). Natural history of the marine sponges of southern New England. Bull. Peabody Mus. 12: 1-155.
- Hendrickx, M. (1986). Distribución y abundancia de los camarones peneidos (Crustacea: Decapoda). Ann. Inst. Cien. Mar Limnol. Univ. Auton. México. 13: 345-368.
- Hendrickx, M. (1996). Los camarones peneoidea bentónicos del Pacífico Mexicano. Comisión Nacional para la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández-Tovalín, O. A. (2007). Composición y variación estacional de las macroalgas en las lagunas costeras de Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. UAS. FACIMAR.
- Hollingworth, C. E. (Ed.) (2000). Ecosystem Effects of Fishing. Proceedings of the ICES/SCOR Symposium. ICES J. Mar. Sci. 57: 465-791.
- Jennings, S., Kaiser, M. J. (1998). The effects of fishing on Marine Ecosystems. Adv. Mar. Biol. 34: 201-212.
- Jones, J. B. (1992). Environmental impact of trawling on the seabed: a review. New Zealand. J. Mar. Fresh. Res. 26: 59-67.
- Kain, J. M. (1989). The seasons in the subtidal. Br. Phycol. J. 24: 203-215.
- Kaiser, M. J., Spencer, B. E. (1996). The effects of beam-trawl disturbance on infaunal communities in different habitats. J. Animal Ecol. 65: 348-358.
- Madrid-Vera, J., Ruíz-Luna, A., Rosado-Bravo, I. (1998). Peces de la plataforma continental de Michoacán y sus relaciones regionales en el Pacífico Mexicano. Rev. Biol. Trop. 46: 267-276.
- Mateo-Cid, L., Sánchez-Rodríguez, I., Rodríguez-Montesinos, E., Casas-Valdez M. (1993). Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, B.C.S., México. Cienc. Mar. 19(1): 41-60.
- May, R. M. (1992). How many species inhabit the earth?. Sci. Am. 267: 18-24.
- Neushul, M. D., Coon, D. (1971). Bibliography on the ecology and taxonomy of marine algae. In: J. Parker, (ed.), Selected Papers in Phycology. University of Nebraska, Nebraska. pp. 12-17.
- Núñez-López, R. A. (1996). Estructura de la comunidad de macroalgas de la Laguna San Ignacio. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN.
- Ochoa-Izaguirre, M. J., Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L. E. (2007). Catálogo de macroalgas de las lagunas costeras de Sinaloa. In: F. Páez-Osuna, (ed.), UNAM, México. pp. 117.
- Palanques, A., Guillén, J., Puig P. (2001). Impacto de la pesca de arrastre en el sedimento y en la turbidez del agua de la zona costera. VI Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos, Palma de Mallorca.
- Piñón-Gimate, A. (2005). Contribución al conocimiento de la biología de las especies *Hoplograps guentherii*, *Lutjanus argentiventris*, *Lutjanus colorado* y *Lutjanus guttatus* de la Bahía de Mazatlán y Santa María La Reforma. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Piñón-Gimate, A., Serviere-Zaragoza, E., Ochoa-Izaguirre, M. J., Páez-Osuna, F. (2008). Species composition and seasonal changes in macroalgal blooms in lagoons along the southeastern Gulf of California. Bot. Mar. 51: 112- 123.
- Porchas-Cornejo, M. A., Martínez-Córdova, L., Magallón-Barajas, F., Naranjo-Páramo J., Portillo-Clark G. (1999). Efecto de la macroalga *Caulerpa sertularioides* en el

- desarrollo del camarón *Penaeus californiensis* (Decapoda: Peneidae). Rev. Biol. Trop. 47(3): 437-442.
- Reiswig, H. M. (1981). Partial carbon and energy budgets of the bacteriosponge *Verongia fistularis* (Porifera: Demospongiae) in Barbados. Mar. Ecol. 2: 273-293.
- Rijnsdorp, A. D., Buys, A. M., Storbeck, F., Visser, E. G. (1998). Micro-scale distribution of beam trawl effort in the southern North Sea between 1993 and 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms. J. Mar. Sci. 55: 403-419.
- Sainsbury, K. J. (1988). The ecological basis for multispecies fisheries, and management of a demersal fishery in tropical Australia. In: J. A. Gulland, (ed.), Fish Population Dynamics. John Wiley and Sons, Chichester, UK. pp. 349-382.
- Sainsbury, K. J., Campbell, R. A., Lindholm, R., Whitelaw, A. W. (1997). Experimental management of an Australian multispecies fishery: examining the possibility of trawl-induced habitat modification. In: E. K. Pikitch, D. D. Huppert, M. P. Sissenwine, (eds.), Global trends: fisheries management. Am. Fish. Soc. Symp. 20, Bethesda, Maryland. pp. 107-112.
- Sánchez, A., Aguñiga S., Lluich-Belda, D., Camalich-Carpizo, J., del Monte-Luna, P., Ponce-Díaz, G., Arreguín-Sánchez, F. (2009). Geoquímica sedimentaria en áreas de pesca de arrastre y no arrastre de fondo en la costa de Sinaloa-Sonora, Golfo de California. Bol. Soc. Geol. Mex. 61: 25-30
- Sánchez, A., Carriquiry, J. (2007). Acumulación de Corg, Norg, Porg y BSi en la Margen de Magdalena, B.C.S., México durante los últimos 26 ka. Cienc. Mar. 33: 23-35.
- Scagel, R. F. 1959. The rol of plants in relation to animals in the marine environment. Marine biology proceedings. 20th Biology Colloquim. Oregon State Collage.
- Seitzinger, S. P. (1988). Denitrification in freshwater and coastal marine ecosystems: ecological and geochemical significance. Limnol. Oceanog. 33: 702-724.
- Setchell, W. A., Gardner, N. L. (1920). The marine algae of the Pacific coast of North America. Part II. Chlorophyceae. University of California Publications in Botany 8: 139-374.
- Setchell, W. A., Gardner, N. L. (1924). New marine algae from the Gulf of California. Proc. Calif. Acad. Sci. Ser. 12: 695-949.
- Shannon, L. J., Cury, P. M., Jarre, A. (2000). Modelling effects of fishing in the southern Benguela ecosystem. ICES J. Mar. Sci. 57: 720-722.
- Smith, G. M. (1944). Marine algae of the Monterey Peninsula. Stanford: Stanford University Press.
- Steller, D. L., Ríosmena-Rodríguez, R., Foster M. S., Roberts C. A. (2003). Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. Mar. Freshwater Ecosys. 13: S5-S20.
- Szedlmayer, S. T., Conti, J. (1998). Nursery habits, growth rates, and seasonality of age-0 red snapper, *Lutjanus campechanus*, in the northeast Gulf of Mexico. Fish. Bull. 97: 626-635.
- Taylor, W. R. (1945). Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Islands. Allan Hancock Pacific Expeditions.

- Taylor, W. R. (1957). Marine algae of the northeastern coast of North America. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Thomsen, M. S. (2004a). Macroalgal distribution patterns and ecological performances in a tidal coastal lagoon, with emphasis on the non indigenous *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*. Dissertation, University of Virginia, Charlottesville, Virginia.
- Thomsen, M. S. (2004b). Species, thallus size and substrate determine macroalgal break forces and break places in a low energy soft bottom lagoon. *Aquat. Bot.* 80: 153-161.
- Thomsen, M. S., Deluqui-Gurgil, C. F. Fredericq, S., McGlathery, K. J. (2005). *Gracilaria vermiculophylla* (Rhodophyta, Gracilariales) in Hog Island Bay, Virginia: a cryptic alien and invasive macroalga and taxonomic correction. *J. Phycol.* 42: 139-141.
- Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P., Hersh, D., Foreman, K. (1997). Macroalgal blooms in shallow estuaries: controls and ecophysiological and ecosystem consequences. *Limnol. Oceanogr.* 42: 1105-1118.
- Villalejo-Fuerte, M., Arellano-Martinez, M., Ceballos-Vázquez, B. P., García-Domínguez, F. (2002). Reproductive Cycle of *Spondylus calcifer* Carpenter, 1857 (Bivalvia : Spondylidae) in the "Bahía de Loreto" National Park, Gulf of California, Mexico. *J. Shellfish Res.* 21: 103-108.
- Watling, L., Norse, E. A. (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a comparison to forest clear cutting: *Cons. Biol.* 12: 1180-1197.
- Yáñez-Arancibia, A. (1986). Ecología de la zona costera. A.G.T. Editor, México, D.F.
- Wells, H. W., Wells, M. J., Gray, I. E. (1964). Ecology of sponges in Hatteras Harbor, North Carolina. *Ecology.* 45: 752-767.
- Wolff, M., Milessi, M. (2005). Modelación ecotrófica multiespecífica e indicadores cuantitativos ecosistémicos para la administración de pesquerías. Reporte Curso Internacional. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Wynne, M. J. (1986). A check list of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: first revision. *Beih. Nova Hedwigia.* 116: 1-155.

---

### CITA DE CAPÍTULO 3

Serviere-Zaragoza, E., A. Mazariegos-Villareal, A. R. Rivera-Camacho, J. López-Martínez y A. Piñón-Gimate. 2012. Macroalgas en redes de arrastre para camarón en fondos marinos del Golfo de California. 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. 49-69.





## CAPÍTULO 4

## Elenco taxonómico de los peces acompañantes de la captura de camarón en la porción oriental del Golfo de California.

Jesús Rodríguez-Romero<sup>1\*</sup>, Juana López-Martínez<sup>2</sup>,  
Eloísa Herrera-Valdivia<sup>2</sup>, Sergio Hernández-Vázquez<sup>1</sup> y  
Alejandro Acevedo-Cervantes<sup>3</sup>

### RESUMEN

Dentro de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) se encontró que el grupo de mayor abundancia son los peces. Se presenta un listado sistemático de especies de peces en la fauna acompañante de la pesquería de camarón en la costa oriental del Golfo de California durante 2004-2005 a bordo de la flota camaronera de Guaymas, Sonora. Los peces representaron el 70% de las capturas en número.

Se recolectó un total de 51,101 ejemplares de peces, pertenecientes a dos clases, 20 órdenes, 65 familias, 127 géneros y 240 especies. El orden Perciformes fue el más diverso con 31 familias, 78 géneros y 158 especies. Las familias mejor representadas en número de especies fueron: Sciaenidae y Paralichthyidae con 34 y 18 especies respectivamente, Haemulidae y Carangidae aportaron 32 especies. Los géneros mejor representado en número de especies fue *Symphurus* con nueve y *Cynoscion* con seis especies, otros géneros importantes fueron *Diplectrum* con seis, *Larimus* y *Porichthys* con cinco especies cada uno. Esta alta riqueza de especies de diferentes requerimientos

**Palabras clave:**  
Peces  
Elenco Taxonómico  
FAC  
Golfo de California

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR), Mar Bermejo 195. Col Playa Palo de Santa Rita, La Paz. CP. 23090. Baja California Sur. México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Campus Guaymas. Km. 2.35 Camino al Tular, Estero de Bacohibampo. CP.85465. Guaymas, Sonora, México.

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Guaymas. Km 4 Carretera al varadero Nacional S/N, sector las Playitas. CP.85425. Guaymas, Sonora, México.

\*Autor de correspondencia: E-mail: jrodri04@cibnor.mx

ecológicos se puede atribuir a los sistemas de corrientes, surgencias, remolinos, la topografía y batimetría únicas, que en conjunto originan un ecosistema dinámico con un amplio régimen térmico y una gran variedad de hábitat. Los resultados presentados ponen de manifiesto que esta región del Golfo de California presenta una gran riqueza de especies, lo que abre diversas expectativas desde el punto de vista ecológico, pesquero, alimenticio y de manejo.

## INTRODUCCIÓN

Los elencos taxonómicos son de gran relevancia para el conocimiento de la biodiversidad. El grupo de los peces es el más numeroso dentro de los vertebrados en México como en otras partes del mundo, se cuenta con una amplia diversidad que no ha sido evaluada adecuadamente (Grainger y García 1996). Por lo tanto, los inventarios ictiofaunísticos son base fundamental para el conocimiento de la biodiversidad, evaluación de impacto ambiental, estudios biogeográficos y una herramienta esencial en la administración de las pesquerías (Aguilar-Palomino *et al.* 1996, Rodríguez-Romero *et al.* 2008).

Los elencos taxonómicos han retomado importancia en los últimos años por la gran aportación de la biodiversidad, tanto en la península de Baja California (Rodríguez-Romero *et al.* 1992, Abitía *et al.* 1994, De la Cruz-Agüero *et al.* 1994, Rosales-Casian 1996, Galván-Magaña *et al.* 2000, Rodríguez-Romero *et al.* 2008) como en el centro y sur del país (Aguilar-Palomino *et al.* 1996, Madrid-Vera *et al.* 1998, Moncayo-Estrada *et al.* 2006). Por lo que todas las investigaciones que aporten elementos de conocimiento de la biodiversidad de nuestros mares, son de suma importancia para la toma de decisiones con un enfoque de manejo sustentable a nivel ecosistémico, esto significa atender, respetar y controlar todo proceso que afecte un ecosistema con fines de mantener su capacidad productiva (Rodríguez-Romero *et al.* 2009), para esto es esencial conocer en primera instancia las especies que conforman una comunidad y el potencial que representan (Rodríguez-Romero *et al.* 2008).

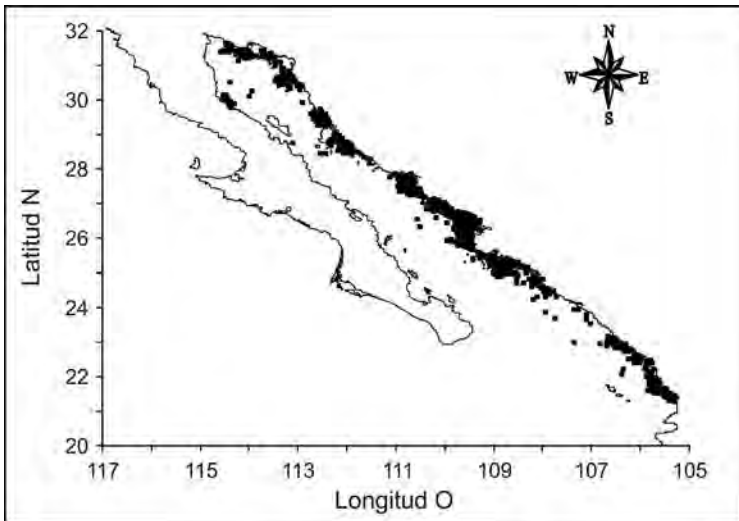
Reconociendo la necesidad de ampliar y actualizar los escasos conocimientos que se tienen actualmente sobre la biodiversidad ictiofaunística regional, y en particular las especies componentes de la FAC, se presenta un listado sistemático de peces demersales de la plataforma continental de la porción oriental del Golfo de

California, región que es considerada como un ecosistema muy dinámico, diverso y con grandes perspectivas de desarrollo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

Las muestras provienen de un estudio de evaluación en peces demersales durante la temporada de pesca camaronera 2004-2005, que inició en agosto 2004 y concluyó en marzo de 2005. Las muestras se obtuvieron a través de un programa de observadores a bordo integrado por diez técnicos, cada uno de ellos a bordo de una embarcación camaronera del estado de Sonora, misma que cubre la plataforma de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit (fig. 1).



**Figura 1.** Localización de las estaciones muestreadas a bordo de los barcos camaroneros dentro de la porción oriental del Golfo de California, México.

Las embarcaciones camaroneras en Sonora usualmente usan redes de arrastre tipo mixto que operan una por banda a ambos lados del barco, los tamaños de malla utilizados en la construcción de las redes camaroneras son de 5.71 cm en el cuerpo de la red y en el bolso el tamaño reglamentario es de 3.81 cm. Se tomaron muestras de un total de 32 viajes de pesca de 13 barcos camaroneros con puerto base en Guaymas, Sonora, durante el periodo de septiembre del 2004 a marzo del 2005. Los

muestreos cubren estaciones ubicadas a lo largo y ancho de 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).

#### *Muestreos y análisis de datos*

La profundidad fluctuó de cuatro a 137 m. El número de muestras recolectadas fue de 373, con un peso total de 2,331 kg. Los arrastres tuvieron una duración de tres a cinco horas a una velocidad aproximada de 5.5 km/h. El material biológico que se obtuvo en cada arrastre se vació en cubierta y se tomaron entre 15 a 20 kg de muestra, los ejemplares colectados se separaron por familia y género y se almacenaron en la bodega de congelación. La identificación y procesamiento del material biológico se realizó en los laboratorios de pesquerías e ictiología del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR, S.C.) en Guaymas, Sonora y La Paz., B.C.S.

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 con bibliografía especializada para algunos grupos: Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996) para rayas, Espinosa-Pérez *et al.* (2004) para tiburones, McPhail (1958) para la familia Sciaenidae, Ginsburg (1958) para Pleuronectiformes, Rosenblatt y Johnson (1974) para *Diplectrum*, Walker y Rosenblatt (1988) para *Porichthys*, Orr *et al.* (2000) y Love *et al.* (2002) para el género *Sebastes*. El arreglo sistemático de esta lista taxonómica se realizó siguiendo el criterio de Nelson (2006), los nombres comunes fueron tomados de Robertson y Allen (2002), Nelson *et al.* (2004) y Love *et al.* (2005). 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 Guaymas, para posteriormente ser incorporado a la Colección Ictiológica del Centro. Las especies fueron agrupadas en cuatro categorías en función de su abundancia relativa: especies abundantes (A): integradas por aquellas que presentaron una abundancia relativa mayor a 1%; especies frecuentes (F): especies con una abundancia relativa entre 0.1 y 0.99 %; especies comunes (C): las

especies con una abundancia relativa entre 0.01 y 0.099 %; especies raras (R): todas aquellas especies que presentaron una abundancia relativa menor a 0.01% (Rodríguez-Romero *et al.* 2008).

## RESULTADOS

Se colectaron 51,101 ejemplares, pertenecientes a dos clases, 20 órdenes, 65 familias, 127 géneros y 240 especies (Tabla 1). El orden Perciformes fue el más diverso con 31 familias, 78 géneros y 158 especies. Las familias mejor representadas en número de especies fueron: Sciaenidae y Paralichthyidae con 34 y 18 especies respectivamente, Haemulidae y Carangidae aportaron 22 especies (16 cada uno). Los géneros mejor representado en número de especies fue *Symphurus* con 9 y *Cynoscion* con 7 especies, otros géneros importantes fue *Diplectrum* con 6, *Larimus* y *Porichthys* con 5 especies cada uno.

El intervalo de tallas en la longitud total de todos los peces varió de 2.2 (salmón rosado *Pseudopeneus grandiscuamis*) a 94.7 cm (corneta *Fistularia corneta*). Se presentaron nuevos registros o ampliación de su rango de distribución para la zona, éstas incluyen: el congrio de cola tiesa (*Gnathophis cinctus*), el bagre congo (*Cathorops fuerthii*), jurel de hebra (*Caranx otrynter*), jorobado chapeta (*Selene oerstedii*), el pargo rabirrubia (*Lutjanus jordanii*), el coco (*Paralonchurus rathbuni*), la corvinilla mayita (*Stellifer oscitans*) y corvinilleta azul (*Isopisthus remifer*). Acontecimientos similares de un incremento de nuevos registro o rango de distribución de especies de peces demersales en los últimos años también han sido reportados por (Rodríguez-Romero *et al.* 2008) en la costa occidental de Baja California.

ELENCO TAXONÓMICO DE PECES

Tabla 1. Lista sistemática de peces presentes en la fauna de acompañamiento de camarón en la porción oriental del Golfo de California (E = estatus de permanencia).

ESPECIE	E.	NOMBRE COMUN
FILO CHORDATA		
CLASE CHONDRICHTHYES		
SUBCLASE ELASMOBRANCHII		
SUBDIVISION SELACHII		
ORDEN HETERODONTIFORMES		
FAMILIA HETERODONTIDAE		
<i>Heterodontus mexicanus</i> Taylor y Castro-Aguirre, 1972	R	Tiburón perro
ORDEN CARCHARHINIFORMES		
FAMILIA TRIAKIDAE		
<i>Mustelus californicus</i> Gill, 1864	R	Cazón mamón
ORDEN SQUATINIFORMES		
FAMILIA SQUATINIDAE		
<i>Squatina californica</i> Ayres, 1859	R	Angelote del Pacífico
SUBDIVISION BATOIDEA		
ORDEN TORPEDINIFORMES		
FAMILIA NARCINIDAE		
<i>Diplobatis ommata</i> (Jordan y Gilbert, 1890)	C	Raya eléctrica diana
<i>Narcine entemedor</i> Jordan y Starks, 1895	R	Raya eléctrica de Cortés
<i>Narcine vermiculatus</i> Breder, 1928	R	Raya eléctrica vermiculada
ORDEN RAJIFORMES		
FAMILIA RHINOBATIDAE		
<i>Rhinobatos glaucostigma</i> Jordan y Gilbert, 1883	F	Guitarra punteada
<i>Rhinobatos productus</i> Ayres, 1854	F	Guitarra viola
<i>Zapteryx exasperata</i> (Jordan y Gilbert, 1880)	C	Guitarra rayada
FAMILIA RAJIDAE		
<i>Raja equatorialis</i> (Jordan y Bollman, 1890)	R	Raya ecuatorial
<i>Raja inornata</i> Jordan y Gilbert, 1881	R	Raya de California
<i>Raja velezi</i> Chirichigno, 1973	C	Raya chilona
ORDEN MYLIOBATIFORMES		
FAMILIA UROLOPHIDAE		
* <i>Urobatis halleri</i> (Cooper, 1863)	A	Raya redonda

Continúa...

---

<i>Urobatis maculatus</i> (Garman, 1913)	F	Raya redonda de Cortés
FAMILIA UROTRYGONIDAE		
<i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1872)	C	Raya redonda chilena
<i>Urotrygon rogersi</i> (Jordan y Starks, 1895)	C	Raya redonda
FAMILIA DASYATIDAE		
<i>Dasyatis brevis</i> (Garman, 1880)	C	Manta raya
FAMILIA GYMNURIDAE		
<i>Gymnura marmorata</i> (Cooper, 1864)	C	Raya mariposa californiana
FAMILIA MYLIOBATIDAE		
<i>Myliobatis californica</i> Gill, 1865	R	Tecolote
CLASE ACTINOPTERYGII		
SUBCLASE NEOPTERYGII		
DIVISION TELEOSTEI		
ORDEN ALBULIFORMES		
FAMILIA ALBULIDAE		
<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	F	Macabí de hebra
ORDEN ANGUILLIFORMES		
SUBORDEN MURAENOIDEI		
FAMILIA MURAENIDAE		
<i>Echidna nocturna</i> (Cope, 1872)	C	Morena pecosa
SUBORDEN CONGROIDEI		
FAMILIA OPHICHTHIDAE		
<i>Ophichthus triserialis</i> (Kaup, 1856)	R	Tieso del Pacífico
<i>Ophichthus zophochir</i> Jordan y Gilbert, 1882	C	Tieso amarillo
FAMILIA MURAENESOCIDAE		
<i>Cynoponticus coniceps</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	R	Congrio espantoso
FAMILIA CONGRIDAE		
<i>Ariosoma gilberti</i> (Ogilby, 1898)	R	Anguila jardín
<i>Bathycongrus macrurus</i> (Gilbert, 1891)	C	Congrio cabeza corta
<i>Gnathophis cinctus</i> (Garman, 1899)	R	Congrio de cola tiesa
<i>Paraconger californiensis</i> Kanazawa, 1961	R	Congrio de California
FAMILIA CHLOPSIDAE		
<i>Chlopsis kazuko</i> Lavenberg, 1988	R	Falsas morenas
FAMILIA NETTASTOMATIDAE		
<i>Hoplunnis pacifica</i> Lane y Stewart, 1968	R	Anguila de plata
ORDEN CLUPEIFORMES		
SUBORDEN CLUPEOIDEI		

---

Continúa...

FAMILIA ENGRAULIDAE

<i>Anchovia macrolepidota</i> (Kner, 1863)	C	Anchoa escamosa
* <i>Anchoa nasus</i> (Kner y Steindachner, 1867)	A	Anchoa trompuda
<i>Anchoa walkeri</i> Baldwin y Chang, 1970	F	Anchoa de Walker
<i>Anchoa ischana</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	F	Anchoa chicotera
<i>Anchoa compressa</i> (Girard, 1858)	C	Anchoa alta
<i>Anchoa lucida</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	R	Anchoa ojitos
<i>Cetengraulis mysticetus</i> (Günther, 1867)	F	Anchoveta bocona

FAMILIA CLUPEIDAE

<i>Harengula thrissina</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	R	Sardina escamuda
<i>Lile stolifera</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	R	Sardina rayada
<i>Opisthonema libertate</i> (Günther, 1867)	F	Sardina crinada
<i>Sardinops caeruleus</i> (Girard, 1856)	C	Sardina monterrey

FAMILIA PRISTIGASTERIDAE

<i>Opisthopecterus dovii</i> (Günther, 1868)	C	Sardina machete
<i>Pliosteostoma lutipinnis</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	F	Arenque aleta amarilla

ORDEN SILURIFORMES

FAMILIA ARIIDAE

<i>Ariopsis guatemalensis</i> (Günther, 1864)	C	Bagre cuatete
<i>Ariopsis seemanni</i> Günther, 1864	C	Bagre tete
<i>Ariopsis kessleri</i> (Steindachner, 1877)	C	Bagre esculpido
<i>Ariopsis platypogon</i> (Günther, 1864)	F	Bagre ojoa
<i>Bagre panamensis</i> (Gill, 1863)	F	Chihuil
<i>Bagre pinnimaculatus</i> (Steindachner, 1877)	R	Bagre barbón
<i>Cathorops fuerthii</i> (Steindachner, 1877)	F	Bagre congo

ORDEN ARGENTINIFORMES

SUBORDEN ARGENTINOIDEI

FAMILIA ARGENTINIDAE

<i>Argentina sialis</i> Gilbert 1890	R	Argentina del pacifico
--------------------------------------	---	------------------------

ORDEN AULOPIFORMES

SUBORDEN SYNODONTOIDEI

FAMILIA SYNODONTIDAE

<i>Synodus evermanni</i> Jordan y Bollman, 1890	C	Chile cadena
<i>Synodus lacertinus</i> Gilbert, 1890	C	Chile lagarto
<i>Synodus sechurae</i> Hildebrand, 1946	C	Chile iguana
* <i>Synodus scituliceps</i> Jordan y Gilbert, 1882	A	Chile lagarto

ORDEN OPHIDIIFORMES

Continúa...



---

SUBORDEN OPHIDIOIDEI		
FAMILIA OPHIDIIDAE		
<i>Lepophidium microlepis</i> (Gilbert, 1890)	R	Congriperla plateada
<i>Lepophidium negropinna</i> Hildebrand y Barton, 1949	R	Congriperla pinta
<i>Lepophidium pardale</i> (Gilbert, 1890)	C	Congriperla leopardo
<i>Lepophidium prorates</i> (Jordan y Bollman, 1890)	F	Congriperla cornuda
<i>Ophidion galeoides</i> (Gilbert, 1890)	R	Congriperla adornada
ORDEN BATRACHOIDIFORMES		
FAMILIA BATRACHOIDIDAE		
* <i>Porichthys analis</i> Hubbs y Schultz, 1939	A	Sapo de luto
<i>Porichthys margaritatus</i> (Richardson, 1844)	R	Sapo luminoso
<i>Porichthys mimeticus</i> (Walker y Rosenblatt, 1988)	F	Sapo mimético
<i>Porichthys myriaster</i> Hubbs y Schultz, 1939	R	Sapo aleta manchada
<i>Porichthys notatus</i> Girard, 1854	R	Sapo aleta lucia
ORDEN LOPHIIFORMES		
SUBORDEN LOPHIOIDEI		
FAMILIA LOPHIIDAE		
<i>Lophiodes caulinaris</i> (Garman, 1899)	R	Rape rabo manchado
<i>Lophiodes spilurus</i> (Garman, 1899)	F	Rape de hebra
SUBORDEN ANTENNARIOIDEI		
FAMILIA ANTENNARIIDAE		
<i>Antennarius avalonis</i> Jordan y Starks, 1907	C	Ranisapo antenado
SUBORDEN OGCOEPHALIOIDEI		
FAMILIA OGCOEPHALIDAE		
<i>Zalieutes elater</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	R	Murciélago biocelado
ORDEN MUGILIFORMES		
FAMILIA MUGILIDAE		
<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	C	Lisa rayada
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	C	Lisa blanca
ORDEN GASTEROSTEIFOMES		
SUBORDEN SYNGNATHOIDEI		
FAMILIA SYNGNATHIDAE		
<i>Hippocampus ingens</i> Girard, 1858	R	Caballito del Pacífico
<i>Syngnathus auliscus</i> (Swain, 1882)	R	Cornéticas
FAMILIA FISTULARIIDAE		
<i>Fistularia commersoni</i> Rüppel, 1835	R	Corneta pintada
<i>Fistularia corneta</i> Gilbert y Starks, 1904	C	Corneta flautera

---

Continúa...

---

ORDEN SCORPAENIFORMES		
SUBORDEN SCORPAENOIDEI		
FAMILIA SCORPAENIDAE		
<i>Scorpaena guttata</i> Girard, 1854	F	Escorpión californiano
<i>Scorpaena plumieri mystes</i> Jordan y Starks, 1895	F	Escorpión roquero
* <i>Scorpaena sonorae</i> Jenkins y Evermann, 1889	A	Escorpión de Sonora
<i>Scorpaena histrio</i> Jenyns, 1840	A	Escorpión jugador
SUBORDEN PLATYCEPHALOIDEI		
FAMILIA TRIGLIDAE		
<i>Bellator loxias</i> (Jordan, 1897)	A	Vaca angelita
<i>Bellator xenisma</i> (Jordan y Bollman, 1890)	F	Vaca doble hocico
<i>Prionotus albirostris</i> Jordan y Bollman, 1890	F	Vaca cariblanca
<i>Prionotus birostratus</i> Richardson, 1844	C	Rubio lapón
<i>Prionotus ruscarius</i> Gilbert y Starks, 1904	F	Vaca rasposa
<i>Prionotus stephanophrys</i> Lockington, 1881	F	Vaca voladora
ORDEN PERCIFORMES		
SUBORDEN PERCOIDEI		
FAMILIA CENTROPOMIDAE		
<i>Centropomus robalito</i> Jordan y Gilbert, 1882	C	Robalo de aleta amarilla
FAMILIA SERRANIDAE		
<i>Diplectrum eumelum</i> Rosenblatt y Johnson, 1974	F	Serrano guabino
<i>Diplectrum macropoma</i> (Günther, 1864)	R	Serrano mexicano
<i>Diplectrum pacificum</i> Meek y Hildebrand, 1925	A	Serrano cabaicucho
<i>Diplectrum maximum</i> Hildebrand, 1946	F	Serrano de altura
<i>Diplectrum sciuris</i> Gilbert 1892	C	Serrano ardilla
<i>Diplectrum rostrum</i> Bortone, 1974	F	Serrano ardilla
<i>Ephinephelus acanthistius</i> (Gilbert, 1892)	C	Baqueta
<i>Ephinephelus exsul</i> (Fowler, 1944)	C	Mero diez espinas
<i>Paralabrax auroguttatus</i> Walford, 1936	R	Cabrilla extranjera
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> Steindachner, 1868	F	Cabrilla de roca
<i>Rypticus nigripinnis</i> Gill, 1861	C	Jabonero negro
FAMILIA OPISTOGNATHIDAE		
<i>Lonchopisthus sinuscalifornicus</i> Castro-Agirre y Villavicencio, 1988	R	Bocón cola larga
<i>Opistognathus punctatus</i> (Peters, 1869)	R	Microfono
FAMILIA PRIACANTHIDAE		
<i>Pristigenys serrula</i> (Gilbert, 1891)	C	Catalufa semáforo

---

Continúa...

---

FAMILIA MALACANTHIDAE		
<i>Caulolatilus affinis</i> Gill, 1865	C	Pierna
FAMILIA CARANGIDAE		
<i>Caranx caballus</i> Günther, 1868	C	Jurel bonito
<i>Caranx caninus</i> Günther, 1867	R	Jurel toro
<i>Caranx vinctus</i> Jordan y Gilbert, 1882	C	Cocinero
<i>Caranx otrynter</i> Jordan y Gilbert, 1883	R	Jurel chicuaca registro
<i>Chloroscombrus orqueta</i> Jordan y Gilbert, 1883	A	Horqueta del Pacífico
<i>Hemicaranx leucurus</i> (Günther, 1864)	C	Jurelito aleta amarilla
<i>Hemicaranx zelotes</i> Gilbert, 1898	C	Jurel chumbo
<i>Oligoplites altus</i> (Günther, 1868)	C	Zapatero pelón
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider, 1801)	F	Zapatero sietecueros
<i>Oligoplites rufulgens</i> (Gilbert y Starks, 1904)	F	Zapatero chaqueta
<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	C	Chicharro oión
<i>Selene brevoorti</i> (Gill, 1863)	R	Jorobado mexicano
<i>Selene oerstedii</i> Lütken, 1880	C	Jorobado chapeta
<i>Selene peruviana</i> (Guichenot, 1866)	A	Jorobado papelillo
<i>Trachinotus kennedyi</i> Steindachner, 1876	R	Pámpano plateado
<i>Trachinotus paitensis</i> Cuvier, 1832	C	Pámpano paloma
FAMILIA NEMATISTIIDAE		
<i>Nematistius pectorales</i> (Gill, 1862)	R	Peje gallo
FAMILIA LUTJANIDAE		
<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	C	Pargo amarillo
<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)	F	Pargo lunarejo
<i>Lutjanus jordani</i> (Gilbert, 1897)	R	Pargo rubirrubia
FAMILIA GERREIDAE		
<i>Diapterus aureolus</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	A	Mojarra palometa
<i>Diapterus peruvianus</i> (Cuvier, 1830)	A	Mojarra de aleta amarilla
<i>Eucinostomus currani</i> (Zahuranec, 1980)	A	Mojarra tricolor
<i>Eucinostomus dowii</i> (Gill, 1863)	A	Mojarra manchita
<i>Eucinostomus entomelas</i> Zahuranec, 1980	A	Mojarra mancha negra
<i>Eucinostomus gracilis</i> (Gill, 1862)	A	Mojarra charrita
<i>Eugerres axillaris</i> (Günther, 1864)	F	Mojarra malacapa
<i>Eugerres lineatus</i> (Humboldt, 1821)	C	Mojarra china
FAMILIA HAEMULIDAE		
<i>Conodon serrifer</i> Jordan y Gilbert, 1882	C	Ronco ofensivo
<i>Haemulon flaviguttatum</i> Gill, 1862	R	Burro de cortéz

---

Continúa...

ELENCO TAXONÓMICO DE PECES

<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1862)	C	Ronco de rabo manchado
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	F	Burro latino
<i>Haemulopsis axillaris</i> (Steindachner, 1869)	A	Ronco catalineta
<i>Haemulopsis leuciscus</i> (Günther, 1864)	F	Roncacho
<i>Haemulopsis elongatus</i> (Steindachner, 1879)	F	Ronco alargado
<i>Haemulopsis nitidus</i> (Steindachner, 1869)	A	Ronco brillante
<i>Orthopristis cantharinus</i> (Jenyns, 1840)	F	Burrito brin
<i>Orthopristis reddingi</i> Jordan y Richardson, 1985	A	Burrito roncacho
<i>Orthopristis chalceus</i> (Günther, 1864)	F	Burrito corvovado
<i>Pomadasys panamensis</i> (Steindachner, 1876)	A	Ronco mapache
<i>Pomadasys bayanus</i> Jordan y Evermann, 1898	C	Ronco blanquillo
<i>Pomadasys macracanthus</i> (Günther, 1864)	C	Ronco bacoco
<i>Xenistius californiensis</i> (Steindachner, 1876)	F	Pajarillo
<i>Xenichthys xanti</i> Gill, 1863	F	Roncador ojón
FAMILIA POLYNEMIDAE		
<i>Polydactylus approximans</i> (Lay y Bennett, 1839)	F	Barbudo azul
<i>Polydactylus opercularis</i> Gill, 1863	F	Barbudo amarillo
FAMILIA SCIAENIDAE		
<i>Bairdiella armata</i> Gill, 1863	C	Corvina armada
<i>Bairdiella incistia</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	R	Ronco roncacho
<i>Cheilotrema saturnum</i> (Girard, 1858)	R	Corvina roncacho
<i>Cynoscion othonopterus</i> Jordan y Gilbert, 1882	R	Corvina golfina
<i>Cynoscion nannus</i> Castro-Aguirre y Arvizu-Martínez, 1976	C	Corvina enana de altamar
<i>Cynoscion reticulatus</i> (Günther, 1864)	F	Corvina rallada
<i>Cynoscion squamipinnis</i> (Günther, 1867)	C	Corvina aguada
<i>Cynoscion stolzmanni</i> (Steindachner, 1879)	F	Corvina pelona
<i>Cynoscion xanthulus</i> Jordan y Gilbert, 1881	C	Corvina de boca amarilla
<i>Isopisthus remifer</i> Jordan y Gilbert, 1882	C	Corvineta azul
<i>Larimus argenteus</i> (Gill, 1863)	C	Corvineta boquinete
<i>Larimus effulgens</i> Jordan y Evermann, 1898	F	Corvineta chata
<i>Larimus pacificus</i> Jordan y Bollman, 1890	C	Corvineta tambor
<i>Larimus acclivis</i> Jordan y Brisol, 1898	F	Corvineta de estrías
<i>Menticirrhus elongatus</i> (Günther, 1864)	R	Berrugata bocadulce
<i>Menticirrhus panamensis</i> (Steindachner, 1875)	C	Berrugata gurrubata

Continúa...

<i>Menticirrhu nasus</i> (Günther, 1868)	C	Berrugata real
<i>Micropogonias altipinnis</i> (Günther, 1864)	F	Corvina berrugata
<i>Micropogonias ectenes</i> (Jordan y Gilbert, 1881)	C	Corvina bocadulce
<i>Micropogonias megalops</i> (Gilbert, 1890)	A	Corvina ojo grande
<i>Ophioscion scierus</i> (Jordan y Gilbert, 1884)	C	Corvineta zorra
<i>Odontoscion xanthops</i> Gill, 1898	C	Corvinata de ojo amarillo
<i>Paralonchurus goodei</i> Gilbert, 1898	R	Corvina mimis
<i>Paralonchurus rathbuni</i> Jordan y Bollman, 1890	R	Corvina coco
<i>Pareques viola</i> (Gilbert, 1898)	R	Corvinita camiseta
<i>Roncador stearnsii</i> (Steindachner, 1876)	C	Corvina de aleta manchada
<i>Totoaba macdonaldi</i> (Gilbert, 1890)	R	Totoaba
<i>Stellifer furthii</i> Steindachner, 1876	F	Corvina blanca
<i>Stellifer ericymba</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	C	Corvinilla mayita
<i>Umbrina analis</i> Günther, 1868	R	Berrugato espinoso
<i>Umbrina roncador</i> Jordan y Gilbert, 1882	C	Verrugato de aleta amarilla
<i>Umbrina wintersteeni</i> Walker y Radford, 1992	R	Verrugato
<i>Umbrina xanti</i> Gill, 1862	F	Verrugato roncador
FAMILIA MULLIDAE		
<i>Mulloidichthys dentatus</i> Gill, 1862	F	Chivato
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i> (Gill, 1863)	A	Chivo escamudo
FAMILIA CHAETODONTIDAE		
<i>Chaetodon humeralis</i> Günther, 1860	C	Mariposa muñeca
SUBORDEN LABROIDEI		
FAMILIA LABRIDAE		
<i>Halichoeres chierchiae</i> di Caporiacco, 1948	R	Señorita herida
<i>Halichoeres semicinctus</i> (Ayres, 1859)	R	Señorita piedrera
<i>Polylepion cruentum</i> Gomon, 1977	R	Vieja sangradora
SUBORDEN TRACHINOIDEI		
FAMILIA URANOSCOPIDAE		
<i>Astroscopus zephyreus</i> Gilbert y Starks, 1897	R	Murciélago perro
<i>Kathetostoma avertuncus</i> Jordan y Bollmann, 1890	R	Miracielo sapo
FAMILIA EPHIPPIDAE		
<i>Chaetodipterus zonatus</i> (Girard, 1858)	C	Peluquero
SUBORDEN GOBIOIDEI		

Continúa...

ELENCO TAXONÓMICO DE PECES

---

FAMILIA GOBIIDAE		
<i>Microgobius erectus</i> Ginsburg, 1938	C	Gobio chato
<i>Microgobius brevispinnis</i> Ginsburg, 1939	C	Gobio de Balboa
SUBORDEN SCOMBROIDEI		
FAMILIA TRICHIURIDAE		
<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)	C	Pez sable
FAMILIA SCOMBRIDAE		
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782	C	Macarela estornino
<i>Scomberomorus sierra</i> Jordan y Starks 1895	C	Sierra común
FAMILIA SPHYRAENIDAE		
<i>Sphyræna ensis</i> Jordan y Gilbert, 1882	C	Barracuda
SUBORDEN STROMATEOIDEI		
FAMILIA STROMATEIDAE		
<i>Peprilus medius</i> (Peters, 1869)	F	Palometa
<i>Peprilus snyderi</i> Gilbert y Starks, 1904	C	Palometa salema
ORDEN PLEURONECTIFORMES		
SUBORDEN PLEURONECTOIDEI		
FAMILIA PARALICHTHYIDAE		
<i>Ancylopsetta dendritica</i> Gilbert, 1890	R	Lenguado tres ojos
<i>Citharichthys fragilis</i> Gilbert, 1890	C	Lenguado flaco
<i>Citharichthys gilberti</i> Jenkins y Evermann, 1889	C	Lenguado tapadero
<i>Citharichthys gordae</i> Beebe y Tee-Van, 1938)	C	Lenguado escondido
<i>Citharichthys xanthostigma</i> Gilbert, 1890	R	Lenguado alón
<i>Cyclopsetta panamensis</i> (Steindachner, 1876)	C	Lenguado panámico
<i>Cyclopsetta querna</i> Jordan y Bollman, 1890	C	Lenguado dientón
<i>Etropus crossotus</i> Jordan y Gilbert, 1882	A	Lenguado ribete
<i>Etropus peruvianus</i> Hildebrand, 1946	A	Lenguado zapatilla
<i>Hippoglossina bollmani</i> Gilbert, 1890	R	Lenguado pintado
<i>Hippoglossina stomata</i> Eigenmann y Eigenmann, 1890	R	Lenguado bocón
<i>Hippoglossina tetrophthalmalma</i> (Gilbert, 1890)	C	Lenguado cuatroojos
<i>Paralichthys aestuarius</i> Gilbert y Scofield, 1898	C	Lenguado de Cortés
<i>Paralichthys californicus</i> (Ayres, 1859)	R	Lenguado californiano

---

Continúa...

---

<i>Paralichthys woolmani</i> Jordan y Williams, 1897	F	Lenguado huarache
<i>Syacium latifrons</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	F	Lenguado playero
<i>Syacium ovale</i> (Günther, 1864)	A	Lenguado ovalado
<i>Xystreureys liolepis</i> Jordan y Gilbert, 1880	C	Lenguado cola de abanico
FAMILIA PLEURONECTIDAE		
<i>Hypsopsetta guttulata</i> (Girard, 1856)	R	Platija diamante
<i>Pleuronichthys ocellatus</i> Starks y Thompson, 1910	F	Platija ocelada
<i>Pleuronichthys ritteri</i> Starks y Morris, 1907	C	Platija moteada
<i>Pleuronichthys verticalis</i> Jordan y Gilbert, 1880	F	Platija cornuda
FAMILIA BOTHIDAE		
<i>Bothus leopardinus</i> (Günther, 1862)	A	Lenguado leopardo del Pacífico
<i>Perissias taeniopterus</i> (Gilbert, 1890)	R	Lenguado bandera
FAMILIA CYNOGLOSSIDAE		
<i>Symphurus atramentatus</i> Jordan y Bollman, 1890	C	Lengua de vaca
<i>Symphurus atricaudus</i> (Jordan y Gilbert, 1880)	R	Lengua californiana
<i>Symphurus elongatus</i> (Günther, 1868)	C	Lengua esbelta
<i>Symphurus fasciolaris</i> Gilbert, 1892	C	Lengua listada
<i>Symphurus chabanaudi</i> Mahadeva y Munroe, 1990	F	Lengua cachete prieto
<i>Symphurus leei</i> Jordan y Bollman, 1889	R	Lengua colinegra
<i>Symphurus melanurus</i> Clark, 1936	C	Lengua lucia
<i>Symphurus williamsi</i> Jordan y Culver, 1895	C	Lengua de Williams
<i>Symphurus callopterus</i> Munroe y Mahadeva, 1989	R	Lengua chocolate
FAMILIA ACHIRIDAE		
<i>Achirus mazatlanus</i> (Steindachner, 1869)	A	Pez sol
<i>Trinectes fonsecensis</i> (Günther, 1862)	R	Sol rayado
ORDEN TETRAODONTIFORMES		
SUBORDEN BALISTOIDEI		
FAMILIA BALISTIDAE		
<i>Balistes polylepis</i> (Steindachner, 1876)	A	Cochi ribereño
FAMILIA MONACANTHIDAE		

---

Continúa...

<i>Aluterus monoceros</i> Linnaeus, 1758	R	Puerco unicornio
SUBORDEN TETRAODONTOIDEI		
FAMILIA TETRAODONTIDAE		
<i>Lagocephalus lagocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	F	Botete oceánico
<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1843)	A	Botete diana
<i>Sphoeroides lispu</i> Walker, 1996	F	Botete liso
<i>Sphoeroides lobatus</i> (Steindachner, 1870)	F	Botete verrugoso
<i>Sphoeroides sechurae</i> Hildebrand, 1946	F	Botete peruano
FAMILIA DIODONTIDAE		
<i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758	R	Pez erizo mapache
<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	R	Pez erizo espinoso

## DISCUSIÓN

La riqueza de especies de peces demersales registrada en este estudio (240 especies) para la parte oriental del Golfo de California es significativamente alta en comparación a otros estudios realizados, pero puede aumentar significativamente si se considera el aporte de especies de la zonas costeras y pelágicas. Este estudio contribuye a aportar conocimiento de una porción considerable del fondo demersal en la porción oriental del Golfo de California. Para este caso, peces que usualmente se capturan en la fauna de acompañamiento de camarón, actividad que se desarrolla con gran intensidad durante la época de captura en esta región, sin que hasta el momento exista alguna iniciativa de manejo para peces.

El número de especies registrado es notablemente alto si se compara con la fauna ictiológica demersal de otras áreas del Pacífico mexicano como el Golfo de Tehuantepec (178 especies; Tapia-García y García-Abad 1998), Nayarit, Michoacán, Guerrero (con 174, 120 y 166 especies; Amezcua-Linares 1990) y Jalisco y Colima (161 especies; Mariscal-Romero 2003); sin embargo Rodríguez-Romero *et al.* (2008) registraron 220 especies en los fondos marinos de la costa occidental de la península de Baja California, siendo un número alto en comparación a los reportados, y a su vez menor a lo encontrado en el presente estudio. Esta alta riqueza de especies de peces de diferentes requerimientos ecológicos, se puede atribuir a los sistemas



de corrientes, surgencias, remolinos, la topografía y batimetría, que en conjunto originan un ecosistema muy dinámico con un amplio régimen térmico, una gran variedad de hábitat que originan una alta productividad biológica y por consiguiente eficientes cadenas alimenticias, indicadores fundamentales para observar una alta biodiversidad.

La gran cobertura de profundidad abordada en este estudio que fue de cuatro a 137 m, pone de manifiesto que esta región del Golfo de California presenta una gran riqueza de especies, lo que abre diversas expectativas desde el punto de vista ecológico, pesquero, alimenticio y de manejo.

Las especies más características tanto por abundancia y frecuencia fueron el lenguado ovalado (*Syacium ovale*) el chivo escamudo (*Pseudupeneus grandisquamis*), el ronco brillante (*Haemulopsis nitidos*), serrano cabaicucho (*Dipectrum pacificum*), el lagarto camote (*Synodus scituliceps*), el cochi ribereño (*Balistes polylepis*), la mojarra tricolor y charrita (*Eucinostomus currani* y *Eucinostomus gracilis*), el sapo de luto (*Porichthys anales*) la horqueta del Pacífico (*Chloroscombrus orqueta*), el jorobado mexicano (*Selene peruviana*), el burrito roncacho (*Orthopristis reddingi*), el lenguado ribete (*Etropus crossotus*), escorpión de sonora (*Scorpaena sonorae*) y la raya redonda de aguijon (*Urobathis halleri*) que en conjunto aportaron el 57.32 % con respecto a la abundancia total.

Del total de especies de peces registradas (240), tan solo 27 de ellas fueron abundantes (11.25 %) y 55 ( 22.91%) frecuentes (Tabla 1), el resto de las especies reflejaron un mayor cambio en los patrones de presencia-ausencia espacial o temporal, característica que sobresale también en peces tropicales y subtropicales de lagunas costeras del Golfo de California (Rodríguez Romero *et al.* 1994 y 1998). Gran parte de las especies raras capturadas en este estudio correspondieron a especies pelágicas y mesopelágicas, que se capturaron de manera accidental durante el lance o levantamiento de la red. El incremento de especies de peces con registros recientes que se ha presentado en los últimos años, al parecer es una manifestación del cambio climático global y resalta la importancia de explorar nuevas áreas, ayudando a minimizar la incertidumbre del potencial que realmente se tiene en los fondos marinos dentro del ámbito demersal del Golfo de California (López-Martínez *et al.* 2010).

Las especies del Pacífico oriental tropical presentan intrusiones

importantes en sus costas especialmente durante eventos ENSO (El Niño del sur), que llegan hasta las costas de California cuando son de gran intensidad y magnitud (Pondella 1999, Lea y Rosenblatt 2000, Moore y Herbinson 2002, Walker *et al.* 2002) como el caso de varias de ellas con registros recientes en la provincia de San Diego como el serrano de agua profunda *Serranus aequidens*, el ronco ofensivo *Conodon serrifer* y el conejo *Caulolatilus affinis* entre otras (Pondella 1999, Moore y Herbinson 2002, Walker *et al.* 2002). El traslapamiento de la distribución geográfica de la fauna íctica es debida a la ubicación del Golfo de California, en donde se registran especies de peces de diferentes afinidades desde elementos tropicales, templadas a subtropicales, lo que permite el registro de un gran número de especies, tal y como lo han manifestado Galván-Magaña *et al.* (2000), Zapata y Robertson (2007), y Rodríguez-Romero *et al.* (2008).

### AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-02-089 y el proyecto EP1.1. Se agradece el apoyo del Laboratorio de Especialidades en Pesquerías y el Laboratorio de Ecología de Peces del CIBNOR y 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

- Abitía-Cárdenas, L., Rodríguez-Romero, J., Galván-Magaña, F., De la Cruz-Agüero, J., Chávez, R. H. (1994). Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Cien. Mar.* 20: 159-181.
- Aguilar-Palomino, B., Mariscal, R. J., González, S. G., Rodríguez, L. E. (1996). Lista sistemática de la ictiofauna demersal de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima México, durante Mayo y Junio de 1995. *Cien. Mar.* 22: 469-481.
- Amezcu-Linares, F. (1990). Los peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México. Tesis de Doctorado en Ciencias del Mar, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Castro-Aguirre, J. L., Espinosa-Pérez, H. (1996). Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideomorpha). Instituto de Biología, UNAM. México, D.F.

- De la Cruz-Agüero, J., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L. A., Rodríguez-Romero, J., Gutiérrez-Sánchez, F. J. (1994). Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur (México). *Cien. Mar.* 20(1): 17-31.
- Eschmeyer, W. N., Herald, E. S., Hammann, H. (1983). A field guide to the Pacific coast fishes of North America. Houghton Miffl, Boston.
- Espinosa-Pérez, H., Castro-Aguirre J. L., Huidobro-Campos, L. (2004). Listados faunísticos de México. IX. Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha). Instituto de Biología UNAM. México, D.F.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., Niem V. H. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. FAO. Roma. (Vol- II-III). pp. 648-1652.
- Galván-Magaña, F., Gutiérrez, S. F. J., Abitia-Cardenas, L. A., Rodríguez-Romero, J. (2000). The distribution and affinities of the shore fishes of the Baja California Sur lagoons. In: Munawar (ed.), *Aquatic Ecosystems of México: Status and Scoop*. Ecoovision world monograph series. Backhunyus Publisher, Leiden, The Netherlands pp. 383-398.
- Grainger, R. J. R., García, S. M. (1996). Chronicles of marine fishery landings (1950-1994): Trend analysis and fisheries potential. FAO Fisheries Technical Paper 359.
- Ginsburg, I. (1958). Flounders of the genus *Paralichthys* and related genera in american waters. U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull. 52(71): 267-351.
- Jordan, D. S., Evermann, W. B. (1896-1900). The fishes of North and middle America. Bull. Unit. States Nat. Hist. Museum. 47: 1-3313.
- Lea, R. N., Rosenblatt, H. R. (2000). Observations on fishes associated with the 1997-98 El Niño off California. CalCOFI Rep. 41: 117-129.
- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez-Romero, J., Hernández-Vázquez, S. (2010). Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 58 (3): 925-942.
- Love, M. S., Yoklavich, M., Thorsteinson, L. (2002). The rockfishes of the northeast Pacific. University of California Press, Berkeley.
- Love, M. S., Mecklenburg, C. W., Mecklenburg, T. A., Thorsteinson, L. K. (2005). Resource inventory of marine and estuarine fishes of the West Coast and Alaska: a checklist of North Pacific and Arctic Ocean species from Baja California to the Alaska-Yukon border.
- Madrid-Vera, J., Ruiz, L. A., Rosado, B. I. (1998). Peces de la plataforma continental de Michoacán y sus relaciones en el Pacífico mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 46: 267-276.
- Mariscal-Romero, J. (2003). Dinámica de las asociaciones de peces demersales de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Tesis Doctorado, Universidad de Colima, México.
- McPhail, J. D. (1958). Key to the croakers (Sciaenidae) of the eastern Pacific. Univ. Brit. Columbia, Inst. Fish. Mus. Contrib. 2: 1-20.
- 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.

ELENCO TAXONÓMICO DE PECES

- 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.
- Moncayo-Estrada, R., Castro-Aguirre, J., Cruz-Agüero, J. (2006). Lista sistemática de la ictiofauna de Bahía de Banderas, México. Rev. Mex. Biod. 77: 67-80.
- Moore, R. H., Herbinson, K. T. (2002). First record of the armed grunt, *Conodon serrifer* (Haemulaide), in southern California. Cal. Fish Game. 88: 178-180.
- Nelson, J. S. (2006). Fishes of the world. Fourth edition. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Orr, J. W., Brown, M. A., Baker, D. C. (2000). Guide to rockfishes (Scorpaenidae) of the genera *Sebastes*, *Sebastolobus*, and *Adelosebastes* of the Northeast Pacific Ocean. NOAA Tech. Mem.NMFS-AFSC-117.
- Pondella, D. J. (1999). First record of deepwater bass *Serranus aequidens* (Serranidae), from California. Calif. Fish Game. 85: 130-134.
- Robertson, D. R., Allen, G. R. (2002). Shore fishes of the Tropical Eastern Pacific: an Information System. CD-ROM. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama.
- Robertson, D. R., Grove, J. S., McCosker, J. S. (2004). Tropical transpacific shore fishes. Pac. Sci. 58: 507-565.
- Rodríguez-Romero, J., Abitia-Cardenas, L. A., De la Cruz-Agüero, J., Galván-Magaña, F. (1992). Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Cien. Mar. 18(4): 85-95.
- Rodríguez-Romero, J., Abitia-Cárdenas, L. A., Galván-Magaña, F., Chávez, R. H. (1994). Composición, abundancia y riqueza específica de la ictiofauna de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Cienc. Mar. 20(3): 321-350.
- Rodríguez-Romero, J., Abitia-Cárdenas, L. A., Galván-Magaña, F., Aguilar-Palomino, B., Arvizu-Martinez, J. (1998). Ecology of fish community from the soft bottom of Bahía Concepcion, Mexico. Arch. Fish. Mar. Res. 46(1): 61-76.
- Rodríguez-Romero, J., Palacios-Salgado, D., López-Martínez, J., Hernández-Vázquez, S., Ponce Díaz, G. (2008). Composición y zoogeografía de los peces demersales de la costa occidental de Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop. 56(4): 1765-1783.
- Rodríguez-Romero, J., Hernández-Vázquez, S., López-Martínez, J. (2009). Desarrollo potencial de peces desaprovechados. In: Diversidad Marina. Rev. Ciencia y Desarrollo-CONACYT. pp. 45-51:
- Rosales-Casián, J. A. (1996). Ictiofauna de la bahía de San Quintín, Baja California, México y su costa adyacente. Cien. Mar. 22: 443-458.
- Rosenblatt, R. H., Johnson, D. C. (1974). Two new species of sea basses of the genus *Diplectrum*, with a key to the Pacific species. Calif. Fish Game. 60(4): 178-191.
- Tapia-García, M., García-Abad, M. C. (1998). Los peces acompañantes del camarón y su potencial como recurso en las costas de Oaxaca y Chiapas. In: M. Tapia-García, (ed.), El Golfo de Tehuantepec: El ecosistema y sus recursos. UAM-Iztapalapa, México. pp. 179-196.
- Walker, H. J. Jr., Hastings, A. P., Steele, H. R. (2002). The Pacific golden-eyed tilefish, *Caulolatilus affinis* Gill (Teleostei: Malacanthidae), first occurrence in California. Cal. Fish Game. 88: 139-141.

Zapata, F. A., Robertson, D. R. (2007). How many species of shore fishes are there in the Tropical Eastern Pacific?. *J. Biogr.* 34: 38-51.

---

**CITA DE CAPÍTULO 4**

Rodríguez-Romero, J., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, S. Hernández-Vázquez y A. Acevedo-Cervántes. 2012. Elenco taxonómico de los peces acompañantes de la captura de camarón en la porción oriental del Golfo de California. 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. 71-91.

*ELENCO TAXONÓMICO DE PECES*

## CAPÍTULO 5

## El papel ecológico de los peces en una zona de manglar de la costa occidental de Baja California Sur, México.

Jesús Rodríguez-Romero<sup>1\*</sup>, Laura López-González<sup>2</sup>, Felipe Galván-Magaña<sup>3</sup>, Francisco Javier Gutiérrez-Sánchez<sup>3</sup>, Juana López-Martínez<sup>4</sup>, Roxana Inohuay-Rivera<sup>1</sup> y Juan Carlos Pérez-Urbiola<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se presenta la primera información sobre la composición íctica de la zona de manglar de Rancho Bueno, B.C.S., a partir de muestreos realizados con red de arrastre “chango”, se capturaron 3,082 organismos juveniles, correspondientes a 62 especies, 48 géneros y 30 familias.

**Palabras clave:**  
Composición íctica  
Rancho Bueno, B.C.S  
Esteros

Las especies más frecuentes y abundantes fueron *Etropus crossotus*, *Eucinostomus gracilis*, *Paralabrax maculatofasciatus*, *Sphoeroides annulatus* y *Eucinostomus dowii*. Se encontró que las localidades más cercanas a la zona sur del estero, presentaron el mayor número de organismos capturados, asimismo presentaron los valores de diversidad, equitatividad y riqueza específica más elevados. *E. crossotus*, *E. gracilis*, *S. annulatus*, *P. maculatofasciatus* y *E. dowii* fueron las especies con los valores de dominancia más altos. Por los valores de temperatura registrados, se distinguen dos épocas, la cálida que incluye los meses de julio a diciembre y la fría formada por los meses de enero a junio. El número mayor de organismos

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR), Mar Bermejo 195. Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz. CP. 23090. Baja California Sur. México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesca. Pitágoras 1320. Col. Santa Cruz Atoyac CP. 33100. Mexico, D.F.

<sup>3</sup>Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita. CP. 23096. La Paz, B.C.S. México.

<sup>4</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Campus Guaymas. Km. 2.35 Camino al Tular, Estero de Bacochibampo. CP. 85465. Guaymas, Sonora, México.

\*Autor de correspondencia: E-mail: jrodri04@cibnor.mx

recolectados (2,030) se presentó en la época cálida con un máximo en septiembre con 937 ejemplares; mientras que en la época fría se recolectaron 1,046 organismos con un número mínimo de 55 ejemplares durante febrero. Por la estructura de tallas encontradas para las especies, con tendencia a tallas pequeñas, se confirma el papel ecológico y el uso de las aguas protegidas y someras como zonas de crianza, alimentación y refugio de peces.

## INTRODUCCIÓN

La costa occidental de la península de Baja California se encuentra influenciada por la corriente de California, que le brinda características templadas y por la corriente Norecuatorial que le otorga características tropicales (Galván *et al.* 2000). La parte de Baja California Sur, es una zona de transición templado-tropical, donde existe un gradiente estacional debido a la influencia de ambas corrientes; durante invierno-primavera predomina la corriente de California, mientras que en verano-otoño predomina la de origen ecuatorial (Casas-Valdez *et al.* 1996); esta zona es una de las más diversas en especies marinas tropicales, templadas y de transición templado-tropical, que además se ve influenciada por la presencia de surgencias, lo que contribuye a mantener una elevada productividad primaria durante casi todo el año. Asimismo, esta parte de la costa presenta profundidades irregulares que en conjunto con su dinámica de mareas y el poco flujo de agua dulce, influyen directamente sobre las condiciones fisicoquímicas del agua tales como temperatura y salinidad (Gutiérrez-Sánchez 1997). En su extensión litoral (2,200 km), cuenta con 224 mil ha de aguas protegidas, ambientes propicios para servir de refugio a numerosas especies de peces. La fauna íctica de la costa occidental de Baja California Sur es poco conocida, particularmente hacia la región sur de la península, este estudio presenta información sobre la estructura comunitaria de la ictiofauna del estero de Rancho Bueno, con objeto de contribuir a su conocimiento para un adecuado manejo. El área de estudio se localiza al sur del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, zona de gran importancia pesquera, ya que se estima que los peces marinos de Bahía Magdalena, exceptuando a la sardina, soportan alrededor del 25% del total de la captura artesanal de Baja California Sur (B.C.S.) (Ramírez y Gutiérrez 1987). La importancia de este estudio se fundamenta en el hecho de que no existe ningún trabajo sobre la ictiofauna de la zona



de Rancho Bueno, por lo que con su aportación se pretende contribuir a su conocimiento, a fin de fomentar la comprensión de los recursos de importancia ecológica, económica y potencial en el ámbito regional, estableciendo el papel ecológico que representa esta zona para su desarrollo como área de crianza, alimentación y refugio de peces.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estero de Rancho Bueno se ubica en la porción sur de la costa occidental de la península de Baja California. Se orienta en dirección noroeste-sureste entre las coordenadas geográficas  $24^{\circ} 17' 30''$  y  $24^{\circ} 20' 45''$  de latitud norte y  $111^{\circ} 20' 30''$  y  $111^{\circ} 27' 40''$  de longitud oeste. Mide aproximadamente 10.9 km de largo y 1.2 km en su parte más ancha, su profundidad varía entre 0 y 6 m. Se encuentra al sur del complejo lagunar Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S. (fig. 1). Está bordeado por vegetación de mangle alrededor del 90% de su perímetro, compuesta principalmente por *Ryzophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. Se comunica con el océano Pacífico en Punta Conejo a través de la boca Flor de Malva y abre también en este punto con Bahía Santa María. La topografía de esta región presenta gran variedad de sustratos, dentro de estos se observan fondos arenosos, arcillosos, fangosos y en menor magnitud el rocoso (Mendoza-Salgado y Lechuga-Devéze 1995).

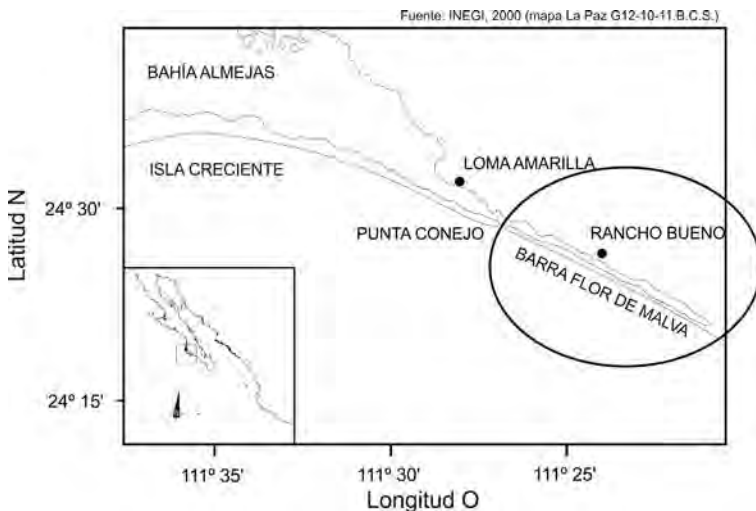


Figura 1. Localización de Rancho Bueno, B.C.S.

Durante el periodo de octubre de 1993 a septiembre de 1994, se realizaron doce campañas de muestreo en diez puntos ubicados a lo largo del estero, las localidades se situaron iniciando de la zona norte y hacia la zona sur del estero. Se realizó un arrastre por localidad, empleando una red de prueba camaronera tipo chango y en cada punto de muestreo se registró la temperatura de fondo, salinidad, profundidad y tipo de fondo. Los ejemplares capturados se fijaron en una solución de formaldehído al 10% para su posterior identificación.

A partir del número y peso total de la captura, así como el de cada especie, se estimaron los índices ecológicos de la comunidad. El cálculo de la abundancia relativa (AR) y peso relativo (PR), se realizó aplicando las expresiones:

$$AR = (n / N)(100) \text{ Y } PR = (p / P)(100) \quad (1)$$

Donde: n corresponde al número de cada especie capturada, N es el número total de las especies capturadas, p es el peso de cada especie capturada y P es el peso total de las especies capturadas. La riqueza específica (D) se obtuvo mediante el índice propuesto por Margalef (1969), cuya fórmula es:

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (2)$$

donde S es el número de especies y N corresponde al número de individuos. La diversidad (H') se obtuvo mediante el índice de Shannon-Weiner (H'), según la función:

$$H' = - \sum (n_i / N) \log (n_i / N) \quad (3)$$

Donde:  $n_i$  corresponde al número de individuos de la especie i, y N al número total de individuos de todas las especies en la muestra. La equitatividad (Pielou 1966) se calculó a través de la expresión:

$$E = H' / \ln (S) \quad (4)$$

Donde: H' es el índice de Shannon y S el número de especies. La dominancia o Índice de Valor Biológico (IVB) (Sanders 1960) se estimó con la fórmula:

$$IVB = \sum_i P u_{ij} \quad (5)$$

Donde: i corresponde a la especie, j la localidad de muestreo y  $P u_{ij}$  es el puntaje de la especie i en la localidad j.

## RESULTADOS

Para el análisis y discusión de los resultados, el estero de Rancho Bueno se dividió en tres zonas: zona norte (localidades 1, 2, 3, 4), zona centro (localidades 5, 6, 7) y zona sur (localidades 8, 9 y 10) (fig. 2).

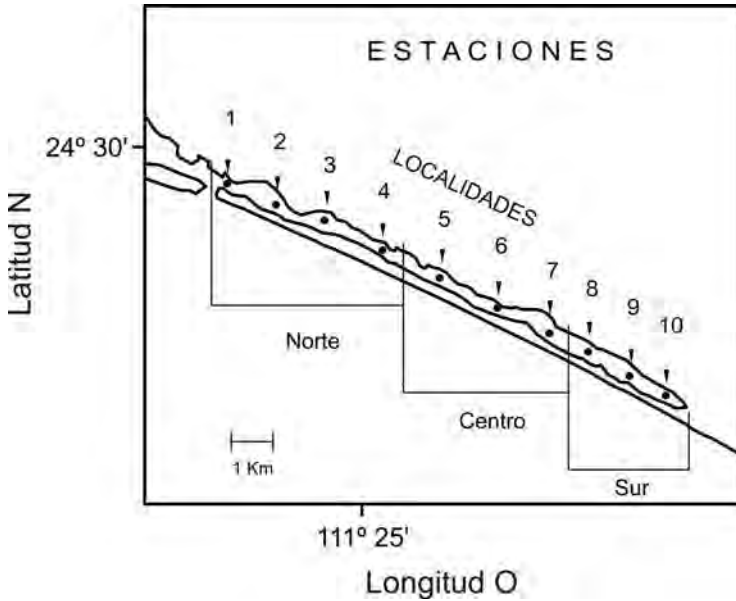


Figura 2. Zonas y ubicación de las localidades de muestreo en el estero

La época cálida incluye de julio a diciembre con un intervalo de temperaturas promedio de 22.6°C a 27.9°C y la época fría de enero a junio con un Intervalo de temperaturas promedio de 18.8°C a 22.0°C. En las localidades de muestreo el promedio de temperaturas presenta un incremento gradual de norte a sur; observándose una clara tendencia al aumento de la temperatura a partir de la localidad 1 situada en la zona norte del estero, con 21.0 °C a una temperatura de 25.1 °C en la localidad 10 ubicada en la zona sur del mismo. Por su parte, la salinidad del agua en Rancho Bueno presentó poca variación a lo largo del año, oscilando entre valores promedio de 34.65 ‰ y 35.50 ‰ presentando un ligero ascenso hacia el inicio del verano en junio la variación espacial mostró cambios pequeños, registrándose valores promedio de 34.36 ‰ en la localidad 1 en la zona norte del estero y de 36.58 ‰ en la localidad 10 de la zona sur (Tablas 1 y 2).

En la tabla 2 se presentan las profundidades promedio de muestreo en las localidades y el tipo de sustrato encontrado. En la zona norte, que abarca las localidades 1 a 4 con sustrato arenoso, se realizaron los arrastres a mayor profundidad, disminuyendo en las localidades de la zona sur de sustrato fangoso (8 a 10).

La diferencia en la profundidad de arrastre fue en relación al tipo de

PECES EN ZONA DE MANGLAR

**Tabla 1.** Valores de temperatura y salinidad promedios durante el periodo de muestreo.

Mes	Temperatura promedio °C	Salinidad promedio ‰
Oct	27.6	34.8
Nov	25.2	35.0
Dic	22.6	34.7
Ene	22.0	35.0
Feb	19.9	35.5
Mar	20.5	34.9
Abr	18.8	35.0
May	18.9	35.2
Jun	21.0	35.5
Jul	22.7	35.0
Ago	25.7	35.1
Sep	27.9	35.0

sustrato, asimismo se distingue una transición de sustrato arenoso a arenoso-fangoso hasta fangoso.

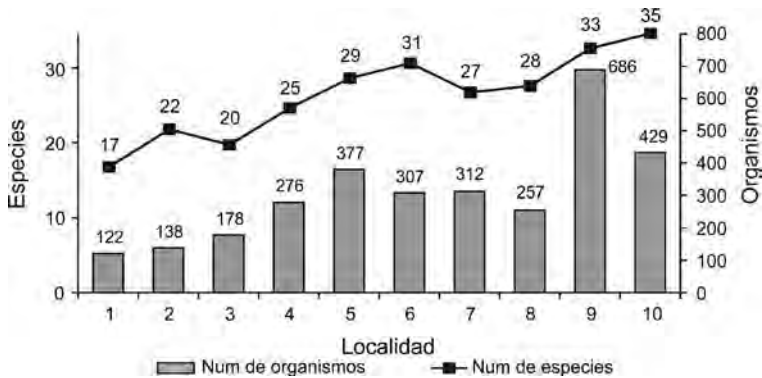
Se capturaron un total de 3,082 organismos, todos juveniles, con un peso total de 102.04 kg, pertenecientes a 30 familias, 48 géneros y 62 especies. Las familias mejor representadas son: Haemulidae con 10 especies; Lutjanidae, Gerreidae y Paralichthyidae con cinco especies cada una, Serranidae con cuatro especies y las familias

**Tabla 2.** Caracterización de las localidades de muestreo en Rancho Bueno, B.C.S.

Zona	Localidad	Tipo de sustrato	Profundidad de arrastre (m)	Temperatura °C	Salinidad ‰
Norte	1	Arenoso	2.9	21.04	34.36
	2	Arenoso	2.5	21.17	34.10
	3	Arenoso	3.6	21.26	34.13
	4	Arenoso	3.5	21.34	34.44
Centro	5	Arenoso-fangoso	2.1	21.59	34.61
	6	Arenoso-fangoso	2.0	22.73	34.96
	7	Arenoso-fangoso	2.2	24.17	35.40
Sur	8	Fangoso	1.4	24.24	35.87
	9	Fangoso	1.8	24.63	36.12
	10	Fangoso	1.6	25.07	36.58

Sciaenidae y Urolophidae con tres. La especie que presentó el mayor número de organismos fue *Etropus crossotus* con un total de 688 organismos, seguido por *Eucinostomus gracilis* con 544 ejemplares; *Paralabrax maculatofasciatus* con 253; *Sphoeroides annulatus* con 242; *Eucinostomus dowii* con 229 y *Orthopristis reddingi* y *Diapterus peruvianus* con 133 y 108 ejemplares, respectivamente.

Las localidades 9, 10 y 5 fueron las que tuvieron el mayor número de organismos recolectados (fig. 3). Por otro lado, los meses en los que se obtuvo el mayor número de ejemplares capturados fueron septiembre de 1994 con 937 organismos de 32 especies, y octubre de 1993 con 469 organismos de 36 especies (fig. 4). Seis del total de 62 especies, se presentaron en todas las localidades de muestreo, *E. crossotus*, *P. maculatofasciatus*, *Paralichthys californicus*, *S. annulatus*, *Symphurus atramentatus* y *Synodus lucioceps*.



**Figura 3.** Número de organismos y especies recolectados por localidad, durante el periodo de muestreo.

Las especies más representativas en la estructura de la comunidad por su abundancia relativa en número fueron en orden de importancia: *E. crossotus*, *E. gracilis*, *P. maculatofasciatus*, *S. annulatus*, *E. dowii*, *O. reddingi* y *D. peruvianus*, aportando el 71.28% y más del 35% del peso relativo total (fig. 5). A lo largo de todo el muestreo se distinguieron a *E. crossotus* y *E. gracilis*, como las especies con valores de abundancia relativa en número más elevados de 22.32% y 17.65%, respectivamente; mientras que *P. maculatofasciatus*, presentó el valor más elevado en peso relativo, alcanzando el 11.17% durante el periodo de muestreo. Cabe destacar que del total de especies de peces registradas, 38(61.29 %) son considerada de importancia comercial (Tabla 3, marcadas con asterisco)

PECES EN ZONA DE MANGLAR

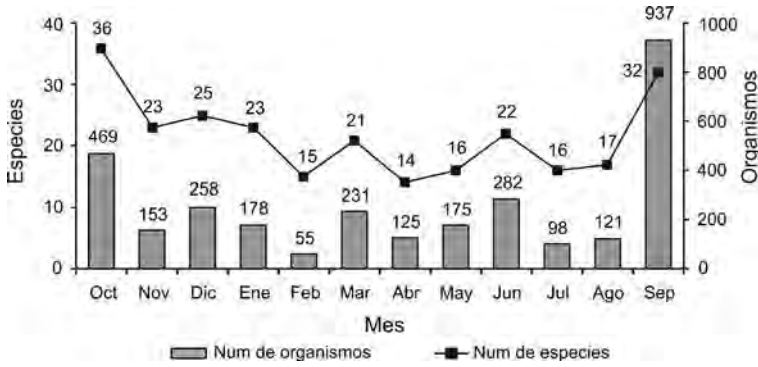


Figura 4. Número de organismos y especies durante el periodo de muestreo.

De acuerdo con los resultados de la riqueza específica temporal y espacial a partir de la abundancia numérica de las especies, el valor más alto de este índice se presentó en octubre (3.96); mientras que el más bajo fue en abril (0.39). La variación espacial y temporal de la riqueza específica mostró que los valores más bajos se encontraron hacia las localidades de la zona norte del estero durante los meses fríos, y los valores más elevados de septiembre a enero en las localidades ubicadas en la zona sur del estero (fig. 6).

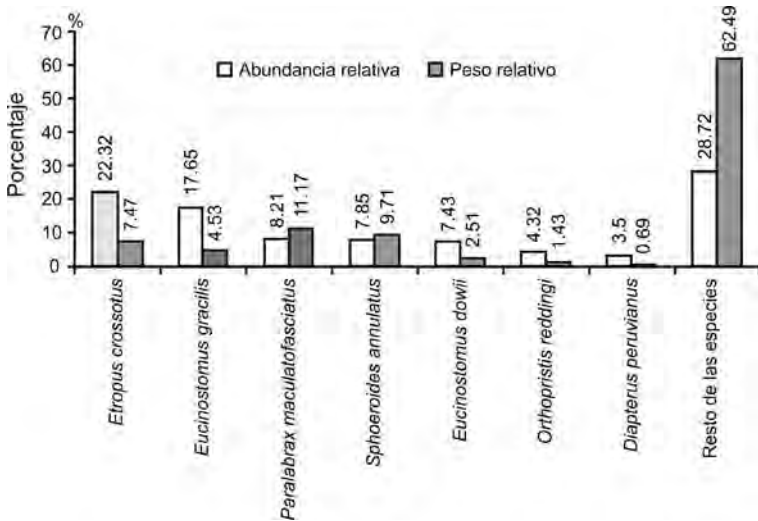


Figura 5. Abundancia y peso relativos de las especies más representativas.

De acuerdo al índice de diversidad aplicado en las localidades de muestreo que registraron especies, los resultados fluctuaron de 0.39 a 3.62, presentándose el valor mínimo en la localidad 7 durante

abril y el valor máximo en la localidad 10 durante el mes de octubre, ambos hacia la zona sur del área de estudio. Las localidades 1 a 4, ubicadas en la zona norte del estero, presentaron una diversidad menor que aquellas localidades que se encontraron en la zona sur (localidades 8 a 10), donde se encuentran los valores más altos de diversidad, correspondiendo a su vez con los meses considerados dentro de la época cálida, sobresaliendo septiembre a noviembre con valores promedio superiores a 3 bits/individuo, para algunas localidades. El valor promedio más elevado se encontró en el mes de octubre (2.24); mientras que abril y mayo fueron los meses que presentaron los valores promedio de diversidad más bajos del estudio 1.19 y 1.33, respectivamente (fig. 7).

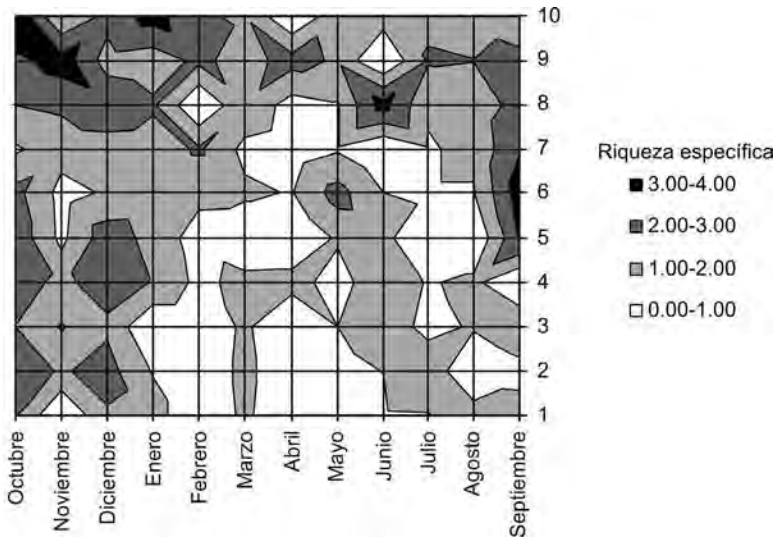


Figura 6. Variación de la riqueza específica mensual por localidades de muestreo.

Los valores promedio mínimos del índice de equitatividad se encuentran de abril a junio, dentro de la época fría con valores menores a 0.6, el mínimo se encontró en la localidad 4 durante mayo, equivalente a 0.25, seguido por abril con 0.39 en la localidad 7 y marzo con un valor de 0.42 para la misma localidad. Por otro lado, se encontraron valores máximos de 1 en algunas localidades de los meses de noviembre, diciembre, febrero y agosto, mismos que presentaron los valores promedio más elevados excepto diciembre con un valor promedio de 0.6. En general, la época fría (enero a junio) presentó el valor promedio de equitatividad menor en



relación con la época cálida (julio a diciembre), correspondiendo a 0.67 y 0.72, respectivamente. La zona sur presentó el valor promedio más elevado, igual a 0.8 (fig. 8).

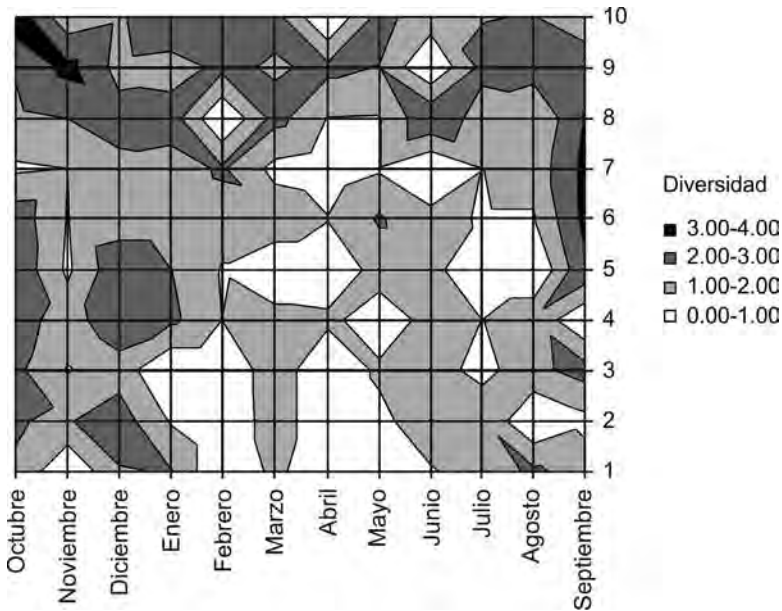


Figura 7. Variación de la diversidad mensual por localidades de muestreo.

Las especies de mayor dominancia durante el periodo de muestreo según los resultados del Índice de Valor Biológico, son *E. crossotus*, *E. gracilis*, *S. annulatus*, *P. maculatofasciatus* y *E. dowii*, con valores correspondientes en su respectivo orden de 94, 64, 62, 60 y 48 puntos (fig. 9). Los resultados de éste índice se muestran en la Tabla 3.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las características topográficas e hidrográficas que presenta el estero de Rancho Bueno, B.C.S. aportan las condiciones óptimas para ser un área de crianza, alimentación o reproducción para numerosas especies de peces de importancia ecológica y comercial. Sus condiciones fisicoquímicas muestran valores susceptibles a cambio estacional, los valores de temperatura y salinidad presentan un incremento hacia la parte interna del estero, con marcados cambios que pueden tener una moderada influencia en la composición específica de la comunidad de peces. Este tipo de ecosistemas poseen



un nivel de productividad primaria muy elevado permitiendo una riqueza alta del sistema biológico. Mendoza-Salgado y Lechuga-Devéze (1995) señalan que la carga de contenido orgánico se acumula hacia el final del estero, lo que coincide con una mayor presencia íctica en la zona.

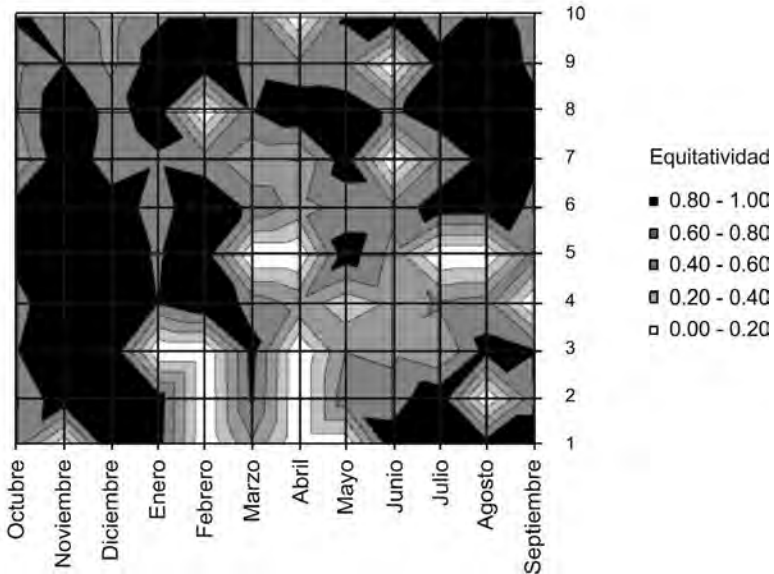
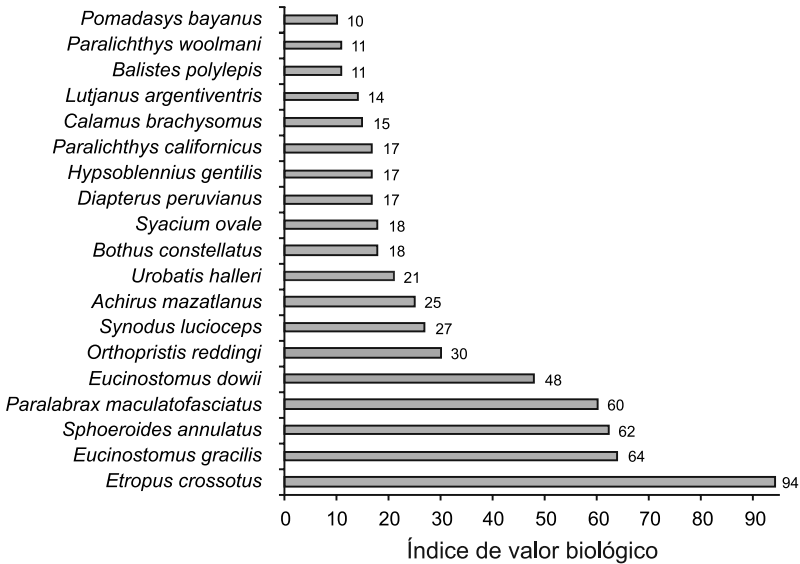


Figura 8. Variación de la equitatividad mensual en las localidades de muestreo.

El número total de especies de peces y organismos fue más alto hacia la zona sur del estero, con las temperaturas promedio más elevadas y con sustrato fangoso. Por otro lado, las localidades con las frecuencias más bajas de número de especies y organismos, se ubicaron en la zona norte del estero con sustrato arenoso y temperaturas promedio más bajas. En los meses con promedio de temperatura más bajo, el número de organismos y especies disminuyó de manera importante, encontrándose una cifra mínima en febrero con 55 organismos recolectados, pertenecientes a 15 especies; mientras que los meses con las temperaturas más altas, particularmente en septiembre hubo un número máximo de 937 organismos capturados.

PECES EN ZONA DE MANGLAR



**Figura 9.** Índice de Valor Biológico de las especies más representativas durante el muestreo.

Las especies con mayor número de organismos capturados fueron en orden descendente *E. crossotus*, *E. gracilis*, *P. maculatofasciatus*, *S. annulatus*, *E. dowii*, *O. reddingi* y *D. peruvianus*. De éstas, *E. crossotus*, *P. maculatofasciatus* y *S. annulatus* permanecieron durante todo el periodo de muestreo, lo que señala su importancia en la zona de estudio. Todas las especies, han sido reportadas como especies que habitan en el complejo lagunar Bahía Magdalena- Almejas (Torres-Orozco y Castro-Aguirre 1992, De La Cruz-Agüero *et al.* 1994, Galván *et al.* 2000), lo que ratifica el hecho de que el estero de Rancho Bueno es utilizado como zona de crianza y alimentación. *E. crossotus* fue la especie con el mayor número total de organismos distribuidos en todo el estero y ha sido definido como la especie más abundante en la zona de Bahía Magdalena por Torres-Orozco y Castro-Aguirre (1991) y Gutiérrez-Sánchez (1997), lo que conduce a suponer que esta especie utiliza el estero de Rancho Bueno como área de crianza y que posteriormente como lo señala Rodríguez-Romero (1992), migra hacia otras latitudes donde su captura tiene una mayor representatividad, tal como sucede con otras especies que se capturan de forma comercial como el *P. macultofasciatus*, *Lutjanus aratus*, *Paralichthys californicus* y otras.

**Tabla 3.** Índice de Valor Biológico de las especies ícticas colectadas en Rancho Bueno, B.C.S.

Especie	1993					1994						
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<i>Achirus mazatlanus</i>	25	12	7	35	8	39	18	32	13	24	9	26
* <i>Arius platypogon</i>									5			
* <i>Balistes polylepis</i>	27	21	22	17	10	8			6			11
<i>Bothus constellatus</i>	32			9	9	9		9			9	5
* <i>Calamus brachysomus</i>	29	13	22	21								24
* <i>Caranx caninus</i>		2	6									
* <i>Centropomus medius</i>	9											
* <i>Chaetodipterus zonatus</i>	7		7			9						
* <i>Chaetodon humeralis</i>	15											
<i>Cyclopsetta panamensis</i>	8	10	18			5	15					
* <i>Cynoscion parvipinnis</i>	14	9										
<i>Dactylagnus mundus</i>	7									8		9
* <i>Diapterus peruvianus</i>	9	14	8	6				14				29
<i>Diodon holocanthus</i>	8					8			7			
<i>Diodon hystrix</i>			7			7					14	
<i>Diplectrum pacificum</i>	13		6									
* <i>Epinephelus analogus</i>	15	5			7							
<i>Etropus crossotus</i>	62	34	77	65	40	87	40	70	78	77	47	39
* <i>Eucinostomus dowii</i>	21	20		15	7	19	19	16	10			34
* <i>Eucinostomus gracilis</i>	65	19	66	16						20	8	45
* <i>Eugerres axillaris</i>	10											
<i>Fistularia commersonii</i>										7		
* <i>Gerres cinereus</i>	10											
<i>Gymnura marmorata</i>			7		10		9		20	8	9	1
* <i>Haemulon steindachneri</i>									7		15	3
* <i>Haemulopsis leuciscus</i>		12	7				15	9	15			3
* <i>Haemulopsis nitidus</i>												3

Continúa...

PECES EN ZONA DE MANGLAR

Especie	1993			1994								
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<i>*Hoplopagrus guntheri</i>		10								7		18
<i>Hypsoblennius gentilis</i>	8								8	9	17	
<i>Hypsopsetta guttulata</i>				7								
<i>*Lutjanus aratus</i>								10			10	7
<i>*Lutjanus argentiventris</i>	8	15	16	14				9		17		29
<i>*Lutjanus colorado</i>	4											
<i>*Lutjanus novemfasciatus</i>	5											
<i>*Menticirrhus undulatus</i>											10	
<i>*Microlepidotus inornatus</i>												4
<i>*Micropogonias ectenes</i>						9			6			
<i>*Orthopristis</i>		8		10								
<i>*Orthopristis reddingi</i>	22	4	18	7		9						30
<i>*Paralabrax maculatofasciatus</i>	72	14	81	70	16	16	14	16	52	19	47	22
<i>*Paralabrax nebulifer</i>				9								
<i>*Paralichthys californicus</i>	45	9	9	19	16	5	15	23	15	7	35	
<i>*Paralichthys woolmani</i>	38				9					26	8	
<i>Pleuronichthys ritteri</i>						8		9				
<i>*Pomadasys bayanus</i>	32			4								20

Continúa...

Especie	1993					1994						
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<i>*Pomadasys panamensis</i>			6									4
<i>Prionotus ruscarius</i>	11	9		8		22	6	5	5			
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>		12	19	5		12	7		5			
<i>*Scarus perrico</i>									7			
<i>Scorpaena russula</i>			8				6					1
<i>*Sphoeroides angusticeps</i>	4											1
<i>*Sphoeroides annulatus</i>	24	32	40	24	10	36	17	34	40	26	27	53
<i>Syacium ovale</i>	42			7		9						
<i>Symphurus atramentatus</i>	4				28	4	6	31	21	27	14	
<i>Symphurus fasciolaris</i>									18			
<i>Synodus lucioceps</i>		2	63	38	25	55	9	26	24	9		12
<i>Urobatis halleri</i>	6	10	8	4	19			17	22	10	9	8
<i>Urobatis maculatus</i>	8											
<i>*Urotrygon asterias</i>			7	12	9							
<i>Xenistius californiensis</i>												2

\* Especies que se capturan de manera comercial en la costa occidental de Baja California.

Los resultados de abundancia y peso relativos muestran que las especies de mayor presencia en la zona de estudio aportan poco más del 70% de la abundancia relativa total con un peso relativo de casi 37%, lo que indica que a pesar de ser las especies más numerosas, su tamaño, expresado en el peso no es igual de importante. Las localidades ubicadas en la zona sur del estero, son las que presentan los valores de abundancia relativa más altos, aportando casi el 40% del total.

Los valores de riqueza específica más altos se registraron durante los meses cálidos y el valor mínimo promedio se registró en los meses fríos. La mayor riqueza específica se encontró en octubre con un valor de 3.96 y la menor en abril con tan sólo 0.39. (Gutiérrez-Sánchez *et al.* 1997) reporta los valores mayores de riqueza específica de febrero a julio, como consecuencia de la mezcla de especies de distinta afinidad zoogeográfica en la zona de Bahía Magdalena, además por la dinámica alta en la zona de la boca de Bahía Magdalena. En Bahía Concepción los resultados son más semejantes, en esta zona Rodríguez-Romero (1992) y Rodríguez-Romero *et al.* (1998), encontraron el valor máximo en septiembre y el mínimo en febrero. De igual forma, los valores de éste índice fueron influenciados por el tipo de sustrato, siendo más elevados en la parte sur del estero, caracterizado por el sustrato fangoso. Rodríguez-Romero *et al.* (1994) reporta en Bahía Concepción, B.C.S. los valores de riqueza específica más altos en la zona norte de la bahía, donde se tiene una mayor variedad de hábitat, concordando con lo señalado por Blaber (1985) que destaca la relación que existe entre el incremento de la riqueza específica con la variedad del hábitat y los cambios latitudinales en una laguna hipersalina de África. Ambos coinciden con el análisis de la distribución y abundancia ecológica que realiza Krebs (1978), que puntualiza que la mayor riqueza específica se presenta en áreas con mayor variedad de hábitat. Con respecto a la diversidad, se puede afirmar que las diversidades altas se encuentran en comunidades maduras, poco perturbadas; mientras que diversidades bajas son en comunidades de reciente establecimiento o con cambios en su interior (Odum 1972). En este estudio, los valores promedio más altos de diversidad se encontraron en la zona sur durante los meses cálidos, presentándose el valor más elevado en el mes de octubre, equivalente a 3.62 bits/individuo y el más bajo durante abril, con un valor de 0.39 bits/individuo. La diversidad es afectada por factores asociados a la selectividad de las artes de pesca, los sitios y formas de muestreo, así como las interrelaciones de las especies y las condiciones ambientales de la época de muestreo (Margalef 1974).

Las localidades ubicadas en la zona sur del estero mantienen un aparente equilibrio en la dinámica de sus aguas, podría suponerse que por ser la zona más protegida aparentemente no existen factores que puedan alterarla; sin embargo, son áreas someras sometidas a cambios de temperatura y salinidad por evaporación, los resultados de este estudio presentan los valores más altos de diversidad y

equitatividad en dichas localidades. La riqueza específica tiene el mismo comportamiento que la diversidad ante la abundancia de los organismos, es decir, se observa que al incremento o disminución de la abundancia, los valores de la diversidad y la riqueza específica son mayores o menores. La variación temporal de la diversidad se relaciona con los cambios de temperatura, mismos que influyeron sobre la presencia de los peces, esto coincide con el comportamiento de los valores de diversidad y abundancia obtenidos por Rodríguez-Romero (1998), en Bahía Concepción, B.C.S. donde los valores máximos ocurrieron en los meses cálidos y los mínimos en los más fríos. Asimismo, Horn y Allen (1985) y Rodríguez-Romero (1992) señalan que las comunidades de peces de bahías y estuarios influenciados por el mar, en el sur de California, se caracterizan por un marcado cambio estacional en abundancia y diversidad y por la predominancia de especies altamente productivas de niveles tróficos inferiores, además de que la salinidad, corrientes, tipo de hábitat y la temperatura parecen ser los factores principales que gobiernan los ciclos anuales del número de especies. La equitatividad presentó en general, valores espacial y temporalmente altos, indicando que la distribución de las abundancias de las especies son similares entre las localidades, lo que permite una dominancia baja sugiriendo cierta estabilidad y homogeneidad de la comunidad de peces en el área de estudio. Se presentó un comportamiento estacional similar de la diversidad en otras comunidades de peces estudiadas de B.C.S.

Por ejemplo, en la laguna Ojo de Liebre Acevedo (1997) observó que las localidades ubicadas en la cabecera de la laguna con las mayores temperaturas, presentaron los valores mayores de diversidad, en el presente trabajo, las mayores temperaturas se registraron al final del estero con los valores de diversidad más elevados y el mayor número de especies. Campos-Dávila (1998) realizó una caracterización de la ictiofauna capturada con red agallera en la zona de Loreto, B.C.S. y obtuvo una mayor diversidad en la época de verano con las temperaturas más elevadas, lo que coincide con los resultados de este trabajo. La similitud en los resultados de distintos trabajos realizados en esta región, podría deberse a como señalan Castro -Aguirre y Torres-Orozco (1992), la península de Baja California Sur, biogeográficamente se considera una zona de transición ya que coexisten elementos tanto tropicales o subtropicales y templados, por lo que las comunidades ícticas de la

zona en particular, muestran características interesantes en cuanto a composición y variación espacio-temporal. Lo mismo señalan Galván *et al.* (2000) cuando afirman que la región noroeste del país es una de las más diversas en especies marinas tropicales, templadas y de transición templado-tropical, y que la parte correspondiente a Baja California Sur es la zona de transición templado-tropical, donde existe un gradiente estacional debido a la influencia de ambas corrientes de California y la ecuatorial; por ello la composición de la ictiofauna se ve influenciada por las condiciones ambientales, especialmente por el efecto en los cambios de temperatura.

El índice de valor biológico (IVB), presentó a *E. crossotus*, *E. gracilis*, *S. annulatus*, *P. maculatofasciatus* y *E. dowii*, como las especies más importantes en el estero de Rancho Bueno. La dominancia de estas especies se debe a que estas especies tienen una elevada frecuencia y su aparición es constante en el estero. Los resultados encontrados en el alto Golfo de California en las costas de Sonora y norte de Sinaloa por Pérez-Mellado y Findley (1985) mostraron que *E. crossotus* y *Citarichthys* spp. son las especies de peces más abundantes en la fauna de acompañamiento de camarón en el alto Golfo de California, seguidos por *Diplectrum pacificum* y *Scorpaena sonorae*. Rodríguez-Romero (1992), registró en bahía Concepción a *P. maculatofasciatus*, *E. crossotus*, *U. halleri* y *Sphoeroides lispus* como las especies más importantes. Los resultados obtenidos por Gutiérrez-Sánchez (1997) y Gutiérrez-Sánchez *et al.* (2007), en Bahía Magdalena durante el muestreo realizado durante 1988-89, presenta una elevada semejanza con lo reportado en este trabajo.

En conclusión El estero de Manglar de Rancho Bueno es un área de crianza alimentación y reproducción de especies de peces de importancia ecológica y comercial (62.29 % especies comerciales), de aguas tropicales y templadas, donde los cambios estacionales fueron asociados a cambios de temperatura, tipo de sustrato y profundidad, el cual indicaron una alta riqueza y diversidad específica. El alto número de especies de peces y organismos fueron encontrados hacia el sur de la zona con más alta temperatura del agua y sustrato fangoso incluyendo sargasum (*Sargasum* spp.) y mayor concentración de manglares. Sin embargo en el norte del área se registraron pocas especies y organismos, con fondo arenosos y más baja temperatura. Con relación a la diversidad, la más alta diversidad promedio fue en meses cálidos y esto se registro en



octubre (3.6 bits/ind.) y la más baja en abril (0.4 bits/ind.). Por las reducidas tallas de la mayoría de especies registrada en esta zona, queda de manifiesto que la zona de manglar de Rancho Bueno B.C.S. es una zona de crianza, alimentación, refugio y reproducción de peces, confirmando el importante papel ecológico que desarrollan los ecosistemas de manglar en la costa occidental de Baja California Sur, México.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos ampliamente al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por el apoyo económico otorgado para la realización de este estudio. A Mario Cota y Juan José Ramírez por su ayuda en los muestreos, FGM y FJGS agradecen al Instituto Politécnico Nacional (EDI, COFAA) por las becas otorgadas durante la realización de la investigación.

## REFERENCIAS

- Acevedo-Cervantes, A. (1997). Caracterización ecológica de la comunidad íctica de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR-IPN. La Paz, B. C. S., México.
- Blaber, S. J. M. (1985). The ecology of fishes of estuaries and lagoons of the Indopacific with particular reference to Southeast Africa, Chap. 12. In: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration*. UNAM. México. pp. 247-266
- Campos-Dávila, L. (1998). Composición y abundancia de la ictiofauna capturada con red agallera en el área de Loreto, Baja California Sur. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México.
- Casas-Valdez, M., Ponce-Díaz, G. (eds.). (1996). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP, Gob. del Edo. de B.C.S., FAO, INP, UABCS, CIBNOR, CICIMAR, CRIP-La Paz y CET del Mar-La Paz. La Paz, B.C.S., México. Tomo I.
- Castro-Aguirre, J. L., Torres-Orozco, R. (1993). Consideraciones acerca del origen de la ictiofauna de Bahía Magdalena-Almejas, un sistema lagunar de la costa occidental de Baja California Sur, México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol. México*. 38: 67-73.
- De la Cruz-Agüero, J., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L. A., Rodríguez-Romero, J., Gutiérrez-Sánchez, F. J. (1994). Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur (México). *Cienc. Mar.* 20(1): 17-31.
- Galván-Magaña, F., Gutiérrez-Sánchez, F. J., Abitia-Cárdenas, L. A., Rodríguez-Romero, J. (2000). The distribution and affinities of the shore fishes of Baja California Sur lagoons. In: M. Munawar, S. G. Lawrence, I. F. Munawar y D. F. Malley (eds.), *Aquatic Ecosystems of Mexico*. *Ecovision World Monograph*

- series. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. pp. 383-398.
- Gutiérrez-Sánchez, F. J. (1997). Ecología de peces de fondos blandos del complejo lagunar Bahía Magdalena, B.C.S., México. Tesis de Maestría en Ciencias. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México.
- Gutiérrez-Sánchez, F., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L. A., Rodríguez-Romero J. (2007). Peces demersales de Bahía Magdalena. In: R. R. Funes, G. J. Gómez, R. Palomares (ed.), Estudios ecológicos en Bahía Magdalena. I.P.N., CICIMAR-IPN. pp. 241-250.
- Horn, M. H., Allen, L. G. (1985). Fish community ecology in southern California bays and estuaries. In: A. Yáñez-Arancibia (ed.), Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. UNAM. México. pp. 169-190.
- Krebs, C. J. (1978). Ecology the experimental analysis of distribution and abundance, 2ª Edition. Harper International, New York.
- Longhurst, A. R., Pauly D. (1987). Ecology of tropical oceans. London Academic Press.
- Margalef, R. (1969). Perspective in ecological theory. Chicago. University Press.
- Margalef, R. (1974). Ecología. Ed. Omega, S.A., España.
- Mendoza-Salgado, R. A., Lechuga-Devéze, C. H. (1995). Diagnóstico ambiental preliminar de Rancho Bueno, Bahía Magdalena, B. C. S. CIBNOR La Paz, B. C. S., México.
- Odum, E. P. (1972). Ecología. 3a. Edición. México. Nueva Editorial Interamericana.
- Pérez-Mellado, J., Findley L.T. (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. PUA, ICMyL, UNAM/INP. México. pp. 201-254
- Pielou, E. C. (1966). Shannon formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. Amer. Nat. 100: 463-465.
- Ramírez, R. M., Gutiérrez, U. C. (1987). Importancia relativa y variación temporal de catorce especies de peces en el área de Bahía Magdalena, B.C.S., México. In: R. M. Ramírez, (ed.), Memorias del Simposium sobre Investigación en Biología y Oceanografía Pesquera en México. La Paz, B.C.S. México. pp. 103-109
- Rodríguez-Romero, J. (1992). Composición, abundancia y diversidad de peces de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría en Ciencias, CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México.
- Rodríguez-Romero, J., Abitia-Cárdenas, L. A., Galván-Magaña, F., Chávez-Ramos, H. (1994). Composición, abundancia y riqueza específica de la ictiofauna de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Cienc. Mar. 20(3): 321-350.
- Rodríguez-Romero, J., Abitia-Cárdenas, A., Galván-Magaña, F., Gutiérrez-Sánchez, F. J., Aguilar-Palomino, B., Arvizu-Martínez, J. (1998). Ecology of fish communities from the soft bottoms of Bahía Concepción, Mexico. Arch. Fish. Mar. Res. 46(1): 61-76.
- Sanders, H. L. (1960). Benthic studies in Buzzards Bay. III. The structure of the soft-bottom community. Limnol. Oceanogr. 5: 138-153.
- Torres-Orozco, R. E., Castro-Aguirre, J. L. (1991). Distribución y abundancia del

Rodríguez-Romero *et al.*

lenguado *Etropus crossotus* en las bahías Magdalena y Almejas, Baja California Sur. México. Res. XI Congreso Nacional de Zoología.

Torres-Orozco, R. E., Castro-Aguirre, J. L. (1992). Registros nuevos de peces tropicales en el complejo lagunar de Bahía Magdalena-Bahía Almejas, Baja California Sur, México. An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool. 63(2): 281-286.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 5

Rodríguez-Romero, J., L. López-González, F. Galván-Magaña, F. J. Gutiérrez-Sánchez, J. López-Martínez, R. Inohuye-Rivera<sup>1</sup> y J. C. Pérez-Urbiola. 2012. El papel ecológico de los peces en una zona de manglar de la costa occidental de Baja California Sur, 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. 93-113.



## CAPÍTULO 6

## Biomasa y biología reproductiva de especies clave en la fauna de acompañamiento del camarón, en las costas de Sonora, durante un periodo de veda.

Alejandro Acevedo-Cervantes<sup>2</sup>, Juana López-Martínez<sup>1\*</sup> y Erasto Ruiz-Villa<sup>1,2</sup>

### RESUMEN

El noroeste de México es la región más importante en la pesca de camarón, principalmente los estados de Sonora y Sinaloa. La pesquería presenta el problema de la captura incidental de otras especies como peces, crustáceos y moluscos, llamados en conjunto fauna de acompañamiento del camarón (FAC).

**Palabras clave:**  
FAC  
Camarón  
Índice de valor biológico  
Pesca incidental  
Periodo de veda

El objetivo del presente estudio fue analizar la biología reproductiva y la distribución espacial de las cinco especies de peces de mayor importancia, según el índice de valor biológico (IVB) aplicado a 146 especies presentes en la FAC. El estudio se basó en un crucero de investigación efectuado en el litoral de Sonora y norte de Sinaloa durante la veda del camarón de 2007. Se realizaron 134 lances, donde se identificaron 146 especies pertenecientes a 58 familias. De cada estación prospectada se tomó una muestra de FAC de 20 kg. En laboratorio los organismos fueron identificados hasta especie y se realizaron muestreos biológicos que incluyeron: determinación de sexo, madurez gonádica, peso y talla. Las cinco especies con el mayor IVB fueron *Eucinostomus argenteus*, *Synodus scituliceps*, *Urobatis halleri*, *Porichthys analis* y *Diplectrum pacificum*. Estas especies aportaron la mayor parte de la captura en abundancia numérica.

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

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Guaymas. Km 4 Carretera al varadero Nacional S/N, sector las Playitas. CP. 85425. Guaymas, Sonora, México

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

Los mayores pulsos de reclutamiento se encontraron durante los meses de la temporada de veda, es decir de marzo a septiembre. Por lo tanto, el periodo de veda establecido para el camarón, no sólo permite reproducirse a la especie objetivo, sino también a las especies abundantes de la FAC.

## INTRODUCCIÓN

La pesquería industrial de camarón es una de las más importantes en el Golfo de California, debido a que es una fuente significativa de ingresos y empleos para las comunidades (López-Martínez *et al.* 2002). Las actividades pesqueras proveen múltiples beneficios como: la generación de empleos, divisas, alimentos, entre otros. Sin embargo, como otras actividades humanas, la pesca puede afectar al medio marino (Brown *et al.* 1998), ya sea directamente a las especies por destrucción del hábitat (disturbio físico) o indirectamente por remoción de competidores y depredadores (disturbio biológico). La intensidad de pesca, la época del año y el área de pesca son importantes. Diversos estudios han establecido que la magnitud del disturbio en gran parte está determinado por el tipo de arte de pesca usado (Auster y Langton 1999, Anónimo 2000, Jennings *et al.* 2001, Thrush y Dayton 2002).

La pesquería de camarón de altamar es de las que más contribuye a la generación de la captura incidental (Alverson *et al.* 1996, Aguilar-Ramírez *et al.* 2002), causa efectos considerables en el área de arrastre como: destrucción de hábitat (efectos directos) y captura incidental de otras especies (efectos indirectos) (ICES 1994, Jennings *et al.* 2001, Gordon 2002). Para 1980 la captura incidental o fauna de acompañamiento de camarón se estimaba entre 5 y 16 millones de toneladas al año, con una proporción promedio de peces/camarón 5:1 en la plataforma marina templada o subtropical (Yañez-Arancibia, 1988). Para las costas tropicales donde la pesca es mayor y más variada en número de especies de peces, la relación estimada fue de 10:1 (Grande-Vidal y Díaz-López 1981, Yañez-Arancibia 1988, Pérez-Mellado 1980, Pérez-Mellado y Findley 1985, INP 2004, Vianna y Almeida 2005, López-Martínez 2007). Al respecto, algunos países han implementado medidas que ayuden a reducir esta captura incidental, que incluyen entre otras: a) iniciativas que mejoren la selectividad de pesca, b) limitar capturas

a especies objetivo, c) incrementar el uso de excluidores de especies no deseadas y d) regulaciones anti-descartes.

En el Golfo de California la pesquería de camarón inició en Guaymas, Sonora, en el año de 1921, constituyendo actualmente una de las actividades económicas más importantes, proporcionando divisas y empleos para un gran sector de la población (López-Martínez 2000, López-Martínez *et al.* 2002, López-Martínez *et al.* 2003).

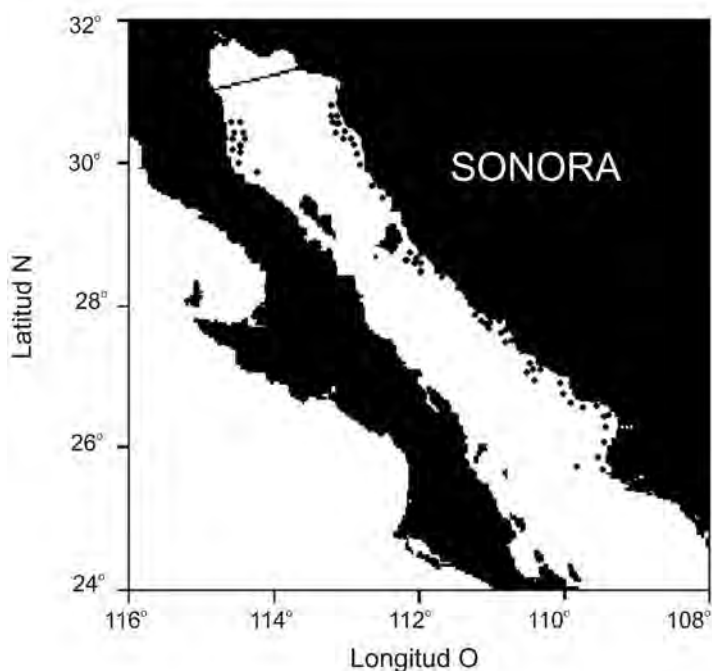
El conocimiento biológico, ecológico y pesquero de los camarones cuenta con estudios pioneros desde los finales de los años cuarenta, caso contrario de lo que ocurre con la fauna acompañante, los cuales han sido estudiados de manera aislada desde comienzos de los años setentas (Yáñez-Arancibia 1988). Se han realizado diversos estudios concernientes al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón (Pérez-Mellado 1980, Chávez y Arvizu 1972). Actualmente existen estudios donde se analizan especies clave para el sector productivo, como el estudio que muestra los efectos de las redes camaroneras en el lenguado, realizado en Sonora (Rábago-Quiroz 2005, Rábago-Quiroz *et al.* 2008, López-Martínez *et al.* 2010).

Con base en estos antecedentes, este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto del período de veda sobre la reproducción y el reclutamiento de las cinco especies más importantes según el índice de valor biológico (Loya-Salinas y Escofet 1995).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Durante julio y agosto de 2007 se llevó a cabo un crucero prospectivo. El Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) con sede en el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) Guaymas, en colaboración con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) unidad Guaymas, efectuaron anualmente una serie de cruceros de investigación dentro de una red de estaciones preestablecidas dentro del Golfo de California. El área de estudio comprendió las zonas denominadas 10 y 20 del programa de estaciones de prospección del INAPESCA. Sus límites se ubicaron al extremo norte por el paralelo 31°, por una línea imaginaria entre San Felipe, Baja California y Puerto Peñasco, Sonora (línea que marca el límite inferior de la reserva de la biosfera del alto Golfo de California y delta del río Colorado) y al sur hasta el río Fuerte, Sinaloa (fig. 1).

En cada estación se realizaron lances de 60 minutos de duración, de los cuales se registró la fecha, hora, número de estación, profundidad, posición geográfica, temperatura superficial del agua, captura total de camarón como de fauna de acompañamiento. Para la obtención de las muestras de FAC se tomaron 20 kg de la captura al azar, esto para realizar muestreos biológicos de los grupos taxonómicos presentes. Las muestras se colectaron lo más homogéneamente posible, se guardaron en bolsas para ser congeladas y analizadas posteriormente en laboratorio.



**Figura 1.** Localización de los lances realizados durante el crucero de veda de camarón de alta mar en 2007.

En el laboratorio se analizó cada uno de los organismos de las especies recolectadas de la fauna de acompañamiento, para ser identificadas utilizando claves específicas para cada grupo taxonómico, por ejemplo Jordan y Evermann (1893-1900), Norman (1934), Curran (1942), Mc Phail (1958), Zahuranec (1967), Miller y Lea (1972), INP (1976), Castro-Aguirre (1978), Thomson *et al.* (1979), Compagno (1984), Fischer *et al.* (1995), entre otros. Además se tomó información biométrica de cada especie tal como: longitud total



(desde el ápice de la boca hasta el final del pedúnculo caudal), peso, sexo y madurez sexual, (la cual consiste en la caracterización de la gónada, basado en el color, textura y espacio total que ocupa en la cavidad abdominal), de acuerdo a la escala de madurez propuesta por Nikolsky (1963) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Madurez gonádica en la escala morfo cromática propuesta por Nikolsky (1963).

Clave	Espacio en gónada	Machos	Hembras	Textura
I	Vacío	Transparente	Transparente	Flácida
II	Un cuarto	Transparente	Rosa	Flácida
III	Medio	Blanco	Naranja	Firme
IV	Lleno	Blanco	Rojo	Dura
V	Vacío	Blanco	Rojo	Flácida

Se evaluó el índice de valor biológico (IVB) de Sanders descrito por Loya-Salinas y Escofet (1990), para cada especie, con el fin de establecer los posibles valores de dominancia tanto en número como en biomasa, por medio de los ejemplares colectados. Este índice se expresa de la siguiente manera:

$$IVB_i = \sum_{i=1}^j \text{punto}_{ij} \quad (1)$$

donde: IVB es el índice de valor biológico;  $i$  corresponde a la abundancia relativa de cada especie; y  $j$  corresponde a las estaciones de recolección.

Para la elaboración de los mapas de distribución de las especies, se utilizó la base de datos de presencia de las especies y las coordenadas de cada lance; estas se graficaron con el software Surfer ver. 8. Partiendo de la base de datos original, se creó una nueva base de datos, donde se registraron las coordenadas de las capturas y el número de organismos capturados de la especie requerida, este método también se utilizó para el peso total. Los datos de las coordenadas del Golfo de California para la creación del mapa, se obtuvieron de la página electrónica de la NOAA ([www.noaa.gov](http://www.noaa.gov)).

*Estructuras de tallas y crecimiento*

Con los datos de tallas de las diversas especies analizadas se obtuvieron las estructuras de tallas, agrupando los organismos en intervalos, que oscilaron entre 5 y 20 mm, los cuales sirvieron de base para las estimaciones de crecimiento individual promedio.

Para la estimación del crecimiento individual promedio, se ajustó el modelo de von Bertalanffy (1934), el cual se expresa de la siguiente manera:

$$L(t) = L_{\infty} * (1 - \exp^{-k*(t-t_0)}) \quad (2)$$

donde:  $L_t$  es la longitud al tiempo  $t$ ;  $L_{\infty}$  es la longitud asintótica;  $k$  es el coeficiente instantáneo de crecimiento; y  $t_0$  es el tiempo hipotético al cual el organismo tiene longitud cero.

Para las estimaciones de los valores semilla de la longitud asintótica  $L_{\infty}$  se utilizó el método de Powell (1979) y Wetherall *et al.* (1987), para el valor del coeficiente instantáneo de crecimiento  $k$  se usó el método New Shepherd's Length Composition Analysis, NSLCA (Shepherd 1987, Pauly y Arreguín-Sánchez 1995). Para las estimaciones finales de los parámetros de crecimiento se utilizó el método Electronic Length Frequency Analysis, ELEFAN I (Pauly y Munro 1984). Mientras que para el tercer parámetro de la ecuación de crecimiento ( $t_0$ ), se determinó utilizando la ecuación empírica propuesta por Pauly (1980):

$$t_0 = 1 * 10^{(-0.3922 - 0.2752 * \log(L_{\infty}) - 1.038 * \log(k))} \quad (3)$$

*Mortalidad*

La mortalidad natural se evaluó mediante la siguiente relación:

$$M = 1.5 * k \quad (4)$$

donde  $k$  es el coeficiente instantáneo de crecimiento (Jensen 1997).

La segunda ecuación propuesta por Pauly (1980) se basa en el supuesto de que existe una relación directa entre el crecimiento, la temperatura y la mortalidad natural. La ecuación tiene la forma:

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 * \ln L_{\infty} + 0.6543 * \ln k + 0.463 * \ln T \quad (5)$$

donde:  $L_{\infty}$  es la longitud asintótica en cm;  $k$  el coeficiente de

crecimiento/año; y T es la temperatura media anual de la superficie del hábitat en grados centígrados.

#### *Patrón de reclutamiento*

Con la obtención de estos valores, se estimó el patrón de reclutamiento (incorporación de los reclutas en el tiempo), mediante el método electrónico ELEFAN II (Pauly 1980, 1987), el cual proyecta muestras de longitudes de frecuencias presentes en las capturas hacia atrás en el eje de tiempo, utilizando para ello los estimados de los parámetros de crecimiento proporcionados y genera patrones de reclutamiento, los cuales se pueden utilizar como información objetiva en los procesos reproductivos, tales como el número de pulsos y la fuerza relativa de cada uno de ellos (Pauly y Munro 1984).

#### *Madurez gonádica y reproducción*

Se obtuvo la madurez gonádica de las especies clave, de acuerdo a la escala morfocromática de Nikolsky (1963), la cual consiste en la caracterización de la gónada, basada en el color, textura y espacio total que ocupa en la cavidad abdominal (Tabla 1).

Se agruparon las hembras de los estadios III a V como hembras maduras y para la determinación de la talla de primera madurez, se utilizó el modelo logístico que tiene la siguiente fórmula:

$$P = 1 / (1 + \exp^{-r(x-x_{50})}) \quad (6)$$

donde r, es el coeficiente de relación; x es la talla del organismo y  $x_{50}$  es la talla de la primera madurez.

#### *Biomasa*

Las estimaciones de biomasa se realizaron a través del método de área barrida descrito en Sparre y Venema (1995):

$$A = D * r_s * X_2 \quad (7)$$

$$D = V * t \quad (8)$$

donde: D es la distancia cubierta; V la velocidad de desplazamiento de la red sobre el fondo;  $r_s$  el tamaño en m de la relinga superior; y  $X_2$  es la parte superior de la relinga que equivale al ancho del sector barrido

por la red de arrastre, la abertura de las alas  $rs \cdot X_2$ . Pauly (1980) propone un valor de  $X_2 = 0.5$  como el más adecuado y  $t$  la duración de arrastre.

Para estimar la biomasa se dividió el área de estudio en cuadrantes de 10 millas náuticas cuadradas (1852 m<sup>2</sup>), con ayuda del software Autocad versión 7.0. Una vez dividida el área se estimó la biomasa para cada uno de los cuadrantes, cuando se obtuvo más de un lance por cuadrante, se obtuvo el promedio de estos aplicándose la siguiente fórmula:

$$B = \left[ \overline{Cp/a} \right] / X_1 \quad (9)$$

donde  $Cp/a$  es el promedio de la captura en número de organismos por unidad de área; y  $X_1$  es la proporción retenida de la especie presentes en el área barrida o capturabilidad.

La estimación de la biomasa se obtuvo a partir de  $n$  lances, siendo  $Ca(i)$  la captura (en peso) por unidad de área del lance No.  $i$ , donde  $i = 1, 2, \dots, n$ . La estimación de  $B$  es entonces:

$$B = \frac{A}{X_1} * \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n Ca(i) = \frac{A}{X_1} * \overline{Ca} \quad (10)$$

donde  $A$  es el tamaño total del área de estudio (m<sup>2</sup>). La varianza es:

$$VAR(B) = \left[ \frac{a}{X_1} \right]^2 * \frac{1}{n} * \frac{1}{n-1} * \sum_{i=1}^n (Ca(i) - \overline{Ca})^2 \quad (11)$$

De esta manera, aumentando el número de lances ( $n$ ) se puede obtener una mayor precisión, es decir una varianza más pequeña.

## RESULTADOS

Durante el crucero de veda de camarón efectuado en julio del 2007 se realizaron un total de 134 lances. Se analizaron 6,553 organismos pertenecientes a 58 familias de 146 especies; de los cuales 5,668 (86.8%) fueron peces pertenecientes a 42 familias y 118 especies, 334 moluscos (5.1%) de 10 familias y 13 especies, 506 crustáceos (7.7%) de 6 familias y 15 especies y 23 organismos de 1 sola especie de equinodermos (0.4%).

La Tabla 2 muestra que todas las especies se presentaron en más del 60% de los lances, excepto *Porichthys analis*, quien solo estuvo presente en el 20%. *Eucinostomus argenteus* presentó el mayor IVB,

mientras que *Synodus scituliceps* y *Urobatis halleri* presentaron valores similares en su IVB.

*E. argenteus* presentó un rango de tallas entre 63 y 195 mm, con promedio de 135.4 mm ( $\sigma = 21.0$ ), concentrándose la mayor cantidad de organismos entre los 108-138 mm, con una primer cohorte con media de 125 mm (2 años) y una segunda cohorte con una moda de 153 mm (4 años). *S. scituliceps* presentó un rango de tallas de 80-490 mm, destacó por presentar la mayor talla promedio con 283.82 mm ( $\sigma = 60.10$ ). *U. halleri* presentó organismos en un rango de tallas de 90-400 mm, con promedio de 251.47 mm ( $\sigma = 66.0$ ); además se observaron cinco modas, la mayor a los 203 mm, la segunda a los 238 mm, una tercera a los 278 mm, la cuarta a los 358 mm, y por último una pequeña moda a los 138 mm. *P. analis* presentó un intervalo de tallas de 108-348 mm, una talla promedio de 158.57mm ( $\sigma = 37.80$ ), en la distribución de tallas se observó que la mayoría de los organismos se encuentran entre los 123-162 mm, con una moda de 138 mm.

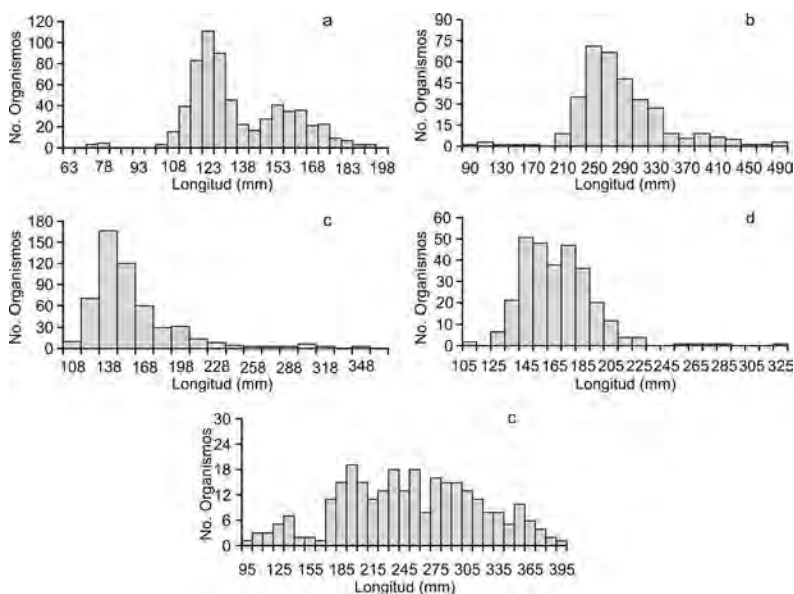
Las tallas de *D. pacificum* se presentaron en un rango de 105 a 325 mm, con un promedio de 168.04 mm ( $\sigma = 26.7$ ), una moda de 150 mm, cuando la talla máxima reportada para esta especie es 280 mm (fig. 2).

**Tabla 2.** Lista de especies con mayor índice de valor biológico de la veda de 2007.

Especie	Frecuencia relativa	Frecuencia	IVB
<i>Eucinostomus argenteus</i>	0.149	0.640	401.7
<i>Synodus scituliceps</i>	0.046	0.682	348.1
<i>Urobatis halleri</i>	0.063	0.740	341.2
<i>Porichthys analis</i>	0.041	0.196	281.2
<i>Diplectrum pacificum</i>	0.036	0.682	271.7

*E. argenteus* presentó una proporción de sexos macho:hembra de 1:2.5 respectivamente (n = 1,328). Los organismos en fase de madurez II, III y IV, (Nikolsky, 1963), representaron el 60% de la población obtenida. Para *S. scituliceps* la relación de sexos fue de 1:1 (n = 499), de los cuales el 86% presentaban un grado de madurez de II al IV. En el caso de *U. halleri* la proporción de sexos se aproximó a 1:1 (n = 566). Para *P. analis* fue de 1:2.5 (n = 540), dominando las hembras con más del 70% de las capturas, donde el 59% de los organismos obtenidos presentaban un grado de madurez de II al IV. Para *D.*

*pacificum* la proporción de sexos fue de 1:3.76 ( $n = 434$ ), con mayor dominancia de hembras, además de que el 95% de los organismos presentaban grado de madurez II-IV (fig. 3).



**Figura 2.** Distribución de tallas de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) recolectadas durante la veda 2007 en el Golfo de California.

#### Talla de primera madurez sexual

*E. argenteus* mostró su talla de primera madurez a los 139 mm mientras que su talla promedio fue de 135.5 mm. Para *S. scituliceps* la talla de primera madurez fue a los 319 mm, mientras que la talla promedio fue de 283.8 mm. *P. analis* presentó organismos maduros desde los 117 mm y la talla de primera madurez sexual fue de 179.5 mm. Asimismo para *D. pacificum* la talla de primera madurez ocurrió a los 172 mm, pero se presentaron organismos maduros desde 123 mm (fig. 4). *U. halleri* no se incluyó en este análisis, ya que para esta especie sólo se registró si ya había desovado, denominándose grávidas a quienes se les observó el producto dentro de su cuerpo y no grávidas a las vacías, esto se debe a que estos organismos son vivíparos.

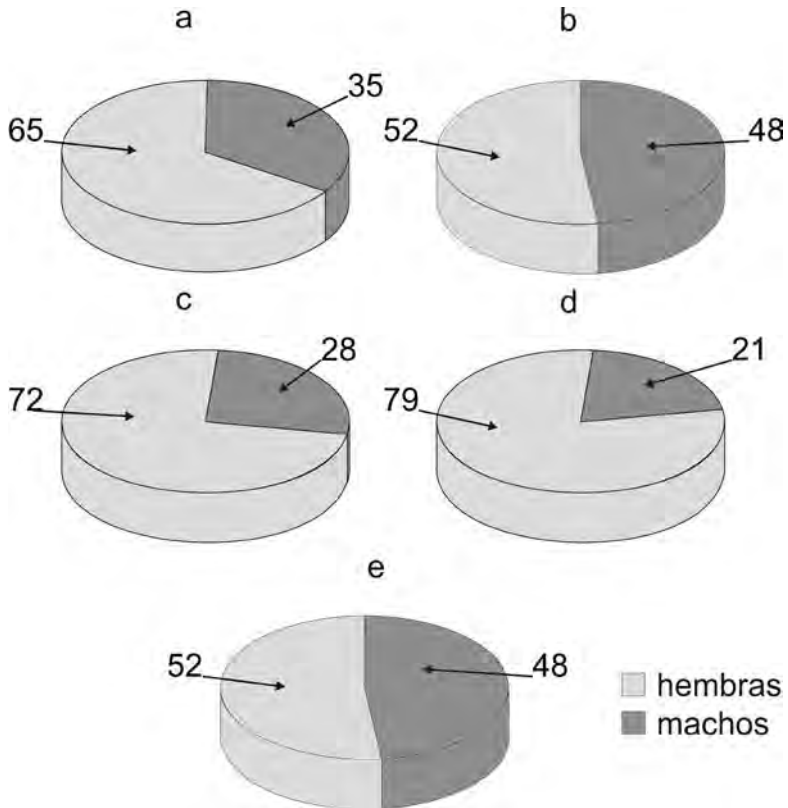
#### Estimación de crecimiento

Las curvas de crecimiento mostraron valores de crecimiento moderado para *P. analis*, *S. scituliceps*, *E. argenteus* y *D. pacificum* excepto para *U. halleri*, cuyo crecimiento fue lento, acorde con su

longevidad de 18 años (fig. 5). Los valores de los parámetros se presentan en la Tabla 3.

#### *Patrón de reclutamiento*

El patrón de reclutamiento indicó para las cinco especies, que durante los meses de marzo a agosto es cuando ocurren los mayores reclutamientos. Al parecer en mayo existe una ligera disminución en el reclutamiento todas las especies, excepto para *U. halleri* (fig. 6).

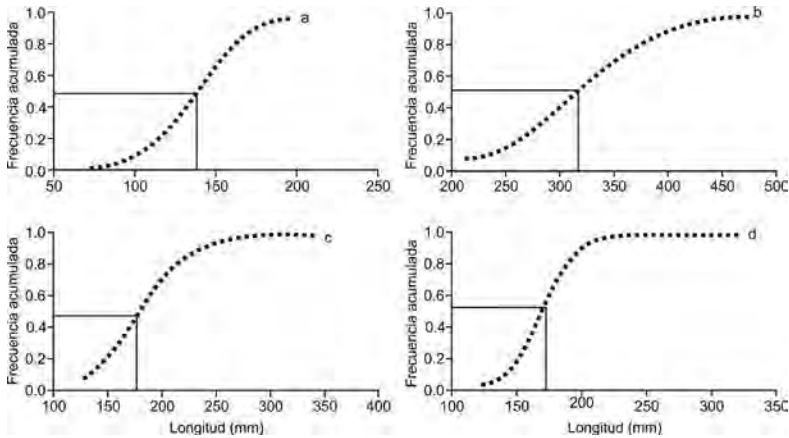


**Figura 3.** Proporción de sexos de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) durante la veda 2007 en el Golfo de California.

#### *Distribución y biomasa*

Las cinco especies analizadas se encuentran distribuidas a lo largo de la costa de Sonora y Sinaloa y la parte norte de Baja California, las especies de tallas más pequeñas como *E. argenteus* y *D. pacificum* se presentaron con mayor abundancia en las cercanías de Bahía Kino, Sonora, al igual que *P. analis* excepto que esta especie se presentó

también en las Guásimas, Sonora y obtuvo su mayor abundancia en San Felipe, B.C. De igual forma *U. halleri* y *S. scituliceps* se distribuyeron de manera importante en las cercanías de la Isla Ángel de la Guarda y Puerto Libertad y su mayor abundancia se presentó frente a Puerto Peñasco (fig. 7). La biomasa calculada se presenta en la Tabla 4.



**Figura 4.** Talla de primera madurez sexual de hembras de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *P. analis* (c) y *D. pacificum* (d) durante la veda 2007 en el Golfo de California.

**Tabla 3.** Parámetros de crecimiento, mortalidad y longevidad estimados para las especies más importantes.

Especie	K	$L_{\infty}$	$t_0$	M	Long
<i>E. argenteus</i>	0.72			0.80	4.16
<i>S. scituliceps</i>	0.49			0.90	6.2
<i>U. halleri</i>	0.17	540		0.22	18
<i>P. analis</i>	0.52	348.3	-0.27	0.93	5.7
<i>D. pacificum</i>	0.46	349.9	-0.33	0.94	6.5

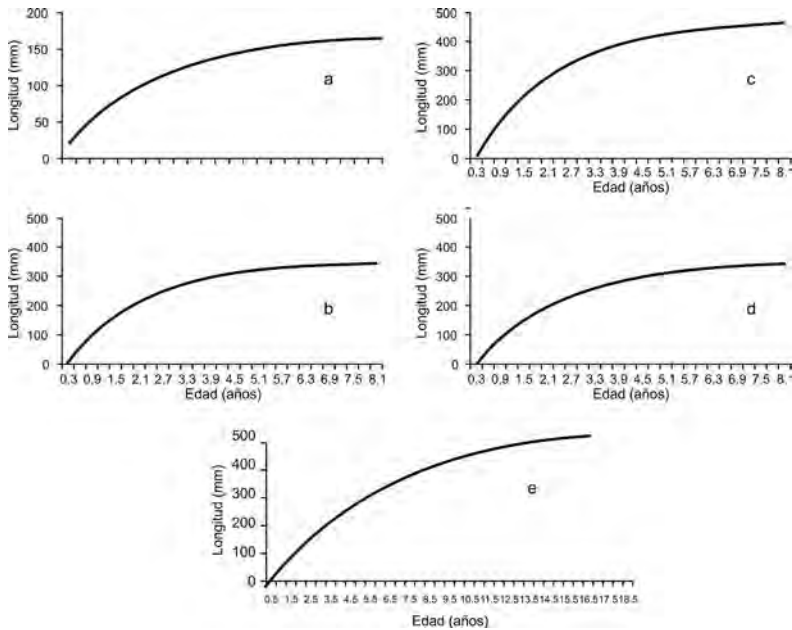
## DISCUSIÓN

La captura registrada en el presente estudio estuvo compuesta principalmente por peces, que aportaron más del 80 % de la captura con más de 146 especies.

Las especies analizadas son características de la fauna de acompañamiento en la pesca demersal en el noroeste de México (Pérez-Mellado 1980, Rodríguez-Romero *et al.* 2008, López-Martínez *et al.* 2010, Rábago-Quiroz 2011). *E. argenteus*, *S. scituliceps*, *U. halleri*, *P. analis* y *D. pacificum*, representan el 32% de la abundancia relativa



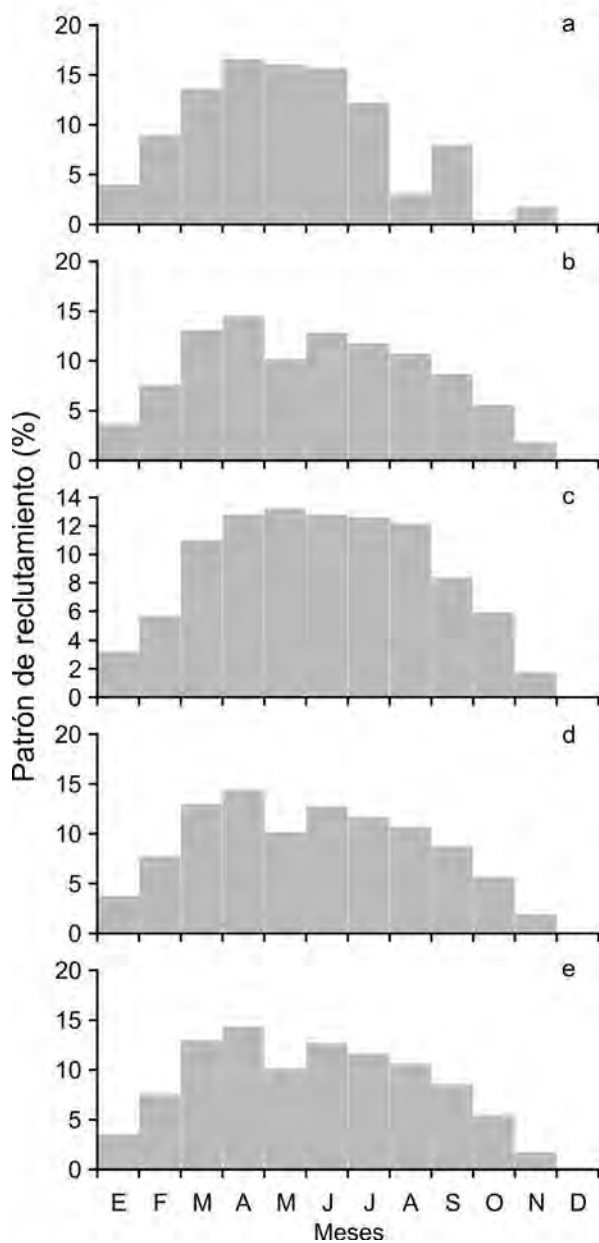
y el 36% de la biomasa. Dichas especies concuerdan con el listado de especies más recurrentemente capturadas durante diferentes temporadas de pesca (Grande-Vidal y Díaz-López 1980, Pérez-Mellado 1980, Pérez-Mellado y Findley 1985, López-Martínez *et al.* 2010).



**Figura 5.** Estimaciones de crecimiento de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) la veda 2007 dentro del Golfo de California.

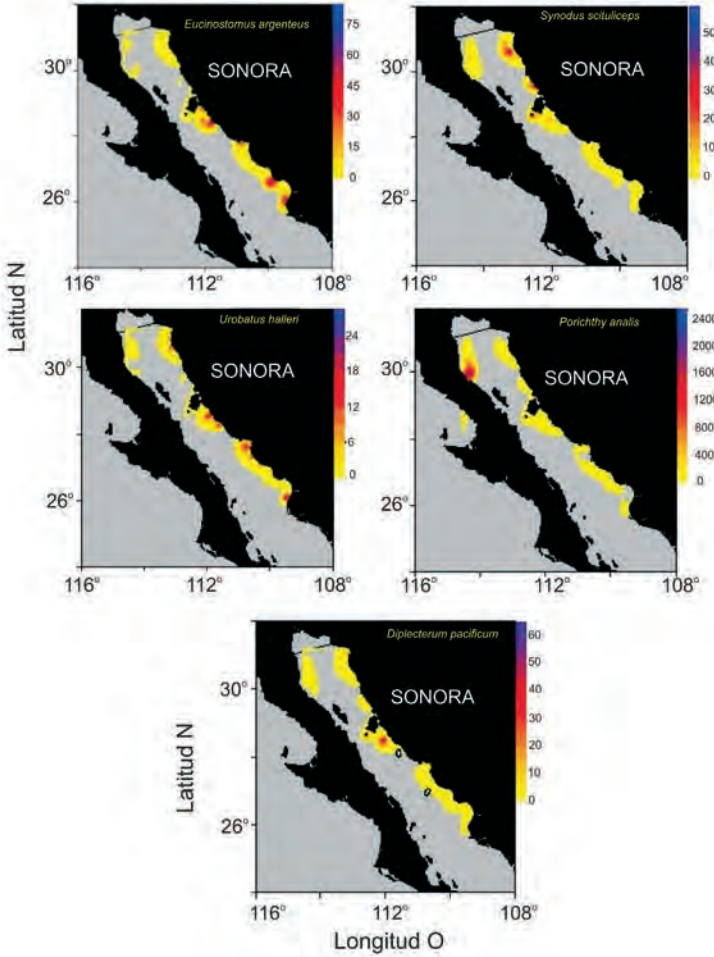
Las tallas de *E. argenteus* obtenidas en este trabajo (61 a 200 mm, promedio de 135.5 mm), son mayores a las reportadas por Pérez-Mellado (1980) y Pérez-Mellado y Findley (1985), para organismos del género *Eucinostomus* spp (127.5 mm). De igual forma a las reportadas por Fischer *et al.* (1995) y López-Martínez *et al.* (2007), quienes encontraron a *E. currani* en un intervalo de tallas de 46-132 mm; organismos de tallas más pequeñas a las obtenidas en este trabajo.

En el caso de *U. halleri* presentó un intervalo de tallas de 90-400 mm. López-Martínez *et al.* (2007) reportaron un intervalo de tallas de 30 a 400 mm, siendo menores las tallas en dicho trabajo, cabe mencionar que las muestras utilizadas por López-Martínez *et al.* (2007) provinieron de lances realizados durante la temporada de pesca del camarón.



**Figura 6.** Patrón de reclutamiento de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) en el crucero de veda del 2007 dentro del Golfo de California.

La talla de primera madurez sexual para *U. halleri* reportada por Hale y Lowe (2007) es de 286 mm para machos y 224 mm para hembras.



**Figura 7.** Distribución espacial de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) durante la veda de 2007 en el Golfo de California.

Al realizar un comparativo con las tallas promedio obtenidas en este trabajo, podemos decir que el 100% de las hembras y el 40% de los machos capturados estaban maduros; si se comparan los resultados de las frecuencias de tallas obtenidos durante el presente estudio y los obtenidos por López-Martínez *et al.* (2007), se puede decir que durante la temporada de pesca se capturaron organismos pequeños, los cuáles se habían reclutado durante la temporada de veda.

Para *S. citiliceps* sólo el 20% de los organismos capturados estaban maduros. En *P. analis* el 59% de los organismos analizados presentó un grado de madurez de III al IV, este hecho asociado con el patrón de reclutamiento de la especie, permite decir que la especie se

encontraba en su periodo reproductivo. Así mismo, considerando la talla de primera madurez estimada y las tallas capturadas, se puede decir que se capturaron principalmente organismos de tallas pequeñas (71.56%), representados por organismos juveniles.

Por su parte en *D. pacificum* el 95% de los organismos mostraron algún grado de madurez, con una talla de primera madurez de 173 mm (1.8 años), esta talla es coincidente con la reportada por Bortone (1977), considerando este valor y las tallas obtenidas en el presente trabajo, se puede afirmar que alrededor del 70% de los organismos capturados estaban inmaduros.

**Tabla 4.** Valores estimados de biomasa para las especies más importantes según el IVB.

<b>Especie</b>	<b>Biomasa</b>
<i>Eucinostomus argenteus</i>	914.04 ± 63.76
<i>Synodus scituliceps</i>	1996.48 ±149.66
<i>Urobatis halleri</i>	3909.09 ±307.1
<i>Porichthys analis</i>	563.31 ±46.48
<i>Diplectrum pacificum</i>	653.57 ±37.54

En cuanto a la composición general de las tallas de primera madurez sexual realizada a las cinco especies, se puede afirmar que se encontraron más del 50% y hasta el 70% de organismos inmaduros. Estas mismas proporciones son reportadas por Rábago-Quiroz (2005) y Rábago-Quiroz *et al.* (2008), quienes reportan que en 6 especies de lenguados más frecuentes y abundantes en los muestreos de la FAC, los organismos analizados de estas especies fueron inmaduros y son capturados antes de su primera madurez sexual. Sin embargo, los mismos autores mencionan que aún cuando se capturan organismos en tallas inferiores a la talla de primera madurez sexual y considerando la abundancia total estimada de las diversas especies (abundancias estimadas de las capturas incidentales de la flota camaronera en una temporada de pesca), son muy bajas para que pudiera existir un posible efecto a nivel poblacional.

*E. argenteus* mostró un patrón de reclutamiento similar al reportado para *E. gracilis* por López-Martínez *et al.* (2007), con diferencias en los pulsos de reclutamiento máximo durante junio a septiembre. Los organismos obtenidos durante este muestreo

presentaron tallas mayores, aunque ambos estudios coinciden en los meses de mayor reclutamiento, de marzo a agosto; similar a *E. gula* de la costa de Yucatán, la cual presenta un periodo de reproducción de abril a agosto, con un pulso más importante en abril (Mexicano-Cíntora 1995).

El patrón de reclutamiento de *S. scituliceps* obtenido en este trabajo mostró un periodo de reclutamiento de marzo a septiembre, similar al obtenido por López-Martínez (2007). Los análisis de porcentaje de hembras maduras igualmente son coincidentes con el hecho de que la especie se encontraba en su periodo de reproducción cuando se llevaron a cabo los muestreos. *U. halleri* presenta el pulso de reclutamiento en marzo a septiembre, lo que indica que coincide con la temporada de veda.

El periodo reproductivo de *D. pacificum* se presentó igualmente de marzo a agosto, obtenido por el patrón de reclutamiento y coincidente con la madurez sexual observada en veda. Esta especie es endémica del Golfo de California, con sus mayores abundancias frente a Bahía Kino a profundidades mayores a las 14 brazas. Estos valores coinciden con lo reportado por Fischer *et al.* (2005) y López Martínez (2007).

Las cinco especies analizadas en el presente trabajo, se encontraban reproduciéndose durante el periodo de veda del 2007. Este hecho pudiera ser explicado porque todas están sometidas al mismo ambiente y las variables ambientales imperantes en el ecosistema, específicamente la temperatura, sería la misma para todas. La temperatura como factor determinante del inicio del periodo reproductivo en las especies marinas ha sido previamente sugerida y se plantea que esta variable es el factor determinante para el inicio del periodo reproductivo (Pitcher y Hart 2007). Si esto es así, muchas de las especies en el mismo ecosistema están reproduciéndose sincrónicamente, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio.

*E. argenteus* se distribuye ampliamente dentro del Golfo de California, coincidiendo con lo reportado por López-Martínez *et al.* (2007) y Fishbase. *S. scituliceps* se distribuyó en toda la costa de Sonora y la parte norte de Baja California, considerándose una especie de amplia distribución dentro del Golfo de California, dato coincidente con Pérez-España *et al.* (2005). Castro-Aguirre (1978) mencionó que *S. scituliceps* no tiene un patrón definido de

distribución, encontrándose la menor biomasa en el estrato somero, en fondos arenosos y la mayor biomasa en estratos más profundos, en fondos predominantemente fangosos (limo-arcilla). *U. halleri* estuvo distribuida en todo el Golfo de California, obteniéndose la mayor abundancia de organismos entre las 8 y 19 brazas, coincidente con lo planteado por Hale y Lowe (2007) y Hale *et al.* (2006). Vaudo y Lowe (2006) reportaron para esta especie una mayor actividad migratoria con el incremento de temperatura, sugiriendo así mismo un patrón migratorio diferencial entre machos y hembras que puede estar asociado con la actividad reproductiva y la temperatura. *P. analis* es una especie de amplia distribución dentro del Golfo de California (López-Martínez 2007), con sus mayores abundancias en las Guásimas y en San Felipe, B. C. Esta especie es muy abundante y se encuentra ampliamente distribuida en zonas profundas del talud continental de Sonora y Sinaloa (Acevedo-Cervantes *et al.* 2009).

El presente estudio mostró que la temporada que pretende la protección de la reproducción del camarón, también provee un efecto similar a las cinco especies importantes identificadas en este estudio. Se demuestra que los pulsos reproductivos de las especies están ubicados entre los meses de marzo a agosto. Si bien un alto porcentaje de la captura incidental son de tallas pequeñas, se asegura la reproducción de dichas especies.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de la Tesis de Maestría de ERV. La información con la que se realizó provino de los proyectos SAGARPA-CONACY 2003-02-C01-089 y del Proyecto EP1.12 del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Se agradece al CIBNOR Unidad Guaymas, en especial al Laboratorio Especializado de Pesquerías, particularmente a Eloisa Herrera Valdivia por todas las facilidades brindadas para la realización de este trabajo. Al INAPESCA (CRIP Guaymas) por las facilidades en la obtención de las muestras.

## REFERENCIAS

- Acevedo-Cervantes, A., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez-Romero, J. (2009). Análisis de la abundancia, dominancia y diversidad de la comunidad de peces demersales de profundidad de 90 a 540 metros en el Golfo de California, México. *Interciencia*. 34(9): 660-665.

- Aguilar-Ramírez, D., Seefoó-Ramos, A., Balmori-Ramírez, A., Acal-Sánchez, D., López-Lugo, L. (2002). Reducción del impacto de la pesquería de Camarón tropical con redes de arrastre sobre los recursos marinos bióticos, a través de la adopción y uso de tecnologías limpias. In: Resúmenes del Foro de Investigación de camarón del Pacífico. Evaluación y manejo. Mazatlán, Sinaloa.
- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Murawski, S. A., Pope, J. G. (1996). A Global assessment of fisheries bycatch and discards, FAO Fish. Biol. Tech. Pap. 339. FAO, Rome.
- Anónimo. (2000). Environmental impacts of fishing. In: Chapter 24: Fishing and Aquaculture. The Dobbris Assessment. European Environment Agency.
- Auster, P. J., Langton, R. W. (1999). The effects of fishing on fish habitat. In: L. Benaka, (ed.), Fish habitat: essential fish habitat (EFH) and rehabilitation Am.Fish. Soc. Rep. 22: 150:187.
- Bortone, S. A. (1977). Gonad morphology of the hermaphroditic fish *Diplectrum pacificum* (Serranidae). Copeia. 1977(3): 448-453.
- Brown, S. K., Auster, J. P., Lauck, L., Coyne, M. (1998). Ecological effects of fishing. National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA's State of the Coast Report. Silver Spring, MD: NOAA.
- Castro-Aguirre, J. L. (1978). Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dep. pesca, Inst. Nal. Pes., Ser. Cient., 19: 298.
- Chavez, H., Arvizu-Martínez, J. (1972). Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California, 1968-1969. III. Fauna de acompañamiento de camarón (peces finos y basura). En: Carranza J, (Ed) Mem. VI Congr. Nal. Oceanogr. México. pp. 361-378.
- Compagno, L. J. (1984). Species Catalogue. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part. 2. Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop. 4 (125): 251-655.
- Curran, H. W. (1942). A systematic revision of the gerreid fishes referred to the genus *Eucinostomus*, with a discussion of their distribution and speciation. Ph.D. Thesis University of Michigan, USA.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., Niem, V. H. (1995). Guía FAO para la identificación de las especies para los fines de la pesca. Pacifico centro oriental. Vol I plantas e invertebrados. Vol. II parte 1. Vertebrados. Vol III parte 2 vertebrados. Roma, FAO.
- García-Camilo, B., Duarte, L. O., Schiller, D. V. (1998). Demersal fish assemblages of the Gulf of Salamanca, Colombia (southern Caribbean Sea). Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, INVEMAR, Santa Marta. Colombia. Vol. 174. pp. 13-25.
- Grande-Vidal, J. M., Díaz-López, M. L. (1981). Situación actual y perspectivas de la utilización de la fauna de acompañamiento del camarón en México. Cienc. Pesq. 1(2): 43-55.
- Gordon, J. D. (2002). Deep Water Demersal Fisheries. Fisheries Report. The integration of fisheries management and marine wildlife conservation an ecosystem-based approach to the common fisheries policy. Joint Nature Conservation Commite.



- Hale, L. F., Dudgeon, J. V., Mason, A. Z., Lowe, C. G. (2006). Elemental signatures in the vertebral cartilage of the round stingray, *Urobatis halleri*, from Seal Beach, California. *Environ. Biol. Fish.* 77: 317-325.
- Hale, L. F., Lowe, C. G. (2007). Age and growth of the round stingray *Urobatis halleri* at Seal Beach, California. Department of Biological Sciences. California State University Long Beach.
- ICES. (1994). Report of the Working Group on Ecosystem Effects of Fishing Activities. ICES CM 1994/ Assess/Env 1.
- INP. (1976). Catálogo de peces marinos mexicanos. México, D. F.
- INP. (2004). Inicio de la temporada de veda 2004 para la pesquería de camarón del Océano Pacífico Mexicano. Opiniones Técnicas.
- Jennings, S., Kaiser, M., Reynolds, J. D. (2001). *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science Ltd. Eds. USA.
- Jordan, D. S., Evermann, B. W. (1896-1900). The fishes of North and Middle America. *Bull. Natl. Mus.* (47): 1-3313.
- Kelleher, K. (2005). Discards in the world's marine fisheries an update. Rome, FAO Fish. Tech. Pap.
- López-Martínez, J. (2000). Dinámica de la pesquería del camarón café (*Penaeus californiensis*) en el litoral Sonorense y su relación con algunos Parámetros oceano-atmosféricos. Tesis de Doctorado. IPN. CICIMAR.
- López-Martínez, J., Morales-Bojórquez, E., Paredes-Mallón, F., Lluch-Belda, D., Cervantes-Valle, C. (2000). La pesquería de camarón en altamar en Sonora. In: D. B. Lluch-Belda, J. Elorduy Garay, S. Lluch-Cota, G. Ponce-Díaz (eds.), *Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano*. CIBNOR-CONACYT.
- López-Martínez, J., Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Vázquez, S., García-Juárez, A. R., Herrera-Valdivia, E. (2002). Dinámica poblacional del camarón Café *Farfantepenaeus californiensis* (HOLMES, 1900) en el Golfo de California. Variabilidad interanual. In: M. E. Hendrickx (ed.), *Contributions to the study of east Pacific crustaceans*. Vol. 1 UNAM. pp. 347.
- López-Martínez, J., Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Vázquez, S., García-Juárez, A. R., Valenzuela-Quirñonez, W. (2003). Interannual variation of growth of brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* and relation of this variation to temperature. *Fish. Res.* 61: 95-115.
- López-Martínez, J., Hernández-Vázquez, S., Rábago- Quiroz, C. H., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R. (2007). Efectos ecológicos de la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California. Estado del arte del desarrollo Tecnológico de las Artes de Pesca, In: CEDRSSA (ed.), *La situación del sector pesquero en México*. CEDRSSA y Cámara de diputados LX Legislatura, México, D.F. pp. 14-47.
- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Rodríguez-Romero, J., Hernández-Vázquez, S. (2010). Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 58(3): 925-942.
- Loya-Salinas, D. H., Escofet, A. (1990). Aportaciones al cálculo del Índice de Valor Biológico (Sanders, 1960). *Cienc. Mar.* 16(2): 97-115.
- McPhail, J. D. (1958). Key to the croakers (Sciaenidae) of the eastern Pacific. *Univ. Brit. Col. Inst. Fish. Mus. Contrib.* 2: 1-20.



- Mexicano-Cítora, G. (1995). Ciclo reproductor de algunas especies de la pesquería de chinchorro de Celestún, Yucatán, México. *Cienc. Pesq.* (11): 32-39.
- Miller, D. J., Lea, R.N. (1972). Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Dep. Fish and Game. *Fish. Bull.* 154: 249.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The Ecology of Fishes*. Academic Press Inc. London. P. 352.
- Norman, J. R. (1934). A systematic monograph of the Flatfishes (Heterostomata). Vol. I Psettodidae, Bothidae, Trustes. *Brith. Mus. (Nat. Hist.) London*.
- Pauly, D., Morgan, G. R. (1987). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings.
- Pauly, D., Arreguín-Sánchez, F. (1995). Improving Sheperd's length composition análisis (SLCA) method for growth parameter estimation. *NAGA ICLARM Quarterly*. 31-33.
- Pauly, D., Munro, J. L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*. 2: 121.
- Pérez-España, H., Saucedo-Lozano, M., Raymaundo-Huizar, A. R. (2005). Trophic ecology of demersal fishes from the Pacific shelf off central Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 77(1): 19-31.
- Perez-Mellado, J. (1980). Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Escuela de ciencias marítimas y alimentarias del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Guaymas, Son.
- Pérez-Mellado, J., Findley, 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.
- Pitcher, T. J., Hart, P. J. (2007). *Fisheries ecology*. University of British Columbia, Canada. Kluwer Academic Publishers.
- Powell, D. G. (1979). Estimation of mortality and growth parameters from length-frequency in the catch. *Rapp. P. V. Reun. CIEM*. 175: 167-169.
- Rábago-Quiroz, C. H. (2005). Evaluación de la afectación de las redes camaroneras en la dinámica poblacional del lenguado del litoral sonorense. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa.
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Nevárez-Martínez, M.O., Rodríguez-Romero, J. (2008). Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica* 18: 177-188.
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Valdez-Holguín, J. E., Nevárez-Martínez, M. O. (2011). Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 59(1): 255-267.
- Shepherd, J.G. (1987). A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p.113-119. En: Pauly, D., G.R. Morgan (eds.), *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13, pp. 468.

## BIOMASA Y BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE FAC

- Sparre, P., Venema, S. C. (1995). Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. Documento de pesca. FAO 306/1. Valparaíso, Chile. Pp. 420.
- Thrush, S. F., Dayton, P. K. (2002). Disturbance to marine benthic habitats by trawling and dredging: Implications for Marine Biodiversity. *An. Rev. Ecol. Syst.* 33: 449-473.
- Thomson, D. A., Findley, L. T., Kerstitch, A. (1979). Reef fishes of the Sea of Cortez. John Wiley and Sons, New York.
- Vaudo, J. J., Lowe, C. G. (2006). Movement patterns of the round stingray *Urobatis halleri* (Cooper) near a thermal outfall. *J. Fish Biol.* 68(6): 1756-1766.
- Vianna, M., Almeida, T. (2005). Bony fish bycatch in the Southern Brazil Pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. Brazilian archives of biology and technology. 611-617.
- von Bertalanfy, L. 1968. Generalsystem theory: Foundations, Development, Applications, New York: George Braziller, revised edition 1976.
- Wetherall, J. A., Polovina, J. J., Ralston, S. (1987). Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. *ICLARM. Conf. Proc.* (13): 53-74.
- Yañez-Arancibia, A., Sánchez-Gil, P. (1985). Ecología de los recursos demersales marinos. AGT editores, México, D. F.
- Yañez-Arancibia, A. (1988). Ecología de la zona costera. AGT editores, México, D.F.
- Zahuarance, J. B. (1967). The gerreid fishes of *Eucinostomus* in the eastern Pacific. Master Sc. Thesis. Scripps, Institution of Oceanography. Univ. Cal., San Diego.

---

### CITA DE CAPÍTULO 6

**(aquí se invirtió el orden de los autores... cambiar igual el la tabla de contenido)**

E- Ruiz-Villa, J. López-Martínez y Acevedo-Cervantes, A. 2012. Biomasa y biología reproductiva de especies clave en la fauna de acompañamiento del camarón, en las costas de Sonora, durante un periodo de veda. 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. 115-136.

## CAPÍTULO 7

## Estimación de abundancia de los lenguados capturados incidentalmente por embarcaciones camaroneras y su posible competencia con la flota ribereña en el Golfo de California.

Carlos Hiram Rábago-Quiroz<sup>1,2</sup>, Juana López-Martínez<sup>1\*</sup>, y Manuel O. Nevarez-Martínez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Con la estimación de abundancias de los lenguados capturados incidentalmente por embarcaciones camaroneras y la evaluación de la posible competencia por el mismo recurso con la flota ribereña en el Golfo de California, este trabajo pretende contribuir al conocimiento en la evaluación del impacto real causado por la pesca del camarón a estas especies poco estudiadas.

Se contó con información de muestreos de la fauna de acompañamiento del camarón durante dos temporadas de pesca (2002 y 2003), incluyendo dos cruceros en época de veda (2002 y 2003), así como información de avisos de arribo de la flota ribereña de Sonora (2003), y muestreos biológicos en campos pesqueros de Sonora dentro del mismo periodo. De acuerdo al método de área barrida se encontró una variación en la abundancia dependiente del área muestreada, con valores desde los 368 organismo/ha hasta los 3,803 organismos/ha. Cinco de las 14 especies de lenguados capturados incidentalmente fueron encontrados en los muestreos de la flota ribereña. Dos de estas representaron el 95% de la captura

**Palabras clave:**  
Lenguados  
Captura incidental  
Abundancia  
Área barrida  
Golfo de California

<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). Luis Donaldo Colosio s/n. CP. 83000. Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur, La Cantera. CP. 85430. Guaymas, Sonora, México.

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

total de la pesca ribereña (*Paralichthys woolmanii* y *P.californicus*).

El número de lenguados por especie que es capturado por barco camaronero y por temporada, mostraron que únicamente el 1% de la abundancia total de *P. woolmani* se capturó como parte de la captura incidental.

## INTRODUCCIÓN

Diversos autores sostienen que una de las más significantes cuestiones en el manejo de pesquerías marinas es la mortalidad de especies capturadas incidentalmente (Pope *et al.* 2000, Davis 2002), debido fundamentalmente a la baja selectividad de las artes de pesca. Una de las pesquerías que mayormente contribuye a esta problemática, es la del camarón con redes de arrastre. Según la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) esta actividad genera 1.86 millones de toneladas de captura incidental, particularmente en zonas tropicales, representando el 27.3% del total de la captura incidental de todas las pesquerías comerciales del mundo (Kelleher 2005). Esto tiene consecuencias aún desconocidas al ecosistema y un claro desperdicio de especies que pudieran ser aprovechadas como fuente de alimento (Bojórquez 1998, Rábago-Quiroz *et al.* 2008).

Las redes de arrastre utilizadas por las flotas camaroneras no son selectivas únicamente para las especies objetivo, sino que al mismo tiempo capturan otros organismos marinos, siendo la mayoría de ellos peces bentónicos o epibentónicos, los cuales componen la fauna de acompañamiento del camarón (Pérez-Mellado y Finley 1985).

Desde los inicios de la pesquería en el Golfo de California, esta fauna de acompañamiento ha despertado el interés científico de diferentes grupos (Pérez-Mellado y Finley 1985). En un principio este interés se enfocaba a la cuantificación e identificación de especies y a determinar la relación camarón/captura incidental, así como al conocimiento y aprovechamiento de las especies, principalmente las que tenían un valor comercial (Nava-Romo 1995), como es el caso de algunas especies de lenguado, las cuales son en ocasiones abundantes y muy apreciadas comercialmente por su alto valor (Balart 1996, Rábago-Quiroz *et al.* 2008). A pesar de este interés, a la fecha son escasos los trabajos que se tienen sobre el impacto causado por la pesquería en las comunidades y en la dinámica de las especies

capturadas incidentalmente por las redes camaroneras.

Este tipo de conocimiento es necesario para la evaluación del impacto real causado por la pesca a estas especies (Pope *et al.* 2000, Rueda y Defeo 2001, Davis 2002, Stobutzki *et al.* 2003). La carencia de estimados de abundancia, hace que el impacto preciso provocado por los arrastres camaroneros permanezca incierto. Aunado a esto, uno de los supuestos existentes es que la captura incidental de las especies de escama por los barcos camaroneros en el Golfo de California afecta los rendimientos en las capturas de la flota ribereña (Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata 2006). Tal es el caso del recurso lenguado, el cual es capturado incidentalmente por las embarcaciones camaroneras como fauna de acompañamiento, al igual que es capturado comercialmente por la flota ribereña del litoral Sonorense (Anónimo 2005 y 2006). Sin embargo, hasta el momento no se ha realizado una evaluación para confirmar o rechazar dicho supuesto.

Basado en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo la estimación de la abundancia de los lenguados capturados incidentalmente por embarcaciones camaroneras, así como la posible competencia por el mismo recurso con la flota ribereña en el Golfo de California.

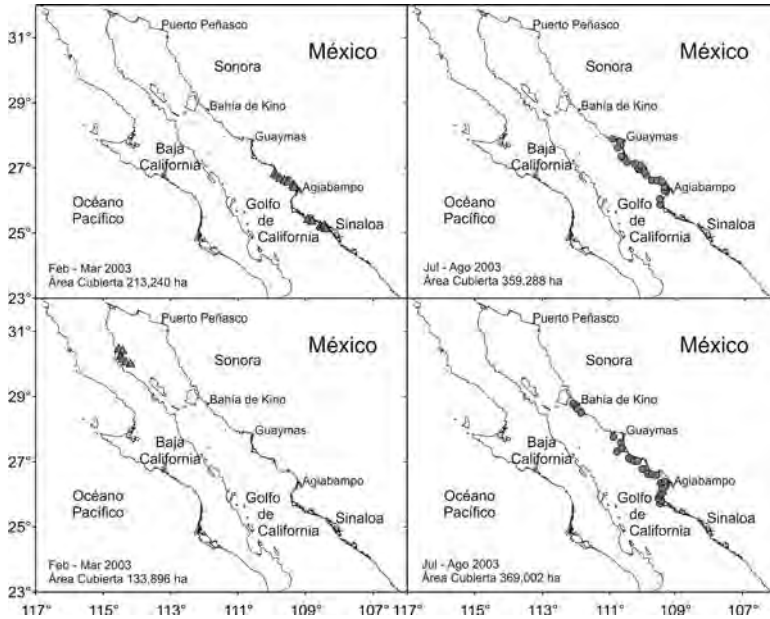
## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Para el desarrollo de esta investigación se contó con 3 tipos información; a) muestreos de la fauna de acompañamiento del camarón durante dos prospecciones en la flota camaronera de Sonora (temporadas de pesca 2002 y 2003) y en dos cruceros en época de veda del camarón (2002 y 2003).

b) avisos de arribo (especies, capturas, áreas y estacionalidad de captura) de la pesca de escama con embarcaciones menores en el litoral de Sonora (temporada 2003); c) muestreos biológicos de las especies de escama realizados en campos pesqueros de Sonora. De estos 3 tipos de información, solo se utilizó lo concerniente a las especies de lenguado que fueron las especies objetivo de este estudio.

### *Método directo de estimación de abundancias*

Con los datos de muestreos de la fauna de acompañamiento (de la



**Figura 1.** Áreas cubiertas durante las cuatro prospecciones realizadas en el Golfo de California durante el 2002 y 2003.

flota camaronera y en los cruceros en época de veda), se realizaron las estimaciones de abundancia para cada especie de lenguado, siguiendo el método de área barrida descrito por Sparre y Venema (1995). Este método parte del supuesto de que la pesca es al azar con respecto a las especies de interés y que todos los organismos en el paso por la red son capturados. El área barrida es igual a la longitud del sector barrido de la red, por el ancho de ésta y se estimó por la ecuación:

$$a = D * (rs) * (X2) , \text{ donde: } D = (V) * (t) \quad (1)$$

Donde: D es la distancia recorrida; V es la velocidad de desplazamiento de la red sobre el fondo; rs es la longitud de la relinga superior; t es el tiempo de duración del arrastre y X2 es la parte de la relinga superior que equivale al ancho del sector barrido por la red de arrastre, la "abertura de las alas"  $rs * X2$ .

La mayoría de estos datos como son la velocidad de desplazamiento, la longitud de la relinga superior y el tiempo de duración se tomaron a bordo de las embarcaciones cuando fueron realizados los muestreos.

El tamaño total del área fue calculado a través la medición de cuadrantes de 1° de longitud y latitud realizados en un mapa, de acuerdo al área cubierta por cada una de las embarcaciones.

Tratando de obtener una mayor precisión en el estimado de las abundancias para cada especie de lenguado, se realizó una estratificación del área para mejorar así la eficiencia de la estimación. Se estableció como límite de confianza el 95%.

#### *Método indirecto de estimación de abundancias*

De acuerdo a la proporción de especies de lenguados que compusieron las capturas obtenidas a través de los muestreos biológicos en diferentes campos pesqueros de Sonora, se encontró que dos especies eran las que aportaron la mayor parte de la captura y una de ellas resultó la más abundante en los muestreos de la fauna de acompañamiento del camarón, por lo que adicional al método de área barrida, se obtuvo la abundancia a través de un análisis secuencial para esta especie de lenguado.

Se recabó la estructura de tallas de esta especie de tres formas: 1) de los muestreos de la fauna de acompañamiento del camarón; 2) de muestreos de la captura de embarcaciones menores, y 3) de la combinación de ambas capturas.

Las estimaciones de los parámetros de crecimiento y en conjunto con las capturas obtenidas de los avisos de arribo para la temporada 2003 para esta especie, fueron utilizados para estimar mediante un análisis de cohortes basado en tallas abundancias, magnitud de reclutamiento, tasa de explotación y mortalidad por pesca (Pope 1972, Jones 1984).

Debido a que las capturas de lenguado son declaradas en unidades de peso (kg) y con la finalidad de poder extrapolar la estructura de tallas obtenida de las muestras a las capturas para llevar a cabo las estimaciones de mortalidad por pesca, abundancia y magnitud de reclutamiento, surgió la necesidad de estimar un factor de ampliación. Para ello, fue necesario contar con la relación biométrica longitud total *vs* peso, misma que fue obtenida mediante regresión no lineal, usando como criterio de ajuste el coeficiente de determinación. La relación estimada fue:

$$W = aLT^b \quad (2)$$

Donde: W es el peso del organismo en gr, LT es la longitud total

en cm, a y b son los parámetros de la relación longitud-peso.

Con esta relación biométrica se calculó el peso promedio para cada marca de clase en la estructura de tallas de las muestras, la cual fue multiplicada por su frecuencia respectiva, la sumatoria de la cual fue el peso de la muestra anual.

De la relación entre las capturas totales del mes en kg obtenidas de las oficinas de pesca, así como el peso total de las muestras en gr, se obtuvo el factor de ampliación mediante la siguiente ecuación:

$$FA = \frac{\sum Wc}{\sum Wm} \quad (3)$$

Donde: FA es el factor de ampliación, Wc es el peso de la captura total del mes y Wm es el peso de la muestra.

A su vez el factor de ampliación se multiplicó por la frecuencia de cada intervalo de tallas, mediante la siguiente ecuación:

$$C_{mi} = FA * f_{mi} \quad (4)$$

Donde:  $C_{mi}$  es la Captura (número de organismos) del intervalo de tallas i, FA es el factor de ampliación,  $f_{mi}$  es la frecuencia del intervalo de talla i en las muestras, i es el intervalo de tallas.

Con la sumatoria de los meses en cada intervalo de talla, se obtuvo la estructura de tallas anual en las capturas, misma que fue utilizada posteriormente para la estimación de abundancias, magnitud de reclutamiento, tasa de explotación y mortalidad por pesca de las dos temporadas, mediante un análisis de cohortes.

Los estimados de mortalidad por pesca mensual promedio (F), magnitud de reclutamiento (R) y abundancias por tallas (N) para la especie *P. woolmani*, fueron realizados mediante un análisis de cohortes basado en tallas de Jones (1984), en base anual e incorporando mortalidad natural para cada año, suponiendo una mortalidad natural (M) constante para todas las edades y dentro de cada año y un crecimiento constante. Este método supone un sistema de parámetros constantes y se basa en estructuras de tallas agrupadas en forma anual, da seguimiento a una cohorte en un año hacia atrás y supone además que la estructura de tallas encontradas pertenece a una misma cohorte (propuesto por Pope (1972) y revisado por Jones (1984)). La ecuación del análisis de cohortes se



describe a continuación:

$$N(L1) = [N(L1) * H(L1, L2) + C(L1, L2)] * H(L1, L2) \quad (5)$$

Donde: N (L1) es el número de peces que alcanzan la longitud L1, N (L2) es el número de peces que alcanzan la longitud L2 y C (L1, L2) son el número de peces que son capturados entre las longitudes L1 y L2

## RESULTADOS

Se analizaron 1,185 lenguados durante este estudio, provenientes tanto de la fauna de acompañamiento como de las capturas en la flota ribereña. Éstos pertenecen a cinco familias: Achiridae, Bothidae, Cynoglossidae, Pleuronectidae y Paralichthyidae; esta última familia presentó la mayor cantidad de especies (Tabla 1).

**Tabla 1.** Especies de lenguados identificados en la fauna de acompañamiento del camarón y en la pesca ribereña, en el Golfo de California en 2002 y 2003.

Familia	Especie	FAC	P. Ribereña
Achiridae	<i>Achirus mazatlanus</i>		
Bothidae	<i>Bothus constellatus</i>		
Cynoglossidae	<i>Symphurus chabanaudi</i>		
	<i>Symphurus fasciolaris</i>		
Pleuronectidae	<i>Pleuronichthys verticalis</i>		
	<i>Hypsopsetta guttulata</i>		
	<i>Citharichthys gilberti</i>		
Paralichthyidae	<i>Citharichthys fragilis</i>		
	<i>Citharichthys xanthostigma</i>		
	<i>Etropus crossotus</i>		
	<i>Etropus peruvianus</i>		
	<i>Hyppoglossina stomata</i>		
	<i>Paralichthys californicus</i>		
	<i>Paralichthys woolmani</i>		
	<i>Syacium ovale</i>		

De acuerdo al método directo de estimación de abundancias (método de área barrida), se encontró que la variación en la abundancia de las

diferentes especies de lenguados en la fauna de acompañamiento del camarón fue dependiente del área muestreada (fig. 1). Se obtuvo una mayor abundancia de lenguados para julio-agosto del 2003, mientras que los valores más bajos se obtuvieron durante los muestreos realizados en febrero-marzo del 2003. En la Tabla 2 se puede observar la abundancia para las diferentes especies de lenguados capturados durante todos los muestreos realizados en este trabajo en la fauna de acompañamiento del camarón.

En el análisis de capturas de la pesca de escama ribereña en Sonora durante el 2003 (avisos de arribo) se pudo observar que el recurso lenguado se ubicó en el sexto sitio con un 4%, en términos de su participación porcentual respecto al total de la captura durante esta temporada. Se observó un patrón de explotación a lo largo del año, siendo más importantes las capturas durante los meses de marzo-abril y una segunda de menor intensidad en noviembre-diciembre. Los principales lugares donde se registraron las capturas de lenguado fueron Bahía Kino, Puerto Peñasco, Puerto Libertad y Hermosillo (29%, 26%, 17% y 9% respectivamente). De acuerdo a esta información, se realizaron muestreos en el principal lugar de registro de capturas de lenguados.

Las especies identificadas durante estos muestreos fueron *P. californicus*, *P. woolmani*, *P. verticalis*, *H. guttulata* y *A. mazatlanus* (Tabla 1). *Paralichthys woolmani* y *P. californicus* representaron el 95% de las capturas, siendo las de mayor tamaño y consecuentemente las de mayor valor comercial. Las demás especies son consideradas captura incidental en la pesca de las especies mayores y presentan tallas que no sobrepasan los 20 cm de longitud total y por lo tanto tienen nulo o muy poco valor comercial. Respecto a la frecuencia de tallas, la especie *P. woolmani* fue la que representó el mayor porcentaje, aproximadamente el 70% de la captura; alcanzando hasta los 90 cm de longitud total aunque organismos de este tamaño fueron escasos, siendo las tallas más frecuentes entre los 25 y 50 cm de longitud total (fig. 2).

Con la finalidad de poder extrapolar la estructura de tallas obtenida de las muestras a las capturas, se utilizó la relación biométrica longitud total *vs* peso de la especie *P. woolmani* (fig. 3). Los parámetros estimados para la ecuación ajustada fueron:

$$W = 0.0086LT^{3.0459} \quad (6)$$

**Tabla 2.** Abundancia (en número de organismos/área) por especie en la fauna de acompañamiento del camarón durante las cuatro prospecciones en el Golfo de California, los intervalos de confianza están entre paréntesis

Especie	Jul-Ago 2002	Feb-Mar 2003	Feb-Mar 2003	Jul-Ago 2003
<i>A. mazatlanus</i>		2,961,201 (2736283 - 3186119)	985,981 (919061 - 1052901)	13,731,919 (6729695 - 20734143)
<i>B. constellatus</i>		1,420,427		327,188 (274717 - 379660)
<i>C. fragilis</i>		822,902 (770102 - 875702)	1,384,958 (1285625 - 1484292)	4,595,062 (3055016 - 6135108)
<i>C. gilberti</i>	3,430,580 (2789203 - 4071957)	2,228,364 (2158073 - 2298655)	70,190 (68681 - 71698)	
<i>C. xanthostigma</i>			52,203 (47773 - 56632)	
<i>E. crossotus</i>	5,745,234 (4401902 - 6888567)	1,619,685 (1543182 - 1696188)		10,973,338 (8899902 - 13046775)
<i>E. peruvianus</i>	1,879,427 (1756373 - 2002480)			
<i>H. stomata</i>			37,998 (33332 - 42665)	
<i>P. californicus</i>	2,819,140 (2634560 - 3003720)			
<i>P. woolmani</i>		4,555,021 (4350928 - 4759113)	829,605 (783355 - 876854)	3,702,023 (2696570 - 4707477)
<i>P. verticalis</i>			9,906 (8689 - 11122)	
<i>S. ovale</i>		781,105 (725667 - 836543)	155,454 (144589 - 166334)	3,477,690 (2240363 - 4713017)
<i>S. chabanaudi</i>		1,659,683 (1502156 - 1817210)	131,154 (125815 - 136492)	1,229,260 (1136692 - 1327828)
<i>S. fasciolaris</i>			23,437 (20799 - 26075)	
<b>Total</b>	<b>13,874,381</b>	<b>16,048,388</b>	<b>3,680,886</b>	<b>38,036,480</b>

\*Los números debajo de los valores de abundancia representan el límite inferior y límite superior.

El coeficiente de determinación fue  $R^2=0.98$  y el valor de la pendiente "b" muestra un crecimiento de tipo isométrico.

Los datos de captura del recurso lenguado, obtenidos de los avisos durante la temporada de pesca 2003 se presentan en la figura 4, extrapolando el porcentaje que representó *P. woolmani* en el total de la captura, aproximadamente 70 %, de acuerdo a los muestreos realizados en campos pesqueros. Esto bajo el supuesto de que este

ABUNDANCIA DE LENGUADOS

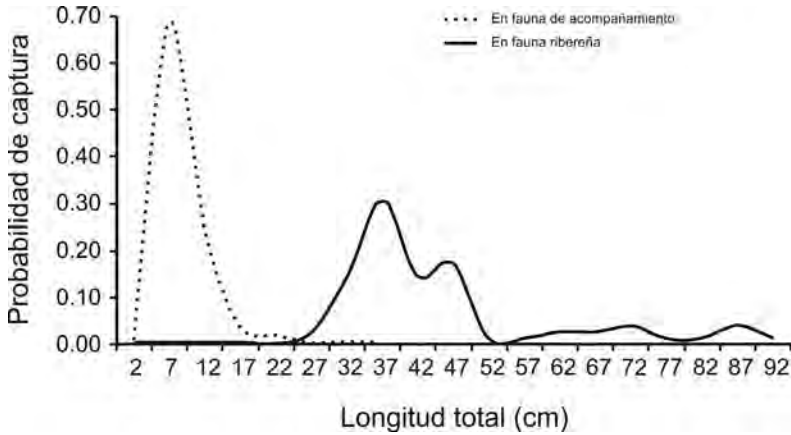


Figura 2. Distribución de tallas de *P. woolmani* obtenida en la captura incidental y en las capturas de la pesca ribereña.

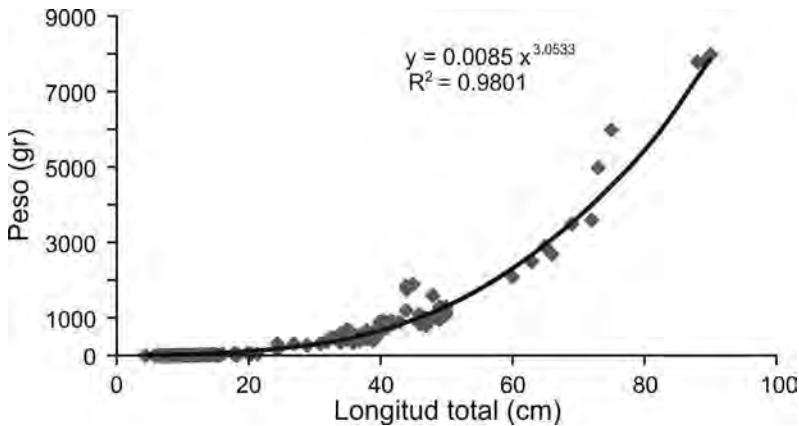


Figura 3. Relación longitud total vs peso de *P. woolmani* obtenida de la captura incidental y de las capturas en la pesca ribereña.

porcentaje, que representan las especies capturadas, se mantuvo constante durante todo el año.

Los valores de la relación longitud total vs peso se utilizaron para obtener el peso de la muestra y en conjunto con los datos de las capturas se obtuvo el factor de ampliación (Tabla 3), para expandir la estructura de tallas obtenida de los muestreos en los campos pesqueros, a la captura total anual (Tabla 4).

La mortalidad por pesca específica a tallas (F) y el patrón de explotación (E) efectuada por las embarcaciones menores fueron estimados para el lenguado *P. woolmani*, los resultados mostraron que se capturaron organismos en el intervalo de 25 a 90 cm de  $L_T$ , las tallas que fueron mayormente objeto de pesca durante la temporada 2003 se concentraron entre los 30 a 50 cm de, con valores de F de

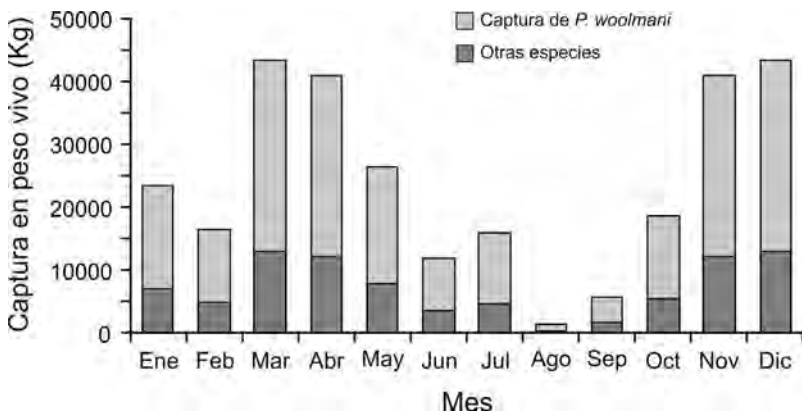
**Tabla 3.** Factor de expansión de las capturas de *P. woolmani* durante el 2003.

Especie	Captura anual total (Kg)	Peso de la muestra (Kg)	Factor de expansión (Kg)
<i>P. woolmani</i>	202,593	43.202	4,689

**Tabla 4.** Estructura de tallas con el factor de expansión a la captura total de *P. woolmani* durante el 2003.

Longitud Total (cm)	Número de organismos en la muestra	Peso promedio (gr)	Número de organismos *FE
25 - 29.9	2	209.7	9,379
30 - 34.9	11	349.6	51,584
35 - 39.9	23	541.5	107,857
40 - 44.9	11	793.9	51,584
45 - 49.9	13	1,115.5	60,963
50 - 54.9	1	1,514.6	4,689
55 - 59.9	1	2,000.1	4,689
60 - 64.9	2	2,580.5	9,379
65 - 69.9	2	3,264.7	9,379
70 - 74.9	3	4,061.3	14,068
75 - 79.9	1	4,979.2	4,689
80 - 84.9	1	6,027.3	4,689
85 - 89.9	3	7,214.2	14,068
90 - 94.9	1	8,549.1	4,689

Número de organismos \*FC= número de organismos por el factor de expansión

**Figura 4.** Captura mensual de lenguados (todas las especies) y de *P. woolmani* por la flota artesanal operando a lo largo de la costa de Sonora durante el 2003.

ABUNDANCIA DE LENGUADOS

0.000181 a 0.000272. La mortalidad por pesca promedio resultante fue de 0.00016. La abundancia media estimada (análisis de cohortes) fue de 2,274,285,692 organismos y la magnitud del reclutamiento fue de 305,314,421 organismos (Tabla 5).

**Tabla 5.** Captura (t), abundancia promedio (Nt), mortalidad por pesca (F), tasa de explotación (E) para cada intervalo de talla de *P. woolmani* durante el 2003.

Longitud total (cm)	Captura t (num. de org.)	Abundancia Nt (num. de org.)	Mortalidad por pesca F (1/año)	Tasa de explotación E (1/año)
25 - 29.9	9,379	305,314,421	0.000031	0.000054
30 - 34.9	51,584	285,572,306	0.000181	0.000317
35 - 39.9	107,857	265,473,029	0.000406	0.000712
40 - 44.9	51,584	244,991,106	0.000211	0.000369
45 - 49.9	60,963	224,084,113	0.000272	0.000477
50 - 54.9	4,689	202,692,320	0.000023	0.000041
55 - 59.9	4,689	180,737,192	0.000026	0.000046
60 - 64.9	9,379	158,097,826	0.000059	0.000104
65 - 69.9	9,379	134,620,414	0.000070	0.000122
70 - 74.9	14,068	110,071,355	0.000128	0.000224
75 - 79.9	4,689	84,064,117	0.000056	0.000098
80 - 84.9	4,689	55,813,133	0.000084	0.000147
85 - 89.9	14,068	22,746,132	0.000618	0.001084
90 - 94.9	4,689	8,227	0.570000	0.500000

\*Num. de org.= número de organismos

## DISCUSIÓN

Cuando se estiman biomásas por el método de área barrida, es necesario cubrir el área total de distribución de los individuos para determinar la magnitud de la extracción de la biomasa total debida a la pesca incidental (Pope *et al.* 2000, Rueda y Defeo 2001). Debido a la forma de operación de la flota camaronera altamente concentrada en áreas conocidas como “caladeros” donde se concentra el camarón, la estimación obtenida en este trabajo se limita a las áreas de concentración de camarón (Rábago-Quiroz *et al.* 2008). Por otra parte, debido al patrón migratorio con fines reproductivos de las diversas especies de lenguados (Balart 1996), existen cambios en el tiempo que pueden hacer que se capture una mayor o menor cantidad de organismos dependiendo de su disponibilidad en el

área de pesca de camarón. Tratando de subsanar estos problemas, se efectuó la estimación de abundancia por análisis de cohortes en la especie de lenguado más recurrente en las capturas de FAC.

De acuerdo a los resultados de estimados de biomasa de los lenguados capturados incidentalmente van desde los 368 organismos/ha (Feb-Mar 2003), hasta los 3,803 organismos/ha (Jul-Ago 2003), por lo que la densidad fue dependiente del área cubierta durante los muestreos. Al comparar los resultados de este estudio con el realizado por Rodríguez-Ibarra (2002), donde muestra valores de densidades de lenguados desde los 884 hasta los 2,202 organismos/ha obtenidos durante 4 campañas realizadas en la plataforma continental de Jalisco y Colima durante 1995 y 1996, es evidente una disminución de la densidad conforme al aumento en la profundidad.

Para otra parte se determinó la posible competencia entre flotas camaronera y ribereña por el lenguado en el Golfo de California, estimando el número de lenguados de cada especie que es capturado por barco camaronero por temporada como FAC, basado en los datos de captura y esfuerzo de la temporada 2003 (Tabla 6). Durante la temporada 2003, el número de viajes efectuado por la flota en Sonora fue de 2,230 y se calculó el número de lenguados de las especies más abundantes que fueron capturados durante la temporada, partiendo de un número promedio capturado por viaje obtenido con los valores de las prospecciones realizadas en la temporada 2003 (Tabla 6).

**Tabla 6.** Estimados del número de lenguados que capturados por barco camaronero y por toda la flota de camaronera de Sonora por temporada como FAC durante 2003.

Especie	Captura org./barco por Temporada	Captura org./toda la flota (2,230 viajes en la temporada)
<i>Paralichthys woolmani</i>	27, 864	20, 712, 410
<i>Citharichthys fragilis</i>	19, 318	14, 359, 713
<i>Achirus maza tlanus</i>	43, 407	32, 265, 870
<i>Etropus crossotus</i>	16, 592	12, 333, 387
<i>Citharichthys gilberti</i>	5, 624	4, 180, 135
<i>Symphurus chabanaudi</i>	13, 482	10, 021, 620
<i>Syacium ovale</i>	7, 448	5, 536, 347

La estimación parte de estos supuestos: 1) una cantidad similar de ejemplares de lenguados capturados por cada barco; 2) la distribución del lenguado es similar en todo el litoral.

Aun considerado estos supuestos y tomando los resultados con su debida precaución, comparando estas cifras con la abundancia estimada con el método de área barrida, se puede observar que estas son altas comparadas con respecto a las de abundancias obtenidas por el método de área barrida. Sin embargo, las abundancias estimadas por área barrida fueron calculadas solo para una parte del área donde opera la flota camaronera, siendo necesario realizar un estimado de la abundancia en el área total donde opera la flota camaronera y donde se distribuye el recurso, con fines de hacer comparaciones. Por otra parte, no se consideraron las variaciones en la disponibilidad del lenguado debido a migraciones y se supuso una distribución uniforme.

Tratando de subsanar este problema, se efectuó la estimación de abundancia por análisis de cohortes en aquella especie de lenguado más recurrente en las capturas de FAC (*P. woolmani*) que es además objeto de pesca por la flota escamera y ribereña.

De acuerdo a estos cálculos y a los estimados de abundancia obtenidos por el análisis secuencial, se capturó en la FAC únicamente el 1% de la abundancia total de la especie. Aun considerando que los organismos capturados en la FAC fueron de tallas pequeñas correspondientes a los reclutas, la abundancia específica por talla fue de 305 millones de individuos, contra los 21 millones estimados que fueron capturados en la FAC, lo que corresponde a un 6% del total de la abundancia. Será necesario en un futuro estimar el límite de tolerancia de la especie a la pesca, tal como lo propuso Pope *et al.* (2000) para cuantificar los efectos reales de la pesca a la población.

Por otra parte, uno de los supuestos existentes es que la captura incidental de diversas especies de escama por los barcos camaroneros afecta rendimientos en las capturas de la flota ribereña. De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se muestra que de las especies de lenguados comerciales que son capturadas por la flota ribereña, cinco de estas fueron encontradas entre las especies que son capturadas incidentalmente por los barcos camaroneros como parte de la FAC (Tabla 1), siendo principalmente tallas chicas (entre 2 y 20 cm de longitud total) las que capturan los barcos camaroneros. Sin embargo, aun cuando una de estas especies (*P. woolmani*) fue la que



presentó la mayor abundancia en el total de los muestreos de la FAC, esta no fue frecuente en aparición en los muestreos y representó un porcentaje bajo, comparada con otras especies de peces en cuanto al porcentaje total que representa en la FAC. La otra especie (*P. californicus*) se presentó solo en un muestreo y fue poco abundante.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parte de la tesis del M. en C. Carlos H. Rábago Quiroz. Los autores tuvieron apoyo para este estudio del proyecto SAGARPA-CONACYT-2003-C01-089 y del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Proyecto EP1.0. Se agradece al Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR Guaymas, en particular a Eloísa Herrera Valdivia. Se agradece también la cooperación y soporte de la flota camaronera de Sonora, especialmente a los dueños y patrones de las embarcaciones camaroneras “María Eugenia”, “Verónica” y “Delly IV”. A los revisores que aportaron mucho para el mejoramiento de la redacción de este trabajo: Luis Rafael Martínez Córdoba y Patricia Mora Flores.

## REFERENCIAS

- Anónimo. (2005). Anuario Estadístico de Pesca 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México D.F.
- Anónimo. (2006). Anuario Estadístico de Pesca 2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México D.F.
- Balart, E. F. (1996). Pesquería de lenguados. In: M. Casa-Valdez, G. Ponce-Díaz, (eds.), Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. pp. 273-285.
- Bojórquez, L. F. (1998). Bycatch utilization in Mexico. In Report and Proceedings on the FAO/DFID Expert Consultation on Bycatch Utilization in Tropical Fisheries, Beijing, September 1998. Rome, FAO: pp. 21-28.
- Davis, M. W. (2002). Key principles for understanding fish bycatch discard mortality. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1834-1843.
- Jones, R. (1984). Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish. Tech. Pap. 256. Rome.
- Kelleher, K. (2005). Discarding in the world's fisheries: an update. FAO Fish Tech Paper 470.
- Nava-Romo, J. M. (1995). Impactos a corto, mediano y largo plazo, en la biodiversidad y otras características ecológicas en la comunidad bentónico-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas.
- Pérez-Mellado, J., Findley, L. T. (1985). Evaluación de la ictiofauna acompañante

## ABUNDANCIA DE LENGUADOS

- del camarón 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. Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. INP. pp. 149-200.
- Pope, J. G., MacDonald, D. S., Reynolds, J. D., Jennings, S. (2000). Gauging the impact of fishing mortality on non-target species. ICES. J. Mar. Sci. 57: 689-696.
- Pope, J. G. (1972). An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. ICNAF. Res. Bull. 9: 1-10.
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Nevárez-Martínez, M. O., Rodríguez-Romero, J. (2008). Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. Hidrobiológica. 18(2): 193-202.
- Rodríguez-Valencia, J. A., Cisneros-Mata, M. A. (2006). Captura incidental de las flotas pesqueras ribereñas del Pacífico Mexicano. Reporte técnico del Programa Golfo de California de WWF-México a la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte.
- Rueda, M., Defeo, O. (2001). Survey abundance indices in a tropical estuarine lagoon and their management implications: a spatially-explicit approach. ICES J. Mar. Sci. 58: 1219-1231.
- Rodríguez-Ibarra, L. E. (2002). Composición específica y estructura espacio-temporal de la taxocenosis de lenguados (Pleuronectiformes: Osteichthyes) en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, Tesis de Maestría. Universidad de Colima.
- Sparre, P., Venema, S. C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fish. Tech. Pap. 306.1 Rev. 2. Rome, FAO.
- Stobutzki, I., Jones, P., Miller, M. (2003). A comparison of fish bycatch communities between areas open and closed to prawn trawling in an Australian tropical fishery. ICES J. Mar. Sci. 60: 951-966.

---

### CITA DE CAPÍTULO 7

Rábago-Quiroz, C. H., J. López-Martínez y M. O. Nevarez-Martínez. 2012. Estimación de abundancia de los lenguados capturados incidentalmente por embarcaciones camaroneras y su posible competencia con la flota ribereña en el Golfo de California. 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. 137-152.

## CAPÍTULO 8

## Crecimiento y mortalidad natural de *Pseudupeneus grandisquamis* (Gill, 1863) y *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) en el Golfo de California.

Rufino Morales-Azpeitia<sup>1,2\*</sup>, Juana López-Martínez<sup>1</sup>,  
Manuel O. Nevárez-Martínez<sup>3</sup>, Jesús Trinidad Ponce-Palafox<sup>2</sup>

### RESUMEN

En México ha sido poco estudiada la fauna de acompañamiento de camarón (FAC), por lo que se analizó el crecimiento y la mortalidad natural de dos especies importantes de la FAC, *Pseudupeneus grandisquamis* y *Urobatis halleri* durante la temporada de pesca de camarón (septiembre 2004 a abril 2005) en el Golfo de California.

### Palabras clave:

Crecimiento  
Mortalidad  
*Urobatis halleri*  
*Pseudupeneus grandisquamis*  
FAC

De un total de 2123 ejemplares de *P. grandisquamis* y 1122 de *U. halleri*, se determinaron los parámetros poblacionales; estructura de tallas, talla de primera madurez, longitud infinita ( $L_{\infty}$ ), tasa de crecimiento ( $k$ ), tasa inicial ( $t_0$ ) y mortalidad natural ( $M$ ). Los parámetros  $L_{\infty}$ ,  $k$  y  $t_0$  fueron estimados con el modelo de von Bertalanffy y  $M$  con la ecuación de Pauly. La especie *P. grandisquamis*, mostró tallas de 2 a 21 cm de longitud total (LT), con talla media de 13 cm y moda de 10 cm de LT. Los parámetros de crecimiento fueron;  $L_{\infty}$  21.3 cm;  $t_0/\text{año}$  -0.19 y  $K/\text{año}$  0.9 que indica crecimiento moderado, longevidad de hasta cuatro años de edad y la  $M$  fue 1.73/año. La manta *U. halleri* mostró tallas de 9 a 45 cm de LT, la talla media de 24.8 cm y moda en 16 cm de LT. Los parámetros de crecimiento fueron;  $L_{\infty}$  47.2 cm;  $t_0/\text{año}$  -0.54;  $K/\text{año}$  0.27 que sugiere crecimiento lento, pero puede vivir 10

<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>Universidad Autónoma de Nayarit. Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Pesca. Bahía de Matanchén km 12, Carretera a los Cocos. CP. 63740 San Blas, Nayarit, México.

<sup>3</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur. CP.85430. Guaymas, Sonora, México.

\* Autor de correspondencia: E-mail: mmorales04@cibnor.mx

años de edad. La M fue 0.59/año. Ambas especies presentaron un crecimiento isométrico.

## INTRODUCCIÓN

La pesca de camarón en México ocupa el primer lugar, debido a; la alta cotización de este producto en el mercado internacional, a los volúmenes anuales de producción (60 mil toneladas) y generación de 37 mil empleos (SAGARPA 2007). Sin embargo, durante esta actividad se extraen más de 250 especies de animales y vegetales, así como material inerte (piedras, detritus) que no son objetivo de la pesca y que se denominan en conjunto como captura incidental. El término conocido como “los descartes” se refiere a toda aquella parte de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) que es regresada al mar.

Según la Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) para 1997 el consumo humano directo a nivel mundial fue de 50 millones de t/año, de las cuales entre 18 y 39 millones de t/año fueron captura incidental o descartes, desperdiándose 27 millones de t de pescado (Alverson 1997). Recientemente esta cifra se redujo a 7 millones de t/año de peces de la FAC que fueron descartados (FAO 2008). En este sentido, la pesca de camarón generó el mayor volumen de descartes con el 27% del total a nivel mundial (Eayrs 2007).

Los estudios de FAC en México se han concentrado principalmente en el análisis y descripción de la relación fauna camarón, distribución y abundancia; (Chávez y Arvizu 1972, Chapa 1976, Rosales-Juárez 1976, Pérez-Mellado 1980, Pérez-Mellado *et al.* 1982, Yáñez-Arancibia 1985, Grande-Vidal y Díaz-López 1981, Nava-Romo 1995, Alverson *et al.* 1996, Alverson 1997, Villaseñor-Talavera 1997, López-Martínez *et al.* 2000, García-Caudillo *et al.* 2000, Balmori-Ramírez *et al.* 2003). La FAC está constituida por más de 250 especies de las cuales el 70% corresponde al grupo de peces, siendo 10 especies las más abundantes (López-Martínez *et al.* 2000).

El pez chivo (*P. grandisquamis*) y la manta redonda (*U. halleri*) son dos de las especies más abundantes en la FAC (Tapia-García 1998), en términos ecológicos son especies dominantes en el ecosistema marino demersal, hecho que las convierte en especies importantes. Sin embargo, son escasos los estudios biológicos de estas especies;

(Babel 1967, Morales-Nin 1994, Valadez-González *et al.* 2001, Aguirre *et al.* 2007, Lucano-Ramírez *et al.* 2006, Ramos-Santiago *et al.* 2006, Hale y Love 2008); por lo que en este estudio se analizó el crecimiento y la mortalidad natural de *P. grandisquamis* y *U. halleri* contribuyendo así con el conocimiento biológico de ambas especies.

*Urobatis halleri* o manta redonda es un elasmobranquio que se distribuye en los fondos arenosos y lodosos de las costas del Pacífico central, es depredador del zoobentos, invertebrados bentónicos y peces. La talla máxima documentada es de 57 cm, longevidad de 14 años y baja resiliencia. La relación talla-peso presenta un tipo crecimiento isométrico (Babel 1967, Valadez-González *et al.* 2001, Hale y Love 2008).

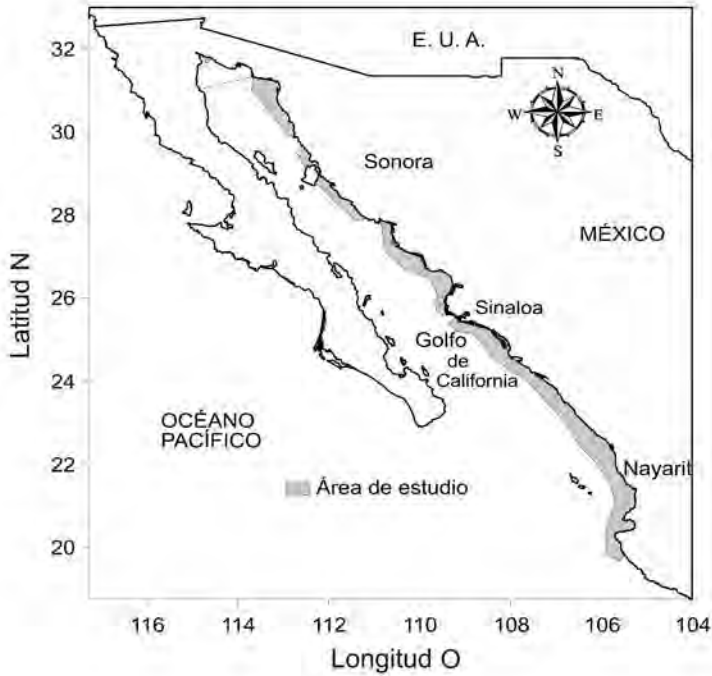
El pez escamudo o chivo *P. grandisquamis* pertenece a la familia Mullidae, es marino demersal y su distribución se extiende a través de las costas del Pacífico central, donde habita los fondos de arena y lodo. Se tienen reportadas como talla máxima y de primera madurez 30 cm y 13.8 cm respectivamente, con una población que se duplica en 15 meses y es una especie de alta resiliencia (Ramos-Santiago *et al.* 2006, Morales-Nin 1994). El tipo de crecimiento es alométrico según Lucano-Ramírez *et al.* (2006), e isométrico de acuerdo a Aguirre *et al.* (2007).

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Golfo de California (GC) frente al litoral de los estados de Sonora Sinaloa y Nayarit entre los 32°Lat. N y 22°Lat N (fig. 1), esta región, es una gran cuenca oceánica con características oceanográficas que son producto de la fisiografía submarina y de las islas que están presentes en esta región, a su vez se divide en cuatro grandes zonas: el Alto Golfo de California, la región norte la parte sur y zona de la boca. La marea en el GC es producida básicamente por cooscilación con la marea del océano Pacífico (Marinone y Lavín 1997).

### *Fuentes de información*

La información se obtuvo de un programa de 10 observadores a bordo, a bordo de 13 embarcaciones camaroneras de Sonora se



**Figura 1.** Área de estudio y sitios de colecta durante la temporada de pesca de camarón 2004/05 en el Golfo de California.

realizaron 28 viajes y colectaron 200 muestras de 20 kg de FAC. Las muestras fueron colectadas con redes de arrastre camaronera de 110 pies de longitud (relinga superior) promedio. Se realizaron biometrías (longitud, peso determinación de sexo) a cada uno de los organismos. Los estadios de madurez de determinaron con las escalas de Nikolsky (1963) y Barreiro (1986). Para el análisis de la relación talla y peso  $P_t = aL_t^b$ . La cual fue utilizada en su expresión transformada logarítmicamente obteniendo el siguiente modelo lineal:

$$P = \ln a + b \ln L_t \quad (1)$$

Donde:  $P_t$  es el peso;  $\ln$  es el logaritmo natural;  $a$  es la ordenada al origen;  $b$  es la pendiente de la línea de regresión y  $L_t$  es la longitud en cm.

Por lo tanto, las constantes  $a$  y  $b$  fueron obtenidas mediante un análisis de regresión lineal simple. El valor de  $b$  es también conocido como el coeficiente de alometría, lo que indica que cuando

el valor de  $b$  es aproximadamente a 3 el crecimiento del organismo es isométrico, indicando que tiene una proporción de 1:3 entre la talla y el peso, cuando es diferente de 3 el crecimiento es de tipo alométrico (Ricker 1975).

Los parámetros de crecimiento, se obtuvieron con la estructura de tallas utilizando el modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Pauly 1987). El modelo es:

$$L_t = L_\infty \left[ 1 - e^{-k(t-t_0)} \right] \quad (2)$$

Donde:  $L_t$  es la longitud a una edad  $t$ ;  $L_\infty$  es la longitud asintótica;  $k$  es el coeficiente de crecimiento (en base anual) y  $t_0$  es el tiempo hipotético donde el organismo tiene una edad cero.

Los valores iniciales de los parámetros  $L_\infty$  y  $k$ , para estimar  $L_\infty$  se obtuvieron por el método de Powell (1979) y Wetherall *et al.* (1987), desarrollado a partir de la modificación de la ecuación de mortalidad total  $Z$  de Beverton y Holt (1959), y para los estimados finales de los parámetros de crecimiento  $k$  y  $K$  se utilizó el método "ELEFAN I" (Electronic Length Frequency Analysis) (Pauly y David 1981, Pauly 1987). Las estimaciones de los métodos de Powell, Wetherall y ELEFAN I se realizaron con el paquete computacional FISAT II, FAO ICLARM Stock Analysis Tools (Gayanillo *et al.* 1995).

El tercer parámetro de la ecuación de crecimiento ( $t_0$ ) se determinó utilizando la siguiente ecuación empírica propuesta por Pauly (1980);

$$t_0 = 1 * 10^{\left[ -0.3922 - (0.2752 * \log L_\infty) - (1.038 k * \log K) \right]} \quad (3)$$

Los valores de las constantes utilizadas en la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy  $L_\infty$ ,  $K$  y  $t_0$ , se utilizaron para obtener las edades relativas (años y meses). Se realizó el ajuste y se obtuvieron las curvas de crecimiento para cada una especie.

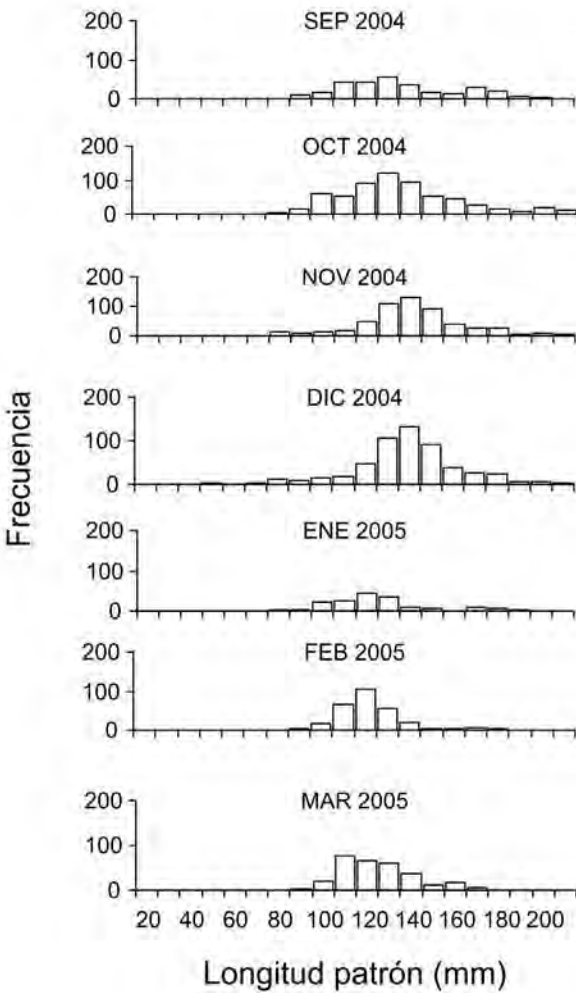
La mortalidad natural ( $M$ ) se obtuvo a partir de la ecuación empírica de Pauly (1980):

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 * \ln L_\infty + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln T \quad (4)$$

**RESULTADOS**

*Estructura de tallas (P. grandisquamis)*

De los 2463 ejemplares de *P. grandisquamis* la estructura de tallas abarcó de 20 a 210 mm de longitud patrón (Lp), la talla promedio fue 108 mm de Lp y la moda principal se localizó sobre la marca de clase de 100 mm. Los histogramas de frecuencia mensual mostraron dos modas en las marcas de clase 90 y 110 cm (fig. 2).

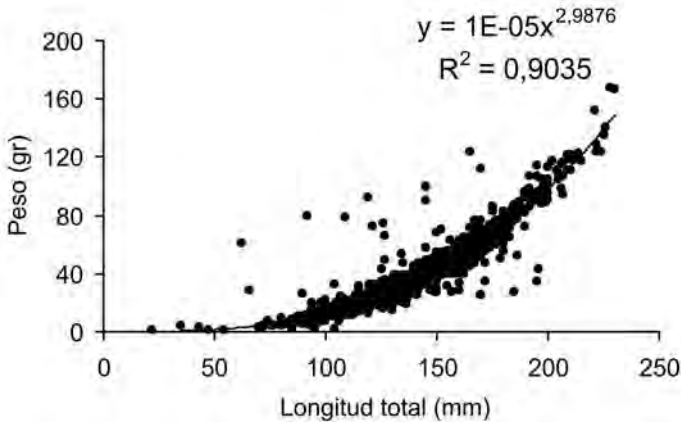


**Figura 2.** Estructura de tallas de *P. grandisquamis* durante la temporada de pesca de camarón 2004-2005 en el Golfo de California.



*Relación biométrica*

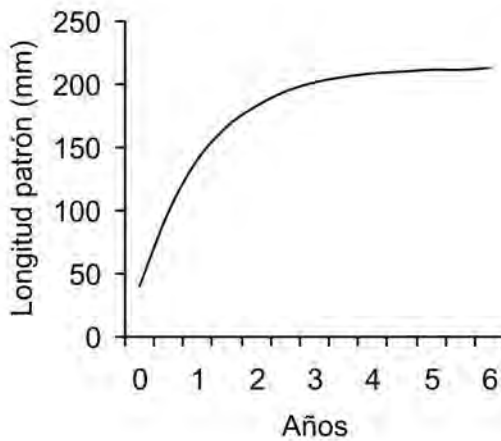
Las relaciones biométricas de longitud total y peso total mensual de *P. grandisquamis* presentaron un buen ajuste a la ecuación de la función potencial con correlación mayor a 0.9 (fig. 3).



**Figura 3.** Relación de longitud patrón vs peso de *P. grandisquamis* de septiembre de 2004 a marzo del 2005 en el Golfo de California.

*Estimación de parámetros de crecimiento*

Los parámetros de crecimiento estimados ( $L_\infty$ ,  $k$  y  $t_0$ ) para el modelo de von Bertalanffy:  $L_\infty = 210$ ,  $k = 0.9$  y  $t_0 = -0.19$  indican que esta es una especie de crecimiento moderado y alcanza su talla máxima a



**Figura 4.** Curva de crecimiento de *P. grandisquamis* de septiembre de 2004 a marzo del 2005 en el Golfo de California.

los cuatro años (fig. 4).

*Estimaciones de mortalidad natural*

La mortalidad natural (M) fue de 1.73/año para *P. grandisquamis* utilizando la ecuación de Pauly (1980) con un valor de temperatura promedio anual de 23°C.

*Estructura de tallas (U. halleri)*

Se midieron 1123 ejemplares de *U. halleri* entre septiembre del 2004 a febrero del 2005, solo un organismo se presentó en febrero y ninguno en marzo. La estructura de talla fue de 3 a 46 cm de longitud total (LT), con una talla modal en 17 cm de LT y la talla promedio fue 24.9 cm de LT. (fig. 5).

*Relación biométrica*

En la figura 4b se muestran las relaciones biométricas de longitud total y peso total mensual de *U. halleri*, las cuales presentaron un buen ajuste con correlación mayor a 0.9, evidenciando una relación longitud peso fue de tipo isométrico.

*Crecimiento*

*U. halleri* presentó parámetros de crecimiento de  $L_{\infty} = 472$ ,  $k = 0.27$  y  $t_0 = -0.19$ . Los resultados obtenidos sugieren que esta especie vive al menos 10 años (fig. 4c) y tiene crecimiento lento.

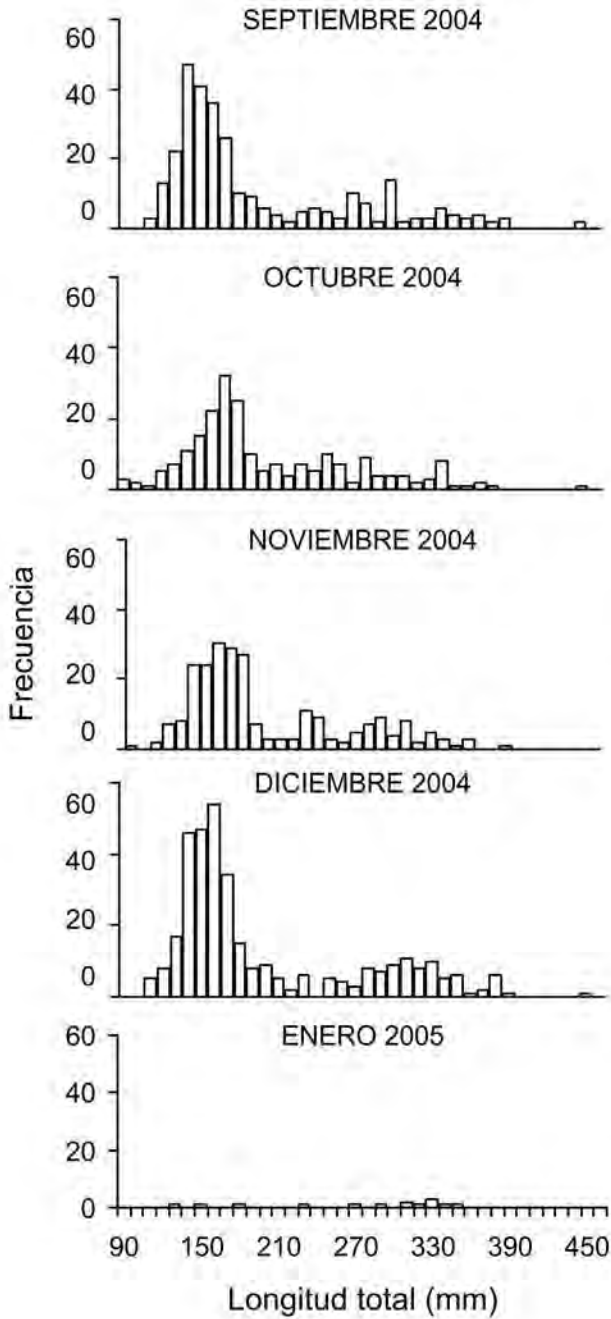
*Mortalidad natural*

El valor de mortalidad natural obtenido para *U. halleri* utilizando un valor de temperatura promedio 23°C fue de 0.59/año.

## DISCUSIÓN

Las tallas de *P. grandisquamis* encontradas en este estudio fueron similares a las reportadas por otros autores para las costas de México (Tabla 1), lo cual puede deberse a que los organismos fueron capturados con un mismo tipo de red de arrastre para camarón. Sin embargo, Aguirre *et al.* (2007) reportan tallas más grandes, la diferencia puede deberse a que ellos capturaron en una laguna costera y con una red de arrastre conocida como suripera.

Los resultados indican que *P. grandisquamis* presentó crecimiento de tipo isométrico lo que coincide con Aguirre *et al.* (2007), así como



**Figura 5.** Estructura de tallas de *U. halleri* de la temporada de pesca 2004-2005 en el Golfo de California.

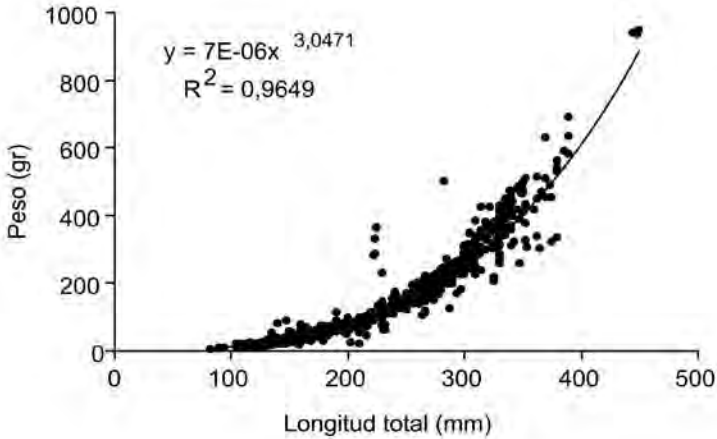


Figura 6. Relación de longitud patrón vs peso de *U. halleri* de la temporada de pesca 2004-2005 en el Golfo de California.

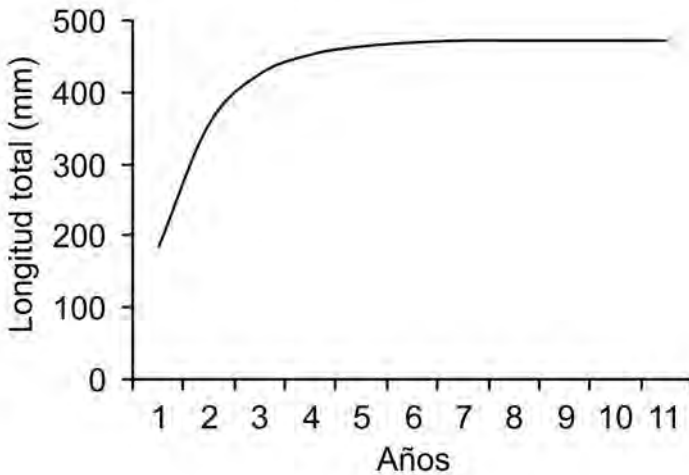


Figura 7. Patrón de crecimiento de *U. halleri* de la temporada de pesca 2004-2005 en el Golfo de California.

en que la mayoría de los peces tienen este comportamiento; pero en contraste con Lucano-Ramírez *et al.* (2006) quienes determinaron que esta especie tiene crecimiento alométrico. Esta diferencia se atribuye a que los organismos son de diferentes zonas, a los pesos de contenido estomacal y estadios de madurez (Tabla 1).

Los parámetros de crecimiento de *P. grandisquamis* estimados de  $L_{\infty}$  y  $k$  en este estudio en general son similares a los de Morales-Nin (1994), a excepción de la  $L_{\infty} = 21$  cm el cual es menor al reportado

por dicho autor para la misma área (Sinaloa y Nayarit). Los valores obtenidos de crecimiento  $k$  y  $L_{\infty}$ , indican un crecimiento moderado, ya que en su primer año de vida crece más del 50%, respecto a  $L_{\infty}$  en contraposición con Morales-Nin (1994) señala un crecimiento muy lento para la especie ( $k = 0.5$ ).

**Tabla 1.** Tallas de *P. grandisquamis*, tipo de crecimiento, área de estudio y autor.

Autor	Rango de talla cm	Área de estudio	Tipo de crecimiento
Lucano-Ramírez <i>et al.</i> 2005	7.7-23.6	Jalisco y Colima	Alométrico
Aguirre <i>et al.</i> 2007	7.8-30.6	Laguna La Reforma Sinaloa	Isométrico
Este estudio	2-21	Sonora, Sinaloa y Nayarit	Isométrico

Esto puede ser debido a que ellos colectaron organismos de tallas medianas y grandes (7-24 cm), sin representatividad de organismos pequeños por la estructura de tallas capturadas de 2 hasta 21 cm, esto como consecuencia de la selectividad de la red de arrastre que permite que tallas grandes escapen (Tabla 2).

**Tabla 2.** Parámetros de crecimiento de *P. grandisquamis*, área de estudio y autor.

Autor	$L_{\infty}$	$k$	Área de estudio
Morales-Nin (1994)	25	0.5	Sinaloa-Nayarit
Morales-Nin (1994)	20.3	0.61	Golfo de Tehuantepec
Este estudio	21	0.9	Sonora, Sinaloa y Nayarit

La mortalidad natural ( $M$ ) obtenida en este estudio (1.73/año) para *P. grandisquamis* es igual a la reportada por Pauly (1980) para peces tropicales como las lisas de la familia Mugilidae,  $M$  de 1.70, 1.73 y 1.89.

Las tallas de 9 a 45 cm obtenidas de *U. halleri* fueron menores a las reportadas por Valadez-González *et al.* (2001), aunque en ambos estudios se utilizó la red de arrastre camaronesa, el área de estudio fue diferente (Tabla 3). El análisis de la relación longitud-peso de *U. halleri* indicó crecimiento isométrico.

Los parámetros de crecimiento estimados de  $L_{\infty}$  y  $k$  son menores a la talla máxima reportada de 58 cm (Froese y Pauly 2009). La ausencia de tallas grandes en los muestreos puede deberse a la selectividad de la red de arrastre, donde escapan las tallas grandes, generando que el modelo alcance la  $L_{\infty}$  a una talla menor a la talla máxima reportada. Sin embargo, el parámetro  $k$  obtenido (0.2) indica un crecimiento lento, este valor es similar a los reportados para la especie por Hale y Love (2008) de 0.09 a 0.15. Asimismo, Hale y Love (2008) utilizando las vértebras encontraron valores de hasta 14 años de edad en *U. halleri*, lo cual coincide indirectamente con la mortalidad natural ( $M$ ) obtenida para la especie en este estudio (0.59/año), ya que valores bajos de  $M$  indican una mayor longevidad.

**Tabla 3.** Rango de tallas de *U. halleri*, área de estudio y autor.

Autor	Rango talla (cm)	Área de estudio	Talla promedio (cm)
Valadez-González <i>et al.</i> 2005	12-55	Jalisco y Colima	31.7
Este estudio	3.8-45	Sonora, Sinaloa y Nayarit	24.9

## CONCLUSIONES

*Pseudupeneus grandisquamis* presentó una estructura de talla de 2 a 21 cm y la relación longitud peso fue de tipo isométrico. Los parámetros  $L_{\infty} = 21.3$  cm,  $k / \text{año} = 0.9$ ,  $t_0 / \text{año} = -0.19$ , indican crecimiento moderado y longevidad de cuatro años; mientras que el valor de  $M=1.73 / \text{año}$  es acorde a especies de vida corta.

*U. halleri* presentó una estructura de talla de 3 a 46 cm y la relación longitud-peso fue de tipo isométrico. Los parámetros  $L_{\infty}=47.2$  cm,  $k_{\text{año}} = 0.27$ ,  $t_0 / \text{año} = -0.54$ , indican crecimiento lento y que puede vivir más de diez años. Asimismo, la  $M$  fue baja (0.59/año) y correspondiente a especies de vida larga.

Ambas especies presentaron parámetros similares a los reportados en otros estudios, por lo que se infiere, que el impacto de las redes de arrastres no ha generado efectos negativos en el crecimiento individual para ambas especies dentro del Golfo de California.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte del proyecto de investigación SAGARPA CONACyT 089, titulado: "Efectos ecológicos de la pesca de arrastre en el Golfo de California", desarrollado en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., Unidad Sonora. A los técnicos del Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR, Campus Guaymas; a Eloísa Herrera Valdivia, Edgar Alcántara Razo y Jesús Padilla Serrato. A los revisores Jesús T. Ponce Palafox, Patricia Mora Flores y Carlos H. Rábago Quiroz.

## REFERENCIAS

- Aguirre, H., Amezcua, F., Madrid-Vera, J. y Soto, C. (2007). Length-weight relationship for 21 fish species from a coastal lagoon in the southwestern Gulf of California. *J. Appl. Ichthyol.* 24(1): 91-92.
- Alverson, D. L., Freeberg, M. H. Murawski, S. A. y Pope, J. G. (1996). A global assessment of fisheries bycatch and discards, 233 p. FAO Fish. Biol. Tech. Pap. 339. FAO. Rome.
- Alverson, D. L. (1997). Global assessment of fisheries bycatch and discards: a summary overview. In: E. K. Pikitch, D. D. Huppert, M. P. Sissenwine (eds.), *Global trends: fisheries management*. Am. Fish. Soc. Symp. 20: 115-125.
- Babel, J. S. (1967). Reproduction, life history and ecology of the round stingray *Urolophus halleri* Cooper. *Fish. Bull. Calif. Dep. Fish Game.* 137: 104 p.
- Balmori-Ramírez, A., García-Caudillo, J. M., Aguilar Ramírez, D., Torres Jiménez, J. R. y Miranda-Mier, E. (2003). Evaluación de dispositivos de excluidores de peces en redes de arrastre camarónicas en el Golfo de California, México. SAGARPA, INP, CI-MEXICO.
- Barreiro-Gómez, M. A. (1986). Estudios sobre madurez y desove de *Penaeus californiensis* y *Penaeus vannamei* (Crustacea Decapada, Penaeidae) en la costa sur de Sinaloa. Mem. 1er. Intercambio Académico sobre el Mar de Cortés. Abril 1986. Son. México.
- Beverton, J. H. y Holt, S. J. (1959). A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristics. In: G. E. W. Wolstenholme, M. O'Connor, (eds.), *CIBA Foundation, colloquia on ageing*. Vol. 5. *The lifespan of animals*, London, Churchill. 5: 142-180.
- García-Caudillo, J. M., Balmori-Ramírez, A. y Cisneros-Mata, M. A. (2000). Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, México. *Biol. Conserv.* 92: 199-205.
- Chapa-Saldaña, H. (1976). La fauna acompañante del camarón como índice de monopesca. Mem. Simp. Biol. Din. Pob. del camarón, Guaymas, Son., Agosto 1976. INP, México, D.F. pp. 173-185.
- Chávez, H. y Arvizu, J. (1972). Estudio de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California, 1968-1969. III. Fauna de acompañamiento del camarón

- (peces finos y "basura"). In: J. Carranza, (ed.), Memorias del IV Cong. Nal. Ocean. México. pp. 361-378.
- Eayrs, S. (2007). Guía para reducir la captura de Fauna Incidental (bycatch) en las pesquerías de arrastre de camarón Tropical. Roma. FAO.
- FAO. (2008). Estado mundial de la pesca y acuicultura (SOFIA 2008), 124: 1-176 pp. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Roma.
- Froese, R. y Pauly, D. 2009. Fishbase. World Wide Web Electronic publication. [en línea]. www.fishbase.org.
- Gayanillo, Jr., Sparre, F. C. y Pauly, D. (1995). The FAO ICLARM stock assessment tools (FiSAT II) user's guide. FAO. Computerized Information Series (Fisheries), Roma.
- Grande-Vidal, J. M. y Díaz-López, M. L. (1981). Situación actual y perspectivas de utilización de la fauna de la zona de acompañamiento del camarón en México. Cien. Pesq. 1(2): 43-56.
- Hale, L. F. y Love, C. G. (2008). Age and growth of the round stingray *Urolophus halleri* at Seal Beach, California. J. Fish Biol. 73: 510-523.
- López-Martínez, J., Morales-Bojórquez, E. Paredes-Mayón, F., Lluch-Belda, D. y Cervantes-Valle, C. (2000). La Pesquería de Altamar en Sonora. In: D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota, G. Ponce-Díaz, (eds.), Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT.
- Lucano-Ramírez, G., Ruíz-Ramírez, S. y Rojo-Vázquez, J. A. (2006). Composición por tallas y ciclo reproductivo de *Pseudupeneus grandisquamis* (Pisces Mullidae) en el Pacífico central mexicano. Biol. Trop. 54(1):195-207.
- Marinone, S. G. y Lavín, M. F. (1997). Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. In: M.F. Lavín, (ed.), Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. pp. 113-139.
- Morales-Nin, B. (1994). Growth of demersal fish species of the Mexican Pacific Ocean. Mar. Biol. 121: 211-217.
- Nava-Romo, J. M. (1995). Impactos a corto, mediano y largo plazo, en la biodiversidad y otras características ecológicas en la comunidad bentónico-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas.
- Nikolsky, G. V. (1963). The ecology of fishes. Academia Press. New York. pp 185-187.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer. 39(2): 175-192.
- Pauly, D. y David, N. (1981). ELEFANI, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforschung. 28(4): 205-211.
- Pauly, D. (1987). A review of the ELEFAN system for the analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. ICLARM Conf. Proc. 13: 7-34.



- Pérez-Mellado, J. (1980). Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Escuela de Ciencias Marinas, Guaymas, Sonora. México.
- Pérez-Mellado, J., Romero, J. M., Young, R. H. y Findley, L. T. (1982). Yields and composition of by-catch from the Gulf of California. In: FAO/CIID/IDRC (eds.), Fish by-catch -Bonus from the sea. Report of Technical Consultation on shrimp by-catch utilization. Georgetown, Guyana. pp. 55-57.
- Powell, D. G. (1979). Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. Rapp. P. V. Reun. CIEM. 175: 167-169.
- Ramos-Santiago, E., Ramírez-Gutiérrez, J. M., Mendoza-Rodríguez, R. y Tapia-García, M. (2006). Reproducción, distribución y abundancia del pez *Pseudupeneus grandisquamis* (Perciformes: Mullidae), en el Golfo de Tehuantepec, México. Rev. Biol. Trop. 54(4): 1103-1112.
- Richer, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish. Res. Board Can. Bull. 191: 1-382.
- Rosales-Juárez, F. (1976). Contribución al conocimiento de la fauna de acompañamiento del camarón en altamar frente a las costas de Sinaloa, México. In. Inst. Nal. de la Pesca. Memorias sobre los recursos de la pesca costera en México, Veracruz, Méx. pp. 25-60.
- SAGARPA. (2007). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2004, 216 pp. SAGARPA CONAPESCA, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Tapia-García, M. (1998). Evaluación ecológica de la fauna demersal. In: M. Tapia-García, (ed.), El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. pp. 129-148.
- Valadez-González, C., Aguilar-Palomino, P. B. y Hernández-Vázquez, S. (2001). Hábitos alimentarios de la raya *Urobatis halleri* (Cooper 1863) capturada en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. Cienc. Mar. 27: 91-104.
- Villaseñor-Talavera, R. (1997). Dispositivos excluidores de tortugas marinas. FAO. Documento técnico de pesca 372: 80-91.
- Wetherall, J. A., Polovina, J. y Ralston, S. (1987). Estimating growth and mortality in steady state fish stock from length frequency data. ICLARM Conf. Proc. (13): 53-74.
- Yáñez-Arancibia, A. (1985). Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón. Inst. de Cienc. Mar y Limn. Inst. Nal. de Pesca, Univ. Nal. Aut. de México, México, 748 p.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 8

Morales-Azpeitia, R. J. López-Martínez y M. O. Nevárez-Martínez. 2012. Crecimiento y mortalidad natural de *Pseudupeneus grandisquamis* (Gill, 1863) y *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) en el Golfo de California. 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. 153-167.



## CAPÍTULO 9

## Dinámica poblacional del pez guitarra (*Rhinobatos spp*), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California.

Isaura Michelle Abascal-Monroy<sup>1,2</sup>, Juana López-Martínez<sup>1\*</sup>, Eloísa Herrera-Valdivia<sup>1</sup>, José Eduardo Valdez-Holguín<sup>2</sup> y Celio Cervantes-Valle<sup>3</sup>

### RESUMEN

La pesquería de camarón en el Golfo de California es una de las actividades con mayor importancia económica y tiene como rasgo distintivo que en sus capturas se colecta gran cantidad de organismos (peces, crustáceos, etc.) conocidos en conjunto como fauna de acompañamiento del camarón FAC, de cuya biología se conoce muy poco. El objetivo de este trabajo es coadyuvar a conocer la dinámica poblacional del pez guitarra capturado incidentalmente.

Se efectuaron colectas de muestras de FAC durante 2004 y 2005, a bordo de la flota camaronera de Guaymas, Sonora, así como en cruceros en veda. Se colectaron 281 organismos de *Rhinobatos spp*, 149 fueron de *R. glaucostigma* y 132 de *R. productus*, con un rango de tallas de 59.5 a 753 mm de longitud total (Lt) para el segundo y de 120 a 817 mm de Lt para el primero. Las tallas fueron analizadas siguiendo métodos basados en tallas. El crecimiento de *R. glaucostigma* fue  $k/\text{año}_{2004} = 0.15$  y  $L_{\infty 2004} = 794$  mm Lt y  $k/\text{año}_{2005} = 0.12$  y  $L_{\infty 2005} = 788$  mm de Lt (2005), para *R. productus* un valor de

**Palabras clave:**  
Pez guitarra  
*Rhinobatos spp*  
Dinámica  
poblacional  
FAC  
Golfo de California

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Laboratorio Especializado de Pesquerías. 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). Luis Donaldo Colosio s/n. CP.83000. Hermosillo, Sonora, México.

<sup>3</sup>Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur No. 605, Colonia La Cantera. CP. 85400. Guaymas, Sonora, México.

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

$k / \text{año}_{2004} = 0.28$  y  $L_{\infty 2004} = 737 \text{ mm Lt}$  y  $k / \text{año}_{2005} = 0.28$  y  $L_{\infty 2005} = 749$  mm de Lt. La mortalidad natural (M) para *R. glaucostigma* fue  $M_{2004} = 0.19$  y la mortalidad total  $Z_{2004} = 0.39$ , la mortalidad por pesca fue  $F_{2004} = 0.20$ ,  $M_{2005} = 0.14$  año,  $Z_{2005} = 0.32$  y una mortalidad por pesca  $F_{2005} = 0.17$ . En el caso de *R. productus* se obtuvo una  $M_{2004} = 0.29$  año,  $Z_{2004} = 0.65$  año y  $F_{2004} = 0.36$  año,  $M_{2005} = 0.29$   $Z_{2005} = 0.70$  y una  $F_{2005} = 0.41$  año. El reclutamiento para *R. glaucostigma* y *R. productus* fue continuo durante todo el año, teniendo el máximo en los meses de primavera y verano para ambas especies.

## INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera de camarón es una de las más importantes en el Golfo de California, esta se realiza entre los 9 a 90 m de profundidad y consiste en una flota de barcos arrastreros, que emplean redes de arrastre no selectivas, así mismo estas embarcaciones ya tienen establecidos las regiones específicas del golfo en las que pescan, conocidos como “caladeros” donde se lleva a cabo casi el 100% de la actividad pesquera (García y Gómez 2005).

La pesquería de camarón va dirigida a capturar especies de camarones peneidos de tallas comerciales, de los cuales se sabe que los más importantes son el camarón café *Farfantepenaeus californiensis*, camarón azul *Litopenaeus stylirostris* y el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, aunque se presentan algunas otras especies de menor importancia económica (López-Martínez *et al.* 2000).

En este recurso pesquero se utilizan dos grandes redes de arrastre de fondo que se utilizan simultáneamente una a cada lado del barco, estas redes son arrastradas a velocidades que van de dos a tres nudos, con tiempo variable por lance de una a tres horas. Debido a que estas redes son no selectivas, esta pesca ha sido frecuentemente señalada por la gran cantidad de especies que captura de manera incidental, esta captura es conocida en su conjunto como fauna de acompañamiento del camarón (FAC) y se ha considerado típicamente que por un solo kilogramo de camarón es capturado 10 kilogramos de fauna de acompañamiento, entre los componente de la fauna de acompañamiento del camarón se pueden mencionar especies de moluscos, equinodermos, crustáceos, esponjas y peces principalmente (Rábago-Quiroz *et al.* 2008, López-Martínez *et al.* 2010).

Entre las especies componentes del grupo de peces de la FAC se sabe que se encuentra entre ellos la familia Rhinobatidae, conocidos comúnmente con el nombre de pez guitarra (López-Martínez *et al.* 2010), estos organismos pertenecen al grupo de los peces cartilaginosos y son de hábitat bentónicos, además que son poco activos en los mares tropicales y templados. Viven sobre fondos arenosos o fangosos en aguas costeras marinas, estuarinas y ocasionalmente dulces. El pez guitarra se alimenta de pequeños peces e invertebrados bentónicos y todas las especies son vivíparas aplacentadas (Márquez-Farías 2007).

En comparación con otros recursos pesqueros que son capaces de soportar una intensa explotación comercial, como es el caso de la sardina y el camarón, las poblaciones de elasmobranquios pueden ser abatidas más fácilmente, teniendo niveles moderados de mortalidad por pesca (Holden 1974, Musick 1999). Esto es debido a los atributos biológicos de los elasmobranquios los cuales son: lento crecimiento individual, alta longevidad, tardía madurez y una supuesta estrecha relación denso-dependiente entre los reclutas y la población adulta. Son con frecuencia considerados como estrategias tipo *K* (MacArthur y Wilson 1967), por ser especies con una tasa de renovación de la población muy baja, hecho que debe ser considerado con fines de conservación y manejo de las pesquerías de elasmobranquios (Márquez-Farías 2007).

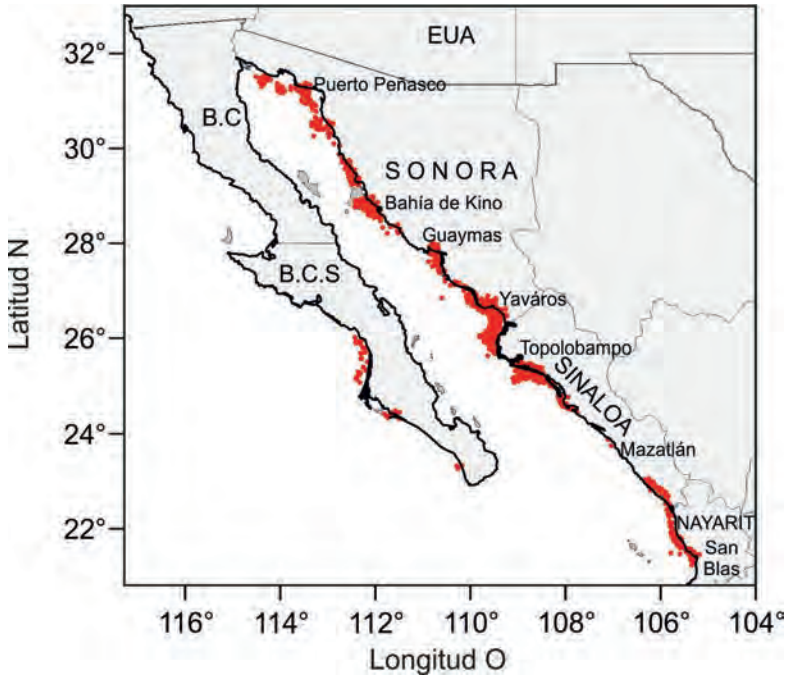
En este trabajo se determinó la dinámica poblacional de estos organismos así como una comparación de tallas entre muestras de altamar con muestras de la pesca ribereña.

## **MATERIAL Y METODOS**

Se analizaron organismos de pez guitarra obtenidos de muestreos a bordo de barcos de la flota camaronera de Sonora, la cual opera en el Golfo de California, comprendiendo el periodo de septiembre a marzo de la temporada de pesca 2004-2005. De igual forma se hicieron muestreos en cruceros de investigación realizados en época de veda del camarón. Estos cruceros fueron realizados por el INAPESCA y CIBNOR en julio y agosto del 2004 y 2005.

Para la obtención de las muestras en los barcos de la flota camaronera, se usaron datos del programa de observadores a bordo (10 observadores) que implemento el CIBNOR Unidad

Guaymas, en la temporada de pesca 2004-2005. Los observadores realizaron muestreos de la fauna de acompañamiento del camarón durante toda la temporada. De cada lance se tomaba una muestra de aproximadamente 20 kg, en toda la zona de pesca de la flota camaronera (fig. 1). Estas muestras se etiquetaron con datos propios de cada lance y se congelaron para su posterior procesamiento.



**Figura 1.** Principales sitios de pesca de camarón por la flota camaronera con sede en Guaymas Sonora.

Las muestras de los cruceros de veda, se obtuvieron en los meses de julio y agosto del 2004 y 2005 durante los muestreos que realiza el INAPESCA, en la red de 70 estaciones de la zona de pesca 10 y 20 (fig. 2). De igual forma que en la flota camaronera de cada lance se tomaba una muestra de aproximadamente 20 kg, se etiquetaban con datos propios de cada lance y se congelaban para su posterior procesamiento.

Una vez que se tuvieron las muestras en el laboratorio, fueron separadas por grupos y se procedió a su identificación. Para el caso de las muestras de pez guitarra se utilizaron las claves de Robertson y Allen (2002), y Nelson (2009). Posteriormente se realizó el muestreo biológico de los organismos, el cual consistió en medir la longitud total (Lt), tomar el peso total (Pt) y sexado.

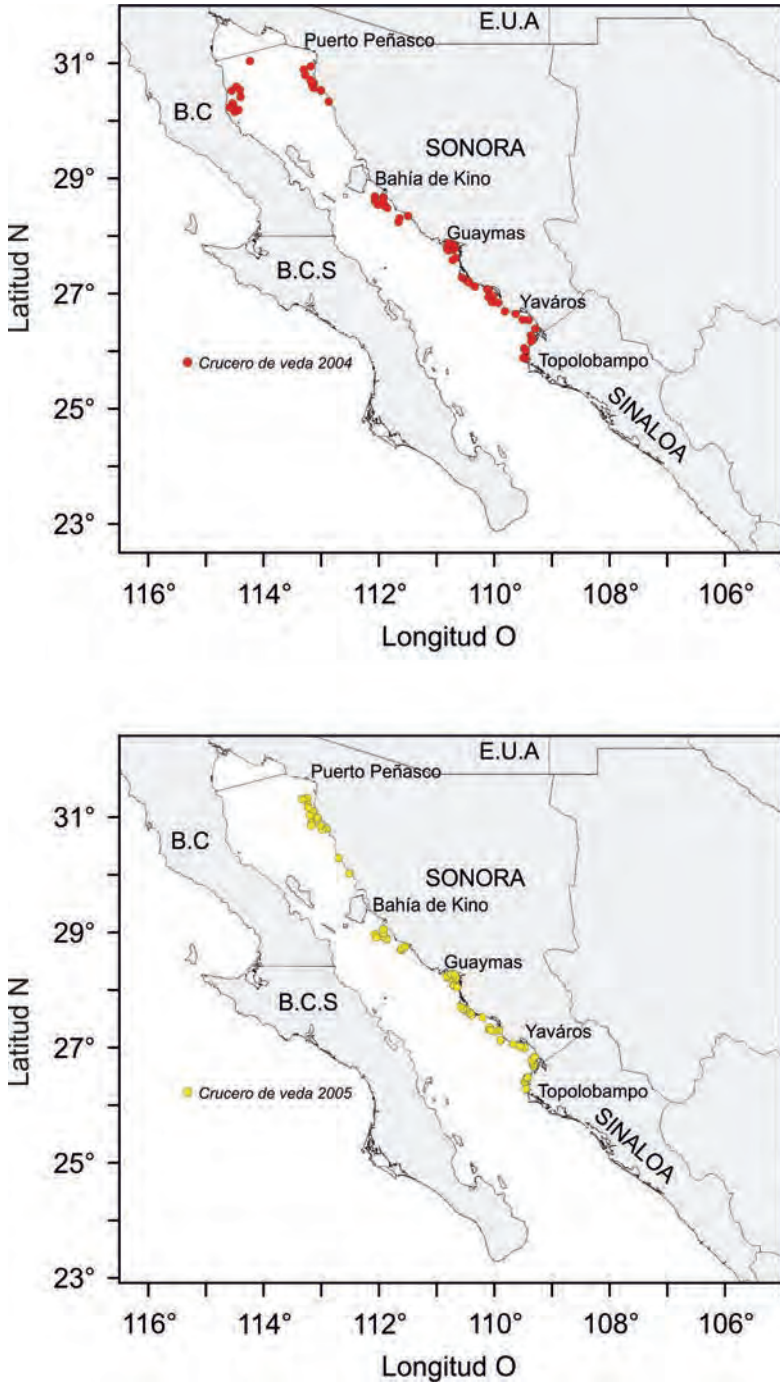


Figura 2. Estaciones de muestreo de los cruceros de veda realizados en los meses de julio y agosto del 2004 y 2005, en el Golfo de California.

*Distribución latitudinal, abundancias relativas y distribución batimétrica*

Para determinar la distribución latitudinal, se ubicaron las estaciones en las cuales se obtuvieron organismos de pez guitarra; información necesaria para realizar los mapas de captura de cada especie. Las abundancias relativas se obtuvieron ubicando las zonas de mayor abundancia según los lances en los que aparecieron los organismos. La distribución batimétrica, se obtuvo con los datos de profundidad, los cuales fueron separados en intervalos de 5 m que sirvieron para mostrar la aparición de los organismos en los diferentes intervalos de profundidad.

*Estructura de tallas*

Para obtener las estructuras de tallas de cada especie, se utilizaron los datos de longitud total, los cuales fueron agrupados en intervalos de talla de 15 mm, estas estructuras de tallas sirvieron de base para los análisis de crecimiento individual promedio.

*Relaciones biométricas*

En el caso de la relación biométrica longitud *vs* peso de cada especie, se obtuvo mediante una estimación no lineal y utilizando como procedimiento de estimación los mínimos cuadrados. Como criterio de ajuste se utilizó el coeficiente de determinación. La relación que se estimó fue:

$$W = aL^b \quad (1)$$

donde  $W$ , es el peso del organismo (en gramos),  $L$  es la longitud del organismo (en mm) y por último  $a$  y  $b$  son los parámetros de la relación longitud-peso.

*Estimación de crecimiento*

Para obtener el estimado crecimiento de las especies se utilizó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, el modelo tiene la siguiente fórmula:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (2)$$

donde  $L_t$  es longitud a un tiempo  $t$ ,  $L_\infty$  es la longitud asíntótica,  $k$  es



el coeficiente de crecimiento en base anual y  $t_0$  el tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud cero.

El parámetro  $k$  y  $L_\infty$  se obtuvieron por medio del método ELEFAN I (Electronic Frequency Analysis) (Pauly y David 1981).

El último parámetro de la ecuación  $t_0$  se calculó usando la ecuación empírica propuesta por Pauly (1980):

$$t_0 = 1 * 10^{-0.3922 - (0.2752 * \log L_\infty) - (1.038k * \log K)} \quad (3)$$

#### *Longevidad*

La longevidad de las especies se obtuvo utilizando la ecuación propuesta por Taylor (1962), de la siguiente forma:

$$t_{\max} = 3 / k + t_0 \quad (4)$$

donde  $t_{\max}$  es la longevidad,  $k$  el coeficiente de crecimiento y  $t_0$  es el tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.

#### *Mortalidad natural*

La ecuación empírica propuesta por Pauly (1980, 1987) se utilizó para obtener la mortalidad natural. Esta ecuación se basa en el supuesto de que existe una relación directa entre el crecimiento, la temperatura y la mortalidad natural. La ecuación es la siguiente:

$$\ln = -0.0152 - 0.279 * \ln L_\infty + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln T \quad (5)$$

donde  $L_\infty$  (mm) y  $k$  (anual), son parámetros de la ecuación de von Bertalanffy y  $T$  es la temperatura media anual del hábitat medida en °C.

#### *Mortalidad total*

Este parámetro se estimó usando el método de la curva de captura linealizada basada en tallas, la cual utiliza los tres parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para convertir las tallas en edad. El modelo presenta la siguiente fórmula:

$$\ln (N / \Delta t_i) = a + b * t_i \quad (6)$$

donde  $N$  es el número de peces en la clase  $i$ ,  $\Delta t_i$  es el tiempo necesario

para que el pez crezca en la clase  $i$ ,  $t_i$  es la edad correspondiente a la clase  $i$  y  $b$  es el estimado de  $Z$ .

*Mortalidad por pesca*

Este otro parámetro se calculó utilizando las siguientes ecuaciones:

$$Z = M + F \quad (7)$$

$$F = Z - M \quad (8)$$

donde  $Z$  es la mortalidad total,  $M$  es la mortalidad natural y  $F$  la mortalidad por pesca.

*Tasa de explotación*

La tasa de explotación se obtuvo usando los valores de la mortalidad por pesca y de la mortalidad total, la fórmula que se utilizó fue la siguiente:

$$E = F/Z \quad (9)$$

donde  $E$  es la tasa de explotación,  $F$  es la mortalidad por pesca y  $Z$  la mortalidad total.

*Patrón de reclutamiento*

Para la estimación del patrón de reclutamiento se utilizó el método ELEFAN II (Electronic Length Frequency Análisis II), el cual proyecta las muestras de longitudes de frecuencias presentes en las capturas, hacia atrás en el eje del tiempo.

*Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña*

Adicionalmente se contó con información de muestreos de la pesca ribereña efectuados en el 2006 y 2007 en diversos campos pesqueros de Sonora. De esta información se usaron los datos de tallas de las especies de pez guitarra. Las tallas fueron agrupadas en intervalos de 15 mm y sirvieron para realizar una comparación entre las muestras obtenidas de la pesca de altamar con la de la pesca ribereña. Después se realizó una prueba chi cuadrada de bondad de ajuste para decidir si ambas distribuciones de tallas

eran iguales o estadísticamente diferentes. Esta prueba tiene la siguiente fórmula:

$$X^2 = \sum \frac{(o_1 - e_1)^2}{e_1} \quad (10)$$

donde  $o_1$  es la frecuencia de tallas en altamar y  $e_1$  la frecuencia de tallas en la pesca ribereña.

## RESULTADOS

De las dos fuentes de información (observadores a bordo de la flota camaronera y cruceros) de los años 2004 y 2005, se obtuvieron un total de 281 organismos de pez guitarra; 224 especímenes en el 2004 y 21 para el 2005. Se identificaron dos especies de pez guitarra: *Rhinobatos glaucostigma* (Jordan y Gilbert, 1883) y *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), siendo la primera la que presentó la mayor

**Tabla 1.** Abundancias (en número de organismos y porcentaje) de *R. glaucostigma* y *R. productus* durante los cruceros de veda realizados en 2004 y 2005, en el Golfo de California.

Especie	N.O. 2004	% 2004	N.O. 2005	%2005	Total	% Total
<i>R. glaucostigma</i>	124	55.35	13	61.90	137	55.92
<i>R. productus</i>	100	44.64	8	38.09	108	44.08

abundancia en ambos años (Tabla 1).

### *Abundancia relativa y distribución latitudinal y batimétrica*

Las dos especies se presentaron una distribución amplia en el área de estudio. Siendo *R. productus*, la especie que apareció con más frecuencia en las estaciones durante los dos años de muestro.

En cuanto a la abundancia relativa, *R. glaucostigma* presentó mayor abundancia en la zona centro y sur del litoral sonoreense en ambos años. *R. productus* presentó sus mayores abundancias en el 2004, en la costa este de Baja California y para el 2005 en la zona centro y sur del litoral sonoreense (fig. 3).

La distribución batimétrica nos muestra que ambas especies se capturaron en el intervalo de los 12 a los 57 m de profundidad. *Rhinobatus glaucostigma* en profundidades de los 12 a 47 m en 2004

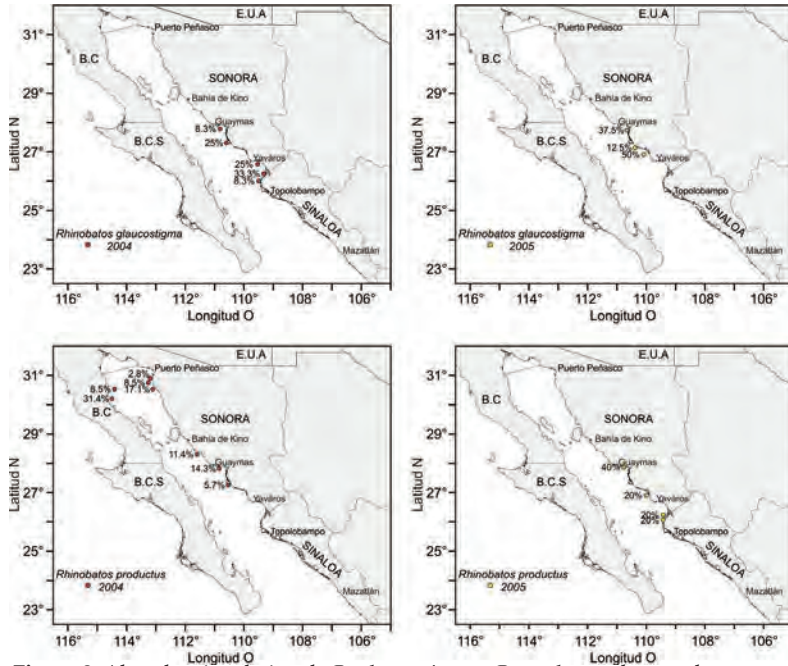


Figura 3. Abundancia relativa de *R. glaucostigma* y *R. productus* durante los cruces de veda realizados en 2004 y 2005, en el Golfo de California.

y de 24 a 38 m en 2005. *Rhinobatus productus*, se encontró de los 17 a 57 m y de 10 a los 20 m en 2005 (fig. 4).

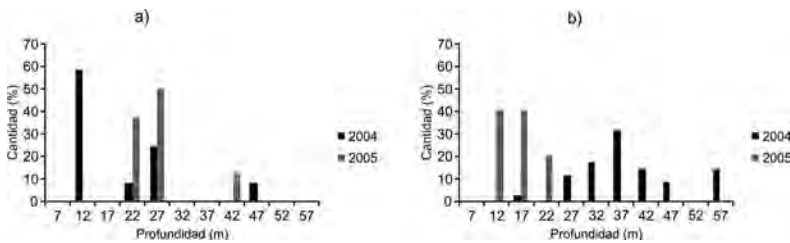


Figura 4. Distribución batimétrica de a) *R. glaucostigma* y b) *R. productus* durante los cruces de veda realizados en 2004 y 2005, en el Golfo de California.

### Relaciones biométricas

La relación biométrica longitud vs peso fue obtenida para las dos especies (agrupándose los datos del 2004 y 2005). Esta relación sigue un modelo de tipo potencial entre la longitud total y el peso total de cada especie (fig. 5). En ambas especies se observó un crecimiento de tipo alométrico.

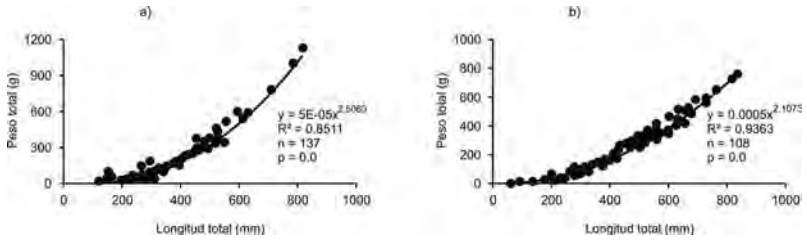


Figura 5. Relación biométrica longitud vs peso para a) *R. glaucostigma* y b) *R. productus* durante los cruceros de veda realizados en 2004 y 2005, en el Golfo de California.

### Estructuras de tallas

Las estructuras de tallas para las dos especies en los dos años, muestra la aparición de individuos de diferentes tallas. *R. glaucostigma* presentó tallas en el intervalo de 127 a 787 mm de longitud total para el 2004, mientras que para el 2005 de 202 a 697 mm de longitud total. *R. productus* presentó tallas en el intervalo de 62 a 777 mm de longitud total para el 2004 y de 137 a 557 mm para el 2005 (fig. 6).

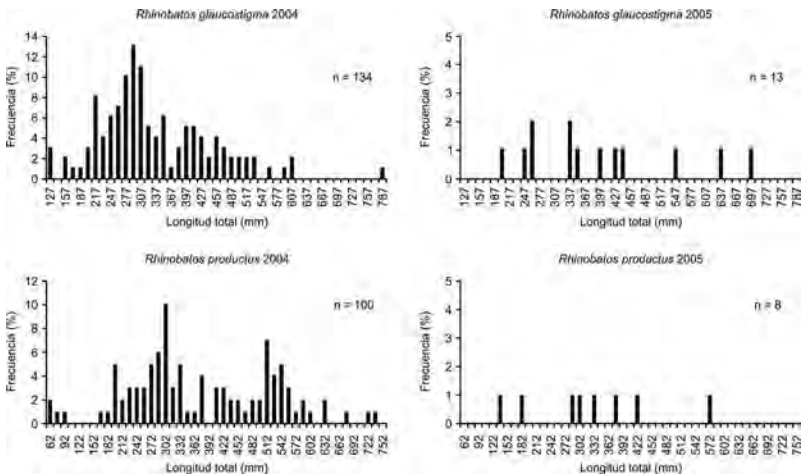


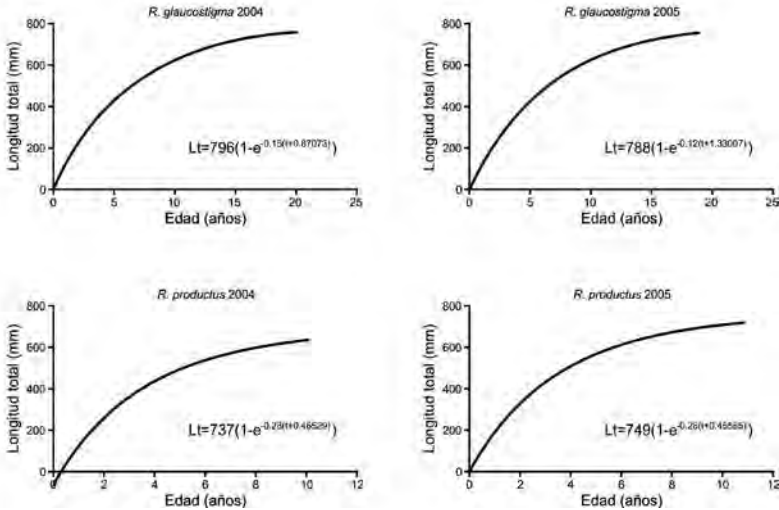
Figura 6. Estructuras de tallas de *R. glaucostigma* y *R. productus* durante los cruceros de veda realizados en 2004 y 2005, en el Golfo de California.

### Estimación del crecimiento

La estimación del crecimiento para el año 2004 fue el siguiente: para *R. glaucostigma* se estimó un valor  $k = 0.15$  y para *R. productus* un valor  $k = 0.28$  (Tabla 2). Para el año 2005, *R. glaucostigma* presentó un valor  $k = 0.12$  y *R. productus* presentó un valor  $k = 0.28$  (Tabla 2). Estos valores para ambas especies nos muestran que presentan un crecimiento lento; las curvas de crecimiento de las dos especies se ajustan al modelo de crecimiento de von Bertalanffy (fig. 7).

**Tabla 2.** Parámetros del crecimiento de *R. glaucostigma* y *R. productus* durante 2004 y 2005, en el Golfo de California.

Especie	k (1/año)		L <sub>∞</sub> (mm)		t <sub>0</sub>	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
<i>R. glaucostigma</i>	0.15	0.12	796	788	-0.8707	-1.3307
<i>R. productus</i>	0.28	0.28	737	749	-0.4652	-0.4558



**Figura 7.** Curvas de crecimiento de *R. glaucostigma* y *R. productus* durante 2004 y 2005, en el Golfo de California.

*Longevidad*

La longevidad obtenida para estas dos especies durante el 2004 y 2005 se muestra en las Tabla 3. En las cuales se puede observar que *R. glaucostigma* es más longeva.

**Tabla 3.** Longevidad estimada para *R. glaucostigma* y *R. productus* durante 2004 y 2005, en el Golfo de California.

Especie	k (1/año)		t <sub>0</sub>		3/k + t <sub>0</sub> (años)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
<i>R. glaucostigma</i>	0.15	0.12	-0.87	-1.33	20	25
<i>R. productus</i>	0.28	0.28	-0.46	-0.45	10.7	10.7

*Mortalidad natural, por pesca, total y tasa de explotación*

Los coeficientes instantáneos de mortalidad natural (M), por pesca (F), total (Z) y tasa de explotación (E), obtenidos para ambas especies en los dos años del estudio se muestran en la Tabla 4.

Estos coeficientes instantáneos de mortalidad nos muestran valores moderados en ambos años. De acuerdo a la tasa de explotación (E) se puede decir que *R. glaucostigma* es explotada sustentablemente por la pesca de altamar E cercano a 0.5 de acuerdo a Gulland (1971). Este no es el caso de *R. productus*, cuyo valor de E es cercano a 0.6 mostrando que esta especie está siendo un poco más afectada por la pesca.

**Tabla 4.** Mortalidad estimada para *R. glaucostigma* y *R. productus* durante 2004 y 2005, en el Golfo de California.

Especie	M (anual)		Z (anual)		F (anual)		E (anual)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
<i>R. glaucostigma</i>	0.18	0.14	0.39	0.32	0.20	0.17	0.51	0.54
<i>R. productus</i>	0.28	0.29	0.65	0.70	0.36	0.59	0.55	0.59

#### *Patrón de reclutamiento*

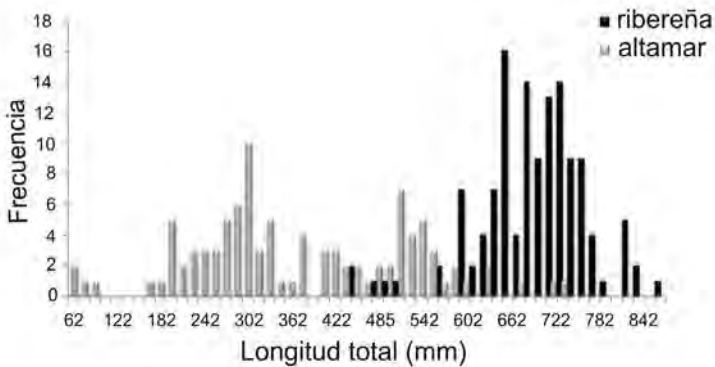
El patrón de reclutamiento para ambas especies se observó de tipo continuo a lo largo del año para ambas especies. *R. glaucostigma* presentó el máximo número de reclutas de abril a julio y *R. productus* de abril a agosto, para el año 2004 (Tabla 5). Mientras que para el año 2005, *R. glaucostigma* presentó el máximo número de reclutas de abril a octubre y *R. productus* de abril a septiembre (Tabla 5).

#### *Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña*

Para esta comparación se utilizaron los datos de longitud total de *R. productus*, por ser la única especie comercial. La estructura de tallas para *R. productus* de altamar presentó una longitud total de los 59.5-753 mm, mientras que para la pesca ribereña una longitud total de los 445-860 mm (fig. 8). Aplicando el método de chi cuadrada como criterio de bondad de ajuste, se obtuvo un valor de  $X^2 = 67.505$  utilizando un  $\alpha = 0.05$  y 54 grados de libertad. Este valor está en la zona de rechazo, concluyendo que si hay diferencias significativas entre las tallas obtenidas entre los dos diferentes tipos de pesca (altamar y ribereña). Se puede decir que no hay ningún tipo de competencia entre estos dos tipos de pesca, ya que las tallas obtenidas en la pesca ribereña son mayores a las que se obtienen en la de altamar.

**Tabla 5.** Patrón de reclutamiento estimado para *R. glaucostigma* y *R. productus* durante 2004 y 2005, en el Golfo de California.

Mes	% Reclutamiento <i>R. glaucostigma</i>		% Reclutamiento <i>R. productus</i>	
	2004	2005	2004	2005
Ene	7.39	2.17	1.83	0
Feb	9.27	4.44	6.07	1.24
Mar	12.35	7.63	8.00	4.41
Abr	11.09	8.38	14.61	8.92
May	17.35	15.24	8.63	7.49
Jun	15.81	16.67	17.04	17.23
Jul	8.92	12.54	15.84	15.43
Ago	7.86	12.98	10.19	15.99
Sep	4.70	9.34	8.72	13.18
Oct	5.05	8.62	5.45	8.70
Nov	0.20	1.99	3.64	7.41
Dic	0	0	0	0



**Figura 8.** Estructura de tallas de *R. productus* obtenida de muestreos en la pesca ribereña y en la flota camaronera, en el Golfo de California.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a nuestros resultados para *R. productus* se obtuvo una longitud total máxima de 753 mm; mientras que Downton (2001) reportó una longitud total de 1420 mm y Márquez-Farías (2007) reportó una longitud total máxima de 1050 mm. Por lo que en este trabajo se obtuvieron organismos de tallas más pequeñas, lo cual puede ser debido a que el arte de pesca utilizado es diferente al de



estos trabajos anteriormente referidos. Los trabajos de Downton (2001) y Márquez-Farías (2007) mencionan que sus muestras fueron obtenidas de la pesca artesanal dirigida a las rayas, en la cual utilizan redes de enmalle que van de los 3.5'' a las 8.5''. Mientras que en este trabajo el arte de pesca utilizado es la red de arrastre camarонера con un tamaño de malla menor.

Según FAO (1995), la talla máxima reportada para *R. glaucostigma* es de 770 mm de longitud total. En este trabajo la talla máxima para esta especie fue de 817 mm, obteniéndose tallas un poco más grandes a las reportadas.

En cuanto a las cantidades de organismos capturados, para el 2004 se colectaron un total de 224, mientras que para el 2005 solo 21. Esta diferencia se puede deber a que los muestreos del 2005 en su mayoría fueron en los meses de invierno (enero-marzo), y en estos meses es poco probable encontrarlos debido a que son organismos de aguas cálidas.

En el caso de *R. productus* su distribución latitudinal coincide con la reportada por FAO (1995), la cual indica que va desde San Francisco, California, EE. UU. hasta el Golfo de California. Esta especie es considerada como endémica de la región biogeográfica del Pacífico oriental tropical en la provincia de California.

Esta especie el 2004 fue capturada con mayor abundancia en la costa este de Baja California, así como también en el Alto Golfo y centro del Golfo de California. En el 2005 coincidió apareciendo en el centro del Golfo de California y al sur del golfo pero con menor abundancia que en el centro. Esta diferencia entre los dos años se puede deber a que en el año 2005 no se realizaron lances en la costa este de Baja California, donde se sabe que estos organismos se encuentran con mayor abundancia.

Para *R. glaucostigma* se ha reportado que su distribución va del sur de la península de Baja California, el centro de Golfo de California y hasta Ecuador. Esta especie de igual forma es considerada como endémica del Pacífico oriental tropical (FAO 1995). En este trabajo esta especie apareció en el centro del Golfo de California, presentando abundancia similar en ambos años.

En cuanto a la distribución batimétrica, *R. productus* se encontró en profundidades de los 12 a 57 m; esto concuerda con lo reportado por FAO (1995) donde mencionan que el rango de distribución batimétrica va de los 0-91 m de profundidad, siendo comúnmente

encontrados alrededor de los 25 metros. *R. glaucostigma* se encontró de los 12 a 27 m de profundidad, por lo que esta especie apareció dentro del intervalo que se le tiene reportado de 0-50 m (FAO 1995).

Los parámetros de crecimiento de *R. productus* en el presente trabajo fueron:  $L_{\infty 2004} = 737$  mm de Lt,  $L_{\infty 2005} = 749$  mm de Lt.,  $k_{2004} = 0.28$ /año. Downton (2001) reportó para la costa occidental de Baja California Sur, México valores de  $L_{\infty} = 1360$  mm de Lt para hembras y de 1050 mm de Lt para machos, así como una  $k$  de 0.16/año en hembras y 0.24/año en machos; mientras que Márquez-Farías (2007) reportó una  $L_{\infty} = 904$  mm para hembras y 629 mm para machos así como un valor de  $k = 0.18$ /año para hembras y de 0.44/año para machos. Para *R. glaucostigma* se obtuvieron valores de  $L_{\infty 2004} = 796$  mm de Lt,  $L_{\infty 2005} = 788$  mm de Lt, y estimados de  $k_{2004} = 0.15$ /año y  $k_{2005} = 0.12$ /año. La diferencia entre los parámetros se puede notar en los valores de  $L_{\infty}$  encontrando valores menores que los que se obtuvieron en este trabajo. En cuanto a los valores de  $k$  estimados se observó que no son diferentes a los reportados por los otros autores, ya que en este trabajo no se separaron los organismos por sexos, y los valores obtenidos se encuentran dentro del intervalo de  $k$  para pez guitarras, torpedos y rayas que es de 0.2 a 0.5 (Caillet y Goldman 2004). Los valores para *R. glaucostigma* están por debajo de 0.2.

En cuanto a longevidad se tiene la reportada por Downton (2001) de 16 años para hembras y 11 años para machos. Mientras que Márquez-Farías (2007), reportó una longevidad de 10 años para hembras y 8 años para machos. En el presente trabajo se obtuvo que la longevidad de *R. productus* para ambos sexos de 10.7 años, mientras que para *R. glaucostigma* va de 20 a 25 años. Se sabe que las especies de pez guitarra son longevas y en este caso se puede notar que *R. glaucostigma* vive más que *R. productus*.

Los índices de mortalidad muestran valores más elevados para *R. productus*. En cuanto a la tasa de explotación *R. productus* se encuentra ligeramente sobreexplotada ( $E_{2004} = 0.55$  y  $E_{2005} = 0.58$ ), ya que presentó valores de  $E$  mayores a 0.5 indicativo de sobreexplotación. En cambio para *R. glaucostigma* los valores de  $E$  nos indican que la especie no muestra señales de sobreexplotación.

El patrón de reclutamiento para las dos especies, se mostró continuo durante todo el año. Para ambas especies el mayor número de reclutas se presenta en los meses de verano. Coincidiendo lo anterior con lo reportado por Downton (2007), donde menciona

que las crías de *R. productus* nacen cuando hay un aumento de temperatura (julio y agosto).

En la comparación de tallas de organismos obtenidos por pesca de altamar con los de ribereña, se obtuvo que las dos distribuciones de tallas son diferentes entre sí, por lo que no hay competencia alguna entre las dos artes de pesca, ya que en la pesca ribereña se capturan organismos de talla más grande.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de la Tesis de Licenciatura de la autora principal. La información con la que se realizó provino de los proyectos: EP1.0 y Fundación Produce Sonora 891. Se agradece al Laboratorio de Pesquerías del CIBNOR Unidad Guaymas, en especial a Eloisa Herrera Valdivia y Rufino Morales Azpeticia por todas las facilidades brindadas para la realización de este trabajo. Al CRIP Guaymas, por facilitar datos de muestreos realizados en los diferentes campos pesqueros de Sonora.

## REFERENCIAS

- Cailliet, G. M., Goldman, K. J. (2004). Age and determination and validation on chondrichthyan fish. In: Musick J. A., Heithaus M.R., (eds.), *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press: New York. pp. 399-447.
- Downton, C. A. (2001). Edad y crecimiento del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres 1856), en la costa occidental de Baja California Sur, México. IPN Tesis de Maestría.
- Downton, C. A. (2007). Biología del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres 1856), en Baja California Sur, México. Instituto Politécnico Nacional. Tesis Doctoral.
- García, J. M., Gómez-Palafox, J. V. (2005). La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: situación económico-financiera e impactos socio-ambientales. Conservation International.
- Holden, M. J. (1974). Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: Jones E. H., (ed.), *Sea Fisheries Research*. London. pp. 117-137.
- López-Martínez, J., Morales-Bojórquez, E., Paredes, F., Lluch-Belda D., Cervantes, C. (2000). La pesquería de camarón de altamar en Sonora. 301-312 pp. In: Lluch-Belda D., Elorduy-Garay J., Lluch-Cota S., Ponce-Díaz, G., (eds.), *Centros de Actividad Biológica (BACs) en el Noroeste de México*. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT.
- 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.

- MacArthur, R. H., Wilson, E. O. (1967). The theory of Island Biogeography, Princeton University Press. Princeton.
- Márquez-Farías, F. (2007). Demografía del Pez Guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856) del Golfo de California. CIBNOR. Tesis de Doctorado.
- Musick, J. A. (1999). Ecology and conservation of long-lived marine animals. In: Musick J. A. (ed.), Life in the Slow Lane: Ecology and Conservation of Long- Lived Marine Animals. American Fisheries Society Symposium 23, Bethesda. pp. 1-10.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. CIEM. 39(2): 175-192.
- Pauly, D., David, N. (1981). ELEFAN I a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. Meeresforsch. 28(4): 205-211
- Pauly, D. (1987). A review of the ELEFAN system for the analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. ICLARM Conf. Proc. (13): 7-34
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Nevárez-Martínez, M., Rodríguez-Romero J. (2008). Specific composition, spatial distribution, and population dynamics of flatfish species in the shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. Hidrobiológica. 18(2): 193-202.
- Robertson, D. R., Allen G. R. (2002). Peces costeros del pacífico oriental tropical: un sistema de información. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Taylor, C. C. (1962). Growth equations with metabolic parameters. J. Conseil. 27(3): 270-286.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 9

Abascal-Monroy, I. M., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia<sup>1</sup>, J. E. Valdez-Holguín y C. Cervantes-Valle. 2012. Dinámica poblacional del pez guitarra (*Rhinobatos spp*), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California. 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. 169-186.

## CAPÍTULO 10

## Aspectos poblacionales del camarón mantis (Stomatopoda: *Squilla* spp) componente de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.

Edgar A. Arzola-Sotelo<sup>1,2</sup>, Juana López-Martínez<sup>1\*</sup>,  
Eloísa Herrera-Valdivia<sup>1</sup> y José E. Valdéz-Holguín<sup>2</sup>

### RESUMEN

El camarón mantis es un macrocrustáceo del orden de los estomatópodos, los cuales aparecen incidentalmente en la redes de arrastre como parte de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC). Esto ocurre durante la pesca de Peneidos que se lleva a cabo en la plataforma continental del Pacífico mexicano. En este trabajo se analizaron un total de 430 especímenes obtenidos de los cruceros de veda del 2007 y 2008 en el Golfo de California (GC) en un intervalo de profundidad de 13.5-67.5 m.

Los objetivos del trabajo fueron estimar el crecimiento individual promedio mediante métodos basados en tallas ajustando al modelo de von Bertalanffy, así como de ubicar áreas de distribución latitudinal, batimétrica y de abundancias relativas de cada especie encontrada. Se identificaron tres especies de un mismo género, *Squilla mantoidea*, *S. bigelowi* y *S. panamensis*, siendo las primeras dos las más abundantes y con amplia distribución, las cuales se encontraron mayormente en la parte norte del GC. Se reporta la ampliación del rango de distribución latitudinal de dos especies de

**Palabras clave:**  
Golfo de California  
Camarón mantis  
Crecimiento  
Distribución  
Abundancia

<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). Luis Donaldo Colosio s/n. CP. 83000. Hermosillo, Sonora, México

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

camarón mantis (*S. mantoidea* y *S. panamensis*). Los parámetros de crecimiento estimados fueron; en el 2007 para *S. mantoidea* ( $L_{\infty} = 227$  mm,  $k = 0.81$ , Longevidad = 3.7 años), *S. bigelowi* ( $L_{\infty} = 160$  mm,  $k = 0.89$ , Longevidad = 3.2 años), *S. panamensis* ( $L_{\infty} = 180$  mm,  $k = 0.93$ , Longevidad = 3.3 años). En el año 2008 para *S. mantoidea* ( $L_{\infty} = 228$  mm,  $k = 0.80$ , Longevidad = 3.7 años), *S. bigelowi* ( $L_{\infty} = 161$  mm,  $k = 0.91$ , Longevidad = 3.3 años), *S. panamensis* ( $L_{\infty} = 178$  mm,  $k = 0.90$ , Longevidad = 3.3 años). La especie *S. mantoidea* es la que alcanza las mayores tallas así como también una mayor longevidad y la segunda más abundante seguida de *S. bigelowi*.

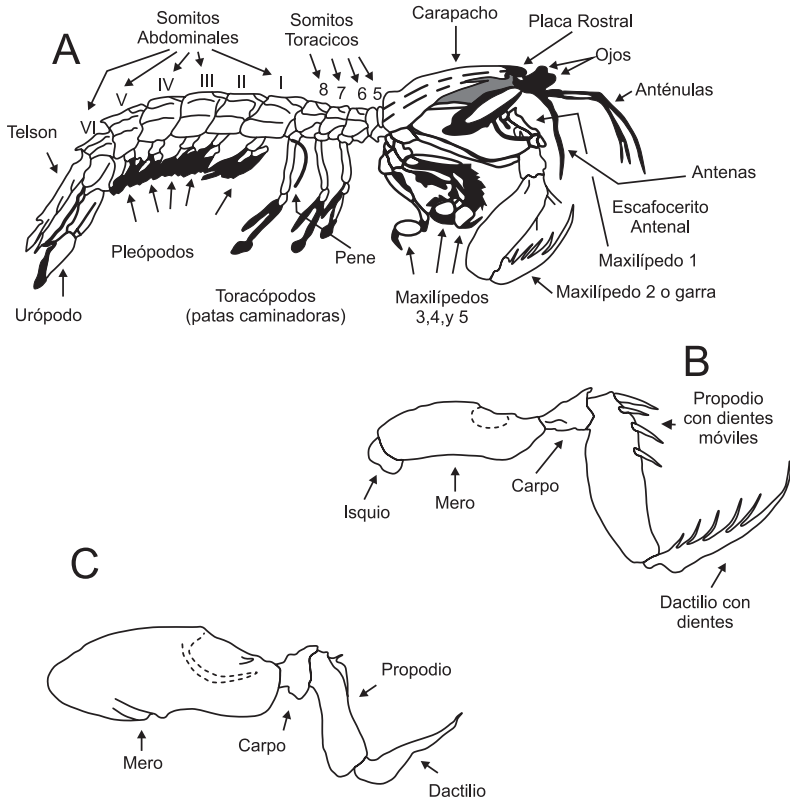
## INTRODUCCIÓN

La pesquería de camarón en el Golfo de California va orientada hacia las tallas comerciales de peneidos, los barcos utilizan redes de arrastre para la captura de las especies objetivo de la actividad. Entre las especies más importantes en términos económicos dentro de esta pesquería, se encuentran el camarón azul *Litopenaeus stylirostris*, camarón café *Farfantepenaeus californiensis* y el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, además del camarón rojo *F. brevisrostris* en el Pacífico mexicano (Lluch-Cota *et al.* 2006).

La problemática del arte de pesca que se utiliza, radica en que no es selectiva de las especies objetivo solamente, ya que estas traen consigo gran cantidad de fauna de acompañamiento del camarón (FAC). Son muchas las especies de peces, crustáceos, moluscos y equinodermos que forman parte de la fauna incidental y que son grupos zoológicos que comparten de alguna manera el ambiente del fondo marino donde se hacen los arrastres (Grande-Vidal y Díaz-López 1981). La relación FAC-camarón extraída está en proporción de 10 a 1 kg en promedio (Yañez y Sánchez 1988), esto dependiente de los factores espacio y tiempo durante la actividad de pesca.

Dentro de la FAC aparece un grupo de crustáceos bentónicos, que pertenecen a un orden todavía vivo de Hoplocáridos, los estomatópodos (Hendrickx 1995). Estos organismos son llamados comúnmente camarón mantis, galeras, esquilas o catalinas de mar. Son animales cuya característica anatómica más sobresaliente es un par de garras desplegadas hacia la parte anterior del cuerpo, las cuales varían morfológicamente según la especie y dependiente del tipo de presa preferente (Dingle y Caldwell 1978) (fig. 1).

Los camarones mantis inciden frecuentemente en las redes de arrastre camaroneras (peneidos) siendo en muchas ocasiones abundantes. Se ha mencionado que dentro de este grupo de crustáceos, podrían representar un recurso explotable varias especies que comparten un nivel batimétrico en el Golfo de California (Hendrickx y Salgado-Barragán 1991). A pesar de esto, el camarón mantis es descartado y devuelto al mar como parte de la FAC que no se aprovecha.



**Figura 1.** Morfología general de un estomatópodo (Tomado de Dingle y Caldwell 1978).

Esto se debe principalmente al desconocimiento de la biología de estos organismos de manera regional, prejuicios, tradiciones y costumbres (Hendrickx 1995), ya que realmente este recurso es explotado comercialmente en países desarrollados de Europa (Piccinetti y Piccinetti-Manfrin 1971, Do Chi 1975b, Abelló y Sarda 1989, Martín 1991, Galil y Zenetos 2002) y el Sudeste de Asia.

En el Golfo de California de forma general, existe desconocimiento

de las especies que conforman la FAC, en cuanto a cuestiones de biología, dinámica y estructura poblacional. Debido a esto hay la necesidad de realizar estudios afines, ya que con ellos se puede evaluar el estado de salud de las poblaciones, para poder tomar decisiones o simplemente generar información base que sustente estudios posteriores sobre ecología, conservación y pesquerías.

Por lo anterior, se presentan en este trabajo algunos aspectos poblacionales de las especies de camarón mantis que inciden en las redes de arrastre en el Golfo de California. Con ello se pretende establecer algunas bases biológicas aún desconocidas de estos organismos en esta parte del Pacífico mexicano, que sirvan en un futuro para evaluar si son especies que puedan estar sometidas a estudios con relevancia pesquera o de cualquier otra índole.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras fueron obtenidas de dos cruceros de veda de camarón (julio-agosto de 2007 y 2008) en el Golfo de California, realizados por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). Como parte del proyecto camarón del Pacífico y del monitoreo del mismo se siguieron una serie de estaciones preestablecidas en el litoral sonorenses y parte de la costa de Baja California, las cuales incluyeron la mayor parte de las zonas comunes de pesca (caladeros) (fig. 2).

Durante cada lance se tomaron datos propios del mismo, como fecha, hora, posición geográfica, profundidad y velocidad de arrastre. Las muestras consistieron de 20 kg de la captura total en cubierta por lance, procurando que fuera lo más homogénea posible, se etiquetaron y congelaron para posterior transporte al laboratorio. En el laboratorio de pesquerías del CIBNOR, unidad Guaymas, las muestras de FAC se separaron por grupos para las identificaciones. En particular para la identificación taxonómica del grupo de los estomatópodos, se usaron las claves de la guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca en el Pacífico centro-oriental (Fischer *et al.* 2004). Posteriormente, se hizo el muestreo biológico, consistente en la toma de longitudes, peso y sexado de cada especie identificada. Se generó una base de datos tanto en campo como en laboratorio para los análisis subsiguientes. Con la finalidad de ubicar áreas de mayor distribución y abundancias



relativas, se realizaron mapas. Se obtuvo la distribución batimétrica en estratos de 5 brazas, para así poder obtener gráficos ó isolíneas que describieran las cantidades porcentuales de aparición de las

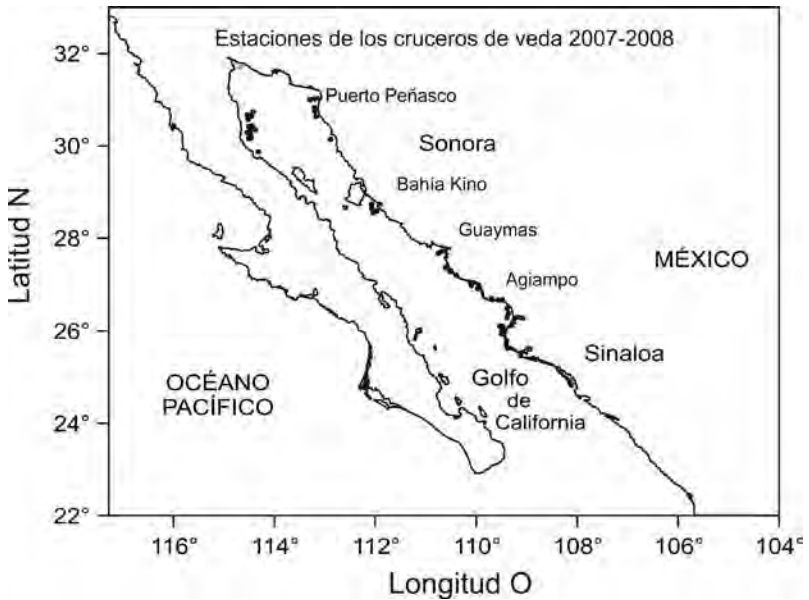


Figura 2. Derrotero de muestreo en el Golfo de California durante los cruceros de veda de 2007 y 2008.

diferentes especies en los estratos de profundidad marcados. Para expresar la frecuencia de aparición de las especies en las estaciones muestreadas, se utilizó la ecuación de Zabi (1984):

$$F = N_i / N_t \quad (1)$$

donde:  $N_i$  es el número de estaciones en donde la especie  $i$  está presente y  $N_t$  es el número total de estaciones.

Se obtuvieron las relaciones biométricas longitud total vs peso total de las especies de camarón mantis a través de un análisis de regresión no lineal, con el método de los mínimos cuadrados y como criterio de ajuste el coeficiente de determinación.

$$W = aL^b \quad (2)$$

donde:  $W$  es el peso del organismo en gr,  $L$  es la longitud del organismo en mm,  $a$  y  $b$  son los parámetros de la relación longitud-peso.

Se obtuvieron las estructuras de tallas presentes en las capturas, agrupando los datos de longitud total en intervalos de 5 mm. Después de eso se utilizó el método de Bhattacharya (1967) para

separar las distribuciones normales que representan las cohortes en la distribución de frecuencias total. Para separar los grupos modales presentes, se utilizó el método de máxima verosimilitud NORMSEP (Pauly y Caddy 1985). Los parámetros de crecimiento fueron obtenidos a través de métodos basados en tallas con el software FiSat II de la FAO (Gayanilo 1995). El coeficiente instantáneo de crecimiento ( $k$ ) fue estimado a través de los métodos; New Shepherd's Length Composition Analysis, NSLCA (Shepherd 1987, Pauly y Arreguín-Sánchez 1995) y Electronic Length Frequency Analysis, ELEFAN I (Pauly y David 1981, Pauly 1987). Para la determinación de la longitud asintótica  $L_{\infty}$  se utilizó el método de Powell (1979) y Wetherall *et al.* (1987). Para determinar la  $t_0$  (edad a una talla 0) se utilizó la ecuación Pauly (1980):

$$t_0 = 1 * 10^{\left[ -0.3922 - (0.2752 * \log L_{\infty}) - (1.038 k * \log K) \right]} \quad (3)$$

Para estimar el crecimiento de las especies de camarón mantis, se utilizaron los valores semilla ( $k$ ,  $L_{\infty}$  y  $t_0$ ) obtenidos, esto para ajustar el crecimiento al modelo de von Bertalanffy, suponiendo que el camarón mantis crece siguiendo los supuestos del modelo, la cual tiene la función:

$$L_t = L_{\infty} \left[ 1 - e^{-k(t-t_0)} \right] \quad (4)$$

donde:  $L_t$  es la longitud a una edad  $t$ ;  $L_{\infty}$  es la longitud asintótica,  $k$  es el coeficiente de crecimiento (en base anual) y  $t_0$  es el tiempo hipotético donde el organismo tiene una edad cero.

Con el fin de comparar las formas en que se comportó el crecimiento de las especies de camarón mantis, se calculó el índice de funcionamiento de crecimiento  $\Phi'$  prima ( $\Phi'$ ). Con el supuesto que los valores obtenidos de  $\Phi'$  son semejantes entre especies que son taxonómicamente cercanas, esto se realizó utilizando la ecuación de Pauly y Munro (1984):

$$\Phi' = \text{Log}_{10}(K) + 2 \text{Log}_{10}(L_{\infty}) \quad (5)$$

Para determinar la longevidad de las especies se utilizó la ecuación propuesta por Taylor (1962). Basados en que se ha encontrado que el parámetro de curvatura de von Bertalanffy  $k$  se relaciona con la longevidad de los organismos de simetría bilateral (Taylor 1962,

Beverton 1963) la ecuación en mención se expresa de la siguiente manera:

$$t_{\max} = 3/K + t_0 \quad (6)$$

donde:  $t_{\max}$  es la edad máxima que alcanza un organismo (longevidad),  $k$  es el coeficiente de crecimiento y  $t_0$  es la edad inicial a una talla cero.

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 430 organismos en ambos cruceros de veda, 86 en el 2007 y 344 en el 2008. De los cuales se identificaron un total de tres especies de un mismo género: *Squilla bigelowi*, *S. mantoidea* y *S. panamensis*. Las proporciones de especies por crucero de veda se presentan en la Tabla 1.

La frecuencia de aparición de las especies de camarón mantis por

**Tabla 1.** Proporción de especies de estomatópodos durante el crucero de 2007 y 2008.

Especie	CCV07	% 2007	CCV08	% 2008	Total	% Total
<i>S. bigelowi</i>	40	46.51	179	52.03	219	50.93
<i>S. mantoidea</i>	38	44.18	126	36.62	164	38.13
<i>S. panamensis</i>	8	9.30	39	11.33	47	10.93

\*CCV07=crucero camaron veda 2007; \*CCV08=crucero camarón veda 2008

**Tabla 2.** Frecuencia de aparición de las especies de estomatópodos durante los cruceros de 2007 y 2008.

Especie	Lances totales		Lances de aparición		F		F %	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
<i>S. bigelowi</i>	68	70	6	13	0.08	0.18	8.8	18.5
<i>S. mantoidea</i>	68	70	10	13	0.14	0.18	14.7	18.5
<i>S. panamensis</i>	68	70	2	7	0.03	0.10	2.9	10.0

año de crucero de veda se muestran en la Tabla 2.

Las especies de camarón mantis *S. bigelowi* y *S. mantoidea* se distribuyeron en la mayor parte de la zona de estudio, no así la especie *S. panamensis* la cual se presentó de manera puntual en los dos cruceros de veda. Se muestran a continuación los mapas de distribución y las abundancias relativas representadas en forma porcentual para cada zona y especie en ambos cruceros de veda (2007 y 2008) (fig. 3).

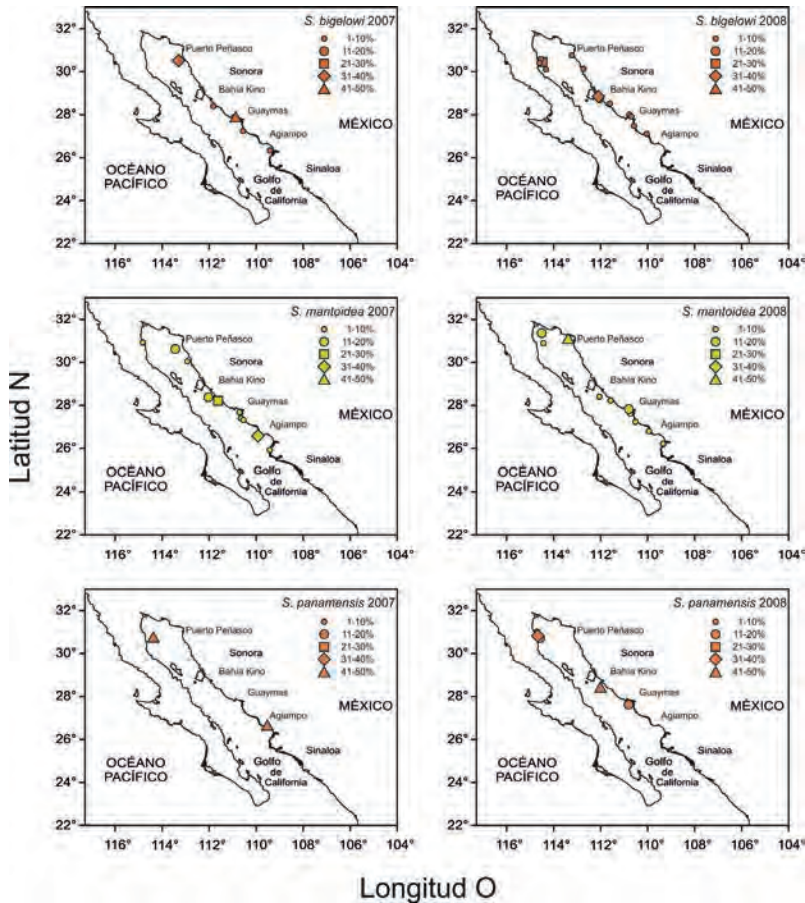
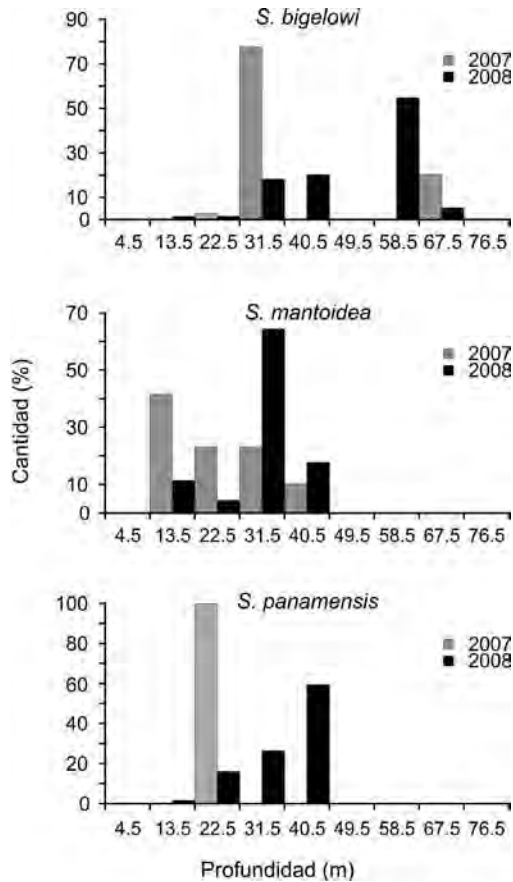


Figura 3. Mapas de distribución y abundancia relativa de las especies de estomatópodos durante los cruceros de 2007 y 2008.

El intervalo batimétrico al cual se hicieron los arrastres en el Golfo de California, comprendió de los 4.5 a 76.5 m de profundidad. La distribución vertical de cada una de las especies de camarón mantis fue variable y los datos que se muestran, se limitan al intervalo muestreado. El género *Squilla* en este estudio, comparte un área de distribución batimétrica que comprende de los 13.5 a 67.5 m, esto de forma general para ambos años de crucero de veda (fig. 4).

La relación longitud total vs peso total en las especies de camarón mantis presentes en ambos cruceros de veda, mostraron un claro ajuste al modelo potencial aplicado, reflejando que estos organismos crecen de forma isométrica, es decir, un aumento en el peso (gr) a cada aumento en la longitud (mm) (fig. 5).



**Figura 4.** Distribución batimétrica de las especies de estomatópodos durante los cruceros de 2007 y 2008.

Las tallas de las tres especies de camarón mantis presentes en ambos cruceros de veda, reflejaron integrantes de las mayorías de las tallas y se mostraron las máximas alcanzables reportadas para cada especie (fig. 6).

En cuanto a los grupos modales, se obtuvieron más para el año 2008 en comparación al 2007, dado a las diferentes cantidades de organismos analizadas entre ambos cruceros (Tabla 3 y 4).

Los parámetros de crecimiento de las especies de camarón mantis en ambos años de crucero, mostraron a las especies que alcanzan las mayores tallas y resultaron ser más longevas en este estudio (Tabla 5). Las curvas de crecimiento obtenidas de las tres especies, se ajustaron al modelo de von Bertalanffy. En ellas presentan un crecimiento acelerado en los primeros estadios de

ASPECTOS POBLACIONALES DE *SQUILLA SPP*

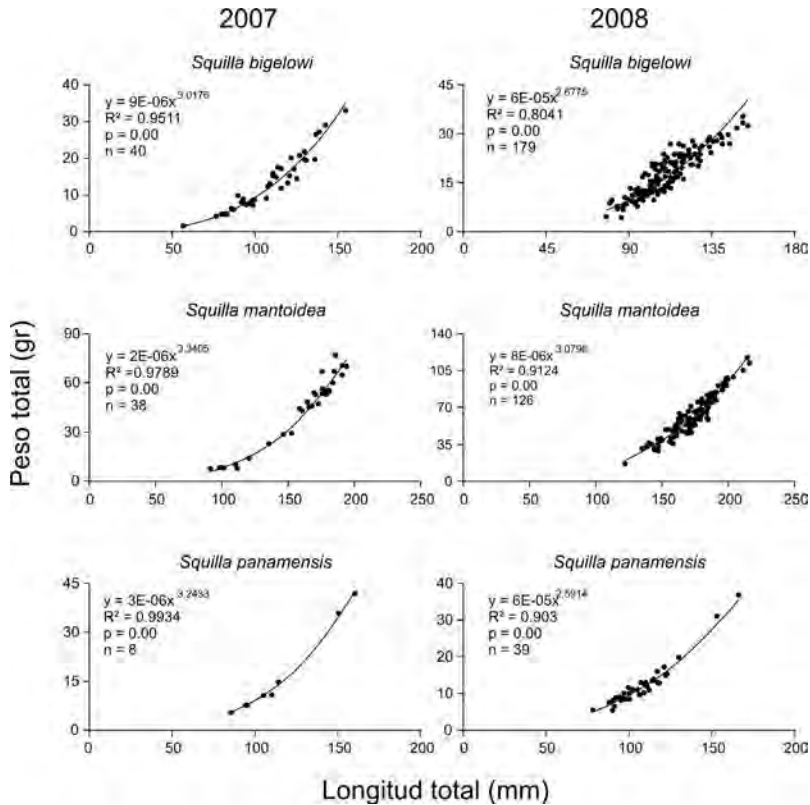


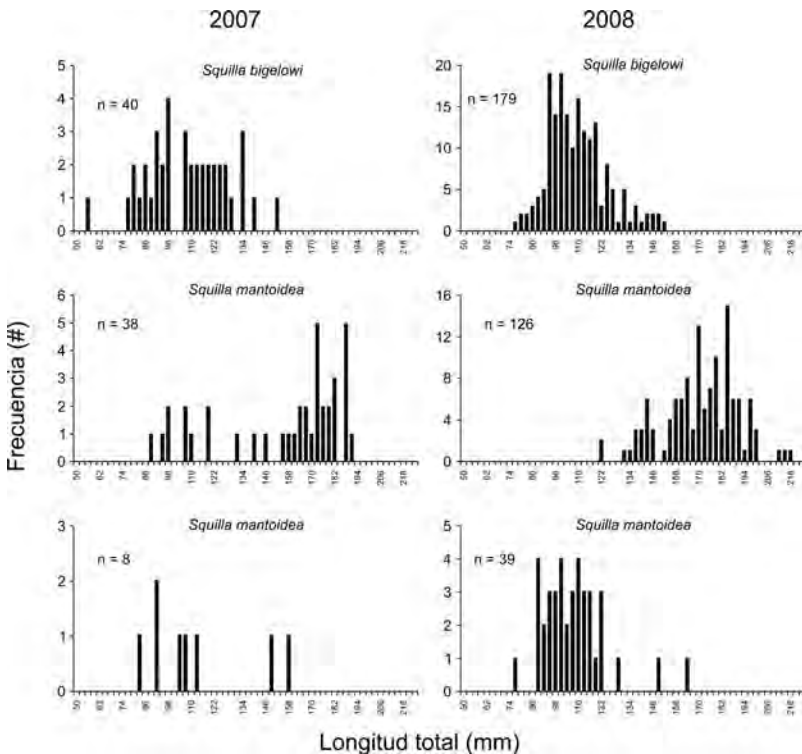
Figura. 5. Relaciones biométricas de las especies de estomatópodos durante los cruces de 2007 y 2008.

Tabla 3. Grupos modales de las poblaciones de estomatópodos durante los cruces de 2007.

Especie	Grupo	Media aprox.	Media estimada	Desviación estándar	Tamaño de la muestra	Índice de separación
<i>S. bigelowi</i>	1	79.5	57.0	1.50	1.0	n. a.
	2	93.5	90.7	7.24	15.0	7.72
	3	106.5	108.9	1.50	2.7	4.16
	4	121.4	124.4	13.40	21.3	2.08
<i>S. mantoidea</i>	1	104.5	104.5	5.70	6.0	n. a
	2	166.0	166.0	5.70	9.0	10.79
	3	185.6	185.6	3.83	11.0	4.10

**Tabla 4.** Grupos modales de las poblaciones de estomatópodos durante los cruceros de 2008.

Especie	Grupo	Media aprox.	Media estimada	Desviación estándar	Tamaño de la muestra	Índice de separación
<i>S. bigelowi</i>	1	81.5	83.2	3.86	8.2	0.00
	2	100.3	98.7	4.98	76.6	3.50
	3	117.9	113.6	5.47	65.3	2.84
	4	123.9	126.1	1.56	10.4	3.55
	5	140.0	135.9	4.09	11.2	3.46
	6	148.7	149.5	3.54	7.3	3.54
<i>S. mantoidea</i>	1	144.7	144.8	4.38	18.0	n.a
	2	160.6	160.6	4.67	30.0	3.51
	3	176.9	172.9	3.39	27.0	4.05
	4	198.5	198.5	2.50	11.0	7.35
<i>S. panamensis</i>	1	87.5	89.5	1.50	3.4	0.00
	2	98.7	106.2	11.19	33.6	2.62
	3	111.8	159.5	7.52	1.9	5.69



**Figura 6.** Estructura de tallas las especies de estomatópodos durante los cruceros de 2007 y 2008.



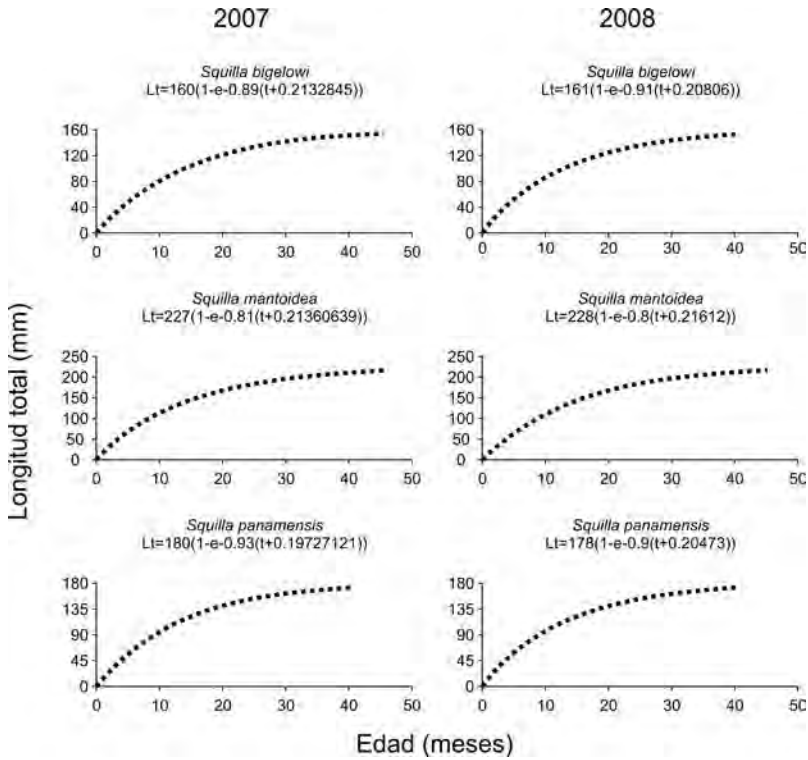


Figura 7. Curvas de crecimiento de las especies de estomatópodos durante los cruceros de 2007 y 2008.

Tabla 5. Parámetros de crecimiento de estomatópodos durante los cruceros de 2007 y 2008.

Especie	K		L <sub>∞</sub> (mm)		t <sub>0</sub>		Longevidad 3/K (edad en años)		Ø'	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
<i>S. bigelowi</i>	0.89	0.91	160	161	-0.21	-0.21	3.3	3.3	2.36	2.37
<i>S. mantoidea</i>	0.81	0.80	227	228	0.21	-0.21	3.7	3.7	2.62	2.62
<i>S. panamensis</i>	0.93	0.90	180	178	0.19	-0.20	3.2	3.3	2.48	2.47

vida, esta velocidad se va moderando a medida que se acercan a la longitud máxima alcanzable. Las curvas de crecimiento presentaron un patrón muy semejante en las tres especies de camarón mantis (fig. 7).

Se presenta de forma comparativa el crecimiento de las especies de camarón mantis que ocurrieron en los cruceros de veda del 2007



y 2008 en el Golfo de California (fig. 8). Los mayores valores en longitud máxima alcanzable y longevidad fueron para *S. mantoidea*, seguida de *S. panamensis* y *S. bigelowi* con valores muy similares.

Los valores de phi prima obtenidos de forma general para ambos años de crucero de veda (2007 y 2008), fueron para *S. bigelowi*  $\phi' = 2.24$ , *S. mantoidea*  $\phi' = 2.03$  y *S. panamensis*  $\phi' = 2.11$ . Los valores dados por este índice nos indica que la especie *S. mantoidea* creció más rápido, seguida de *S. bigelowi* y *S. panamensis*. A pesar de las diferencias reflejadas en los valores de  $\phi'$  para cada especie, se notó que estos fueron muy cercanos entre sí (fig. 9).

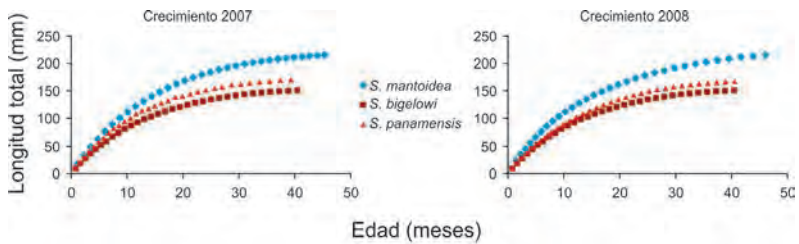


Figura 8. Comparación de las curvas de crecimiento de las especies de estomatópodos durante los cruceros: a) 2007 y b) 2008.

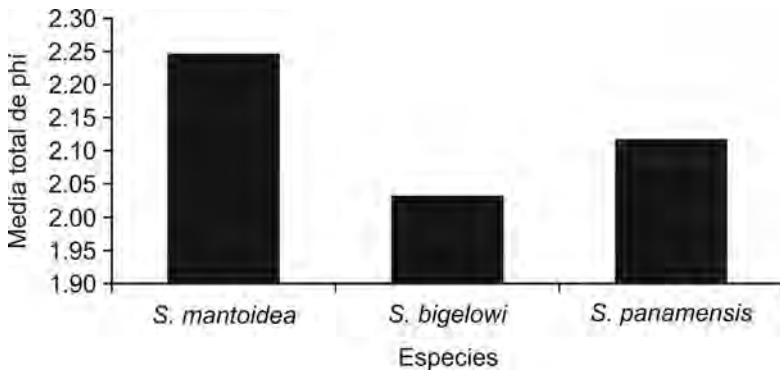


Figura 9. Anomalías de crecimiento de las especies de estomatópodos durante los cruceros 2007 y 2008.

## DISCUSIÓN

De las 8 especies del género *Squilla* presentes en el Golfo de California (Hendrickx 1995), en este trabajo se encontraron solamente tres especies. Esto se pudo haber dado a que el muestreo fue realizado dentro de un intervalo latitudinal y batimétrico previamente establecido. Siendo así, se pudieron descartar especies que se distribuyen en zonas más sureñas y profundas. A pesar de esto, las especies que aparecieron para ambos años de crucero, son las especies dominantes dentro del Golfo de California (Hendrickx y Salgado-Barragán 1991). De las tres especies encontradas, *S. bigelowi* fue la que se presentó en mayores cantidades y en la mayor parte del área de estudio. Esto es de esperarse para una especie que presenta una distribución esencialmente dentro del Golfo de California (Hendrickx y Sánchez-Vargas 2005). Es importante señalar que las especies *S. mantoidea* y *S. panamensis* presentaron una ampliación en el intervalo de distribución latitudinal, encontrándose en zonas del alto Golfo de California, a diferencia de lo reportado por Hendrickx y Salgado-Barragán (1991). Esta ampliación en la distribución en el Golfo de California se puede estar dando precisamente en las zonas comunes de pesca, ya que son áreas donde la FAC devuelta al mar puede estar representando nuevas zonas de alimentación para el género *Squilla* (Hendrickx y Sánchez-Vargas 2005). En cuanto a la distribución batimétrica en ambos años, aunque se encontraron como género en un mismo intervalo (13.5-67.5 m), en el 2008 a diferencia del 2007, se presentaron en zonas más profundas. Esto se pudo haber dado debido a que el 2007 fue un año "El niño", provocando una migración vertical de las especies posiblemente asociado a la supervivencia (Yañez *et. al.* 2003). Lo cual puede estar indicando un retorno de las especies de *Squilla* a zonas naturales de distribución vertical en el segundo año de estudio. En cuanto a las tallas, se presentaron las máximas reportadas para cada especie. Los datos de tallas se sujetan a la red utilizada (luz de malla 2 ¼ pulg.) en el estudio. Esto no descarta la posibilidad de que en el medio marino, puedan existir tallas mayores o menores a las capturadas por esta red. En cuanto a las relaciones biométricas obtenidas, la especie *S. mantoidea* es la que alcanza los mayores pesos y longitudes totales. Estos valores son muy cercanos a los que presenta *Squilla*

*mantis* del Mar Mediterráneo y que es actualmente aprovechada comercialmente (Maynou *et. al.* 2005). Con ello, se puede asumir que la especie *S. mantoidea* podría ser sujeta a estudios pesqueros en algún momento. Los valores de los parámetros de crecimiento obtenidos, se asemejan de forma importante a los presentados también por la especie *S. mantis*. El género *Squilla* en el Golfo de California, presenta valores bajos en  $k$  y altos en  $L_{\infty}$ . Lo cual indica un crecimiento moderado, alcanzando longevidades que van de los 3.3 a 3.7 años de vida según la especie. Aunque estos son los primeros datos de crecimiento que se presentan en el género *Squilla* para el Golfo de California, es necesario estimar los parámetros restantes durante un periodo más amplio de estudio, para así comprender mejor la dinámica poblacional de estas especies. En cuanto a los aspectos de distribución latitudinal y batimétrica, se sugiere trabajar con datos ambientales, como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y sedimentología del fondo, para determinar las preferencias de hábitat de las especies en el área de estudio. Ecológicamente, también sería importante hacer estudios sobre artes de pesca alternos, tratando de ubicar uno que sea dirigido a las especies de camarón mantis (redes o trampas con carnada).

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR Unidad, Sonora), específicamente al proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-002-089 y Proyecto EP12 CIBNOR. Al Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) por proporcionar las facilidades en la obtención del material e información de campo analizado, con los cruceros de veda realizados en conjunto con el CIBNOR. Se agradece a la Universidad de Sonora, en particular al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (DICTUS). Se agradece al laboratorio de Pesquerías del CIBNOR Unidad Guaymas.

## REFERENCIAS

- Abelló, P., Martín, P. (1993). Fishery dynamics of the Mantis Shrimp *Squilla mantis* (Crustacea: Stomatopoda) population off the Ebro delta (North-Western Mediterranean). *Fish. Res.* 16: 131-145.
- Abelló, P., Sardá, F. (1989). Some observations on the Biology and fishery of *Squilla mantis* L. in the Catalan area (NW Mediterranean). In: Ferrero E.A. (ed.),

ASPECTOS POBLACIONALES DE *SQUILLA SPP*

- Biology of Stomatopods. pp. 229-239.
- Bhattacharya, C. G. (1967). A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*. 23: 15-135.
- Caldwell B., Dingle, H. (1976). Stomatopods. *Sci. Am.* 23: 80-89.
- Chi T. Do., Do Chi, B. C., Baleux, B. (1976). Étude de la maturation ovarienne chez *Squilla mantis* (L.) (Crustacea:Stomatopoda). Analyse des données expérimentales par la méthode factorielle en composantes principales. *J. Exper. Mar. Biol. Ecol.* 21(2): 159-168.
- Dingle, H., Caldwell, R. L. (1978). Ecology and morphology of feeding and agonistic behavior in mudflat Stomatopods (Squillidae). *Biol. Bull.* 155:134-149.
- Do Chi, T. (1975a). Biométrique de la reproduction de *Squilla mantis* (L.) (Crustacé Stomatopode) dans le golfe d' Aigues-Mortes (Méditerranée noroccidentale). *Pubbl. Staz. Zool. Napoli.* 39 (suppl.): 114-139.
- Do Chi, T. (1975b). Analyse biométrique de la structure d'âge et données préliminaires sur le cycle biologique benthique de *Squilla mantis* (Crustacea Stomatopoda) dans le nord du Golfe du Lion. *C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci. Paris.* 280: 1729-1732.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K., Niem, V. H. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental. Roma, Italia.
- Galil, B. S., Zenetos, A. (2002). A sea of change - Exotics in the eastern Mediterranean. In: E. Leppakoski, S. Gollasch, S. Olenin, (eds.), *Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management*.
- Gayanilo, F. C., Sparre, P., Pauly, D. (1995). The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (Fisat). FAO Roma. 126 p.
- Grande-Vidal, J. M., Díaz-López, M. L. (1981). Situación actual y perspectivas de utilización de la fauna de acompañamiento del camarón en México. *Cienc. Pesq.* 1 (2): 43-55.
- Hendrickx, M. E. (1995). Estomatópodos. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico centro-oriental.
- Hendrickx, M. E., Salgado-Barragán, J. (1989). Ecology and fishery of stomatopods in the Gulf of California. In: E.A. Ferrero (ed.), *Biology of Stomatopods*. Collana UZI: Selected Symposia and Monographs, Mucchi Editore, Modena (Italy). pp. 241-249.
- Hendrickx, M. E., Salgado-Barragán, J. (1991). Los Estomatópodos (Crustacea: Hopoclarida) del Pacífico mexicano. *Inst. Cien. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp.* 10:1-200.
- Hendrickx, M. E., Sánchez-Vargas, P. (2005). Estomatópodos del género *Squilla* (Hopoclarida: Stomatopoda: Squillidae) recolectados frente a la costa de Sinaloa, en el SE del Golfo de California, México, en los cruceros CEEMEX C1-C2-C3. *Ciencias Marinas. Univ. Autón. de B.C. Méx.* pp. 31-41.
- Lluch-Cota, D. B., Hernández-Vázquez, S., Balart-Páez, E. F., Beltrán-Morales, L. F., del Monte-Luna, P., González-Becerril, A., Lluch-Cota, S. E., Navarrete-del Proó, A. F., Ponce-Díaz, G., Salinas-Zavala, C. A., López-Martínez, J., Ortega-García, S. (2006). Desarrollo Sustentable de la Pesca en México: Orientaciones Estratégicas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste / Senado de

la República.

- Martín, P. (1991). La pesca en Cataluña y Valencia (NO Mediterráneo): análisis de las series históricas de captura y esfuerzo. *Inf. Téc. Sci. mar.* 162: 1-43.
- Maynou, F., Abelló, P., Sartor, P. (2005). A review of the fisheries biology of the mantis shrimp, *Squilla mantis* (L., 1758) (Stomatopoda, Squillidae) in the Mediterranean. *Crustaceana*. 77 (9): 1081-1099.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons.* 39(2): 175-192
- Pauly, D. (1987). A review of the ELEFAN system for the analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conf Proc.* 13: 7-34
- Pauly, D., Munro, L. (1984). Once more on growth comparison in fish and vertebrates. *Fishbyte*. 2: 1-21.
- Pauly, D., David, N. (1981). ELEFAN I. a basic program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. *Meeresforsch.* 28(4): 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, B. J. Rothschild, (eds.), *Penaeid shrimps their biology and management*. Fishing News Books Ltd.
- Pauly, D., Arreguín-Sánchez, F. (1995). Improving Shepherd's length composition analysis (SLCA) Method for Growth parameter estimations. *NAGA ICLARM Q.* 18(4): 31-33.
- Piccinetti, C., Piccinetti-Manfrin, G. (1970). Prime osservazioni sull'alimentazione di *Squilla mantis* L. *Note Lab. Biol. Mar. e Pesca. Fano.* 3 (10): 249-263.
- Powell, D. G. (1979). Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. *Rapp. P. v. Reun. CIEM.* 175: 167-169
- Shepherd, J. G. (1987). A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p.113-119. In: Pauly D., Morgan G. R. (eds.), *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 468 p.
- Wetherall, J. A., Polovina, J. J., Ralston, S. (1987). Estimating growth and mortality in steady-state fish stocks from length-frequency data. *ICLARM Conf. Proc.* (13): 53-74.
- Yáñez-Arancibia, A., Sánchez-Gil, P. (1988). *Ecología de los recursos demersales marinos: Fundamentos en costas tropicales*. AGT Editores. México, D.F. 228 p.
- Zabi, S. G. (1984). Role de la biomase dans la determination de l'importance value pour la mise en evidence des unites de peuplements benthiques en lagune Ebre (Cote D'Ivoire). *Centre de Recherches Oceanographiques.* 15(1,2): 55-87.

**CITA DE CAPÍTULO 10**

Arzola-Sotelo, E. A, J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia<sup>1</sup> y J. E. Valdéz-Holguín. 2012. Aspectos poblacionales del camarón mantis (Stomatopoda: *Squilla* spp) componente de la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California. 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. 187-204.

## 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.

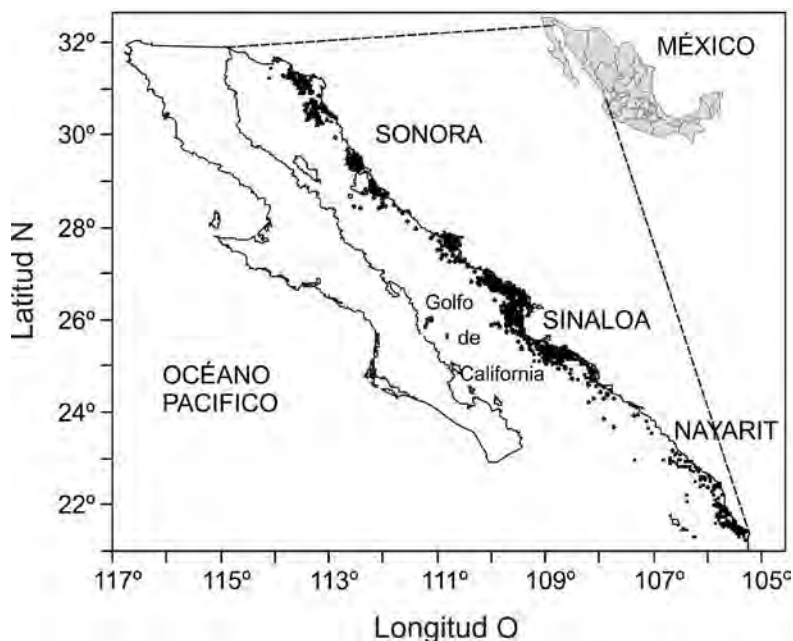
## MATERIAL Y MÉTODOS

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).

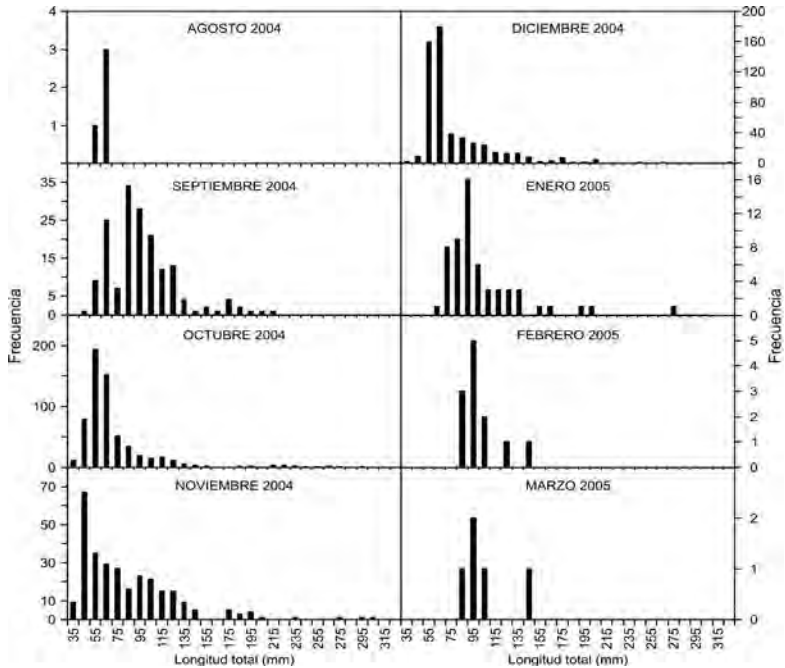


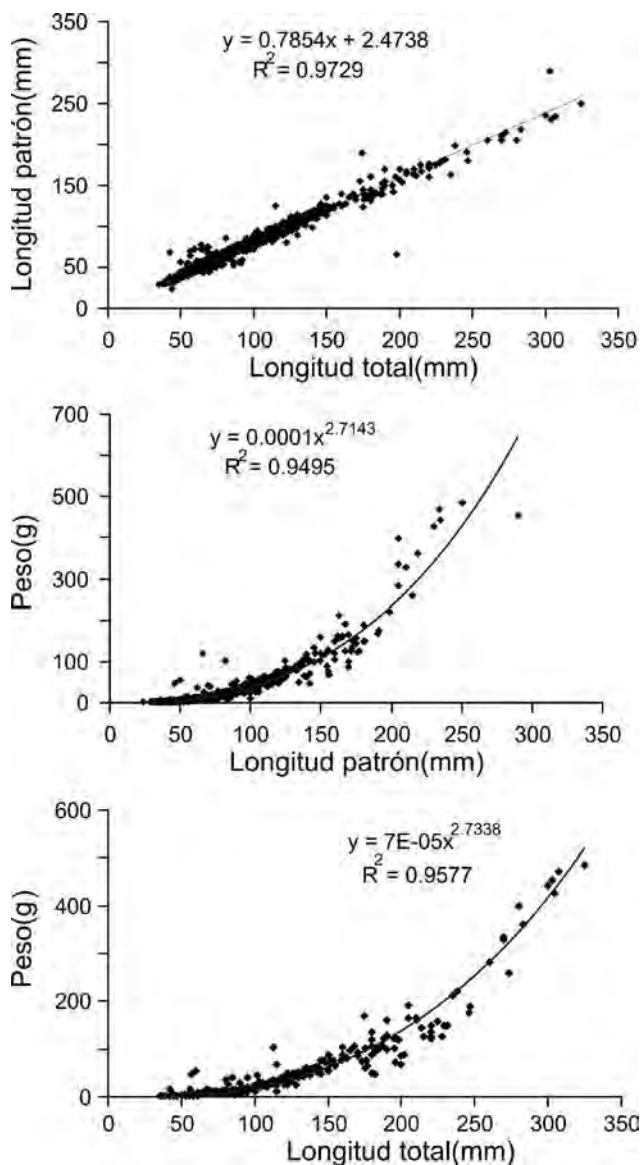
Figura 2. Estructura de tallas de *B. polylepis* presente en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.

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.



**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.

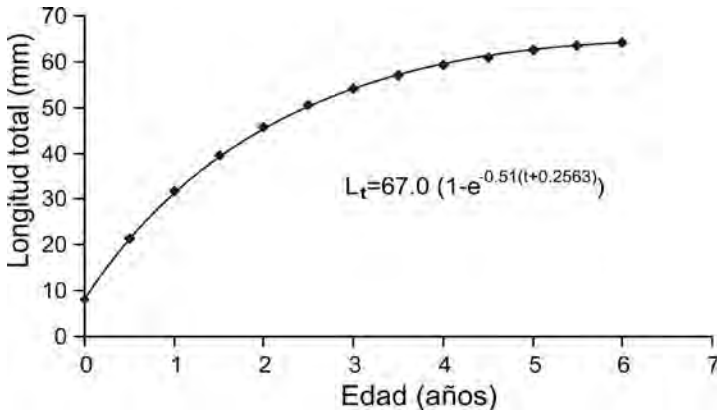


Figura 4. Curva de crecimiento ajustada al modelo de von Bertalanffy de *B. polylepis* presente en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California.

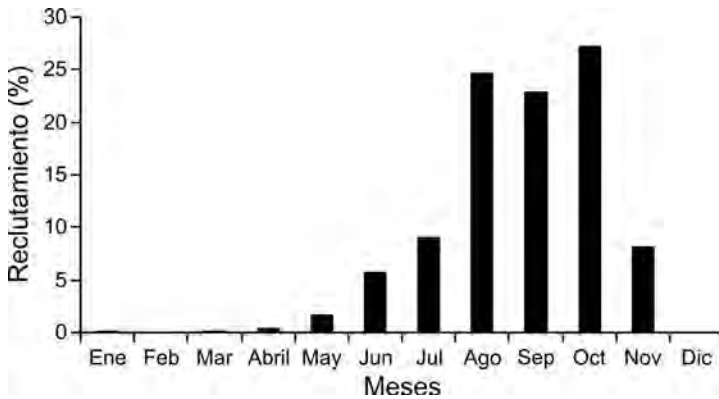


Figura 5. Patrón de reclutamiento de *B. polylepis* presente en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California

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, LL. 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. 217-240.



## CAPÍTULO 12

**Estudios genéticos de  
algunas especies recurrentes en la fauna  
de acompañamiento del camarón  
en el Golfo de California: el chupalodo  
*Porichthys analis*  
(Hubbs y Schultz, 1939).**

Oscar González-Ochoa, Delia Irene Rojas-Posadas y  
Norma Y. Hernández-Saavedra\*

**RESUMEN**

El término biodiversidad implica varias escalas biológicas cuya evaluación es complicada. Esta diversidad es aprovechada a través de la pesca, que genera alteraciones a los ecosistemas y probablemente evolución inducida por la selectividad.

**Palabras clave:**  
Diversidad genética  
Chupalodo  
Variabilidad genética  
FAC  
Golfo de California

Dada la importancia del Golfo de California y que el conocimiento de la variabilidad genética de las especies que lo habitan es incipiente, se propone evaluar su diversidad y las probables afecciones de la pesca, presentando como caso estudio el chupalodo *Porichthys analis*, que es una especie de la fauna de acompañamiento en la pesquería del camarón (FAC). Para ello, se tomaron muestras de la FAC de cruceros de investigación y de pesca comercial (2004-2005). Se realizó la identificación de las especies, se colectaron muestras de tejido muscular y se preservaron en alcohol (70%) hasta la extracción de ADN total, que se usó como templado en reacciones de amplificación mediante PCR. Se amplificaron regiones específicas del ADNmt: 16S, 467 pb; 12-16S, 2.400 pb. Los amplicones menores a 500 pb se secuenciaron y compararon con las bases de datos disponibles (Blast), mientras que los mayores fueron analizados

\*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: nhernan04@cibnor.mx

mediante RFLP, probando 11 endonucleasas. Se consideraron dos localidades: Lobos sujeta a pesca ( $n = 10$ ) y El Colorado, libre de pesca ( $n = 17$ ). Las estimaciones de diversidad derivadas de RFLPs (haplotípica: Lobos, 0.95; Colorado, 0.96; genotípica: Lobos 0.95, El Colorado 0.97), son ligeramente distintas de las obtenidas por secuenciación (haplotípica: Lobos 0.5, El Colorado 0.9; nucleotídica: Lobos 0.5, El Colorado 10.4). No obstante, el análisis AMOVA y de índice de fijación ( $F_{st} = 0.50$ ,  $P > 0.05$ ) no son significativos, ni tampoco prueba exacta de diferenciación poblacional ( $P = 0.01$ ). La especie no presentó una distinción genética entre las poblaciones.

## INTRODUCCIÓN

El término biodiversidad comprende cuatro escalas de variabilidad biológica: de genes, de especies, de ecosistemas y de paisaje (Féral 2002). No obstante, su evaluación en cualquiera de ellas resulta complicada. Por dicha razón, a pesar de lo poco representativo que pueda ser, se continúa utilizando el número de especies como indicador de biodiversidad, presentando los ambientes oceánicos una mayor biodiversidad que los dulceacuícolas o terrestres. De los 33 phyla reconocidos, 32 están presentes en el medio marino y 21 son exclusivamente marinos. Aunque albergan un mayor número de especies, el conocimiento que se tiene sobre la diversidad de las mismas es mucho menor que en las terrestres. Hasta el momento, se han descrito cerca de 250,000 especies marinas, a diferencia de los 1.7 millones de especies identificadas en ecosistemas terrestres (Figuroa 2005).

México cuenta con un extenso litoral de 11 mil kilómetros, además de los espacios marinos adyacentes a la costa (los mares territoriales y la zona económica exclusiva que abarca 2.9 millones de  $\text{km}^2$ ). Por su conformación geográfica, el país comprende cuatro mares regionales principales: océano Pacífico, Golfo de California, Golfo de México y Mar Caribe. Sus características fisiográficas, derivadas de la interacción de procesos geológicos, oceanográficos, la confluencia de aguas tropicales y templadas, hacen que la biodiversidad marina tanto en número de especies, como en diversidad y endemismos sea digna de mención (SEMARNAT 2001). Tan solo en el Golfo de California se distribuyen más de 5,500 especies, la mayoría de ellas en aguas someras o intermareales, dado que al igual que en otros países, en México se cuenta con mayor información de estos

ambientes marinos, mientras que la fauna de los mares profundos es casi desconocida, tanto en el hábitat bentónico como en el pelágico.

La biodiversidad oceánica, provee una gran variedad beneficios para el humano, es la principal fuente de alimento, turismo, transporte, cultura y recreación para más de 100 países (Cohen 1997). Así, las especies marinas de peces, moluscos y crustáceos, aportan alrededor del 16% del total del consumo de proteína a escala mundial. Desafortunadamente, al igual que otras actividades humanas; la pesca directa o indirectamente causa deterioro y pérdida de la biodiversidad marina.

#### *La pesca y sus efectos*

El efecto más evidente de la actividad pesquera es la mortalidad de las especies objetivo de la pesca. Ante los procesos de sobreexplotación frecuentemente se argumenta que al volverse los rendimientos incosteables por escasez del recurso, ocurre la extinción económica de la especie, mucho antes que la extinción biológica, permitiendo la recuperación de las poblaciones. Sin embargo, este precepto no aplica en especies de alto valor comercial y escasamente reguladas, pues su valor aumenta conforme escasean, incentivando así su captura; o en aquellas que forman parte de pesquerías multiespecíficas o de la fauna de acompañamiento, pues no son sujetas de evaluaciones rutinarias (Dulvy *et al.* 2003). Más complejo de evaluar resulta el daño a las especies de la fauna de acompañamiento que no son objetivo de la captura, y de aquellas afectadas indirectamente por las alteraciones que la pesca genera en la estructura y función de los ecosistemas marinos. De éste modo, las especies marinas no pueden considerarse menos propensas a la extinción basado en su elevadas abundancias, su alta fecundidad y la capacidad de dispersión en el ambiente marino, pues al menos para la fecundidad, no parece existir evidencia que les confiera mayor resiliencia ante las reducciones registradas en la abundancia para gran parte de ellas (Dulvy *et al.* 2003, Reynolds *et al.* 2005)

Las afecciones son variadas en intensidad y escala, dependiendo de las artes y métodos de pesca utilizados, las comunidades biológicas implicadas y la historia de vida de las especies involucradas (Alverson *et al.* 1994, Rochet *et al.* 2000, Hutchings y Bakun 2005). Dichos efectos en los ecosistemas marinos han sido ampliamente considerados (Rosenberg 2003) y señalados como el

primer indicador de deterioro de su estado de salud (Díaz de León *et al.* 2004). Comprenden cambios en la biomasa y productividad de la biota asociada; en la estructura del hábitat; en la diversidad y tipo de especies que componen un sistema; (Jenings y Kaiser 1998, Rosenberg 2003), la remoción de depredadores tope (Myers y Worm 2003), en la variedad de las poblaciones de una especie; y entre las más insospechadas, la evolución genética inducida por la fuerza selectiva de la pesca (Kuparinen y Merilä 2007, Hutchings y Fraser 2008, Heino y Dieckmann 2008).

Más del 70% de los recursos pesqueros mundiales explotados se encuentran en deterioro o sobre sus niveles máximos de aprovechamiento (FAO 2001, Díaz de León 2004). Ante esta situación, a partir de 1998 en México se ha iniciado la integración de los primeros diagnósticos científicos (INP 1998, INP 2000) que han sustentado a la Carta Nacional Pesquera 2000, 2004 y 2006 (SEMARNAT 2000, SAGARPA 2004, SAGARPA 2006). En ella, se presentan aspectos técnicos de las pesquerías a través de indicadores que explican el estado de salud de los recursos sujetos a explotación, de las medidas de control, manejo y las instituciones asociadas.

Aunque la producción pesquera de México se basa en 587 especies marinas conocidas de peces, crustáceos, moluscos, equinodermos (erizos) y algas, la mitad de la producción pesquera del país descansa básicamente en tres pesquerías: la de pelágicos menores (sardinias y anchovetas) que comprende la tercera parte; la de túnidos (atunes, barriletes y bonitos) y la de camarón (SAGARPA 2002). Los efectos negativos de la pesca sobre la biodiversidad se empiezan a documentar en México. Así, se han encontrado evidencias de disminución de niveles tróficos en el ecosistema del Golfo de California (Sala *et al.* 2003), y de problemas de sustentabilidad (Díaz de León 2004). Se han detectado grupos genéticos en algunas de las especies de peces comerciales cuya distribución comprende el Golfo de California como *Paralabrax maculatofasciatus* (Stepien *et al.*, 2001), *Albula* sp. (Pfeiler 1996), sugiriéndose incluso en algunos casos afecciones en la variabilidad genética asociada a la explotación (Varela-Romero y Grijalva-Chon, 2004).

*Estudios genéticos como una herramienta para determinar la estructura y salud de las poblaciones silvestres.*

En la búsqueda del aprovechamiento de los recursos a largo plazo,

se ha tratado de elucidar la estructura poblacional de las especies y las consecuencias de su explotación. Se han utilizado variaciones de la distribución y abundancia geográfica y temporal, de caracteres morfométricos y merísticos, inmunológicos, de historia de vida, entre otras. El advenimiento, diversificación, estandarización y reducción de costos de las técnicas moleculares ha permitido que sean utilizadas con éste propósito, tanto en pesquerías como en acciones de conservación (Shaklee y Currens 2003).

Los primeros estudios moleculares que se efectuaron para discernir la variación genética poblacional, comprendieron electroforesis de alozimas, detectando que en los teleósteos marinos la heterocigosis oscila del 0.0 en el eglefino, *Lophius litulus*, el rape blanco *L. piscatorius*, el *Liparis tanakae* y tres especies de cotídeos, a más del 17% en el pelágico paparda del Pacífico *Cololabis saira* y en el costero fúndulo *Fundulus heteroclitus* (Smith 1996). Como promedio para 106 especies marinas fue del 5.5% arrojando altos niveles para los clupeiformes, ateriniformes y pleuronectiformes; y bajos niveles los gadiformes y los escorpeniformes (Smith y Fujio 1982), así como los elasmobranquios (Smith 1986). Posteriormente se han empleado los marcadores directos del ADN más sensibles, que han puesto de manifiesto una estructura más compleja de las poblaciones (Smith 1996). No obstante, no son muy abundantes los estudios sobre la diversidad del ADNmt en las especies marinas y la mayor parte de las especies ensayadas tienen baja diversidad de secuencia intraespecífica (Ovenden 1990). La proporción de la diversidad genética debida a la subdivisión de las poblaciones se eleva de 1.6 % en las especies marinas hasta 3.7 % en los anádromos y al 29.4 % en las especies de agua dulce (Gyllensten 1985). De este modo, las poblaciones de especies marinas están menos diferenciadas genéticamente que las especies de agua dulce, incluso cuando se estima con ADNmt (Awise *et al.* 1987); esto sucede probablemente debido a la mayor facilidad de las especies marinas a la dispersión o desplazamiento, estando sujetas a un mayor flujo genético (Waples 1987).

Algunas especies marinas difícilmente son afectadas por la deriva génica, aun cuando han sido severamente alteradas por intervenciones antropogénicas, mantenido tamaños efectivos suficientes para conservar su variabilidad (Stephenson y Kornfield 1990). En otros casos, se han reportado cambios en la variabilidad genética a través del tiempo, en ocasiones explicados por efectos de flujo genético

(Lacson y Morizot 1991). A pesar de esto, existe evidencia creciente de que las tasas usuales de explotación pueden contribuir a cambios evolutivos en las características de historia vital de las especies. Son pocos los estudios empíricos que han comprobado dichos impactos, a partir de muestras pretéritas recolectadas y analizadas mediante técnicas moleculares. Esto ha permitido detectar una disminución en la variabilidad genética y en algunas ocasiones relacionarla con disminuciones de la abundancia por sobreexplotación (Borisov 1979, Smith *et al.* 1991, Hauser *et al.* 2002, Hutchinson *et al.* 2003, Qiu-Hong *et al.* 2006). De manera alternativa y ante la carencia de registros históricos, se han utilizado herramientas de modelación para estimar la probabilidad y el tipo del posible impacto evolutivo (Andersen *et al.* 2007, Williams y Shertzer 2005, de Roos *et al.* 2006). En cualquier caso ha sido necesaria la disponibilidad de algún tipo de información genética de las especies. Aun así, resulta bastante complicado poder discernir entre los rasgos de historia vital, la proporción que es hereditaria y su capacidad de fijación, de aquella que surge como respuesta a factores ambientales diferentes de la presión selectiva de la pesca (Kuparinen y Merila 2007).

De manera general, la estimación de la variabilidad genética permite: 1) discriminar la diferenciación o estructura genética existente, cuando a partir de un conglomerado aparentemente homogéneo, se pueden discernir poblaciones distintas o especies crípticas, contribuyendo en el segundo caso al inventario de la diversidad como número de especies (Savolainen *et al.* 2005, Rubinoff 2006); 2) ya sea que se discriminen poblaciones de la misma especie o especies distintas, de ser necesario se pueden diseñar estrategias de manejo o explotación diferencial (Laikre *et al.* 2005); 3) inferir eventos demográficos pretéritos como expansiones y contracciones; o incluso presentes, como migraciones o flujo génico, tamaño poblacional efectivo (de Young y Honeycutt 2005, Hansen 2003); y 4) auxiliar en la designación de áreas de reserva (Palumbi 2003, Roberts *et al.* 2003).

Sin embargo, el nivel de conocimiento de la genética de poblaciones de la fauna íctica en el Golfo de California es incipiente, y las deficiencias en la información disponible impiden el análisis histórico sobre la biogeografía de las especies, o la diferenciación de stocks o grupos poblacionales con fines de manejo, por lo que este trabajo se sustenta en la segunda recomendación realizada en el



reporte “La diversidad genética de los recursos pesqueros marinos: Posibles repercusiones en la pesca” (Smith 1996) que textualmente cita: “Sería conveniente recopilar y registrar datos sobre los niveles de la diversidad genética en las especies explotadas, especialmente las explotadas recientemente o ligeramente. Hasta la fecha la mayor parte de los estudios genéticos se han centrado en la identificación de las poblaciones. Los conocimientos y recursos reunidos para estos estudios podrían adaptarse para los estudios internos de las poblaciones, y utilizar tanto los caracteres del ciclo biológico como los marcadores moleculares para examinar la genética del reclutamiento, y las variaciones genéticas de las poblaciones. Una combinación de estudios experimentales y de campo permitiría una comprobación más rigurosa de las variaciones genéticas en las poblaciones explotadas”. De acuerdo a lo anterior, en este trabajo se presenta como caso estudio los avances obtenidos, para el chupalodo *Porichthys analis* (Batrachoididae; Hubbs y Schultz 1939), que representa un 14.51 % de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) en la pesquería del Golfo de California.

*El chupalido, Porichthys analis.*

También conocido como chupalodo, sapo de luto o darkedge midshipman fish, es un pez marino demersal que habita en clima subtropical (32°N - 18°N), a profundidades que van desde los 0 a los 224 m (Robertson y Allen 2002). Se ha reportado en océano Pacífico Central Este, con una distribución que abarca el Golfo de California hasta la bahía de Tenacatita (Jalisco), México. Esta especie es prácticamente endémica del Golfo de California, una de las más grandes del género y ha sido catalogada como un recurso pesquero potencial (Collete 1995); aunque a la fecha carece de importancia económica. Algunas especies de la familia Batrachoididae se han utilizado en biomedicina, en investigaciones evolutivas y ecofisiológicas como modelo experimental (Wang y Walsh 2000, Walsh *et al.* 2004), pero el conocimiento de *P. analis* es incipiente. Recientemente González-Ochoa *et al.* (2009), estimaron algunos parámetros poblacionales importantes de la especie como: la relación talla-peso, los parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, las tasas de mortalidad natural, y total, el patrón de reclutamiento (primavera-verano), la proporción sexual y la talla de primera madurez.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

Las muestras provienen de las proximidades de la ciudad de Guaymas, Sonora (México), que está ubicada en el margen noreste del Golfo de California (Fig. 1). Las muestras se recolectaron en El Colorado (n = 24) una zona no sujeta a actividades de pesca (considerada como no impactada al norte de Guaymas y en Lobos, (n = 30) un área sujeta a actividades de arrastre durante las temporadas de pesca de camarón al sur de Guaymas. Las muestras se colectaron durante los meses de julio y agosto del 2004 a bordo del buque de investigación pesquera BIP XI.

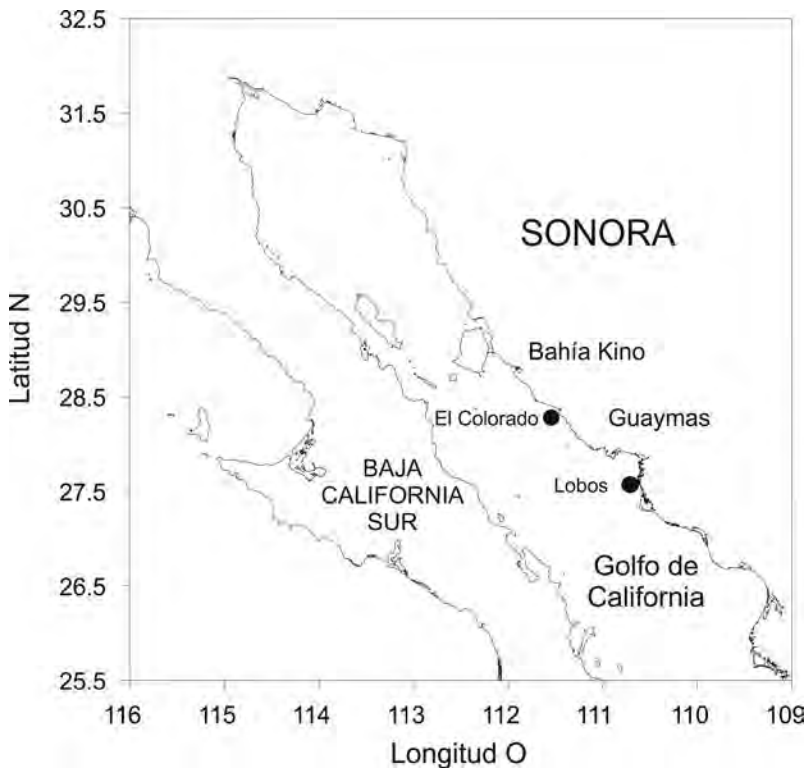


Figura 1. Mapa de localización de las áreas de muestreo de *P. analis* durante el verano de 2004 en el BIP XI.

### Manejo de muestras

Una vez capturados los ejemplares se analizaron las variables morfométricas y merísticas necesarias para la identificación

taxonómica de los organismos. Posteriormente, se tomaron fracciones de tejido muscular de 1 cm<sup>3</sup> que se transfirieron a tubos estériles en los que se fijaron con 2 volúmenes de etanol al 70%. Una vez fijados los tejidos en alcohol, se mantuvieron en refrigeración hasta su traslado al laboratorio (CIBNOR, La Paz).

#### *Análisis de ácidos nucleicos*

Se propuso como análisis de ácidos nucleicos, la secuenciación directa de fragmentos generados mediante la amplificación de fragmentos de ADN mitocondrial, específicamente la sección que codifica el gen 16S ADN ribosomal (ADNr), así como análisis PCR-RFLP como marcadores de variabilidad genética.

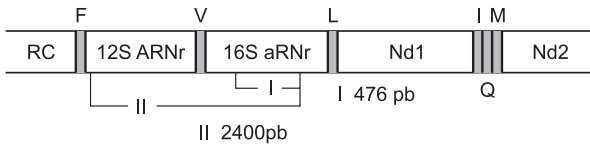
#### *Aislamiento de ADN genómico*

Se disectaron secciones cúbicas de tejido de aproximadamente 50-100 mg de peso. Los tejidos se colocaron independientemente en tubos para microcentrifuga (1.6 mL) con 1 ml de buffer de lisis (Tris 0.1M pH 8.0, EDTA 0.1M, NaCl 0.15M, b mercaptoetanol 2%, sarcosil 4%), y 6.6 µL de pronasa (3.3 mg/mL) (Sigma). Los tubos se incubaron (2 h, 45 °C), agitándolos cada 30 min y adicionando otros 6.6 µL de pronasa después de la primer hora de incubación. Se agregó cloroformo/alcohol isoamílico (24:1) y se centrifugó (17,000xg, 10 min, 25°C). La fase acuosa se recuperó en tubos nuevos y se le adicionaron 2 volúmenes de etanol absoluto para la precipitación de los ácidos nucleicos, incubándolos toda la noche a -20°C. Posteriormente, los tubos se centrifugaron (17,000xg, 20 min, 4°C) y el sobrenadante fue desechado; al botón obtenido (ADN) se le realizaron tres lavados con etanol 70%, centrifugando finalmente a 17,000xg. Para eliminar residuos de etanol los tubos se secaron al aire a temperatura ambiente y al pellet resultante se le agregaron 99 µL de TE y 1µL de ARNasa y se incubaron (1 h, 37°C). Posteriormente, se realizaron extracciones cloroformo/alcohol isoamílico (24:1) de acuerdo al procedimiento antes mencionado. Finalmente, se cuantificó y determinó la pureza del ADN mediante espectrofotometría con luz UV por el método de Warburg-Christian (1941) y la integridad del ADN se verificó en geles de TBE/agarosa (Trizma Base 10mM, ácido bórico, 0.5M, EDTA 1mM pH 8.0) al 0.8% preteñidos con bromuro de etidio. La electroforesis se llevó a cabo en una cámara horizontal (Wide Mini-Sub Cell, Bio-Rad) a 70V

durante 1 h a temperatura ambiente. Los geles se observaron bajo luz UV y se documentaron fotográficamente mediante el sistema UVIDoc (UVP, England); para las reacciones de PCR se tomaron 100 ng de ADN de estas preparaciones:

*PCR y PCR-RFLP (PCR-restricción fragment length polymorphism)*

**Cebadores:** Los cebadores empleados fueron diseñados a partir de secuencias reportadas por diversos autores para ambas subunidades ribosomales (12S y 16S) de una gran variedad de peces, que flanquean zonas hipervariables: SM16F2 (5'-ACCTGTATGAATGGCA-3') y SM16R2 (5'-CTCAGATCACGTAGGA-3'), o SM12F1 (5'-ACCGCGTTATACGA-3') y SM16R2 (5'-CTCAGATCACGTAGGA-3') reveladas mediante análisis de alineamiento Blast con otras secuencias de vertebrados (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>). Como se muestra en la Figura 2 se realizaron dos tipos de amplificaciones: a) amplificación del fragmento hipervariable 16S de 476 pb (combinación I), y b) amplificación de un fragmento hipervariable combinado 12S-16S de 2,400 pb (combinación II).



**Figura 2.** Representación esquemática de un fragmento del mapa genético del ADN mitocondrial de peces (modificado a partir de Meyer 1994).

Amplificación mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR): El ADN obtenido se usó como template para la amplificación de fragmentos específicos correspondientes a ambas regiones ribosomales (combinaciones I y II). La mezcla de reacción contenía 1  $\mu$ l de ADN (100 ng/ $\mu$ l), 1  $\mu$ l (10 pM) de cada oligo, 5  $\mu$ l de buffer PCR 10X, 1  $\mu$ l de dNTP's (10mM), 18.3  $\mu$ l de agua mili-Q estéril y 1U de Taq pol (0.2  $\mu$ l). Finalmente, se adicionaron 30  $\mu$ l de aceite mineral. Las mezclas de reacción fueron amplificadas en un termociclador Techne (GENIUS, Mod. FGEN05TP) bajo las siguientes condiciones: 5 min a 94°C (1 ciclo); 30 seg a 94°C/30 seg a 40°C/1 min a 72°C (40 ciclos) y finalmente, 10 min a 72°C (1 ciclo). Los productos de amplificación fueron separados en geles de agarosa/TBE al 1% preteñidos con bromuro de etidio, llevándose a cabo la electroforesis en una cámara horizontal (Wide Mini-Sub Cell, Bio-Rad) a 70 V durante 1 h a temperatura ambiente. Los geles se observaron bajo

luz UV en un transiluminador y se documentaron fotográficamente mediante el sistema UVIDoc (UVP, England). Los productos de PCR fueron purificados mediante el método de silica gel (Davies y Cook 2001) y secuenciados (MACROGEN, <http://www.macrogen.com>). Se realizaron análisis de alineamiento entre las secuencias obtenidas para la subunidad ribosomal 16S (para verificar la identidad de los fragmentos amplificados y realizar la determinación taxonómica molecular), usando el programa DNAMan; adicionalmente se realizaron análisis de alineamiento entre las secuencias obtenidas en el presente estudio y aquellas reportadas en el NCBI Blast (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) para ambas subunidades ribosomales.

Análisis de RFLP y secuenciación: Se tomaron 5  $\mu$ l de los productos de PCR de la combinación II (2,400 pb) y se digirieron con las enzimas de restricción Alu I, Bam HI, Eco RI, Hae III, Hind III, Pst I y Sac I (Boehinger Mannheim  $\hat{a}$ ). Las reacciones se llevaron a cabo de la siguiente manera: 5  $\mu$ l de ADN (de un stock 1  $\mu$ g/ $\mu$ l), 2.5  $\mu$ l de 10 X buffer, 0.2  $\mu$ l de la enzima a probar (de un stock 10 U/ $\mu$ l) y 21.3  $\mu$ l de agua destilada estéril. Las digestiones se incubaron a 37°C en un baño maría durante 2 h (Sambrook *et al.* 2001). Después del periodo de incubación los productos de la digestión se prepararon para la electroforesis adicionando 5  $\mu$ l de LB buffer (50% glicerol, 1 mM EDTA pH 8.0, 0.25 % de azul de bromofenol) a los 25  $\mu$ l de reacción. Estas preparaciones se analizaron en geles de agarosa al 1% en TBE 1X (Trizma-Base 10.8 g, ácido bórico 5.5 g; 4 ml de EDTA 0.5 M pH 8.0/por litro de tampón) preteñidos con bromuro de etidio (Sambrook *et al.* 2001). Los resultados se foto-documentaron y analizaron determinando el número y tamaño de las bandas obtenidas para generar una base de datos de patrones de bandeo para cada población y especie.

Se construyó un árbol de similitud para inferir visualmente estructura poblacional utilizando el método de UPMGA. Así mismo, un árbol filogenético estimando la distancia genética relativa por método de ligamiento Neighbor-Joining (Saitou y Nei 1987); y un bootstrap con 10,000 iteraciones. Para éste, se consultaron las bases internacionales de datos y mediante alineamiento con BLAST, se utilizaron las seis especies con las que se obtuvieron los mayores valores de identidad (Tabla 1) (fam. Batrachoididae, Clase Actinopterygii) y una especie de tiburón (Fam. Carcharhinidae, clase

Chondrichthyes) como grupo externo.

Para estimar la diversidad genética se empleó el índice de diversidad haplotípica de Nei y Tajima (1981). Se utilizó la prueba de neutralidad de Tajima (Tajima 1989a, Tajima 1996). Se estimaron los índices de fijación  $F_{ST}$  para determinar posible estructura

**Tabla 1.-** Análisis bioinformático de las secuencias de nucleótidos de los fragmentos hipervariables del gen 16S ribosomal del chupalodo *P. analis* y el Gen Bank mediante Blast.

Especie	Clave de Ejemplar	Localidad	Locus	Identidad (%)	Proporción (pb)
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0461C	Colorado	GQ904231	94	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0474C	Colorado	GQ904229	99	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0475C	Colorado	GQ904230	99	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0476C	Colorado	GQ904228	100	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0477C	Colorado	GQ904232	100	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0431L	Lobos	GQ904236	100	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0440L	Lobos	GQ904234	100	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0439L	Lobos	GQ904235	100	391/391
<i>Porichthys analis</i>	Po an 0445L	Lobos	GQ904233	100	391/391
<i>Porichthys myriaster</i>	NA	NA	AP006739.1	95	367/385
<i>Porichthys notatus</i>	NA	NA	AY820729.2	94	364/386
<i>Daector quadrizonatus</i>	NA	NA	DQ532862	87	322/367
<i>Opsanus beta</i>	NA	NA	DQ532925	86	317/368
<i>Thalassophryne amazonica</i>	NA	NA	DQ532971	85	314/366
<i>Opsanus tau</i>	NA	NA	AY292597	84	285/338

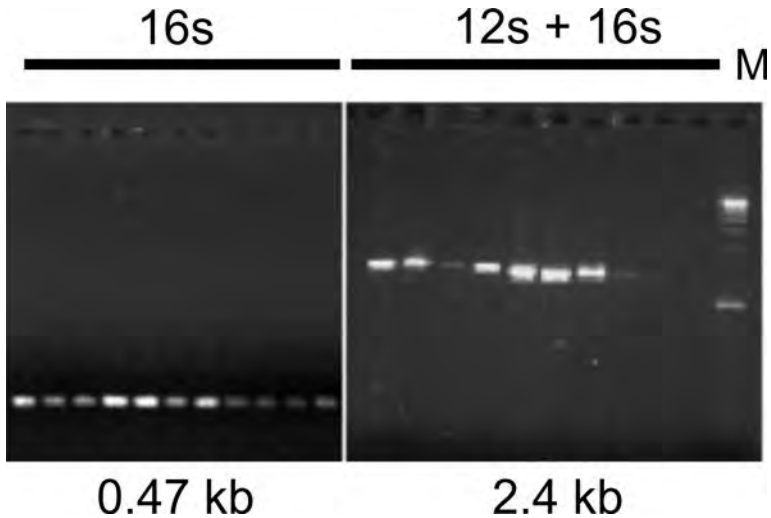
poblacional y la prueba exacta de diferenciación entre poblaciones (Raymond y Rousset 1995). Los anteriores análisis se efectuaron mediante el programa ARLEQUIN (Excoffier *et al.* 2006), tanto para los resultados de los patrones de corte generados con enzimas de restricción, como para las secuencias amplificadas por PCR.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Obtención de ADN genómico y PCR*

El estado del ADN de las muestras de peces fue aceptable aunque con cierta degradación; sin embargo, dada la sensibilidad de la técnica de PCR, fue posible obtener productos de amplificación al utilizar cebadores universales (Leyva 2002) que amplifican regiones específicas del ADN mitocondrial (ADNmt), específicamente regiones de los genes que codifican las subunidades ribosomales 12-16S y 16 S (Fig. 3). Como marcador en sistemática molecular y genética de poblaciones, el ADN mitocondrial presenta como

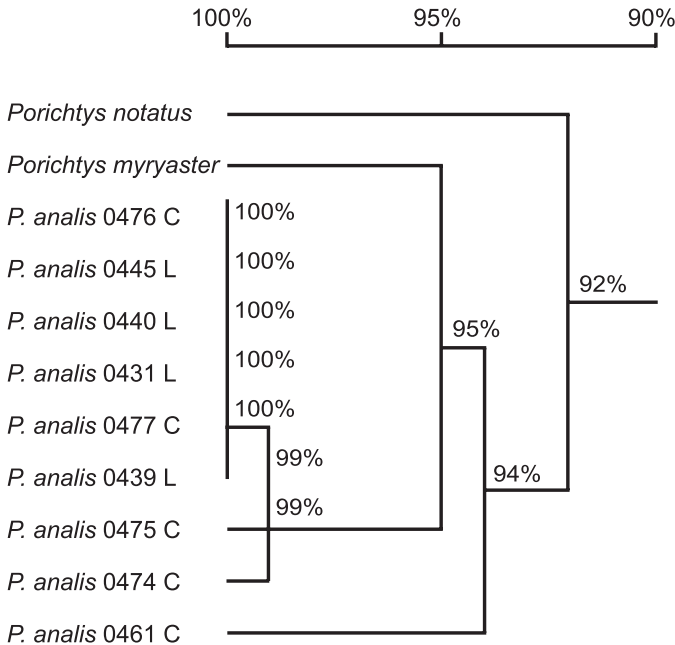
ventajas: 1) herencia exclusivamente materna, aunque con raras excepciones. 2) no está sujeto a recombinación y provee una serie de marcadores homólogos completamente ligados, que permiten la definición clara de genealogías maternas. Esto a su vez, puede permitir la discriminación entre ascendencia común y convergencia. 3) su tasa de mutación es mayor que el genoma nuclear, lo que potencializa la capacidad de estudios a escala poblacional (Billington 2003).



**Figura 3.** Electroforesis agarosa/TBE (1.5%) de amplicones de las regiones ribosomales 16S y 12S-16S (combinaciones de cebadores I y II) usando como templado ADN genómico. Técnica de tinción EtBr.

#### *Secuenciación*

Los 10 productos de PCR obtenidos con la combinación I de oligos (fragmento hipervariable del gen 16S; 5 para El Colorado y 5 para Lobos), se obtuvieron 9 secuencias de nucleótidos, de 391 bases. Los valores de diversidad se muestran en la Tabla 2. Las secuencias fueron ingresadas en los bancos de datos internacionales (NCBI) y el análisis de alineamiento mostró identidades entre las secuencias de *P. analis* del 94 al 100% (Tabla 1), agrupándose todos los organismos de Lobos en un solo clado, en tanto que algunos ejemplares provenientes de El Colorado, se agruparon con el clado de Lobos y otros fuera del mismo, sin formar un grupo compacto (Fig. 4). Aun así, la similitud entre organismos de *P. analis* es mayor que cuando se incluye en el arreglo otras especies del género, *P. myriaster* (95%) y *P. notatus* (92%).



**Figura 4.** Cladograma de homología construido a partir de las secuencias ribosomales 16S de chupalodo *P. analis* recolectado en el Golfo de California en dos localidades: El Colorado y Lobos. Externo, *P. myriaster* (AP006739.1); método de ligamiento UPGMA (Sneath y Sokal 1973).

En la figura 5 se muestra el árbol filogenético. Nuevamente, los organismos de *P. analis* (Subfam. Porichthynae) presentan los menores valores de distancia genética entre sí y se agrupan en un solo clado, excepto un organismo procedente de El Colorado. En clados distintos y a mayor distancia se agrupan *Opsauns tau* y *O. beta* (Subfam. Batrachoidinae), *Daector quadrizonatus* y *Thalassophryne amazonica* (Subfam. Thalassophyrininae).

En la determinación de si existe la formación de grupos entre los organismos de *P. analis*, el valor del índice de fijación mediante comparación pareada de las secuencias entre El Colorado y Lobos

**Tabla 2.** Diversidad genética detectada entre las localidades de Lobos y el Colorado a partir de las secuencias y los RFLPs analizados.

Población	n	Diversidad				
		Secuencias		RFLPs		
		Nucleotídica ( $\pi$ )	Haplotípica (h)	Genotípica	Haplotípica (h)	
Lobos	4	0.5	0.5	10	0.95	0.95
Colorado	5	10.4	0.9	17	0.97	0.96



resultó no ser significativo ( $F_{ST} = -0.048$ ,  $P = 0.95$ ). La prueba exacta de diferenciación tampoco es significativa ( $P=1.0$ ) por lo que no hay diferenciación entre las poblaciones Lobos y El Colorado, (Raymond y Rousset, 1995)

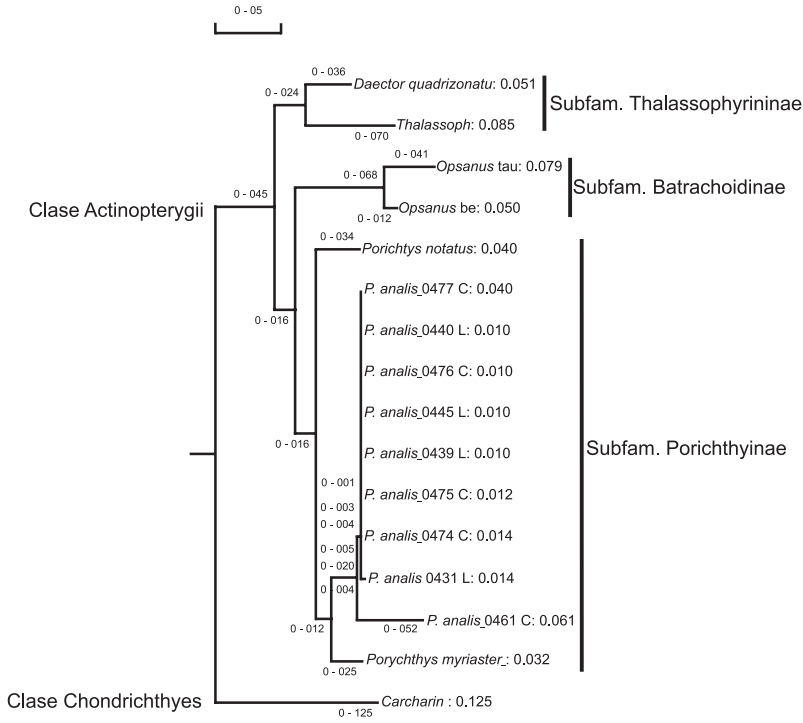
#### *Análisis RFLP*

Para la realización del análisis RFLP del chupalodo *P. analis*, se utilizaron amplicones de 2400 pb (SM12SF2-SM16SR2, combinación II). En la figura 6 se muestra patrones de restricción distinguibles que rindieron las enzimas Alu I, Hae III y Pst I y en los que se observan diferencias entre individuos de la misma especie (muestras Po an 0471-0477), por lo que con estos datos se calculó la variabilidad genética entre individuos analizados de las dos localidades. Los amplicones de 2,400 pb no rindieron productos de restricción con las enzimas Eco RI, Sac I, Hind III y Bam HI, por lo que estos datos no fueron utilizados para el análisis. A través de los PCR-RFPL se han logrado demostrar diferencias altamente significativas en frecuencias génicas de poblaciones dentro de amplias zonas geográficas (Elo 1995, García *et al.* 1994, Mattoccia *et al.* 1986) y ha sido ampliamente utilizado, ya que presenta las ventajas de: 1) no requerir muestras de tejido mayores a 500 mg; 2) ser relativamente sencilla y rápida de ejecutar (Sakallah *et al.* 1995, Williams *et al.* 1990); 3) ser suficientemente sensible para delimitar diferencias entre poblaciones y 4) tener resultados que corresponden con los de aloenzimas (Benzie *et al.* 1993).

#### *Análisis de variabilidad genética*

Se analizaron dos grupos de organismos de la misma especie, colectados con un mes de diferencia en localidades distintas (con base en grado de perturbación). Mediante la digestión de los amplicones de 2.4 kb obtenidos mediante PCR, se construyó una base de datos, siendo considerados como *loci* independientes cada una de las bandas generadas. Para este análisis, solo se consideraron los productos de digestión de las enzimas Alu I, Hae III y Pst I (fig. 6, Tabla 3), ya que las enzimas Eco RI, Sac I, Bam HI y Hind III no rindieron productos de digestión (datos no mostrados). Se identificaron 14 bandas polimórficas: 7 con Alu I, 4 con Hae III y 3 con Pst I y se generaron 21 haplotipos compuestos. La frecuencia de aparición de los *loci* se muestra en la figura 7 y Tabla 3. La

diversidad haplotípica estimada a partir de RFLPs fue de 0.98 (Lobos 0.95, Colorado 0.96). La diversidad genotípica fue de 0.97 para El Colorado y 0.95 para Lobos.



**Figura 5.** Árbol filogenético construido a partir de las secuencias ribosomales 16S de chupalodo *P. analis* del Golfo de California y las 6 especies con mayor homología de acuerdo al análisis Blast (tabla 2). Método de ligamiento Neighbor-Joining (Saitou y Nei 1987); bootstrap con 10,000 iteraciones.

La frecuencia de aparición de los diferentes haplotipos varía de acuerdo a la localidad muestreada (fig. 7). Esto aunado al resultado del árbol de homología sugiere que podría tratarse de poblaciones diferentes. En un análisis de varianza que incluye el valor del índice de fijación ( $F_{ST}$ ), éste no es significativo (Tabla 4) y la prueba exacta de diferenciación indica que no existe distinción entre las poblaciones ( $P = 0.01$ ).

En relación a los valores de diversidad haplotípica y nucleotídica a partir de secuencias, son prácticamente mayores para el Colorado, la población no sujeta a actividad pesquera (no impactada). No obstante, esto podría deberse al menor número de muestra utilizado en los análisis con secuencias. Aunque también con reducido

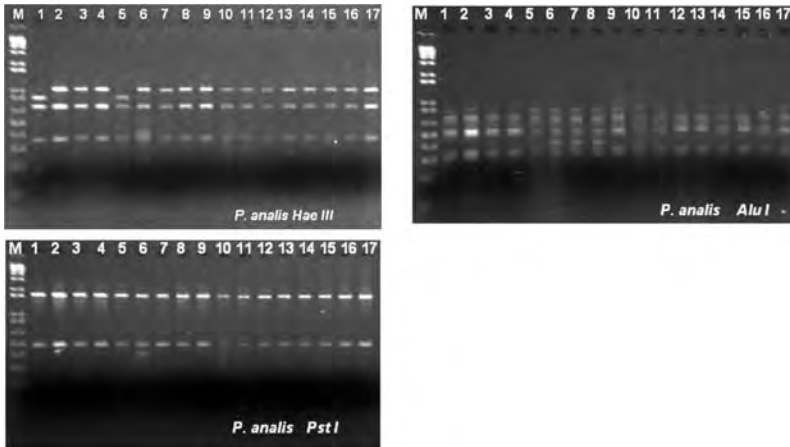
número de muestras, podrían ser más confiables los denotados por los RFLPs, donde los valores de diversidad son similares para ambas poblaciones reforzando que se trata de un solo grupo genético.

El análisis mediante RFLPs ha sido usado en la muy sutil discriminación de grupos genéticos, sugiriendo la existencia dos grupos poblacionales de *Opsanus beta* en la costa este de Norteamérica (Avisé *et al.* 1987). La magnitud de la estructuración genética poblacional está parcialmente relacionada con patrones de historia de vida y con la capacidad de dispersión (Bay *et al.* 2006).

**Tabla 3.-** Frecuencia relativa de los haplotipos compuestos generados mediante el corte de amplicones (2400 pb) con las enzimas de restricción.

Haplotipo Compuesto	Enzimas												Frecuencia Relativa			
	Alu I	Alu I	Alu I	Alu I	Alu I	Alu I	Alu I	Hae III	Hae III	Hae III	Hae III	Pst I	Pst I	Pst I	Colorado (17)	Lobos (10)
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
2	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
3	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0.1176	0.0000
4	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0.1180	0.0000
5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0.0000	0.1000
6	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0.0000	0.1000
7	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
8	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
9	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0.0000	0.1000
10	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
11	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
12	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
13	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0.1176	0.0000
14	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
15	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0.0588	0.0000
16	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0.0000	0.2000
17	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0.0000	0.2000
18	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0.0000	0.1000
19	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0.0000	0.1000
20	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0.0000	0.1000
21	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0.1176	0.0000

Las especies de la familia Batrachoididae carecen de estadios larvales, por lo que su capacidad de dispersión podría



**Figura 6.** Análisis RFPL de amplicones de 2.4 Kb de chupalodo *P. analis*, de la localidad de El Colorado, contados con Alu I, Pst I y Hae III.

**Tabla 4.** Análisis de varianza y valor pareado del  $F_{ST}$  para las poblaciones de Lobos y el Colorado.

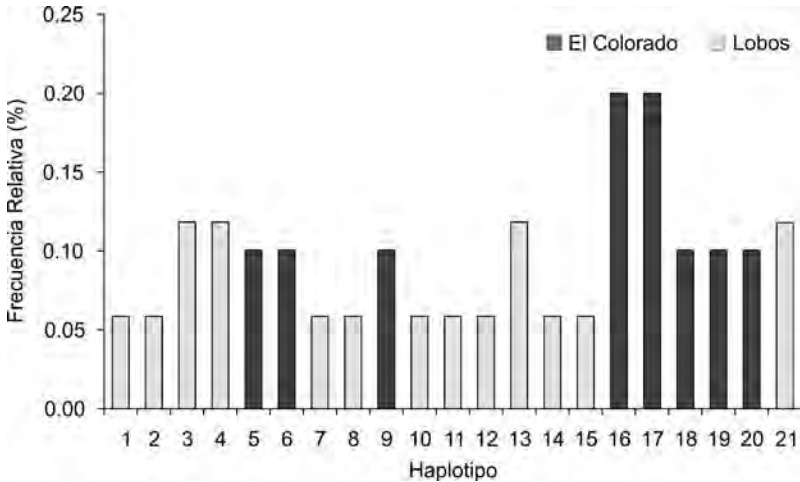
Fuente de Variación	g.l.	Suma de cuadrados	Componentes de la varianza	Porcentaje de la variación	Índice de fijación $F_{ST}$
Entre poblaciones	1	18.436	1.35856	50.57	
Dentro de las poblaciones	25	33.194	1.32776	49.43	
Total	26	51.630	2.68632		0.50573*

\* El valor de P de  $F_{ST}$  no es significativo.

ser restringida al movimiento de juveniles y adultos. Riginos (2005) sugiere que algunas especies de peces costeros en Golfo de California presentan una leve diferenciación poblacional genética, evidenciable solamente por análisis de coalescencia. Quizá sería más evidente la distinción entre poblaciones del Golfo de California y la costa del Pacífico de la península de Baja California, como lo han comprobado Bernardi *et al.* (2003), aunque dicha diferenciación se habría generado por procesos naturales en la escala de tiempo geológica y no como presión selectiva por pesca. Saillant *et al.* (2006) mediante el análisis de microsatélites, no encontraron distinción de grupos poblacionales, ni una reducción en la variabilidad genética atribuible a la pesca en el pargo rojo *Lutjanus campechanus*. Por otro lado, algunas especies podrían tener una estructura metapoblacional difícil de distinguir con los marcadores genéticos selectivamente neutros (Pruett *et al.* 2005). En nuestro caso, se usaron marcadores

sometidos a selección (el gen ribosomal).

Es necesario incluir en los análisis otras localidades, tanto impactadas como no impactadas para determinar con mayor certeza, el efecto que podría tener la actividad pesquera en los parámetros poblacionales del chupalodo.



**Figura 7.** Frecuencia de los haplotipos derivados del análisis PCR-RFLP de fragmentos de 2.4 kb de *P. analis* colectado en dos localidades de la costa de Sonora: Lobos (impactada) y El Colorado (no impactada).

Aunque se determinó la variabilidad genética para la especie, la ausencia de registros previos, dificulta evaluar la manera en que el arte y método de pesca podrían afectar el acervo genético de la especie. De esto deriva la importancia de realizar este tipo de análisis de manera sistemática, el presente estudio se puede considerar como preliminar o el punto de partida, para tener elementos que permitan identificar los riesgos potenciales o reales de las especies que conforman la FAC ante la pesquería de camarón, ya que sin este tipo de estudios, todo lo que se puede argumentar a favor o en contra son especulaciones.

## REFERENCIAS

- Altschul, S. F., Madden, T. L., Schäffer, A. A., Zhang, J., Zhang, Z., Millar, W., Lipman, D. J. (1997). Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucl. Acids Res.* 25: 3389-3402.
- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Pope, J. G., Murawski, S. A. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fish. Tech. Pap.* 339. Rome. 233 p.

- Andersen, K. H., Farnsworthb, K. D., Thygesena, U. H., Beyer, J. E. (2007). The evolutionary pressure from fishing on size at maturation of Baltic cod. *Ecol. Mod.* 204(1-2): 246-252.
- Avise, J. C. (1992). Molecular population structure and the biogeographic history of a regional fauna: A case history with lessons for conservation biology. *Oikos.* 63(1): 62-76.
- Avise, J. C., Reeb C. A., Saunders, N. C. (1987) Geographic population structure and species differences in mitochondrial DNA of mouthbrooding marine catfishes (Ariidae) and demersal spawning toadfishes (Batrachoididae). *Evolution.* 41(5): 991-1002.
- Bay, L. K., Crozier, R. H., Caley M. J. (2006). The relationship between population genetic structure and pelagic larval duration in coral reef fishes on the Great Barrier Reef. *Mar. Biol.* 149: 1247-1256.
- Benzie, J. A. H., Ballment, E., Frusher, S. (1993). Genetic structure of *Penaeus monodon* in Australia: concordant results from mtDNA and allozymes. In: Gall G. A. E., H. Chen (eds.), *Genetics in aquaculture*. Amsterdam, Netherlands. Elsevier.
- Bernardi, G., Findley, L., Rocha-Olivares, A. (2003) Vicariance and dispersal across Baja California in disjunct marine fish populations. *Evolution.* 57(7): 1599-1609.
- Billington, N. (2003). Mitochondrial DNA. In: *Populations Genetics. Principles and applications for fisheries scientists*. Fisheries Society. Bethesda, Maryland, U.S.A. 458 p.
- Borisov, V. M. (1979). The selective effect of fishing on the population structure of species with a long life cycle. *J. Ichthyol.* 18: 896-904.
- Cohen, J. E. (1997). Estimates of coastal populations. *Science.* 14: 233-238.
- Collete, B. B. (1995). Batrachoididae. Peje-sapos, sapos. In: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter y V. H. Niem, (eds.), *Guía FAO para la identificación de las especies para los fines de la pesca. Pacífico centro oriental. Vol I plantas e invertebrados. Vol II parte 1. Vertebrados Vol III parte 2 Vetrebrados*. Roma, FAO.
- Davies, M., Cook, B. A. (2001). Status of the genetic and biochemical analysis of marine organisms in South Africa.  
<http://www.nrf.ac.za/publications/marinerep/genetic.htm>. de Roos A. M., Boukal, D. S., Persson, L. (2006). Evolutionary regime shifts in age and size at maturation of exploited fish stocks. *Proceed. Royal Soc. B Biol. Sci.* 273(1596): 1873-1880.
- de Young R. W., Honeycutt, R. L. (2005). The molecular toolbox: Genetic techniques in wildlife ecology and management. *J. Wildlife Manage.* 69(4): 1362-1384.
- Díaz de León, A., Fernández, I., Álvarez, P., Ramírez, O., López, L. (2004). La sustentabilidad de las pesquerías del Golfo de México. In: *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT, México.
- Dulvy, N. K., Sadovy, Y., Reynolds, J. E. (2003). Extinction vulnerability in marine populations. *Fish Fish.* 4: 25-64.
- Elo, K. (1995). Inheritance of RAPD markers and detection of interspecific hybridization with brown trout and Atlantic salmon. *Aquaculture.* 153(1-2): 55-65.
- Excoffier L., Laval, G., Schneider, S. (2006). Arlequin ver 3.1. An integrated software package for population genetics data analysis. <http://cmpg.unibe.ch/>

- software/arlequin3
- FAO. (2001). State of the world Capture Fisheries and Aquaculture. United Nations Food and Agriculture Organization.
- Féral, J. P. (2001). How useful are the genetic markers in attempts to understand and manage marine biodiversity?. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 268: 121-145.
- Figueroa, B. E. (2005). Biodiversidad Marina: valoración, usos y perspectivas. ¿Hacia a donde va Chile?. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, Chile. 585 p.
- García, D. K., Faggart, M. A., Rhoades, L., Alcivar, A. A., Wyban, J. A., Carr, W. H., Sweeney, J. N., Ebert, K. M. (1994). Genetic diversity of cultured *Penaeus vannamei* shrimp using three molecular genetic techniques. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* 3(5): 270-280.
- González-Ochoa, O. A., López-Martínez J., Hernández-Saavedra N. Y. (2009). Population characteristics of spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* caught as shrimp bycatch in the Gulf of California. *Interciencia.* 34(11): 808-813.
- Gyllensten, U. (1985). The genetic structure of fish: differences in the intraspecific distribution of biochemical genetic variation between marine, anadromous and freshwater species. *J. Fish Biol.* 26: 691-699.
- Hansen, M. M. (2003). Application of molecular markers in population and conservation genetics with special emphasis on fishes. Ph. D. Thesis, University of Aarhus. Danish Institute for Fisheries Research. Denmark.
- Hauser, L., Adcock, G. J., Smith, P. J., Bernal-Ramírez, J. H., Carvalho, G. R. (2002). Loss of microsatellite diversity and low effective population size in an overexploited population of New Zealand snapper (*Pagrus auratus*) PNAS. 99(18): 11742-11747.
- Heino, M., Dieckmann, U. (2008) Detecting fisheries -induced life-history evolution: an overview of the reaction norm approach. *Bull. Mar. Sci.* 83(1): 69-93.
- Hutchings, J. A., Fraser, D. J. (2008). The nature of fisheries- and farming-induced evolution. *Mol. Ecol.* 17: 294-313.
- Hutchings, J. A., Bakun, J. K. (2005). Measuring marine fish biodiversity: temporal changes in abundance, life history and demography. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 305: 315-338.
- Hutchinson, W. F., van Oosterhout, C., Rogers, S. I., Carvalho, G. R. (2003) Temporal analysis of archived samples indicates marked genetic changes in declining North Sea cod (*Gadus morhua*). *Proc. Biol. Sci.* 270: 2125-2132.
- INP. Instituto Nacional de la Pesca. (2000). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y manejo 1999-2000. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 420 p.
- INP. Instituto Nacional de la Pesca. (1998). Sustentabilidad y pesca Responsable en México. Evaluación y manejo 1997-1998. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 400 p.
- Jennings, S., Kaiser, M. (1998). The effects of fishing on marine ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 34: 201-35.
- Kuparinen, A., Merila, J. (2007). Detecting and managing fisheries induced evolution *Trends Ecol. Evol.* 22(12): 652-659.
- Lacson, J. M., Morizot, D. C. (1991). Temporal genetic variation in subpopulations of bicolor damselfish (*Stegastes partitus*) inhabiting coral reefs in the Florida

- Keys. Mar. Biol. 110(3): 353-357.
- Laikre, L., Palm, S., Ryman, N. (2005). Genetic population structure of fishes: Implications for coastal zone management. *Ambio*. 34(2): 111-119.
- Leyva-Valencia, I. (2003) Marcadores moleculares para la identificación de la sardina del Pacífico (*Sardinops sagax caeruleus*). Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. CIBNOR. La Paz, B.C.,S. México.
- Mattoccia, M., La Rosa, G., De Mattheais, E., Cobolli-Sbordoni, M., Sbordoni, V. (1986). Patterns of genetic variability and differentiation in Mediterranean populations of *Penaeus kerathurus* (Crustacea: Decapoda). In: K. Tiews (ed.), Selection, hybridization and genetic engineering in aquaculture.
- Meyer, A. (1994). DNA technology and phylogeny of fish. Capítulo 5. In: A. Beaumont, (ed.), Genetics and evolution of aquatic organisms. Chapman and Hall. London. pp. 219-249
- Morizot, D. C., Schmidt, M. E. (1990). Starch gel electrophoresis and histochemical visualization of proteins. In: D.H. Whitmore, (ed.), Electrophoretic and isoelectric focusing techniques in fisheries management. CRC Press. Boca Raton. pp. 23-80.
- Myers, R. A., Worm, B. (2003). Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*. 423: 280-283.
- Nei, M., Tajima, F. (1981). DNA polymorphism detectable by endonucleases. *Genetics*. 97:145-163
- Ovenden, J. R. (1990). Mitochondrial DNA and marine stock assessment: a review. *Austr. J. Mar. Freshw. Res.* 41: 835-853.
- Palumbi, S. R. (2003). Population genetics, demographic connectivity, and the design of marine reserves. *Ecol. Appl.* 13:S146-S158.
- Pfeiler, E. (1996). Allozyme differences in Caribbean and Gulf of California populations of bonefishes (*Albula*). *Copeia*. 1:181-183.
- Pruett, C. L., Saillant, E., Gold, J. R. (2005). Historical population demography of red snapper (*Lutjanus campechanus*) from the northern Gulf of Mexico based on analysis of sequences of mitochondrial DNA. *Mar. Biol.* 147: 593-602.
- Qiu-Hong, W., Sheng-Guo, F., Ya-Nan, L. (2003). The loss of genetic diversity in Dabry's sturgeon (*Acipenser dabryanus*, Dumeril) as revealed by DNA finger printing. *Aquat. Cons.* 13(3): 225-231.
- Raymond, M., Rousset, F. (1995). An exact test for population differentiation. *Evolution*. 49: 1280-1283.
- Reynolds, J. D., Dulvy, N. K., Goodwin, N. B., Hutchings, J. A. (2005). Biology of extinction risk in marine fishes. *Proc. R. Soc. B.* 272: 2337-2344 .
- Riginos, C. (2005). Cryptic vicariance in Gulf of California fishes parallels vicariant patterns found in Baja California mammals and reptiles. *Evolution*. 59(12): 2678-2690.
- Roberts, C. M., Andelman, S., Branch, G., Bustamante, R. H., Castilla, J. C., Dugan, J., Halpern, B. S., Lafferty, K. D., Leslie, H., Lubchenco, J., McArdle, D., Possingham, H. P., Ruckelshaus, M., Warner, R. R. (2003). Ecological criteria for evaluating candidate sites for marine reserves. *Ecol. Appl.* 13(1): S199-S214.



- Robertson, D. R., Allen, G. R. (2002). Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: Un sistema de información. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Balboa, Rep. De Panamá. Programa interactivo C.D. Ver. 1.0.0.
- Rochet, M. J., Cornillon, P. A., Sabatier, R., Pontier, D. (2000). Comparative analysis of phylogenetic and fishing effects in life history patterns of teleost fishes. *Oikos*. 91: 255-270.
- Rubinoff, D. (2006). Utility of mitochondrial DNA barcodes in species conservation. *Cons. Biol.* 20(4): 1026-1033.
- SAGARPA. (2002). Anuario Estadístico Pesquero 2001. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México.
- SAGARPA. (2004). Carta Nacional Pesquera 2004. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación, Lunes 15 de Marzo del 2004. Órgano de Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- SAGARPA. (2006). Carta Nacional Pesquera 2006. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación, Viernes 25 de Agosto del 2006. Órgano de Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- Saitou, N., Nei, M. (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. *Mol. Biol. Ecol.* 4: 406-425.
- Sakallah, S. A., Lanning, R. W., Cooper, D. (1995). DNA fingerprinting of crude bacterial lysates using degenerated RAPDS primers. *PCR Methods and Applications*. 4: 265-268.
- Sala, E., Aburto-Oropeza, O., Reza, M., Paredes, G., López-Lemus L. G. (2003). Fishing down coastal food webs in the Gulf of California. *Fisheries*. 29: 19-25.
- Sambrook, J., Fritsch, E. F., Maniatis, T. (1989). Molecular cloning: A laboratory manual. Vol. I, II y III. Cold Spring Harbor Lab. Press
- Savolainen, V., Cowan, R. S., Vogler, A. P., Roderick, G. K., Lane, R. (2005). Towards writing the encyclopedia of life: an introduction to DNA barcoding. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 360: 1805-1811.
- SEMARNAT. (2000). Acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Diario Oficial de la Federación, Jueves 17 de Agosto del 2000. Órgano de Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- SEMARNAT. (2001). Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2001-2006. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Shaklee, J. B., Currens, K. P. (2003). Genetic stock identification and risk assessment. En: *Populations Genetics. Principles and applications for fisheries scientists*. Fisheries Society. Bethesda, Maryland, U.S.A. 458 pp.
- Smith, P. J. (1986). Low genetic variation in sharks. *Copeia*. (1): 202-207.
- Smith, P. J., Fujio, Y. (1982). Genetic variation in marine teleosts: high variability in habitat specialists and low variability in habitat generalists. *Mar. Biol.* 69: 7-20.

- Smith, P. J., Francis, C. C., McVeagh, M. (1991). Loss of genetic diversity due to fishing pressure. *Fish. Res.* 10: 309-310.
- Smith, P. J. (1996). La diversidad genética de los recursos pesqueros marinos: posibles repercusiones de la pesca. FAO Documento Técnico de Pesca. 344. Roma, FAO. 59 p.
- Sneath, T., Sokal, R. S. (1973). *Numerical Taxonomy*, San Francisco, USA.
- Stephenson, R. L., Kornfield, I. (1990). Reappearance of spawning Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*) on Georges Bank: population resurgence not recolonization. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 1060-1064.
- Stepien, C. A., Rosenblatt, R. H., Bargmeyer, B. A. (2001). Phylogeography of the Spotted Sand Bass, *Paralabrax maculatofasciatus*: Divergence of Gulf of California and Pacific Coast Populations. *Evolution.* 55(9): 1852-1862.
- Tajima, F. (1989a). Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics.* 123: 585-595.
- Tajima, F. (1996). The amount of DNA polymorphism maintained in a finite population when the neutral mutation rate varies among sites. *Genetics.* 143: 1457-1465.
- Walsh P. J., We, Z., Wood C. M., Loong, A. M., Hiong, K. C., Lee, M. L., Wong, W. P., Chew, S. F., IP, Y. K. (2004). Nitrogen metabolism and excretion in *Allenbatrachus grunniens* (L): effects of variable salinity, confinement, high pH and ammonia loading. *J. Fish. Biol.* 65: 1392-1411.
- Wang, Y., Walsh, P. J. (2000). High ammonia tolerance in fishes of the family Batrachoididae (Toadfish and Midshipmen). *Aquat. Tox.* 50(3): 205-219.
- Waples, R. S. (1987). A Multispecies Approach to the Analysis of Gene Flow in Marine Shore Fishes. *Evolution.* 41(2): 385-400.
- Williams, E. H., Shertzer, K. W. (2005). Effects of fishing on growth traits: a simulation analysis. *Fish. Bull.* 103(2): 392-403.
- Williams, J. G. K., Kubelik, A. R., Livak, K. J., Rafalski, J. A., Tingey, S. V. (1990). DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic marker. *Nucleic Acids Res.* 18(22): 6531-6535.

---

## CITA DE CAPÍTULO 12

González-Ochoa, O., D. I. Rojas-Posadas y N. Y. Hernández-Saavedra. 2012. Estudios genéticos de algunas especies recurrentes en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California: el chupalodo *Porichthys analis* (Hubbs y Schultz, 1939). 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. 217-240.

## CAPÍTULO 13

# Dispersión de sedimento por efecto de redes de arrastre en la zona marina frente a “El Choyudo”, Municipio de Hermosillo, Sonora, México.

Gustavo Padilla-Arredondo<sup>1</sup>, María Sara Burrola-Sánchez\*, David Urias-Laborín, Sergio Pedrín-Avliés y María del Refugio López-Tapia.

## RESUMEN

El efecto de la pesca de arrastre sobre fondos blandos es un tópico que aún está en proceso de evaluación. El indicador más adecuado de la perturbación del fondo marino es el estudio de la estructura poblacional del bentos y de la composición del sedimento. El objetivo del presente capítulo es evaluar la dispersión de sedimento en una zona sin arrastre y otra con arrastre.

**Palabras clave:**  
Sedimento  
Arrastre  
Perturbación  
Fondos blandos

En éstas zonas se efectuaron mediciones de sedimento, calidad del agua y corrientes marinas en los años 2004 y 2005. Cada muestreo se desarrolló en tres etapas: Una de control o previa al arrastre, donde se determinaron las características generales del área, otra durante el arrastre para evaluar la resuspensión del sedimento utilizando trampas de sedimento, y una final posterior al arrastre en la cual se repite el muestreo inicial para determinar la diferencia de condiciones ambientales. Se alimentó el modelo STFATE (Short Term Fate Model) para describir la dispersión de una nube de sedimento en el fondo marino. Se determinó que la perturbación en el fondo existe. Con los campos de velocidad y dirección de la corriente, la nube de sedimento en la celda de arrastre de 80 por 40

<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.

\*Autor de correspondencia; E-mail: sburrola04@cibnor.mx

pies afectará una superficie aproximada de 1.8 Ha (196,400 pies<sup>2</sup>) para los primeros 500 pies de longitud de arrastre, y 21.6 Ha para todo el recorrido. La precipitación de los sedimentos se da en forma vertical para la fracción arenosa con un tiempo de precipitación de 1 hora, y en forma longitudinal para la fracción limo-arcillosa que será arrastrada por las corrientes paralelas a la costa, con un tiempo estimado de precipitación de 24 a 48 horas.

## INTRODUCCIÓN

El disturbio producido por las redes de arrastre en la biodiversidad del fondo marino ha sido un tema poco documentado, pero que actualmente se mantiene en debate, sobre todo, referente a la magnitud de daño que produce la actividad pesquera y la capacidad de recuperación de los organismos asociados al sustrato marino. Watling y Norse (2000) señalaron que este impacto al fondo marino es equiparable con la tala de bosques, aunque la extrapolación sobre la magnitud del daño aún no ha sido validado (Fish Net USA 1999).

El uso de redes de arrastre de pesca móviles altera a los organismos marinos y reduce la diversidad estructural en el sustrato. La recuperación después de la perturbación es lenta para aquellas especies que desarrollan estructuras en el sedimento, su crecimiento y madurez toma años, décadas o más. La pesca con redes de arrastre es especialmente problemática, porque el intervalo del retorno es más corto que la recuperación de la estructura original del ecosistema. Sus efectos en la biodiversidad son más severos donde la perturbación natural es poco usual, particularmente en la plataforma continental donde el daño producido por tormentas es despreciable, y donde el crecimiento de las comunidades biológicas del sustrato tiende a ser más lento (Watling y Norse 2000).

Las redes de arrastre dañan la estructura bentónica y con ello perjudican a otras especies asociadas, incluyendo peces de interés comercial, aunque algunas especies pueden persistir donde las estructuras del lecho marino han sido alteradas (Norse 1999).

El indicador más adecuado del daño que ocasionan las redes de arrastre es sin duda el estudio de la estructura poblacional del bentos, el estudio detallado del sedimento por sí mismo vierte información incompleta, aunque es bien conocido que el arrastre produce alteraciones a la composición del sedimento. En resultados

preliminares Zenetos *et al.* (1995) encontraron un incremento de la materia orgánica (incremento de fitoplancton en respuesta a posible liberación de nutrientes) y un decremento de carbón orgánico, todo ello atribuible a la alteración mecánica de la capa superficial del sedimento y a la exposición de las capas inferiores. En resultados adicionales reportan que las especies asociadas al sustrato decrecen en número, el 33% de las especies de poliquetos y 50% de equinodermos fueron eliminados.

Cuantificar los efectos del arrastre en el sedimento requiere determinar la masa de sedimentos puestos en suspensión por unidad de longitud arrastrada, la altura de la pluma de sedimento generada por el arrastre y el tiempo requerido para que estos se sedimenten. Se ha sugerido que estas propiedades pueden ser determinadas midiendo la concentración de sedimento a lo largo de un segmento de la pluma durante lapsos de tiempo después del arrastre. Las medidas requieren combinar muestreo de agua y muestreo óptico-acústico de la concentración del sedimento (Churchill 1989).

En el presente estudio se describen los resultados obtenidos respecto a las propiedades granulométricas de los sedimentos, dentro de una zona considerada sin disturbio (muestreo previo al arrastre), así como los resultados de un muestreo en las mismas estaciones después del arrastre (muestreo posterior al arrastre). Para medir el cambio en la granulometría de esos sedimentos, un muestreo adicional fue desarrollado en una zona que tradicionalmente ha sido alterada por los arrastres anuales (zona II). También se describen los resultados de una simulación numérica del rango de dispersión de las nubes de sedimento debido a la difusión turbulenta en el sentido vertical y horizontal. Los resultados del modelo no son concluyentes, sin embargo, son aproximaciones que deben ser corroboradas con mediciones directas como las descritas anteriormente.

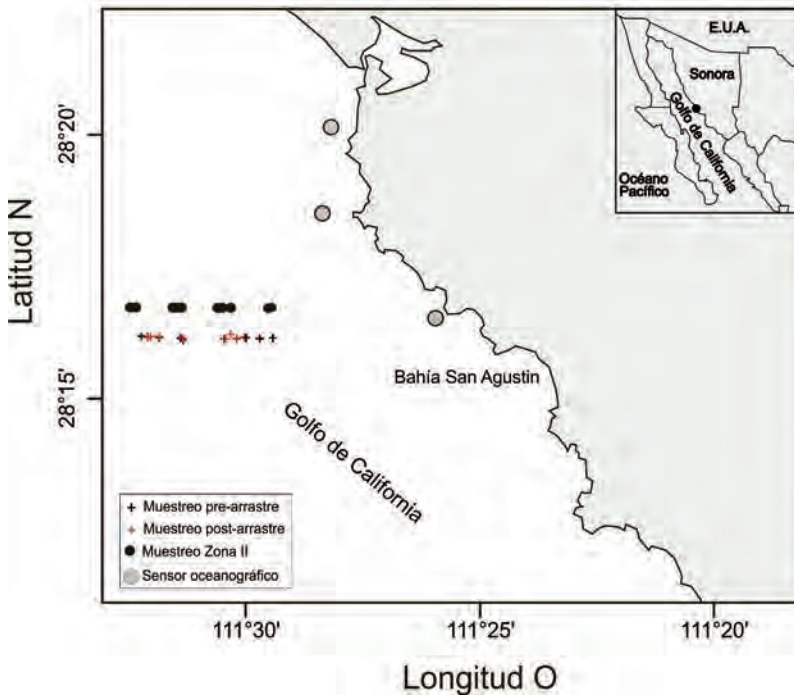
## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### *Área de estudio*

Con base en Maluf (1983), el área se encuentra en la región central del Golfo de California, caracterizada por cuencas profundas, amplitudes de marea pequeñas, corrientes superficiales con dirección sureste en invierno y noroeste en verano. En función del patrón estacional de vientos, la temperatura del agua presenta

marcada variación estacional y la salinidad variación mínima. El área de estudio se ubica en la plataforma continental de la localidad Cerro Colorado en los  $28^{\circ}17' N$  y  $111^{\circ}25' O$  (fig. 1).

Con base en la clasificación climática de Köpen, modificada por García (1968), el área de estudio pertenece a la clave BWh la cual caracteriza al clima muy seco y semi-cálido. El promedio total anual de precipitación para la costa norte de Sonora es menor a 200 mm (INEGI 1981), presenta un régimen mixto de lluvia con un máximo en el verano (agosto-septiembre), y un segundo periodo menos acentuado en invierno (diciembre-enero) que corresponde al 25% del total anual. La precipitación media anual es ocasionalmente influenciada por el arribo de ciclones y tormentas tropicales que ocurren durante el verano en el océano Pacífico mexicano, donde el mayor porcentaje de ciclones tropicales que llegan hasta las costas del Golfo de California se presentan en el mes de septiembre.



**Figura 1.** Mapa de localización de las estaciones de muestreo previo al arrastre, posterior al arrastre, zona II y ubicación de estaciones de boya oceanográfica.

### *Muestreos en campo*

Los muestreos se efectuaron en dos campañas: agosto 2004 y agosto 2005. En cada incursión se muestreó a lo largo de dos transectos perpendiculares a la línea de costa en una área no impactada por arrastres, la longitud de los transectos fue de 2.8 millas aproximadamente (4.5 km). Los parámetros ambientales considerados fueron: sedimento, calidad del agua y corrientes marinas.

Cada muestreo se desarrolló en tres etapas: Una de control o previa al arrastre donde se determinaron las características generales del área, otra durante el arrastre para evaluar la resuspensión del sedimento utilizando trampas de sedimento y una final posterior al arrastre en la cual se repite el muestreo inicial para determinar la diferencia de condiciones ambientales.

### *Sedimentos*

En la etapa previa al arrastre se colectaron 10 muestras de sedimento con una draga Van Veen de 15 kg de capacidad. En cada estación se tomaron las coordenadas y la profundidad a la que fue efectuado el muestreo, la muestra extraída fue fraccionada en tres porciones: una para análisis granulométrico, otra para análisis del contenido porcentual de materia orgánica, y el resto para la separación de fauna bentónica.

Durante la etapa de arrastre se lanzaron 4 trampas detrás de la red para colectar el sedimento resuspendido, cuyas propiedades granulométricas fueron empleadas para analizarlas en un modelo de dispersión de sedimentos, y calcular la extensión probable de la nube en función de la velocidad de la corriente. Las trampas fueron lanzadas a intervalos de 15 minutos de arrastre y se colocaron a una profundidad aproximada de 2 m desde el fondo marino durante 1 hora.

Durante el muestreo posterior al arrastre se efectuó una réplica del muestreo previo al arrastre para evaluar el nivel de alteración física que las redes de arrastre producen al fondo marino. Adicionalmente, se efectuó un muestreo como referencia en un área que tradicionalmente es arrastrada durante la temporada de pesca del camarón.

*Análisis de muestras e Información*

Las muestras obtenidas de ambos cruceros con draga mecánica fueron analizadas por técnicas granulométricas estándar de tamizado, mediante tubos de sedimentación o pipeta descritas en Folk y Ward (1956), así como en Royse (1970) se calcularon los estadísticos tamaño medio, grado de clasificación y asimetría. Para su interpretación se elaboraron gráficas binarias correlacionando el tamaño medio con los máximos y mínimos, así mismo se elaboraron gráficas ternarias para agrupar poblaciones de sedimentos utilizando los momentos estadísticos indicados anteriormente.

*Calidad de agua*

Para determinar parámetros de calidad del agua durante el muestreo del 2005 se colectaron cinco muestras de calidad de agua antes del arrastre, y tres muestras después del arrastre. Los procedimientos analíticos utilizados fueron: Nitritos  $\text{NO}_2\text{-N}$ : Spotte (1979a, b) y Strickland y Parsons (1972); Nitratos  $\text{NO}_3\text{-N}$ : Spotte (1979a, b); Ortofosfato  $\text{PO}_4\text{-P}$ : Spotte (1972a, b), Murphy y Riley (1962) y Martin (1972), Clorofila "a" y seston: Strickland y Parsons (1972).

*Corrientes marinas*

Se realizaron dos campañas de investigación en el frente costero de la localidad de El Choyudo, Municipio de Hermosillo, Sonora, representativas de condiciones de otoño-invierno 2004 y primavera-verano 2005. Las series de tiempo de corrientes se obtuvieron a partir del registro continuo de un sensor oceanográfico de la marca InterOcean modelo S4ADW.

En la condición otoño-invierno 2004 se realizó una medición de corrientes entre las localidades de Cerro Colorado y Bahía Kino a bordo de una embarcación menor el día 11 de noviembre de 2004. Los registros se llevaron a cabo en dos puntos durante 24 horas con programación continua a cada segundo. Mientras que en primavera-verano los registros de corriente se efectuaron el día 2 de abril de 2005, en un punto frente a la localidad del Choyudo antes de la zona de bajos (fig. 1). Los registros fueron de forma continua con programación a intervalos de un dato por segundo.

*Evaluación de la dispersión de sedimentos*

STFATE es un modulo del sistema de modelos ADDAMS (Automated



Dredging and Disposal Alternatives Modeling System) desarrollado por Schroeder y Palermo (1995). para describir la dispersión de una nube de sedimento en el fondo marino. El modelo fue diseñado originalmente para simular la forma en que los sedimentos se dispersan durante una descarga instantánea de material de dragado a través de una barcaza (EPA y USACE 1995). El modelo asume que el material es separado en tres fases: descenso convectivo, durante el cual, la nube de sedimento cae bajo la influencia de la gravedad; colapso dinámico que ocurre cuando la nube impacta el fondo o alcanza un nivel de flotabilidad neutral; y transporte-dispersión pasivo donde el sedimento es transportado y dispersado bajo la influencia de las corrientes y la turbulencia.

Para el caso de simular los efectos de la red de arrastre solo se utilizó la última etapa; forzando al modelo a que generara nubes de sedimento con la densidad de volumen del material suspendido similar al calculado con las trampas de sedimento.

El dominio del modelo para simulación de la nube de sedimento, consistió en una malla de 32 por 32 puntos nodales equiespaciados a 15 pies (4.5 m) de izquierda a derecha dirección "X" y a 190 pies (58 m) de arriba hacia abajo o dirección "Z". Esta distribución de puntos se calculó en función del ancho de la red y la distancia recorrida por el barco durante el arrastre. La profundidad seleccionada para la descarga de sedimentos fue de 80 pies (24 m) similar a la profundidad del sitio de muestreo.

El perfil de velocidad de corriente se midió en campo con un sensor oceanográfico modelo Interocean S4ADW. Se obtuvo la variación de la corriente en una columna de agua de 12 m en tres capas: superficie, media agua y fondo. Para propósito de la simulación se seleccionaron dos puntos a profundidades de 40 y 16 pies con velocidades de 0.34 y 0.54 pies/s (10 a 16 cm s<sup>-1</sup>) respectivamente.

Las características granulométricas del material suspendido por la red de arrastre fueron separadas en tres componentes, donde cada una constituye una capa independiente de cálculo que utiliza el modelo para generar nubes de sedimento. Las tres fracciones están constituidas por arena muy fina (0.0625 mm), limos gruesos (0.032 mm) y arcillas (0.004 mm). La gravedad específica fue de 2.65 para las tres fracciones.

El área inicial de afectación del arrastre para la simulación fue

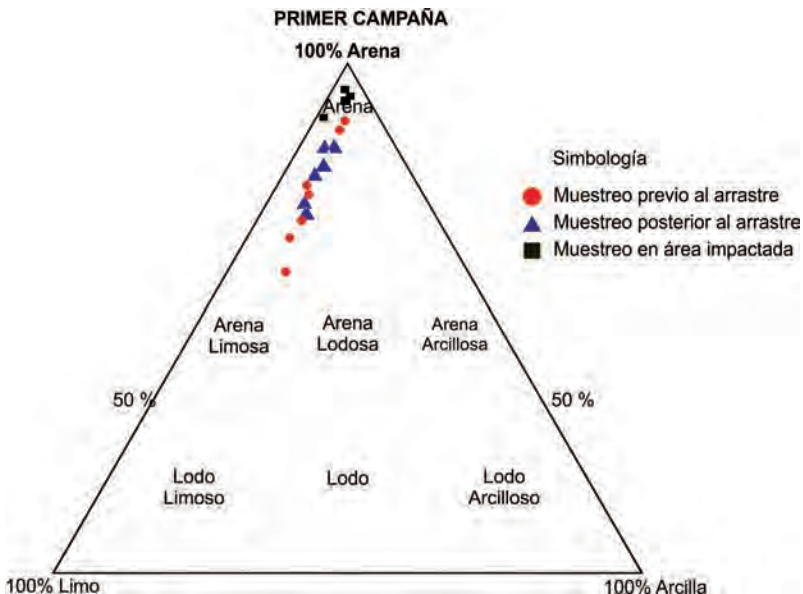
establecida para una celda de 80 por 40 pies (320 pies<sup>2</sup>). Mientras que, el volumen de sedimento empleado al arranque de la simulación fue calibrado, para que una nube resultante de 6 m de altura en un área barrida de 320 pies<sup>2</sup> tuviera una masa cercana a los 30,000 pies<sup>3</sup>, similar a los resultados obtenidos utilizando trampas. La altura de la nube levantada por la red fue establecida con base en estudios realizados por Zenetos *et al.* (2004).

## RESULTADOS

### *Sedimento*

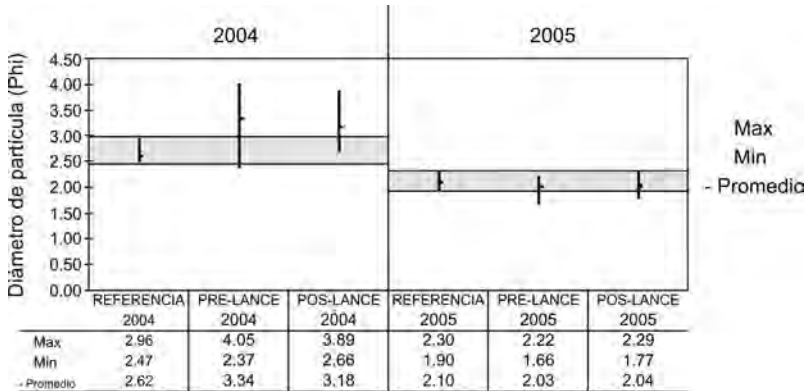
Las muestras analizadas por tamiz y pipeta de la campaña inicial fueron graficadas en un diagrama ternario donde cada vértice del triángulo indica el 100% de cada campo (arena, limo y arcilla).

Las muestras de sedimento colectadas en la zona II que corresponde al área impactada o sitio de referencia son netamente arenosos, y el porcentaje de limo no superó el 10%, mientras que los sedimentos previos al arrastre y posteriores al arrastre se ubicaron en la región del tipo areno limoso, donde el porcentaje de limo no excede el 32% (fig. 2).

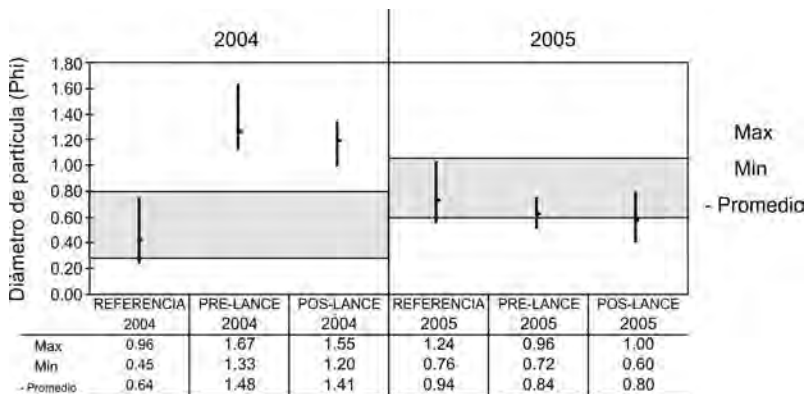


**Figura 2.** Diagrama ternario de la composición global de los sedimentos en el área de arrastre y de referencia. Las muestras del área impactada presentan mayor porcentaje de arena y el resto caen en el campo de materiales areno-limoso.

El grado de disturbio en la composición granulométrica causado por la red de arrastre fue notorio en la campaña del 2004, los sedimentos antes del arrastre fueron más finos (3.34 phi) y se volvieron ligeramente más arenosos después del arrastre (3.18 phi). Sin embargo, en el muestreo del 2005 no se observó diferencia significativa (fig. 3).



**Figura 3.** Relación del tamaño de partículas de sedimento. Se muestra el disturbio producido al sedimento por la red de arrastre en dos campañas de muestreo. A mayor diámetro Phi, menor tamaño de partícula. La franja a color es el campo de variación del sitio de referencia.

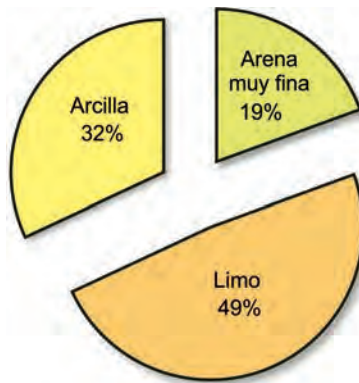


**Figura 4.** Contenido porcentual de materia orgánica en sedimentos durante muestreos pre-arrastre y post-arrastre en las campañas del 2004 y 2005. La franja a color es el campo de variación del sitio de referencia.

El contenido de materia orgánica en el sedimento tuvo un comportamiento similar al disturbio en la granulometría, con tendencia a disminuir el porcentaje después del arrastre. La zona

de referencia mostró un contenido de materia orgánica menor (0.64%) debido a su consistencia arenosa. En el muestreo del 2005, el contenido de materia orgánica no mostró variación significativa entre las etapas previas al arrastre y posteriores al arrastre, y fue similar al sitio de referencia (fig. 4).

Los sedimentos muestreados con trampas, corresponden a partículas predominantemente de un tamaño menor a 0.032 mm (49%), que correspondieron al tipo granulométrico denominado limo medio. La arcilla fue el segundo grupo más importante con un valor de 32% y tamaño menor a 0.004 mm, mientras que el grupo de las arenas representaron solo el 19% y su tamaño fue de 0.0625 mm correspondiente a arenas muy finas (fig. 5).



**Figura 5.** Componentes granulométricos del material suspendido por la red de arrastre colectado con trampas de sedimentos.

**Tabla 1.** Calidad de agua en muestreos realizados antes y después del arrastre.

Condición	Estación	Seston (mg/l)		Clorofila a	Nitratos	Fosfatos
		orgánico	inorgánico	µg/l	mg/l	mg/l
Antes de Arrastre	1	23	119	0.000	0.039	0.164
	2	26	114	0.000	0.044	0.183
	3	14	117	0.221	0.049	0.189
	4	24	116	0.080	0.043	0.164
	5	26	116	0.083	0.037	0.161
Después de Arrastre	1	24	120	0.205	0.020	0.136
	2	26	105	0.145	0.021	0.155
	3	26	105	0.175	0.025	0.155

Los parámetros fisicoquímicos determinados para los muestreos antes y después del arrastre se muestran en la Tabla 1.

La calidad de agua no mostró diferencia relevante entre el muestreo previo al arrastre y el posterior al arrastre. La concentración de nitratos y fosfatos es levemente mayor en el muestreo previo al arrastre, sin embargo, la diferencia no es significativa. El contenido de seston (materia orgánica microparticulada) no presentó variación entre los muestreos.

*Determinación de la velocidad de asentamiento*

Las propiedades granulométricas del diámetro medio, densidad y velocidad de asentamiento de las tres fracciones del sedimento fueron utilizadas en el modelo para la generación de nubes individuales de material en suspensión, para determinar su masa, posición espacial diámetro y velocidad de asentamiento.

La velocidad de asentamiento de cada grupo granulométrico, solicitada como parámetro en el modelo fue estimada utilizando la ley de Stokes (fig. 6). De acuerdo a la ecuación 1, alimentada con los valores listados en la tabla 2.

**Tabla 2.** Valores utilizados en el cálculo de la velocidad de asentamiento de las partículas.

<i>Variable</i>	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>	<i>Observaciones</i>
ds= densidad del sedimento	2.65	g/cm <sup>3</sup>	(~2.6 para cuarzo)
df= densidad del fluido	1.027	g/cm <sup>3</sup>	(~1.02 para agua de mar)
g= fuerza gravitacional	9.81	cm/s <sup>2</sup>	
v=viscosidad	0.01	g/cm*s	(0.01 para agua)
V= velocidad de asentamiento	-	cm/s	Ver Figura 6
C= coeficiente de arrastre	0.5	-	Variable adimensional
D= diámetro de la partícula	-	cm	Ver figura 6

$$V = CD^2 \quad (1)$$

Donde:  $C = \frac{(ds - df)}{g} .18v$  y  $D$  es el diámetro del sedimento (2)

*Corrientes marinas*

En el periodo otoño-invierno del 2004, las corrientes litorales a 12 m de profundidad frente a Cerro Colorado (P1) fueron del orden

de 0.005 m/s, con una dispersión de vectores de mayor velocidad alineado al contorno de la línea de playa (fig. 7a). Asimismo, en el punto 2 (P2) al norte de la localidad de El Choyudo; las corrientes litorales tuvieron velocidad promedio de 0.001 m/s, con vectores máximos de 0.005 m/s alineados a la línea de costa (fig. 7b).

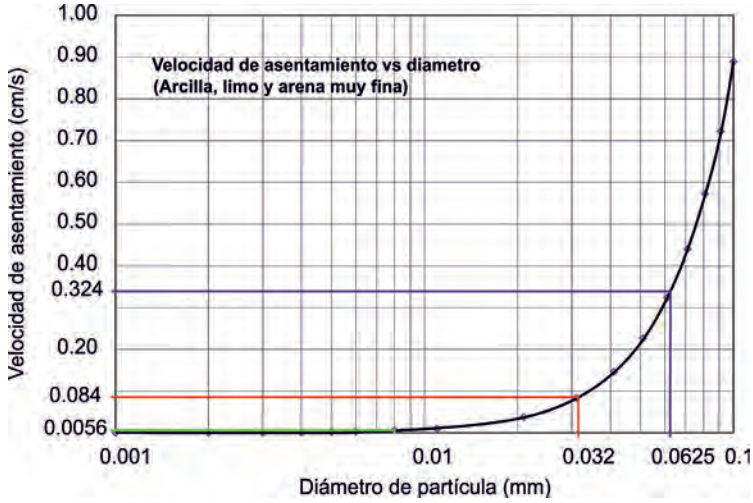


Figura 6. Velocidad de asentamiento de partículas correspondientes a los diámetros medios de los grupos arena muy fina, limo medio y arcillas suspendidos por la red de arrastre.

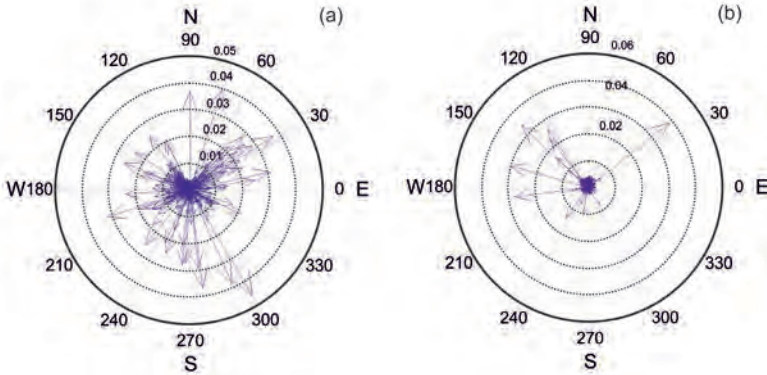
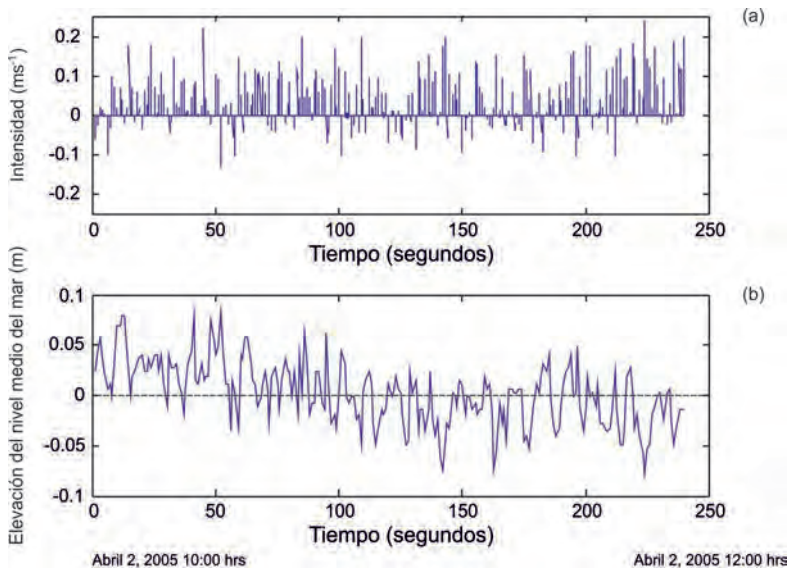


Figura 7. Corrientes litorales: (a) frente a Cerro Colorado el 11 de septiembre de 2004 (P1); (b) frente al sur de la localidad de El Choyudo el 12 de septiembre de 2004 (P2).

En el periodo primavera-verano de 2005, las corrientes se alinearon al eje norte, con mayor significancia hacia el norte en asociación a la fase de flujo de marea. Durante el periodo de medición se observaron magnitudes de hasta 0.25 m/s y promedio de 0.1 m/s (fig. 8).

*Simulación de la dispersión*

La fase de transporte–dispersión descrita por el modelo está basada en la generación de nubes de sedimento, que son levantadas cuando finaliza la fase de colapso, este material fino puesto en suspensión se mantiene en la columna de agua y son almacenados en pequeñas nubes, que se caracterizan por tener una distribución gaussiana, al final de cada intervalo de tiempo utilizado por el modelo, la nube es dispersada horizontalmente por el campo de velocidad de la corriente como resultado de la difusión turbulenta, la nube de sedimento crece horizontal y verticalmente, entonces un nuevo centroide es determinado.



**Figura 8.** Campaña de medición primavera-verano en El Choyudo: (a) corrientes, (b) marea.

Los centroides de las nubes se desplazan en el intervalo de 1 hora para cada componente entre 220 m y 350 m; mientras que, las nubes de dispersión alcanzaron un diámetro promedio de 245 m con espesor de 8 m. Por efecto de la difusión turbulenta y el depósito de partículas la masa decae abruptamente en cada fracción de sedimento (Tabla 3). La relación entre el depósito y la suspensión de partículas en cada fracción de sedimento se muestra en las figura 9.

Los resultados del modelo indicaron que en el transcurso de una hora, el 92.5% (225 m<sup>3</sup>) de la fracción de arena fina alcanza a depositarse, mientras que el 8.5% restante es transportado fuera del



área límite del modelo. La fracción de limo solo se depositó en un 38% (104 m<sup>3</sup>), y la fracción de arcilla se depositó en un 30.5% (79 m<sup>3</sup>). La representación del espesor generado por la depositación en el espacio tridimensional se muestra en la gráfica de isopacas, que involucra la suma de las tres fracciones de sedimento transcurridos en 3600 segundos (fig. 10).

**Tabla 3.** Ubicación espacial de centroides de nubes de sedimento y su masa en los últimos 45 minutos de la simulación.

<i>Tiempo (s)</i>	<i>Posición en Z</i>	<i>Posición en X</i>	<i>Masa (pies<sup>3</sup>)</i>	<i>Diámetro (pies)</i>	<i>Profundidad (pies)</i>	<i>Espesor de nube (pies)</i>	<i>Desplazamiento del centroide (pies)</i>
<i>Arena fina</i>							
900	753.8	250	5603	848.6	60.0	20.0	920.0
3600	1672	250	71.33	763.3	40.7	39.3	(280m)
<i>Limo</i>							
900	753.2	250	7986	848.6	60.2	19.8	722.8
3600	1476	250	233.3	762.3	59.4	20.6	(220m)
<i>Arcilla</i>							
900	753.5	250	7373	848.6	60.1	19.9	1167.5
3600	1921	250	354.1	762.3	38.6	41.4	(356m)

Con los campos de velocidad y dirección de la corriente, la nube de sedimento en la celda de arrastre de 80 por 40 pies afectaría una superficie aproximada de 1.8 Ha (196,400 pies<sup>2</sup>) para los primeros 500 pies de longitud de arrastre, y 21.6 Ha para todo el recorrido (fig. 11). El espesor de la lámina que generaría el sedimento afuera de la superficie utilizada en la simulación no sobrepasaría los 6 mm de espesor.



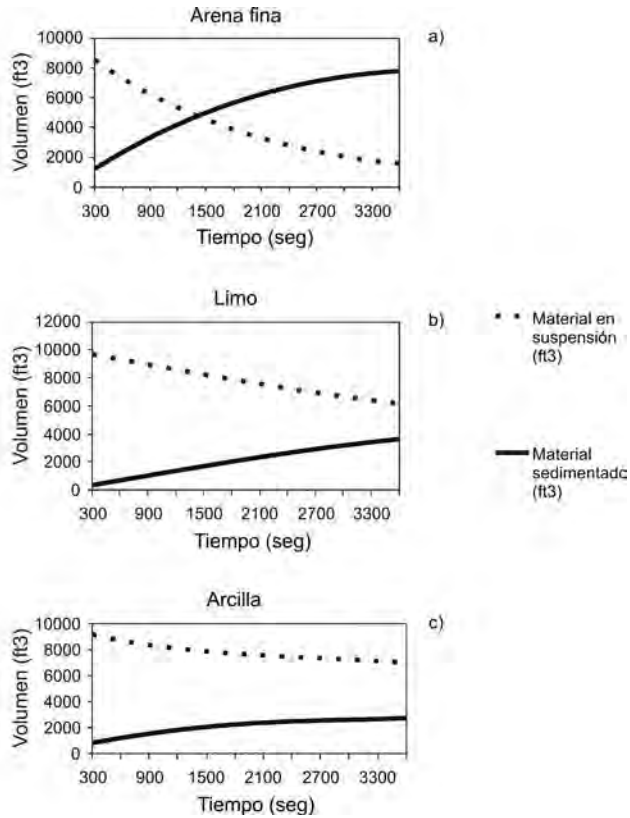


Figura 9. Evolución de las fases de sedimentación y depósito de la nube de sedimento en el lapso de una hora por cada fracción de sedimento.

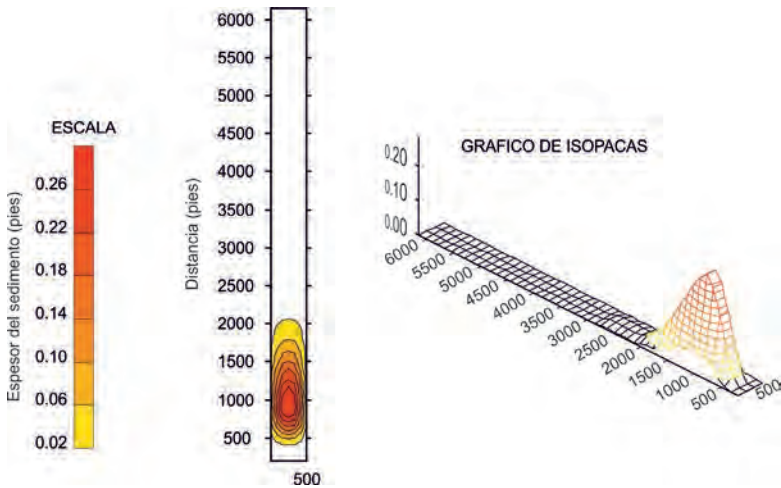
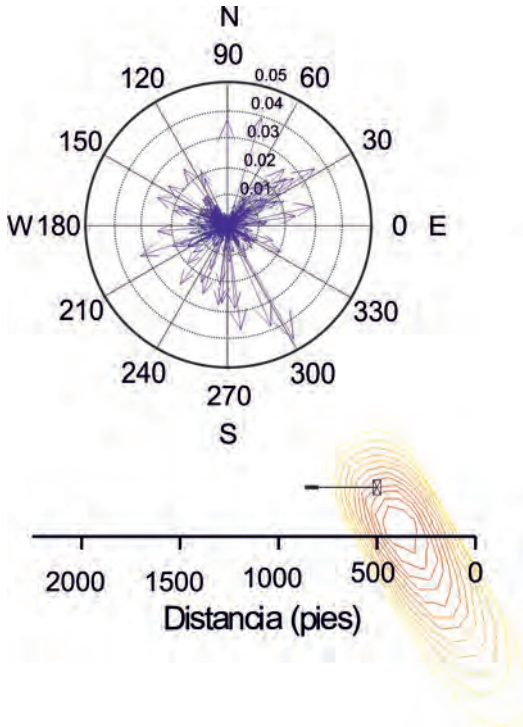


Figura 10. Espesor total depositado en el límite espacial de modelo en pies cúbicos. El espesor mínimo es de 6.1 mm (0.02 pies) y el máximo es de 8.5 cm (0.28 pies).



**Figura 11.** Dirección preferencial de la nube generada en una porción de 500 m lineales de arrastre.

## DISCUSIÓN

Los sedimentos muestreados en ambas campañas corresponden a un material areno-limoso con predominancia de arenas finas, mientras que el material resuspendido colectado con trampas de sedimento fue predominantemente limo medio. Estos sedimentos son típicos para la plataforma continental del occidente de Sonora.

Desde el punto de vista granulométrico hubo una diferencia sutil entre los muestreos previos al arrastre y posteriores al arrastre en la campaña del 2004. Esta se manifestó con un corrimiento de los puntos del muestreo posterior al arrastre hacia la fracción de sedimentos más gruesos o de menor diámetro phi (fig. 3). Esto indicó que la red de arrastre removió partículas finas del lecho marino. La zona II o de referencia que es un área tradicionalmente arrastrada cada año, sugiere que los sedimentos arrastrados sucesivamente se tornan más arenosos (fig. 3). La distancia y profundidad que separa ambos transectos previos y posteriores al arrastre con la zona II

fueron similares, por lo tanto, la diferencia granulométrica no obedece a algún cambio de profundidad en el fondo marino. En el año 2005 los muestreos previos y posteriores al arrastre no tuvieron diferencias significativas, y el tamaño de partícula estuvo dentro del intervalo de la zona II de referencia. La razón de esta similitud es que los análisis granulométricos fueron efectuados con el método de tamizado y no se obtuvo la resolución adecuada (fig. 3).

En un estudio similar De Biasi (2004), reportó poca diferencia en la distribución granulométrica entre los muestreos previos y posteriores al arrastre, concluyó que estas diferencias no parecen tener ningún efecto para detectar el impacto de la pesca y sugieren otro tipo de aproximaciones metodológicas, pero al menos, los cambios ligeros de la composición textural fueron atribuidos a la resuspensión por arrastre y a redepositación por efecto de la corriente.

La acción de la red de arrastre modificó el porcentaje de materia orgánica, como lo demostró la diferencia comparativa entre 2004 y 2005 en la zona II, que presentó una mayor alteración por arrastres anuales. El impacto medido *in situ* en la zona previa y posterior al arrastre también mostró este efecto, a pesar de que los datos en el 2005 no fueron consistentes.

La alteración de la concentración de nutrientes por efecto del arrastre no fue detectado en este estudio, aunque en experimentos en laboratorio con sedimentos de la plataforma continental de Venezuela, se ha comprobado que la resuspensión inducida durante 30 minutos incrementa los niveles de sílica, fósforo inorgánico, nitrógeno orgánico y materia orgánica (Gillian 2003).

Las corrientes marinas coincidieron con datos reportados para épocas de verano-invierno. Las velocidades de corrientes a más de 20 brazas de profundidad corresponden a condiciones de aguas profundas, y están sujetas al cambio del patrón estacional del régimen de corrientes del Golfo de California, descrito por Marinone y Lavín (1997), así como Lavín *et al.* (1997) y Beier (1997).

La circulación en el golfo es de tipo ciclónica en los meses de primavera-verano y anticiclónica en otoño-invierno. En el primer caso, el flujo de entrada es desde las costas de Sonora y Sinaloa con velocidades que no exceden los 0.05 m/s y que se incrementan a partir de la cota de los 70 m, donde por efectos de la topografía submarina y procesos de interacción océano-atmósfera se genera una separación de dos capas de agua. En la franja costera con

profundidades menores a 70 m, tanto las corrientes marinas como la elevación son constantes (Lavín *et al.* 1997, Beier 1997). La velocidad de corrientes es de 0.04 m/s y la dirección está en función de la variabilidad de la onda de marea (fig. 9). Las corrientes litorales son paralelas a la línea de costa debido a que responden a la acción combinada de viento, oleaje y marea (Beier 1997). Las magnitudes están en función de la profundidad y en el caso de la franja costera entre Cerro Colorado y El Choyudo son menores a 0.01 m/s.

## CONCLUSIONES

La alteración en el fondo marino existe. La acción de los arrastres eliminó las partículas más finas, y la materia orgánica del sedimento del fondo marino, tornándose más arenosa. Los cambios en la estructura sedimentaria fueron detectados en composición textural, atribuidos a la resuspensión por arrastre combinado con la redepositación por efecto de la corriente.

El efecto en escala espacial es una nube de sedimento, dispersa en una superficie de 1.8 Ha para los primeros 500 pies de longitud de arrastre y 21.6 Ha para la totalidad del recorrido. La precipitación de los sedimentos sucedió en forma vertical para la fracción arenosa, con un tiempo de precipitación de 1 hora; y en forma longitudinal para la fracción limo-arcillosa que es arrastrada por las corrientes paralelas a la costa, con un tiempo estimado de precipitación de 24 a 48 horas.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto SAGARPA-CONACYT 2003-02-089 y el proyecto EP1.1. Se agradece el apoyo de los Laboratorios de Manejo Costero, Calidad de Agua y el Laboratorio de Sedimentología de la unidad Guaymas del CIBNOR, así como a la tripulación del B/O BIP XII.

## REFERENCIAS

- Beier, E. (1997). A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. *J. Phys. Oceanogr.* 27: 615-632.
- Churchill, J. H. (1989). The effect of commercial trawling on sediment resuspension

- and transport over the Middle Atlantic Bight continental shelf. *Cont. Shelf Res.* 9: 841-864.
- Darlene, W. (2005). Total organic carbon in Maryland Coastal Bays sediments: Status of a regulator of chemical and biological processes. In: C. E. Wazniak, M. R. Hall (eds.), *Maryland's Coastal Bays: Ecosystem Health Assessment 2004*. Maryland Department of Natural Resources, Tidewater Ecosystem Assessment, Annapolis, MD.
- Norse, E. A. (1999). Impacts of Mobile Fishing Gear: The biodiversity perspective. *American Fisheries Society Symposium* 22:31-40, 1999. Darling Marine Center, University of Maine, Walpole, Maine 04573, USA.
- EPA, USACE. (1995). Evaluation of dredge material proposed for discharge in waters of The U.S. Testing Manual (Final, Workgroup Draft). Washington D.C.
- Fish Net. (1999). Number 6. USA. May 8. <http://www.fishingnj.org/netusa6.htm>
- Folk, R. L., Ward, W. C. (1956). Brazos River Bar: A study on the significance of grain size parameters. *J. Petrol.* 4: 65-67.
- García, E. (1968). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. Primera edición, Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F.
- Gillian, D. (2003). Physical disturbance and biological implications of sediment resuspension from commercial fishing gear in the Gulf of Maine. Submitted in partial fulfillment of the requirements for a Bachelor of Arts degree from Carleton College, Northfield, Minnesota.
- INEGI. (1981). Carta hidrológica de aguas superficiales 1:250,000 SIERRA LIBRE H12-11. Secretaría de Programación y Presupuesto, Coordinación General de los Servicios nacionales de Estadística, Geografía e Informática.
- Lavín, M. F., Beier, E., Badan, A. (1997). Estructura hidrográfica y circulación del Golfo de California: Escalas estacional e interanual. In: M. F. Lavín (ed.), *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, pp. 141-171.
- Maluf, L. I. (1983). The physical oceanography. In: T.H. van Andel, G.G. Shor Jr. (eds.), *Marine geology of the Gulf of California, A Symposium*, The American Association of Petroleum Geologist, Tulsa, Mem. 3, pp. 30-58.
- Marinone, S. G., Lavín, M. F. (1997). Mareas y corrientes residuales en el Golfo de California. In: M. F. Lavín, (ed.), *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana. pp. 113-138
- Martin, D. M. (1972). *Marine chemistry*, Vol. I. Marcel-Decker, New York.
- Murphy, J., Riley, P. (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta.* 27: 31-36.
- Palanques, A., Guillen, J., Puig, P. (2001) Impact of bottom trawling on water turbidity and muddy sediment of an unfished continental shelf: *Limnol. Oceanogr.* 46(5): 1100-1110.
- Royse, C. (1970). *Introduction to sediment analysis*. Arizona State University Publications. Schroeder, P. R., and Palermo, M. R. (1995). The automated dredging and disposal alternatives modeling system (ADDAMS), *Environmental Effects of Dredging Technical Notes EEDP-06-12*, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

#### DISPERSIÓN DE SEDIMENTO POR ARRASTRE

- Schroeder, P. R., Palermo, M. R. (1995). The automated dredging and disposal alternatives modeling system (ADDAMS), Environmental Effects of Dredging Technical Notes EEDP-06-12, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- Spotte, S. (1979a). Fish and invertebrate culture: water management in closed systems. Wiley, New York, USA.
- Spotte, S. (1979b). Seawater aquariums: the captive environment. Wiley, New York.
- Strickland, D. H., Parsons, T. R. (1972). A practical handbook of seawater analysis. Bulletin 167. Fish. Res. Board Can.
- Watling L., Norse, E. A. (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: A comparison with forest clear cutting. *Conserv. Biol.* 12(6): 1180-1197.
- Zenetos, A., Simboura, N., Pancucci-Papadopoulou, M. A., Lykoussis, V., Vassilopoulou, V., Thessalou-Legaki, M., Papaspyrou, S. (1995). Trawling impact on benthic ecosystems project N° 95/014.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 13

Padilla-Arredondo, G., M. S. Burrola-Sánchez, D. Urias-Laborín, S. Pedrín-Avilés y M. R. López-Tapia. 2012. Dispersión de sedimento por efecto de redes de arrastre en la zona marina frente a “El Choyudo”, Municipio de Hermosillo, Sonora, 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. 241-260.

## Granulometría y materia orgánica de áreas pesqueras rastreables y no rastreables en la costa central de Sonora, México.

Sergio Pedrín-Avilés<sup>1\*</sup>, Juana López-Martínez<sup>1</sup> y Pedro García-Hinostroza<sup>2</sup>

### RESUMEN

Los estudios sedimentológicos en el Golfo de California para conocer el impacto de la pesca de arrastre de fondo y sus consecuencias, casi no se conocen, a pesar de la relevancia ecológica, económica y social que representa tal actividad en el noroeste mexicano.

En este trabajo se presentan el tipo y calidad del sedimento, y se comparan áreas previas y posteriores al lance en zonas rastreables y no rastreables de la pesca del camarón, ubicadas en una porción de la plataforma continental oeste de la costa central de Sonora. Usando el método geoestadístico de los cuatro momentos, permitió la diferenciación de las áreas. El análisis de tamaño de grano promedio contrastándolo con la desviación estándar y el contenido porcentual de materia orgánica, mostraron diferencias significativas agrupándolas por sus características particulares entre sitios de rastreables, y no rastreables. Granulométricamente se detectaron diferencias sutiles entre muestreos previo y posterior al lance para el 2004. En el año 2005 las recolectas de sedimento previas y posteriores al lance no tuvieron diferencias significativas. El porcentaje de materia orgánica determinado en el 2004, mostró que la acción de arrastre de la red resuspende materia orgánica del fondo marino. El impacto medido *in situ* en la zona previa y posterior al lance también mostró este efecto. La alteración del

**Palabras clave:**  
Materia orgánica  
Área rastreable  
Impacto  
Sonora

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

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Guaymas. Km 4 Carretera al varadero Nacional S/N, sector las Playitas. CP. 85425. Guaymas, Sonora, México.

\*Autor de correspondencia: E-mail: [spedrin04@cibnor.mx](mailto:spedrin04@cibnor.mx)

fondo marino existe, ya que la actividad de los arrastres dispersa la materia orgánica particulada del sedimento del fondo marino tornándose más arenoso. Los cambios en la estructura sedimentaria fueron detectados en la composición por tamaño de las partículas, debidos a la resuspensión por el arrastre pesquero combinado con la acumulación por efectos de la corriente marina.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas marinos son sistemas complejos, constituidos por numerosos componentes, seres vivos y ambiente físico que interaccionan entre sí en diferentes escalas temporales y espaciales, y como consecuencia de estas interacciones, tienen una estructura y funciones emergentes que son más que el resultado del total de sus componentes. En particular la actividad pesquera puede producir cambios de los ecosistemas marinos, tanto en su productividad, como en su estructura. Los impactos que se deben a la actividad pesquera por sí misma, son tanto por la falta de selectividad de las artes de pesca, que afectan a las especies que coexisten con las especies objetivo, o por la pérdida ó abandono del equipo de pesca. Las técnicas de pesca inadecuadas ó ilegales pueden además producir cambios en la topografía del fondo, tipo de sedimento y los ambientes asociados, tales como arrecifes coralinos, llanuras de pastos marinos, comunidades de algas y sobre todo en comunidades bentónicas, asociadas al fondo marino (Kaiser y Spencer 1996). Los impactos de la pesca de arrastre en el fondo de los ecosistemas acuáticos se han descrito como equivalentes a los de la agricultura sobre los ecosistemas terrestres, en términos de la proporción de la productividad primaria del sistema cosechada por el hombre (Watling y Norse 1998).

El impacto de la pesca en las especies asociadas y dependientes se ha documentado en algunas áreas. La disminución de las poblaciones de consumidores primarios al inicio de la cadena trófica remueve especies necesarias para el mantenimiento de sus depredadores, con efectos de cascada en el ecosistema. En el caso de los ecosistemas del fondo marino, se observa con frecuencia la remoción de grandes cantidades de biomasa de la red trófica, asociada a una baja entrada de energía (Kaiser y Spencer 1996).



La mayoría de las actividades pesqueras no son suficientemente selectivas para extraer del océano solo los recursos deseados. Esto conduce a la pesca accidental de otras especies, parte de las cuales tienen escaso o ningún uso para el hombre; también se produce la captura incidental de especies en riesgo, tales como tiburones, cetáceos y tortugas, que son descartadas junto con los desechos del procesamiento de pescado en los barcos. Entre los efectos sobre el ecosistema, están el incremento de la disponibilidad de alimento para las especies carroñeras, la acumulación de materia orgánica, y por un efecto acumulativo la disminución de la concentración de oxígeno disponible en el ambiente del fondo. También la muerte accidental de individuos que quedan atrapados en equipos de pesca perdidos o abandonados, estos equipos representan un problema en aumento que se ha relacionado con el creciente esfuerzo de la pesca (Watling y Norse 1998).

Los equipos de pesca pueden cambiar el ambiente donde habitan las especies que constituyen el recurso pesquero. Un impacto documentado es el de las redes de arrastre sobre las especies del fondo, que causaron cambios de largo plazo en la abundancia y composición de especies del mar de Wadden (mar de Frisia), ubicado en las costas de Holanda, Alemania y Dinamarca. El impacto sobre el hábitat depende del peso del equipo de pesca, frecuencia de arrastre y el tipo de sedimento. Fondos dinámicos y suaves pueden sufrir daño limitado, aún cuando sean explotados por equipo pesado. Al contrario, hábitats duros, estables y muy estructurados, como arrecifes y pastizales marinos pueden ser fácilmente dañados. Las redes de arrastre en los ecosistemas marinos de poca profundidad alteran el fondo oceánico, principalmente poblaciones de corales, esponjas y otras especies filtradoras que proporcionan la estructura básica para estos ecosistemas (Kaiser y Spencer 1996).

El efecto de la resuspensión del sedimento inducido por los arrastres tiene implicaciones en el decaimiento y la remineralización de la materia orgánica, con un fuerte impacto en el balance de algunos nutrientes. Mayer *et al.* (1991) indicaron que el enterramiento de materia orgánica particulada en horizontes superficiales, puede cambiar una población de eucariontes aeróbicos hacia un metabolismo dominado por procariontes anaeróbicos, la situación inversa ocurre al exponer sedimentos subsuperficiales anaeróbicos a condiciones aeróbicas, esto sucede cuando se induce a la mezcla

de sedimento durante el proceso de arrastre.

El nivel de tolerancia en que los sedimentos aeróbicos y anaeróbicos son afectados por el arrastre de fondo dependerá de la profundidad y espesor de la capa de oxido-reducción del sedimento. Por ejemplo, el flujo de nitrógeno sedimentario incrementa substancialmente como aumenta la tasa de bioturbación, y durante los arrastres de fondo, especies oportunistas de poliquetos entre otros, colaboran con el flujo de nitrógeno sedimentario (Aller 1988). La resuspensión derivada de los arrastres introduciría amonio regenerado, con la consiguiente nitrificación en una columna bien oxigenada, por lo cual, estas especies nitrogenadas estarán disponibles para el ecosistema aeróbico (Seitzinger 1988). La resuspensión de 1 mm de sedimento es suficiente para duplicar o triplicar el flujo de nutrientes hacia la zona fótica. Estos flujos pueden llevar en su momento a cambiar la comunidad de fitoplancton a diatomeas, resultando en un incremento significativo en la productividad primaria y la tasa de carbono orgánico exportado (Sánchez y Carriquiry 2007). Por consiguiente, el cambio neto en la regeneración de nutrientes por baja ó decaimiento y remineralización de la materia orgánica producto del arrastre, pueden conducir a un impacto deseable o indeseable.

Se han realizado trabajos sobre el impacto de la pesca de arrastre en las inmediaciones del fondo marino, estas investigaciones se han enfocado en evaluar específicamente los cambios o sucesiones que ocurren en las comunidades bentónicas antes, durante y después del arrastre de fondo. Sin embargo, los aspectos geoquímicos sedimentarios de las zonas de pesca del camarón no han sido evaluados y contrastados entre áreas de arrastre intensivo (zonas perturbadas y sedimentos no consolidados), y áreas de no arrastre (zonas prístinas, definidas como “pegazones” caracterizadas por rocas, gravas, cantos rodados o barcos hundidos). Los pocos estudios se han enfocado en comparar algunas propiedades del sedimento, tales como granulometría, con su fracción gruesa (arenas), la fracción fina (limo y arcilla) y el contenido porcentual de materia orgánica para áreas de arrastre (Pilskain *et al.* 1998, Schwinghamer *et al.* 1998, Dernier *et al.* 2003).

Se sabe que la pesca de arrastre afecta de una u otra forma a los hábitats del fondo marino en todo el mundo. Sin embargo, estos efectos 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. Las diferentes metodologías en artes de pesca inciden de modo diferente en el fondo del mar.

El impacto del arrastre efectuado por las redes camaroneras ha sido un tema de gran relevancia y preocupación. En el ámbito internacional y nacional 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 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (FAO 1997, 2000 y 2003). Encausados a ubicar soluciones al problema de la captura incidental de camarón, comúnmente conocida como Fauna Acompañante de Camarón (FAC). Sin embargo, los efectos ecológicos y de disturbio pueden estar asociados también al hábitat de las especies bentónicas del fondo marino.

Las artes de pesca de arrastre del fondo hacen que las capas superiores del hábitat sedimentario vuelvan a quedar en suspensión, de este modo movilizan nuevamente los nutrientes, contaminantes y partículas finas dentro de la columna de agua. Todavía no se han terminado el significado ecológico de estos efectos pesqueros (Kaiser *et al.* 2001, Anónimo 2002).

De experimentos y revisiones efectuadas en diversas regiones del mundo (Australia, mar del Norte, etc.) sobre el efecto de los arrastres de los fondos marinos, se han reportado resultados contradictorios. En un experimento de tres años para evaluar los efectos de arrastres repetitivos en los ecosistemas de fondos arenosos, que se efectuó en los Grandes Bancos de Nueva Inglaterra, los mayores impactos fueron inmediatos en la estructura física del hábitat, sin embargo, fueron de corta duración, ya que la evidencia mostró que el ecosistema se recobró en un año o menos (Gordon *et al.* 2002). Así mismo, de experimentos consistentes en comparar áreas arrastradas y áreas no arrastradas, se ha determinado que el arrastre pesquero de camarón no tuvo efectos consistentes con las comunidades de la infauna (Drabrisch *et al.* 2001).

Por otra parte, en otros estudios se ha determinado que los arrastres han modificado el ecosistema marino tanto en la abundancia (Diamond *et al.* 1999, 2000), como en la diversidad de las especies, modificando los procesos de sucesión (Hansson *et al.* 2000, Sparks y Watling 2001); la dinámica poblacional de algunas

especies de peces afectados no cambió, mientras que para otros si se observó modificación (Diamond *et al.* 1999).

Igualmente, se comprobó que el disturbio grave del arrastre ha llevado a una drástica reducción en la biomasa de la infauna y epifauna, pero esas reducciones no se observaron en cambios en los niveles tróficos intermedios de la comunidad, o entre la relación de los niveles tróficos de diferentes tallas de la epifauna (Jennings *et al.* 2001).

Así mismo, se ha mostrado que los arrastres continuos en fondos marinos en la plataforma continental incrementan la turbidez del agua, cuyos efectos no se conocen en ninguno de los casos (Palanques *et al.* 2001).

Un trabajo recientemente efectuado en el mar Mediterráneo llevando a cabo experimentos de arrastre, mostró que hubo modificaciones macroscópicas en el fondo marino originadas por el paso de las puertas de las redes, y que hubo cambios efímeros pero significativos, en la composición de los materiales sedimentarios. Mientras que en las comunidades bentónicas se detectaron solo después de 48 horas y fueron más obvios en moluscos. El estudio propone que la recuperación de los efectos de la perturbación puede ocurrir en aproximadamente un mes (De Biasi 2004).

Se han realizado pocos estudios para determinar los efectos del arrastre experimental en caladeros de fondos blandos (arenosolimosos), tal como es el caso del área de la plataforma continental de la costa de Sonora. Tales estudios mostraron reducciones de las abundancias de especies bentónicas. Sin embargo, parece que se recuperen en un año o menos. Indican también que en el arrastre no produce grandes cambios en las comunidades bentónicas estudiadas. Sin embargo, un rasgo recurrente fue que estos ecosistemas presentaron una notable variabilidad espacial y temporal del número de especies e individuos. Es posible que tales hábitats sean resistentes al arrastre, porque están sometidos a un alto grado de trastornos naturales, como fuertes corrientes o grandes fluctuaciones de temperatura (SOFIA 2004).

Por otra parte, en los hábitat de fondo blando se produjeron pronunciados cambios temporales en muchas especies bentónicas debido a la variabilidad natural. Es posible que esta variabilidad enmascare los cambios causados por el arrastre, por lo que sería difícil demostrarlo (SOFIA 2004).

El indicador más adecuado del daño que ocasionan las redes de arrastre, es sin duda el estudio de la estructura poblacional del bentos, el estudio detallado del sedimento por sí mismo, proporciona solamente información incompleta. En resultados preliminares Zenetos *et al.* (1995) encontraron un incremento de la materia orgánica, reflejado en el aumento de fitoplancton, como respuesta a una posible liberación de nutrientes y un decremento de carbón orgánico, todo ello atribuible a la alteración mecánica en la capa superficial del sedimento y a la exposición de las capas inferiores. En resultados adicionales, reportaron que las especies asociadas al sustrato decrecen en número, y algunas de ellas fueron permanentemente eliminadas. Por ejemplo, el 33% de las especies de poliquetos y el 50% de equinodermos fueron eliminados.

El sedimento puesto en suspensión por las redes de arrastre es una línea de investigación que aún está en proceso. Cuantificar estos efectos requiere determinar la tasa de sedimentos puestos en suspensión por unidad de longitud arrastrada, la altura de la pluma de sedimento generada por el arrastre y el tiempo requerido para que estos se sedimenten (Churchill 1989). Estas propiedades pueden ser determinadas midiendo la concentración de sedimento a lo largo de un segmento de la pluma, durante lapsos de tiempo después de su generación por el arrastre. Estas medidas requieren combinar muestras de agua y óptico-acústico de la concentración del sedimento. El seguimiento de la pluma de sedimento es problemático, esto debe hacerse marcando la pluma con cuerpos de deriva y colorantes. Además usar perfiles de datos obtenidos con perfilador acústico Doppler de corrientes, para una referencia del movimiento de la nube (Churchill 1989).

Prácticamente no se conocen investigaciones publicadas sobre el efecto de los arrastres de los fondos marinos efectuados por embarcaciones camaroneras en el Golfo de California. Aunque recientemente López-Martínez *et al.* (2007), efectuaron una prospección inicial para obtener una aproximación al efecto de las redes de arrastre que operan en el Golfo de California, principalmente en el litoral de Sonora, encontrando que los sedimentos muestreados con trampas, corresponden a partículas predominantemente de un tamaño menor a 0.032 mm (49%), que equivalen al tipo granulométrico denominado limo medio. La arcilla fue el segundo grupo más importante con un valor de 32% y tamaño menor a 0.004 mm, mientras que el grupo

de las arenas representaron solo el 19% y su tamaño es de 0.025 mm correspondiente a arenas muy finas.

En el presente trabajo se evalúa la calidad y el tipo de sedimento en la zona costera del elemento fisiográfico denominado Cerro Colorado, parte oriental del Golfo de California en la subregión sur-central de Sonora, donde se llevan a cabo la mayoría de las actividades pesqueras de la región.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

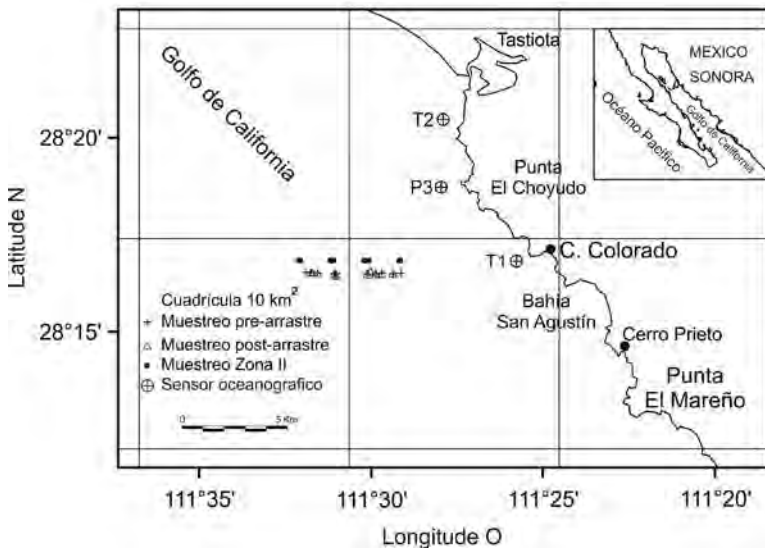
El área de estudio se encuentra en la región Golfo central caracterizada por cuencas profundas, amplitudes de marea pequeñas, corrientes superficiales con dirección sureste en invierno y noroeste en verano, en función del patrón estacional de vientos; la temperatura del agua presenta marcada variación estacional y la salinidad variación mínima (Maluf 1983).

Según el sistema de clasificación climática de Köppen, modificada por García (1968) y los tipos de comunidades bióticas del sistema de Brown y Lowe (1994), el área de estudio pertenece a la clave BWh la cual caracteriza al clima muy seco y semicálido. Las dos terceras partes del estado de Sonora están dominadas por el desierto sonorense donde se encuentra la zona más árida de México. Las lluvias en la entidad aumentan de norte a sur desde menos de 50 mm por año en el extremo noroeste a más de 1,000 mm en el mismo período en el extremo sureste del estado, principalmente en las zonas montañosas de la Sierra Madre Occidental (Brito-Castillo, *et al.* 2011). Al oeste de ésta se ubica el cerro Colorado y presenta un marcado declive hacia el Golfo de California desde unos 1,000 m de elevación. Las serranías están orientadas en el sentido sur-sureste (S-SE) y nor-noreste (N-NE) y entre ellas se forman valles longitudinales en los márgenes de los ríos que a veces se cortan por despeñaderos y acantilados, para abrirse con mayores dimensiones al aproximarse a la costa, hasta terminar en páramos ó desiertos, que en ésta planicie costera adquieren regular extensión.

El conocimiento geográfico básico del área cercana al cerro Colorado es importante, ya que los materiales sedimentarios de esta parte pueden ser transportados por eventos climáticos a través de diferentes arroyos y depositados en el margen marino de la

plataforma continental.

Los rasgos fisiográficos del fondo de la plataforma continental oeste del cerro Colorado prácticamente son desconocidos, aunque se conoce que su configuración topográfica está constituida por fondos blandos de composición de arena, limo y arcilla. Aunque en varias partes del litoral se han reportado de forma aislada áreas sumergidas muy abruptas, o rocosas que en su mayoría son prolongaciones de las salientes volcánicas del litoral Sonorense.



**Figura 1.** Localización del área de estudio donde se llevaron a cabo las campañas de agosto 2004 y agosto 2005 en la plataforma continental oeste, frente al cerro Colorado, Sonora.

La planicie costera que engloba al cerro Colorado está formada por pequeñas elevaciones volcánicas y algunas terrazas marinas de poca elevación del pleistoceno- holoceno que indican cambios eustáticos recientes en la zona costera (Ortlieb 1987).

El escenario costero entre las localidades del cerro Colorado hasta bahía Kino ha sido influenciado por factores de origen paleogeográfico y climático, ocurridos principalmente en el periodo geológico denominado cuaternario. Tan solo en la época del pleistoceno, la costa de norteamérica experimentó cuatro grandes glaciaciones que produjeron oscilaciones en el nivel del mar. Al término de la última glaciación, ocurrida hace aproximadamente 18,000 años, la planicie costera de Sonora probablemente fue mucho más amplia de lo que es actualmente, y las islas actuales fueron

promontorios topográficos conectados a tierra firme.

El litoral de Sonora cuenta con extensas áreas rocosas que forman acantilados, donde no es posible efectuar arrastres pesqueros; con base en esta información se determinó trabajar frente a una localidad denominada cerro Colorado. El muestreo se efectuó en dos transectos perpendiculares a la línea de costa del litoral de Sonora.

*Muestreos y análisis de la información*

Se colectaron las muestras de sedimentos en las campañas de agosto 2004 y agosto 2005 en la plataforma continental oeste, frente al cerro Colorado, Sonora, a los 28° 17' de latitud norte y 111° 25' de longitud oeste (fig. 1). Se llevó a cabo utilizando una embarcación mayor de arrastre biológico-pesquero por medio de una draga tipo Van Veen.

La muestra se fraccionó para los análisis básicos en sedimento: distribución de tamaños de partículas y contenido porcentual de la fracción orgánica, determinada por el método de titulación química (Dean 1974). La ubicación geográfica de las estaciones se realizó por medio de un GPS 76 marca Garmin (Tabla 1).

**Tabla 1.** Localización del muestreo previo al arrastre.

Clave de la muestra	Prof. (m)	Latitud			Longitud		
		Grados	minutos	Fracción	Grados	minutos	Fracción
PRE-L01	22.3	28	16	0.808	111	29	0.076
PRE-L02	22.8	28	16	0.795	111	29	0.307
PRE-L03	23	28	16	0.812	111	29	0.641
PRE-L04	23.4	28	16	0.797	111	29	0.810
PRE-L05	23.6	28	16	0.775	111	30	0.974
PRE-L06	24	28	16	0.795	111	30	0.079
PRE-L07	24.2	28	16	0.823	111	31	0.713
PRE-L08	24.8	28	16	0.797	111	31	0.016
PRE-L09	25.3	28	16	0.811	111	31	0.511
PRE-L10	25	28	16	0.832	111	31	0.863

El muestreo se efectuó en dos transectos perpendiculares a la línea de costa del litoral de Sonora. La distancia de los transectos fue de 2.8 millas aproximadamente (4.5 km).



Durante el muestreo posterior al lance se efectuó una réplica del muestreo previo al lance, para evaluar el nivel de alteración física que las redes de arrastre producen al fondo marino. Adicionalmente, se efectuó un muestreo como referencia en un área que tradicionalmente es arrastrada durante la temporada de pesca del camarón.

El análisis granulométrico y del material orgánico colectado se llevó a cabo en el Laboratorio de Geología Ambiental del CIBNOR, S.C. Unidad Sonora, Campus Guaymas, por medio de técnicas sedimentológicas estándar de tamiz para la fracción gruesa y de sedimentación por el método de la pipeta para las partículas finas, menores a 0.064 mm descritas en Folk y Ward (1956), y Royse (1970). Se calcularon los porcentajes de las fracciones del sedimento y los valores estadísticos de tamaño promedio, grado de clasificación y asimetría, utilizando los algoritmos descritos en Chamley (1990), y Folk y Ward (1956). Para su interpretación se elaboraron gráficas binarias correlacionando el tamaño promedio y la desviación estándar con la materia orgánica, se elaboraron gráficas ternarias para agrupar poblaciones de sedimentos utilizando los momentos estadísticos obtenidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Granulometría y tipo de sedimento*

Para la clasificación específica de cada una de las muestras sedimentarias en las diferentes áreas estudiadas, los sedimentos del fondo marino se trataron en laboratorio por los métodos de tamiz y pipeta de las áreas previas y posteriores al arrastre en la Zona II; las cuales fueron graficadas en el triángulo de Folk (1956), donde cada vértice del triángulo indica el 100% de cada variable espacial: arena, limo y arcilla (fig. 2).

El análisis granulométrico indicó un tamaño promedio (Mz) de  $3.06 \pm 2$  ( $\emptyset$ ) para todas las muestras. El tipo de sedimento estuvo caracterizado principalmente por arenas limosas y arenas, con escasas estaciones con sedimentos limosos, máximo (27.3%) en lances previos al arrastre (PRE-L05, Tabla 1). En cuanto a las recolectas de sedimento en lances previos al arrastre, éstas estuvieron caracterizadas por un tamaño promedio de  $3.26 \pm 2.0$  ( $\emptyset$ ), y las estaciones posteriores al arrastre fueron ligeramente más arenosas con  $3.07 \pm 1$ . Mientras que en la zona II ó de referencia fue caracterizada por ser la más arenosa de todas con un tamaño de grano promedio de  $2.87 \pm 1$  ( $\emptyset$ ) (Tabla 2).



limos y arcillas, pueda ser trasladado hacia diversas áreas por corrientes marinas, mientras que el material más grueso con una mayor velocidad de asentamiento puede ser depositado en las áreas donde se efectúa el arrastre (Sparks y Watling 2001).

Al correlacionar el tamaño promedio del sedimento (Mz) y la desviación estándar (Ds) o grado de clasificación del sedimento, para las áreas

**Tabla 2.** Porcentajes de arena, limo y arcilla y tipo de sedimento

<b>Muestra</b>	<b>% Arena</b>	<b>% Limo</b>	<b>% Arcilla</b>	<b>Tipo de sedimento</b>
Pre-L1	65.978	26.771	7.251	Areno-limoso
Pre-L2	69.640	22.709	7.651	Areno-limoso
Pre-L3	65.481	27.033	7.486	Areno-limoso
Pre-L4	59.079	31.035	9.886	Areno-limoso
Pre-L5	65.347	27.307	7.346	Areno-limoso
Pre-L6	69.019	23.360	7.621	Areno-limoso
Pre-L7	74.191	17.157	8.652	Areno-limoso
Pre-L8	76.575	16.874	6.551	Areno-limoso
Pre-L9	86.853	7.911	5.236	Arenoso
Pre-L10	88.765	6.027	5.208	Arenoso
Pos-L2	77.917	16.685	5.398	Areno-limoso
Pos-L3	72.431	21.215	6.354	Areno-limoso
Pos-L5	70.488	21.865	7.647	Areno-limoso
Pos-L7	83.399	12.271	4.330	Areno-limoso
Pos-L8	79.858	14.230	5.912	Areno-limoso
Pos-L10	83.461	10.588	5.951	Areno-limoso
Pre-L5	62.501	29.446	8.053	Areno-limoso
Pre-L8	77.999	16.309	5.691	Areno-limoso
Zona II-L2	87.157	9.099	3.745	Arenoso
Zona II-L6	95.467	2.655	1.878	Arenoso
Zona II-L8	94.424	2.407	3.168	Arenoso
Zona II-L9	93.407	3.680	2.913	Arenoso
Zona II-L10	93.172	3.776	3.052	Arenoso

previas y posteriores al lance así como de la zona II, se pudieron apreciar diferencias entre las tres. Áreas previas y posteriores al lance no mostraron diferencias significativas, con predominancia de arena muy fina y su Ds de 2, esto es pobremente clasificada, debido probablemente al disturbio provocado. Mientras que la zona II si mostró su separación de las otras dos, que es más arenosa con una Ds de 1, que la cataloga

como arena fina a media moderadamente clasificada, con tamaño de 2-3  $\phi$  (fig. 3).

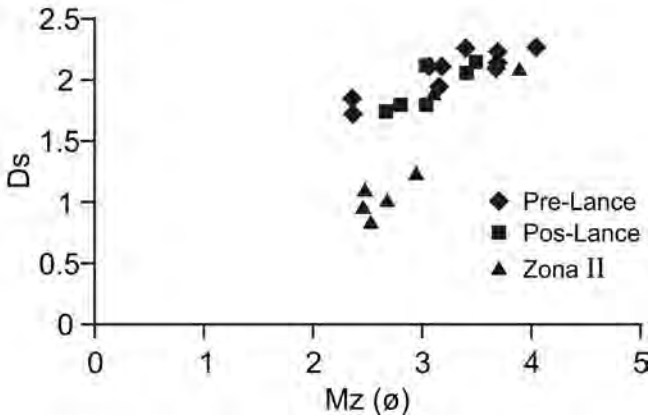


Figura 3. Relación entre el tamaño promedio (Mz) con la desviación estándar (Ds).

*Materia orgánica*

Se relacionó el tamaño promedio del sedimento (Mz) con el contenido porcentual de materia orgánica en el sedimento, para conocer si existen diferencias o similitudes entre esas variables, y comparar si hubo un comportamiento similar al disturbio en los tamaños de grano en áreas previas y posteriores al lance, ya que existe una tendencia a disminuir el porcentaje después de la realización del arrastre (fig. 4 y 5). La zona II ó de referencia, presentó un contenido porcentual de materia orgánica más bajo (0.85 %) debido a su consistencia totalmente arenosa (fig. 6).

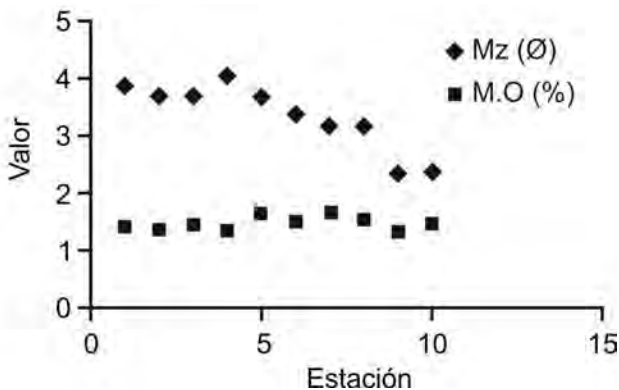


Figura 4. Relación de la materia orgánica con el tamaño promedio del sedimento en áreas previas al lance.

La correlación entre el porcentaje de materia orgánica y el tamaño promedio (Mz) del sedimento de las áreas previas al lance, posteriores al lance y de la zona II, mostró una adecuada caracterización de cada uno de ellos (fig. 7).

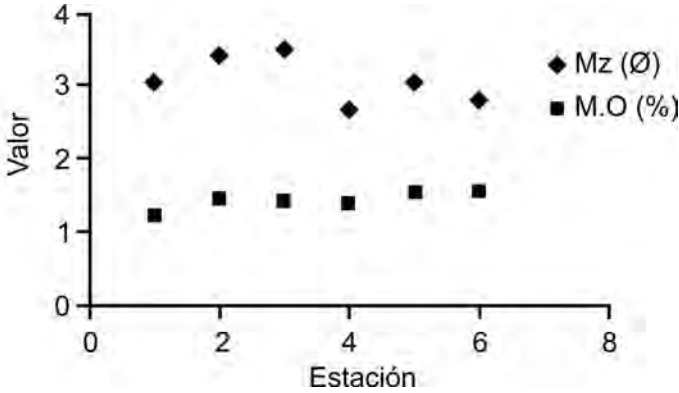


Figura 5. Relación de la materia orgánica con el tamaño promedio del sedimento en áreas posteriores al lance.

De forma similar, los porcentajes de materia orgánica al contrastarse con la Desviación estándar (Ds) mostraron agrupaciones de sedimentos pobremente clasificados (2) con las mayores abundancias de material orgánico. Mientras que en la zona II, la Ds fue de 1, es decir moderadamente clasificado con sedimento arenoso y con bajas concentraciones de materia orgánica (fig. 8).

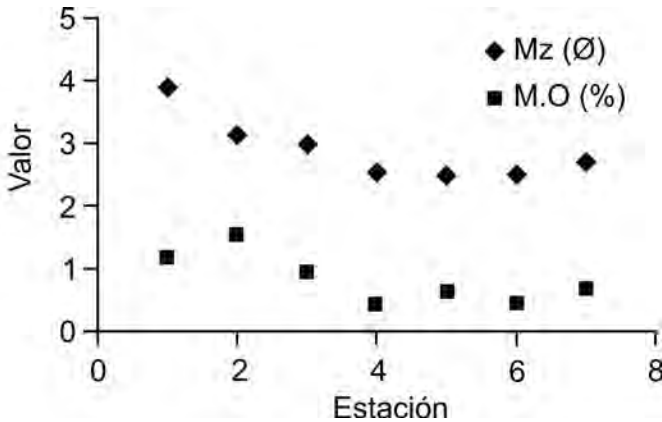


Figura 6. Relación de la materia orgánica con el tamaño promedio del sedimento en la zona II.

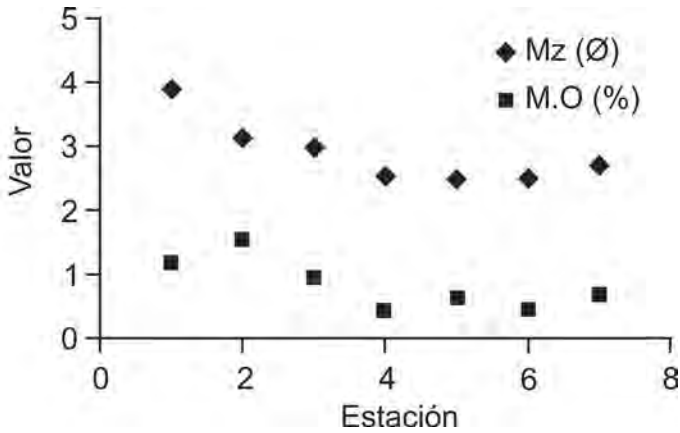


Figura 7. Relación entre el tamaño promedio (Mz) y la concentración de materia orgánica en los sitios estudiados.

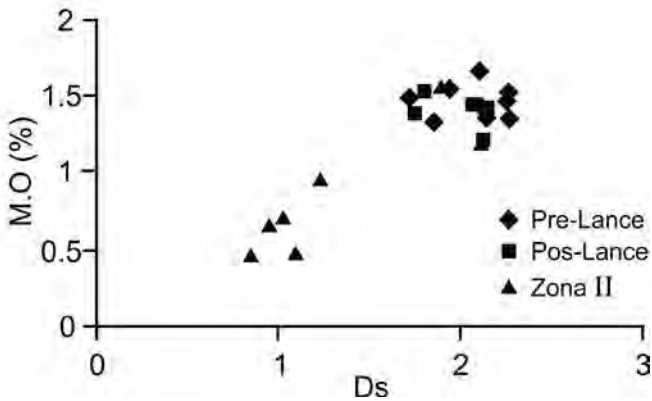


Figura 8. Relación entre la Desviación estándar (Ds) y el porcentaje de materia orgánica en las tres zonas de estudio.

Sin embargo, los contenidos de materia orgánica en sedimentos superficiales recientes de las zonas de arrastre y no arrastre, no mostraron diferencias estadísticamente significativas; indicando con ello que los aportes de materia orgánica, provenientes de la resuspensión de material sedimentario y su exposición, no tienen un efecto significativo en la tasa de la productividad exportada.

## CONCLUSIONES

Las variables geoquímicas de materia orgánica en resuspensión en áreas de pesca de arrastre, prácticamente no ha sido evaluada, a pesar de que su conocimiento podría ser interesante, con aportación de datos reveladores para conocer los aspectos de la remineralización de la materia orgánica, que podría influir en cambios netos en la regeneración de nutrientes, e inducir a conocer un indicador de estabilidad del fondo marino.

La relación entre el tamaño promedio (Mz) y los porcentajes de materia orgánica permitieron observar diferencias entre la zona previa y posterior al lance, mientras que el área de referencia o zona II mostró diferencias, con porciones más arenosas y menores concentraciones de materia orgánica de los fondos marinos.

El grado de disturbio en la composición granulométrica causada por la red de arrastre fue notoria durante 2004. Los sedimentos antes del arrastre fueron más finos (3.26 Ø) y se volvieron ligeramente más arenosos después del arrastre (3.07 Ø), mientras que en la zona II se registró el material más arenoso (2.87 Ø).

Existen dos grupos principales de sedimento representativos de las áreas de estudio del presente trabajo, las arenas finas a muy finas para la zona II, y las arenas limosas para las áreas previas y posteriores a los lances. Las primeras caracterizan a los ambientes de mayor energía, y correspondieron a las más cercanas a la costa, donde están las zonas más susceptibles al arrastre. Mientras que las segundas caracterizan a ambientes de menor energía cinética, que favorece el depósito de las partículas sedimentarias más finas. La correlación del contenido porcentual de materia orgánica es pobre con respecto al tamaño promedio del sedimento, con una tendencia a acumular más materia orgánica en los sedimentos más finos y limosos. Los resultados son consistentes con algunos pocos trabajos previos, a excepción del contenido de materia orgánica que se encontró en este estudio, con valores inferiores a los reportados previamente.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado con el proyecto SAGARPA-CONACY 2003-02-SAGARPA-2003-C01-089, Se agradece al Centro de

Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. específicamente al Programa de Planeación Ambiental y Conservación. Se agradece al Laboratorio de Geología ambiental y Pesquerías de la Unidad Sonora, Campus Guaymas, específicamente a Rufino Morales Azpeitia y Eloísa Herrera Valdivia. Se agradece al Laboratorio de Manejo costero, específicamente a Gustavo Padilla, David Urias, Sara Burrola.

## REFERENCIAS

- Aller, R. C. (1988). Benthic fauna and biogeochemical processes in marine sediments : The role of burrow structures. In: T. H. Blackburn, (ed.), Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environments: Chichester, John Wiley and Sons. pp. 301-338.
- Anónimo. (2002). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. Instituto Nacional de Pesca.
- Brown, D. E., Lowe, C. H. (1994). Biotic Communities of the Southwest United States and Northwestern México. University of Utah Press.
- Carriquiry, J. D., Sánchez, A. (1999) Sedimentation in The Colorado River delta Upper Gulf of California after nearly a century of discharge loss. *Mar. Geol.* 158: 125-145.
- Brito-Castillo, L., Crimmins, M. A., Díaz-Castro, S. C. (2010). Clima. In: F.E. Molina-Freaner, T.R. Van-Devender, (eds.), *Diversidad Biológica de Sonora*, UNAM. pp. 73-96.
- Carriquiry, J. D., Sánchez, A., Camacho-Ibar, V. F. (2001). Sedimentation in the Northern Gulf of California after the elimination of Colorado River discharge. *Sediment. Geol.* 144: 37-62.
- Chamley, H. (1990). *Sedimentology*. Springer-Verlag. Berlin.
- Churchill, J. H. (1989.) The effect of commercial trawling on sediment resuspension and transport over the Middle Atlantic Bight continental shelf. *Cont. Shelf. Res.* 9: 84- 164.
- Dean, W. E. Jr. (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss in ignition: comparison methods. *J. Sediment. Petrol.* 44(1): 242-248.
- De Biasi, A. M. (2004). Impact of an experimental trawling on benthic communities along the Tuscany coast (North Tyrrhenian Sea, Italy). *ICES J. Mar. Sci.* 61: 1260-1266.
- Diamond, S. L., Cowell, L. G., Crowder, L. B. (1999). Catch and bycatch: The qualitative effects of fisheries on population vital rates of Atlantic Croaker. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 128(6): 1085-1105.
- Diamond, S. L., Cowell, L. G., Crowder, L. B. (2000). Population impacts of shrimp trawl bycatch on Atlantic croaker. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 2010-2021.
- FAO. (1997). Informe del Taller Regional sobre la utilización de la Fauna de Acompañamiento del Camarón (FAC). Centro de Investigaciones Pesqueras, Cuba. FAO.
- FAO. (2000). Report of the four GEF/UNEP/FAO Regional Workshops on Reducing impact of Tropical Shrimp Trawl Fisheries Report No. 627. Rome, FAO. 40 p.



- FAO. (2003). Report the Regional Workshops on approaches to reducing shrimp crawl bycatch in the western Indian Ocean. Fisheries Report No. 734. Rome, FAO.
- Folk, R. L., Ward, W. C. (1956). Brazos River Bar: A study on the significant of grain size parameters. *J. Petrol.* 4: 65-67.
- García, E. (1968). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México, México, DF.
- Godínez-Domínguez, E., Freire, J., González-Sansón, G. (2002). Fishing and environmental disturbance indicators in a shrimp fishing ground at the Mexican central Pacific In: Symposium on the effects of fishing activities on benthic habitats: linking Geology, Biology, Socioeconomic and management. Tampa, Florida.
- Gordon, D. S., Finch, J., Nothnagel, M., Ott, J. (2002). Power and sample size calculations for case-control genetic association test when errors are present: application to single nucleotide polymorphisms. *Hum. Hered.* 4: 22-23.
- Hansson, M., Lindegarh, M., Valentinsson, D., Ulmestrand, M. (2000). Effects of shrimp trawling on abundance of benthic macrofauna in Gullmarsfjorden Sweden. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 198: 191-201.
- Hendrickx, M. E. (1992). Distribution and zoogeographic affinities of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proc. San Diego Soc. Nat. Hist.* 20: 1-12.
- Jennings, S., Pinnegar, J. K., Ookunin, N. V., Warr, K. J. (2001). Impacts on trawling disturbance on the tropic structure of benthic invertebrate communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 213: 127-142
- Kaiser, H. M., Liu, D. J., Consignado, T. (2003). An economic analysis' of California raisin export remotion. *Agribusiness.* 19(2): 189-201.
- Kaiser, J. M., Jeremy, S., Collie Stephen, J., Jennings, S., Poines, R. (2001). Efectos de la pesca en los habitats bentónicos marinos. In: Memorias de la Conferencia de Reykjavik sobre la pesca responsable en el ecosistema marino. 1-4 de octubre de 2001- Reykjavik, Islandia.
- Kaiser, J. M., Spencer, B.E. (1996). The effects of beam-trawl disturbance on infaunal communities in different habitats: *J. Animal Ecol.* 65: 348-358.
- López-Martínez, J., Enriquez-Ocaña, L. F., Padilla-Arredondo, G., Urias-Laborin, D., Burrola-Sánchez, M. S., Pedrín-Avilés, S., López-Tapia, M. R., Herrera-Valdivia, E., Morales-Azpeitia, R., Padilla-Serrato, J. (2007) Determinación del Efecto de la perturbación en el fondo marino y el tiempo de respuesta a la remoción. Informe Proyecto Sagarpa-Conacyt, 64 p.
- Maluf, L. I. (1983.) The physical oceanography. In: T. H. an Andel, G. Shor Jr. (eds.), *Marine Gology of the Gulf of California. A Symposium.* The Americana Association of Petroleum Geologist, Tulsa, Mem. 3: 30-58.
- Ortlieb, L. (1987). Néotectonique et variations du niveau marin au Quaternaire dans la region du Golfe de Californie, Mexique: Université de Droit , d' Economie et des Sciences d' Aix-Marseille III, Disertacion Doctoral.
- Palanques, A., Guillén, J., Puig, P. (2001). Impact of bottom trading on waer turbidy and Buddy sediment of an unfished continental shelf. *Limnol. Oceanogr.*

46(5): 1100-1110.

- Royse, Ch. (1970). Introduction to sedimentary analysis. Arizona State University Publications.
- Sanchez, A., Aguiñaga, S., Lluch-Belda, D., Camalich-Carpizo, J., del Monte-Luna, P., Ponce-Diaz, G., Arreguín-Sánchez, F. (2009). Geoquímica sedimentaria en áreas de pesca de arrastre y no arrastre de fondo en la costa de Sinaloa-Sonora, Golfo de California. Bol. Soc. Geol. Mex. 61(1): 25-30.
- Sánchez, A., Carriquiry, J. (2007). Acumulación de Corg. Norg, Porg y BSi en la Margen de Magdalena, B.C.S., México durante los últimos 26 ka. Cienc. Mar. 33: 23-35.
- SOFIA. (2004). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2004. Depto. De Pesca Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO.
- Sparks-McConkey, P. J., Watling, L. (2001). Effects on the ecological integrity of a soft-bottom habitat from a trawling disturbance: Hydrobiologia. 456: 73-85.
- Waitling, L., Norse, E. A. (1998). Disturbance of the seabed by mobile fishing gear: a composition to forest clear cutting: Conserv. Biol. 12: 1180-1197.
- Zenetos, A., Gofas, S., Russo, G., Templado, J. (2001). CIESM. Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. Vol. 3. Mollusc. CIESM, Monaco. ([www.ciesm.org/atlas](http://www.ciesm.org/atlas)).

---

#### CITA DE CAPÍTULO 14

Pedrin-Avilés1, S., J. López-Martínez y P. García-Hinostro. 2012. Granulometría y materia orgánica de áreas pesqueras rastreables y no rastreables en la costa central de Sonora, 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. 261-280.

## CAPÍTULO 15

## Pesca de camarón con sistema de arrastre y cambios tecnológicos implementados para mitigar sus efectos en el ecosistema.

Raúl Villaseñor-Talavera<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se presenta el análisis tecnológico del sistema de pesca de arrastre camarón, incluyendo los cambios recientes de los últimos 10 años. Su relación con los cambios históricos debidos a práctica pesquera, y las mejoras en regulación implementadas en 1991, 1996 y 2007 sobre dispositivos excluidores y redes selectivas y livianas.

A partir de la evaluación de la capacidad pesquera de la flota arrastrera (2005-2006), se identificaron variables de mejora potencial del sistema de arrastre a través de métodos de programación lineal para optimizar una función, considerando como nivel de eficiencia ideal a las embarcaciones con mayor capacidad de pesca en el largo plazo. Los resultados se compararon con acciones recientes para el perfeccionamiento de redes de arrastre con nuevos diseños y modificaciones, usando materiales de construcción livianos, mismos que se sometieron a pruebas experimentales antes de su transferencia tecnológica al sector productivo a través de pesca comercial demostrativa. El éxito de este proceso se relacionó con el incremento de la eficiencia productiva, reducción de impactos en el ambiente e incremento de la rentabilidad por reducción de consumo de combustible. Mediante las acciones de mejora

**Palabras clave:**

Pesquería de camarón  
Tecnología de arrastre  
Reducción de impacto

---

<sup>1</sup>Dirección General Adjunta. Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Av. Camarón Sábalo S/N, 5°. Piso. CP. 82100. Mazatlán, Sinaloa, México.

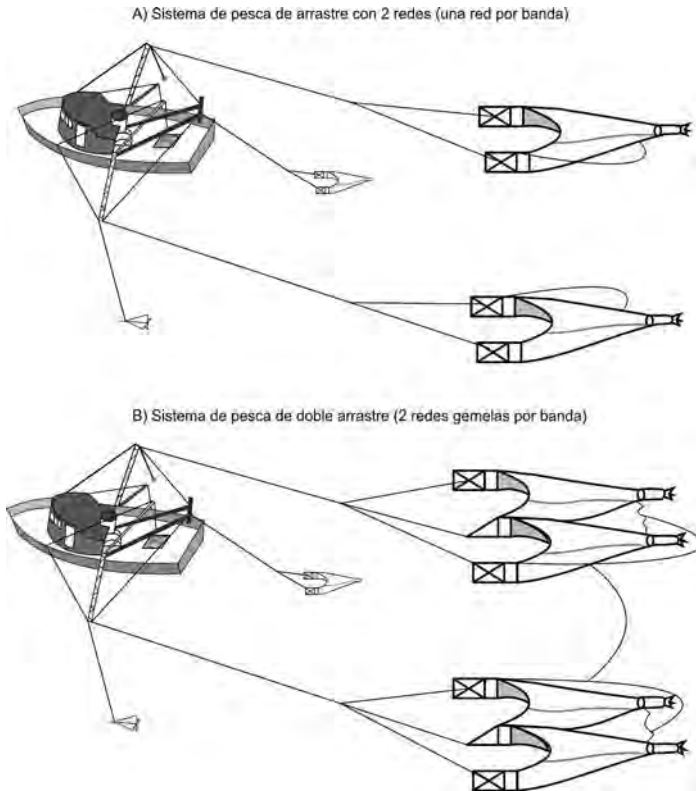
\*Autor de correspondencia: E-mail: rvillaseñort@conapesca.sagarpa.gob.mx

del sistema de arrastre, éste puede ser “selectivo y eficiente” para su utilización como parte de la pesca responsable.

## INTRODUCCIÓN

La historia reciente de las pesquerías mexicanas está relacionada con el crecimiento social en términos demográficos, su desarrollo tecnológico, inversión en infraestructura y mercado. En las pesquerías artesanales prevalecientes desde tiempos ancestrales, han ocurrido cambios derivados del uso de materiales de construcción de equipos de pesca, innovaciones en las artes de pesca y su operación, embarcaciones más modernas y motores fuera de borda ambientalmente más eficientes. Por su parte, las pesquerías marinas más tecnificadas, se han desarrollado de manera vertiginosa a partir de tecnologías que se difundieron ampliamente durante las últimas cuatro décadas del siglo XX (Nadal 1996) incluyendo la actual. Los cambios se observaron en la producción pesquera que pasó de varias centenas durante los años 50's y 60's, a alrededor de un millón y medio de toneladas anuales en la actualidad; contribuyendo la pesca de camarón con volúmenes de entre 60 y 72 mil toneladas anuales y más de 130 mil dólares de EE.UU. en divisas, siendo considerada la primera pesquería desde el punto de vista social y económico (genera más de 65,000 empleos directos temporales, alrededor de 85,000 empleos indirectos y una cantidad no cuantificable de empleos indirectos no inmediatos) cuyos efectos son de alcances intersectoriales.

La pesca de camarón es un conjunto de varias pesquerías secuenciales, que se desarrollan en ambas costas, participando tanto la flota mayor (barcos arrastreros) como la flota menor (pangas). Actualmente, hay cerca de 1,260 buques operando sobre la plataforma continental en zonas desde 9.15 m de profundidad hasta 100 m aproximadamente. Son barcos de mediano porte, arrastreros por banda, que utilizan dos redes de arrastre en el océano Pacífico mexicano, o con cuatro redes (redes gemelas) en el Golfo de México y mar Caribe (fig. 1). A partir de los años 50's estos sistemas de pesca han tenido cambios relevantes (las primeras pruebas se realizaron por buques norteamericanos en 1917 y en 1927 en el Golfo de México y océano Pacífico respectivamente, Tabla 1).



**Figura 1.** El sistema de pesca de arrastre camaronero usado en el litoral del océano Pacífico (dos redes, una por cada banda de la embarcación) y el de cuádruple aparejo (redes gemelas) usado en el Golfo de México.

Actualmente la pesquería está regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM-002-Pesc-1993, sus modificaciones de 1997 y 2006 (CONAPESCA 2009), así como por acuerdos regulatorios de carácter regional que establecen el uso de sistemas de pesca selectivos, así como una zona de refugio para la protección de diversas especies biológicas en la franja marina de la 0 a 9.15 m de profundidad, en donde está prohibida la pesca con el sistema de arrastre. También hay otras medidas de manejo como las vedas estacionales y temporales, vedas permanentes y recientemente se ha incorporado el manejo pesquero basado en incentivos con la modalidad de un sistema de cuotas de captura en zonas de pesca del noroeste de México. En el Océano Pacífico contribuyen a disminuir la mortalidad por pesca las vedas regionales y estacionales (abarcando de marzo a septiembre) y el uso de sistemas de captura a nivel regional.

ARRASTRE Y CAMBIOS TECNOLÓGICOS

**Tabla 1.** Cambios relevantes en el desarrollo de redes de arrastre camaroneras desde su origen de utilización en ambos litorales de México.

OCÉANO PACÍFICO		GOLFO DE MÉXICO	
1	Primeras pruebas de barcos de EUA con red de arrastre en el océano Pacífico en 1927.	1	Expedición en el Golfo de México en 1917, con barcos arrastreros de EUA.
2	2 buques japoneses usan redes de ala y arrastre de curva en 1937. Los equipos de pesca se construyeron con fibras naturales (algodón) tratado con alquitrán	2	Entre 1940 y 1949 empezaron a operar embarcaciones estadounidenses de hasta 15 m de eslora con una red de arrastre por popa (de fibras vegetales).
3	En los años 50's se sustituyeron las redes por diseños de EUA. Se sustituye 1 red de hasta 37 m de relinga superior por 2 redes de hasta 14 m de relinga superior cada una, aumentando el área de barrido.	3	En los años 50's existían redes "tipo plano" de dos tapas.
4	En los años 50's existían tres diseños básicos de redes: fantasma, balón y semibalón.	4	Hacia 1973, se opera un nuevo sistema de dos redes por cada banda de la embarcación, desde entonces es el sistema más utilizado (redes de fibras sintéticas - poliamida-). Cada red es de hasta 14 m de relinga superior
5	Las redes camaroneras experimentaron un cambio importante a fines de los 70's y a principios de los 80's, en la construcción de equipos de cuatro tapas y el uso de la poliamida. Mayor abertura vertical y menor tensión descendente.	5	Las redes camaroneras experimentaron un cambio importante a fines de los 70's y a principios de los 80's, en la construcción de equipos de cuatro tapas, a base de poliamida y tamaño de malla de 50.8 mm.
6	Desde los años 70's prevalece el sistema de doble aparejo (una red por banda) con redes de poliamida alquitranada y tamaño de malla de 50.8 mm.	6	En 1993 se regula el tamaño de malla del cuerpo quedando en 44.5 mm.
7	En 1993 se regula el tamaño de malla del cuerpo quedando en 44.5 mm.	7	A partir de 1993 se inicia la eliminación de la sección conocida como "Cola de rata" y se usan obligatoriamente los excluidores de tortuga (DET) de tipo suave (modelos Morrison y Andrews)
8	Se perfeccionan los DET introduciéndose mejoras en los excluidores tipo rígido, siendo regulados a partir de 1996	8	Se lleva a cabo la evaluación de la captura incidental de tortugas marinas y del impacto técnico y económico del uso de excluidores. Se desarrollan DET nacionales y se reduce la pérdida de camarón a menos del 5%
9	A finales de los 90's se introduce y amplía el uso de polietileno.	9	A finales de los 90's y a partir del 2000 se introduce y amplía el uso de polietileno.
10	A principios de la década del 2000 se introduce el paño a base de nuevo polímeros (p.e. Dyneema ultra cross silver) reduciéndose la resistencia al avance de las redes. Nuevos modelos de redes son desarrolladas por tecnólogos mexicanos	10	A principios de la década del 2000 se introduce el paño a base de nuevo polímeros (p.e. Dyneema ultra cross silver) reduciéndose la resistencia al avance de las redes. Se mantienen estructuras de modelos tradicionales y el sector genera algunas innovaciones en Campeche

No obstante sus medidas regulatorias, la pesca de camarón con redes de arrastre ha sido cuestionada por la baja selectividad de dichas redes, por sus efectos en otras especies y sobre los fondos marinos. Esta situación no es privativa de México, diversos autores y organizaciones (Christian y Harrington 1987, Conner 1987, Black y Bostock 1991, Alden 1992, Alverson 1992, Jones 1992, Alverson *et al.* 1994, Andrew y Pepperell 1992, Jones 1992, Murray *et al.* 1992, NAFCDWG 2002) han argumentado que la pesca de arrastre de fondo en diversas partes del mundo, afecta negativamente a las poblaciones de algunas especies no utilizadas, altera los fondos por la remoción de sedimentos marinos, e influye negativamente en las comunidades bentónicas especialmente de pequeños crustáceos, moluscos y otros invertebrados como holotúridos, asteroideos, equinoideos y poríferos principalmente (Hall 1996, Koslow *et al.* 2001, Anderson y Clark 2003).

Desde el punto de vista tecnológico, independientemente de su diseño o modelo, los sistemas de pesca de arrastre son altamente efectivos en capacidad de captura o “poder de pesca”, en comparación con trampas u otros sistemas basados en el uso de anzuelos, existiendo numerosas posibilidades de mejora, enfocadas al desarrollo de tecnologías de captura ambientalmente eficientes, algunas de las cuales se están implementando en México durante la última década y se basan en investigación y desarrollo tecnológico, así como en experiencia pesquera nacional e internacional.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se hace un análisis del problema tecnológico que representa el uso de redes de arrastre tradicionales para la captura de camarón, así como de los cambios del sistema de captura, considerando los registros oficiales de las características de la flota y sus redes entre 2003 y 2006. Comparativamente con una revisión bibliográfica sobre el tema, incluyendo las mejoras regulatorias implementadas entre 1991 y 1996, así como en 2007 sobre dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET).

Se incluye un análisis previo de la capacidad pesquera de la flota arrastrera (2005-2006), utilizando el método de DEA (Data Envelopment Analysis; Pascoe *et al.* 2003) que es una aplicación de los métodos de programación lineal para optimizar una función,

en donde se determinan los valores óptimos de ponderación que deben tener los insumos (entradas) para producir niveles óptimos de producción (salidas), basándose en las unidades de producción (embarcaciones óptimas) que tienen un nivel de eficiencia elevado o ideal (Charnes *et al.* 1994, Fare *et al.* 1989, 1992). En este caso, los niveles de eficiencia óptimos o ideales fueron las embarcaciones con mayor capacidad de pesca registrado en el mediano y largo plazo. Se consideraron las especificaciones técnicas y económicas para identificar variables de mejora (tamaño del buque, edad del buque, capacidad de bodega, tipo y capacidad de desplazamiento, capacidad de arrastre, tipo y tamaño de redes) con independencia de la zona de pesca, profundidad de operación y época en la temporada, a efecto de identificar acciones de mejora en la eficiencia de la flota (CONAPESCA 2006). Los valores se compararon con acciones recientes para el perfeccionamiento de redes de arrastre camaroneras, considerando los métodos modificados de Okonski y Martini (1977) para redes camaroneras, y la aplicación de nuevos diseños y modificaciones usando nuevos materiales de construcción (pañes de Dyneema) en redes innovadas por Sarmiento *et al.* (2006) y Ventura Machado (Gobierno del Estado de Sonora 2006), incluyendo además dispositivos excluidores de peces (Watson y Taylor 1986, Watson *et al.* 1992, García-Caudillo *et al.* 2000)

Algunos equipos de pesca experimentales se sometieron a pruebas, comparándose su efectividad y eficiencia con redes tradicionales en "arrastres pares" utilizadas por barcos camaroneros con puertos base en Sinaloa y Sonora, efectuándose mejoramientos técnicos de calibración de los equipos, identificación de factores que influyen en la captura de camarón y fauna de acompañamiento, acciones para disminuir el impacto en el fondo marino y medidas para disminuir las capturas incidentales en los casos de utilización de redes tradicionales. En las pruebas experimentales efectuadas en litorales de Sinaloa y Sonora se registraron los datos de operación, captura, resistencia al avance real y rendimiento en el uso de combustible.

Una parte del desarrollo tecnológico y los procedimientos de transferencia de tecnología al sector productivo, se basaron en la pesca comercial demostrativa, incluyendo capacitación a pescadores para la confección de las redes, pruebas de mar para calibración de equipos, experimentación comparativa con redes tradicionales y



**Tabla 2.** Etapas de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) y mecanismos de transferencia de tecnología.

Componentes	Objetivos	Forma de Operación y Modalidad de Transferencia
<b>I. Proyectos de Ciencia y Tecnología Institucional</b>		
LÍNEA 1A: Evaluación de impacto de Tecnología actual	Apoyar a universidades e institutos en investigación básica y aplicada	Apoyos directos a través de Convenios
LÍNEA 1B: Proyectos de investigación en universidades y centros de investigación	Apoyar a universidades e institutos en investigación aplicada y pre-competitiva	Apoyos directos a través de Convenios y planes estratégicos
LÍNEA 1C: Proyectos de investigación y Desarrollo Tecnológico en centros de investigación	Apoyar a universidades e institutos en innovaciones tecnológicas aplicables al sector	Apoyos directos condicionados a temporalidad y transferencia vía "Pesca Comercial Demostrativa"
<b>II. Proyectos de Innovación Tecnológica Empresarial</b>		
LÍNEA 2A: Proyectos de empresas individuales	Cofinanciar la ejecución de proyectos de I&D en empresas	Apoyos directos por selección al cumplimiento de requisitos de convocatoria + Transferencia vía Pesca Comercial Demostrativa
LÍNEA 2B: Proyectos de asociaciones de empresas	Estimular la cooperación en proyectos de I&D con resultados no apropiables	Cartera de proyectos y concurso
<b>III. Etapas de la Transferencia de Conocimientos y Bienes</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Promoción y sustitución de redes, coordinadamente entre autoridad estatal y federal en coordinación con INAPESCA y/o Agente Técnico</li> <li>2 Promoción y divulgación del Programa a través de los medios de difusión y reuniones con representantes de las organizaciones pesqueras</li> <li>3 Recepción de solicitudes de apoyo y documentos comprobatorios de parte de interesados</li> <li>4 Calificación de solicitudes conforme a criterios de selección</li> <li>5 Construcción de redes por tecnólogos (Agente Técnico) con participación de tripulantes de la flota</li> <li>6 Capacitación directa en la construcción de los sistemas modernos con las tripulaciones de los barcos seleccionados</li> <li>7 Pruebas de pesca comercial demostrativa (PCD)</li> <li>8 Entrega de equipos de pesca construidos con material Dyneema a cada unidad de pesca con base en las pruebas de mar y calibrados</li> <li>9 Evaluación del impacto en el bentos marino de estos subsistemas de pesca</li> <li>10 Comisión de Regulación y Seguimiento (CRyS) de acuerdo a los Lineamientos Específicos de las Reglas de Operación del programa</li> <li>11 Agente Técnico elabora informes de avances y final técnico y Financiero</li> </ol>		

transferencia de bienes (Tabla 2).

La aceptación de las nuevas tecnologías se determinó con el Índice de Adopción de Innovaciones (IDAI) por tipo de tecnología acorde a lo planteado en el kit tecnológico, calculado a partir de la suma de indicadores  $INAI_K$  con base en Muñoz *et al.* (2004). El indicador  $IDAI_K$  es el Índice de Adopción de Innovaciones en la tecnología “K” en este caso el uso de “redes de arrastre selectivas y livianas (K1)” y “portones hidrodinámicos (K2)”.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos de las redes de arrastre pueden ser positivos y negativos (fig. 2) y se clasifican en: a) efectos sobre los organismos vivos (efectos biológicos sobre especies objetivo y sobre las otras especies de la fauna acompañante) y b) efectos sobre los fondos marinos (efectos físicos y químicos). Con independencia del efecto de la pesca sobre el camarón, y particularmente el efecto combinado de la intensidad de pesca sobre determinadas fracciones poblacionales y la influencia de la selectividad de las redes, en lo que corresponde a efectos sobre otras especies de la fauna acompañante del camarón (FAC), ha prevalecido el debate sobre el efecto adverso de las redes de arrastre, ya que se captura incidentalmente FAC entre un 5 y hasta 90 % del peso total de la producción por operación de pesca. Esta captura se compone principalmente de peces, moluscos como caracoles, calamares pequeños, almejas, pulpos, otros crustáceos como las jaibas y cangrejos, y varias especies de otros invertebrados.

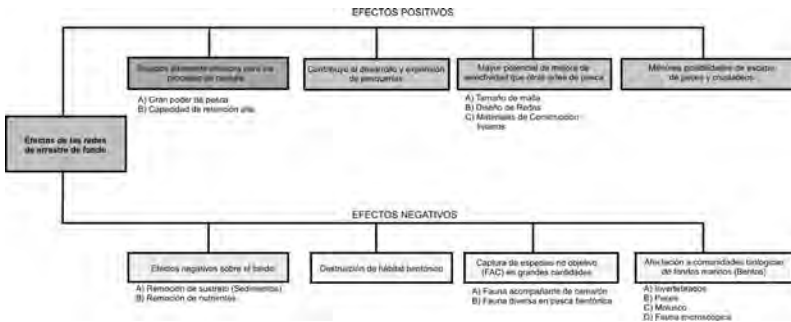


Figura 2. Clasificación de efectos de las redes de arrastre.

La proporción entre camarón: FAC es en promedio de 1:9.7 kg y ha sido documentada entre otros por Chávez y Arvizu (1972), Chapa (1976), Pérez-Mellado (1980), Pérez-Mellado y Findley (1985), Yáñez-Arancibia (1985), Villaseñor (1997), García-Caudillo *et al.* (2000) y López-Martínez *et al.* (2008), encontrándose alta variabilidad regional dependiendo de condiciones ambientales y de la biodiversidad asociada a aspectos zoogeográficos, llegando a ser en casos extremos hasta de 1:75 en el Golfo de Tehuantepec durante el verano. La parte de la FAC de mayor valor y tamaño es almacenada para su comercio, pero otra parte es desechada y regresada al mar. La captura que es desechada (descarte) generalmente es mayor que el aprovechado, removiéndose entre 90,000 t al menos en el litoral del océano Pacífico mexicano (Madrid-Vera *et al.* 2007) y 114,000 t (Bojórquez 1998) por temporada de pesca. En el largo plazo ese impacto resulta relativo, debido a que los cambios en la composición de las captura son generalmente una sustitución de especies de peces que ocupan funciones similares o equivalentes en el ecosistema.

Otros aspectos en el debate técnico, implican que la fauna de acompañamiento desechada y muerta tiene un impacto significativo en el ecosistema, cuando está asociada a una pesca intensa y hay un efecto acumulado en el tiempo. Al respecto, un conjunto de alternativas tecnológicas puede contribuir significativamente a que la pesca de camarón con redes de arrastre sea ambientalmente más eficiente y contribuya a la pesca sustentable.

En general, del análisis de capacidad pesquera de la flota del océano Pacífico, se encontró que dicha capacidad está altamente determinada por el poder de pesca, definida en cuando al frente operacional de la red (teniendo como límite el tamaño de red) y la potencia de la embarcación, con independencia de los diseños de redes, la zona y época de pesca. El mayor potencial de mejora para aumentar la eficiencia de la flota está representado por la variable "captura total", lo que significa que la flota tiene capacidad para aumentar el volumen de captura para operar de manera más eficiente. Esta situación es independiente de la disponibilidad biológica del camarón por lo que la eficiencia tiene esa limitación práctica. Por otra parte, sin considerar la variable "captura total" y considerando las variables de entrada que influyen en la producción (fig. 3), el mayor potencial de mejora está representado por el área de las tablas de arrastre y el tamaño de las redes en longitud de relinga

superior (LRS). Esto significa una mayor eficiencia de pesca, que se puede lograr al reducir el tamaño de las tablas de arrastre de la red y la longitud de la relinga de sus redes, lo cual también se interpreta como la necesidad de utilizar más eficientemente redes que están sobredimensionadas. Por otra parte, para aumentar la eficiencia se debería reducir el tamaño de las embarcaciones (variable de capacidad en toneladas), las dimensiones de barcos y la potencia de los motores.



**Figura 3.** Variables con potencial de mejora para el sistema de arrastre a partir del análisis DEA.

### *Problemas tecnológicos que influyen en la operación de las redes y determinan la captura incidental*

Son tres los principales factores que influyen en la captura incidental de las redes de arrastre, constituyendo retos tecnológicos y áreas de oportunidad en investigación y desarrollo: a) el tipo o diseño de la red, b) defectos del aparejamiento y calibración y c) el tipo de materiales para construir redes.

El diseño de la red debe ser acorde con la potencia del motor principal de la embarcación y las posibilidades de tracción, de tal manera, que se logre una eficiencia máxima en la operación de captura para cada barco en particular. Es decir la máxima capacidad de pesca, con el mejor rendimiento en el gasto de combustible, lo cual implica disponer de redes diseñadas para cada embarcación, con el aparejamiento adecuado al barco y zona de pesca, calibradas en cuanto al lastre requerido y al tamaño y peso de los portones o tablas. Sin embargo, la mayor parte de las redes son de fabricación

artesanal, elaboradas por “rederos” en su mayoría empíricos. En redes pequeñas los defectos de diseño no son suficientemente evidentes en la efectividad de pesca, pero en las redes que se utilizan actualmente, la construcción inadecuada de las redes provoca paño excesivo en algunas secciones, formando bolsas donde se acumula la captura en el cuerpo de la red y secciones de paño sometidos a tensión excesiva, además de una mayor resistencia al avance. Esto provoca que algunas secciones de red se dañen fácilmente, que el excluidor de tortugas pierda su ángulo de inclinación y opere inadecuadamente o se obstruya. Por otra parte, el flujo de agua dentro de la red no es uniforme, afectando su funcionamiento hidrodinámico.

Los rederos y muchas tripulaciones usan una cantidad excesiva de cadena de lastre en la relinga inferior de la red. Esto provoca que se anule la fuerza de expansión de los portones, cuyo tamaño excede con mucho lo requerido para abrir horizontalmente las redes de arrastre. Por consiguiente, portones y redes trabajan con mayor fricción sobre el fondo marino, dañando una gran cantidad de organismos. Se identifica entonces que con menos lastre, con portones o tablas de área menor, y con un contacto del equipo más suave con el fondo no se perjudica el rendimiento de la pesca de camarón.

Por otra parte, es común que se utilice excesiva “cadena espantadora”, o bien, que se use muy cerca de la relinga inferior, situación que influye en una mayor captura de fauna de acompañamiento.

Los pescadores creen que el camarón se escapa por las mallas de la red, por lo cual emplean una sola medida de malla en toda la red ( $2a = 44.45 \text{ mm}$  y  $101.6 \text{ mm}$ ). Esto hace que las redes tradicionales de poliamida con hilos torcidos y nudos, sean menos selectivas tanto en la captura de camarón como de otras especies de peces, contribuyendo a incrementar su captura incidental, además de ser más pesadas y ofrecer mayor resistencia al avance.

Algunas medidas técnicas adoptadas para mejorar la selectividad de los sistemas de pesca de arrastre han considerado resultados que datan de los años 70's, basándose tanto en el comportamiento de las especies objetivo, como de las especies nulas de interés pesquero. La tecnología pesquera utilizada tiene en cuenta no sólo el equipo, métodos de pesca y las características de las embarcaciones, sino

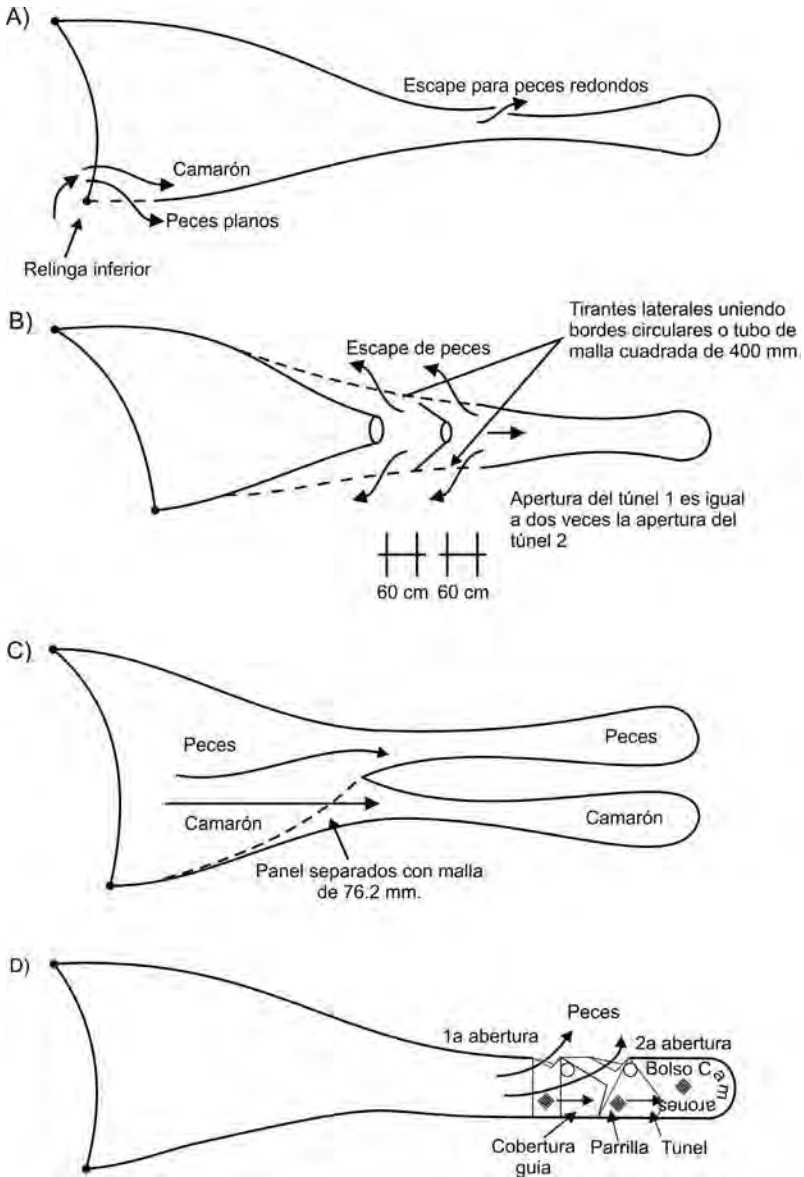
también aspectos ambientales y sus relaciones con los elementos biológicos, accesibilidad y vulnerabilidad de las poblaciones, así como la hidrodinámica y factores económicos. En países europeos, EE.UU., Canadá y Argentina (Beardsley y High 1970, FAO 1973, ICES 1985, Kendall 1990, Isaksen y Valdemarsen 1990, Isaksen *et al.* 1992, Duthie 1992, Boddeke 1992, Sarmiento *et al.* 2007) se crearon dispositivos para redes de arrastre con el fin de incrementar su selectividad y disminuir el efecto sobre las especies que no son objetivo de captura, las mejoras incluyeron paneles de red para el desvío de peces hacia aberturas de escape, doble bolso para la separación de especies por tamaño, secciones de red con mallas grandes o cuadradas para facilitar el escape de algunas especies de talla pequeña, y parrillas rígidas como aditamentos desviadores. La figura 4 resume algunas de las ideas innovadoras para incrementar la selectividad de redes de arrastre, que han sido consideradas en mayor o menor grado en la búsqueda de mejoras tecnológicas para la flota camaronera mexicana, utilizándose principios de separación mecánica de peces, moluscos y crustáceos con base en su comportamiento ante la red, las reacciones ante medios físicos y ventanas de escape.

Las redes de arrastre utilizadas en aguas marinas por barcos arrastreros, presentan diversos modelos modificados empíricamente por los pescadores y rederos mexicanos, a partir de redes originalmente pequeñas (máximo 15.4 m o 50 pies de longitud de relinga superior LRS), usadas en los Estados Unidos de América. Los modelos originales dieron lugar a modificaciones, entre ellas los modelos tipo portugués, balón, semibalón, fantasma, volador y cholo entre otros (fig. 5), todos con muchas variantes de construcción empírica (fig. 6 y 7). Son el modelo o diseño de las redes y los tamaños de malla, las que mayor efecto tiene en la selectividad y eficiencia de captura, cuando se consideran esas propiedades de manera conjunta.

En una muestra de 723 embarcaciones inspeccionadas en 2005 en los puertos de Mazatlán y Topolobampo, Sinaloa, así como en Guaymas, Sonora, las redes presentaron longitudes LRS entre 21.5 y 33.5 m, distribuidas como sigue: 35% corresponden a 27.4 m de LRS; 33% a redes de 24.4 m, el 17% a redes de 30.5 m, el 10 % corresponde a redes de 30.5 m, y el 5% a redes con LRS de 21.34 m.

Las principales deficiencias encontradas en el funcionamiento

de las redes de arrastre, confeccionadas por pescadores con paños de poliamida y polietileno, se relacionan con la ampliación del tamaño de las redes a partir de modelos originalmente pequeños, sobre cuya base de confección se amplificaron dimensiones en redes de más de 21.34 m de LRS.



**Figura 4.** Alternativas de mejora tecnológica para incrementar la selectividad multiespecífica o interespecífica con base en desarrollos internacionales.

ARRASTRE Y CAMBIOS TECNOLÓGICOS

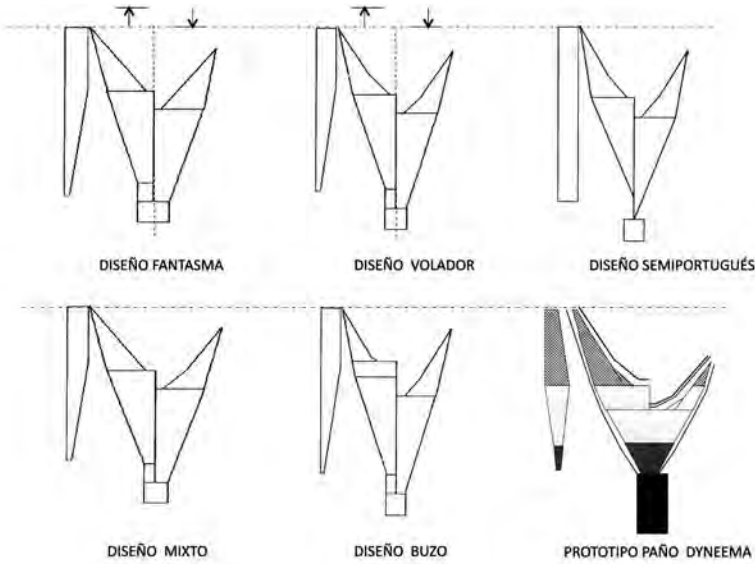


Figura 5. Modelos de redes.

Las especificaciones técnicas de tamaño, profundidad de cielo, flotabilidad unitaria, lastre, perímetro de borde superior y superficie de los paños (área teórica), ángulo de ataque de la red, resistencia y abertura vertical, se obtuvieron de los diseños Volador, Semiportugués, Portuguesa, Mixto, Fantasma, Bucito y Cholo, con longitudes de relinga superior de 21.3, 22.9, 24.4, 27.4 y 33.5 m y con tamaño de malla (2a) de 44.45 y 50.8 mm.

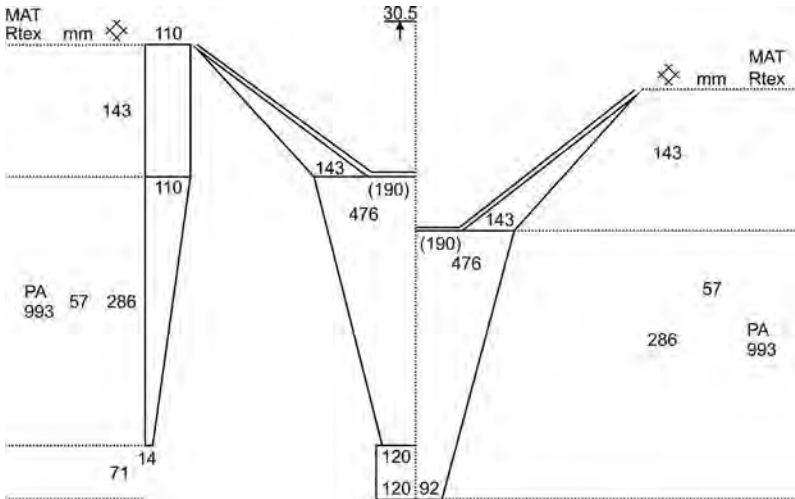


Figura 6. Esquema de secciones de una red de arrastre camaronesa de 30.5 m de longitud de relinga superior.

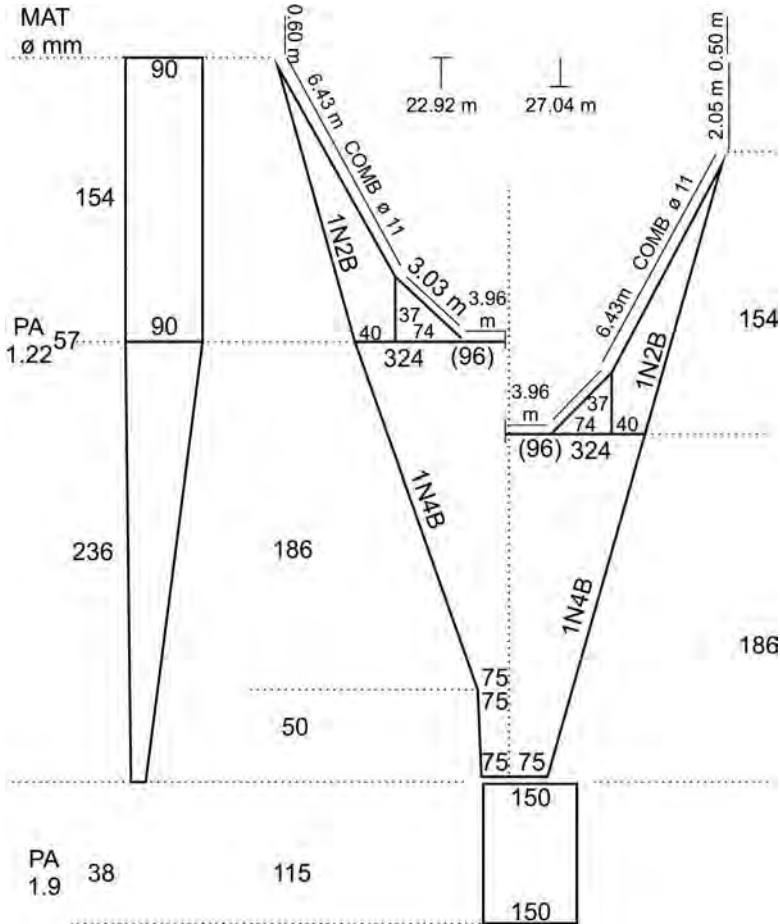


**Tabla 3.** Especificaciones técnicas de algunas redes camaroneras usadas en ambos litorales.

No.	Características	Unidad	70' (21.33 m)			75' (22.86 m)			80' (24.38 m)		
			V*	SP*	CH*	V*	SP*	CH*	V*	SP*	CH*
1	Longitud de la relinga superior	m	21.44	21.82	21.46	22.92	22.85	22.81	24.44	24.44	24.38
2	Longitud de la relinga inferior	m	24.74	25.02	27.56	27.04	26.05	28.91	28.08	27.86	30.48
3	Profundidad del cielo	m	2.29	2.4	4.11	2.86	2.4	4.11	2.51	2.57	4.11
4	Flotabilidad unitaria	kgf/m	0.5	0.49	0.5	0.47	0.47	0.47	0.44	0.44	0.44
5	Lastre unitario	kgf/m	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81
6	Altura del borde superior / tapa lateral)	m	4.57	4.57	5.71	5.14	4.86	5.71	5.14	5.14	5.71
7	Perímetro de la boca	m	44.58	44.81	46.86	47.32	47.21	48	50.06	49.15	499.83
8	Longitud del cuerpo	m	10.29	12.51	10.29	10.63	12.34	10.46	11.66	12.34	11.43
9	Área teórica total	m <sup>2</sup>	496.81	483.86	520.37	592.72	607.67	562.55	618.89	653.92	624.52

De las 723 embarcaciones analizadas, la moda y mayor porcentaje de utilización de tamaños de red indistintamente del diseño, correspondió a redes de 27.4 m de LRS (90 pies). Existe una diferencia de hasta 3 m<sup>2</sup> en la superficie del paño utilizado en la construcción de las redes, situación que conjuntamente con el mayor ángulo de ataque influye en la resistencia al avance. Las redes diseño portugués presentaron el mayor ángulo de ataque, debido a la relación de corte en las secciones del cuerpo (1N 6B). El corte de los paños de las secciones de la red es muy similar en todos los diseños y redes inspeccionadas, siendo en general para el cuerpo de 1N4B, en la parte inferior de alas 2N2B, en cuchillas 1T2B y en el borde interior de las cuchillas superiores TT o TN. La mayor resistencia al avance de las redes corresponde a los diseños Portugués, Semiportugués y Volador, con excepción de las redes de más de 33.5 m de LRS de

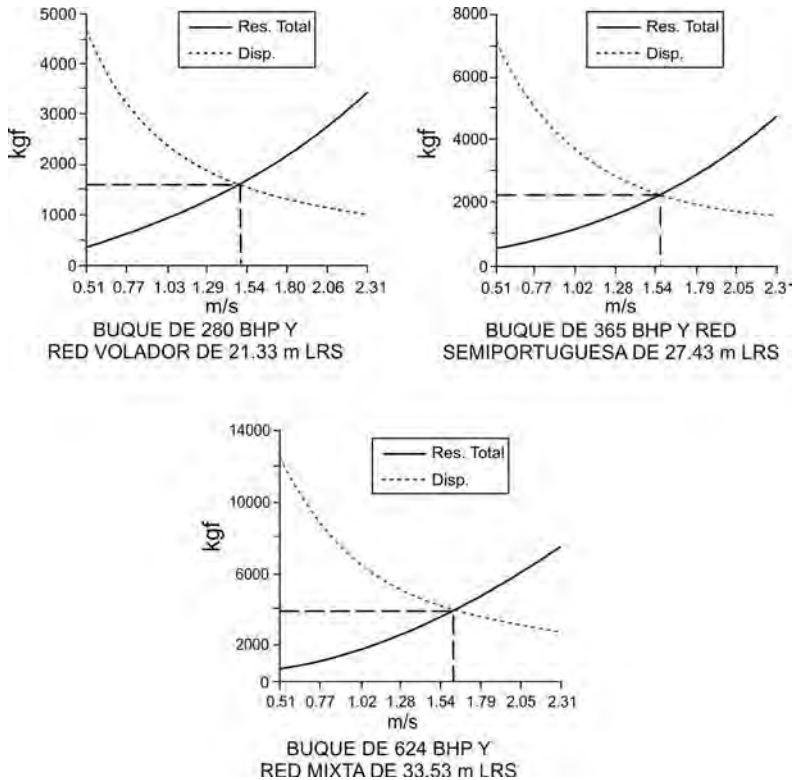
cualquier diseño, que superan casi con el doble del valor al resto de redes pequeñas (fig. 8). Las aberturas verticales en la entrada de la red, llevada a nivel de unidad de cálculo, corresponde a un rango de 2.7 a 5.0 m en las redes analizadas (desde las de 21.3 hasta 27.4 m de LRS). Los “frentes operacionales para los diseños Mixto, Fantasma y Cholo son semejantes, con valores de 40 a 45 m<sup>2</sup>.



**Figura 7.** Esquema de secciones de una red de arrastre camaronera de 24.9 m de longitud de relinga superior.

El análisis mostró que en las redes tradicionales la cantidad de paños requeridos depende principalmente de la LRS y diseño aplicado. El paño presenta al momento de arrastre, la resistencia en función del área que proyecta y el efecto de las fuerzas hidrodinámicas que actúan por dm<sup>2</sup>. En términos de su configuración hidrodinámica, a

mayor tamaño de LRS, mayor cantidad de paños, mayor área, mayor resistencia y mayor fuerza en términos de tracción. En las redes tradicionales con base en poliamida, se encontraron deficiencias de construcción y sobredimensionamiento de algunas secciones de paño, con el consecuente inadecuado trabajo hidrodinámico, mayor resistencia al avance (entre 12 y 23%) y menor eficiencia, respecto a diseños basados en cálculo dinámico y análisis geométrico.

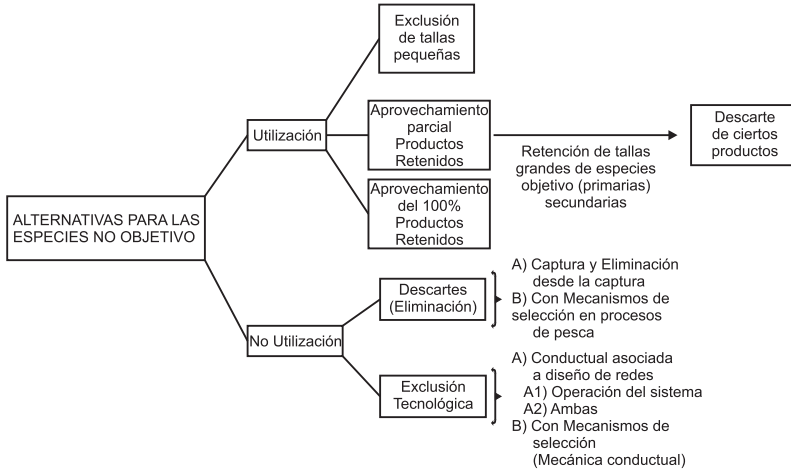


**Figura 8.** Relación entre la disponibilidad de potencia y la resistencia total para varios tipos y tamaños de redes respecto a la capacidad de propulsión (BHP) y velocidad de arrastre en m/s.

### *Alternativas sobre el uso de la Fauna Acompañante del Camarón*

Las acciones de mejoramiento de la tecnología se han realizado independientemente de la posición de las autoridades pesqueras en cuanto al efecto de las redes de arrastre, ya que también se ha creído que dicho efecto no es de tal magnitud como para establecer acciones regulatorias más estrictas que las actuales. Ahora algunas investigaciones apuntan hacia que esa posición no ha estado alejada

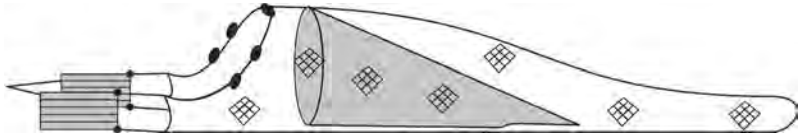
de la verdad, ya que si bien se ha fomentado la investigación y el desarrollo tecnológico para tener artes y métodos de pesca más amigables con el ambiente, también se ha defendido la posición de que los argumentos de ciertos “grupos ambientalistas” son exagerados y persiguen otros intereses. También ha influido la información técnica generada por tecnólogos y otros evaluadores, así como especialistas en recursos pesqueros de varias instituciones académicas.



**Figura 9.** Alternativas de uso y efecto tecnológico de la fauna acompañante del camarón.

Sobre el uso de la fauna acompañante del camarón, existen recomendaciones para aplicar todos los medios posibles para evitar su captura y retención. Por otra parte algunos especialistas y la misma FAO han recomendado inducir al aprovechamiento integral de dichas capturas, evitando su descarte y desperdicio (Petersen 1981, Slavin 1982, Suwanrangi 1986, 1988, Feidi 1989, Gordon y Blake 1991, Martin 1992, Pikitch 1992, García-Rodríguez 1995). En ambos casos, una posición equilibrada parece ser más conveniente (fig. 9), por un lado el uso de la fauna de mayor tamaño debe evitar el descarte innecesario, y el desperdicio de producto de valor nutricional, asimismo la exclusión rápida y oportuna de fauna pequeña como las jaibas, cangrejos, caracoles y algunos peces, en buenas condiciones de sobrevivencia, resulta positiva para las comunidades biológicas y para los mismos pescadores ribereños que capturan esos ejemplares en forma artesanal. Con el uso de aditamentos como los DET y DEP se contribuye a la pesca selectiva.

Entonces el uso de la FAC debe ser diferenciado (Klima 1992, Hendrickson y Griffin 1993), ya que la utilización integral podría ser poco sustentable, por ejemplo para la fabricación de harina de pescado no resulta conveniente, considerando que se dejaría de regresar al ambiente acuático tanto organismos vivos con posibilidades de sobrevivencia y que pueden seguir contribuyendo con biomasa en el ecosistema, así como especímenes que pasan a ser materia orgánica, cuando se regresan muertos al agua.



**Figura 10.** Diagrama de configuración operativa de un dispositivo de tortugas marinas (DET) tipo suave usado en el Golfo de México a principios de los 90's.

#### *Mejoramiento Tecnológico*

Las adaptaciones de las tecnologías de pesca para mejorar la selectividad de las redes de arrastre y eficiencia son en general las siguientes:

Uso de elementos adicionales para mejorar la selectividad de las redes, tales como los dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET), los dispositivos excluidores de fauna acompañante y los dispositivos excluidores de peces (DEP).

Uso de redes más livianas diseñadas por tecnólogos pesqueros para operar sobre los fondos ofreciendo menor resistencia al avance.

Puertas o portones más pequeños y livianos que ejercen la misma función de abrir las redes, pero sin moverse descansando sobre el fondo marino.

#### *Dispositivos Excluidores de Tortugas Marinas (DET) y de Peces (DEP)*

Los DET y DEP tiene su origen en los años 70's cuando se diseñaron artefactos que se incorporan en las redes para facilitar la liberación de peces grandes y tortugas marinas (Seidel 1975, Watson y Taylor 1986, Kenny *et al.* 1990, Schick 1991, Watson *et al.* 1992), pero en su origen la idea era eliminar la fauna acompañante, esponjas y todo tipo de desechos que son innecesarios para la pesca (rocas, restos vegetales, caracoles, conchas, etc). Los dispositivos excluidores de la tortuga marina (DET) se originaron a partir de los diversos aditamentos que se empezaron a usar experimentalmente en las décadas de

los 60's y 70's. Entre 1978 y 1983 se adaptaron algunos modelos de aditamentos excluidores a las redes de arrastre camaroneras para probar su eficiencia en la exclusión de tortugas marinas.

En México los excluidores de tortuga se usan desde 1993 en el Golfo de México y desde 1996 en el océano Pacífico, dando muy buenos resultados en cuanto a su contribución en la conservación de la tortuga marina. También permiten el escape de peces grandes. Inicialmente se usaron DET suaves (fig. 10) pero en la actualidad el uso de dispositivos excluidores de tortuga de tipo rígido es obligatorio en las redes de ambos litorales (NOM-061-PESC-2006, especificaciones técnicas de los excluidores de tortugas marinas utilizados por la flota de arrastre camaronera en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, DOF 22 enero de 2007). El uso de DET rígidos (fig. 11) por sí mismos, implica una reducción promedio de 40% de la captura incidental de peces, moluscos, crustáceos diferentes al camarón y equinodermos, dependiendo de las temporadas y zonas de pesca, llegando en algunos casos a más del 65% como se ha referido para el Golfo de Tehuantepec (Villaseñor 1997). Entre 1992 y 1995, se registraron valores de reducción de FAC por efecto del uso de DET, de 8.5% a 42.0 %.

En las zonas del mar Caribe y la costa de Veracruz se presentó mayor abundancia y por lo tanto exclusión de peces de familias Sciaenidae, Carangidae, Scombridae, Serranidae, Gerreidae, Balistidae, Polynemidae y peces bentónicos (rayas y otros elasmobranquios. En el Golfo de México se habían utilizado hasta 1998 preferentemente los excluidores con abertura en la parte inferior, lo cual favoreció la eliminación especies de rayas (*Raja texana* y *Raja* sp), lenguados (*Syacium gunteri*, *Ancylopsetta dillecta*, *A. qudrocellata*, *Dasyatis sabina* y *Rhinobatus* sp), jaibas (*Callinectes* sp) y estrellas de mar.

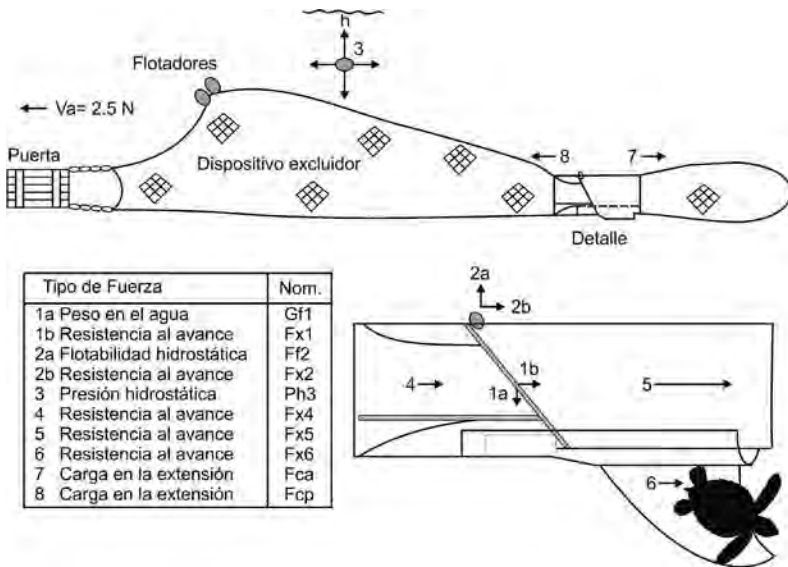
De los resultados obtenidos más recientemente en cuanto a exclusión de FAC con uso de DEP, han sido más exitosos dos modelos de dispositivos excluidores de peces (DEP) tipo "ojo de pescado" al compararlos con otros 8 diseños (Tabla 4).

**Tabla 4.** Resultados de eficiencia de dispositivos excluidores de peces en México.

No.	Tipo de Dispositivo	Zona Geográfica	Cantidad de Lances de Pesca	Reducción de captura incidental (%)	Disminución de especies objetivo (%)	Principales recursos excluidos o separados
<b>DEP con paño de red</b>						
1	Horizontal con doble bolso	Litoral de Sinaloa	48	34	16	Peces planos, lutjanidos y carangidos
2	Vertical con abertura de escape superior	Litoral de Sinaloa y Nayarit	57	37	25	Peces planos, lutjanidos y carangidos
<b>DET modificados</b>						
3	Anthony weedless	Litoral de Sinaloa	35	27.2	4.3	Peces demersales de más de 35 cm, caracoles y cangrejos
4	Parrilla de fibra de vidrio modelo "Mazatlán"	Litoral de Sinaloa	119	23.9	11	Peces demersales de menos de 30 cm, caracoles, cangrejos y equinodermos
5	Saunders grid con túnel	Litoral de Sinaloa y Nayarit	215	30.5	3.2	Peces demersales de más de 30 cm, caracoles y cangrejos
6	Saunders grid sin túnel	Litoral de Sinaloa y Nayarit	173	35.8	4.3	Peces demersales de más de 30 cm, caracoles y cangrejos
7	Andrew de 2a= 76.2 mm	Golfo de México (Tamaulipas)	24	17	7.5	Lutjanidos, serranidos y carángidos
8	Andrew de 2a= 101.6 mm	Golfo de México (Tamaulipas)	18	13.5	4	Lutjanidos, serranidos y carángidos
<b>DEP para peces peq.</b>						
9	DEP "ojo de pescado" simple	Golfo de California	113	23	3.1	Todos los peces demersales < 23 cm de longitud total
10	DEP "ojo de pescado" con laminillas desviadoras	Golfo de California	124	27	2	Todos los peces demersales < 20 cm de longitud total

### Redes Selectivas y Livianas

Las nuevas tecnologías permiten utilizar redes más grandes con el mismo tamaño de sistemas hidráulicos. Se empieza a capturar más con barcos más pequeños, con notable ahorro de combustible, al utilizar fibras sintéticas de nueva tecnología como el Dyneema (el cual tiene las mismas o mejores características de trabajo que el acero en diámetros similares). La incorporación de las redes Ultra Cross, las cuales se lanzan más fácilmente y se hunden más rápido, hacen la operación de pesca más rápida.



**Figura 11.** Dispositivo excluidor de tortugas marinas (DET) de tipo rígido y fuerzas que actúan en su configuración e hidrodinámica.

Con estas redes se disminuyen los costos de producción debido a las características del material, pues toma como base el polietileno y en la alineación de sus moléculas (permite que sea liviano), no absorbe agua y es muy resistente, por eso el aparejamiento requiere accesorios con menor peso (como el lastre y portones más pequeños); el arrastre del sistema requiere menor esfuerzo de la maquina principal que a corto plazo disminuye el consumo de combustible, en el largo plazo contribuye a un mantenimiento preventivo del maquina principal. Estas redes, con un diseño adecuado, permiten ahorrar entre un 25 y hasta un 50% en combustible al ofrecer menor resistencia al avance (fig. 12). Son redes con una RLS de alrededor



de 30.6 m (100.4 pies) y relinga inferior de 37.5 m (123 pies), aunque hay redes de hasta de 38.1 m (125 pies) de RLS, presentando una cantidad de secciones de paño de red de 10 a 13 m, con tamaños de malla de 50 hasta 90 mm (en su parte más anterior) y diámetros de hilo de 1.2 a 2.3 mm.

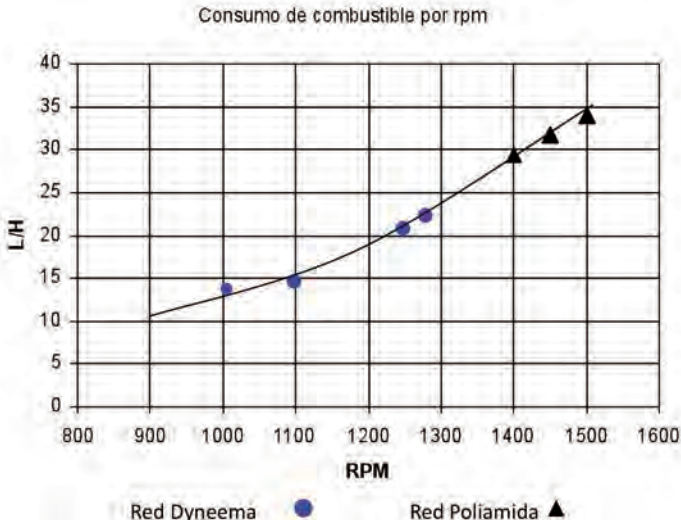
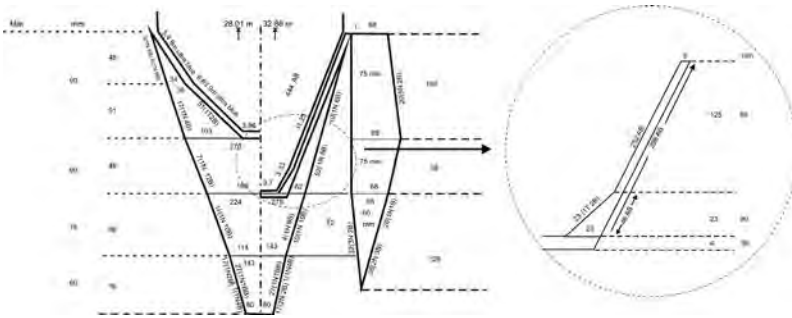


Figura 12. Comparación de consumo de combustible entre redes confeccionadas con poliamida y Dyneema. (modificada de la figura original proporcionada por Sarmiento y Gil -López, 1997)

Los tecnólogos del Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) de Salina Cruz, Oaxaca perfeccionaron diseños obteniendo varios prototipos altamente eficientes (fig. 13). Por su parte tecnólogos del sector productivo en Guaymas, Sonora han desarrollado varios modelos igualmente eficientes y selectivos, con fines comerciales y amplia aceptación entre los pescadores.

Lo anterior planteó al gobierno federal la ampliación del programa de sustitución de redes tradicionales de poliamida por redes de Dyneema ultra cross silver iniciado en 2004, continuándolo hasta 2006, dentro del Plan de Acciones para el Ordenamiento de la Actividad Acuícola y Pesquero en su componente de Modernización Pesquera, siendo los Estados beneficiados: Sonora con 110 redes, Sinaloa 49 redes y Oaxaca 12 redes, para contribuir al mantenimiento de la pesca responsable en el Golfo de California y Golfo de Tehuantepec por el litoral del océano Pacífico y en la sonda de Campeche en el litoral del Golfo de México (con 20 redes),

ya que además de livianas, estas redes promueven la selectividad específica por la incorporación de mallas de 50 mm en la 3ª sección de las tapas superior e inferior de la red. Las mallas grandes (2ª = 90 mm) que se utilizan en la parte delantera de la red y en el cuerpo, contribuyen al mejor filtrado del agua y como el material no absorbe agua, es ligero y con menor resistencia al avance. También se propició la sustitución de “portones tradicionales” o puertas de las redes de arrastre por portones hidrodinámicos mediante un proyecto en el Golfo de California para sustituir 20 pares de portones (40 ejemplares) para igual número de embarcaciones entre 2004 y 2005, con la finalidad de contribuir al uso de nuevas tecnologías, su adopción por los productores y la dispersión de la tecnología bajo los principios de pesca comercial demostrativa (PCD).



**Figura 13.** Plano de red de paño Dyneema ultra cross silver diseñada por tecnólogos del INAPESCA Salina Cruz, Oaxaca, para la flota camaronera del océano Pacífico sur (cortesía de Saúl Sarmiento).

Las redes construidas con materiales más livianos han permitido que sean menos resistentes al movimiento en el agua y trabajen más ligeras, permitiendo ahorro de combustible en las operaciones de pesca. En años recientes las autoridades pesqueras han invertido recursos para apoyar la investigación y desarrollo tecnológico para el mejoramiento de las redes con base en materiales más livianos y diseños de redes selectivas. Estas dos combinaciones de material liviano y perfeccionamiento de diseño, han permitido que más de 90 embarcaciones mayores de la flota camaronera del océano Pacífico tengan mejores rendimientos y contribuyan a la pesca responsable. Los resultados de la transferencia de la innovación tecnológica han sido positivos (Tabla 5).

**Tabla 5.** Resultados de la evaluación de la transferencia de tecnología mediante el Índice de Adopción de Innovaciones en la tecnología "K" (INAIK) del proyecto de sustitución de redes de arrastre tradicionales por redes livianas y selectivas en Sonora.

CEDULA DE EVALUACION SUSTITUCION DE REDES CAMARONERAS Y PORTONES TRADICIONALES POR 40 HIDRODINAMICOS			Cumplimiento de requisitos	Potencia nominal de Máquina Principal (HP)	INAI de Producto	INAI de Proceso	INAI de Operación	Adopción de la Tecnología
Cantidad Buques	Tipo de organización	Puerto						
1	Unión alto Golfo California	Guaymas	√	365	100	85	65	√
2	Unión alto Golfo California	Guaymas	√	402- 403	100	80	65	√
1	Unión alto Golfo California	Guaymas	√	420	95	85	70	√
5	Unión alto Golfo California	Guaymas	√	450	90	76	76	√
1	Asoc. de Armadores	Guaymas	√	240	100	80	70	√
8	Asoc. de Armadores	Guaymas	√	365	88	68	60	√
1	Asoc. de Armadores	Guaymas	√	402	100	80	65	√
1	Asoc. de Armadores	Guaymas	√	425	100	85	60	√
1	Asoc. de Armadores	Guaymas	√	450	100	85	60	√
2	Asoc. de Armadores	Guaymas	√	470	100	80	60	√
2	CANAINPESCA	Guaymas	√	420	100	80	60	√
1	CANAINPESCA	Guaymas	√	425	100	80	70	√
1	CANAINPESCA	Guaymas	√	450	90	67	65	√
1	CANAINPESCA	Guaymas	√	470	90	67	65	√
2	CANAINPESCA	Guaymas	√	480	97	70	60	√
1	CANAINPESCA	Guaymas	√	500	100	70	55	√
1	Independiente	Guaymas	√	365	100	80	68	√
1	Independiente	Guaymas	√	402	100	85	70	√

Continúa...

CEDULA DE EVALUACION SUSTITUCION DE REDES CAMARONERAS Y PORTONES TRADICIONALES POR 40 HIDRODINAMICOS			Cumplimiento de requisitos	Potencia nominal de Máquina Principal (HP)	INAI de Producto	INAI de Proceso	INAI de Operación	Adopción de la Tecnología
Cantidad Buques	Tipo de organización	Puerto						
1	Independiente	Guaymas	√	470	100	85	65	√
1	CANAINPESCA	Pto. Peñasco	√	470	100	63	88	√
1	CANAINPESCA	Pto. Peñasco	√	503	100	75	70	√
1	CANAINPESCA	Pto. Peñasco	√	520	100	70	75	√
2	CANAINPESCA	Pto. Peñasco	√	540	100	68	65	√
4	Independiente	Yavaros	√	365	97	84	85	√

N tecnología redes = 110, N Tecnología portones = 40

Los valores del Índice de Adopción de Innovaciones (IDAI) por tipo de tecnología resultaron elevados si se les compara con otras innovaciones tecnológicas, y resultan de valores igualmente elevados (mayores al 70) del indicador INAIK para el caso del uso de “redes de arrastre selectivas y livianas”. La aceptación del producto (redes) mostró valores de 88 a 100, el proceso de transferencia de tecnología fue aceptado con valores entre 63 y 85.

En el caso de la operación mediante pesca comercial demostrativa, el indicador parcial  $INAI_k$  resultó ser el más bajo (55 a 76), debido a dos de tres factores considerados, las barreras organizativas y personales (quedando las barreras tecnológicas sin identificarse como causa del menor desempeño), siendo en este caso el proceso de transferencia de tecnología poco o escasamente controlado, y el rechazo de la nueva tecnología por parte del pescador de la flota.

Recientemente otros trabajos de evaluación para el desarrollo tecnológico, han recomendado el uso de puertas o portones más pequeños y livianos, que combinados con redes selectivas y livianas permiten disminuir el contacto con el fondo marino.

Estas tecnologías están mejorando la forma de pescar camarón y facilitando la liberación de otras especies de peces, moluscos y crustáceos, o bien evitando su captura y retención. Asimismo se está reduciendo el efecto directo sobre los fondos, buscando que haya un menor impacto sobre ellos y las comunidades biológicas asociadas.

## CONCLUSIONES

No existe diferencia significativa entre la eficiencia tecnológica de los diseños de redes tradicionales con base en poliamida, por lo que en general presentan el mismo poder de pesca teórico y las mismas deficiencias operacionales, con independencia del diseño de la red. Su capacidad de pesca depende de otros factores tanto tecnológicos, incluidos los de la embarcación y el conocimiento de la tripulación, como las disponibilidades biológicas, zona y temporada de pesca.

Entre los aspectos de deficiencia tecnológica que influyen en la disminución del impacto de las redes con el fondo y la fauna de acompañamiento, destacan los diseños tecnológicos deficientes y el aparejamiento. Diseños adecuados de red evitan la deformación y la pérdida de eficiencia de la red y de los DET y DEP.

Existen secciones en todos los diseños de redes que requieren ser modificadas para disminuir la cantidad de paños, como es el caso de las alas (parte lateral) y la parte inferior del cuerpo.

Las redes construidas con material Dyneema ultra cross silver, conformada con diversos mallas grandes superiores a los 50 mm proveen selectividad específica, mejorando las capturas de camarones grandes. El uso de mallas más grandes en la parte delantera de la red logra que juveniles de peces y otros organismos escapen de la red.

La calibración y aparejamiento usando menos cadena y calibre más bajos de la misma (de 5/16" o menos), con bajo peso de lastre (50 kg máximo) evita el contacto rudo con el fondo, y reduce el impacto sobre otros organismos (caracoles, almejas, esponjas). Asimismo, no es recomendable usar cadena doble o triple.

Se obtiene hasta 20% menos de FAC con las siguientes medidas técnicas: cadena espantadora de calibre menor (3/8" o menos), evitar el uso de cadena espantadora doble, y ampliar la diferencia de longitud de la cadena espantadora y la relinga inferior (arrastre) de 1.8 m a 2.5 m de diferencia.

Al usar menos lastre y redes livianas se pueden usar tablas más pequeñas. El tamaño máximo de tablas de madera y patín metálico debe ser inferior a 3.35 m de largo, por 1.5 de altura para las embarcaciones con máquinas principales de mayor potencia.

El uso de excluidores de peces, reduce considerablemente la captura de aquellos que están ya en la bolsa de la red, hasta en un 45%.

Regulando las velocidades de arrastre a 1.13 m/s (2.2 nudos) máximo, se logra que una gran parte de los peces puedan escapar, ya que su velocidad de natación es mayor que la velocidad de arrastre.

La transferencia de la tecnología de sistema de pesca con redes livianas (Dyneema ultra cross silver) a los sectores productivos de Sonora, Sinaloa, Oaxaca y Campeche a través de la modalidad de "pesca comercial demostrativa" fue exitosa, permitiendo incrementar la eficiencia productiva, reducir impactos en el ambiente e incrementando la rentabilidad económica. Esto despierta interés por su dispersión y contribuye a consolidar las actividades de pesca responsable.

Lo anterior ha favorecido el reconocimiento de que el sistema de arrastre puede resultar "selectivo y eficiente" para seguir siendo utilizado responsablemente.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece la facilitación de material técnico por parte del Ing. Saúl Sarmiento Náfate (INAPESCA Salina Cruz, Oaxaca), así como la colaboración del siguiente personal que apoyó en la elaboración de figuras y revisión documental: Mario Arturo Sarmiento Ibarra, Rodolfo Mendoza Bernal y Francisco Velasco Nuñez.

## REFERENCIAS

- Alden, R. (1992). A perspective on bycatch: public opinion, environmentalists, and politicians. In: Schoning, R.W., Jacobson, R.W., Alverson, D.L., Gentle, T.G., Auyong, J. (eds.), Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop, February 4-6, 1992, Newport, Oregon. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington. pp. 29-34.
- Alverson, D. L. (1992a). An industry perspective on addressing the bycatch problem. In: Schoning, R.W., Jacobson, R.W., Alverson, D.L., Gentle, T.G., Auyong, J. (eds.), Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop, February 4-6, 1992, Newport, Oregon. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington. pp. 191-196.

- Alverson, D. L., Freeberg, M. K., Murawski, S. A., Pope, J. G. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper 339 Rome.
- Anderson, O. F., Clark, M. R. (2003). Analysis of the bycatch in the fishery for orange roughy *Hoplostethus atlanticus*, on the South Tasman rise. *Mar. Freshw. Res.* 54: 643-652.
- Andrew, N. L., Pepperell, J. G. (1992). The by-catch of shrimp trawl fisheries. In: Barnes, M., Ansell, A. D., Gibson, R.N. (eds.), *Oceanography and Marine Biology Annual Review*. Vol. 30. UCL Press, United Kingdom. pp. 527-565.
- Beardsley, A. J., High, W. L. (1970). Shrimp sorting trawls in the Pacific Northwest. *Natl. Fisherman*.
- Blake, B., Bostock, T. (1991). Shrimp bycatch: a problem in the Bay that has as yet found no viable solution. *Bay of Bengal News*. Issue No. 44. Bay of Bengal Programme. pp. 5-11.
- Boddeke, R. (1992). Bycatch reduction of penaeid shrimp trawlers on the basis of European experiences. In: *Proceedings of the International Conference on Shrimp Bycatch*, May 24-27, 1992, Lake Buena Vista, Florida. Sponsored by the Southeastern Fisheries Association, Tallahassee, Florida. NOAA/NMFS, Tallahassee, Florida. pp. 229-239.
- Bojórquez, L. F. (1998). Bycatch utilization in Mexico. In *Report and Proceedings of the FAO/DFID Expert Consultation on Bycatch Utilization in Tropical Fisheries*. Beijing, China, 21-28 September. Natural Resources Institute (NRI)/Department for International Development (DFID)/FAO.
- Burke, W. T. (1992). An international legal perspective on bycatch. In: Schoning, R.W., R.W. Jacobson, D.L. Alverson, T.G. Gentle, Auyong, J. (eds.), *Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop*, Newport, Oregon. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington. pp. 23-28.
- Chapa-Saldaña, H. (1976). La Fauna acompañante del camarón como un índice de monopesca. *Memorias del Symposium sobre Biología y Dinámica Poblacional del Camarón*. Guaymas, Sonora, agosto de 1976. México D.F.
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seiford, L. (eds.). (1994). *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Chávez, H., Arvizu, M. J. (1972). Estudios de los recursos pesqueros demersales del Golfo de California 1968-1969. III Fauna de Acompañamiento del Camarón (peces finos y basura). In: J. Carranza, (ed.), *Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía*, México noviembre de 1969. México DF. pp. 361-378.
- Christian, P., Harrington, D. (1987). Loggerhead turtle, finfish and shrimp retention studies on four turtle excluder devices (TEDs). In: *Proceedings of the Non-Game and Endangered Wildlife Symposium*, Georgia, DNR. pp. 114-127.
- CONAPESCA. (2006). Evaluación de la capacidad pesquera de la flota arrastrera en la pesquería de camarón del litoral del Océano Pacífico 2005-2006. Informe de ejecución, Programa Alianza, Mazatlán, Sinaloa, México.
- CONAPESCA. (2009). Normatividad pesquera In: [www.conapesca.sagarpa.gob.mx/ordenamiento/programas](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/ordenamiento/programas)

- Duthie, A. (1992). Canadian fish capture selectivity program. In: Proceedings of the Newfoundland Mobile Gear Selectivity Workshop, St. John's, Newfoundland. Can. DFO Tech. Rep. pp. 3-19.
- FAO. (1973). Informe de la consulta de expertos sobre redes de arrastre selectivas para la pesca del camarón. Ijmuiden, Países Bajos 12-14 de junio de 1973. FAO Informe de Pesca 139.
- Feidi, I. (1989). Economic utilization of fish by-catch and by-products in the Arab Gulf region. Paper prepared for Seminar on Economic Utilization of Waste. INFOSAMAK/FAO.
- García-Caudillo, J. M., Cisneros-Mata, M. A., Balmori-Ramírez, A. (2000). Performance of a bycatch reduction device in the shrimp fishery of the Gulf of California, Mexico. *Biol. Cons.* 92(2): 199-205.
- García-Rodríguez, E. (1995). Utilization of shrimp by-catch in Cuba. In: Report and Proceedings of TCDC Workshop - Utilization of by-catch from Shrimp Trawlers, 6 - 8 June 1995. Nose Bé, Madagascar. Govt of Madagascar/UNDO/FAO 1995
- Gobierno del Estado de Sonora. (2006). Informe del Plan de Acciones para el Ordenamiento de la Actividad Acuícola y Pesquero: Componente de Modernización Pesquera, Hermosillo, Sonora.
- Gordon, A., Blake, B. (1991). Utilization of shrimp bycatch: report on a visit to India. Bay of Bengal Project, Natural Resources Institute, Overseas Development Administration, Madras, India. Tech. Rep.
- Hendrickson, H. M., Griffin, W. L. (1993). An analysis of management policies for reducing shrimp by-catch in the Gulf of Mexico. *North Amer. J. Fish. Manag.* 13(4): 686-697.
- ICES. (1985). Commercial applications of separator panels in Nephrops trawls. ICES C.M.
- Isaksen, B., Valdemarsen, J. W. (1990). Selectivity in codends with short lastridge ropes. ICES Fishing Technology and Fish Behavior Working Group Meeting.
- Isaksen, B., Valdemarsen, J. W., Larsen, R.B., Karlsen, L. (1992). Reduction of fish bycatch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. *Fish. Res.* 13: 335-352.
- Jones, J. B. (1992). Environmental impact of trawling on the seabed: a review. *New Zealand J. Mar. Freshwater Res.* 26: 59-67.
- Kendall, D. (1990). Shrimp separating panels in shrimp trawls: status of the implementation in the commercial fleet and ongoing research projects. Working Group Meeting, Ostende, May 18-22, 1990. ICES, Copenhagen, Denmark.
- Kenny, J., Blott, A., DeAlteris, J. T. (1990). Shrimp separator trawl experiments in the Gulf of Maine shrimp fishery. In: Proceedings of the Fisheries Conservation Engineering Workshop, Rhode Island.
- Klima, E. F. (1992). Shrimp bycatch: hopes and fears. In: Proceedings of the International Conference on Shrimp Bycatch, Lake Buena Vista, Florida. Sponsored by the Southeastern Fisheries Association, Tallahassee, Florida. NOAA/NMFS, Tallahassee, Florida. pp. 5-12.



- Koslow, J. A., Gowlett-Holmes, K., Lowry, J. K., Poore, G. C. B., Williams, A. (2001). Seamount benthic macrofauna off southern Tasmania: community structure and impacts of trawling. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 213: 111-125.
- López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Hernandez-Saavedra, N. Y., Serviere-Zaragoza, E., Balart-Páez, E., Rodríguez-Romero, J., Rábago-Quiroz, C. H., Padilla-Arredondo, G., Burrola-Sánchez, M. S., Morales-Azpeitia, R., Enríquez-Ocaña, L. F., Nevárez-Martínez, M., Acevedo-Cervantes, A. (2008). Evaluación de la afectación de las redes de arrastre de camarón en los fondos marinos del litoral Sonorense. Ponencia presentada en el Taller del Proyecto "Efecto de la pesquería de arrastre de camarón en las comunidades asociadas al sedimento marino en el centro y norte del Golfo de California" 28-29 febrero de 2008, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz B.C.S., México.
- Madrid-Vera, J., Amezcua-Linares, F., Morales-Bojorquez, E. (2007). An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. *Fish. Res.* 83: 81-89.
- Martin, J. T. (1992). Conservation and bycatch: can they co-exist? In: Schoning, R.W., Jacobson, R.W., Alverson, D.L., Gentle, T.G., Auyong, J. (eds.), *Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop*, Newport, Oregon. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington. pp. 163-168.
- Muñoz, M., Rendón, R., Aguilar, J., García, J. G., Altamirano, J. R. (2004). Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural. Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo y Fundación Produce Michoacán A. C.
- Murray, J. D., Bahen, J. J., Rulifson, R. A. (1992). Management considerations for bycatch in the North Carolina and Southeast shrimp fishery. *Fisheries.* 17(1): 21-26.
- Nadal, E. A. (1996). Esfuerzo y captura: tecnología y sobreexplotación de recursos marinos vivos. Colegio de México, Programa sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 1996. México.
- Okonski, S. L., Martini, L.W. (1977). Materiales didácticos para la capacitación en Tecnología de artes y métodos de pesca. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. Proyecto PNUD/FAO. Contribución al Estudio de las Pesquerías de México CEPM.
- Pascoe, S., Kirkley, J. E., Gréboval, D., Morrison-Paul, C. J. (2003). Measuring and assessing capacity in fisheries. 2. Issues and methods. *FAO Fish. Tech. Pap.* 433/2. Rome, FAO. 2003.
- Pérez-Mellado, J. (1980). Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de maestría, Escuela de Ciencias Marinas. Inst. Tec. Est. Sup. De Monterrey, Guaymas, Sonora, México.
- Pérez-Mellado, J., Findley, L. T. (1985). Evaluación de la ictiofauna acompañante del Camarón capturado en las Costas de Sonora y Norte de Sinaloa, México. In: A. Yanez-Arancibia, (ed.), *Programa Universitario de Alimentos*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Instituto Nacional de la Pesca, México, pp. 201-254.

- Petersen, E. E. (1981). The Guyana project: industrial use of by-catch. In: Fish By-catch, bonus from the Sea: report on a technical consultation on shrimp by-catch utilisation held in Georgetown.
- Pikitch, E. K. (1992). Potential for gear solutions to bycatch problems. In: R.W., R.W. Jacobson, D.L. Alverson, Gentle, T. G., Auyong, J. (eds.), Proceedings of the National Industry Bycatch Workshop. Newport, Oregon. Natural Resources Consultants, Inc., Seattle, Washington. pp. 128-138.
- Sarmiento, S., Gil-López, H. A. (1997a). Efecto de la modificación de una red camarонера para la reducción de fauna acompañante del camarón en el Golfo de Tehuantepec. México. Documento anual de investigación, Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz, Oaxaca. Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP, México.
- Sarmiento, S., Gil-López, H. A. (1997b). Efecto del dispositivo excluidor de tortugas marinas de estructura rígida, sobre la talla de los peces capturados en una red camarонера. Documento anual de investigación, Centro Regional de Investigación Pesquera de Salina Cruz, Oaxaca. Instituto Nacional de la Pesca, SEMARNAP, México.
- Sarmiento-Náfate S., Gil-López, H. A., Arroyo, D. (2007). Shrimp by-catch reduction using a short funnel net in the Gulf of Tehuantepec, South Pacific, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 55 (3-4): 889-897.
- Schick, D. (1991). Maine shrimpers experiment with separator panels. *National Fisherman*. 72(2): 34-35.
- Seidel, W. R. (1975). A shrimp separator trawl for the southeast fisheries. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 27: 66-76.
- Slavin, J. W. (1982). Utilization of the shrimp bycatch. In: Fish Bycatch--Bonus from the Sea. Report of a Technical Consultation on Shrimp Bycatch Utilization held in Georgetown, Guyana. IDRC, Ottawa, Canada. pp. 21-28.
- Suwanrangi, S. (1986). Improved bycatch utilization in Thailand. In: Proceedings of the First Asian Fisheries Forum. pp. 467-469.
- Suwanrangi, S. (1988). By-catch utilization in Thailand. *INFOFISH Int.* Vol. 5/88:40-42.
- Villaseñor, T. R. (1997). Dispositivos excluidores de tortugas marinas. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 372. Roma, FAO.
- Watson, J. W., Mitchel, J., Shah, A. K. (1986). Trawling efficiency device: A new concept for selective shrimp trawling gear. *Mar. Fish. Rev.* 48(1): 1-9
- Watson, J. W., Sendel, W. R. (1980). Evaluation of techniques to decrease sea turtles mortalities in the Southeastern United States shrimp fishery. *I.C.E.S. CM.* 1976/B:31.
- Watson, J. W., Taylor C. W. (1986). Research on selective shrimp trawl designs for penaeid shrimp in the United States: a review of selective shrimp trawl research in the United States since 1973. NOAA/NMFS/SEFSC, Mississippi Laboratories, Pascagoula, Mississippi.
- Watson, J. W., Foster, D., Taylor, C., Shah, A., Barbour, J., Hataway, D. (1992). Status report on the development of gear modifications to reduce finfish bycatch in shrimp trawls in the South-eastern United States 1990-1992. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFSC-327.

Yáñez-Arancibia, A. (1985). Recursos pesqueros potenciales de México: la pesca acompañante del camarón. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

---

**CITA DE CAPÍTULO 15**

Villaseñor-Talavera, T. 2012. Pesca de camarón con sistema de arrastre y cambios tecnológicos implementados para mitigar sus efectos en el ecosistema. 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. 281-313.



# 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.

Fermín Medina Carrillo<sup>1\*</sup>, Sergio Paúl Padilla Galindo y José Trinidad Nieto Navarro

## RESUMEN

En la reserva de la biosfera Alto Golfo de California y delta del Río Colorado, el aprovechamiento del recurso camarón con sistemas de pesca no adecuados ha impactando a especies emblemáticas y endémicas. Por ello, se evaluó un sistema de pesca de arrastre camaronero con aditamentos que mejoran la selectividad: dispositivo excluidor de tortugas marinas (DET), dispositivo excluidor de peces (DEP) y doble relinga inferior.

Se realizaron pruebas pareadas de 30 minutos en la zona de amortiguamiento de la reserva, a bordo de embarcaciones menores propulsadas por un motor fuera de borda, una red modificada y otra sin modificaciones (testigo), en profundidades de 8 a 20 m. Se efectuaron 4 cruceros con 22 lances pareados, registrándose los parámetros operacionales, comportamiento del arte de pesca y la producción. Las capturas fueron separadas e identificadas, se registraron parámetros morfométricos de cada especie. La composición en las tallas de capturas fue diferente tanto en

**Palabras clave:**  
Sistema de arrastre,  
Embarcaciones  
menores,  
Vaquita marina

---

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. Bahía de Matanchén km 12, Carretera a los Cocos, C.P. 63740. San Blas, Nayarit, México.

\*Autor de correspondencia: E-mail: [insurgentes316@yahoo.com.mx](mailto:insurgentes316@yahoo.com.mx)

camarón como en la fauna íctica. El análisis estadístico con respecto a las capturas de camarón reveló diferencia con el uso de la doble relinga, DET ( $P = 0.010$ ) y el DEP ( $P = 0.044$ ) al utilizar la doble relinga en combinación con DET y DEP; en cuanto a peces, la prueba pareada de Wilcoxon demostró diferencias significativas en la red testigo con respecto a la modificada, al utilizar doble relinga con DET ( $P = 0.001$ ) y la combinación de DET y DEP ( $P = 0.004$ ). Concluyendo que las modificaciones en la red permitieron la disminución de capturas incidentales de especies no objetivo de captura.

## INTRODUCCIÓN

En un principio la pesquería de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) en el Alto Golfo de California favoreció la creación de algunos poblados pesqueros, siendo ésta la base económica en la década de los 40's; pero de pronto dejó de serlo, dado que las capturas disminuyeron drásticamente. Sin embargo, la captura de camarón pasó a ser desde 1930 la principal fuente de ingresos de la actividad pesquera, y hasta la fecha es un pilar importante de la economía no solo de esta región sino de todo el Golfo (WWF-INP-CONAPESCA 2005). Con el propósito de proteger la especie vaquita marina, se planteó la posibilidad de asignar cuotas de captura a cada una de las flotas a partir de un límite máximo, que sería establecido tomando como base la capacidad de carga del ecosistema del Alto Golfo de California y particularmente de la reserva de la biosfera (SEMARNAT 2003). SEMARNAT-SAGARPA (2004) mencionan la importancia estratégica de la pesca en el Alto Golfo de California, definiendo que es clara en términos de generación de divisas como producto de las exportaciones.

El ecosistema Alto Golfo de California y delta del Río Colorado ha sido reconocido como una de las regiones más productivas del Golfo de California en términos de producción de camarón azul. Cerca de 70 especies son aprovechadas por la flota ribereña utilizando "pangas" (embarcaciones de hasta 10.5 m de eslora, sin cubierta, con capacidad máxima de 3 toneladas y motores que van desde los 55 hasta 200 HP) que utilizan varios tipos de artes de pesca: redes agalleras y de enmalle, cimbras, buceo y colecta manual, entre otros. En la región del Alto Golfo incluida la reserva, la pesquería de camarón está integrada por camarón café y azul con una captura

promedio por parte de las flotas menores de Golfo de Santa Clara, San Felipe y Puerto Peñasco (650 pangas) de 700 t al año, más un volumen variable que captura la flota mayor (162 barcos) que sumados dan una captura promedio anual de aproximadamente 2,000 t (SAGARPA-CONAPESCA-INP 2007). En el 2002 se prohibió la operación de barcos camaroneros y el uso de redes de enmalle con tamaño de malla mayores de 6 pulgadas en la Reserva, lo que generó algunas iniciativas de solución a los diversos conflictos surgidos por la aplicación de una norma emergente, especialmente con el sector de pesca industrial (armadores), los que fueron resueltos mediante una autorización condicionada de impacto ambiental a 162 barcos camaroneros a fin de que puedan realizar operaciones dentro de la reserva por tres meses (octubre - diciembre), y se les condiciona entre otras cosas a utilizar el excluidor de peces y tortugas, a respetar un área de exclusión de pesca en un polígono que abarca parte de la zona de mayor concentración de vaquita marina. A pesar de tener estos acuerdos y prohibiciones, las flotas ribereñas en las tres comunidades del Alto Golfo han continuado con el uso de redes de enmalle, de tamaño de malla mayor a 6 pulgadas, así como el chinchorro de línea camaronero de una longitud mayor (300 m) a la establecida en la Norma Oficial Mexicana (SAGARPA-CONAPESCA-INP 2007).

En la Reserva de la biosfera mencionada anteriormente, habita la marsopa *Phocoena sinus* (vaquita marina), el único mamífero marino endémico de México que tiene el rango de distribución más restringido de todos los cetáceos (Ballenas, delfines y marsopas). La principal causa en el declive de la población de la vaquita marina es debido a la mortalidad por pesca en redes de enmalle conocidas como "chinchorro de línea", arte de pesca que se utiliza en la extracción de camarón en embarcaciones menores en dicha zona (WWF-INE 2006). Aunado a lo anterior probablemente en este sector donde se ha observado el incremento en el número de embarcaciones menores para la pesca de camarón y escama, presentándose con mayor evidencia el problema de la pesca ilegal.

La pesquería del camarón particularmente en el Alto Golfo de California representa en términos económicos la pesquería de mayor importancia en esa región. Sin embargo, por una combinación de razones naturales y sociales, la presencia de especies en peligro de extinción como la vaquita marina y la totoaba; y actualmente la

restricción de zonas para la pesca de recursos comerciales (camarón, corvina golfina, chano) dentro de la reserva de la biosfera del Alto Golfo de California y delta del Río Colorado, se ha observado una disminución de las capturas.

El enfoque dependiente al aprovechamiento de los recursos pesqueros en la zona es la actividad más importante, que a través de los años se ha ejercido de manera constante, teniendo un declive en las capturas de especies de valor comercial y ocasionando un desequilibrio en las poblaciones de organismos que no son objeto de captura. En este contexto, se hace notar que es necesaria la modificación o el cambio en los sistemas de extracción de los recursos marinos en el Alto Golfo de California, con una orientación a desarrollar estrategias de conservación y equilibrio económico para las comunidades dedicadas a la pesca, por lo que resulta pertinente la búsqueda de artes de pesca alternativos que coadyuven con una explotación racional y sustentable de los recursos pesqueros.

Con el propósito de reducir la probabilidad de afectación sobre la especie *Phocoena sinus* principalmente por pesca ribereña, dirigida hacia la captura de camarón con chinchorro de línea de los campamentos pesqueros de la zona de San Felipe, Baja California, Golfo de Santa Clara, Sonora; se propone el adoptar una tecnología de captura denominada red de arrastre de fondo para la captura de camarón con aditamentos que mejoren la selectividad, como el dispositivo excluidor de tortugas marinas (DET), dispositivo excluidor de peces (DEP) y doble relinga inferior, que permite la reducción de broza y de organismos bentónicos. Parte fundamental de la investigación es la evaluación técnica, selectiva en la exclusión de fauna, mitigación de los impactos sobre los ecosistemas bentónicos y el descarte de las captura de especies endémicas de la región.

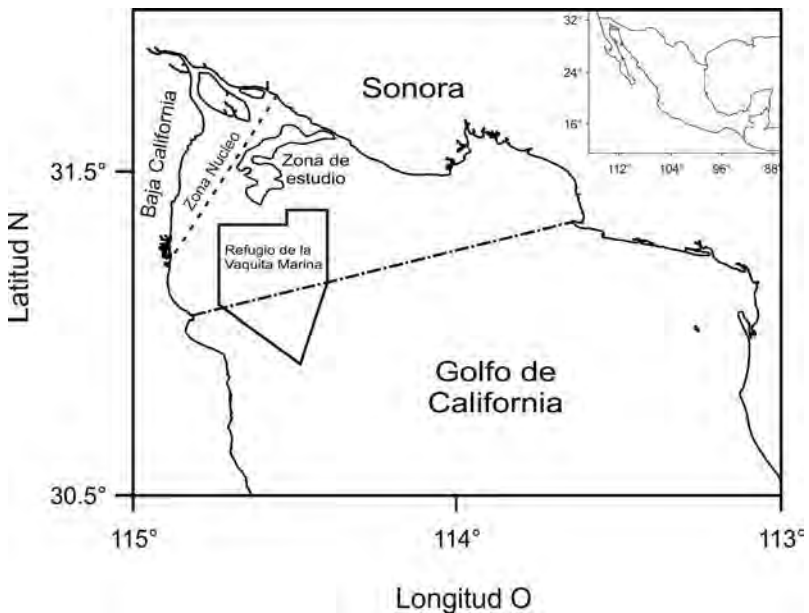
## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Área de operación*

La región que incluye el Alto Golfo de California y delta del Río Colorado fue decretada como reserva de la biosfera en 1993, que se ubica entre los 31°00' y 32°10' latitud norte, y los 113°30' y 115°15' longitud oeste y tiene una extensión de 934,756 hectáreas (fig. 1). En ésta se han incluido dos zonas de manejo: la zona núcleo con 164,779



hectáreas, y la zona de amortiguamiento con 769,977 hectáreas. En la región existen ecosistemas representativos de gran diversidad, riqueza biológica y alta productividad (SARGARPA, 2004). El Alto Golfo de California posee características oceanográficas muy particulares, como son: su poca profundidad relativa (principalmente en su porción más noroeste), pendientes del fondo muy poco pronunciadas, rangos extremos de temperatura, alta evaporación, baja precipitación, salinidad elevada, grandes capas de sedimentos (debido a los aportes que realizaba antiguamente el Río Colorado), alta turbidez y grandes amplitudes de marea (Maluf 1983, citado por Nava-Romo 1994). La experimentación se realizó en la zona de amortiguamiento, respetando a su vez las denominadas zonas: núcleo y área de refugio de la vaquita marina (polígono).



**Figura 1.** La Zona de estudio, representa el lugar de arrastre sobre algunos caladeros típicos de captura de camarón del Alto Golfo de California.

*Bahías de Matanchén, Nayarit y Teacapán, Sinaloa*

Se llevaron a cabo las primeras pruebas de entrenamiento para estandarizar el proceso de muestreo a bordo. Las actividades consistieron en la calibración y ajuste de la red de arrastre que se emplearía en los muestreos en el Alto Golfo de California. Se

efectuaron lances en la bahía de Matanchén, San Blas, Nayarit, con el fin de dominar adecuadamente el ciclo de pesca y sus variantes (maniobra del calado, arrastre y virado de la red). Durante éste proceso, se corrigió la toma de datos meteorológicos, las mediciones a bordo y recolecta de muestras. El proceso de capacitación finalizó en la bahía de Teacapán, Escuinapa, Sinaloa, con un viaje de pesca realizado en la zona de pesca donde se maniobran redes de arrastre camaroneras denominadas “changos”. El propósito de desarrollar esta última fase del entrenamiento fue el fortalecer el carácter del trabajo de campo y probar comparativamente el desempeño de las redes tradicionales del lugar y el equipo de pesca del proyecto.

#### *Propuesta de diseño tecnológico*

La red de arrastre propuesta para este proyecto, se obtuvo a partir del modelo ENIP90NN, propuesto en el marco del proyecto de investigación SAGARPA-CONACyT 2005-CO1-12004, denominado “Impacto de la pesca de arrastre en ecosistemas bentónicos del estado de Nayarit”; desarrollado por la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (UAN), en colaboración con el Centro Interdisciplinario de Ciencia Marinas (IPN). Este modelo fue diseñado con base en el análisis de las características (tipos de corte, confección y materiales) de diferentes redes de arrastre camaroneras utilizadas por la flota del Pacífico mexicano (p. ej. volador, cholo, mixto, buzo e intrépido).

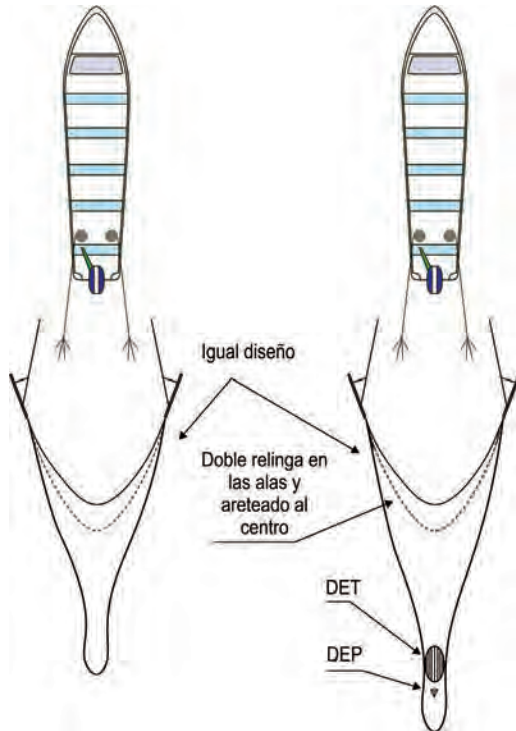
#### *Cálculo de red*

El procedimiento para el cálculo de la red de arrastre camaronera propuesta fue bajo el método propuesto por Medina-Carrillo (2007), que se basan en la proporción entre las piezas principales de ambas redes (de la red propuesta “a calcular” y la red modelo ENIP90NN “existente”).

#### *Pruebas de pesca*

Los lances fueron consecutivos en los caladeros elegidos por los propios pescadores con arrastres pareados de 30 minutos a una profundidad entre los 8 y 20 m, con una red sin modificar (testigo) y otra con modificaciones (aditamentos colocados en la red; excluidor de tortugas (DET), excluidor de peces (DEP) y doble relinga inferior; (fig. 2). A su vez se registró la distancia de arrastre recorrida mediante un sistema de posicionamiento global por satélite, con el objeto de

tener el dato para calcular el área barrida por el método descrito por Sparre y Venema (1997). Asimismo, se midió la abertura horizontal de la red, por el método de triángulos semejantes (separación entre cabos de arrastre medidos en los puntos de amarre y a una distancia de 50 centímetros).



**Figura 2.** Arrastre pareado con las redes Testigo y Modificada aditamentos colocados en la red; excluidor de tortugas (DET), excluidor de peces (DEP) y doble relinga inferior.

Las capturas obtenidas en los lances de pesca experimental fueron separadas en peces, invertebrados (crustáceos, equinodermos, moluscos y poliquetos) y basura. Sólo los peces fueron identificados con claves taxonómicas de Robertson y Allen (2006) y Fisher *et al.* (1995). También se obtuvo la biometría de peces y camarón; para las especies de importancia comercial de camarón presentes en el área de estudio (azul *Litopenaeus stylirostris* y café *Farfantepenaeus californiensis*), la talla fue medida desde el rostro hasta el extremo de los urópodos; además se identificó el estado de madurez de cada individuo. Las mediciones de talla, tanto en peces como en camarones fue obtenida con un ictiómetro, mientras que el peso fue obtenido

con una balanza digital de 0.1 g de precisión, la biometría se efectuó después de cada viaje de pesca realizado por las embarcaciones.

El experimento se efectuó con varias series de lances, en dos etapas; en la primera se comparó una red sin modificaciones (testigo), con lastre uniforme y tenso sobre la relinga inferior y la red modificada identificada por la colocación del excluidor para tortugas (DET) y de doble relinga inferior. En la segunda etapa se agregó el excluidor de peces a la red modificada. Aunado a la instalación de los dispositivos excluidores se hicieron los ajustes sobre la doble relinga (areteado al centro) en la red modificada.

#### *Análisis de datos*

La captura por unidad de tiempo invertido y la eficiencia o captura relativa de camarón y fauna acompañante de los sistemas de pesca, se calculó mediante el método propuesto por Fridman (1986), para la comparación de redes operadas en la misma zona, con el mismo tiempo de arrastre.

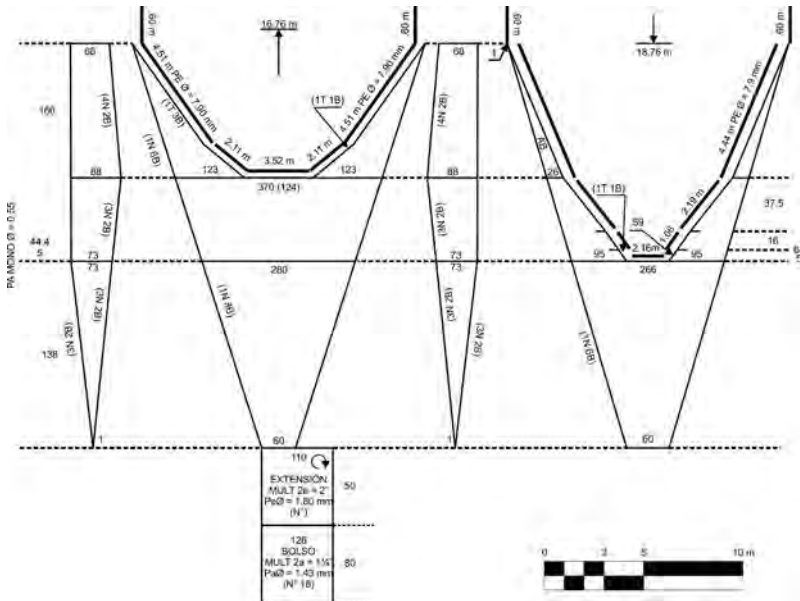
El coeficiente de abertura horizontal de las puertas de arrastre correspondiente a la abertura horizontal de la relinga superior, se calculó por la propiedad de triángulos, para una longitud de cabo de arrastre determinada (método empírico). La selectividad se determinó mediante el modelo de curva logística (Sparre y Venema 1997). Para el análisis estadístico, se aplicó la prueba de normalidad de Kolgomorov-Smirnov, con el fin de conocer el comportamiento de los datos y aplicar el estadístico de prueba de hipótesis pareado pertinente, para evidenciar si existe diferencias significativas entre las capturas totales, camarón y peces de las redes a comparar.

Con el fin de identificar las especies responsables de la semejanza y diferencia entre las muestras a comparar, fue necesario utilizar la subrutina de porcentaje de similaridad (SIMPER, Clarke y Gorley 2006). A partir de la matriz de similitud calculada con el coeficiente de Bray-Curtis, con base en la matriz de abundancia de peces transformada con  $\log(x+1)$ . Este análisis, es un complemento del análisis multivariados no paramétricos, utilizado para describir cambios en la estructura de la comunidad. No obstante, esta metodología puede ser aplicada en nuestro caso de estudio; para ello fue necesario considerar la captura de la fauna íctica acompañante como muestra a comparar.

**RESULTADOS**

*Red de arrastre*

La red prototipo en lo general considera los atributos de diseño y confección de la red modelo ENIP55AGN; sin embargo debido a la necesidad de aprovechar al máximo el paño de red, el plano técnico fue adaptado a las dimensiones del fardo; proceso que dió origen a simplificaciones técnicas de construcción, tales como la obtención de las cuchillas y tapa superior en una sola pieza y algunas modificaciones en cortes de paño de red, sin perder la estructura base que hace posible la captura de *Litopenaeus stylirostris*. Cada parte fue colocada sobre la forma geométrica del fardo, construida a la misma escala y coeficientes de aberturas  $u_1/u_2$  de la red, obteniendo el plano de distribución, con la finalidad del aprovechamiento máximo del material de paño de red y como consecuencia un ahorro del mismo. Se construyeron redes de arrastre del modelo ENIP55AGN (fig. 3), de longitud en la relinga superior de 16.73 m (55 pies), de paño monofilamento de 0.55 mm, de tamaño de malla de 44.45 mm (1¾ de pulgada) en el cuerpo y alas; para el bolso de (1½ de pulgada) de paño multifilamento teñido y tratado de 1.43 mm (N° 18).

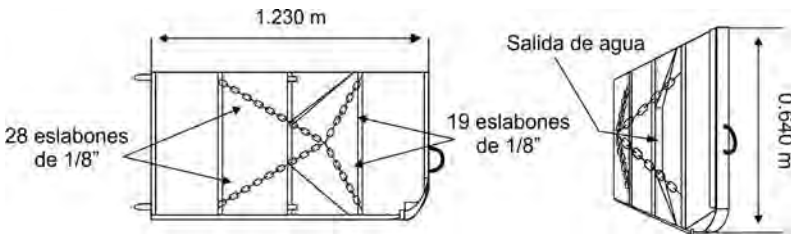


**Figura 3.** Red de arrastre camaronera ENIP55AGN para embarcaciones menores (pangas), con motor fuera de borda de 75 a 115 hp.

La red de arrastre a experimentar fue modificada en la relinga inferior y se adaptaron dispositivos excluidores. La red testigo fue el mismo prototipo sin modificaciones.

*Las puertas de arrastre*

Construidas de un marco de acero, laminas fibra de vidrio de una salida de agua original, con la opción de aumentar a dos más; un peso máximo de 18.2 kg cada una, diseño hidrodinámico con dimensiones de 1.23 m de longitud por 0.64 m de altura (0.78 m<sup>2</sup>), con quilla semicircular (Padilla-Galindo 2006)(fig. 4).



**Figura 4.** Puertas de arrastre de acero y fibra de vidrio, de una salida de agua, tipo “Tiberiades” de 0.78m<sup>2</sup>.

*Dispositivo Excluidor de Tortugas (DET)*

La construcción del marco (DET), es de estructura rígida conformada por un marco oval con dimensiones de 115 cm de alto por 90 cm de ancho, barras verticales fijadas firmemente al marco y distribuidas equidistantemente con una separación máxima de 10 centímetros medidos de borde a borde de las barras.

Con respecto al marco el material de construcción es de varilla de aluminio de 16 mm (5/8”) de diámetro para el marco y 12.7 mm (1/2 pulgadas) para las barras verticales (fig. 5a, Padilla-Galindo, 2006).

La instalación del marco oval en la extensión de paño de red, fue en una pieza de paño de polietileno (PE) multifilamento,  $\varnothing = 1.80$  mm, tamaño de malla de 2 pulgadas de 50 por 110 mallas (fig. 5b), unida por los bordes de 50 mallas (formándose un cilindro). Para la obtención del ángulo deseable de 48°, se colocó un aro en cada extremo de la extensión para estirla y asegurar que la costura de dicha extensión quede en la parte inferior.

Iniciando en la parte delantera de la extensión se cuentan 8 mallas a lo largo de la costura (la unión de los bordes de la extensión). Para fijar la parte superior central se siguió contando sobre la costura hasta las 23 mallas; desde ese punto se cuenta al costado 55 mallas

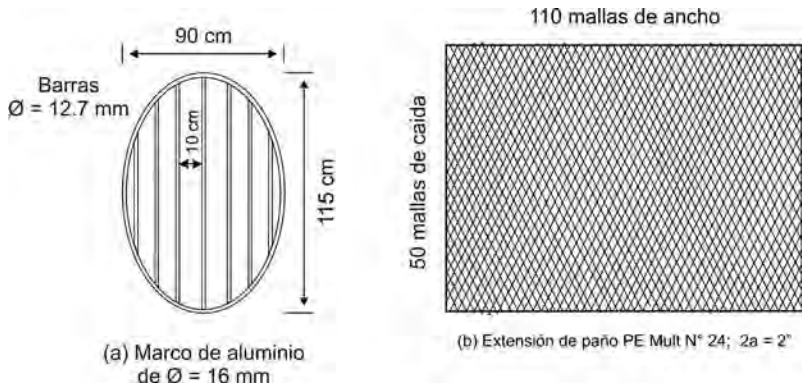


Figura 5. DET de aluminio (a), cubierto de paño polietileno PE de dos pulgadas de tamaño de malla (b).

encontrándose el punto de fijación de la parte superior del marco; se acomodó el marco en la extensión fijando los lados a la misma, iniciando la costura en el centro superior y terminando en la parte inferior (fig. 6).

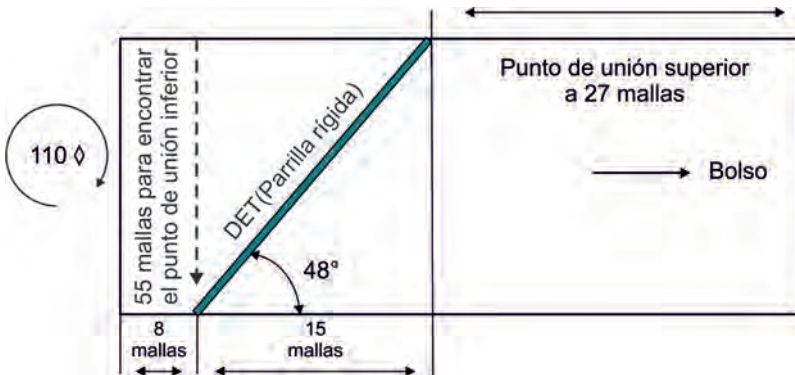


Figura 6. Posición de la parilla DET en la extensión.

El corte para la salida de escape (fig. 7a), se inició media malla al frente de la parte superior del marco. Se continuó con el corte bordeando el marco, siempre manteniendo la media malla hasta que la distancia entre los extremos uno al otro del corte en relación al marco fue de 28 pulgadas (71.12 centímetros), se cortó hacia el frente 10 mallas a cada lado, cuadrando el borde de los cortes de un extremo al otro. La construcción y fijación de la cobertura del hueco de salida, se formó de una pieza de 55 por 26 mallas de paño de polietileno (PE) de tamaño



de malla de 2 pulgadas (fig. 7b).

Se colocó sobre la abertura que conforma la salida de escape, uniendo el borde anterior parte del costado, dejando libre el resto que cubrirá de manera sobrepuesta en dicha salida. Se instalaron dos flotadores a un costado en la parte superior por fuera del TED con el propósito de evitar el desgaste por fricción con el fondo de la red, además de contrarrestar el peso y proveer estabilidad (fig. 7c).

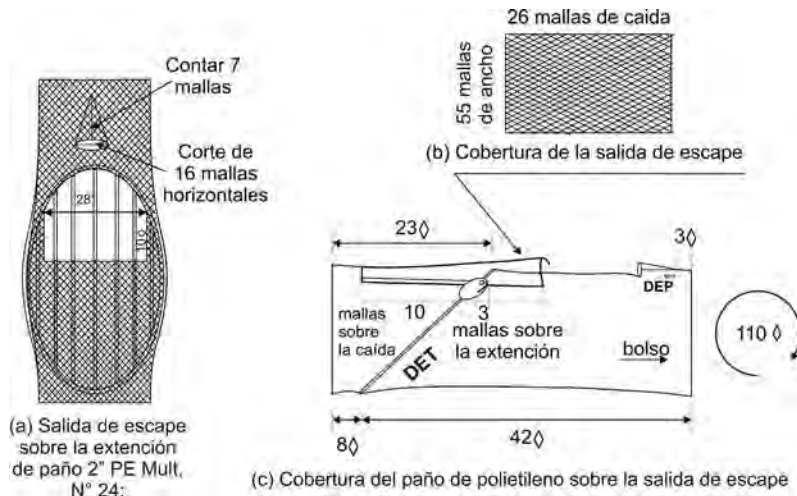


Figura 7. Componentes del DET. (a) Salida de escape, (b) Cobertura de salida y (c) Cobertura de paño de polietileno, sobre salida de escape de fauna.

La salida de escape se orientó hacia arriba obedeciendo a una tendencia generalizada por la flota camaronera comercial, misma que coincide con la recomendación emitida en el documento técnico de FAO No. 372, mencionando que su localización es indistinta arriba o abajo (Villaseñor 1997).

*Dispositivo Excluidor de Peces "Ojo de Pescado" (DEP)*

La construcción del marco del ojo de pecada se compone de acero inoxidable, consistió en un pequeño marco y tres barras formando un ápice que sirve de orientación hacia la salida. El marco puede ser de varias formas, pero en este caso, el diámetro menor fue de 14 cm y un área de total de 476 cm<sup>2</sup> (fig. 8). Se instaló detrás del DET con el ápice hacia el bolso de la red. Instalación del dispositivo ojo de pescado (DEP), se inició en el final de la extensión, contando 3 mallas desde la parte posterior de la misma. Se cortó la apertura



de salida perpendicular a la costura de 13 mallas (6.5 mallas a cada lado de la costura). El dispositivo se orientó de modo que el ápice quedara hacia la parte trasera de la red y la barra central contra el paño de red. El DEP se aseguró tejiendo entre las mallas de la extensión, tanto en las barras del ápice y del marco.

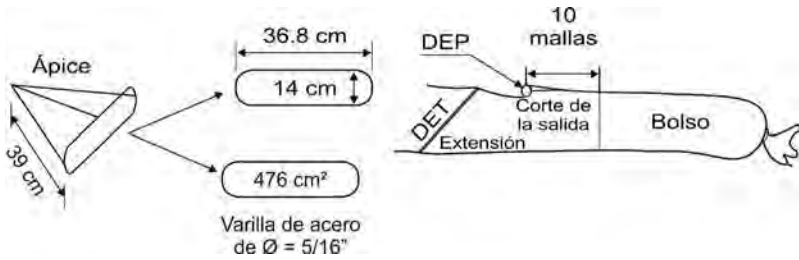


Figura 8. Descripción e instalación del DEP

*Modificación en la relinga inferior "doble relinga inferior"*

- En este estudio se consideró doble relinga inferior, a la distancia entre el punto de amarre del lastre de la red constituido por cadena y la relinga inferior de la red (Padilla-Galindo 2006), misma que partiendo de los extremos de la relinga, se disponen puntos de amarre que la separan 5 cm, incrementando gradualmente la distancia hasta los 20 cm al término de la base de las alas; en la parte central solo cuelgan tramos cortos de cadena de una forma particular conocida como "areteado" (fig. 9).

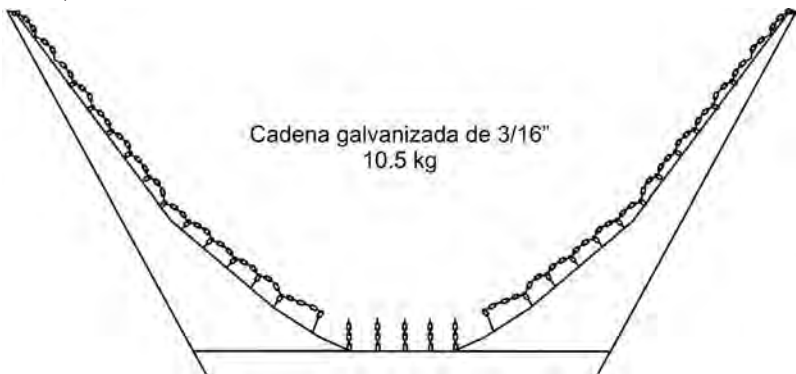


Figura 9. Representación del apareamiento de la doble relinga inferior.

*Evaluación de alternativas tecnológicas*

En la etapa de evaluación del desempeño del prototipo y sistema excluidor de endofauna y peces, se efectuaron 22 lances pareados,

durante cuatro cruceros en la zona marina de amortiguamiento de la reserva de la biosfera Alto Golfo de California y delta del Río Colorado. Se analizaron 952 camarones y 2,119 de peces obtenidos en 38.49 y 832.19 kg de captura respectivamente. Adicionalmente se realizó el registro de 733.83 kg de invertebrados y 94.76 kg de basura.

La proporción de hembras (H) y machos (M) durante el estudio para *Litopenaeus stylirostris* se encontró que para una hembra existen de 1.055 a 1.379 machos; no obstante la proporción para *Farfantepenaeus californiensis* se presentó un domino de hembras, con proporción de machos menor a uno (Tabla 1). Las capturas por unidad de esfuerzo (kg/h) en ambos experimentos mostraron diferencias en peces, invertebrados y basura en las redes a comparar (fig. 10).

**Tabla 1.** Proporción de hembras y machos observada durante el estudio.

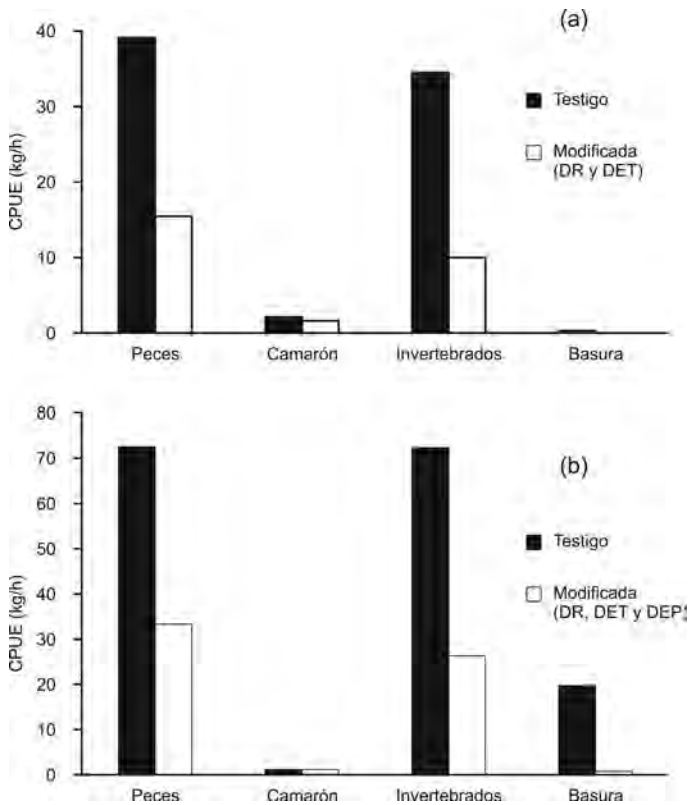
Experimento	Tipo de red	Proporción	
		<i>L. stylirostris</i>	<i>F. californiensis</i>
1	Testigo	1 <sub>H</sub> :1.205 <sub>M</sub>	1 <sub>H</sub> : 0.72 <sub>M</sub>
	Modificada (DR y DET)	1 <sub>H</sub> :1.076 <sub>M</sub>	1 <sub>H</sub> : 0.68 <sub>M</sub>
2	Testigo	1 <sub>H</sub> : 1.055 <sub>M</sub>	1 <sub>H</sub> : 0.20 <sub>M</sub>
	Modificada (DR, DET y DEP)	1 <sub>H</sub> : 1.379 <sub>M</sub>	1 <sub>H</sub> : 0.71 <sub>M</sub>

Sin embargo las capturas de camarón fueron similares. Durante el segundo experimento donde se agregó el excluidor de peces y se contó con un mejor ajuste en la doble relinga, y el excluidor de tortugas.

*Prueba de hipótesis*

En las capturas (kg) por lance se observó diferencia entre ambas redes (fig. 11). Por ello, la prueba de hipótesis se realizó con estas capturas, debido a que se tuvo la estandarización en el tiempo, zona de arrastre y prototipo de red. Los datos de capturas de camarón pasaron la prueba de normalidad ( $P > 0.05$ ). El contraste de hipótesis (prueba *t* pareada) de capturas de camarón, mostró diferencia con el uso de la doble relinga, DET ( $P = 0.010$ ) y el DEP ( $P = 0.044$ ), con valor de *P* muy cercano al límite de la significancia al 95%, al utilizar la doble relinga en combinación con DET y el DEP;

esta diferencia puede ser por el escape de camarones, al momento de hacer la maniobra de cobrado de la red. En cuanto a peces, las capturas no pasaron la prueba de normalidad ( $P < 0.05$ ); la prueba pareada de Wilcoxon demostró diferencias significativas en la red testigo con respecto a la modificada, al utilizar doble relinga con DET ( $P = 0.001$ ) y la combinación de DET y DEP ( $P = 0.004$ ). El análisis de frecuencia de tallas de peces mostró que la captura de algunas especies fue menor en la red modificada que la testigo (p. ej. *Sciades platypogon*, *Isopisthus remife*, *Etropus crossotus*, *Symphurus elongatus*, *Urobatis concentricus* y *Gymnura marmorata*).

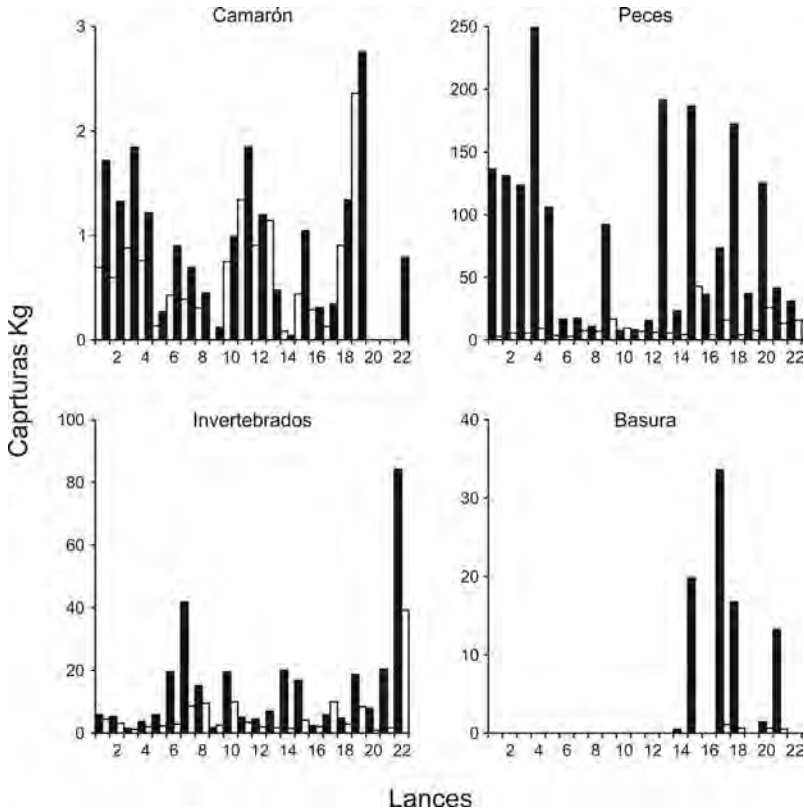


**Figura 10.** Capturas por unidad de esfuerzo de las redes durante el experimento. a) Red modificada con doble relinga y DET; b) Red modificada con doble relinga, DET y DEP.

#### *Proporción de capturas*

En términos generales, la proporción de captura por comparación fue mayor en la red testigo que en la red modificada (Tabla 2). Probablemente los valores altos de fauna en la proporción, se deban

a que el estudio se realizó al final de la temporada de pesca, donde el camarón es menos abundante por la extracción del recurso por parte de la pesca artesanal realizada en la zona de estudio.



**Figura 11.** Capturas de las redes por lance, representadas en cuatro grupos de la composición FAC. (Blanco - Red Modificada; Negro - Red Testigo).

**Tabla 2.** Fauna acompañante (FAC) por un kilo de camarón (proporción de capturas).

FAC	Testigo	Modificada (DR y DET)	Testigo	Modificada (DR, DET y DEP)
Peces	18.42	9.61	45.07	21.64
Invertebrados	16.25	6.19	44.95	17.09
Basura	0.09	0.00	12.30	0.63

### *Puertas de arrastre*

Los resultados de la operación de las puertas de arrastre, correspondiente a la abertura horizontal de la relinga superior (Lrs = 16.76 me), se obtuvo el coeficiente ( $\lambda_{rs}$ ) de abertura horizontal igual

a 0.65 para las puertas tipo tiberiades utilizadas en ambas redes, debido a las mediciones de separación de los cabos de arrastre por cada 50 cm medidos a partir de los puntos de amarre, dieron por cálculo de la propiedad de triángulos semejantes una separación promedio de abertura horizontal (Brs) de 10.89 m, para una longitud de cabo de arrastre (Lca) de 54.6 m.

*Eficiencia Pesquera*

Al aplicar el coeficiente de captura relativa o eficiencia pesquera, se encontró que los valores en la captura de fauna íctica, invertebrados y basura estuvieron menores de 0.5, mientras que el camarón, alcanzó el valor de 0.76 a 0.95 (fig. 12), probablemente por la diferencia de capturas en las tallas de 15.5 a 20.5 cm (fig. 13). De ésta manera podemos afirmar que la red modificada captura menor cantidad de fauna íctica.

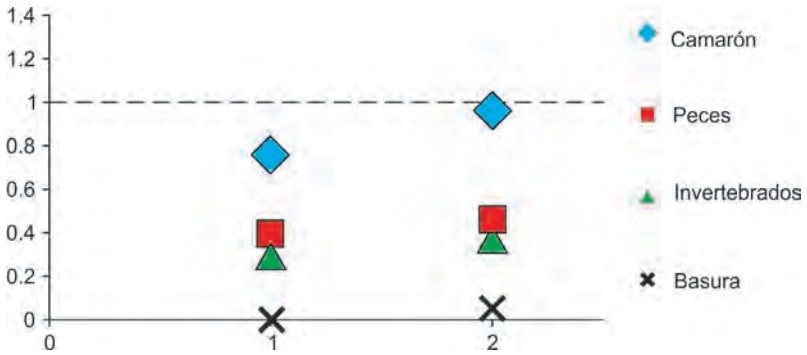


Figura 12. Eficiencia Pesquera de los diferentes grupos que forman la fauna acompañante.

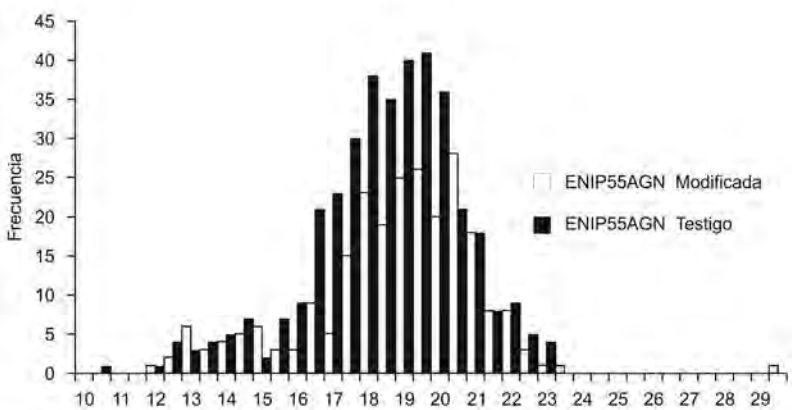


Figura 13. Frecuencia de tallas de camarón.

*Selectividad*

A pesar de que los sistemas a comparar, fueron construidos con el mismo tamaño de malla en el cuerpo y alas, el modelo de curva logística evidenció que la red con aditamentos y dispositivos excluidores considerada como red modificada, presentó tallas mayores de captura de camarón *L. stylirostris* al 50% de retención, que la red testigo (fig. 14), este mismo patrón se observó al separar la especie por género, sin embargo las hembras mostraron tener una mayor talla al 50% de retención que los machos (Tabla 3). Para *F. californiensis* el L50% durante el primer experimento fue similar con una diferencia de 0.04cm, mientras que en el segundo experimento la red testigo mostró 1.41cm más en la talla de L50% que la red modificada (fig. 15).

**Tabla 3.** Talla de retención al 50% de *L. stylirostris*.

Experimento	Red de arrastre	L 50%	
		Hembras	Machos
1	Testigo	18.89	18.60
	Modificada (DR y DET)	19.59	19.22
2	Testigo	18.97	18.55
	Modificada (DR, DET y DEP)	19.05	18.90

*Fauna íctica acompañante*

En total se identificaron 34 especies de peces (Tabla 4); 3 fueron de la clase *Chondrichthyes* y 31 de *Actinopterygii*. Las especies se agruparon en 30 géneros, 21 familias y 10 órdenes; de los cuales el orden perciformes fue representado por 36.36% del total de las especies de peces. En la figura 16 se observaron las especies con mayor abundancia numérica en la zona durante el estudio fueron *Urobatis halleri* (21.63%), *Micropogonias megalops* (21.63%), *Isopisthus remifer* (10.30%), *Cynoscion phoxocephalus* (6.05%), *Orthopristis reddingi* (4.98%); en su conjunto estas especies aportan 64.09% del total de la abundancia obtenida en el estudio.

En la primer etapa del experimento, la composición de especies de peces obtenidas en la red testigo y modificada (con doble relinga y excluidor de tortuga), mostró 72.41 % de similitud.

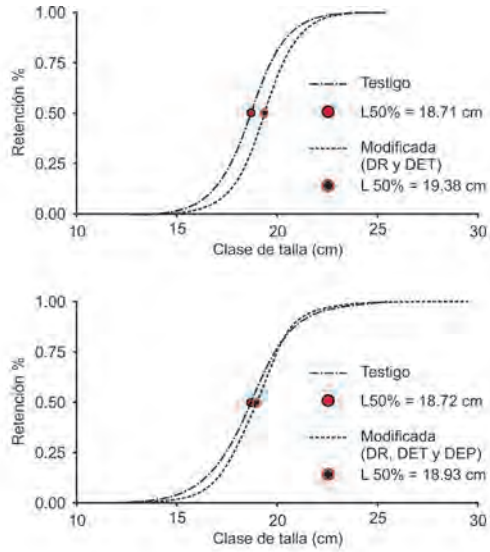


Figura 14. Curvas de selectividad de *Litopenaeus stylirostris*.

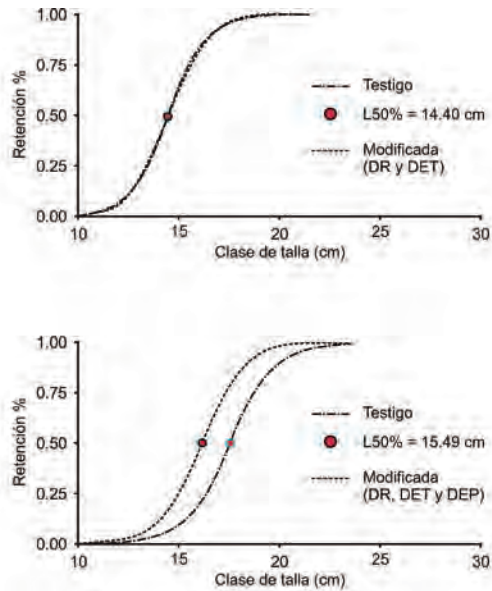


Figura 15. Curvas de selectividad de *Farfantepenaeus californiensis*.

Las especies discriminantes responsables de 27.59% de disimilitud promedio, los porcentajes altos en el aporte individual, los presentó *Isopisthus remifer* (7.21%), *Menticirrhus nasus* (7.17%), *Etropus ciadi* (6.97%), *Sciades platypogon* (6.76%) y *Urobatis halleri* (6.37%). En cuanto a la segunda etapa, ambas redes fueron semejantes en

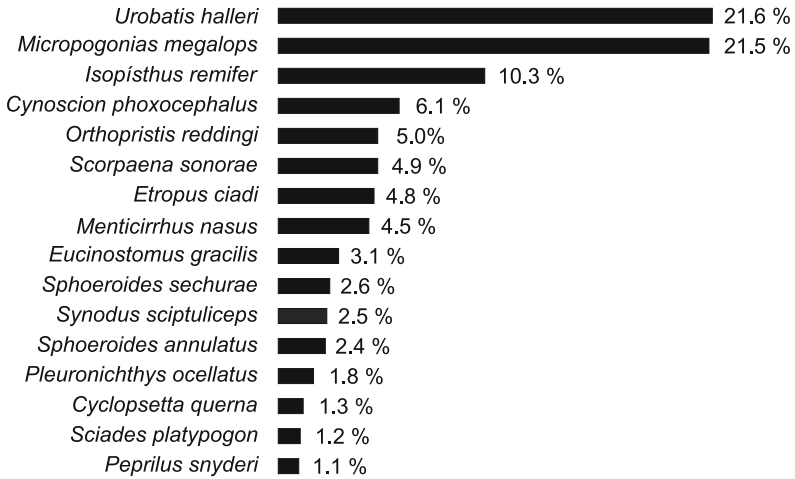
SISTEMA DE ARRASTRE SELECTIVO

66.40%; las principales especies de peces causantes de 33.60% de la disimilitud promedio fueron *Etropus ciadi* (8.53%), *Orthopristis reddingi* (7.68%), *Urobatis halleri* (7.59%), *Scorpaena sonorae* (7.06%) y *Menticirrhus nasus* (5.55%)(Tabla 4).

**Tabla 4.** Abundancia relativa y disimilitud de la composición de especies de peces registrados en las capturas en el Alto Golfo de California.

Especie	ABR% por experimento				Disimilitud %	ABR% por experimento				Disimilitud %
	ABR %T	RM E1	RT E1	TE1		RM E2	RT E2	TE2		
<i>Acylosetta dentrica</i>	0.04	0.00	0.11	0.11	1.94	0.00	0.00	0.00		
<i>Anchovia macrolepidota</i>	0.04	0.00	0.11	0.11	1.94	0.00	0.00	0.00		
<i>Archirus mazatlanus</i>	0.80	0.32	0.76	1.08	2.98	0.03	0.62	0.66	4.81	
<i>Cyclosetta querna</i>	1.27	0.37	0.97	1.34	3.58	0.20	1.04	1.24	3.96	
<i>Cynoponticus coniceps</i>	0.08	0.00	0.22	0.22	3.34	0.00	0.00	0.00		
<i>Cynoscion phoxocephalus</i>	6.05	5.80	10.47	16.27	2.94	0.10	0.41	0.51	2.71	
<i>Cynoscion reticulatus</i>	0.08	0.00	0.22	0.22	3.34	0.00	0.00	0.00		
<i>Diplectrum pacificum</i>	0.59	0.00	0.22	0.22	3.34	0.17	0.62	0.79	2.91	
<i>Etropus ciadi</i>	4.82	0.55	2.81	3.35	6.97	0.23	5.39	5.62	<u>8.53</u>	
<i>Eucinostomus gracilis</i>	3.05	0.00	0.00	0.00		2.01	2.69	4.71		
<i>Gymnura marmorata</i>	0.44	0.18	1.08	1.26	5.89	0.00	0.00	0.00		
<i>Haemulopsis nitidus</i>	0.65	0.46	0.00	0.46	5.54	0.13	0.62	0.76	3.29	
<i>Isopisthus remifer</i>	10.31	2.74	11.87	14.61	<u>7.21</u>	1.14	6.84	7.98	5.34	
<i>Menticirrhus nasus</i>	4.53	0.41	2.37	2.79	7.17	0.70	4.77	5.47	5.55	
<i>Micropogonias megalops</i>	21.46	<u>7.27</u>	<u>19.75</u>	<u>27.01</u>	5.04	<u>3.12</u>	15.33	18.45	4.89	
<i>Opisthonema libertate</i>	0.42	0.00	0.00	0.00		0.03	0.62	0.66	4.81	
<i>Orthopristis reddingi</i>	4.99	0.78	0.76	1.53		0.44	6.42	6.86	7.68	
<i>Paralichthys sp.</i>	0.04	0.00	0.00	0.00		0.07	0.00	0.07		
<i>Peprilus snyderi</i>	1.07	0.09	0.32	0.42	2.76	0.80	0.62	1.43		
<i>Pleuronichthys ocellatus</i>	1.83	0.46	0.32	0.78		0.54	1.86	2.40	3.44	
<i>Pomadasys panamensis</i>	0.31	0.00	0.11	0.11		0.00	0.41	0.41	4.53	
<i>Porichthys analis</i>	0.16	0.14	0.32	0.46	2.09	0.00	0.00	0.00		
<i>Prionotus horrens</i>	0.32	0.14	0.22	0.35		0.10	0.21	0.31		
<i>Prionotus stephanophrys</i>	0.86	0.73	0.76	1.49		0.10	0.41	0.51	2.71	
<i>Rizhoprionodon longurio</i>	0.02	0.00	0.00	0.00		0.03	0.00	0.03		
<i>Sciades platypogon</i>	1.18	0.32	1.83	2.15	6.76	0.03	0.62	0.66	4.81	





**Figura 16.** Abundancia relativa de peces durante el estudio.

### *Poder de pesca*

Una forma sencilla de evaluar la calidad de un arte de pesca de manera aceptable y suficientemente representativa es a través del poder de pesca. Que consiste en determinar algunos parámetros de trabajo del sistema de pesca a evaluar mediante mediciones directas y aprovechando la documentación técnica de éste, como los resultados de las mediciones, determinar ciertas características del equipo de pesca evaluado que en su conjunto representan el “poder de captura” (Tabla 5).

**Tabla 5.** Características del poder de captura de los sistemas de pesca de arrastre camareros ENIP55AGN.

Característica	Unidad	Red modificada	Red testigo
Longitud de relinga superior (Lrs)	m	16.76	16.76
Longitud de relinga inferior (Lri)	m	18.72	18.72
Coefficiente ( $\lambda_{rs}$ )	-	0.65	0.65
Coefficiente ( $\lambda_{ri}$ )	-	0.58	0.58
Abertura vertical (Hr)	m	4.62	4.62
Abertura horizontal (Brs)	m	10.89	10.89
Velocidad de arrastre (Va)	m/hr	3,700	3,700
Característica geométrica (Cg)	m <sup>2</sup>	30.64	30.64
Característica geométrica móvil (Cgm)	m <sup>3</sup> /hr	90,142	90,142

Tomando en consideración que las mediciones se tomaron en la misma zona, y que el aparejamiento de las redes fue prácticamente igual. Los aditamentos que se instalaron en la sección localizada entre el cuerpo de la red y el bolso sólo afectaron a uno de los factores de la eficacia de pesca, y no el poder de pesca que está más relacionado a los parámetros de trabajo del arte de pesca y el volumen de agua filtrada por el frente operacional.

## CONCLUSIONES

Las modificaciones realizadas a la red permitieron mitigar el impacto al reducir las capturas incidentales de especies que no son el objetivo de captura. Las modificaciones experimentadas a la relinga inferior evitan la captura de endofauna (p. ej. conchas caracoles) y basura no deseable durante la pesca.

La red modificada es eficaz en la exclusión de fauna acompañante, pues la captura relativa de fauna íctica, invertebrados y basura se mantuvo favorablemente por debajo de la red testigo, con valores de la eficiencia relativa menores al 50%. Al mismo tiempo las capturas de camarón aunque descendieron ligeramente, alcanzaron resultados estrechamente similares al utilizar simultáneamente la doble relinga, el excluidor de tortugas y el ojo de pescado.

El dispositivo excluidor de peces “ojo de pescado” permite liberar peces del interior de la red, dejando como evidencia la presencia de tallas mayores de camarón *L. stylirostris* como lo muestran las tallas de L50% de retención en la red con este y otros aditamentos, en contraste con la red testigo la cual no los presenta.

Es viable utilizar la combinación de la doble relinga, el excluidor ojo de pescado y el excluidor de tortugas, destacándose este último por la capacidad de liberar organismos grandes tales como mantas y aguamala, los cuales mitigan el impacto sobre especies de dos estratos de la comunidad vulnerables al sistema de pesca.

De 34 especies de la fauna íctica identificadas, el primer experimento mostró 72.41 % de similitud, y en el segundo 66.40% de similitud en las capturas, por lo que en la red modificada habrá pocas especies en la captura o la ausencia de ellas.

Las especies de peces *Menticirrhus nasus* y *Etropus cadi* son consideradas endémicas del Alto Golfo de California forman parte de las especies responsables de la diferencia entre las capturas de

las redes modificada y testigo; la reducción en sus capturas en la red modificada mitiga el impacto sobre estas especies.

La ausencia en las capturas de la especie de pez *Totoaba macdonaldii*, indica que el sistema de pesca modificado no tuvo efecto sobre la especie.

No se capturó ningún espécimen de vaquita marina (*Phocoena sinus*) durante los lances experimentales; por lo tanto se descarta alguna probabilidad de su captura en la zona de estudio.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las siguientes organizaciones e instituciones que tuvieron participación en la planeación, logística, apoyos y éxito del proyecto que dio lugar a este trabajo: Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), Administración de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (ENIP), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas - Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, Oficinas Federales de Pesca - SAGARPA, Golfo de Santa Clara, San Luis Río Colorado, Sonora y San Felipe, Mexicali, Baja California. Por su consentimiento y apoyo práctico, a las seis Federaciones pesqueras de la localidad del Golfo de Santa Clara, San Luis Río Colorado, Sonora y a la Federación Pesquera de San Felipe, Mexicali, Baja California. A las siguientes Cooperativas: Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y Prestaciones de Servicios Turísticos, "Don José Garay" S. de R.L. de C.V., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, "Estero del Güero Veta" S.C. de R.L., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y Acuícola, "Isla Pelicano" S.C. de R.L., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, "Los Pérez Haro" S.C. de R.L. de C.V., Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, "Puesta del Sur" S.C. de R.L. de C.V., Sociedad de Producción R. "El Faro García" S.P.R. de R.L. En general a todas las personas que participaron de manera directa e indirecta en las labores, administrativas, de campo, logística, así como en la materialización del presente documento.

## REFERENCIAS

Clarke, K. R., Gorley, R. N. (2006). PRIMER v6: Users Manual/Tutorial PRIMER-E: Plymouth, England.

## SISTEMA DE ARRASTRE SELECTIVO

- Fisher, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, K., Carpenter, E., Niem, V.H. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro Oriental. FAO. Vol. II y III, pp. 648-1813.
- Fridman A. (1986). Calculations for fishing gear designs. Fishing News Books Ltd. Great Britain.
- INP-SAGARPA-WWF. (2006). Evaluación de sistemas de captura para la pesca artesanal de camarón eficiente y amigable con el medio ambiente en el Alto Golfo de California.
- Medina-Carrillo F. (2007). Construcción y operación de sistemas de pesca de arrastre. Manual de prácticas de la unidad de aprendizaje diseño. Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. San Blas, Nayarit, México.
- Nava-Romo J. M. (1994). Impactos, a corto y largo plazo, en la diversidad y otras características ecológicas de la comunidad béntico-demersal capturada por la pesquería de camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría, ITESM-campus Guaymas, Guaymas, Sonora. 86 pp.
- Padilla-Galindo S. P. (2006). Evaluación alternativas tecnológicas en el sistema de arrastre para la captura de camarón por la flota a pequeña escala del estado de Sinaloa. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera, Universidad Autónoma de Nayarit. San Blas, Nayarit, México. 51 pp.
- Roberson D. R., Allen G. R. (2006). Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: un sistema de información. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- SARGARPA. (2004). Carta Nacional Pesquera 2004. Publicada en el Diario Oficial de la Federación. 15 de Marzo de 2004.
- Sparre P. y Venema S.C. (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1 Rev. 2. Valparaíso, Chile.
- Villaseñor T., R. (1997). Dispositivos excluidores de tortugas marinas, FAO Documento Técnico de Pesca No. 372, Roma, Italia.
- WWF-INP-CONAPESCA. (2005). Evaluación del impacto del establecimiento de un área de refugio para vaquita marina sobre la pesca artesanal de San Felipe B. C., El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Son. [Publicado en línea] Disponible desde Internet en: <http://www.vaquitamarina.org/portal/wp-content/uploads/2007/03/wwf-inp-conapesca-impacto-poligono-vaquita.pdf>.

---

### CITA DE CAPÍTULO 16

Medina Carrillo, F., S. Paúl Padilla Galindo y J. T. Nieto Navarro. 2012. 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. 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. 327-352.

## CAPÍTULO 17

## Uso y aprovechamiento del camarón de profundidad y de la fauna de acompañamiento.

Lucía Ocampo<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

El aumento de la población mundial ha hecho necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de alimento, tanto en la producción como en la transformación de alimentos. Durante la pesca de arrastre del camarón incidentalmente se captura un elevado volumen de especies no objetivo denominadas fauna de acompañamiento (FAC).

Un alto porcentaje de las especies son descartadas y devueltas al mar luego de su captura por no disponer de capacidad de bodega, equipo o personal para manejarlos, mientras que solo una pequeña parte es trasladada a tierra y comercializada ya que no existe un mercado capaz de aprovechar el volumen capturado, ni la demanda comercial que permita un precio tal, que motive a los pescadores a llevar el producto a puerto. El mayor volumen de la FAC lo forman peces de pequeño tamaño que requieren ser eviscerados y deshuesados para poder ser utilizados. Los desarrollos tecnológicos permiten la obtención de una pulpa de alta calidad de la cual se pueden obtener diferentes productos que son baratos, nutritivos y con buenas propiedades organolépticas. Las presentaciones más comunes comprenden hojuelas, tortas, albóndigas, picadillo, croquetas, embutidos tipo paté, salami y salchichas, sopas deshidratadas y gelatinas. Un grupo importante de crustáceos como el camarón de profundidad y la jaiba forman parte de la FAC y pueden ser aprovechados y comercializados directamente con alto

**Palabras clave:**  
By-catch  
Camarón  
profundidad  
FAC  
Productos de FAC  
Valor económico

<sup>1</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: locampo@cibnor.mx

valor económico. El uso de la FAC como alimento humano o para animales puede considerarse en la actualidad una alternativa viable como fuente de proteína y potencialmente contribuir a la seguridad alimentaria en México.

## INTRODUCCIÓN

La FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) define a los descartes pesqueros como la porción de la captura que es devuelta al mar por cualquier razón; mientras que el término genérico de "by-catch" o captura incidental corresponde a la porción de especies no objetivo de la captura que puede ser retenida o desechada. Los descartes representan una proporción significativa de las capturas marinas globales y generalmente se considera que constituyen desechos, o un uso sub-óptimo de los recursos pesqueros. La primera evaluación sobre los descartes conocida como la "evaluación Alverson" (Alverson *et al.* 1994) cita un total de descartes de 27 millones de toneladas, cifra que posteriormente fue reconsiderada en 1998 a 20 millones de toneladas (FAO 1998). Recientemente Kelleher (2008) publicó un estudio basado en un enfoque de pesquería por pesquería, actualizando los descartes pesqueros mundiales en 6.8 millones de toneladas, lo que representa aproximadamente el 9% del total de los desembarques registrados de 78.4 millones de toneladas. En dicho trabajo se señala que las pesquerías de arrastre de camarón y de peces demersales comprenden sobre 50% del total estimado de los descartes, mientras que representan aproximadamente el 22% del total de los desembarques registrados. Las pesquerías tropicales de arrastre de camarón obtuvieron las más altas tasas de descarte y, por si solas, dan cuenta de sobre 27% del total estimado de los descartes. Las pesquerías camaroneras del Golfo de México generan 19,000 t de descartes (tasa de descarte 46.2%) y las pesquerías de camarones del océano Pacífico aproximadamente 114,000 t (tasa de descarte 76.7%) (Bojórquez 1998).

Las altas tasas de descarte en la pesca de arrastre del camarón están asociadas a diversos factores:

El camarón es a menudo menos del 20% de la biomasa demersal en muchas zonas de pesca de camarón.

El tamaño de malla relativamente pequeño requerido para capturar camarón inevitablemente resulta en grandes cantidades de captura incidental.

Las embarcaciones están diseñadas para la retención de camarón y tienen limitada capacidad de enfriamiento y bodega para captura incidental.

El trasbordo en el mar es a menudo desalentado por los dueños de las embarcaciones, o es prohibido por las autoridades debido a las preocupaciones por el hurto, o por el trasbordo ilegal no declarado.

Las zonas de pesca de camarón a menudo están a una distancia considerable de los mercados para la captura incidental, haciendo poco rentable su retención y transporte al mercado.

Las especies de la captura incidental a menudo son de pequeño tamaño y su valor relativamente bajo hace poco rentable su retención.

El cumplimiento de las regulaciones sobre desembarques mínimos de captura incidental y sobre reducción del descarte puede ser deficiente (Kelleher 2008).

La noción de que los descartes son un despilfarro está estrechamente ligada a la suposición que la mayoría de los organismos de los descartes están muertos o mueren posteriormente como resultado de la actividad de pesca. Ante la creciente explosión demográfica (6,465 millones de habitantes en 2005) y el incremento significativo en el consumo de pescado per cápita mundial (FAO 2008), estimado de 9.9 kg per capita en la década de 1960, a 16.4 kg per capita en 2005, el uso y aprovechamiento de la FAC como alimento humano o para animales puede considerarse en la actualidad una alternativa viable como fuente de proteína.

#### *Aprovechamiento de la Fauna de Acompañamiento del Camarón*

Se llama Fauna de Acompañamiento del Camarón (FAC) a todos los animales (especies no objetivo) que son capturados junto con el camarón en los arrastres de los barcos camaroneros. La composición de la FAC depende de la época del año, área de pesca, profundidad, corrientes estacionales, y diversos factores, por lo tanto es imposible establecer una relación fija FAC-camarón incluso en una zona pesquera específica (Allsopp 1985). Dentro de la FAC se identifica una fracción aprovechable directamente, otra que necesita de una transformación para su utilización, y una última para la cual, por su tamaño o composición no existen posibilidades o perspectivas de utilización.

Existe poca información disponible que relacione el porcentaje de aprovechamiento de la FAC así como sus potenciales usos, tipos

de productos elaborados, los procesos tecnológicos o tratamientos utilizados y los precios. En el Taller Centroamericano y del Caribe sobre Utilización de la FAC realizado en Cuba en 1997 se concluyó de forma general que la FAC representa entre 90-97% de las capturas de arrastre de camarón, de la cual el 30% está conformada por especies con valor comercial aprovechadas fundamentalmente por el sector industrial, un 50% es la parte que constituye la morralla (pescado y otros organismos sin valor comercial) y el 20% restante es descartado directamente al mar. De la porción que conforma la morralla, el 50% es teóricamente aprovechable para consumo humano, un 30% para consumo animal y el 20% son descartados en la industria.

En la tabla 1 se presentan los datos recopilados para algunos países Latinoamericanos de los usos y aprovechamiento de la FAC. En Costa Rica dependiendo de la zona de pesca del total de la FAC la porción aprovechada es del 40 al 80% (Flores del Valle 1997); en El Salvador entre 80 a 85% (López 1997); en Guatemala alrededor del 40% (de la Rosa 1997); Ecuador 13% (Landivar 1997). En México la relación FAC-camarón que se ha reportado varía de 19-3 (Castro-González *et al.* 1998) dependiendo de la zona, época del año aprovechándose aproximadamente el 50%. La CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca) señala en su último comunicado de prensa que en México por cada kilogramo capturado de camarón, se capturan aproximadamente 3 kg de FAC, de la cual se aprovecha aproximadamente el 50% incluyendo especies como el lenguado y la jaiba que tienen un alto valor comercial (Panorama Acuícola 1997).

En general los peces constituyen en términos de volumen la mayor proporción de la FAC aunque en ocasiones puede conformarse de especies de alto valor económico como el cangrejo y la jaiba.

La FAC aprovechable para consumo humano por lo general está constituida de peces pequeños de bajo valor comercial. Algunos países como Cuba presentan avances significativos en el desarrollo de procesos tecnológicos que permiten el uso de la FAC de forma integral. Las formas más generalizadas de proceso incluyen pulpa para elaboración de picadillo para hamburguesas y albóndigas, embutidos, filetes y crustáceos congelados. En Cuba se ha realizado la evaluación económica en cuanto a costo de producción, precios de distribución y venta de la producción de picadillo elaborado a



Ocampo

Tabla 1. Uso y aprovechamiento de la fauna de acompañamiento (FAC) en países Latinoamericanos.

País	% FAC aprovechado	Tratamiento	Productos elaborados	Precio (\$/kg)	Fuente
<i>Costa Rica</i>	40–80	Clasificado, eviscerado y almacenado en hielo 1. Porción seleccionada 2. porción descartada	Pulpa: hamburguesas, croquetas y embutido	1-0.35	Flores del Valle (1997)
<i>Cuba</i>	8 300 ton/año Rel cam/FAC 8:7.3 <sup>1</sup>	1. Pequeños peces, eviscerado mecánico, lavados sucesivos hasta obtener una pulpa 2. Rayas descuartizadas, piel y sangre eliminada, fileteada y lavada 3. Jaibas descaparachadas	Pulpa: hamburguesas, croquetas, embutidos  Filetes de raya congelados  Jaiba congelada en mitades p/ exportación	1.5  -	García y Avalos (1997), Font (1997) <sup>1</sup>
<i>Ecuador</i>	13 Rel cam/FAC 1:15		Pescado fresco, pescado seco-salado, embutidos, pate a nivel experimental		Landivar (1997)
<i>El Salvador</i>	80-85, 60% en el Pacífico y 20% Atlántico	70% pescados 4-16 cm, 10-15% mayores 16 cm	Pescado fresco y seco-salado		López (1997)
<i>Guatemala</i>	40 Rel cam/FAC 1:6		Alimentación animal		Vinicio de la Rosa (1997),
<i>Honduras</i>	10 40 potencialmente aprovechable Rel cam/FAC 1:9	Jaiba y peces	Consumido por la tripulación, venta en Puerto, alimento delfines		Morales (1997)

Continúa ...

APROVECHAMIENTO DE CAMARÓN Y FAC

País	% FAC aprovechado	Tratamiento	Productos elaborados	Precio (\$/kg)	Fuente
México	- 50	Evisceración y limpieza manual	Hamburguesas, y chicharrón; paté, salchichas, sopa seca, picadillo, tortas, galletas, barras empanizadas, croquetas, papillas, surimi; Lenguado, jaiba, camarón roca		Corripio-Cadena (1985), Morrisey (1985), Panorama Acuícola (2008),
Nicaragua	60 Pacífico 20 Atlántico		productos conformados, carnada, ensilados para cultivo de camarón, exportación directa a Costa Rica y El Salvador		Cisneros (1997)
Venezuela	Rel cam/FAC 1:9 <sup>1</sup>	Eviscerado y deshuesado mecánico, lavados secado, salado, refrigeración, congelación, esterilización y pasteurización de la pulpa de la FAC	Embutidos de pescado pasta para untar albóndigas pulpa: hamburguesas, palitos, filetes, salchichas y salame; ensilado para animales		Sánchez y Viña (1976), Dena (1985), Rosales (1988), Cabello (1997), Bello (1997), Marciano (1997) <sup>1</sup>

partir de la FAC indicando una rentabilidad del 56% (Pardo 1997).

En México la FAC puede ser dividida en categorías que incluyen pescados de un cierto tamaño y especies con una buena aceptación en el mercado, pescados con características organolépticas aceptables pero de tamaño pequeño que necesita ser procesados, y pescados de baja calidad que pueden ser usados para alimento animal. Morrisey (1985) demostró que de las 20 especies de peces más comunes de la FAC en arrastres en el Golfo de California, seis fueron aceptadas como de excelente calidad (*Eucinostomus* spp.,

*Orthopristis reddingi*, *Citharichthys* spp., *Paralabrax maculatofasciatus*, *Trachionotus* spp., *Scorpaena* spp., *Cynoscion xanthulus*) y solamente una especie (*Synodus scituliceps*) no fue aceptada. El pescado puede ser congelado, enfriado en agua marina o hielo a bordo para poder ser aprovechado pero la frescura y tiempo de almacenamiento dependerá de la velocidad con que se almacena en hielo la FAC después de la captura (Crean 1983). Las formas de aprovechamiento incluyen paté, salchichas, sopa seca, picadillo, tortas, galletas, barras empanizadas, croquetas, papillas, y surimi.

En Cuba la FAC también está siendo empleada en la elaboración de productos para consumo animal tales como harinas y ensilados de pescado. La Empresa Porcina de Camagüey procesa diariamente 4 t de morralla de la FAC para la elaboración de dietas de crecimiento y engorde en cerdos. El índice de insumo para obtener una tonelada de harina es 3 t de morralla (FAO/CIP 1997). En México, la Universidad Autónoma de Tamaulipas plantea darle uso a las aproximadamente 50,000 t anuales de FAC que se obtienen en Tamaulipas separando mecánicamente la carne y agregándole sorgo como alimento para acuicultura.

#### *Aprovechamiento del camarón de profundidad*

En el mundo existen más de 3,000 especies de camarón (Watanabe 2001), aunque la gran mayoría de los camarones habitan en lugares donde su explotación no es factible (Fenner y Chase 1980). Los camarones comerciales son relativamente grandes (2-10 cm longitud de cefalotórax), gregarios y pueden atraparse con diversas artes de pesca (NMFS 1998). Existen alrededor de 40 especies comerciales de camarón. Los camarones capturados pueden ser divididos en tres categorías con base en su hábitat: 1) "coldwater or northern species" (camarones de aguas frías o del norte), 2) "warmwater, tropical, or southern species" (camarones tropicales o del sur) y 3) "freshwater species" (camarones dulce-acuícola) (Batten 2001).

Los camarones generalmente son colocados en los mercados costeros en su forma "fresca" pero debido a su alta tasa de deterioro la mayoría del camarón es vendido congelado en una amplia gama de presentaciones: 1) "frozen block whole (raw or cooked)"; entero en marqueta (natural o cocido), 2) "frozen block peeled (raw or cooked)"; pelado en marqueta (natural o cocido), 3) "frozen IQF (Individually Quick Frozen) raw or cooked"; individual

ultracongelado (natural o cocido), 4) “canned, in brine”; enlatado, en conserva, 5) “smoked”; ahumado y 6) “prepared dishes”; en platillos elaborados como sopas y ensaladas.

Los principales países exportadores de camarón son Tailandia, China, Dinamarca, Indonesia, India y Ecuador, mientras que los principales importadores son Estados Unidos, Japón, España, Francia, Reino Unido e Italia (FAO 2008). El valor comercial del camarón se ha mantenido estable en los últimos 6 años alrededor de los \$10 billones de dólares lo que indica un ligero decremento en los precios del camarón. Estados Unidos se coloca como el principal mercado para el camarón consecuencia de la expansión del consumo interno que se ha tenido en los últimos años. En 1980 el consumo anual per cápita en Estados Unidos era de 0.63 kg. En tan sólo diez años, ascendió a casi 1 kg y en el año 2002, se convirtió en el principal producto pesquero con 1.68 kg per cápita (Leites 2005).

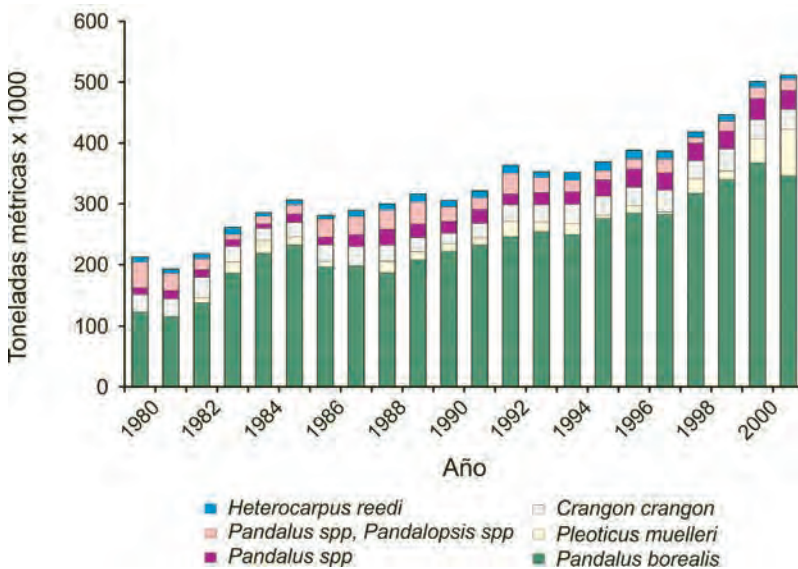
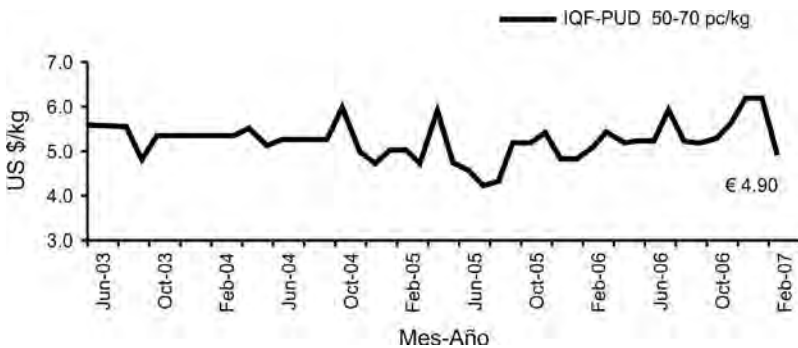


Figura 1. Principales especies de camarón de agua fría capturadas de 1980 al 2001 (tomado de Josupeit 2003).

En relación al camarón de profundidad la mayoría de las especies capturadas están incluidas en el grupo de los camarones de agua fría (fig. 1). En Estados Unidos este grupo tan sólo conforma entre el 2 al 3% de las importaciones de camarón y solamente entre el 10 al 25% del camarón doméstico.

Una de las principales especies que conforman este grupo es el

camarón piedra, *Sicyonia ingentis* (ridgback shrimp). El mercado primario para esta especie es en forma fresca aunque la presentación viva ha tenido una expansión en años recientes en los mercados de la Bahía de San Francisco y de Los Ángeles. Los precios varían entre \$ 2.0 US/lb en la presentación viva y entre \$ 0.62 a \$ 1.35 US/lb entero fresco (Roberts 2005). Otra de las especies de camarón de profundidad que se comercializa en Europa es el camarón piojillo *Solenocera melantho* (chinnesse mud shrimp), cuyo origen es China. La variación en los precios de esta especie se indica en la figura 2.



**Figura 2.** Variación en el precio del camarón de profundidad *Solenocera melantho* en el mercado europeo (Origen China, fuente FAO/GLOBEFISH).

En México los precios para los principales Crustáceos comercializados en el mercado de la Nueva Viga durante el mes de Octubre del 2009 reportados por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIM) se presentan en la tabla 2. Los estados que comercializaron crustáceos fueron Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. Solamente se comercializa una especie de camarón de profundidad, el camarón roca, *Sicyonia ingentes*. Los precios nacionales para el camarón de roca reportados por el SNIM en el mercado de la Nueva Viga han variado de Junio del 2007 de \$ 58 kg a \$ 80 kg para Octubre del 2009.

**Tabla 2.** Lista de precios para diferentes Crustáceos comercializados durante Octubre 2009 en el Mercado de La Nueva Viga (05-10-09). (Fuente SNIM).

Producto	Pmín	Pmáx	Pfrec
Jaiba en pulpa	120.00	135.00	130.00
Acamaya cruda	45.00	52.00	50.00
Jaiba entera	35.00	40.00	38.00
Camarón chico s/cabeza	65.00	75.00	70.00
Camarón chico c/cabeza	65.00	75.00	72.00
Camarón roca	75.00	82.00	80.00
Camarón mediano c/cabeza	85.00	100.00	90.00
Camarón mediano s/cabeza	90.00	105.00	95.00
Camarón pacotilla	100.00	110.00	105.00
Camarón grande c/cabeza	140.00	155.00	145.00
Camarón grande s/cabeza	200.00	240.00	220.00
Camarón macuil	95.00	102.00	100.00
Langostino	145.00	155.00	150.00

## DISCUSIÓN

Uno de los retos que debemos enfrentar dentro de la actividad pesquera es la búsqueda del mejor aprovechamiento del recurso, elaborando productos de mayor valor agregado que permitan diversificar la industria existente, optimizar la utilización y el aprovechamiento de los recursos pesqueros para poder competir en nuevos mercados en busca de mayores márgenes de utilidad. Los consumidores solicitan cada vez más características del producto que dependen del proceso productivo y piden garantías de que sus alimentos han sido producidos, manipulados y comercializados de un modo que no sea perjudicial para su salud, que respete el medio ambiente y que cumpla con otras preocupaciones éticas y sociales debido a la creciente preocupación sobre la sostenibilidad y el riesgo de agotamiento de las poblaciones marinas y de los desperdicios de la pesca. La pesca de arrastre de camarón ha sido asociada a una actividad de alto impacto en el medioambiente (deteriora el fondo) y generadora de desperdicios (1:3-20 relación camarón/FAC en volumen), y de preocupaciones éticas tales como el caso del tiburón en el que solamente se utilizan las aletas regresando al mar animales moribundos, o de especies protegidas o en la lista roja (tortugas, vaquita de mar, totoaba, caballito de mar). Desde los años 70's diversas organizaciones internacionales encabezadas

por la FAO, el BID (Banco Interamericano de Desarrollo), IPFC (Indo-Pacific Fisheries Council) entre otros, han organizado foros, simposios y conferencias regionales y mundiales donde se han examinado varios aspectos del uso y aprovechamiento de la FAC. Algunas de las conclusiones indican que la recuperación, el manejo y la conservación a bordo de las naves pesqueras son los aspectos más críticos de todo el problema del aprovechamiento de la FAC. En el mar no es rentable clasificar la FAC debido al elevado volumen que representa, la heterogeneidad y variabilidad de las especies que la constituyen, el bajo valor en el mercado y la comercialización. El otro aspecto crítico en el aprovechamiento de la FAC es que el pescado debe mantenerse en buen estado para su procesamiento en tierra. El pescado, por ser un producto muy perecedero, requiere una notable elaboración. Para poder aprovechar el pescado pequeño de la FAC se debe eviscerar y deshuesar de manera eficiente. Para la eliminación de la espina, es importante seleccionar la maquinaria apropiada que no permita la contaminación del triturado con las espinas y escamas. Algunas técnicas de lavado permiten aclarar los triturados y podrían ayudar a normalizar las propiedades de los triturados preparados a partir de mezclas diferentes, y algunos tratamientos post-captura como sumergir el pescado en soluciones de ácido acético, para disminuir el tiempo de evisceración (Poulter y Trevino 1983).

Existe una gran variedad de productos económicos que pueden obtenerse de la FAC de alto valor nutritivo y gran aceptación (secos y salados; congelados y enlatados; pescados enteros y fileteados; triturados sin espinas). Las presentaciones más comunes comprenden hojuelas, tortas, albóndigas, picadillo, croquetas, embutidos tipo paté, salami y salchichas, sopas deshidratadas y gelatinas. El "surimi" y las barritas de pescado congelado han sido muy exitosos. Tal fue el caso en México de las barritas de pescado congeladas conocidas como "pepepez" elaboradas por Productos Pesqueros Mexicanos Tepepan (creada en los 70's y desaparecida en los 90's) como alimento de bajo costo para niños. El éxito del surimi que originalmente fue colocado como "palitos imitación carne de cangrejo" está asociado a su fácil preparación, bajo costo, y al alto valor biológico de la proteína.

Aunque en México el consumo medio de pescado per cápita sea bajo, es indudable que su consumo incluso en pequeñas cantidades

puede tener notables efectos nutritivos positivos, pues aporta aminoácidos esenciales que brindan beneficios para la salud y pueden ayudar a combatir el problema de obesidad. Sin embargo, el uso y aprovechamiento de la FAC y del camarón de profundidad tiene que estar relacionado con un aspecto económico y de mercado. De la misma manera que no basta con tener superficies de agua con potencial para la acuicultura, o litorales para la pesca, para que este tipo de actividades se desarrollen, tampoco basta con tener una gran población con alto potencial de consumo para que un mercado se desarrolle. Un nuevo mercado se construye entre diversos factores con inversiones, pero muchas veces es más fácil aprovechar los mercados que otros países ya tienen bien estructurados, y exportar. Estados Unidos, la Unión Europea, y Japón son mercados atractivos porque pagan precios altos en monedas bien cotizadas y porque tienen mercados estructurados, con redes de importadores, de mayoristas y minoristas que posibilitan colocar rápido productos de buena calidad y aceptación. El consumo de pescado es alto en estos países, en buena medida porque cuentan con una estructura de comercialización que hace que el producto esté realmente a disponibilidad del consumidor.

Los sistemas regionales de información, como INFOPECA (Latinoamérica) e INFOFISH (Asia) podrían acometer la tarea de recuperar y procesar la información que resulte apropiada para la comercialización de productos de la FAC. En México el gobierno federal en coordinación con los gobiernos estatales pueden impulsar programas de incentivos, para que las tripulaciones desembarquen la pesca acompañante asociados a sistemas regionales de distribución de productos, que junto con talleres regionales permitan diseñar técnicas para la producción a pequeña y gran escala de alimentos estables, nutritivos, y de bajo costo que pudieran estar orientados al consumo en zonas rurales, urbanas e institucionales (v. gr. alimentos para programas de comedores escolares) lo que permitiría aprovechar de manera integral los descartes de la pesca y contribuir a la seguridad alimentaria en México.

## CONCLUSIONES

En los últimos años los descartes de la pesca se han reducido significativamente debido a una creciente utilización de las capturas



y una reducción de las capturas incidentales no deseadas. La reducción de las capturas incidentales en gran parte es el resultado de la utilización de artes de pesca más selectivas, la introducción de reglamentos sobre capturas incidentales y descartes y la mejoría de la vigilancia del cumplimiento de las medidas reglamentarias. El comercio de lo que podría denominarse “el mercado del pescado o de los productos del mar” gira sobre el producto, su distribución, la promoción y el precio. En México existe un enorme potencial de aprovechamiento de los descartes de la pesca y en particular de la FAC y del camarón de profundidad. La dificultad está en transformar ese potencial en una realidad pues ésto requiere un trabajo constante y armónico por parte de pescadores, plantas de procesamiento, transportistas, mayoristas, minoristas, científicos, gobierno, autoridades y toda la industria pesquera. Requiere el desarrollo de técnicas de producción y de investigación sobre las especies. Requiere también el desarrollo de técnicas de mantenimiento de la calidad y de las investigaciones sobre el desarrollo de los mercados. El desarrollo de métodos de recolección, manipulación, transferencia, transporte, proceso, y comercialización de la FAC es una alternativa para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria en México y la sociedad en general. Si consideramos un consumo promedio anual de 15 kg de pescado (equivalente en peso vivo) por año per cápita (de acuerdo al reporte de la FAO 2008) llegamos a la conclusión de que sólo para México se requieren 1'548,950 t de pescado por año (considerando una población de 103,263,388 de acuerdo al censo del 2005 reportado por INEGI). Bojórquez (1998) estima en 133,000 t los descartes en la pesquería de camarón en México. Si consideramos que dicha estimación puede variar significativamente entre las zonas y temporada de captura y con respecto a la proporción camarón-FAC y consideramos un potencial aprovechamiento de la FAC del 80% podríamos estimar un potencial aporte del 7% proveniente tan sólo de la FAC para cubrir las necesidades de pescado de los mexicanos. La elaboración de diversos productos elaborados de la FAC dirigidos a programas de comidas escolares y de otro tipo podría representar una fuente alimenticia económica e importante en un país que tradicionalmente ha tenido problemas en cumplir con sus requerimientos proteicos y con problemas de pobreza extrema. En México el problema de la comercialización de estos potenciales productos está ligado

a la insuficiencia de puntos de venta, ya que todo el marisco es colocado en dos grandes mercados, el de La Nueva Viga en Ciudad de México, D. F., y el Mercado de Abastos de Guadalajara, Jalisco. Ésto a su vez está asociado a la carencia de una red de frío y vías de comunicación accesibles y rentables. La tecnología por sí sola no puede resolver los problemas de la relación de los seres humanos con la naturaleza, sino que una mayor armonía y equilibrio en el uso de los recursos naturales depende de valores, su aplicación a través de sistemas de gobernabilidad y estilos de vida y la distinción entre deseos y necesidades.

## REFERENCIAS

- Allsopp, W. H. L. (1985). La fauna acompañante del camarón: perspectivas y manejo In: A. Yáñez-Arancibia, (ed.), Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. pp. 635-644.
- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Pope, J. G., Murawski, S. A. (1994). A global assessment of fisheries bycatch and discards. FAO Fisheries Technical Paper. 339. Rome, FAO.
- Batten, T. 2001. Shrimp. University of Delaware, Pennsylvania, Sea Grant.
- Bojórquez, L. F. (1998). Bycatch utilization in Mexico. In Report and Proceedings of the FAO/DFID Expert Consultation on Bycatch Utilization in Tropical Fisheries. Roma, FAO.
- Castro-González, M. I., Silencio-Barrita, J. L., Juárez-Silva, M. E. (1998). Composición química de la fauna de acompañamiento del camarón de Veracruz (Golfo de México). Rev. Biol. Trop. 46(2): 249-256.
- Corripio-Cadena, E. (1985). Fauna de Acompañamiento del camarón y su aprovechamiento en la plataforma continental de Tamaulipas, Golfo de México. In: A. Yáñez-Arancibia, (ed.), Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante Del Camarón. Progr. Univ. de alimentos. Int. Cienc. del Mar y Limnol. Inst. Nal. Pesca. UNAM, México D.F. pp. 677-692.
- Crean, K. (1983). Manejo y almacenamiento en el mar de pesca acompañante de camarón. In: FAO-CIID-IDRC (eds.), Pesca Acompañante del camarón un Regalo del Mar. Ottawa, Ont. CIID. pp. 72-75.
- De la Rosa, V. (1997). Aprovechamiento de la fauna acompañante del camarón en Guatemala. In: FAO/CIP. 1997. Regional Workshop on Shrimp Bycatch Utilization (Utilización de la fauna de acompañamiento del camarón FAC), Camagüey, Cuba. FAO/Centro de Investigaciones Pesqueras.
- Dena, C. (1985). Elaboración de una pasta para untar a partir de especies de pescado pertenecientes a la fauna de acompañamiento del camarón. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- FAO. (1983). Pesca acompañante del camarón - un regalo del mar: Informe de una consulta técnica sobre la utilización de la pesca acompañante del camarón.

## Ocampo

- Georgetown, Guyana. Ottawa, Ont., CIID, 175 p.
- FAO/CIP. (1997). Regional Workshop on Shrimp Bycatch Utilization (Utilización de la fauna de acompañamiento del camarón FAC), Camagüey, Cuba. FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 1998. Roma.
- FAO. (2008). The state of World Fisheries and aquaculture (SOFIA).
- Fenner, A., Chase, J. (1980). The Shrimps. In: R.H. Morris, E.C. Haderlie, (eds.), Intertidal Invertebrates of California. Stanford University Press, Stanford, California.
- Flores-del Valle, W. (1997). Aprovechamiento de la fauna acompañante del camarón en Costa Rica. En: FAO/CIP. 1997. Regional Workshop on Shrimp Bycatch Utilization (Utilización de la fauna de acompañamiento del camarón FAC), Camagüey, Cuba. FAO/Centro de Investigaciones Pesqueras.
- Josupeit, H. 2003. World coldwater shrimp markets. Globefish/FAO.
- Kelleher, K. (2008). Descartes en la pesca de captura marina mundial. Una actualización. FAO Documento Técnico de Pesca. 470. Roma, FAO.
- Landivar, J. (1997). Aprovechamiento de la fauna acompañante del camarón en Ecuador. En: FAO/CIP. 1997. Regional Workshop on Shrimp Bycatch Utilization (Utilización de la fauna de acompañamiento del camarón FAC), Camagüey, Cuba. FAO/Centro de Investigaciones Pesqueras.
- Leites, M. (2005). El camarón en EEUU. Mecanismos para la Transmisión de Precios. INFOPECA. Boletín No. 22. Abr-Jun.
- Morrisey, M.T. (1985). El uso de la Fauna de Acompañamiento del Camarón para alimentos humanos. In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Recursos Pesqueros Potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Int. Cienc. del Mar y Limnol. Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D.F. pp. 645-67.
- NMFS. (1998). Our living oceans. National Marine Fisheries Service. USA.
- Panorama Acuicola. (1997). Temporada de carmarón viene retrasada: INP. [http://www.panoramaacuicola.com/noticia.php?art\\_clave=3915](http://www.panoramaacuicola.com/noticia.php?art_clave=3915).
- Poulter, N. H., Trevino, J. E. (1983). Efectos de la evisceración con ácido acético sobre la pulpa sin espinas de los pescados de la Pesca Acompañante. In: FAO-CIID-IDRC (Eds.), Pesca Acompañante del camarón un Regalo del Mar. Informe de una consulta técnica sobre utilización de la pesca acompañante del camarón celebrada en Georgetown, Guyanan. Ottawa, Ont. CIID, 1983. pp. 84-87.
- Roberts, S. (2005). Species of coldwater shrimp in Alaska. From top to bottom: spot prawn (*Pandalus platyceros*), sidestripe shrimp (*Pandalopsis dispar*), coonstripe shrimp (*P. hypsinotus*), northern pink shrimp (*P. borealis*), and humpy shrimp (*P. goniurus*). Final Report. Seafood Watch Seafood Report. Monterey Bay Aquarium. 63 pp.
- Rosales, B. (1988). Elaboración de albóndigas de pescado proveniente de especies subutilizadas. Tesis de pregrado. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Sánchez, D., Viña, J. (1976). Elaboración de embutidos de pescado. Informe Técnico No.71. Publicaciones MAC. Oficina Nacional de Pesca. Caracas.
- Sunada, J. S., Richards, J. R. (1992). Ridgeback prawn. In California's Living Marine Resources and Their Utilization. In: W.S. Leet, C.M. Dewees, C.W.

*APROVECHAMIENTO DE CAMARÓN Y FAC*

Haugen (eds.), UCSGEP-91-12, Sea Grant Extension Program, University of California, Davis, CA.

Watanabe, J. (2001). Advanced Guide Class on Invertebrates. Stanford University, Hopkins Marine Station, and Monterey Bay Aquarium, Monterey, CA.

---

**CITA DE CAPÍTULO 17**

Ocampo, L. 2012. Uso y aprovechamiento del camarón de profundidad y de la fauna de acompañamiento. 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. 339-354.

## CAPÍTULO 18

**Propuesta de manejo para la pesquería  
de camarón azul  
(*Litopenaeus stylirostris*) en el  
alto Golfo de California.**

Alma Rosa García-Juárez<sup>1,2,\*</sup>

**RESUMEN**

Partiendo de la premisa de que la estrategia de manejo del camarón en México, establece un procedimiento de evaluaciones continuas donde se estima la biomasa remanente (o escape constante), la época de reproducción y reclutamiento del camarón; y que los resultados de las investigaciones están a cargo del Instituto Nacional de Pesca y se confrontan con autoridades del ramo y del sector productivo.

El objetivo de este trabajo fue obtener la máxima captura, estimar biomasa y como punto de referencia, el rendimiento máximo sostenible, para presentar una alternativa de manejo para el camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) en el alto Golfo de California. La información analizada de abundancia, distribución, crecimiento, reclutamiento, permitieron evaluar el desarrollo del ciclo de vida del camarón azul en el alto Golfo de California y aportar puntos de referencia para un manejo adaptativo. Para esta zona del alto Golfo de California se observó la existencia de variantes del ciclo de vida que los camarones desarrollan en otros gradientes de la costa del golfo generalmente descrito para los camarones peneidos.

**Palabras clave:**  
Alto Golfo de  
California  
*Litopenaeus  
stylirostris*  
Manejo pesquero  
Estrategias de  
manejo

---

<sup>1</sup>Instituto Nacional de la Pesca/ SAGARPA, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP), Ensenada, BC. Carretera Tijuana-Ensenada Km 97.5. CP. 22780. Ensenada, Baja California, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) Campus Guaymas. Carretera a las Tinajas s/n. CP. 85465. Guaymas, Sonora, México.

\*Autor de correspondencia: E-mail: alma.garcia@inapesca.sagarpa.gob.mx

De acuerdo a los resultados obtenidos, en términos relativos no se debe aumentar el esfuerzo para permitir que la pesquería logre sustentabilidad. Sobre esa base se propone un manejo compartido por cuotas de captura, así la biomasa se mantendría al nivel de referencia del rendimiento estimado.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que enfrenta la explotación pesquera es que se tuvo por mucho tiempo la visión de que el mar y sus recursos eran una riqueza inagotable, sin tomar en cuenta que la capacidad industrial del ser humano podía alterar el ecosistema. Este problema se hace más complejo por los resultados de problemas históricos, así como por la instrumentación de derechos de propiedad y el control sobre el acceso a los recursos pesqueros. Como un claro reflejo de esta problemática generalizada, la producción pesquera en el alto Golfo de California no se ha estabilizado y se presenta un considerable aumento en la capacidad pesquera, a pesar de la existencia de programas de manejo ambiental, por lo que es necesario un ordenamiento.

Con este problema el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), en coordinación con otros sectores interesados ha propiciado estudios para fomentar la conservación en el manejo de las principales pesquerías, promoviendo intereses sociales y económicos.

Uno de los problemas centrales del ordenamiento es como establecer la relación entre aprovechamiento y capacidad de regeneración de los recursos, tema que requiere en la práctica de la determinación de la productividad biológica de cada recurso en su ecosistema, incluyendo una administración o estrategia de manejo, en asociación con tácticas de manejo, tasa de explotación permisibles y control del esfuerzo pesquero.

En este sentido para atender y proponer soluciones a los problemas actuales de ordenamiento, se requiere hacer uso de la ciencia y la información que la investigación genera para establecer estrategias de ordenamiento, como fundamento esencial en las decisiones de administración.

Bajo el supuesto del modelo de Schaeffer, la relación entre el esfuerzo de pesca, la intensidad de la misma y el rendimiento expresado en biomasa capturada, el objetivo de este trabajo fue

obtener la máxima captura, estimar biomasa y punto de referencia, el rendimiento máximo sostenible, para presentar una alternativa de manejo compartido por cuota de captura para camarón azul (*L. stylirostris*) en el alto Golfo de California, también conocida como la zona 10 (García-Juárez *et al.* 2009).

Para alcanzar los objetivos de este estudio, se parte de la premisa que la estrategia de manejo de camarón en México establece un procedimiento de evaluaciones continuas, donde se estima la biomasa remanente (o escape constante), la época de reproducción y reclutamiento del camarón. Los resultados de las investigaciones están a cargo del Instituto Nacional de Pesca y se confrontan con autoridades federales y estatales y del sector productivo. Por lo cual, las actividades se orientaron a una integración de la información del camarón azul (*L. stylirostris*), que es la especie que se explota por ambas flotas en la zona 10.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

El área de estudio se localiza entre los 29° y los 31°40' latitud N y 112° 30' 114°50' longitud W. Comprende las áreas conocidas como norte del Golfo de California (NGC) y alto Golfo de California (AGC), de acuerdo al INAPESCA como zona 10 (fig. 1). Con una profundidad promedio de 200 m, el NGC está limitado al sur por la Isla Ángel de la Guarda e Isla Tiburón y se extiende al norte hasta la desembocadura del Río Colorado (Lavín *et al.* 1997).

Por sus características oceanográficas, la parte más norteña ha sido nombrada como el AGC (Lavín *et al.* 1998). Esta parte del golfo comprende desde la desembocadura del Río Colorado hasta la línea imaginaria entre San Felipe, Baja California y Punta Borrascosa, Sonora. Por las características de salinidad, el AGC se ha considerado como un enorme antiestuario (Álvarez-Borrego y Galindo-Bect 1974, Álvarez-Borrego *et al.* 1975, Lavín *et al.* 1998). En períodos de intensas lluvias y deshielos anormales en la cuenca del río Colorado (Estados Unidos) el flujo de agua dulce se incrementa, debido al desfogue de las presas construidas río arriba, cambiando las condiciones del AGC a condiciones estuarinas (Lavín y Sánchez 1999).

En junio 10 de 1993 fue decretada la reserva de la biósfera alto golfo y delta del Río Colorado con una superficie de 934,756.25 ha

ubicadas en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California en los municipios de Mexicali, Baja California y San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco, Sonora.

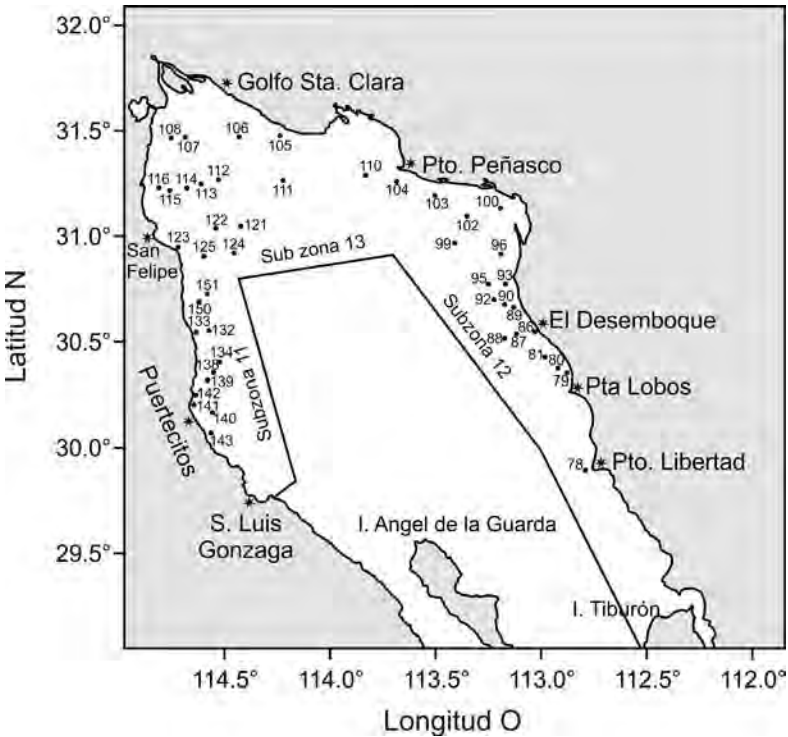
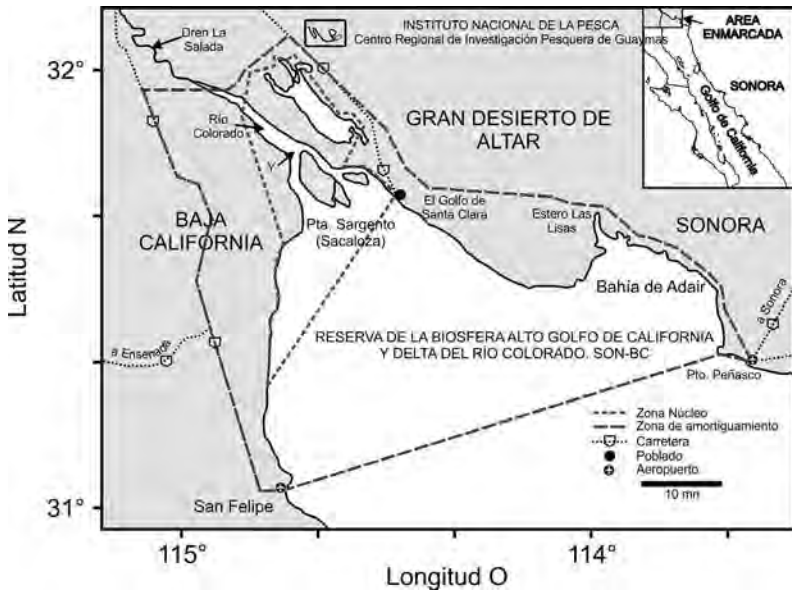


Figura 1. Zona de muestreos biológicos de camarón en el AGC (estaciones de zona 10).

Tiene una zona núcleo denominada “delta del Río Colorado” con una superficie de 164,779.75 ha y una zona de amortiguamiento con una superficie de 769,976.50 ha (fig. 2). Con este decreto, la reserva quedó incluida dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). El Programa de Manejo de la Reserva fue oficialmente presentado en 1995 e instrumentado con los Programas Operativos Anuales de 1996 y 2000, es administrada y manejada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la SEMARNAT. En 1996 se inició operación de la estación de campo del golfo de Santa Clara en coordinación con el Gobierno del Estado de Sonora. La Comisión es una instancia desconcentrada de la SEMARNAT, establecida el 5 de junio del 2000, regida bajo el Reglamento Interno de la SEMARNAT (2000). El ordenamiento



para la protección de los recursos naturales acuáticos está abordado en la Ley de Pesca, donde el objetivo es garantizar la conservación, la preservación y el aprovechamiento racional de los recursos pesqueros y establecer las bases para su adecuado fomento y administración. El ordenamiento es importante para cumplir las expectativas de conservación de las especies y del ecosistema, sin olvidar los aspectos sociales y económicos de los pobladores del alto Golfo de California, específicamente San Felipe B.C., Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora.



**Figura 2.** Delimitación de la reserva de la biosfera alto Golfo de California y delta del río Colorado y las tres zonas de desembarque de camarón.

### *Muestras y Análisis de datos*

Se trabajó a partir de la base de datos del INAPESCA, con información de avisos de arribo que incluyen datos sobre precio de playa, lugar de captura entre otros. Esta información los permisionarios del camarón la entregan a las autoridades de la oficina de pesca de localizadas en el alto Golfo de California. La información de las tallas comerciales y los precios de las tallas en el mercado internacional se obtuvo de las empresas maquiladoras de la zona de trabajo y de las empresas comercializadoras (Ocean Garden, Orient Fisher).

Se realizaron muestreos de camarón para las etapas de juvenil, subadultos y adultos a bordo de embarcaciones menores durante la pleamar y la bajamar, en una serie de estaciones predefinidas a las

que se les da seguimiento cada año. Las muestras se colectaron el mes de julio y agosto de 2007 y 2009. Las fechas cubren el periodo de mareas vivas por localidad de Baja California y Sonora. La colecta de información finalizó en la segunda semana del mes de agosto para ambos años. Se obtuvo la distribución y abundancia de camarón en las estaciones de la zona de San Felipe BC. y golfo de Santa Clara, Sonora. Se registró la fecha, hora de inicio y final de la pesca, con el GPS se registró la ubicación geográfica inicial y final (latitud N; longitud W), profundidad de pesca en brazas, descripción breve del tipo de fondo (arenoso, fangosos, etc.) y fauna de acompañamiento.

Las operaciones de pesca en lancha, durante los muestreos en veda se realizaron en la subzona 13 (fig. 3), con los siguientes artes y/o aparejos artesanales: Chango: El arrastre se realizó de las 6 a las 9 brazas, arte de pesca con 9 metros de longitud y una luz de malla de 1 pulgada. La operación de pesca fue de 10 a 15 minutos de duración. Chinchorro de línea: El uso de este arte de pesca de deriva es por tiempo y trabaja con la ayuda del flujo de las mareas, para ser recuperado por la proa o estribor.

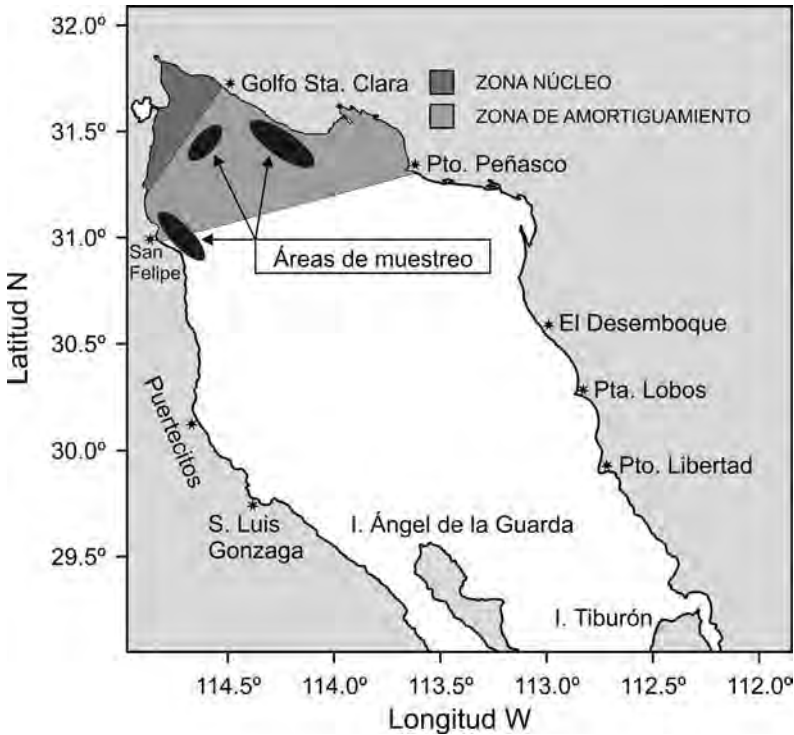


Figura 3. Zona de muestreos de camarón en ribera con embarcaciones menores.

Posterior a la captura, se separó el camarón de la fauna acompañante (FAC). Al finalizar los trabajos a bordo de la panga, las muestras se colocaron en bolsas de plástico rotuladas. En el muestreo biológico se identificó el camarón por especie y por sexo, evolución de la madurez, y se midió la longitud total.

De igual forma, se realizaron muestreo en altamar en estaciones definidas, las muestras obtenidas en cada arrastre fueron separadas de manera individual en bolsas etiquetadas. Se identificaron los organismos utilizando las claves propuestas por Pérez-Farfante (1988) y Hendrickx *et al.* (1995). Se separaron por sexos y grados de madurez. Para la biometría de los organismos se consideró la longitud total (tomada desde la parte distal del rostro a la parte distal del telson con una precisión de 1 mm), longitud abdominal (una vez removida la cabeza desde el borde y la remanente del abdomen hasta la parte distal del telson con una precisión de 1 mm). A partir de las mediciones del muestreo biológico se obtuvieron las distribuciones mensuales de frecuencia de tallas, en función de sexo y estadio de madurez. El grado de madurez gonádico de las hembras se determinó según la escala morfocromática propuesta por Barreiro-Güemes (1986) (Tabla 1). Los grados (I al IV) hacen referencia a la etapa de la madurez en que se encuentran las hembras, los machos se consideraron maduros una vez que se había formado el petasma por la unión de los endopoditos del primer par de pleópodos, cuando estaban separados se consideraron inmaduros (Pérez-Farfante 1988).

**Tabla 1.** Clasificación morfocromática de la madurez gonadal de hembras del género *Litopenaeus* (Barreiro-Güemes 1986).

Grado	Etapas	Coloración	Aspecto Macroscópico
I	Inmadurez	Transparente	Delgada confinada al abdomen
II	Madurando	Crema	Más gruesa, lóbulos cefalotorácicos incipientes
III	Maduras	Naranja	Muy gruesa y granulosa, ocupa todo el cefalotórax
IV	Desovadas	Transparente	Flácida y delgada

En la zona estudio, el índice de abundancia relativa se obtuvo con los kilos obtenidos de camarón por especie en 1 hora arrastre. Se estimó la densidad del camarón por área de acuerdo con la

distribución de Pennington (Pennington 1996), que describe a una distribución  $\Delta$  (Pennington 1986, Pennington y Stromme 1998). Los datos contienen valores de ceros y no ceros, cuando el número de muestras es igual al número de muestras con valores diferentes de cero, el estimador supone una distribución log normal. La estimación de los intervalos de confianza es complicada por la distribución asimétrica (Pennington 1986). La varianza mínima de estimaciones insesgadas de la media (denotadas como  $\tau$  y  $\upsilon$ ) y su varianza para la distribución  $\Delta$  son dadas por Pennington (1983, 1996) y Madrid-Vera *et al.* (2007) como:

$$\tau \begin{cases} \frac{\alpha}{\lambda} \exp(\bar{y}) G_{\alpha}(s^2/2), & \alpha > 1 \\ \frac{X_1}{\lambda}, & \alpha = 1 \\ 0, & \alpha = 0 \end{cases} \quad (3)$$

y

$$\upsilon \begin{cases} \frac{\alpha}{\lambda} \exp(2\bar{y}) \left\{ G_{\alpha}(2s^2) - \left( \frac{\alpha-1}{\lambda-1} \right) G_{\alpha} \left( \frac{\alpha-2}{\alpha-1} s^2 \right) \right\}, & \alpha > 1 \\ \frac{X_1}{\lambda}, & \alpha = 1 \\ 0, & \alpha = 0 \end{cases} \quad (4)$$

donde  $\lambda$  es el número de unidades de muestra,  $\alpha$  es el número de muestras con valores diferentes de cero,  $\bar{y}$  y  $s^2$  son los valores  $\log_e$  diferentes a cero de la media y la varianza de la muestra,  $X_i$  es solo el valor (no transformado) distintos a cero cuando  $\alpha = 1$  y  $G_{\alpha}(t)$  es una función de  $X$  t  $t$ , donde  $\alpha = \alpha$ , y  $t = \frac{1}{2} s_{x_i}^2$  (Pennington 1983, 1986, 1996) mostrado como:

$$G_{\alpha}(t) = 1 + \frac{\alpha-1}{\alpha} X + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(\alpha-1)^{j-1} X^j}{\alpha^j (\alpha+1)(\alpha+3) \dots (\alpha+2j-3) j!} \quad (5)$$

La varianza mínima del estimador insesgado de la varianza de la media ( $\text{var}_{\text{est}}(c)$ ) es dada por (Folmer y Pennington 2000):

$$\text{var}_{\text{est}}(c) \begin{cases} \frac{\alpha}{\lambda} \exp(2\bar{y}) \left\{ \frac{\alpha}{\lambda} G_{\alpha} \left( \frac{s^2}{2} \right) - \left( \frac{\alpha-1}{\lambda-1} \right) G_{\alpha} \left( \frac{\alpha-2}{\alpha-1} s^2 \right) \right\}, & \alpha > 1 \\ \left( \frac{X_1}{\lambda} \right)^2, & \alpha = 1 \\ 0, & \alpha = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Cuando  $\lambda = \alpha$ , el estimador asume una distribución log normal (Folmer y Pennington 2000). En los datos de cruceros esta igualdad no fue observada.

La comparación del crecimiento se hizo con las tallas promedio para cada mes y por especie. La longitud de los camarones se comparó con las tallas encontradas en los muestreos realizados. Las longitudes promedio estimadas para cada mes se analizaron estadísticamente. El crecimiento se estimó con el modelo estacional de von Bertalanffy (Pauly 1987):

$$L_t = L_\infty \left\{ 1 - \exp \left[ -k(t - t_0) - \frac{Ck}{2\pi} \right] \text{sen}(2\pi)(t - ts) \right\} \quad (7)$$

donde:  $L_t$  es la longitud en la edad  $t$ ,  $L_\infty$  es la longitud asintótica,  $k$  es el coeficiente de crecimiento (anual),  $t_0$  es la longitud de edad hipotética  $t = 0$ ,  $ts = WP + 0.5$ ,  $WP$  el tiempo del año donde el mayor retraso del crecimiento ocurre; y  $C$  la intensidad de la oscilación del crecimiento.

Para la obtención del coeficiente de crecimiento  $k$ , se utilizó el método de New Shepherd's Length Composition Análisis NSLCA (Shepherd 1987, Pauly y Arreguín-Sánchez 1995). Una vez obtenidos los valores semilla se estimaron nuevamente  $L_\infty$  y  $k$  con el método ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis). Finalmente se realizó la comparación del crecimiento con el método de phi prima (Sparre y Venema 1995).

Se analizó por progresión modal las tallas de cada mes (García y Le Reste 1987). Los autores anteriores en términos operativos la definen como: "el seguimiento a lo largo del tiempo de las modas observadas en las distribuciones de tallas de muestras tomadas periódicamente de las capturas".

Los máximos valores de reclutamiento se calcularon como aproximaciones definidas por las modas, basados en las frecuencias de tallas de las capturas. El análisis requiere que se conozcan los valores de longitud infinita,  $L_\infty$  y el coeficiente de crecimiento  $k$  de la ecuación que relaciona la de edad-longitud de von Bertalanffy.

En el camarón azul los valores fueron ( $L_\infty = 198$  y  $232$  mm;  $k = 0.46$  y  $0.57$  año<sup>-1</sup>) tomados de Mathews (1981) y López-Martínez *et al.* (2005). La talla de reclutamiento ( $L_r$ ) se calculó de la siguiente forma (King 1995):

$$P = \frac{1}{1 + e^{(-r(L-L_r))}} \quad (8)$$

donde P es la proporción de juveniles reclutados, r es la pendiente de la curva y Lr es la talla de reclutamiento o longitud a la cual corresponde el 50% del reclutamiento.

La aplicación de un modelo para la pesquería de camarón como primera aproximación para definir puntos de referencia, asume las siguientes consideraciones: a) en la captura de camarón azul tienen acceso a los componentes del stock, los pescadores de ribera y los de altamar, de tal forma que las capturas que cada pesquería se extraen de la biomasa de la población total; b) la pesquería industrial y la pesquería con red de enmalle, ambas constituyen una pesquería paralela al aprovechar el recurso en la misma fase del ciclo de vida.

Se uso el modelo dinámico de biomasa de Schaeffer (Hilborn y Walters 1992) que relaciona la captura total y el esfuerzo de pesca (CPUE).

El ajuste de una curva parabólica de esta relación permite obtener una estimación del rendimiento máximo sostenible y el esfuerzo óptimo de la pesquería. En este modelo no se suponen condiciones de equilibrio y representa una ventaja en la evaluación de organismos de ciclo de vida corto como el camarón azul. La expresión del modelo en forma determinística es:

$$B_{t+1} = B_t + rB_t \left( 1 - \frac{B_t}{K} \right) - C_t \quad (9)$$

donde: t = tiempo (temporada de pesca),  $B_t$  es la biomasa de la población al tiempo t,  $B_{t+1}$  es la biomasa de la población al tiempo t+1, r es la tasa intrínseca del crecimiento de la población, K es el tamaño de la biomasa virgen o capacidad de carga,  $C_t$  es la captura al tiempo t.

Se supone que el índice  $I_t$  está medido con error, en consecuencia, el índice es estimado como:  $\hat{I}_t = qB_t \exp(v_t)$ , donde  $v_t$  es el error de observación, suponiendo  $v_t \approx N(0, \sigma_v)$  y  $\hat{I}_t = qB_t$  (Punt 1992, Punt y Hilborn 1996). La estimación de  $v_t = \ln(I_t) - \ln(\hat{I}_t)$ . Cuando se usó el error de observación, se probó una hipótesis sobre la población, H1: La variabilidad en la población fue causada por la incertidumbre del verdadero valor del índice  $I_t$ .

La estimación de los parámetros  $r_0, K_0, y \delta_0$  dado el índice  $I_t$ , (subíndice O es error de observación) fue calculado usando la

siguiente función de verosimilitud ( $-\ln L$ ):

$$-\ln L(I/r_o, K_o, \delta_o) = \sum_t \left[ \frac{1}{2} \ln(2\pi) \right] - \left[ \frac{1}{2} \ln \sigma - \left( \frac{v_t^2}{2\sigma^2} \right) \right] \quad (10)$$

En esta expresión  $\delta$  es una constante llamada "deplete", que fue usada para estimar la biomasa durante la temporada de pesca con que inicia el análisis (Punt 1992) y  $\sigma$  es la desviación estándar del error de proceso, que fue estimada usando la siguiente solución analítica para  $\sigma$  definida como:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[ \ln(I_t) - \ln(\hat{I}_t) \right]^2} \quad (11)$$

En la serie de tiempo se consideró que ha habido una evolución en los sistemas de pesca, así como en la experiencia de los pescadores, lo cual influye sobre el coeficiente de capturabilidad y del poder de pesca de la flota. Por consiguiente, el valor de capturabilidad cambia a través del tiempo. Para representar ese patrón de cambio se asumieron las siguientes consideraciones: a) el indicador de abundancia relativa tiene una distribución log normal, b) el indicador de abundancia relativa estimado puede ser expresado como  $\hat{I}_t = qB_t \exp(v_t)$  donde  $v_t$  es el error de observación, c) si el indicador de abundancia relativa  $I$  es el correspondiente a cada año, entonces la capturabilidad para cada año puede ser expresada como  $q_t = I_t/B_t$ , donde el subíndice  $t$  representa el tiempo, d) el valor de capturabilidad de cada año bajo esta condición es variable, lo cual debe ser una obligada condición de las modificaciones en el esfuerzo que cambiaron la CPUE, e) el modelo no trabaja con los valores de capturabilidad de cada año, sino con un promedio dentro de toda la escala de tiempo en la cual se realizó el análisis y por consiguiente, la expresión que representa el valor esperado de capturabilidad fue estimado como:

$$q = \exp \left\{ \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left[ \ln \left( \frac{I_t}{B_t} \right) \right] \right\} \quad (12)$$

Dado que se asumió una distribución log normal del indicador de abundancia relativa, entonces el valor promedio debe ser recalculado

por su respectivo valor exponencial. La expresión muestra que la capturabilidad tiene una solución algebraica explícita, que deriva de todos los valores de capturabilidad estimados para cada temporada de pesca, lo cual es un intento por valorar su variabilidad.

De los dos estimadores, se calcularon dos importantes cantidades de manejo; el máximo rendimiento sostenido (MRS),  $MRS = rK/4$  y la biomasa en la cual se puede alcanzar el MRS, descrita como (BMRS),  $BMRS = K/2$ , mientras que la tasa óptima de explotación HR es  $HR = r/2$  (Punt y Japp 1994).

Se utilizó el perfil de verosimilitud (Venzon y Moolgavkor 1988, Hilborn y Mangel 1997), ya que estos pueden ser usados para determinar los intervalos de confianza de los parámetros de forma conjunta o individualmente. Los intervalos de confianza para  $n$  parámetros fueron estimados basados en una distribución  $\chi^2$  con  $m$  grados de libertad. Para un sólo parámetro  $p$ , el intervalo de confianza es definido como todos los valores de que satisfacen la siguiente condición (Polacheck *et al.* 1993):

$$IC = 2[L(\hat{y}/p) - L(y/p_{est})] \leq \chi_{m, 1-\alpha}^2 \quad (13)$$

Donde  $L(\hat{y}/p_{est})$  es el logaritmo de la verosimilitud del mejor valor de  $p$  y  $\chi_{m, 1-\alpha}^2$  es el valor de la distribución chi cuadrada con un grado de libertad a un nivel de confianza  $1-\alpha$ . Así, el intervalo de confianza al 95% para  $p$  abarca todos los valores de  $p$ , que es dos veces la diferencia entre el logaritmo de la verosimilitud y el logaritmo de la verosimilitud del mejor estimado de  $p$ , que es menor de 3.84 (Kimura 1981, Polacheck *et al.* 1993, Morales-Bojórquez 1999), diferencia entre el logaritmo de la verosimilitud y el logaritmo de la verosimilitud del mejor estimado de  $p$ , que es menor de 3.84 (Kimura 1981, Polacheck *et al.* 1993, Morales-Bojórquez 1999).

Se observó el cambio en la distribución de frecuencia de longitudes de la pesquería de ribera, esto se interpretó como un pulso de baja intensidad saliendo del área, el cual se mezcla con organismos adultos encontrados en las zonas adyacentes y más profundas

La talla de migración se calculó comparando las proporciones de tallas de individuos en dos localidades diferentes, caracterizadas por los atributos físicos del área en la zona de estudio, en este caso



se realizó para ribera y altamar.

La distribución de frecuencia de longitudes se agrupó por mes y por especie, para estimar la longitud promedio en la que los individuos cambian de hábitat. La longitud media de la migración ( $M$ ) se calculó con el siguiente modelo logístico:

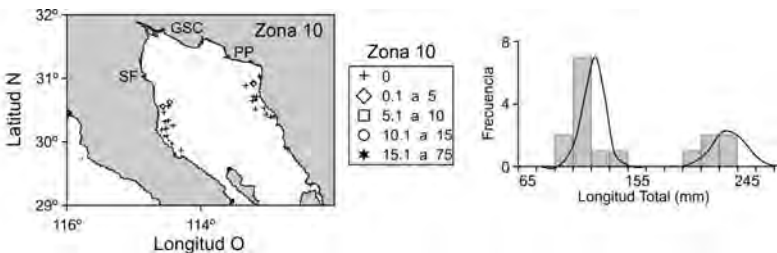
$$M = \frac{1}{1 + (e^{-(a+bx)})} \quad (14)$$

donde  $M$  es el porcentaje de la talla;  $a$  y  $b$  son las constantes de ajuste y la razón  $a/b$  es el valor de  $L_{50'}$ , el cual indica la talla de migración.

## RESULTADOS

### *Distribución y abundancia*

En el alto Golfo de California o zona 10, las capturas de camarón azul fueron de 0.1 a 8 kg/h desde San Felipe, Baja California y Puerto Peñasco. Se estimaron dos cohortes en la zona 10, la primera con valores promedio de 108 mm de longitud total y una desviación estándar  $s = 8.4$  y la segunda cohorte con valores promedio de 220 mm de longitud total y  $s = 13.3$  mm. La primera cohorte fue más abundante que la segunda en la zona 10 (fig. 4).

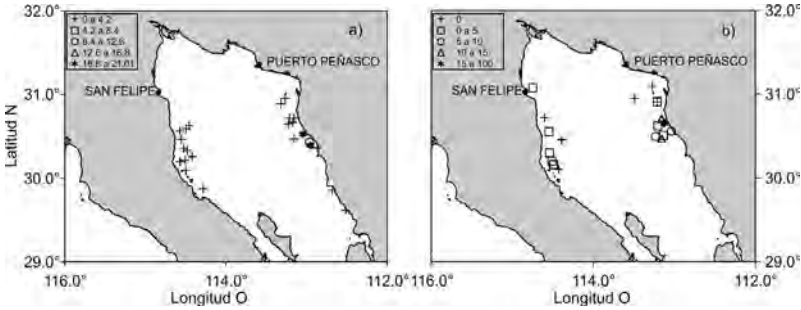


**Figura 4.** Distribución espacial y estructura de tallas, observada (barras) y estimada (línea), de camarón azul *L. stylirostris* en el Golfo de California.

Durante 2009 se encontró que en el mes de julio el camarón azul se concentró en la costa de Sonora, se obtuvieron capturas de 1 a 21 kg/h los mejores registros fueron en el sitio conocido como El Desemboque, al sur de Puerto Peñasco, Sonora y en menor cantidad al sur de San Felipe la costa de Baja California (fig. 5a).

En el mes de agosto con el mismo recorrido se obtuvieron lances para obtener estimaciones de abundancia relativa (kg/h) para agosto de 2009.

Las capturas fueron de 1 a 180 kg/h, los mejores registros con las mayores concentraciones del camarón fueron en la costa de Sonora fueron al sur de Puerto Peñasco (fig. 5b), con relación a lo obtenido en la costa de Baja California, al sur de San Felipe.



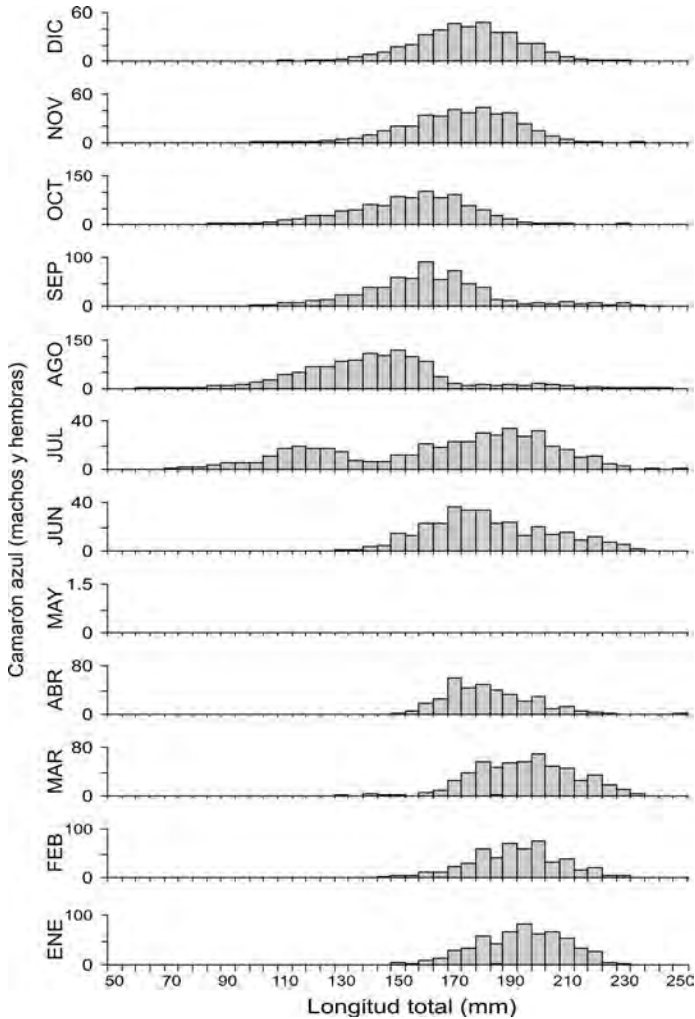
**Figura 5.** Distribución espacial de camarón azul en aguas marinas, durante julio (a) y agosto (b) de 2009.

#### Estructura de tallas

La distribución de frecuencias para el camarón azul (*L. stylirostris*), presentó una variabilidad anual con tallas menores en los meses de julio y agosto cuando se presentan organismos de menor talla o reclutas. Los valores máximos de longitud total se observaron de julio, noviembre y de febrero a marzo (fig. 6).

De acuerdo a resultados obtenidos en muestreos durante la temporada de pesca, en la captura por una embarcación mayor (barco) y embarcación menor (panga), el camarón azul (*L. stylirostris*) es la especie que se capturan por ambas flotas en el alto Golfo de California.

Con estos resultados se puede afirmar que la red de enmalle o chinchorro de línea es un equipo de pesca selectivo, la especie de camarón que se capturan por pangas es el camarón azul. La estructura de tallas se representa como una curva estrecha alrededor de los organismos más grandes de 120 a 180 mm de longitud total. La estructura de tallas obtenida por arrastre en embarcación mayor o barco fue una curva más amplia, de 80 a 180 mm de longitud total, con un sesgo hacia los organismos más pequeños, lo cual indica que en la captura obtenida por un barco se incluyen organismos más jóvenes que los capturados por las pangas (fig. 7).



**Figura 6.** Estructura de tallas del camarón azul (*L. stylirostris*) del alto Golfo de California.

### *Crecimiento*

Los valores de los parámetros de la curva de crecimiento del camarón azul con el modelo de von Bertalanffy para tres grupos de camarones muestran mínimas diferencias en las curvas de la relación longitud-edad, se encontraron los valores del coeficiente de crecimiento ( $k$ ) para el camarón azul la  $k$  fue de 2.20 a 2.29 anual,  $L_{\infty}$  de 236.10 a 243.51 mm (Tabla 2).

MANEJO DE CAMARÓN AZUL

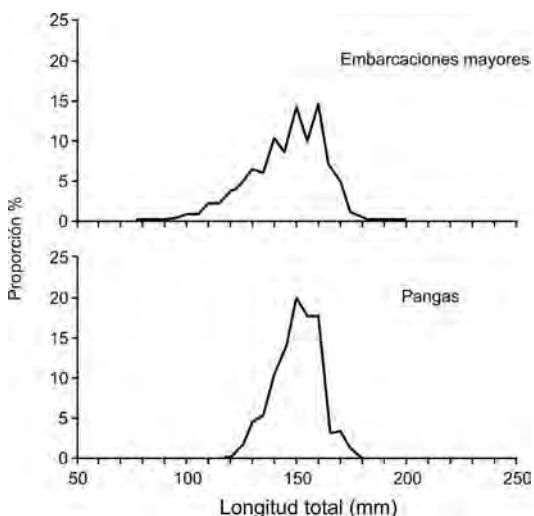


Figura 7.- Longitud de tallas en muestreo en altamar (barco) y zona ribereña (panga), durante la temporada de pesca en el AGC.

Tabla 2. Parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (k = coeficiente de crecimiento (anual),  $L_{\infty}$  = longitud asintótica).

Camarón Azul	Grupo de Datos	$L_{\infty}$	Z/K	K	M	F	Z
L. <i>stylirostris</i> (Machos	Promedio mensual anualizado	241.8	2.66	4.21	4.34	6.2	10.57
	Grupo 1	243.5	2.20	2.81	3.32	3.3	6.67
y Hembras )	Grupo 2	238.2	2.36	1.61	2.32	1.4	3.79
	Grupo 3	236.1	2.29	1.81	2.51	1.8	4.40
	Todos los Datos	239.7	2.22	3.01	3.71	3.2	6.94

Para determinar la variación interanual, se utilizó el índice de funcionamiento del crecimiento del camarón azul en ambos sexos, se muestra la distribución de tallas y curva calculada para obtener la edad en meses de camarón el alto Golfo de California (fig. 8).

Reclutamiento

Para determinar las tallas en que los camarones se reclutan en las zonas de pesca del alto Golfo de California, se presentan los resultados con un reclutamiento a partir de 160 mm de longitud total del camarón azul (*L. stylirostris*). Los datos de distribuciones

de frecuencia de tallas (longitud total) de camarón azul a lo largo del año mostraron un máximo reclutamiento, el cual varía entre los meses de julio a septiembre (fig. 9).

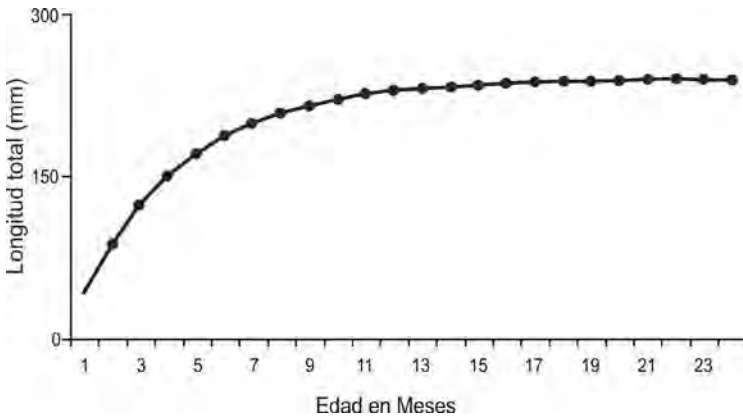


Figura 8. Curva de crecimiento del camarón azul (*L. stylirostris*) en el alto Golfo de California.

Los nuevos reclutas en la plataforma aparecen en el mes de julio, un segundo grupo en el mes de agosto, organismo con tallas desde 110 mm de longitud total. Se observa que la talla calculada para este modelo de 165 mm de longitud total para el reclutamiento (fig. 9).

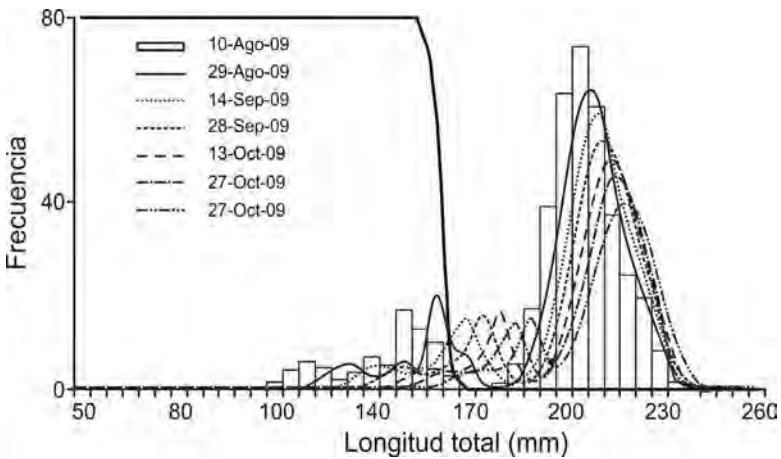


Figura 9. Estimación de talla de reclutamiento de camarón azul AGC zona 10 (agosto 2009).

*Modelo Dinámico de Biomasa de Schaeffer*

Las capturas mayores se obtuvieron en la temporada 1989-90 (fig. 10). Después éstas cayeron y permanecieron bajas durante casi

cuatro temporadas de pesca y aunque se observó una recuperación de la captura, ya no se recuperaron los niveles de 1989-90, que fueron del orden de las 5,000 toneladas. En el periodo más reciente, las capturas han oscilado entre 2,000 y 3,000 toneladas.

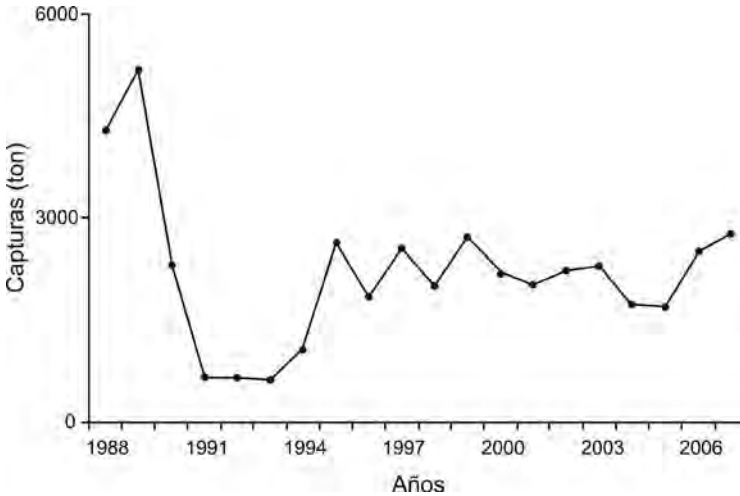


Figura 10. Captura de camarón azul (peso vivo) en la zona de amortiguamiento de la zona de reserva del alto Golfo de California, México.

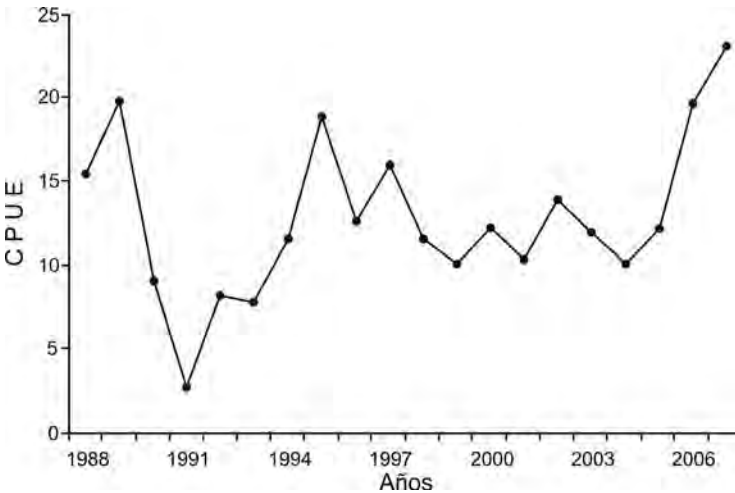


Figura 11. CPUE de camarón azul (peso vivo) en la zona de amortiguamiento de la zona de reserva del alto Golfo de California, México.

Sin embargo, al analizar la tendencia de la captura por unidad de esfuerzo se observó que este índice se ha recuperado positivamente, lo cual permite suponer una recuperación en la abundancia si se considera que la CPUE es proporcional a la abundancia. Los valores

extremos de la temporada 1999-2000 provocan que la información presente un aparente patrón de ciclos, el cual debiera comprarse posteriormente (fig. 11).

El ajuste del modelo dinámico de biomasa a los datos de CPUE mostró que es posible identificar dos periodos: el primero de 1988-89 a 1993-94 con un ajuste adecuado; y el segundo de 1994-95 a 2006-07, que no fue descrito de forma adecuada por el modelo mostrando gran variabilidad de la CPUE (fig. 12).

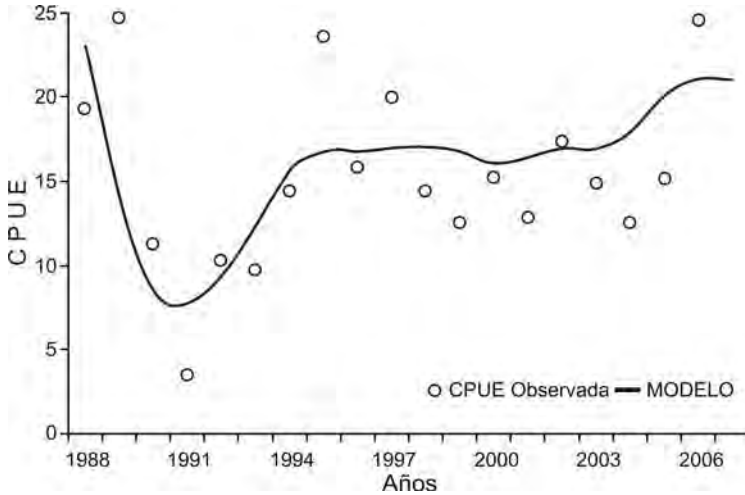


Figura 12. Ajuste del modelo dinámico de biomasa de Schaeffer para los datos de captura por unidad de esfuerzo de camarón azul (*L. stylirostris*).

#### Estimación de biomasa

A lo largo de un año la población de camarón azul estuvo integrada por diferentes cohortes, cuya biomasa fue determinada por la magnitud del reclutamiento, que varió en función del tamaño del stock reproductor, considerando la duración e intensidad de la reproducción. Un componente importante es la biomasa máxima alcanzada en cada cohorte, que depende de la mortalidad natural y por pesca en las diferentes fases del ciclo de vida.

Para el modelo se usó como parámetros  $K = 21,323$  t, con intervalo de confianza de  $\pm 700$  t ( $P < 0.05$ ), y  $r = 1.18$  con intervalo de confianza de  $\pm 0.1$  ( $P < 0.05$ ). Con el ajuste a los datos de captura por unidad de esfuerzo, las estimaciones del máximo rendimiento sostenido (MRS) fueron de 6,325 t, mientras que la biomasa que permitiría obtener el máximo rendimiento (BMRS) sostenido debe permanecer cercana a las 10,662 t (fig. 13).

La tasa de explotación óptima correspondió a un valor del 0.59 de la biomasa disponible, de acuerdo con los datos históricos de captura de camarón azul, el valor de rendimiento máximo (MRS) es posible alcanzarlo.

El resultado mostró que la capacidad de carga del sistema, para soportar la especie de camarón azul es  $K = 21,323$  t con intervalo de confianza de  $\pm 700$  t ( $P < 0.05$ ) (fig. 14).

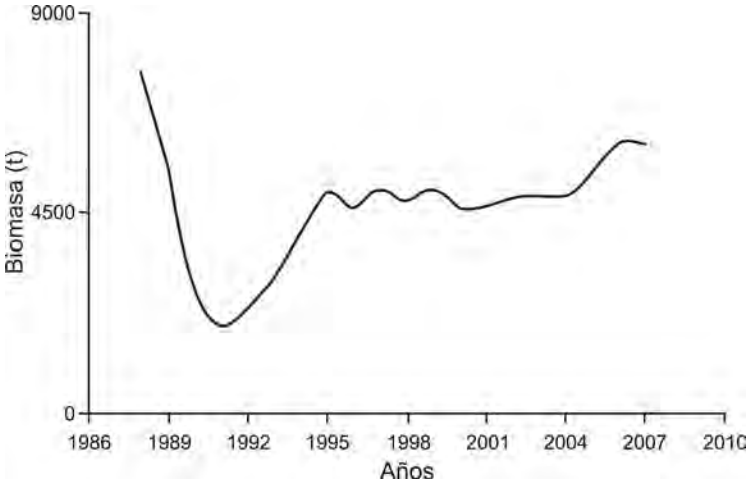


Figura 13. Modelo dinámico de biomasa de Schaeffer para camarón azul (*L. stylirostris*).

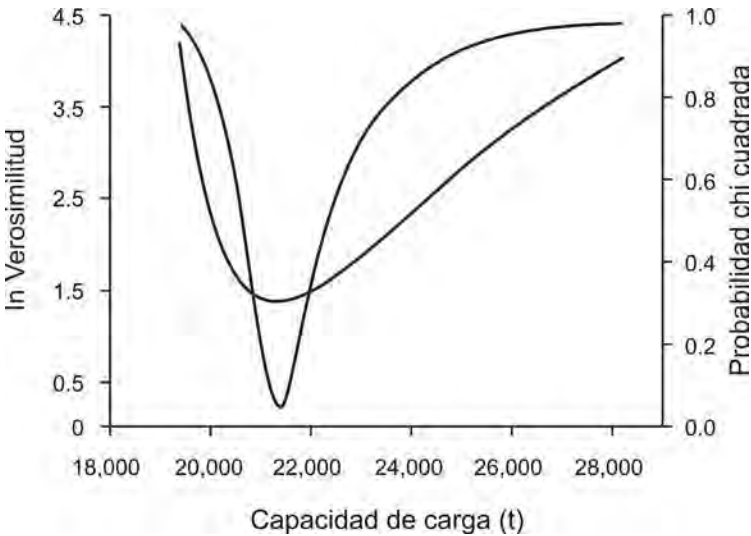
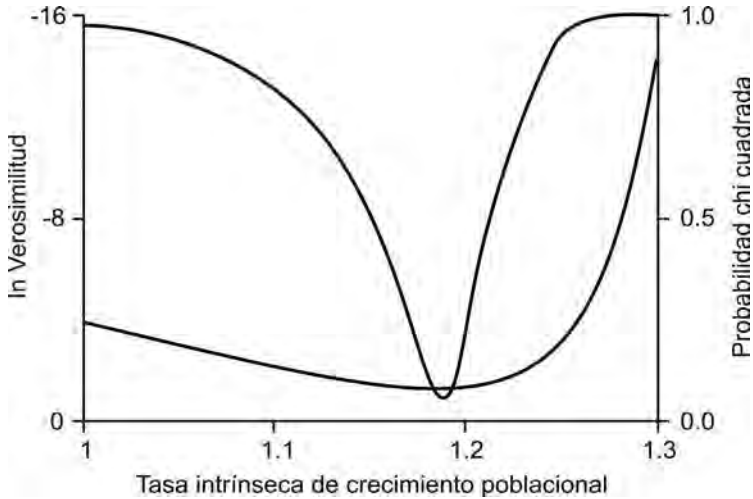


Figura 14. Estimación de la capacidad de carga para de camarón azul (*L. stylirostris*).



Mientras que para la tasa intrínseca de crecimiento de la población el resultado fue de  $r = 1.18$  con intervalo de confianza de  $\pm 0.1$  ( $P < 0.05$ ). Con la estimación de ambos parámetros se pudo calcular que el máximo rendimiento sostenido que puede ser de 6,325 t. Para obtener este rendimiento es necesario mantener una biomasa mínima de 10,662 t. de camarón azul en el alto Golfo de California (fig. 15). De esta manera la tasa de explotación óptima correspondió a un valor del 0.59 de la biomasa disponible.

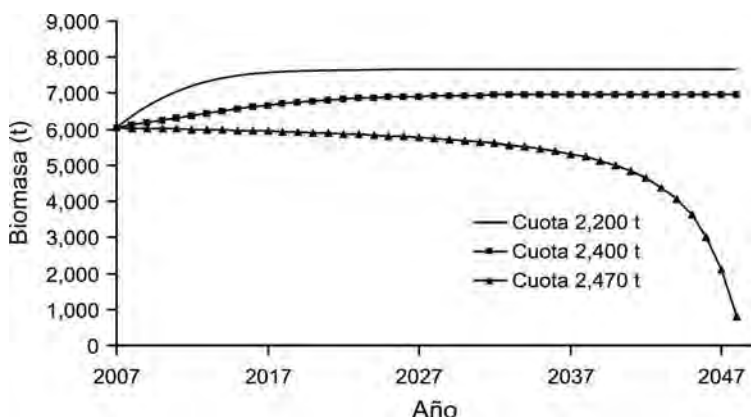


**Figura 15.** Estimación de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional para camarón azul.

Con los resultados obtenido en el modelo, se probaron tres escenarios para la estimación de una cuota de captura, estos mostraron que al utilizar una cuota de 2,220 t se mantendrían los niveles de biomasa por encima de las 6,000 t, mientras que cuotas de 2,400 t por temporada de pesca mantendrían la biomasa cercana a las 6,000 t (fig. 16).

Bajo estos dos escenarios de cuotas de captura, la biomasa se mantendría por debajo del nivel de referencia del rendimiento estimado de 6,325 t. Sin embargo, la biomasa también se encontraría por debajo de su nivel de referencia que es de 10,662 t. Se pudo observar que estos valores de cuota no permiten que la biomasa se incrementé a lo largo del tiempo. Incluso una cuota de captura de 2,470 t provocaría una caída de la biomasa de la población (fig. 16). Las cuotas analizadas se basan en las capturas históricas registradas, pero el análisis hace evidente que existe un riesgo al mantener el

nivel óptimo de la biomasa. Ante estos resultados la cuota de captura no debe ser superior a las 2,400 t y debiese disminuir este valor para que exista un incremento en la biomasa total de la especie.



**Figura 16.** Estimación de la proyección de biomasa de camarón azul (*L. stylirostris*) con tres escenarios de cuota de captura en la zona de amortiguamiento de la zona de reserva del alto Golfo de California, México.

### Migración

La migración se interpreta como el cambio de hábitat que realizan los camarones para completar su ciclo de vida. Comúnmente se acepta que sólo el camarón azul realiza la migración desde zonas estuarinas a marinas. Se ajustó un modelo logístico con la finalidad de estimar la talla de migración. Se compararon las proporciones de individuos capturados en la zona de influencia del río Colorado y la zona marina del alto Golfo de California, y se observó que existe un intercambio cuando los camarones tienen una longitud total de 152 mm (fig. 17). La distribución de frecuencia de longitudes en el área del delta del río Colorado y se interpreta como un pulso de intensidad baja saliendo del sistema, el cual se mezcla con organismos adultos encontrados en las zonas adyacentes en aguas más profundas.

### Madurez

El periodo de madurez de camarón azul es evidente a partir del mes de mayo, donde se presenta aproximadamente el 30 % de las hembras maduras. Con mayor abundancia en el mes de junio de hembras desovadas (más del 90 %). En julio y agosto el porcentaje disminuye (fig. 18). En estos meses ocurre también la aparición de los primeros juveniles.

La época reproductiva de *L. stylirostris* presenta un mismo patrón, la especie madura de sur a norte, en cuanto al tiempo de duración del desove, este es diferente en el alto Golfo de California, donde el desove de camarón azul sucede hasta el mes de agosto.

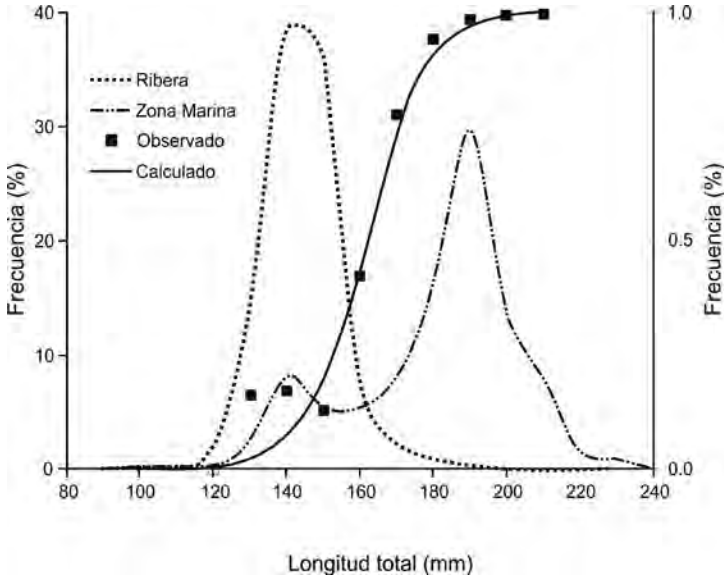


Figura 17. Talla de migración del camarón azul en el alto Golfo de California

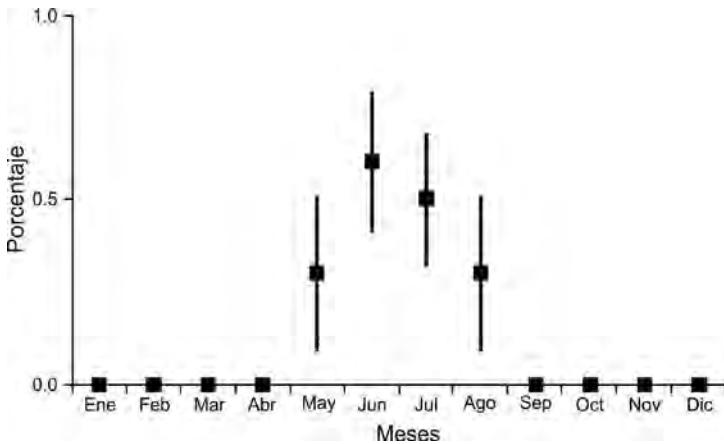


Figura 18.- Promedios del porcentaje de maduración del camarón azul *L. stylirostris* en el AGC.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La información analizada de abundancia, distribución, crecimiento y reclutamiento permiten evaluar el desarrollo del ciclo de vida

del camarón azul en el alto Golfo de California y aportar puntos de referencia para un manejo adaptativo. El ciclo de vida de los camarones peneidos, tradicionalmente descrito para el Pacífico mexicano, inicia cuando estos ingresan para crecer en las lagunas y retornan al mar como juveniles para reproducirse (Lluch-Belda *et al.* 1972, Soto y Bush 1975, Chapa-Saldaña y Soto-López 1969, Ortega y Nuñez 1974, Edwards 1978).

Se permite suponer en esta zona del alto Golfo California, la existencia de variantes del ciclo de vida que los camarones desarrollan en otros sitios de la costa del Golfo de California. Permitiendo analizar si las tácticas de manejo actual están en función de la biología y ecología de las poblaciones de camarón que habitan en la región del AGC es adecuado para el aprovechamiento y conservación de las especies.

El espacio ocupado para pescar en el AGC es grande y abarca aproximadamente el 75 % de la superficie acuática, la zona núcleo y el área de refugio de la vaquita marina no son zonas altamente explotadas, deben funcionar como área de reclutamiento y de recuperación de las poblaciones de especies marinas afectadas por la pesca (Gell y Roberts 2003, Hilborn *et al.* 2004). La recuperación de las comunidades de peces y mamíferos marinos debe estar acompañada de una regulación para la pesca de cada una de las especies explotadas en la zona y manejada de forma independientes de organismos de su especie en el Golfo de California.

Un ejemplo es el manejo en el tiempo en que se levanta la veda del camarón, no es igual para toda la región que cubre el estado de Sonora, se trata de diferenciar las condiciones ambientales de cada lugar, el estatus o clasificación del área, por ser un área natural protegida y a su vez los decretos establecidos para la reserva no tipifican un tipo de arte de pesca que se deba utilizar y no impacte el ecosistema marino (ver DOF 1993, 1996, 2005).

El caso de la reserva del AGC es complicado y requiere de trabajo de investigación pesquera y social. El buen funcionamiento precisa de un manejo distinto, donde se establezca un número adecuado de embarcaciones menores que operen en el lugar, modernización de la flota pesquera, proponer alternativas a las embarcaciones mayores de la zona. Además, de cambios en artes y técnicas de pesca, adecuar las vedas a las épocas que se presentan los desoves por especie en el año y que estos sean monitoreados y evaluados por el INAPESCA

para verificar si han tenido éxito en su aplicación, a través de programas a mediano plazo para incrementar el conocimiento del manejo de la pesca, sus beneficios y los niveles de protección hacia el ecosistema (Hilborn *et al.* 2005).

Otra alternativa posible de manejo es involucrar de manera directa a los pescadores en el cuidado y manejo de la pesca, reduciendo costos de operación y se vuelve una responsabilidad directa de la comunidad el cuidado de su área de manejo (King y Faasili 1999). Esta opción puede ser aplicada, significa la concesión territorial de la pesca en áreas contiguas a las comunidades pesqueras, como los pescadores ribereños de San Felipe que son los que pueden incidir directamente sobre el refugio de la vaquita, ellos podrían mantener un control sobre el número de embarcaciones que van a pescar en el refugio y el tipo de captura adecuado para no impactar sobre las poblaciones de vaquita dentro del polígono.

El manejo compartido de la reserva con los pescadores puede ser importante para disminuir el impacto sobre las áreas más críticas para la conservación y reproducción de los organismos marinos como lo es la zona núcleo y el refugio de la vaquita, permitiendo vedas temporales en estos lugares sobre todo en las etapas críticas de la reproducción de las especies como la vaquita y totoaba (King y Faasili 1999, Gell y Roberts 2003).

Los mayores volúmenes de producción de camarón por temporada de pesca en el AGC, por el sector de altamar y ribereño, reporta que la captura de ambas flotas de camarón azul puede representar del 60-80 % de la producción, el resto corresponde a camarón café.

Es necesario continuar las investigaciones que incorporen nuevas medidas de manejo, estrategias que permitan generar valor agregado en los recursos pesqueros capturados y minimizar los efectos económicos adversos de la actividad pesquera, o bien identificar cuáles deben de ser las medidas que han de tomarse para evitar daños que pudieran poner en peligro el ecosistema. La realidad actual, es que la pesca del camarón ha reducido sus cifras y ganancias en cierta medida y que el incremento del esfuerzo pesquero sigue siendo un problema.

En términos relativos no se debe aumentar el esfuerzo para permitir mejores rendimientos, ya que se tendría acceso a mejorar la población de camarón, sobre esa base se propone un manejo

compartido por cuotas de captura, la biomasa se mantendría al nivel de referencia del rendimiento estimado. En este trabajo se obtuvo valores de cuota de captura que permiten que la biomasa se mantenga y se incrementé a lo largo del tiempo, se podría considerar que si se opta una estrategia de cuota de captura para el camarón azul del AGC que no sea superior a las 2,400 t. Si se desea un incremento en la biomasa de la especie, entonces la cuota debe disminuir aun más, las cuotas analizadas están estimadas sobre la base histórica de las capturas, en el estudio se hace evidente que hay un riesgo en el mantenimiento del nivel óptimo de la biomasa.

Se recomienda proponer y establecer comité de evaluación, que una de sus funciones sea el de proponer un sistema de cuota de captura de camarón en el período inicial de la temporada de captura (septiembre-diciembre), donde predomina el camarón azul con alto valor comercial, se daría el inicio con las fechas del actual sistema de captura en ambas flotas.

En un segundo periodo la captura podría ser dirigida a la captura del camarón café *Farfantepenaeus californiensis*, durante los meses de noviembre a febrero. La captura se realizaría únicamente por barcos o embarcaciones mayores, se recomienda capturar hasta una semana antes de que se decrete la veda de camarón en el Pacífico mexicano.

La estimación de biomasa para camarón azul en el AGC mostró que la capacidad de carga del sistema para la especie camarón azul y el máximo rendimiento sostenido puede ser de 6,325 t, para obtener este rendimiento el cual es entendido como la biomasa que nos llevaría a alcanzar el valor del rendimiento esperado (BMRS). Se calculó la tasa óptima de explotación, como punto de referencia. Sin embargo, se consideran valores precautorios de captura sobre una base histórica de datos, de tal forma que la propuesta muestra como se puede mantener el volumen de las capturas en el largo plazo.

La cuota de captura permisible de 2,200 t de camarón azul se podría monitorear en los puntos de descarga únicos y con seguimiento de los avisos de arribo. Si la cuota no se alcanza el comité de evaluación puede proponer transferir las cuotas entre las entidades económicas y ampliar en tiempo de extracción, estrategia que se debería adoptar al menos por un periodo para evaluar su efectividad.

Se propone una captura alternativa en dos tiempos distinta a la que ahora se aplica en la pesquería de camarones, el objetivo

es mejorar la biomasa remanente del camarón azul para obtener mejores reclutamientos, y potencialmente puedan incrementar los rendimientos orientado a la propuesta de capturar camarones silvestres adultos, que son los que alcanzan un mayor valor en el mercado internacional.

Es importante que en la estrategias de manejo coparticipen por igual el gobierno, organizaciones no gubernamentales y los pescadores, ya que estos últimos son los que más conocen de la problemática que vive la pesca y de las soluciones que se pueden dar para mejorar su actividad económica, apoyados de la asesoría científica y económica que pueden dar las instituciones educativas a los usuarios. Un buen manejo de la reserva puede llevar a la sustentabilidad de la actividad pesquera y a la recuperación de las especies en peligro de extinción.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parte de la tesis de Doctorado de ARGJ. Se agradece el apoyo del Instituto Nacional de Pesca, el cual aportó el financiamiento para la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- Alvarez-Borrego, S., Flores-Báez, B. P., Galindo-Bect, L. A. (1975). Hidrología del Alto Golfo de California II. Condiciones durante invierno, primavera y verano. *Cien. Mar.* 2: 21-36.
- Álvarez-Borrego, S., Galindo-Bect, M. S. (1974). Hidrología del alto Golfo de California I. Condiciones durante otoño. *Cienc. Mar.* 1: 46-64.
- Barreiro-Güemez, T. (1986). Estudio sobre la madurez y desove de *Penaeus vannamei* y *P. californiensis* (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) en la costa sur de Sinaloa. In: Memorias del Primer Intercambio Académico sobre Investigaciones en el Mar de Cortés. Hermosillo, Sonora, México. pp. 1-29.
- Chapa-Saldaña, H., Soto-López, R. (1969). Relaciones de algunos factores ecológicos con la producción camaronera de las lagunas litorales de sur de Sinaloa, México. (Relationship of some ecological factors and shrimp production of the littoral lagoons in the south of Sinaloa, México) In: Ayala-Castañares, A., Phleger, F. B. (eds.), Coastal lagoons a symposium. UNAM-UNESCO. México. pp. 653-662.
- DOF. (1993). Diario Oficial de la Federación. 10 de junio de 1993. Secretaría de Gobernación. México.
- Edwards, R. C. (1978). The fishery and fisheries biology of the penaeid shrimp on the Pacific Coast of Mexico. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 145-180.

## MANEJO DE CAMARÓN AZUL

- Folmer, O., Pennington, M. (2000). A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fish. Res.* 49: 165-178.
- García, S., Le Reste, L. (1987). Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. *FAO Doc. Téc. Pesca.* 203 p.
- García-Juárez, A. R., Rodríguez-Domínguez, G., Lluch-Cota, D. B. (2009). La cuota de captura de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* como instrumento de gestión. *Cienc. Mar.* 35(3): 297-306.
- Gell, F. R., Roberts, C. M. (2003). Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. *Trends. Ecol. Evol.* 18: 448-455.
- Hendrickx, M., Salgado-Barragán, E. J., Maeda-Martínez, M. A. (1995). Abundance and diversity of macrofauna (fish and decapod crustaceans) in *Penaeus vannamei* culture ponds in Western Mexico. *Aquaculture.* 143: 61-73.
- Hilborn, R., Stokes, K., Maguire, J. J., Smith, T., Botsford, L. W., Mangel, M., Orensanz, J., Parma, A., Rice, J., Bell, J., Cochrane, K. L., Garcia, S., Hall, S. J., Kirkwood, G. P., Sainsbury, K., Stefansson, G., Walters, C. (2004). When can marine reserves improve fisheries management?. *Ocean Coast. Manag.* 47: 197-205.
- Hilborn, R., Parrish, J. K., Litle, K. (2005). Fishing rights or fishing wrongs?. *Rev. Fish Biol. Fish.* 15:191-199.
- Hilborn, R., Walters, C. J. (1992). *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty.* Chapman and Hall, New York.
- Hilborn, R., Mangel, M. (1997). *The ecological detective. Confronting models with data.* Monographs in population biology. Princeton Academic Press.
- Kimura, D. K. (1981). Standardized measures of relative abundance based on modeling log (CPUE), and the application to Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*). *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 39: 211-218.
- King, M., Faasili, U. (1999). Community-based management of subsistence fisheries in Samoa. *Fish. Manag. Ecol.* 6: 133-4.
- King, M. (1995). *Fisheries biology, assessment and management.* Fishing News Books, Australia.
- Lavín, M. F., Durazo, R., Palacios, E., Argote, M. L., Carrillo, L. (1997). Lagrangian observations of the circulation in the northern Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 27: 2298-2305.
- Lavín, M. F., Godínez, V. M., Álvarez, L. G. (1998) Inverse-estuarine features of the Upper Gulf of California. *Est. Coast. Shelf Sci.* 47: 769-795.
- Lavín, M. F., Sánchez, S. (1999). On how the Colorado river affected the hydrography of the upper Gulf of California: *Cont. Shelf Res.* 19: 1545-1560.
- Lavín, M. F., Palacios-Hernández, E., Cabrera, C. (2003). Sea surface temperature anomalies in the Gulf of California. *Geofísica Internal.* 42: 363-375.
- Lluch-Belda, D., Guzman, S., Soto, R. L. (1972). Programa camarón del Pacífico. Resultados parciales de muestreos en lagunas costeras del Noroeste. (Pacific shrimp programme. Partial results of Surveys in Coastal lagoons of the Northwest). *Informe Tecnico INP/S1: 14,* Instituto Nacional de la Pesca, México: 1-3.
- López-Martínez, J., Rabago-Quiroz, C., Nevárez-Martínez, M. O., García-Juárez, A. R., Rivera-Parra, G., Chávez-Villalba, J. (2005). Growth, reproduction, and



- size at first maturity of blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) along the east coast of the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.* 71: 93-102.
- Madrid-Vera, J., Amezcua, F., Morales-Bojórquez, E. (2007). An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp-trawl fishery. *Fish. Res.* 83: 81-89.
- Mathews, C. P. (1981). A review of the North American penaeid fisheries, with particular reference to Mexico. Kuwait. *Bull. Mar. Sci.* 2: 325-409.
- Morales-Bojórquez, E., López-Martínez, J. (1999). The brown shrimp fishery in the Gulf of California, Mexico. *CalCOFI Reports.* 40: 28.
- Ortega, S. A., Nuñez, P. A. (1974). Migración de postlarvas de camarón *Penaeus* spp. entre Mazatlán, Sinaloa y San Blas, Nayarit, México. (Migration of postlarvae of *Penaeus* spp. between Mazatlán, Sinaloa and San Blas, Nayarit, Mexico) V. Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, Mexico, octubre 1974.
- Pauly, D., Arreguín-Sánchez, F. (1995). Improving Shepherd's length composition analysis (SLCA) method for growth parameter estimation. *NAGA ICLARM Q.* 18(4): 31-33.
- Pauly, D. (1987). A review of the ELEFAN system for the analysis of length frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conf. Proc.* 13:7-34.
- Pennington, M., Stromme, T. (1998). Surveys as a research tool for managing dynamics stocks. *Fish. Res.* 37: 97-106.
- Pennington, M. (1983). Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics.* 39: 281-286.
- Pennington, M. (1986). Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull.* 84: 519-525.
- Pennington, M. (1996). Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. *Fish. Bull.* 94: 498-505.
- Pérez-Farfante, I. (1988). Illustrated key to penaeid shrimps of commerce in the Americas. NAOO Technical Report NMFS 64. Abril 1988.
- Polacheck, T., Hilborn, R., Punt, A. (1993). Fitting surplus production models: comparing methods and measuring uncertainty. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 2597-2607.
- Punt, A., Hilborn, R. (1996). Biomass dynamic models. User's manual. FAO computerized information series (Fisheries). Rome. 62 p.
- Punt, A., Japp, D. W. (1994). Stock Assessment of the Kingklip (*Genypterus capensis*) resource off South Africa. *S. African J. Mar. Sci.* 14: 133-149.
- Punt, A. (1992). Selecting management methodologies for marine resources, with an illustration for southern African hake. *S. African J. Mar. Sci.* 12: 943- 958.
- SEMARNAT. (2002). Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Federalización y Descentralización de Servicios Forestales y de Suelo. México.
- Shepherd, J. G. (1987). A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data p. 113-119. In: D. Pauly y G. R. Morgan, (eds.), Length-based methods in fisheries research. *ICLARM Conf. Proc.* 468 p.
- Soto, L. R., Bush, R. (1975). Análisis de los muestreos de camarón en los esteros del sur de Sinaloa. Temporada 1973. Programa camarón del Pacífico. Instituto Nacional de la Pesca México. INP/S1: 15 p.

## MANEJO DE CAMARÓN AZUL

- Sparre, P., Venema, S. C. (1995). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca no. 306.1Rev., 440 pp.
- Venzon, D. J., Moolgavkar, S. H. (1988). A Method for computing profile likelihood-based confidence intervals. *Appl. Stat.* 37: 87-94.

---

### CITA DE CAPÍTULO 18

García-Juárez, A. R. 2012. Propuesta de manejo para la pesquería de camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) en el alto Golfo de California. 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. 355-384.

## CAPÍTULO 19

## Distribución y abundancia de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el norte de Sinaloa, México.

Enrique Morales-Bojórquez<sup>1\*</sup>, Juan Madrid-Vera<sup>2</sup>, Juan Gabriel Díaz-Uribe<sup>3</sup>,  
Hugo Aguirre-Villaseñor<sup>2</sup>, Alejandro Liedo-Galindo<sup>4</sup>, Darío Chávez-Herrera<sup>2</sup>,  
Juan Melchor-Aragón<sup>2</sup>, Horacio Muñoz-Rubí<sup>2</sup> y Armando Hernández-López<sup>5</sup>.

## RESUMEN

Este estudio presenta las variaciones en abundancia relativa, distribución espacial y estructura de tallas del camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en la región norte de Sinaloa, México, también conocida como la zona 30, limitada desde Topolobampo hasta el sur de El Dorado, Sinaloa.

**Palabras clave:**  
Abundancia relativa  
Camarón café  
Sinaloa

Dentro de la zona 30 se analizaron los cruceros de veda de camarón dentro del periodo de 1992 a 2006, principalmente aquellos meses previos a la apertura de la temporada de pesca, por lo que se asume que la información es un buen indicador de la condición de la población antes que inicie la pesca. Espacialmente, el camarón café mostró un amplio rango de distribución, con preferencia hacia la zona norte del área de estudio, principalmente entre las áreas delimitadas por Topolobampo y La Reforma. De igual manera, la especie mostró abundancias más altas en estaciones de mayor profundidad. La estructura de tallas de camarón café dentro de la

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC. Mar Bermejo 195. Col. Playa Palo de Santa Rita. CP. 23090. La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de la Pesca. CRIP Mazatlán, Av. Camarón Sábalo s/n. CP. 82100. Mazatlán, Sinaloa, México.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de la Pesca. CRIP La Paz. Carretera a Pichilingue s/n. CP. 23020. La Paz, Baja California Sur, México.

<sup>4</sup>Instituto Nacional de la Pesca. Oficinas centrales, Pitágoras 1320. Col. Santa Cruz Atoyac, CP. 03310. México, D.F.

<sup>5</sup>Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. IPN. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n. Col. Playa Palo de Santa Rita. CP. 23090. La Paz. Baja California Sur, México.

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

zona 30 mostró un patrón unimodal, lo cual sugiere que dentro del periodo de estudio de 1992 a 2006, solo se encontraba una cohorte o generación de individuos. La zona 30 mostró que durante el periodo de 1992 a 1999 los rendimientos fueron menores a 10 kg/h, sin embargo, a partir del año 2000 se registró una tendencia positiva del rendimiento que fue de casi 10 kg/h en 2000, a más de 60 kg/h en 2006. Lo anterior sugiere una recuperación notable en la abundancia relativa de la especie. Los patrones de cambio mostraron una aparente sincronía con los eventos de calentamiento tipo el Niño y aunque este estudio no los relacionó para probar alguna relación, el efecto de calentamiento fue coincidente con lo observado en las caídas del indicador de abundancia relativa.

## INTRODUCCIÓN

La pesquería de alta mar de camarón en el Golfo de California incluye tres especies de importancia comercial; camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931), camarón café (*Farfantepenaeus californiensis* Holmes, 1900) y camarón azul (*Litopenaeus stylirostris* Stimpson, 1874). La pesquería inició durante los 1930's con barcos sardineros modificados, posteriormente, la flota creció hasta 800 embarcaciones durante 1971 y alcanzó las 1700 embarcaciones en la década siguiente; sin embargo, el rendimiento no aumentó y las capturas solo variaron entre las 25,000 t y 27,000 t. El indicador de abundancia relativa de la flota, es decir, la captura por unidad de esfuerzo, disminuyó de 40 t a 15 t. Dentro del Golfo de California, los estados de Sonora y Sinaloa obtienen la mayor parte de la captura, aunque los estados de Oaxaca y Chiapas también contribuyen, con menores capturas (Magallón-Barajas 1987). Las capturas anuales en el océano Pacífico mexicano son casi 25,000 t en la actualidad.

La pesquería de camarón café (*F. californiensis*) es una pesquería bien desarrollada dentro del Golfo de California, que aparentemente opera sobre un solo stock dentro de todo su rango de distribución (Morales-Bojórquez y López-Martínez 1999). El ciclo de vida de la especie es de afinidad marina, aunque puede sobrevivir en aguas asociadas a bahías o esteros en estadios de postlarva (Valenzuela-Quiñonez *et al.* 2006). La evaluación del recurso normalmente se ha basado en datos de la pesquería comercial (Morales-Bojórquez *et al.* 2001). La pesquería inicia cada temporada durante los meses

de verano, usualmente septiembre, cuando el crecimiento del camarón alcanza una talla óptima que maximiza su rendimiento, esto también coincide con el periodo de reclutamiento a la zona, el cual se completa durante el mismo periodo de tiempo. El periodo de veda o restricción a la pesca sucede durante los meses de marzo a julio de cada año. La temporalidad de la época de veda puede variar dependiendo de su patrón reproductivo, o de las repentinas caídas en abundancia, rendimiento o captura por unidad de esfuerzo.

Aunque se ha logrado un manejo efectivo de la pesquería, se requiere información acerca de la variabilidad espacial y temporal de la especie, sobre todo si la información proviene de datos independientes de la pesquería, ya que pueden dar una visión de los cambios que se podrían esperar en la pesquería. La información también es útil para los administradores, contribuyendo a mejorar el manejo, es decir, planificar estrategias cuando se observa una alta abundancia, o proteger la población cuando hay efectos adversos dados por la variabilidad biológica, inestabilidad demográfica o cambio ambiental que tenga efectos negativos sobre el recurso. En este estudio se presenta la serie temporal de abundancia relativa, distribución y estructura de tallas de camarón café en la zona norte de Sinaloa.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Este estudio analizó la estructura de tallas y la abundancia relativa de la especie de camarón café en la zona norte de Sinaloa, también conocida como zona 30, que cubren la región geográfica comprendida desde Topolobampo (TOP), La Reforma (REF) y hacia el sur de El Dorado (DOR). El análisis se apoyó en la base de datos histórica del Instituto Nacional de Pesca, mismo que realiza cruceros de investigación durante la temporada de veda. Esta información es importante porque permite tener una evaluación de la condición de las poblaciones de camarón previo a la apertura de cada temporada de pesca, por consiguiente, el conocimiento de la variabilidad en la estructura de tallas y en la abundancia relativa es un indicativo de al menos dos rasgos biológicos de las poblaciones, el primero con su estructura de tallas, que indica si el reclutamiento en alta mar ha sucedido y el segundo está relacionado con su abundancia relativa, que muestra la potencial biomasa disponible a la captura de cada

especie. Los datos analizados cubren el periodo de 1992 a 2006. En cada crucero analizado, únicamente se ha considerado el mes previo a la apertura de la temporada.

#### *Muestras biológicas*

Las actividades de investigación se realizaron a bordo de las embarcaciones de investigación pesquera BIP XI y BIP XII propiedad del Instituto Nacional de Pesca, adscritas al Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas y Mazatlán respectivamente. Los cruceros tuvieron una cobertura en profundidad desde las 5 hasta las 50 brazas.

#### *Análisis de estructura de tallas*

Se obtuvo la estructura de tallas de la especie previo a la apertura de cada temporada de pesca. Este aspecto es de particular relevancia, dado que es una aproximación a la abundancia de la cohorte de individuos viejos dentro de cada población y a su vez, indicador del éxito del reclutamiento en la zona de alta mar.

La estimación de las cohortes observadas en las distribuciones de tallas de las capturas, fueron determinadas a través del análisis de frecuencias de longitud total. Se utilizó una distribución multinomial de acuerdo con la siguiente función de densidad:

$$P\{x_i | n, p_1, p_2, \dots, p_k\} = n! \prod_{i=1}^k \frac{p_i^{x_i}}{x_i!} \quad (1)$$

Donde  $x_i$  es el número de veces que un evento tipo  $i$  sucede en  $n$  muestras,  $n$  es el tamaño de la muestra; y  $p_i$  son las probabilidades separadas de cada uno de los eventos tipo  $k$  posibles. Para la estimación de los parámetros del modelo, es necesario transformar la ecuación en una expresión de verosimilitud, así que la nueva expresión es como sigue:

$$-\ln L\{x_i | n, p_1, p_2, \dots, p_k\} = \sum_{i=1}^n [x_i \ln(p_i)] \quad (2)$$

El principal supuesto para la estimación de los parámetros, es que la distribución de tallas para cada longitud promedio o modal puede analizarse con una distribución normal, determinando que cada moda es correspondiente a una diferente cohorte en la población. Bajo esta condición, las estimaciones de las proporciones relativas

esperadas de cada categoría de longitud se describieron a partir de la siguiente función de densidad:

$$p_{L_F} = \frac{1}{\sigma_n \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(L_F - \mu_F)^2}{2\sigma_n^2}} \quad (3)$$

Donde  $\mu_F$  y  $\sigma_F$  son las media y la desviación estándar de la longitud total de cada cohorte. De tal forma que para estimar las frecuencias esperadas y estimar los parámetros del modelo, es necesario contrastar los valores estimados y observados a través de la siguiente función logarítmica de distribución multinomial (Haddon 2001):

$$-\ln L \{ \mu_F, \sigma_F \} = -\sum_{i=1}^n L_i \ln(\hat{p}_i) = -\sum_{i=1}^k L_i \ln \left( \frac{\hat{L}_i}{\sum \hat{L}_i} \right) \quad (4)$$

En esta expresión los parámetros  $\mu_F$  y  $\sigma_F$  corresponden a las medias y las desviaciones estándar de la longitud total que correspondieron a las  $n$  medias que están presentes en la distribución de longitudes de cada crucero. Los parámetros del modelo fueron estimados cuando la función de verosimilitud (ec. 4) fue minimizada con el algoritmo de búsqueda directa de Newton (Neter *et al.* 1996). Una vez estimadas las cohortes dentro de cada población de camarón, se presentó la variación en la talla media de captura para toda la serie de tiempo (1992 a 2006).

#### *Distribución espacial de las especies de camarón*

Los datos de captura por unidad de tiempo (kg/h) desde 1992 a 2006 se graficaron para la zona norte de Sinaloa, de tal forma, que se ubicó la variación espacial de camarón café. Las estaciones de pesca experimental fueron graficadas en el software Golden Surfer ver.8.0. Las gráficas de la zona 30 representaron el mes previo a la apertura de la temporada en todos los casos.

#### *Estimación de abundancia relativa*

Una vez descrita la abundancia espacial de la especie. Se estimó un indicador de abundancia relativa dentro de la zona de estudio. Por consiguiente, fue posible calcular el valor promedio del rendimiento, este fue expresado como kilogramos por hora de arrastre. Una vez calculado el valor respectivo, se presentó la variación a lo largo del periodo de 1992 a 2006.

Debido a que los datos de abundancia relativa obtenidos con cruceros de investigación tienen una varianza tan grande como su promedio y que por consiguiente son valores altamente desviados, es necesaria la aplicación de estimadores con distribución lognormal para el cálculo de la media y la varianza (McConnaughey y Conquest 1992, Conquest *et al.* 1996, Pennington 1996, Morales-Bojórquez *et al.* 2008). El principal problema es el grado de desviación, que es causado por la alta proporción de ceros que comúnmente se observa, donde la estimación de los intervalos de confianza es complicada por la distribución asimétrica de la información (Pennington 1986). El estimador insesgado de la varianza (denotado como  $c$  y  $d$ ) de la media,  $c$ , para la distribución  $\Delta$  son dadas por Pennington (1983, 1996):

$$c \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(\bar{y}) g_m(s^2/2), & m > 1 \\ \frac{x_1}{n}, & m = 1 \\ 0, & m = 0 \end{cases} \quad (5)$$

y

$$d \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(2\bar{y}) \left\{ g_m(2s^2) - \left( \frac{m-1}{n-1} \right) g_m \left( \frac{m-2}{m-1} s^2 \right) \right\}, & m > 1 \\ \frac{x_1}{n}, & m = 1 \\ 0, & m = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Donde  $n$  es el número de unidades muestrales,  $m$  es el número de unidades con valores diferentes de cero,  $\bar{y}$  y  $s^2$  son la media y varianza muestral de los valores  $\log_e$  diferentes de cero,  $x_i$  es un solo valor diferente de cero (no transformado) cuando  $m = 1$  y  $G_m(x)$  es una función de  $x$  y  $m$  (Pennington 1983, 1986 y 1996) mostrado como:

$$G_m(x) = 1 + \frac{m-1}{m} x + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(m-1)^{2j-1} x^j}{m^j (m+1)(m+3)\dots(m+2j-3)j!} \quad (7)$$

El estimador insesgado de la varianza de  $c$  ( $\text{var}_{\text{est}}(c)$ ) está dado por (Folmer y Pennington 2000):



$$\text{var}_{\text{est}}(c) \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(2\bar{y}) \left\{ \frac{m}{n} g_m \left( \frac{s^2}{2} \right) - \left( \frac{m-1}{n-1} \right) g_m \left( \frac{m-2}{m-1} s^2 \right) \right\}, & m > 1 \\ \left( \frac{x_1}{n} \right)^2, & m = 1 \\ 0, & m = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Cuando  $n = m$ , el estimador supone una distribución lognormal (McConaughy y Conquest 1992, Lo *et al.* 1992, Conquest *et al.* 1996).

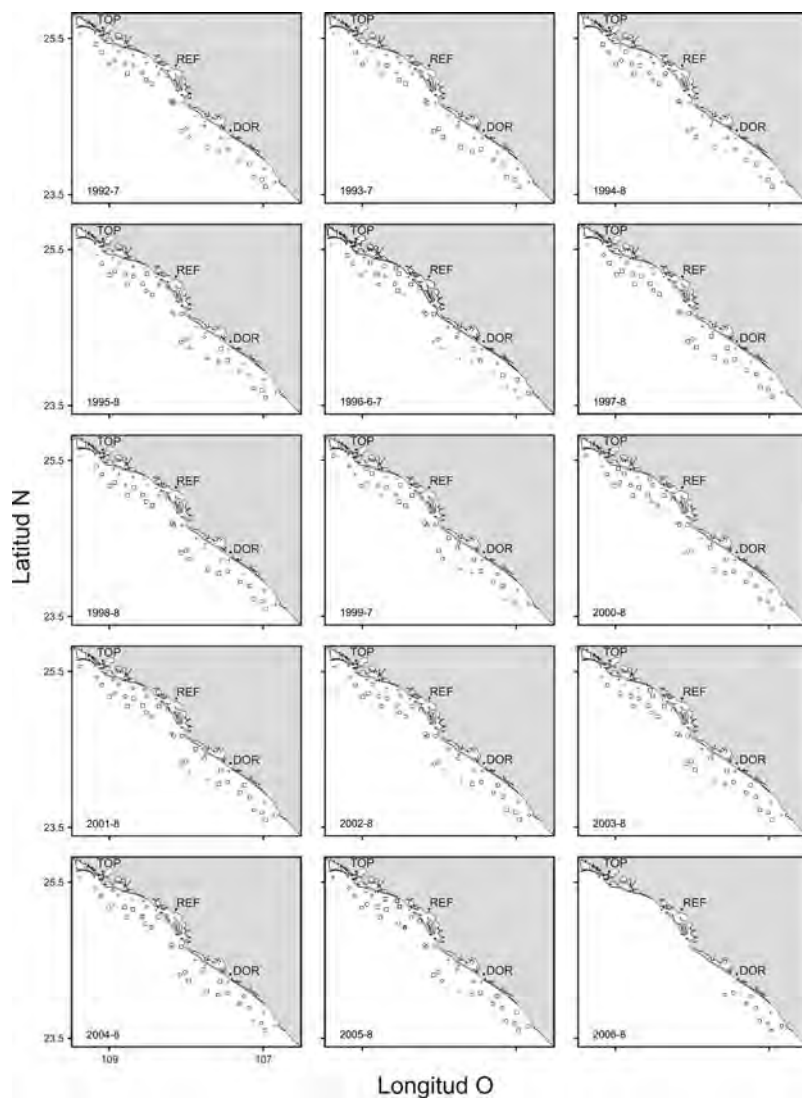
## RESULTADOS

Dentro de la zona 30 se localizó al camarón café ampliamente distribuida, tanto en zonas cercana a la costa, como alejadas de ella (fig. 1).

Entre TOP, REF y DOR se registró el mayor rendimiento para los años de 1992 y 1993, sin embargo, para 1994 el rendimiento disminuyó hacia el sur de DOR con valores entre 5 y 10 kg/h (fig. 1). Para 1995, se pudieron obtener rendimientos entre 30 y 35 kg/h, localizados entre REF y DOR, aunque el patrón de distribución espacial fue mayormente favorecido en la región norte de la zona 30, es decir, entre TOP y REF (fig. 1). Durante 1996 y 1997, la mayor cantidad de estaciones positivas (con captura) se observaron en la parte norte y posteriormente durante el periodo de 1998 a 2000 el patrón de distribución de camarón café se observó más homogéneo, inclusive con altos rendimientos (30 y 35 kg/h) al sur de DOR (fig. 1). El mismo patrón de distribución fue observado hacia los siguientes años, mostrando bajo número de estaciones negativas (sin captura) dentro del periodo de 2001 a 2006. La zona 30, de acuerdo a las estimaciones, es zona de amplia distribución de camarón café; básicamente la especie se puede localizar en zonas lejanas y cercanas a la costa, aunque los rendimientos más altos (30 y 35 kg/h) se localizaron en sitios lejanos a la costa (fig. 1).

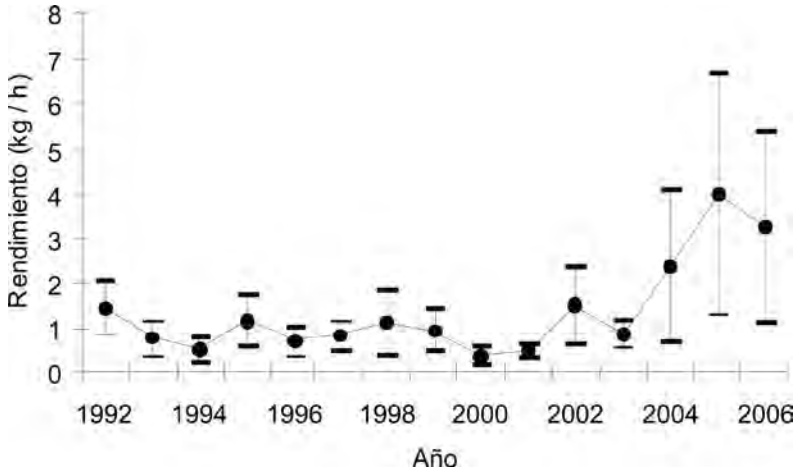
Los valores del rendimiento promedio para cada zona donde se localizó camarón café se muestran en la figura 2. Durante el periodo de 1992 a 1999 los rendimientos fueron menores a 10 kg/h (fig. 2), sin embargo, a partir del año 2000 se registró una tendencia positiva

del rendimiento que fue de casi 10 kg/h en 2000, a más de 60 kg/h en 2006, lo anterior sugiere una recuperación notable en la abundancia relativa de la especie.



**Figura 1.** Distribucion espacial de *Farfantepenaeus californiensis* en la zona 30. Los intervalos de abundancia relativa por hora de arrastre son: + 0 kg/h; ◇ 0.1 - 5 kg/h; □ 5.1 - 10 kg/h; ○ 10.1 - 15 kg/h; △ 15.1 - 20 kg/h; ⊠ 20.1 - 25 kg/h; 25.1 - 30 kg/h; ✱ 30.1 - 35 kg/h.

La estructura de tallas de camarón café dentro de la zona 30 mostró un patrón unimodal (fig. 3). Lo cual sugiere que dentro del periodo de estudio de 1992 a 2006, solo se encontraba una cohorte o generación de individuos.



**Figura 2.** Tendencia del índice de abundancia relativa de *Farfantepenaeus californiensis* en la zona 30.

La figura 4 muestra como se presentaron las variaciones en la talla promedio de camarón café, en general se observó un patrón irregular en la variación anual de la talla promedio, desde 1993 hasta 1998 la talla decreció, pasando de 157 mm de longitud total a casi 145 mm de longitud total (fig. 4). También se observó una fase de incremento en la talla de captura de la temporada de 2001 a 2005 (fig. 4).

## DISCUSIÓN

En términos generales se pudo observar que el camarón café *Farfantepenaeus californiensis* mostró un amplio rango de distribución, con preferencia hacia la zona norte del área de estudio, principalmente entre las áreas delimitadas por Topolobampo y La Reforma. De igual manera, la especie mostró abundancias más altas en estaciones de mayor profundidad, de tal manera que las capturas en estaciones más profundas fueron las más exitosas en comparación con estaciones costeras. La abundancia relativa de la especie, representada a través de su valor promedio dentro de la zona de estudio, se observó con valores bajos dentro del periodo de

CAMARÓN CAFÉ DEL NORTE DE SINALOA

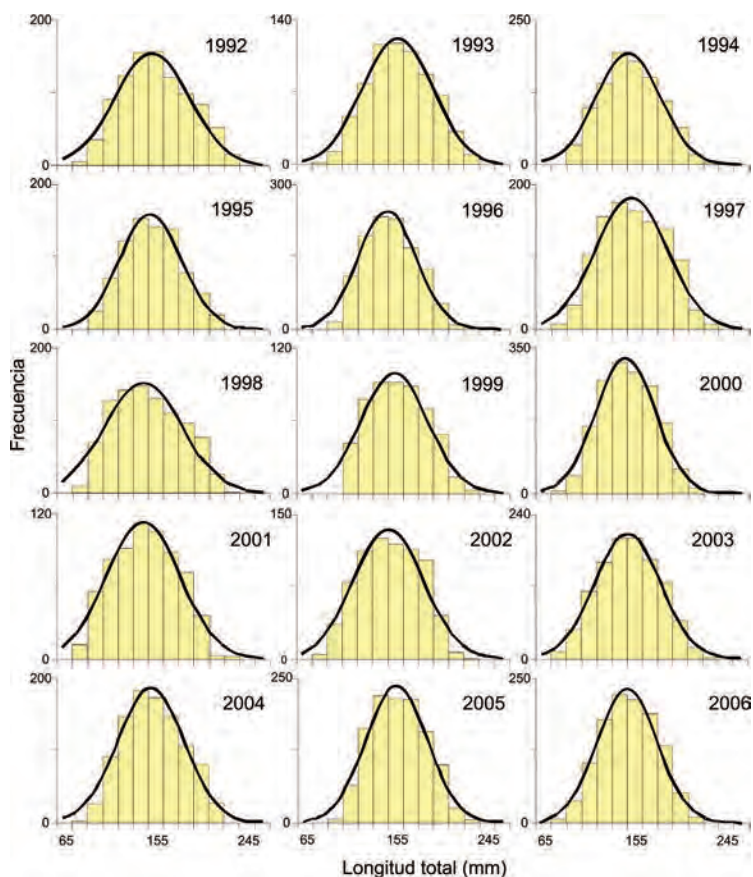


Figura 3. Estimación de las modas presentes para *Farfantepenaeus californiensis* en la distribución de tallas (mm) de cada crucero y año dentro de la zona 30.

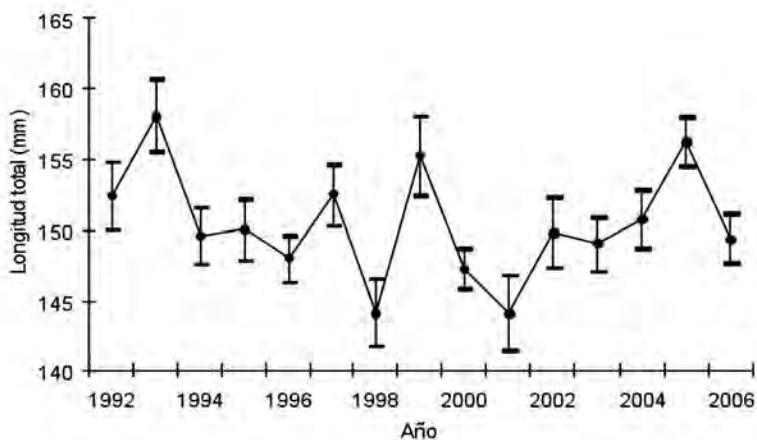


Figura 4. Tendencia de la talla promedio de *Farfantepenaeus californiensis* en la zona 30.

1992 a 2004. Dentro de este periodo se presentaron varios eventos cálidos en la corriente de California.

Los años de 1992, 1993, 1997 y 2004 presentaron caídas en los índices de abundancia relativa. Los años previamente mencionados fueron identificados como añosel Niño (Hamman *et al.* 1995, Lynn *et al.* 1995, Mullin 1995, Murphree y Reynolds 1995, Hayward 1993, Hayward 2000, Lea y Rosenblatt 2000, Goericke *et al.* 2005). Está es una razonable hipótesis para la caída del índice de abundancia relativa de *Farfantepenaeus californiensis*, ya que es notable como el rendimiento promedio de toda la zona de estudio estuvo abatido con rendimientos menores a los 10 kg/h, en algunos años a casi 2 kg/h.

La relación entre la temperatura del agua y la dinámica de las poblaciones de camarón ha sido documentada previamente. Los regímenes oceanográficos tiene un papel relevante, por ejemplo en el camarón rosado *Farfantepenaeus duorarum* de la sonda de Campeche, los factores de mayor impacto sobre esta especie son las temporadas de lluvia y de tormentas asociadas con los fuertes vientos del norte (Ramírez-Rodríguez y Arreguín-Sánchez 2003). Para *Farfantepenaeus californiensis*, López-Martínez *et al.* (2003) analizaron el efecto de la temperatura sobre el crecimiento individual de la especie. El estudio demostró que la temperatura óptima para su crecimiento es de 25 °C y la tasa de crecimiento disminuye al incrementarse este valor. Estudios adicionales de laboratorio mostraron que la especie reduce su alimentación y se muestra aletargado a los 19 °C o incluso a menor temperatura. A temperaturas superiores a 27 °C la especie incrementa su consumo alimenticio, pero su muda es incompleta y se vuelven vulnerables y mueren.

Castro-Ortiz y Lluch-Belda (2008) analizaron la relación entre la captura de camarón de alta mar y algunos factores ambientales en el Golfo de California. Utilizaron datos de Guaymas, Sonora y de Mazatlán, Sinaloa; y encontrón una relación empírica entre las capturas de camarón y el índice de oscilación decenal del Pacífico. El impacto de este índice sucede principalmente en el periodo de enero a junio, cuando la temperatura superficial del mar decrece y la actividad reproductiva de las poblaciones de camarón declina. Como consecuencia de lo anterior las temporadas de reproducción de acortan y se pueden observar fallas en el reclutamiento. El mismo efecto ha sido reportado en la región del Pacífico norte

cuando un evento el Niño se ha presentado en aquella región. Por ejemplo *Sicyonia penicillata* es afectado en su crecimiento individual y reclutamiento (López-Martínez *et al.* 2002). Para *Farfantepenaeus californiensis* López-Martínez *et al.* (2003) encontraron una relación entre la temperatura superficial del mar y el coeficiente de crecimiento individual. Mientras que para aguas de Kuwait la distribución de las especies de camarón están asociadas con la salinidad, la temperatura y la profundidad (Ye *et al.* 1999). Aunque este estudio no muestra la relación entre la temperatura y la variación de la abundancia relativa, se observaron patrones de coincidencia entre un periodo de caída en el indicador y la presencia de eventos de calentamiento. Se asume que el índice de abundancia relativa puede estar respondiendo al efecto de la temperatura y que a su vez indique el potencial rendimiento dentro de la región.

En este estudio se analizó la variabilidad espacial y del indicador de abundancia relativa de camarón café. El análisis se realizó usando datos previos a la apertura de la temporada de pesca. Se considera que la población de camarón depende para su recuperación de su tasa intrínseca de crecimiento poblacional y de la abundancia de la biomasa reproductora, sin embargo, estos dos rasgos demográficos todavía son desconocidos. Se asume que el indicador de abundancia relativa puede funcionar como un índice temprano de la captura potencial de la temporada de pesca. Su calidad como predictor puede ser incrementado, si se asocia al efecto de la temperatura, de tal forma que se pueda identificar la zona de distribución más abundante y los rendimientos promedios esperados.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del personal científico y técnico del Instituto Nacional de Pesca, principalmente al Centro Regional de Investigación Pesquera de Mazatlán.

## REFERENCIAS

- Castro-Ortiz, J. L., Lluch-Belda, D. (2008). Impacts of interannual environmental on the shrimp fishery off the Gulf of California. CalCOFI Reports. 49: 183-190.
- Conquest, L., Burr, R., Donnelly, J., Chavarria J., Gallucci, V. (1996). Sampling methods for stock assessment for small-scale fisheries in developing countries. In: Gallucci, V., Saila, S., Gustafson, D. J., Rothschild, B. J. (eds.),

- Stock Assessment: Quantitative Methods and Applications for Small Scale Fisheries. New York: CRC Press. pp. 179-225.
- Folmer, O., Pennington, M. (2000). A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fis. Res.* 49: 165-178.
- Goericke, R., Venrick, E., Mantyla, A., Bograd, S., Schwing, F., Huyer, A., Smith, R., Wheeler, P., Hoof, R., Peterson, W., Chávez, F., Curtis, C., Marinovic, B., Lo, N., Gaxiola-Castro, G., Durazo, R., Hyrenbach, K. D., Sydeman, W. (2005). State of the California Current, 2004-2005: Still Cool?. *CalCOFI Reports.* 46: 32-71.
- Haddon, M. (2001). Modeling and quantitative methods in fisheries. Chapman and Hall/CRC, New York.
- Hammann, M. G., Palleiro, J. S., Sosa, O. (1995). The effects of the 1992 El Niño on the fisheries of Baja California, Mexico. *CalCOFI Reports.* 36:127-133.
- Hayward, T. L. (1993). Preliminary observations of the 1991-1992 El Niño in the California Current. *CalCOFI Reports.* 34: 21-29.
- Hayward, T. L. (2000). El Niño 1997-98 in the coastal waters of southern California: a timeline of events. *CalCOFI Reports.* 41:98-116.
- Lea, R. N. y Rosenblatt, R. H. (2000). Observations on fishes associated with the 1997-98 El Niño off California. *CalCOFI Reports.* 41: 117-129.
- Lo, C. H., Jacobson, L. D., Squire, J. L. (1992). Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 2515-2526.
- López-Martínez, Morales-Azpeitia, J. R., Arreguín-Sánchez, F., Salinas-Zavala, C. (2002). Stock assessment and potential yield of the rock shrimp, *Sicyonia penicillata*, fishery of Bahía Kino, Sonora, México. *Fish. Res.* 59:71-81.
- López-Martínez, J., Arreguín-Sánchez, F., Hernández-Vázquez, S., García-Juárez, A. R., Valenzuela-Quiñonez, W. (2003). Interannual variation of growth of the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* and its relation to temperature. *Fish. Res.* 61: 95-105.
- Lynn, R. J., Schwing, F. B., Hayward, T. L. (1995). The effect of the 1991-1993 ENSO on the California Current System. *CalCOFI Reports.* 36: 57-71.
- McConnaughey, R. A., Conquest, L. L. (1992). Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull.* 91: 107-118.
- Magallón-Barajas, F. (1987). The Pacific shrimp fishery of Mexico. *CalCOFI Reports.* 28: 43-52.
- Morales-Bojórquez, E., López-Martínez, J. (1999). Brown shrimp fishery in the Gulf of California. In: *CalCOFI. Review of some fisheries from 1998.* *CalCOFI Reports.* 40:28.
- Morales-Bojórquez, E., López-Martínez, J., Hernández-Vázquez, S. (2001). Dynamic catch-effort model for the brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) from the Gulf of California, Mexico. *Cienc. Mar.* 27(1): 105-124.
- Morales-Bojórquez, E., Muciño, M., Vélez, A. (2008). Analysis of the decline of the abalone fishery (*Haliotis fulgens* and *H. corrugata*) along the central west coast of the Baja California Peninsula, Mexico. *J. Shellfish Res.* 27(4): 865-870.
- Mullin, M. M. (1995). The California El Niño of 1992 and the fall of *Calanus*. *CalCOFI Reports.* 36: 175-178.



- Murphree, T., Reynolds, C. (1995). El Niño and La Niña effects on the northeast pacific: The 1991-1993 and 1988-1989 events. CalCOFI Reports. 36: 45-56.
- Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim C. J., Wasserman, W. (1996). Applied linear statistical models. McGraw-Hill, New York.
- Ramírez-Rodríguez, M., Arreguín-Sánchez, F. (2003). Spawning stock-recruitment relationship of pink shrimp *Farfantepenaeus duorarum* in the Southern Gulf of Mexico. Bull. Mar. Sci. 72(1): 123-133.
- Pennington, M. (1983). Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. Biometrics. 39: 281-286.
- Pennington, M. (1986). Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. Fish. Bull. 84: 519-525.
- Pennington, M. (1996). Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. Fish. Bull. 94: 498-505.
- Valenzuela-Quiñonez, W., Aragón-Noriega, E., Arreola, J., Salinas-Zavala, C., Lluch-Cota, S., Hernández-Vázquez, S. (2006). Habitat use for growth and recruitment of the Pacific yellowleg shrimp, *Farfantepenaeus californiensis* (Decapoda, Penaeidae) on the continental shelf and adjacent Laguna Agiabampo, Mexico. Crustaceana. 79(8): 933-948.
- Ye, Y., Mohammed, H. M. A., Bishop, J. M. (1999). Depth, temperature and salinity preferences of newly recruited penaeid shrimps in Kuwait waters. Fish. Oceanogr. 8(2): 128-138.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 19

Morales-Bojórquez, E., 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. 2012. Distribución y abundancia de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el norte de Sinaloa, 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. 385-398.



## CAPÍTULO 20

# 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.

Luis Bourillón<sup>1</sup> y Jorge Torre

## RESUMEN

La pesca comercial de camarón en el Golfo de California tiene una enorme importancia económica, política y social. La problemática ambiental de esta pesquería determina, en gran medida, el contexto de las relaciones entre el sector pesquero industrial y las organizaciones civiles de conservación marina.

Durante los últimos 60 años la pesquería industrial de camarón ha pasado por las tradicionales etapas de desarrollo, consolidación, reestructuración y en los últimos 15 años fue evidente la tensión entre el sector pesquero industrial y el conservacionista. Esto a causa de varias áreas naturales protegidas marinas creadas en el Golfo de California como herramientas de manejo, protección de la biodiversidad y uso sustentable de los recursos naturales, que fueron interpretadas como amenazas graves a los intereses comerciales del sector pesquero industrial. Un análisis más detallado muestra que la mayoría de estas áreas naturales no limitan de forma importante el acceso a zonas tradicionales de pesca de arrastre y no ponen en riesgo la actividad pesquera, tampoco sirven para proteger de los impactos ecológicos del arrastre los ambientes de fondos suaves y

**Palabras clave:**  
Áreas protegidas  
Pesca de arrastre  
Impactos  
Biodiversidad marina  
Zonas de refugio

---

<sup>1</sup> Comunidad y Biodiversidad A.C. (COBI). Boulevard Agua Marina #297, entre Jaiba y Tiburón, Colonia Delicias. CP 85420. Guaymas, Sonora, México.  
Autor de correspondencia: E-mail: lbourillon@cobi.org.mx

rocosos. Las áreas de no pesca, donde la restauración de pesquerías es uno de los objetivos principales, parece ser una estrategia más apropiada para incluir los intereses del sector pesquero, por lo que se propone establecer zonas de refugios pesqueros (áreas de no pesca), en zonas de arrastre que ya han perdido su potencial por efectos de la sobrepesca, en las que el sector industrial participe en el diseño, implementación y monitoreo de estas zonas. Es necesario superar barreras y conflictos pasados y desarrollar paulatinamente la confianza entre estos sectores para implementar una estrategia de colaboración con la autoridad pesquera y ambiental marcando la pauta.

## INTRODUCCIÓN

¿Son las áreas naturales protegidas (ANP) del Golfo de California una buena estrategia para proteger la biodiversidad marina de los efectos de la pesca de arrastre?. Esta sería una pregunta obvia desde la perspectiva de una organización de conservación marina, que se realiza de manera frecuente cuando se habla de lo que se está haciendo para proteger a la biodiversidad marina de esta región de México de los impactos de la pesca comercial de camarón. Por una parte, existe una extensa literatura científica sobre los efectos de la pesca de arrastre en otras partes del mundo (Watling 2005); los cuales se consideran de tipo positivo o negativo según el nivel de impacto.

Hay cuatro puntos implícitos en la pregunta inicial: en principio se plantea si los objetivos de creación de las áreas naturales protegidas marinas existentes (AMP) incluyen la protección de los fondos marinos de los impactos de la pesca por arrastre. Éstas comprenden reservas de la biósfera, parques nacionales, áreas de protección de flora y fauna, establecidas por decreto presidencial y manejadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); incluyendo el caso del refugio para la vaquita marina (*Phocoena sinus* Norris y McFarland, 1958) en el Alto Golfo de California a través del Instituto Nacional de Ecología (INE).

Como segundo punto se expone, si el diseño de las AMP (poligonal y zonificación) se hizo tomando en cuenta este objetivo entre muchos otros más. En tercer lugar surge la interrogante acerca de si la animadversión que las AMP han provocado en el sector pesquero industrial de arrastre, se debe a que restringen de forma

importante el acceso a las principales zonas de pesca de arrastre, o si existe alguna otra razón. Finalmente se analiza, si en otros países existen diferentes instrumentos legales y que puedan aplicarse en nuestro país que permitan proteger la flora y fauna bentónica de los efectos del arrastre en las labores de pesca, y al mismo tiempo permitan la actividad pesquera.

Las preguntas planteadas aquí están en la mente de muchos conservacionistas, por sí mismas reflejan una percepción personal de las interacciones entre la pesquería de arrastre de camarón y uno de los instrumentos preferidos por el sector conservacionista en la última década: las áreas naturales protegidas. Pensamos que vale la pena el ejercicio al definir los intereses que están subyacentes a algunas de las posturas y posiciones que les imputan a los conservacionistas, puntualizando que las opiniones aquí expresadas reflejan la posición de nuestra organización y posiblemente la de otras organizaciones de conservación del Golfo de California.

Estamos convencidos que debemos pasar a una nueva etapa de relación más profesional y pragmática entre el sector conservación y el sector de la pesca industrial, que nos permita colaborar en temas de interés mutuo, como lo es la recuperación de poblaciones de especies comerciales que sustentan las principales pesquerías, el restablecimiento del capital natural de las comunidades pesqueras, y la conservación de los hábitats críticos de los que dependen estos recursos.

#### *Objetivos de creación y diseño de AMP en relación a la pesca de arrastre*

La creación de una nueva AMP debe contemplar los objetivos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). En este sentido al analizar los datos de la Tabla 1 donde se describen los nombres, superficie marina, superficie marina totalmente protegida, objetivos de conservación para zona núcleo según el decreto de las doce AMP existentes en el Golfo de California; solo tres de las doce áreas consideran de forma directa la protección de algún animal, planta o ambiente sobre el que tiene un impacto potencial la pesca industrial de arrastre (Diario Oficial de la Federación).

En el caso de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California el objetivo principal es la protección de las principales amenazas que enfrentan la vaquita marina y el pez marino endémico (*Totoaba*

ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS

*macdonaldi* Gilbert, 1890), principalmente muerte incidental y sobrepesca respectivamente (DOF 1993a).

Respecto a la mortalidad incidental de la vaquita marina se ha

**Tabla 1.** Áreas marinas protegidas (AMP), en el Golfo de California (Tomada y modificada de Ezcurra *et al.* 2009).

Nombre oficial, categoría, Estado de la República	Zona marina (km <sup>2</sup> )	Zona no-pesca (km <sup>2</sup> )	% no-pesca	Zona no-pesca incluye zonas de arrastre (%)	Objetivo de conservación zona de no-pesca
<i>Área de Protección de Flora y Fauna</i>					
Cabo San Lucas, Baja California Sur	38.75	38.75	100	no	arrecifes rocosos, cascadas de arena
<i>Reserva de la Biósfera</i>					
Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado Sonora y Baja California	5,608.53	800	14.26	si (90)	fondos arenosos y lodosos, y humedales
Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y Salsipuedes, Baja California	3,879.57	2.07	0.05	no	humedales y manglares
El Vizcaíno, Baja California Sur	404.51	0	0	no	-
Islas Mariás, Nayarit	6,173	0	0	no	-
Isla San Pedro Mártir, Sonora	298.76	8.21	2.74	no	arrecife rocoso
<i>Parque Nacional</i>					
Archipiélago de San Lorenzo, Baja California	584.42	88.05	15.06	no	arrecife rocoso
Bahía de Loreto, Baja California Sur	1,820	1.5	0.008	no	arrecife rocoso
Cabo Pulmo, Baja California Sur	71.11	24.76	34.81	no	arrecife coralino

*continúa página siguiente...*

Zona marina de Isla Espíritu Santo, Baja California Sur	486.55	6.66	1.36	no	arrecife rocoso
Islas Marietas, Nayarit	13.11	0	0	-	-
<b>Área de Refugio para la vaquita marina</b>					
zona de exclusión (por decreto)	1,263.85	200	15.82	si (15.82)	
<i>de facto</i>	1,263.85	1,263.85	100	si (100)	
<b>Total</b>	<b>20,655.27</b>	<b>1,170</b>	<b>5.56</b>		
	<b>20,655.27</b>	<b>2,283.85</b>	<b>11.05</b>		

identificado como responsable a la flota pesquera artesanal que utiliza redes agalleras o de enmalle (Vidal 1995, D'Agrosa *et al.* 2000); mientras que la pesca incidental de este mamífero marino ocasionada por la flota de arrastre de camarón es mínima (Vidal 1995). En cambio la pesca incidental de totoaba ocurre principalmente en los estadios juveniles, comúnmente denominados "machorros", llegándose a estimar más de 120,000 machorros capturados al año durante la década de los ochenta (Cisneros-Mata *et al.* 2002).

La pesca de arrastre está permitida bajo condiciones estrictas en la zona de amortiguamiento de la reserva de la biosfera, mas no en la zona núcleo. En 2005 se decreto el Área de Refugio para la protección de la vaquita con una extensión de 1,263.85 km<sup>2</sup> (DOF 2005). Ésta incluye un área de aproximadamente 65 km<sup>2</sup> alrededor de la Isla Rocas Consag, como zona de exclusión a la pesca con redes de arrastre y agalleras. Sin embargo, es importante puntualizar, que hasta el momento, por *de facto* todo el polígono se está usando como una zona de exclusión de actividades pesqueras.

En el caso del Parque Nacional Bahía de Loreto, el decreto se sustentó en la protección y restauración de las condiciones ambientales y el manejo sustentable de los ecosistemas. En el programa de manejo se hace referencia a los efectos negativos de las actividades pesca de arrastre de fondo que "degradaban los fondos marinos y la vida en general.... incluyendo las actividades de barcos de arrastre camaroneros y escameros, los cuales trabajaban frente a las comunidades locales, agotando sus recursos y mermando sus

capturas" (CONANP 2000). En este caso, los objetivos de creación del AMP incluyen la exclusión de las pesquerías industriales, por el impacto ambiental y económico negativo que ocasionan a las pesquerías locales y los ecosistemas de los fondos marinos.

Las AMP restantes no tienen entre sus objetivos proteger a la biodiversidad o los fondos marinos de la pesca de arrastre de camarón, por lo tanto puede concluirse que no fueron creadas con este fin.

Por otra parte, las áreas combinadas de las once AMP que están cerradas a la pesca comercial, en su conjunto no sobrepasan los 1,000 km<sup>2</sup>, que equivale a un 0.25% de los 375,000 km<sup>2</sup> del Golfo de California y relativamente inferior a la superficie total de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Uno podría argumentar que por limitaciones técnicas del arte de pesca, no se puede pescar camarón en la totalidad de la superficie del Golfo de California y por lo mismo que el porcentaje del área cerrada a la pesca es en realidad es un 0.91% del total, al considerar 101,974.30 km<sup>2</sup> de superficie factible para la pesca de arrastre de camarón (Ulloa *et al.* 2006).

Al incluir la zona de refugio de la vaquita marina (de acuerdo a decreto) se incrementa la superficie protegida al 1.14% y hasta el 2.23% cuando se considera el polígono completo por *de facto*.

#### *Efectos de la AMP en el acceso a las zonas de pesca de arrastre*

Aunque la mayoría de las AMP no fueron creadas con el objetivo de proteger los fondos marinos de la pesca de arrastre, debemos analizar si la extensión de la poligonal y las reglas administrativas determinan restricciones al acceso de los barcos de arrastre a las principales zonas de pesca de camarón. Una forma rápida de analizar esto es comparar la ubicación de las zonas de pesca de camarón con la ubicación de las AMP. Las principales zonas de pesca están localizadas en las planicies con pendiente suave, que se extienden formando taludes arenosos frente a la costa de norte y sur de Sonora, la totalidad de la costa de Sinaloa y Nayarit y la costa norte de Baja California. Se puede decir que la costa de Baja California Sur y la costa sur de Baja California casi no tienen zonas de pesca de camarón, ahí son costas rocosas y profundas que no se prestan para este tipo de pesca, con excepción de las bahías y aguas someras, que sin embargo están prohibidas para la pesca de arrastre de camarón según la NOM-002-PESC-1993 (DOF 1993b).

En la figura 1 se muestra la ubicación de las doce AMP en el Golfo de California, se observa que ninguna se localiza frente a las costas de Sinaloa, Nayarit y del centro-sur de Sonora; por lo tanto las principales zonas de pesca de camarón permanecen fuera de estatus de conservación. La excepción es el Alto Golfo de California, localizada en la costa norte de Sonora; sin embargo, en esta zona se permite pescar en gran parte de la zona de amortiguamiento bajo ciertas condicionantes.

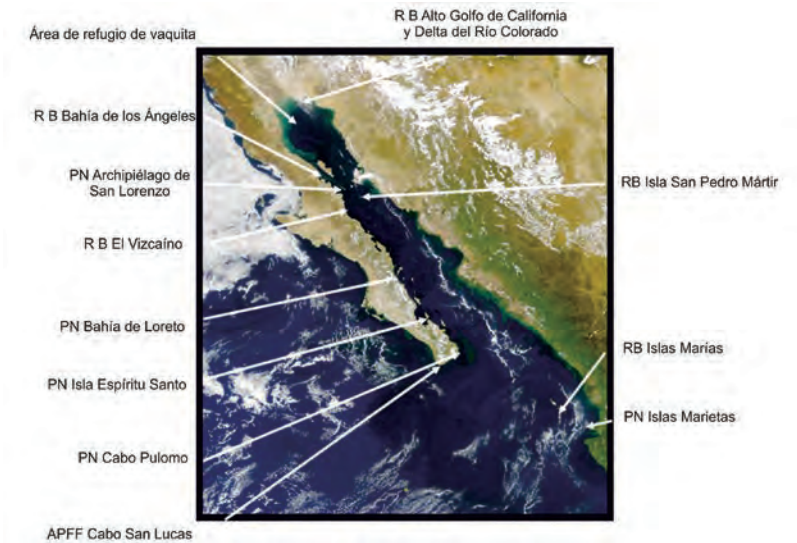


Figura 1. Ubicación de las doce áreas marinas protegidas en el Golfo de California.

#### *Pesca de camarón con una visión de ecosistema: las áreas de no pesca*

Las AMP existentes comparten la característica de ser sitios en los que se combinan múltiples usos de los recursos naturales y la herramienta para hacer compatibles estos usos es la zonificación del área. A través de ésta se establecen espacios marinos en los que se aplican restricciones específicas a ciertas actividades, que son congruentes con los objetivos de protección, restauración, o aprovechamiento de cada zona o sub-zona. El nivel más alto de protección en la zonificación es la zona núcleo, donde se prohíbe cualquier actividad extractiva, lo que en el caso de la pesca comercial equivaldría a una zona cerrada a la pesca, es decir una zona de no pesca.

Las AMP del Golfo de California definitivamente no impiden el acceso a la pesca comercial (con arrastre de fondo y demás métodos) en este importante y productivo cuerpo de agua; ya que el porcentaje del área de la poligonal de cada AMP donde se restringe a la actividad representa únicamente entre el 5 y 11% del total (Tabla 1).

Para finalizar este capítulo se argumentará cómo las áreas cerradas a la pesca pueden servir como herramientas de recuperación de la pesca de arrastre. En la última década se han investigado los resultados que diversas herramientas de conservación marina han tenido, llegando a la conclusión de que esquemas tradicionales como son las AMP multi-uso tienen serias limitaciones en su implementación y funcionamiento; es decir, no han producido los resultados esperados de conservación.

Esto es debido a que en la práctica no se ha cumplido exactamente con el reglamento de las AMP, debido a insuficiente inspección y vigilancia de la regulación ambiental y pesquera. También se ha encontrado ineficiencia en la protección parcial de las poblaciones y hábitats, pues no permite (o retarda demasiado para hacerla rentable) la recuperación de las poblaciones, o de las funciones ecológicas de las especies objetivo en el ecosistema. Por ejemplo, una zona con poblaciones de peces que siguen estando bajo la presión de pesca, tienen pocos individuos que alcanzan tallas grandes, ya que estos son capturados. En cambio, las zonas de protección, los peces e invertebrados pueden alcanzar tallas mayores y como consecuencia llegar a la etapa reproductiva, de esta manera las especies integrantes del ecosistema tienen ventajas demográficas.

En el pargo gris la talla de 60 cm de longitud total produce hasta 3.4 millones de huevos, mientras que con 30 cm de longitud tan solo produce 360,000 huevos (PISCO 2008). En estudios realizados en 124 reservas de no pesca de diversas regiones se ha encontrado que la biomasa se incrementa en promedio 400% y los beneficios de estos cambios “se exportan” a áreas adyacentes que pueden estar sujetas a la pesca (PISCO 2008). Los huevos y larvas de las especies que se reproducen en las zonas de no pesca se mueven con las corrientes marinas (o por sí mismos), y llegan hasta otras zonas donde se reclutan a las poblaciones de estos sitios, contribuyendo a su recuperación. La fuente de larvas y huevos puede ser muy importante si la reserva está ubicada en un sitio de dispersión, de lo contrario, la ubicación de ésta reserva es deficiente.



Los 124 estudios mencionados han demostrado que los beneficios de las áreas de no pesca son reales dentro y fuera de ellas. Éstos no son solo para la conservación, si estamos hablando de especies de importancia comercial, los beneficios fuera de las reservas pueden ser aprovechados por los pescadores. Las áreas de no pesca se convierten entonces en un símil de “cuentas de ahorro o inversión”, donde existe un capital natural que sigue reproduciéndose y creciendo; y los beneficios que produce (similares a los intereses de una cuenta de banco) pueden ser aprovechados sin tocar el capital que sigue acumulándose.

Es por esto que las áreas de no pesca son útiles para los pescadores, y la legislación mexicana las reconoce en el texto de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables bajo la figura de refugios pesqueros (DOF 2007).

De hecho los pescadores saben por experiencia que si una zona marina se deja descansar ésta se recupera con el paso del tiempo, hay zonas que por su importancia en la reproducción o alimentación de las especies no debieran ser explotadas. ¿Por qué entonces se lleva a cabo actividad pesquera en estas zonas? Una razón poderosa es el efecto que tiene el acceso libre a las zonas de pesca, que se traduce en la famosa “Tragedia de los Comunes,” fenómeno que se repite en todos los mares del mundo y a todas escalas (Hardin 1968).

La explicación más sencilla del acceso libre es la que da un pescador artesanal o industrial. Cuando se le pide explicar porque no cuida un recurso durante su reproducción. El pescador dirá: “si yo no lo pesco, el pescador que viene atrás de mi lo hará, así es que no tengo otra opción que pescarlo”. Esto sucede cuando el acceso a la pesca es libre, que significa que no hay propiedad sobre los recursos pesqueros, por lo que el primero que llegue a un recurso lo explotará primero, dándose una “carrera por pescar primero”. La tragedia consiste en que la sobrepesca es aparentemente el único resultado posible cuando los recursos pesqueros están bajo esquemas donde no hay propiedad, ya que la propiedad se diluye entre una comunidad demasiado amplia y difusa. Se ha demostrado que los recursos bajo propiedad comunal son factibles de ser manejados sustentablemente, por lo que el problema es la falta de propiedad, no la propiedad común (Berkes *et al.* 1989).

Es responsabilidad de la autoridad administrativa pesquera controlar el acceso para que no se presente esta situación. Los

permisos de pesca y las concesiones pesqueras son instrumentos que la autoridad utiliza para modular y controlar el acceso; pero en la realidad la eficiencia de estos instrumentos está determinada por la capacidad de inspección y vigilancia que tiene la autoridad en la costa y en el mar para asegurar que se están cumpliendo las reglas. Sabemos que esta capacidad es muy deficiente, por lo que en la gran mayoría de las zonas de pesca el acceso es libre, hay un elevado porcentaje de pescadores trabajando de forma ilegal, se estima 9,000 (40% del total) embarcaciones menores en el Golfo de California pertenecen al sector "libre" y con ello se desencadenan los procesos antes explicados que conducen a la sobrepesca.

Existen ciertas pesquerías en las que sería útil asignar derechos exclusivos de uso pesquero restringido a ciertas áreas geográficas, de manera que existan incentivos económicos para pescar de forma sustentable y cuidar que las especies se reproduzcan y crezcan, siempre y cuando los beneficios puedan ser capturados por los propietarios de esos derechos. Sin embargo, este sistema de derechos de propiedad con límites geográficos restringidos no es conveniente para pesquerías industriales como el camarón, que basan su actividad en el movimiento de la flota a lo largo de vastas zonas marinas en busca del producto.

Una ventaja adicional para la pesca de arrastre al establecer áreas de no pesca, es que la vigilancia se concentra en sitios definidos, haciendo eficiente el uso de recursos económicos y humanos. Además, de que el acceso controlado en ciertas zonas de no pesca no limita geográficamente el esfuerzo pesquero.

Un buen ejemplo de cómo benefician las áreas de no pesca a la pesca industrial es el caso de Georges Bank en la costa del Atlántico Norte de EE. UU. Éste es un sitio famoso por su productividad pesquera y donde la pesquería del arenque (*Gadus morhua*) fue la más grande del mundo durante los siglos XIX y principios del XX. A comienzos de 1994 y después en 1996 y 1998 se decidió cerrar a la pesca de arrastre varias porciones del fondo marino en estos bancos (un total de 22,000 km<sup>2</sup>), para proteger y restaurar las poblaciones de peces *Melanogrammus aeglefinus*, *Limanda ferruginea* entre otros. En estos sitios cerrados a la pesca se han estudiado: el patrón de capturas en las zonas adyacentes a estos y se han analizado las variaciones de las capturas respecto a la cercanía al borde de los refugios (Murawski *et al.* 2005). Los resultados mostraron mayor

rentabilidad en las fronteras de estos refugios y reportado un incremento considerable de la almeja *Placopecten magellanicus* que se exportaron desde las áreas de refugio a las áreas adyacentes (Murawski *et al.* 2000) con un record histórico de tallas grandes.

En nuestra opinión, el sector pesquero industrial de arrastre debería considerar la posibilidad de utilizar áreas de no pesca, para recuperar algunos de los caladeros de camarón que fueron importantes en el pasado y que han sido sobre explotados. A la protección de estas zonas de fondos blandos pudieran incorporarse algunas zonas de fondos rocosos de pesca de escama con redes de arrastre, durante la época de veda de camarón, lo que traería beneficios al sector al recuperarse también estas zonas. La pesca de arrastre en fondos rocosos es más eficiente en extraer mayores capturas de peces como pargos, cochitos, cabrillas, que las que obtienen los pescadores artesanales; pero que ocasiona la extirpación de poblaciones locales de peces de estos arrecifes rocosos más profundos. El resultado es que cada vez es más difícil para los barcos camaroneros obtener buenas capturas durante las temporadas de veda.

Es necesario un esfuerzo coordinado entre el sector pesquero y el sector gubernamental para experimentar esta estrategia. El sector pesquero industrial ha demostrado su capacidad de coordinación y unión ante amenazas, como el paro pesquero nacional que sucedió a principios del 2009, ante el incremento del precio del diesel. El deterioro de las poblaciones de camarón y de peces es una amenaza aún mayor que el alza de los combustibles, y el sector tiene en las áreas de no pesca una herramienta que no ha sido utilizada y puede ser muy poderosa. Como conclusión, las AMP existentes no son una amenaza, pero no proporcionan beneficios en la recuperación de las pesquerías que otorgan las áreas de no pesca. El sector conservacionista mexicano está muy interesado en colaborar mano a mano con el sector pesquero industrial para poner en práctica el diseño, implementación y evaluación de áreas de no pesca para la recuperación de pesquerías industriales. Es necesario superar barreras y conflictos pasados y desarrollar paulatinamente la confianza entre estos sectores, para así implementar una estrategia de colaboración con la autoridad pesquera y ambiental marcando la

pauta de un cambio en la visión.

## CONCLUSIONES

- La mayoría de las AMP existentes en el Golfo de California no fueron creadas para proteger de los impactos del arrastre a la biodiversidad marina.
- Los objetivos de creación muestran que la pesca de arrastre no es una amenaza en la gran mayoría de ellas. La ubicación geográfica de la mayoría de las AMP no coincide con las áreas más importantes de pesca de arrastre de camarón, localizada en las costas de Sonora, Sinaloa y Nayarit.
- El porcentaje de área que está cerrada a la pesca dentro del Golfo de California por las AMP existentes es de 0.25% del área total marina del golfo.
- Dado que la pesca de arrastre no se distribuye de manera uniforme en el Golfo de California, el 0.91% de las zonas potenciales de pesca de camarón están cerradas a la pesca de arrastre por las AMP existentes.
- Las AMP no son una amenaza importante al desarrollo de la pesca industrial, pero sí lo es la sobrepesca.
- Las áreas de no pesca (como refugios pesqueros), con sus efectos positivos en la recuperación de biomasa, densidad, tamaño y diversidad de organismos, parece ser una herramienta que pudiera servir mejor al sector pesquero de arrastre.
- El sector conservacionista estaría muy interesado en colaborar con el sector pesquero industrial para poner en práctica esta herramienta, en proyectos piloto que sean diseñados, implementados y evaluados en el tiempo de manera conjunta con los pescadores.

## REFERENCIAS

- Berkes, F., Feeny, D., McCay, B. J., Acheson, J. M. (1989). The benefits of the Commons. *Nature*. 340: 91-93.
- Cisneros-Mata, M. A., Montemayor-López, G., Román-Rodríguez M. J. (2002). Life history and conservation of *Totoaba macdonaldi*. *Conserv. Biol.* 9(4): 806-814.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2000). Programa de Manejo-Parque Nacional Bahía de Loreto. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. pp.185.
- D'Agrosa, C., Lennert-Cody, C. E., Vidal O. (2000). Vaquita bycatch in Mexico's artisanal gillnet fisheries: driving a small population to extinction. *Conserv. Biol.* 14(4): 1110-1119.

- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1993a). Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas del Golfo de California y los municipios de Mexicali, B.C., de Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado, Son. 10 de junio de 1993.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1993b). Norma oficial mexicana NOM-002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. 31 de diciembre de 1993.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2007). Decreto por el que se expide la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. 24 de julio de 2007.
- Ezcurra, E., Aburto-Oropeza, O., de los Angeles-Carvajal, M., Cudney-Bueno, R., Torre, J. (2009). Gulf of California, Mexico. In: K. McLeod, H. Leslie, (eds.), *Ecosystem-based Management for the Oceans*. Island Press. London. pp. 227-252.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*. 162: 1243-1248.
- Murawski, S. A., Brown, R., Lai, H. L., Rago, P.J., Hendrickson, L. (2000). Large-scale closed areas as a fishery-management tool in temperate marine systems: The Georges bank experience. *Mote Symposium Invited Paper. Bull. Mar. Sci.* 66(3): 775-798.
- Murawski, S. A., Wigley, S. E., Fogarty, M. J., Rago, P. J., Mountain, D. G. (2005). Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate MPAs. *ICES J. Mar. Sci.* 62: 1150-1167.
- PISCO. 2008. The benefits of marine reserves. <http://www.piscoweb.org>
- Ulloa, R., Torre, J., Bourillón, L., Gondor A., Alcantar, N. (2006). Planeación ecorregional para la conservación marina: Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur. Informe final a The Nature Conservancy. Guaymas (México): Comunidad y Biodiversidad, A.C., 153 pp.
- Vidal, O. (1995). Population biology and incidental mortality of the vaquita, (*Phocoena sinus*). En: A. Bjorge y G.P. Donovan, (eds.), *Biology of the Phocoenids*. International Whaling Commission. Cambridge. pp. 247-272.
- Watling, L. (2005). The global destruction of bottom habitats by mobile fishing gear. In: A. Norse y L.B. Crowder (eds), *Marine Conservation Biology*. Island Press, Washington. pp. 198-210.

---

#### CITA DE CAPÍTULO 20

Bourillón, L. y J. Torre. 2012. 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. 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. 399-412.



## CAPÍTULO 21

# La sobrecapitalización de las pesquerías en México: El caso de la sardina y camarón de altamar.

Juan René Químbar-Acosta<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

México es privilegiado en recursos pesqueros, debido a la gran extensión de sus litorales y 3,149,920 km<sup>2</sup> de zona económica exclusiva, o mar patrimonial, lo que representa aproximadamente más del 60% del territorio continental. Además, cuenta con 12,500 km<sup>2</sup> de lagunas costeras y esteros, así como 6,500 km<sup>2</sup> de aguas interiores, como lagos, lagunas, represas y ríos (INEGI 1997).

Esa riqueza hídrica ha permitido que México se coloque entre los primeros 20 países con mayores aportaciones a la captura total de peces. Sin embargo, en los últimos años ha descendido en esta lista de 160 naciones pesqueras. En 1980 ocupaba el lugar 13, ahora está en el sitio 16, al producir cerca de 1.5% del volumen total de peces del planeta (EL UNIVERSAL 2009). Estar entre los primeros países pesqueros no ha sido sinónimo de desarrollo social para quienes viven de los recursos marinos; de acuerdo con el Instituto Nacional de Pesca, 300 mil personas dependen de esta actividad de manera directa y una gran parte vive en la pobreza (FAO 2010). En este sentido, los resultados del proyecto “Estudio Social de la Pesca en México”, realizado por la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO 2010), indicó que el nivel de bienestar de las comunidades pesqueras está por debajo del

**Palabras clave:**  
Camarón  
Sardina  
Apropiación  
Corporativismo

<sup>1</sup> Instituto Sonorense de la Administración Pública, A.C. (ISAP). Nicolás Bravo #29, entre Tehuantepec y Dr. Hoffer, Col. Centenario. CP. 83260. Hermosillo, Sonora, México.

\*Autor de correspondencia: E- mail: jrquimbar@yahoo.com

promedio nacional, ya que la mitad de los trabajadores del mar sobrevive con 500 pesos a la semana, sobre todo en entidades como Chiapas, Oaxaca, Michoacán y Nayarit.

*Distintos desempeños en condiciones similares*

Químbar *et al.* (2007) analizaron varias pesquerías de altura, entendidas como aquellas que se realizan en embarcaciones con capacidad de almacenamiento de más de 10 t, en complemento con las pesquerías ribereñas que se realizan en embarcaciones con bodegas de menos de 10 t de capacidad, entre ellas, las de camarón y pelágicos menores. Los resultados de este estudio mostraron que aunque son actividades similares, ambas tienen un desempeño económico distinto.

El desempeño económico es un indicador microeconómico vital de los resultados de la actividad pesquera. La información acerca de la rentabilidad de las embarcaciones proporciona indicaciones acerca de la viabilidad económica de la actividad. Para que a corto plazo la pesquería siga siendo viable, las pesqueras deben poder sufragar todos sus gastos en efectivo. La medida de la rentabilidad financiera de los diferentes barcos e instalaciones proporciona un indicador de la viabilidad a corto plazo. Para seguir dedicándose a la pesca, los operadores deben poder sufragar todos sus gastos, en consecuencia, la rentabilidad económica es la medida más adecuada. Esto incluye los gastos que no son en efectivo, como el valor del propio trabajo y la amortización del capital. Además deben poder conseguir un rendimiento de sus inversiones, equivalente al que podrían conseguir en otro sector de la economía. De lo contrario, las nuevas inversiones tenderán a orientarse hacia otros sectores donde exista un mayor rendimiento. No obstante, a corto plazo el capital ya está en realidad invertido, de modo que los barcos y las instalaciones continuarán operando mientras las tasas de beneficio sean positivas, aunque los rendimientos de las inversiones sean bajos (Químbar *et al.* 2007).

Basados en el censo económico del INEGI (2003), que indica que mientras un pescador de sardina gana 58 mil pesos en una temporada de pesca, uno de camarón obtiene apenas 18 mil. Por otro lado, cada empleado representa 154 mil pesos en ingresos para una sardinera, mientras que para una camaronera este representa



apenas 46 mil en un año. Esto lo muestran los indicadores económicos tales como: a) las remuneraciones por persona ocupada (es una medida obtenida del total de remuneraciones entre el personal ocupado), y b) la productividad del trabajo (es el valor agregado censal bruto entre personal ocupado multiplicado por 1000) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Indicadores de desempeño de dos pesquerías de altura. (Fuente: Químbar *et al.* 2007 basado en INEGI 2003).

No.	Indicadores	Pesca de Sardina y Anchoveta	Pesca de Camarón
1	Remuneraciones por persona ocupada (pesos)	57,895	18,122
2	Productividad del trabajo (pesos)	154,912	46,493

Entre los acontecimientos trascendentes en este periodo encontramos (Tabla 2):

En condiciones de estabilidad de la población sobre la que se realizan aprovechamientos (como es el caso del camarón de altamar y la sardina), la variable que determina el desempeño económico de una pesquería es la cantidad de unidades de esfuerzo pesquero (barcos o pangas) (Químbar 2003, García y Gómez 2005).

Una pesquería esta sobrecapitalizada, cuando el ingreso de una unidad extra de esfuerzo causa que la productividad individual de las embarcaciones decrezca, aun y cuando la producción global no disminuya.

El fenómeno de sobrecapitalización de una pesquería se explica de forma tradicional a través del artículo clásico de las ciencias sociales "*La tragedia de los comunes*" (Hardin 1968). Hardin asegura que los recursos comunes, definidos como recursos accesibles a más de una persona, o recursos que pueden privatizarse sólo parcialmente, como el mar, los ríos, las montañas o el espacio público en los parques nacionales, se enfrentan al dilema de aumentar la capacidad de explotación y disminuir sus utilidades. Para explicar lo anterior, Hardin modela la tragedia a través de un ganadero que busca maximizar sus ganancias, por lo cual se pregunta: ¿cuál es la utilidad de agregar un animal más a mi rebaño?. Esta utilidad tiene un componente positivo y otro negativo. El componente positivo es una función de beneficios del incremento de un animal, dado que el ganadero recibe casi toda la ganancia de la venta del

animal adicional, la utilidad positiva es cerca de 1. El componente negativo es una función de costos ocasionada por la disminución en el pastizal debido al esfuerzo agregado por el nuevo miembro del rebaño. Como el pastizal es de uso común, el costo es compartido entre todos los ganaderos de la región, por lo que el componente negativo de la utilidad siempre será una fracción de 1, la elección racional será agregar más animales; aunque esto tenga un efecto negativo para todos los miembros de la industria, incluido el ganadero de Hardin.

Lo mismo sucede en una pesquería, al agregar un barco adicional, el banco de peces que es de uso común, disminuye proporcionalmente debido al mayor número de usuarios.

En este ensayo, se propone que este acercamiento racionalista-maximizador es insuficiente para explicar el fenómeno de la sobrecapitalización de las pesquerías en México. A través del análisis de una serie histórica, la cual compara número de barcos y la productividad de dos pesquerías de altamar: camarón y pelágicos menores, se revisará el comportamiento de estas dos variables en términos de las principales modificaciones al marco jurídico e institucional de la pesca en México. Incluso se pondrá a discusión si el comportamiento irracional de una de las pesquerías abordadas es producto del corporativismo mexicano.

#### *Nuevo institucionalismo económico*

Las reglas importan y enmarcan el pensamiento, forman las conductas y limitan las interpretaciones de la acción colectiva de los individuos. Las reglas especifican los procedimientos para tomar las decisiones colectivas; orientan y limitan, aunque no determinan las conductas de las personas (March y Olsen 1995).

El estado es un fenómeno social determinado por su circunstancia, en otras palabras, una organización humana con vigencia temporal y espacial (Fernández-Ruíz 2008); esta temporalidad y espacialidad estructuran el medio ambiente en que se desenvuelve la toma de decisiones públicas.

Para enfocar el análisis del estado como fenómeno social, es necesario descifrar el medio ambiente en el que se desempeña (North 1990). Se compone por patrones estandarizados de interacción humana (Simon 1986), denominadas instituciones (reglas, regulaciones y procedimientos), es decir, limitaciones ideadas por el

hombre que dan sentido a la interacción humana; por consiguiente, estructuran incentivos en el intercambio humano, sea político, social o económico (North 1990, Ostrom 1990), su estudio se ha convertido en un cuerpo de teoría (nuevo institucionalismo económico) que nos permite ponderar su importancia en el desempeño económico, al explicar cómo es que contornos institucionales heterogéneos provocan distintos grados de desarrollo.

Existen instituciones formales e informales, las instituciones formales son las que son sancionadas y plasmadas en un documento o constitución por una autoridad reconocida por los miembros de una sociedad; las instituciones informales se pueden clasificar en: 1) modificaciones, extensiones e interpretaciones de las mismas reglas formales, como lo fueron los poderes metaconstitucionales del Presidente en México, 2) formas de comportamiento forjadas por el miedo a sanciones sociales, y 3) comportamientos encauzados por estándares de conducta individual, tales como la moral y la religión (North 1990).

Los nuevos economistas institucionales comparten un consenso en cuanto a que la microteoría convencional, tan útil y poderosa para muchos aspectos, no permite abordar la temporalidad de los fenómenos económicos, por lo que los estudiosos de esta tendencia hacen énfasis en la historia económica, la economía de los derechos de propiedad, los sistemas comparativos, la economía del trabajo y la organización industrial. (Williamson 1975).

La que bien pudiera ser la cita que le valió el premio Nobel de economía a Douglas C. North (1990), resume este enfoque de la siguiente manera:

*“las instituciones ofrecen la estructura básica, por medio de la cual los seres humanos a través de la historia han establecido orden e intentado reducir la incertidumbre en los intercambios. En conjunto con la tecnología en uso, determinan los costos de transacción y transformación, y por lo tanto la utilidad y la factibilidad de emprender una actividad económica. Éstas conectan el pasado, con el presente y con el futuro, por lo que la historia es una larga secuencia de cambios institucionales y estos son la clave para entender el desempeño económico (North 1990)”.*

Los representantes de este abordaje teórico se caracterizan por el eclecticismo intelectual, ya que recurren frecuentemente a la microeconomía como núcleo explicativo de los fenómenos económicos, y en su mayoría consideran el enfoque neo

institucionalista más como un complemento que como un sustituto del análisis convencional (Williamson 1975).

#### *El corporativismo mexicano*

La pregunta natural a todo lo anterior es: ¿y cómo abordamos las instituciones?. Para Crozier (1992) el Estado es: “*un conjunto de instituciones organizadas de manera más o menos floja, que estructuran comportamientos a nivel nacional*”. Por lo que es posible encontrar un buen número de ellas, al analizar la acción de Estado se observa que no todas las interacciones son normadas por acciones estatales, pero si una buena parte de ellas, para el presente ensayo serán las instituciones que forman parte del Estado mexicano las que se analizarán.

Esta forma de explicar el fenómeno es especialmente pertinente en el caso mexicano, donde a través de la historia, el gobierno ha tenido un papel predominante en la rectoría de la economía.

A grandes rasgos la historia del México del siglo XX es la historia del corporativismo. Este fenómeno social fue creado para ejercer el control desde el poder. Su objetivo era asegurar el control político desde las masas, proceso que se articuló a través de la creación de los sectores del Partido Revolucionario Institucional (PRI): Confederación Nacional Campesina (CNC), Confederación de Trabajadores de México (CTM), y Confederación Nacional de Organizaciones Populares (CNOP) (Rubio y Jaime 2007).

Estos mecanismos no fueron estáticos, de hecho, experimentaron un cambio dramático en los años setentas. El viejo sistema político funcionó sobre la base de mecanismos de control y participación, que permitían intercambiar disciplina y lealtad, a cambio de beneficios para los liderazgos de organizaciones dedicadas a ese control. Con el colapso gradual que experimentaron esos mecanismos, el sistema fue convirtiendo dichos mecanismos, transformándolos en intercambios de extorsión y chantaje, entendidos como beneficios a cambio de la no extorsión (Rubio y Jaime 2007).

#### *Análisis histórico e institucional*

A continuación se ofrece un análisis de las distintas acciones gubernamentales (programas, proyectos, leyes, entre otras), en los que se ha desarrollado la pesca y su efecto en el nivel de inversión.

Para efectos del presente análisis, se propone caracterizar la vida

institucional de la pesca en México en las siguientes cuatro etapas:

- Apropiación de los recursos pesqueros (1917-1969)
- Etapa corporativista de la pesca (1970-1991)
- Regulación en una economía de mercado (1992 a la fecha)

*Etapas de apropiación de los recursos pesqueros (1917-1969)*

Esta fue una etapa impregnada por el nacionalismo propio de la época, logró sentar las bases de la actividad reguladora del estado en materia de recursos pesqueros. En el siglo XIX la tradición jurídica imperante en materia de pesquerías descansaba en el derecho privado (civil), de esta manera, se consideraba que los recursos pesqueros estaban sometidos al régimen de *res nullius* y no eran propiedad de nadie en particular (Nadal 1996).

No fue sino hasta 1917 que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos afirmó la soberanía nacional sobre los recursos, e inició una nueva etapa en la actividad pesquera al instituir como de su propiedad, las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el derecho internacional, las de los ríos, las de los arroyos y afluentes. El mismo ordenamiento dejó establecida la soberanía nacional sobre los recursos naturales renovables y no renovables, también precisa, en su artículo 32, que los tripulantes de nuestros barcos deben ser de nacionalidad mexicana. Por otra parte, las autorizaciones de pesca fueron expedidas bajo la base de que no serían derechos exclusivos; en cada zona tendrían cabida cuantos pescadores e industrias convinieran conforme a la ley, por último la explotación en las islas se concedería únicamente a mexicanos o a empresas mexicanas (Soberanes 1994).

Fechas que determinaron el periodo:

- En 1925 se aprobó la primera ley de pesquerías, cuyo contenido incluía normas específicas para la actividad pesquera, incluyendo las actividades de embarcaciones extranjeras en aguas mexicanas, por primera vez se establecieron vedas y temporadas de pesca, permisos, sanciones y sistemas de inspección en un mismo instrumento legal (Nadal 1996).
- El 15 de febrero de 1938 entró en vigor la Ley General de Sociedades Cooperativas, que hizo énfasis en el sentido social de la organización para el trabajo, y estableció un régimen de especies reservadas para ser explotadas exclusivamente por las recién formadas cooperativas (Soberanes 1994).

- El 30 de diciembre de 1938 fue publicada la Ley de Pesca en Aguas Territoriales Mexicanas del Océano Pacífico y Golfo de California, la cual decretó que para realizar actos de pesca comercial era necesario obtener un permiso previo para cada viaje y embarcación, y tramitar un despacho denominado “Vía de Pesca”, los permisos generales de pesca se tramitarían en las oficinas del Departamento Forestal y de Caza y Pesca ubicadas en Ensenada, en San Diego y en San Pedro California (Soberanes 1994).
- En 1940 el presidente Lázaro Cárdenas expidió el decreto donde reservaba a las sociedades cooperativas integradas por pescadores nacionales, la explotación del camarón en aguas nacionales (Soberanes 1994).
- El 13 de febrero de 1950 se constituyó la Cámara Nacional de la Industria Pesquera, con esto se inauguró un nuevo periodo en el desarrollo de las pesquerías a nivel nacional. En esta nueva etapa, el énfasis ya no es la apropiación y socialización de los recursos marinos vivos, sino su aprovechamiento creando economías de explotación alrededor de ellos (Soberanes 1994).

La etapa de apropiación es muy importante, ya que sentó las bases del posterior desarrollo de las pesquerías en México. Al ser un sector económico en ciernes y poco trascendente en aquel entonces, no se cuentan con registros de número de embarcaciones y producción, por lo que el fenómeno planteado no se puede revisar.

#### *Etapa corporativista de la pesca (1970–1992)*

El texto de Luis Rubio y Edna Jaime “El Acertijo de la Legitimidad” (FCE 2007) señalan que a partir de la década de los setentas, hay un giro en la política nacional al pervertirse el viejo sistema de intercambio de beneficios por lealtad, transformándolos en permuta de extorsión por no desestabilización.

A partir de esta misma fecha, la actividad pesquera adquirió un franco impulso; en el sexenio de Luis Echeverría se reordenó y expandió el sector paraestatal, y se decretaron los derechos soberanos sobre las doscientas millas náuticas, como zona económica exclusiva. En el siguiente sexenio se incrementó considerablemente la inversión federal en el sector pesquero, en la expansión de la flota y de la infraestructura portuaria pesqueras, el impulso a la planta

**Tabla 2.** Acontecimientos trascendentes (1970-1992). (Fuente: Soberanes 1994).

Años	Acontecimientos
1970 - 1976	Se crea la Subsecretaría de Pesca, así como el Instituto Nacional de la Pesca. Se promulgó la Ley Federal de Aguas, así como la Dirección de Acuacultura
1971	Se inicia un programa de fomento a la captura de especies de alto valor comercial entre las que destaca el camarón.
1972	Se promulgo la Ley Federal para el Fomento de la Pesca la cual creó el fondo nacional de fomento de sociedades cooperativas. Se publicó el acuerdo de creación del Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática, para el cultivo, siembra, protección, comercialización e industrialización de los productos pesqueros, así como la capacitación de los recursos humanos.
1973	El Presidente Luis Echeverría informó que la política de fomento pesquero tenía por objetivos primordiales, abatir los costos de captura e incrementar el empleo en los litorales. Las actividades técnicas y operativas realizadas en los astilleros paraestatales apoyaban la integración de esta industria, cuya capacidad permitía la reparación total de la flota pesquera. En este rubro eran comunes los programas de donación de embarcaciones incluyendo una donación de 6 mil embarcaciones menores.
1976	Se estableció la zona económica exclusiva -ZEE- de 200 millas náuticas sobre los cuales el estado mexicano tiene derecho de regular su aprovechamiento.
1976 -1982	En 1976 el presidente José López Portillo creó el Departamento de Pesca y al final de su administración en 1982 se creó la Secretaría de Pesca.
1982	Se transfiere la flota camaronera de altamar privada a las sociedades cooperativas.

industrial y comercial, así como al sistema cooperativo al otorgar apoyo crediticio (Tabla 2).

Si la tesis de este ensayo es correcta, partiendo del distinto desempeño económico de las pesquerías de sardina y camarón en México descrito en la Tabla 1, al analizar el comportamiento de las variables: tamaño de flota y productividad a partir de 1970 y hasta 1992, se debe evidenciar un comportamiento irracional de la pesquería de camarón, es decir, que se agreguen barcos aún cuando los rendimientos por unidad de esfuerzo decrezcan; contrastando con el comportamiento de la pesquería de pelágicos menores donde

el comportamiento del número de barcos debe estar en función con la expectativas de renta.

#### *Camarón de altamar*

En el caso del camarón se evidencia como se pasa de tener 1,375 embarcaciones en 1970 con una productividad de 15.7 t por unidad de esfuerzo, a 2,880 en su pico más alto en 1983 con una productividad de 11 t por embarcación. Todas las temporadas posteriores a 1970 presentan productividades menores al dato de origen, a excepción de 1987 donde con 2,387 barcos se obtuvieron 16.2 t por embarcación.

También podemos evidenciar un auge en la sobrecapitalización entre 1970 y 1983; así como un declive o estabilización de 1984 en adelante. A pesar de que el camarón se encontraba dentro del régimen de especies reservadas para el sector cooperativo, en la práctica esto no sucedía, ya que las cooperativas de camarón no tenían acceso a créditos que los hicieran dueños de los medios de producción (barcos), por lo que se veían obligados a unirse, en su mayoría, al sector privado a través de un "contrato de asociación", que les permitía utilizar sus medios de producción compartiendo con ellos el recurso. Para 1981 la pesquería de camarón ya se encontraba en su punto más alto de esfuerzo como lo establecen Rodríguez-de la Cruz y Chávez-Rodríguez (1996):

*"los contratos de asociación y el gran valor del camarón en el mercado de exportación hizo que la pesquería se sobre capitalizara, y se enfrentara especialmente durante las últimas décadas, a un incremento en el esfuerzo de hasta 1,700 barcos en 1981, sin ningún aumento paralelo a la captura, sino por el contrario, con una tendencia al decremento de los rendimientos unitarios".*

La primera definición del problema fue que la inversión privada en el sector hizo que se sobrecapitalizara (enfoque racionalista), por lo que en 1982 se inició un proceso de transferencia de la flota privada a las sociedades cooperativas, usufructuarías del recurso, con la intención de ofrecer una solución.

Pero esta respuesta fue utilizada por el antiguo régimen de partido de estado para mantener canales confiables de control político, en lugar de lograr un esquema que permitiera obtener capturas en forma eficiente y racional (Nadal 1996). En este contexto de maximización de ganancias políticas, es impensable una reducción



sustancial del esfuerzo pesquero, ya que las utilidades económicas se vuelven secundarias a la utilidad que le ofreció al régimen un número elevado de pescadores asociados en cooperativas, por lo tanto, no hubo una reducción significativa en el número de embarcaciones en la actividad, aunque si se estabilizó. Es probable que esta estabilización sea producto de las condiciones económicas del país, que impedían destinar recursos para la construcción de más embarcaciones.

#### *Pelágicos menores*

Para el caso de la pesquería de sardinas y anchovetas, encontramos que se pasó de 63 embarcaciones con un promedio de captura de 948 t en 1970, a un máximo de 129 embarcaciones con un promedio de captura de 3,262 t en 1985, en general la productividad se incrementó fuertemente independientemente del número de embarcaciones; el incremento en las mismas está más ligada a la expectativa de renta que a los programas e incentivos gubernamentales.

*Etapas de regulación en una economía de mercado (1992 a la fecha).*

Bajo un discurso de desregulación económica: “El Presidente Carlos Salinas de Gortari ha señalado que el camino seguido durante muchos años para fortalecer la economía interna, encontró cauce en el marco jurídico que rigió la actividad económica en un ámbito protegido. Esta orientación, necesaria en su momento, llevó a esquemas cada vez más regulatorios, inhibitorios de una sana competencia y difíciles de aplicar en el sentido deseado” (Soberanes 1994).

Se reformó el marco legal que regía la actividad pesquera. En 1992 se aprobó la nueva Ley Federal de Pesca cuyos principales cambios fueron: a) la abolición del régimen de especies reservadas para las cooperativas y b) la introducción de permisos de pesca transferibles.

Las reformas introducidas por la nueva ley de pesca estuvieron dirigidas hacia la pesquería de camarón, aunque ya desde algunos años atrás la pesquería estaba sufriendo cambios importantes. En primer lugar, el sector privado volvió a tener la propiedad de algunos barcos, fundamentalmente debido a las dificultades económicas que experimentaba la pesquería desde los años ochenta, muchos barcos habían dejado de pescar. En la temporada 1991-1992 un 30% de los barcos registrados no pudo salir a pescar, y otro 30% apenas pudo realizar dos viajes (Lobato 1993 citado por Nadal 1996).

El sobreendeudamiento llevó a muchas cooperativas a recurrir a los armadores privados, así mediante créditos y compras de barcos, el sector privado ha regresado a la posición que tenía antes de realizarse la llamada “transferencia de la flota” a las cooperativas entre los años 1978-1981 (Nadal 1996). Las reformas introducidas por la nueva ley de pesca aceleraron y legitimaron lo que ya venía aconteciendo.

De forma casi paralela a la desregulación del régimen de acceso a la pesquería, se asentaron mecanismos de regulación, cuyo objetivo es la preservación de la especie sin tomar en cuenta los efectos económicos y sociales de una pesquería sobrecapitalizada.

Bajo esta perspectiva en 1993 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación del 14 de septiembre de 1993, los mecanismos de aprovechamiento de las especies de camarón de aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, donde se concentran todas las medidas de regulación existentes hasta ese momento, tales como: tipos de redes, luz de malla, profundidades de pesca, medidas de control para la extracción de reproductores y postlarvas, y excluidores de tortugas en las redes (1995-1996).

La administración de la pesquería bajo este enfoque, se sustenta técnicamente en el mantenimiento adecuado del tamaño del stock reproductor; lo cual implica la explotación de la producción excedente, consecuencia de la reproducción, crecimiento y reclutamiento, estableciendo periodos de veda basados en estimaciones de máximo rendimiento sostenido y esfuerzo óptimo (López-Martínez *et al.* 2001).

A partir de 2004, el Gobierno Federal ha implementado un programa de retiro voluntario de embarcaciones camaroneras, en el que a la fecha han participado alrededor de 200 barcos en ambos litorales mexicanos. El programa consiste en que a cambio de una retribución económica el Gobierno compra el barco y el permiso de pesca al particular, para posteriormente convertir el buque en chatarra y reducir de esta manera el esfuerzo pesquero. En este mismo periodo, la pesquería de sardina no tuvo modificaciones trascendentales en su regulación, ya que la misma nunca ha representado un problema para las autoridades. En este contexto el comportamiento de nuestras variables se muestra en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3.** Esfuerzo pesquero y productividad en las pesquerías de camarón de altamar y pelágicos menores en México (1970-1992). (Fuente SAGARPA-CONAPESCA 2003 y 2007).

AÑO	Camarón		Sardina - Anchoveta	
	Embarcaciones	Productividad (toneladas / embarcación)	Embarcaciones	Productividad (toneladas / embarcación)
1970*	1,375	15.7	63	948.9
1971*	1,422	15.7	66	1,155.0
1972*	1,504	17.2	66	1,280.9
1973*	1,689	14.7	61	1,806.9
1974*	2,026	13.1	76	1,667.3
1975*	2,111	10.7	79	2,299.4
1976*	2,226	11.7	75	3,169.2
1977*	2,378	10.7	92	2,776.5
1978*	2,474	9.2	103	2,874.4
1979*	2,575	10.5	109	3,430.4
1980*	2,713	11.2	123	4,350.9
1981*	2,865	9.7	126	4,571.1
1982*	2,836	11.0	140	3,814.6
1983*	2,880	11.5	141	2,744.8
1984*	2,627	11.9	125	3,302.4
1985*	2,554	12.2	129	3,262.1
1986*	2,417	11.2	125	3,847.2
1987*	2,387	16.2	117	4,403.5
1988*	2,337	13.5	115	3,947.0
1989*	2,351	13.8	116	4,282.1
1990*	2,285	9.2	101	3,608.6
1991*	2,291	9.5	101	3,745.2
1992*	2,289	8.9	97	2,320.7

*Camarón*

En este periodo no se observa un decremento sustantivo en el número de embarcaciones, lo que si se observa es que cuando menor fue el número de barcos registrados (de 1997 a 1999 y del 2005 al 2007), la productividad por unidad de esfuerzo se incrementó sensiblemente.

*Pelágicos menores*

En esta pesquería se muestra un comportamiento relativamente homogéneo en el número de barcos participantes en la actividad, lo que contrasta es la poca productividad que se exhibe en los primeros dos años del periodo, la cual se explica por la poca abundancia del recurso ocasionada por el fenómeno de “El Niño” que ocurrió en aquellos años (Doode 1999).

Tabla 4. Esfuerzo pesquero y productividad en las pesquerías de camarón de altamar y pelágicos menores en México (1993-2007). (Fuente SAGARPA-CONAPESCA 2003 y 2007).

Año	Camarón		Sardina - Anchoveta	
	Embarcaciones	Productividad (toneladas / embarcación)	Embarcaciones	Productividad (toneladas / embarcación)
1993*	2,319	10.6	98	1,815.7
1994*	2,386	10.5	94	2,429.8
1995*	2,235	13.6	81	3,945.0
1996*	2,260	11.8	77	4,650.8
1997	1,971	14.5	69	5,514.2
1998	1,971	11.7	69	4,390.8
1999	1,971	14.0	69	4,664.7
2000	2,383	10.3	87	4,805.8
2001	2,407	10.6	89	5,562.1
2002	2,412	9.5	91	5,658.7
2003	2,409	10.4	96	4,789.4
2004	2,411	9.1	94	4,341.7
2005	2,263	11.2	94	4,930.2
2006	2,157	13.8	104	5,444.0
2007	2,122	17.2	104	5,660.3

\* La estadística pesquera hasta 1996 no se separaba el camarón de bahía del de altamar, por lo que se optó por restar el promedio de la producción de bahía de 1997 al 2007 para poder tener un estimado de la producción de altamar.

Por último cabe puntualizar que en Mayo de 2007 se promulgó un nuevo marco normativo: Ley General de Acuicultura y Pesca. Este nuevo ordenamiento jurídico se elaboró con el fin de normar las

actividades acuaculturales que en tiempos recientes han cobrado gran importancia, en esta nueva Ley no hay cambios sustantivos en términos de regulación pesquera.

## CONCLUSIONES

1. A pesar de la riqueza en recursos pesqueros que tiene México, la mayor parte de la población dedicada a la extracción de estos vive en la pobreza. No obstante, dentro de la variedad de actividades pesqueras existen algunas como la pesquería de pelágicos menores, que generan riqueza y bienestar.
2. La principal variable que explica el desempeño económico de una pesquería es el número embarcaciones que participan en ella, cuando al agregar una panga o embarcación a una pesquería disminuye la producción promedio, se dice que la pesquería esta sobrecapitalizada.
3. Existe una relación muy estrecha entre los marcos institucionales que regulan la actividad de la captura de camarón de altamar y la sobrecapitalización de la misma.

## REFERENCIAS

- Crozier, M. (1992). Estado modesto, estado moderno. Estrategia para el cambio. México. Fondo de Cultura Económica.
- Dooce, S. (1999). Los Claro-Oscuros de la Pesquería de la Sardina en Sonora. El Colegio de Michoacán-CIESAS-CIAD.
- El Universal. (2009). Pescadores naufragan en riqueza del mar. Reportaje periodístico de Thelma Gómez, del 9 de septiembre, 2009. México.
- FAO. (2010). "Estudio social de la pesca en México: Diagnóstico sobre la problemática social de los pescadores, su entorno y su visión sobre las posibles soluciones a los problemas que afectan la pesca". Proyecto FAO UTG/MEX/079. Informe Terminal. Roma.
- Fernández-Ruiz, J. (2008). Derecho administrativo y administración pública. Segunda Ed., México.
- García, J. M., Gómez Palafox, J. V. (2005). La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: situación económico-financiera e impactos socio-ambientales. Conservation International.
- Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. Science. 162(13): 1243-1248.
- INEGI. (1997). Estadísticas del Medio Ambiente México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. pp. 45-47.
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. (2007). Diario Oficial de la Federación. 24 de julio de 2007.
- López-Martínez, J., Morales-Bojórquez, E., Paredes-Mallón, F., Lluch-Belda D., Cervantes-Valle, C. (2001). La pesquería de camarón de altamar en Sonora.

## SOBRECAPITALIZACIÓN DE LA PESCA

- 301-312 pp. En: Lluch-Belda D., J. Elorduy-Garay, Lluch-Cota S., G. Ponce-Díaz. Centros de Actividad Biológica (BACs) en el Noroeste de México. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT.
- March, J. G., Olsen, J. P. (1995). *Democratic governance*. New York: The Free Press.
- Nadal Egea, J. A. (1996). *Esfuerzo y Captura: Tecnología y Sobreexplotación de Recursos Marinos Vivos – México: El Colegio de México, programa sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo, 1996.*
- North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- Químbar, J. R. (2003). *Análisis de redimensionamiento de la flota camaronera estacionado en el Litoral Pacífico Mexicano*. Tesis de maestría. El Colegio de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Químbar, J., Vega, X., Enríquez, J. (2007). *Estudio socioeconómico para la elaboración de un plan de manejo para la pesquería de pelágicos menores*. Archivo personal. Mimeo.
- Rodríguez-de la Cruz, M. C., Chávez-Rodríguez, E. A. (1996). *La pesquería de camarón en alta mar. Pacífico mexicano*. In: Sánchez-Palafox, A., D. F. Fuentes-Castellanos, S. García-Real Peñaloza (eds.), *Pesquerías relevantes de México*. Tomo I. Instituto Nacional de la Pesca. Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México.
- Rubio, L., Jaime, E. (2007). *El acertijo de la legitimidad. Por una democracia eficaz en un entorno de legalidad y desarrollo*. México. FCE-CIDAC.
- SAGARPA-CONAPESCA. (2003). *Anuario Estadístico de Pesca*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- SAGARPA-CONAPESCA. (2007). *Anuario Estadístico de Pesca*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.
- Simon, H. A. (1986). *Rationality in Psychology and Economics*. in Robin M. Hogarth and Melvin W. Reder (eds.), *The Behavioral Foundations of Economic Theory*. Chicago: University of Chicago Press.
- Soberanes, J. L. (1994). *Historia contemporánea de la legislación pesquera en México*, p. 1-25. In: González, O. M. y M. A. Garita. (Coordinadores). *El régimen jurídico de la pesca en México*. Instituto de Investigaciones Jurídicas. Serie "G" Estudios doctrinales. No. 150.
- Williamson, O. E. (1975). *Mercados y Jerarquías: su análisis y sus implicaciones antitrust*. Publicado en 1991 en español por el Fondo de Cultura Económica. México.

---

### CITA DE CAPÍTULO 21

Químbar-Acosta, J. R. 2012. *La sobrecapitalización de las pesquerías en México: El caso de la sardina y camarón de altamar*. 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. 413-428.

CAPÍTULO 22

**Caracterización  
socioeconómica de la pesquería  
de camarón en  
Puerto Peñasco, Sonora.**

Xóchitl Vega-Amaya<sup>1</sup>

**RESUMEN**

Con el antecedente de las regulaciones pesqueras y restricciones ante el posible impacto de la pesquería de camarón en altamar, establecidas en la zona del Alto Golfo de California y específicamente en Puerto Peñasco, Sonora, se realizó este trabajo; inserto en un proyecto más amplio de revisión del Impacto de las Actividades de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California, coordinado por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, unidad Guaymas.

Se presenta una caracterización del perfil socio demográfico del pescador de camarón, así como sus condiciones de vida, y sus opiniones en torno al medio ambiente. Además de que se expone el discurso de los líderes del gremio y dueños de barcos, ante las políticas ambientalistas asumidas por el Gobierno Federal en los últimos 20 años.

**Palabras clave:**  
Alto Golfo de  
California  
Pescadores  
Conservación  
Aprovechamiento

**INTRODUCCIÓN**

La ciudad de Puerto Peñasco está ubicada en el litoral sonorense del Mar de Cortés, tiene una historia fincada en la pesca y el ferrocarril desde la época de los años treinta hasta la década de

---

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Hermosillo. De los Seris final S/N Parque Industrial. CP. 83000. Hermosillo, Sonora, México.

Autor de correspondencia: E-mail: [xvega@uthermosillo.edu.mx](mailto:xvega@uthermosillo.edu.mx)

los noventa del siglo pasado, misma que finalizó con la crisis de las cooperativas pesqueras y la emergencia del turismo (Martínez 2008). Los primeros asentamientos humanos se ubicaron hacia 1920, cuando se instalaron pequeñas comunidades de pescadores dedicados a la pesca de la totoaba. El acceso al mar y a la riqueza marina existente fueron factores muy importantes que fomentaron la actividad pesquera. Según el último análisis realizado por la Subdelegación de Pesca en Sonora (2008), Puerto Peñasco contaba con seis comunidades pesqueras, en su mayoría con una población pesquera temporal con 115 embarcaciones mayores y 207 menores.

Uno de los temas centrales en la pesca son las políticas de protección al medio ambiente y la manera en que éstas inciden en el aprovechamiento del recurso, la productividad, el empleo y la calidad de vida de los actores en lo general. Los dilemas políticos y económicos que ha representado para el gobierno mexicano el desarrollo de las pesquerías; las políticas implementadas como la declaración de la Reserva de la Biosfera y Delta del Río Colorado señala un cambio de enfoque en el sector pesquero, de uno de producción comercial a un enfoque conservacionista (McGuire y Valdez 1997).

Según Valdez (2008), los principales cambios que los pescadores consideran han influido en su situación actual, han sido aquellos que están relacionados con la pérdida de territorio pesquero, crisis ecológica de los recursos, aumento del esfuerzo pesquero, descapitalización de la industria, y la orientación de las políticas de desarrollo económico para la localidad encaminadas al desarrollo turístico.

El nacimiento de la comunidad de Peñasco tiene su origen en la pesca, por lo que no es difícil entender la importancia de la identidad pesquera en los residentes, esto como resultado del uso y ocupación de una región durante generaciones. Los nuevos usos del espacio marítimo no sólo afectan al medio ambiente, sino que también han impuesto nuevos usos del territorio marginando progresivamente a la pesca.

Como antecedente, se puede mencionar que en 1923 se decretó la creación de la Dirección de Pesquerías de la Secretaría de Agricultura y Fomento, la cual tenía las funciones de regular, fomentar y desarrollar la actividad pesquera.

En 1925 se dictó la primera Ley de Pesca y los lineamientos



sobre la explotación de los recursos marinos, favoreciendo a los pescadores mexicanos organizados en sociedades cooperativas de producción, determinándose al mismo tiempo periodos de vedas y las zonas de reserva.

El 26 de diciembre de 1938 se expidió la ley de pesca en aguas territoriales del océano Pacífico y del Golfo de Cortés, regulándose así a la pesca comercial o deportiva, en especial a la efectuada por extranjeros (Valdez 2008)

Para los años de 1947 y 1950, con el objetivo de proteger a los pescadores de la región, se determinaron leyes pesqueras para las cooperativas de pescadores, que fundamentaban que para la captura de cualquier especie, se debía elaborar un contrato-concesión que se otorgaría nada más a las sociedades de producción pesquera (Secretaría de Pesca. Expediente 04, Legislación Pesquera, cooperativas).

En fechas más recientes, con el propósito de proteger la rica biodiversidad en la región del Golfo de California, tanto en el espacio terrestre como en el marino, se han instrumentado una serie de acciones por parte de los sectores gubernamentales, privados y de organización de la sociedad civil. Una de éstas ha sido el establecimiento de áreas naturales protegidas que están operando en sus diferentes categorías.

El 10 de junio de 1993 se decretó como reserva de la biósfera el Alto Golfo de California y el Delta del Río Colorado; una superficie que comprende 934,756 hectáreas y que abarca el ecosistema marino y estuarino formado por las comunidades ribereñas de Puerto Peñasco y Golfo de Santa Clara en Sonora, y San Felipe en Baja California (ordenamiento ecológico marino del Golfo de California. Septiembre del 2005).

Durante 2003, en el marco de lo establecido en el Reglamento de Áreas Naturales Protegidas (RANP) de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la autoridad ambiental federal (SEMARNAT) solicitó a la flota de altura que realiza aprovechamientos en el Alto Golfo de California, presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

La respuesta de SEMARNAT a esta MIA fue aceptarla condicionada, el Resolutivo de Impacto Ambiental (RIA) que se otorgó, redujo el área de pesca en un 40% al prohibir la pesca de arrastre de camarón en el área núcleo de la reserva, en una

profundidad menor a cinco brazas, y en una zona de exclusión alrededor de la roca Consag como medida de protección a la vaquita marina (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Documento de Trabajo 2010).

Además, el resolutivo condicionó a que cumplieran con lo establecido en el artículo 81 F del mencionado RANP de la LGEEPA, que establece como límite máximo una relación especie objetivo - fauna acompañante (FAC) 1:1, es decir un kilo de camarón por un kilo de otras especies, lo cual técnicamente es imposible. El promedio nacional es de un kilo de camarón por 9.5 de fauna de acompañamiento, lo cual se encuentra en el estándar de operación de otras flotas a nivel internacional. Es importante destacar que la flota de Puerto Peñasco tiene un desempeño sobresaliente en este indicador, al registrar una relación camarón FAC de 4.5 a 1. (Manifiesto de Impacto Ambiental. Armadores Unidos de Puerto Peñasco, S.A. de C.V. 2009).

Lo anterior hizo que la pesca de camarón con redes de arrastre en el Alto Golfo de California se prohibiera. Esta situación ha provocado que año tras año les fuera condicionada la renovación del resolutivo, indispensable para poder pescar, provocando una tensión constante y creciente entre autoridades ambientales y pescadores de Puerto Peñasco.

En 2005 se decretó el área de refugio de la vaquita marina y su hábitat, que marca un polígono de protección alrededor de la roca Consag de 26,500 hectáreas. En su programa de protección se ordena a la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) a que en el marco de sus facultades, reglamente la pesca en esta área tomando en cuenta los objetivos de su creación (Programa de Protección de la Vaquita Marina y su Habitar. SEMARNAT. DOF. 2005).

Lo anterior ha sido ignorado por la CONAPESCA, por lo que la citada área de refugio no impone restricción alguna a las actividades pesqueras en la zona.

En este contexto caduca el resolutivo de impacto ambiental del año 2003, por lo que se le pide una nueva MIA a la flota mayor de Puerto Peñasco. Los armadores se organizaron e ingresaron una nueva MIA el 8 de julio del 2009; el 30 de octubre la SEMARNAT emitió el nuevo resolutivo de impacto ambiental correspondiente con las siguientes condicionantes:

Se prohíbe la pesca en la denominada “área de refugio de la vaquita marina y su hábitat”.

Se excluyen del resolutivo a 31 embarcaciones que se contemplaban en el resolutivo del 2003.

Se les obliga a pescar con observadores a bordo, quienes se encargarán de verificar la relación camarón - fauna acompañante, la cual deberá cumplir con el citado 81”F” de la RANP de la LGEEPA.

Las anteriores condicionantes restringieron aún más la pesca, al reducir el área aprovechable en un 15% adicional (Subsecretaría de Pesca y Acuicultura del Estado de Sonora 2010). Esto ha generado gran desacuerdo entre los pescadores y armadores de Puerto Peñasco quienes se manifestaron tomando la carretera Peñasco a Sonoyta y el H. Ayuntamiento de Puerto Peñasco. Estos productores sonorenses, demandan en primer lugar, poder pescar en el área de refugio de la vaquita marina y su hábitat, alegando que está comprobado que ellos no interactúan con este raro mamífero marino. Lo anterior ha sido reconocido por la misma SEMARNAT, en el texto de los resolutivos de impacto ambiental otorgados a los pescadores de Puerto Peñasco.

Con el fin de obtener una evaluación de la situación actual del sector pesquero en la zona, específicamente de la pesquería de camarón de altamar, se realizó una encuesta.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se aplicó un cuestionario cerrado a un total de 49 pescadores dedicados a la captura de camarón en altamar. Este ejercicio se desarrolló en los primeros días del mes de mayo de 2010.

En el instrumento de investigación se incluyeron preguntas relacionadas con diversos tópicos que ayudaron a describir el nivel de vida, el grado de instrucción académica, la dinámica de trabajo, las condiciones de habitabilidad en la vivienda y colonia, así como las percepciones de los pescadores en torno a su vida y actividad. El objetivo de este trabajo fue obtener un perfil del pescador y su punto de vista en cuanto a la problemática planteada en el proyecto.

Además de la técnica cuantitativa se decidió explorar en la estrategia cualitativa mediante entrevistas semi estructuradas. Con fecha 13 de mayo de 2010 se entrevistó en las oficinas de la federación pesquera en Puerto Peñasco Sonora, a un total de seis

personas involucradas directamente con la actividad extractiva en esa localidad, entre dueños de barco, empresarios y capitanes de tripulación.

La implementación de esta técnica, tiene como objetivo darles voz a los protagonistas del tema de investigación, más allá de la rigurosidad de la estadística. De esta manera se encuentran explicaciones más puntuales acerca de los principales temas bajo análisis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Los pescadores de camarón en Puerto Peñasco*

De la muestra estudiada, el menor de los pescadores contaba con 31 años y casi la mitad de ellos estaba en el rango de menores de 51. En la misma proporción el resto tiene más de 51 y menos de 70 años; el 6% se ubicó como de 71 años y más. Se observó con estos datos una tendencia al envejecimiento de la población en el gremio. No existe una nueva generación de pescadores; los que ya existen acumulan una vasta experiencia en la actividad.

En lo que respecta al lugar de origen, el 49% son de diferentes entidades de la República Mexicana; el 31% son de Puerto Peñasco y el 30% restante son provenientes del estado de Sonora. Esto corresponde con la idea del crecimiento poblacional en Puerto Peñasco debido a la inmigración de personas provenientes de otros estados de México, en búsqueda de mejores oportunidades laborales.

Entre quienes no son originarios de Puerto Peñasco. El 85% cuentan con más de 21 años de residencia. El 12% tiene una antigüedad inferior a 10 años en el municipio, el restante 3% ha permanecido allí por un periodo que va entre 11 y 20 años. Con esto se puede destacar que la mayoría de los que han llegado para ocupar un lugar en el gremio pesquero, lo han hecho atraídos no por la industria turística, que empezó su desarrollo justamente hace poco menos de veinte años.

En cuanto a la situación familiar, se encontró que más de tres cuartas partes (76%) se encuentran unidos (casados o unión libre) mientras que el 18% es soltero y el resto viudo o divorciado.

En términos de escolaridad, se encontró que casi la mitad de los pescadores alcanzó el nivel de primaria y el 29% de secundaria. En

menor medida (14 %) cuentan con estudios de preparatoria y el 8% no acudió a la escuela.

Si se compara con la población general, los datos presentados por el INEGI (2005), evidencian que los pescadores están por debajo del nivel de escolaridad promedio en el Puerto; toda vez que ese caso, es el 50% de las personas quienes estudiaron un grado superior a la primaria (entre los pescadores este dato alcanza apenas el 43%).

Mientras el 7% del total en Peñasco cuenta con estudios profesionales, entre los pescadores ninguno alcanza ese nivel, en tanto que los datos de no escolaridad son de 3.3% y 8% para los no pescadores y pescadores respectivamente.

El hecho de que las personas dedicadas a la pesca no cuenten con una instrucción profesional parecería lógico, dado que por las características de la tarea, se pudiera pensar que nadie con un grado académico alto optaría por dedicarse a ello; no obstante, se ha comentado que el ingreso de los pescadores es considerablemente más alto incluso que aquellos que han ido a la universidad. (Entrevistas con miembros del gremio).

El 67% de los pescadores no cuentan con una carrera técnica o capacitación, mientras que el 33% restante sí. Las carreras técnicas que estudiaron son: mecánica, carpintería, estañado, soldadura, máquina y herramientas, electricista. En cuanto a capacitación, han tomado cursos sobre cómo se debe de realizar la pesca en beneficio del medio ambiente.

Dentro del tema de la educación, se les cuestionó si en casa había personas mayores de 12 años que no supieran leer ni escribir; como resultado se encontró que en el 6% de las familias de pescadores hay individuos en condiciones de analfabetismo. Esto supera al índice del municipio en cuanto a personas que no saben leer y escribir, que resultó en un 4.7% según datos del INEGI.

#### *Economía individual y familiar*

Del total de los pescadores, el 33% tiene dos dependientes económicos, el 27% cuatro y un 16% de los pescadores es responsable por la manutención de tres personas. El 57% de las familias cuenta con 3 personas que aportan al gasto familiar, un 29% con 2 y un 14% depende de sólo una.

Se sabe que el ingreso del pescador camaronero es muy variable, dependiendo de la época del año y del periodo en la temporada

de pesca. No obstante, en el cuestionario se les pidió calcular un promedio en el que expresaran en términos generales el nivel de ingreso que perciben, quedando los resultados como se describe:

El 33% cuenta con un ingreso mensual individual de entre \$5,001 a \$10,000 pesos, el 31% de percibe entre \$10,001 y \$20,000 y casi un tercio, el 28% sobrevive con un ingreso inferior a los \$5,000. Un 8% de las personas en la muestra declararon contar con ingresos mensuales superiores a los \$20, 000.

El 71% de los pescadores no tiene otra actividad remunerada a la pesca mientras que el 29% si lo tiene. Entre las actividades adicionales mencionaron renta de oficinas o casas, pesca en pangas, albañil, mecánicos, y trabajos eventuales en general.

Integrando el ingreso individual por pesca y otras actividades, más las aportaciones de otros integrantes de la familia, encontramos que el 37% de la muestra recibe un ingreso mensual en el hogar de más de 10,000 pesos, un 31% entre 4,001 y 8,000 pesos y un 20% de 1 a 4,000 pesos, mientras que el 12% recibe de 8,001 a 10,000 pesos.

#### *Habitabilidad en vivienda y colonia*

El 80% de los pescadores son dueños de sus viviendas, mientras que el 8% renta y el 10% vive en casa prestada. El 78% de las casas está construido de bloques, un 14% de madera, el 6% de otro material y el 2% de ladrillo.

El 51% de los techos de las casas está construido de otro material, el 37% de concreto y los porcentajes restantes de lámina galvanizada o de cartón. El 43% de las casas cuenta con piso de concreto, el 31% con vitropiso y el 18% de mosaico, mientras que los porcentajes restantes el piso es de tierra o de otro material. Esto mostró condiciones aceptables de habitabilidad cuando la mayoría de los pisos son de concreto o mosaico.

El 25% de las viviendas ocupa una extensión de terreno menor a los 259 m<sup>2</sup>. Las demás, son mayores a esa categoría, alcanzando incluso el 8% de los terrenos a más de 850 m<sup>2</sup>. Esto nos ofrece una idea del tipo de vivienda que ocupan los pescadores. Al interior de ellas, el 43% dispone de tres dormitorios, el 29% dos, mientras que un 20% uno y el 8% cuatro o más.

En cuanto a los servicios públicos con los que cuentan en las viviendas, el sanitario está conectado a drenaje en el 82% de los casos; el 10% se encuentra conectado a fosa particular y el resto a

letrina ya sea familiar o comunitaria.

El 90% de las casas obtienen agua entubada, un 6% de otro tipo (galones, vecinos, entre otros) y un 4% por medio de pipas o de una llave pública.

Por otra parte, el 90% de la muestra de pescadores que se encuestaron obtiene la electricidad para su vivienda mediante red pública, mientras que un 10% dice que no tienen o no hay. En términos reales la estadística indicó que es considerable la cantidad de pescadores que no cuentan con el servicio de energía eléctrica en sus hogares; aun cuando este abastecimiento es de vital importancia para la vida.

El equipamiento más frecuente en los hogares de los pescadores para mitigar el calor en el verano es el aire acondicionado: dos terceras partes de los encuestados cuentan con este sistema, en tanto que sólo 18% mencionó utilizar el aparato de enfriamiento comúnmente denominado cooler y el 73% utiliza abanicos eléctricos en casa.

Lo anterior puede analizarse desde dos perspectivas: a pesar de las limitadas condiciones económicas, el clima extremoso hace de primera necesidad la instalación y mantenimiento de aires acondicionados, aún cuando el consumo de energía eléctrica se dispare y se deba cubrir un costo más elevado por ese servicio.

El medio de transporte que utilizan es el automóvil con un 74%, el 10% usa transporte público y otro 10% camina, el 6% usa bicicleta.

Se cuestionó a los pescadores acerca del acceso al servicio médico; el resultado fue que el 82% si cuenta con algún esquema de seguridad social, pero este se limita a la temporada de pesca. El restante 18% no tiene este servicio durante todo el año.

De los que cuentan con servicio médico, el 87% se remite al Seguro Social para su atención y el resto acude a otras instituciones del sector salud, bajo el esquema del Seguro Popular. De los pescadores dedicados al camarón de altamar que cuentan con servicio de salud, sólo el 53% lo recibe como un beneficio por parte de su patrón; mientras que un 40% pagan servicio médico dentro de los gastos familiares, la fracción restante de los encuestados no contestó a esta pregunta.

*El oficio de la pesca*

En este apartado del cuestionario se investigó sobre las características del trabajo que se realiza, la forma en que se organizan para ejercerlo, y el nivel de satisfacción con el mismo.

Al cuestionar el si pertenecían a alguna organización, el 39% respondió negativamente. Frente a ello, el 23% indicó ser cooperativista y el 22% es permisionario.

El 96% de los pescadores no pertenece a ningún sindicato y un 4% si pertenece, aunque se puede esperar que este porcentaje esté adherido a un sindicato ajeno a la actividad pesquera, porque no existe esta figura en el gremio de Puerto Peñasco.

El 57% de los pescadores tiene más de 31 años de experiencia en esta actividad, en el 31% de los casos su experiencia data de entre 21 y 30 años, el 8% de 11 a 20 y el 4% de 1 a 10 años. Este dato mostró que no existe un reemplazo generacional entre los pescadores. Un alto arraigo en la actividad torna más fuerte la resistencia al cambio.

Un poco más de dos terceras partes de los pescadores de camarón comentaron que realizan esta actividad entre uno y seis meses al año, mientras que el 33% de ellos señaló que lo hace por siete meses o más. La dinámica expresada por ellos mismos y por sus patrones, indica que las jornadas laborales se tornan más fuertes en los primeros meses de la temporada.

Al principio del año, siguen saliendo a pescar pero los ingresos disminuyen. Cuando se acaba la temporada, siguen en alguna pesquería alternativa, o se dedican a otros negocios, como el comercio, o sobreviven inmersos en el desempleo.

En cuanto a la cantidad de años dedicada a la pesquería de camarón, más de la mitad de los encuestados sobrepasan las tres décadas (53%), mientras que el 33% lleva más de 20 años en ello. El dato complementario indicó que apenas 14% con una experiencia inferior a los 20 años.

En el terreno de lo laboral, se les cuestionó acerca de qué tan satisfechos se encuentran con su trabajo. Como respuesta, el 65% se declaró "muy satisfecho", el 19% "poco satisfecho", el 10% "algo satisfecho" y el 6% indicó que no está satisfecho con la actividad que realiza.

Lo anterior pone en evidencia que en general, el gremio se encuentra contento con el trabajo de pescador. Sin embargo, un dato interesante es que no estarían de acuerdo con que sus hijos se



dedicaran a la pesca.

Del 100% de los pescadores el 81.63% tiene hijos. De éstos el 82% asegura que está totalmente en desacuerdo en que se dediquen a la pesca y el 18% restante manifiesta algún grado de acuerdo. Este dato sugirió poca satisfacción con la actividad, toda vez que se rechaza la idea de que los hijos sigan los pasos de los padres en cuanto al quehacer laboral.

Uno de los comentarios recurrentes al hablar con habitantes de Puerto Peñasco, es que la pesca ya se acabó en ese lugar. Al respecto, se incluyó en el instrumento de encuesta a los pescadores una pregunta sobre qué tanto tiempo más consideran que se podrá desarrollar esa actividad. La respuesta fue en el mismo sentido, 72% considera que la pesca podrá ejercerse solo pocas temporadas más. El 18% dijo que podrán pescar de muchas temporadas más o para siempre, el resto señaló no tener idea al respecto.

También en el terreno de las percepciones, se le solicitó a los pescadores que señalaran en qué medida ha variado su ingreso comparado con temporadas anteriores. Las respuestas en casi el 80% de los casos fueron en sentido negativo: "cada día me alcanza menos" y "definitivamente me va mucho peor", el 14% opinó que se mantiene igual; y sólo el 8% de las personas consideró que su ingreso ha mejorado mucho respecto al pasado.

En relación a las disposiciones gubernamentales de protección al medio ambiente, se pidió a los encuestados que indicaran, qué tanto ha impactado a su actividad la implementación del polígono de protección y su expansión en los años subsecuentes. Un 88% dijo que la afectación ha sido mucha, el 12% indicó que no les ha afectado y el 2% restante no sabe.

Relacionado con su actividad, se cuestionó a los pescadores si tienen conocimiento de los tiempos de veda y restricciones en torno a ciertas especies. El 89% de ellos si tienen conocimiento sobre los tiempos de veda y áreas de reserva, mientras que un 11% asegura que no.

El 59% de ellos comentó que su área de pesca se encuentra cerca del polígono de exclusión y el 27% en los límites. Sólo un 14% declaró que se dedica a pescar en zonas alejadas de los puntos de exclusión.

El 59% de los pescadores está de acuerdo en que se implementen políticas de protección, pero tienen dudas en cuanto a la efectividad de las mismas. El 17% se manifestó poco de acuerdo, el 14% nada

de acuerdo y el 10% muy de acuerdo.

Estas opiniones mostraron el hecho de que el gremio pesquero, en este caso la tripulación, no es radical en torno a la protección de los recursos naturales; sin embargo, dudan en torno a la veracidad de los argumentos empleados por las instancias gubernamentales.

En este mismo sentido van las opiniones acerca de la continuidad de la Reserva de la Biósfera: una gran mayoría (65%) está de acuerdo en que continúe, mientras el 23% no. El 12% no sabe, o le es indiferente el tema.

*El discurso de líderes, empresarios y autoridad local en torno a la pesca de camarón en altamar en la región de Puerto Peñasco*

Sin lugar a dudas, quienes han aparecido en los últimos diez años manifestando sus argumentos a favor de la continuidad de la explotación del recurso en la zona, son los dueños de barco, capitanes y pescadores. A ellos también se les pidió su punto de vista en este ejercicio cualitativo. En este apartado, se destacan algunos aspectos importantes de las conversaciones, que contribuyen a enriquecer el análisis respectivo.

Se entrevistó inicialmente a un capitán de barco, con 35 años de experiencia en la pesca. Describió su actividad como problemática, dadas las restricciones a la pesca en el Alto Golfo de California y por los bajos precios del camarón en las últimas temporadas. Considera como buena su situación económica, aludiendo que desde que él se dedica a la pesca, todo ha ido muy bien.

En cuanto a los cambios que han tenido lugar en la actividad pesquera en las últimas dos décadas, el capitán destacó las restricciones por la vaquita marina. Fue categórico al señalar que el polígono no fue creado para defender a la vaquita marina, fue creado para afectar a la pesca. Indicó también que ha habido problemas de escasez, pero que esto es cíclico. Mencionó problemas asociados a cuestiones políticas, y ecológicas mal fundamentadas.

Al cuestionarle cuál es desde su punto de vista la razón de ser del polígono de protección, el capitán fue explícito:

“La cuestión de la vaquita es que aunque el polígono fue creado para protegerla, no la están protegiendo de quien deberían, porque los ecologistas, los funcionarios ya reconocieron y lo han hecho público, los pescadores de altamar no les estamos haciendo daño, y sin embargo, en vez de premiarnos porque no le hacemos daño, nos

aumentan la superficie del polígono”.

Se cuestionó al entrevistado sobre el impacto que había tenido para la pesquería de camarón de altamar la implementación del polígono de protección, a lo que respondió que les ha afectado mucho, dado que hace algunos años, cuando no estaba en vigor esta política, les hicieron unas encuestas dándoles como motivo el hecho de que pescaban el mejor camarón del mundo. Al hacerles saber las zonas de pesca fue ahí donde les implementaron el polígono de la vaquita.

En los últimos veinte años según el consultado, el volumen de abundancia de camarón no ha variado, lo que ha cambiado es la captura debido a las restricciones implementadas por el polígono. Comenta que cada temporada varía, hay unas exageradamente buenas, como la antepasada (2008), donde las capturas registradas fueron muy altas.

El problema con la rentabilidad de la pesquería, según el capitán, es que aunque la captura se ha mantenido, ésta ha cobrado más altos costos de producción; dado que se han tenido que recorrer mayores distancias, con mayor inversión en combustible y en comida para la tripulación. Se invierte más tiempo en cada viaje.

Uno de los temas que ha cobrado atención en los tiempos recientes es la zona denominada “la corbata”; que es una recién declarada área de exclusión, que se anexó al polígono de protección de la vaquita marina, pero que se localiza al exterior de la reserva de la biósfera del Alto Golfo.

El capitán entrevistado, refiere que esa es otro error de la autoridad: “Se implementó el polígono cuando decían que nosotros capturábamos vaquita”. Cuando ya reconocieron que nosotros no la capturábamos, entonces hicieron el polígono más grande. El problema con la corbata, es que como nos siguen con sus localizadores satelitales, nos tienen bien ubicados; donde observan que nos aglomeramos más para pescar, o que sacamos más producto, para esa zona amplían el polígono. La corbata parece estar fuera de la zona de reserva; no puede haber una zona de exclusión en una zona que no es de reserva. Entonces la pusieron ahí porque observaron que ahí nos aglomerábamos y pescábamos camarón. Nosotros estamos conscientes de que el objetivo no es cuidar a la vaquita, es sacarnos a nosotros; no lo lograron con el primer polígono y lo hacen cada vez más grande.

A la pregunta obligada acerca de la opinión que le merece el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales, el informante indicó que está de acuerdo con la protección y consciente de los problemas ambientales que existen. Sin embargo, considera que no hay razón para prohibir la pesca de camarón en el polígono de exclusión, dado que ha quedado demostrado que sus embarcaciones no le hacen daño a la vaquita. A pesar de lo que las autoridades continúan en la decisión de no dejarlos pescar.

A lo largo de la entrevista, se pudo constatar que la relación que se ha establecido entre el gobierno Federal y el gremio de la pesquería de camarón en alta mar, ha sido tirante. El ordenamiento se ha dado a partir de declaraciones, resolutivos y dictado de normas y reglas. Los pescadores no entienden a la autoridad y se consideran agredidos por ésta.

En contraste, se le cuestionó el nivel de apoyo que perciben desde el gobierno municipal, a lo que respondió que éste si se ha dejado sentir, en términos de que son atendidos por el Presidente cuando acuden a buscarlo, o que les canalizan y gestionan ante otras instancias de gobierno; el problema es que nunca platican con los que verdaderamente tienen la facultad de hacer cambios.

Según el entrevistado, las autoridades federales muestran mejor disposición para el consenso con los pescadores de ribera, dado que con éstos, primero se toman acuerdos.

En la misma oportunidad, se realizaron entrevistas abiertas con inversionistas dueños de embarcaciones mayores para la pesca de camarón en Puerto Peñasco. Un caso significativo es un informante que además de ser dueño, se sube como capitán de su propio barco. Esta persona cuenta con 42 años de experiencia en la pesca. Describe la situación actual como completamente crítica, señalando que cada año prohíben las zonas de buena pesca y ya no capturan en abundancia, lo que ocasiona muchos gastos.

Un aspecto en el que coincidieron todos los entrevistados, es en que durante los veinte años anteriores los costos se han multiplicado, y los ingresos han disminuido considerablemente, no solo por las restricciones a las áreas de mayor pesca, sino porque el precio fijado a nivel internacional para el camarón ha decrecido en las últimas temporadas.

Sin embargo, aceptan que con los precios del camarón se puede lidiar; ya que eso es parte de la economía y ese es su negocio como

inversionistas, salir adelante de ese tipo de problemas. Señalan que lo que no pueden manejar es la política ambiental del gobierno federal.

La sensación expresada, es que la autoridad apostó por el turismo y le retiró el apoyo a la pesca. No vieron que se podían complementar las dos actividades y hoy en día ambas, están en depresión.

Uno de los armadores comentó que no se puede dejar de lado la pesca para enfocarse en el turismo, dado que con la pesca, al menos las personas se bajan del barco o de la panga con una bolsa de pescado para comer.

Comenta que él como dueño de tres barcos, emplea a diez personas para tripulación, además de los tiradores, los mecánicos y demás gente que depende de esta actividad. Sostienen que ésta es la principal fuente de ocupación.

En retrospectiva, se mencionó que Puerto Peñasco tuvo una muy buena racha económica entre 1995 y el año 2000, cuando la actividad de la pesca estaba sana y se encontraba floreciendo la industria del turismo.

Dentro de las opciones para re direccionar la actividad pesquera en el Puerto, se ha puesto sobre la mesa la idea de la acuicultura. En torno a ello, los dueños de barco señalaron que es una actividad muy cara y muy difícil de aprender.

Uno de los armadores y líder de la Federación Pesquera, comentó que el aspecto en el que el gremio ha venido fallando desde que se privatizó el sector en Puerto Peñasco, es en darle valor agregado a los productos. Inicialmente, se unieron para invertir en conjunto, financiaron la congeladora y estaban planeando la construcción de un astillero cuando vino lo de la declaración de área natural protegida y las prioridades fueron otras.

Se cuestionó al entrevistado acerca de qué pueden esperar los pescadores y los dueños de barco ante el panorama económico actual que vive Puerto Peñasco. Éste respondió que no lo sabe. No se compromete a buscar una alternativa para ellos. Lo deja en las manos de las autoridades.

Regresando al punto de las alternativas para los inversionistas locales, el líder comentó que al menos su postura, es la de seguir en el mar.

Abundó en señalar que se han otorgado muchas oportunidades

a la inversión extranjera y la competencia de ninguna manera es equitativa con el inversionista local. De los locales, aquellos que se atreven a introducirse en el mundo del turismo, tienen pocas oportunidades de hacer buenos negocios; además de que hoy en día la afluencia es poca.

Acerca de este punto, se puede destacar que una postura común de los armadores, es mostrarse firmes al no querer reconvertir su actividad, y firmes a continuar buscando espacios para que se les permita la extracción de recursos en la zona.

## CONCLUSIONES

Según los datos de edad entre los pescadores participantes en la encuesta, se observó una tendencia al envejecimiento de la población en el gremio. No existe una nueva generación; en la actual acumulan una vasta experiencia en la actividad.

En términos comparativos para la población general, los datos presentados por el INEGI (2005) evidenciaron que los pescadores están por debajo del nivel de escolaridad promedio en el Puerto; en el primer caso 50% de las personas estudiaron un grado superior a la primaria.

Se sabe que el ingreso del pescador de camarón es muy variable, dependiendo de la época del año y del periodo en la temporada de pesca. No obstante, ellos declararon que el 33% de cuenta con un ingreso mensual individual de entre \$5,001 a \$10,000 pesos, el 31% de percibe entre \$10,001 y \$20,000 y casi un tercio, el 28% sobrevive con un ingreso inferior a los \$5,000. Además, Un 8% de las personas en la muestra declararon contar con ingresos mensuales superiores a los \$20,000. Ingresos en general superiores al de un obrero calificado en alguna maquiladora.

El 57% de los pescadores tiene más de 31 años de experiencia en esta actividad, en el 31% de los casos su experiencia data de entre 21 y 30 años, el 8% de 11 a 20 y el 4% de 1 a 10 años. Este dato mostró que no existe un reemplazo generacional entre los pescadores. Un alto arraigo en la actividad torna más fuerte la resistencia al cambio.

Un poco más de dos terceras partes de los entrevistados comentaron que realizan esta actividad entre uno y seis meses al año, mientras que el 33% de ellos señaló que lo hace por siete meses o más. La dinámica expresada por ellos mismos y por sus

patrones, indicó que las jornadas laborales se tornan más fuertes en los primeros meses de la temporada. Al principio del año, siguen saliendo a pescar pero los ingresos disminuyen. Cuando se acaba la temporada, siguen en alguna pesquería alternativa, o se dedican a otros negocios, como el comercio, o sobreviven inmersos en el desempleo.

El 65% de los pescadores se encuentra muy satisfecho con su trabajo, el 19% poco satisfecho, el 10% algo satisfecho y el 6% no está satisfecho con el trabajo que realiza. Esto muestra de que en general, el gremio se encuentra contento con el trabajo de pescador. Sin embargo, un dato interesante es que no estarían de acuerdo con que sus hijos se dedicaran a la misma actividad laboral.

Se incluyó en el instrumento de encuesta a los pescadores, una pregunta sobre qué tanto tiempo más consideran que se podrá desarrollar esa actividad, se encontró que 72% considera que la pesca durará pocas temporadas más. El 18% dijo que podrán pescar de muchas temporadas más o para siempre, el resto señaló no tener idea al respecto; lo que marca una percepción de pesimismo en la situación laboral a futuro.

En el mismo terreno de las percepciones, se le solicitó a los pescadores que señalaran en qué medida ha variado su ingreso comparado con temporadas anteriores. Las respuestas en casi el 80% de los casos fueron en sentido negativo, el 14% opinó que se mantiene igual; y sólo el 8% de las personas consideró que su ingreso ha mejorado respecto al pasado.

En relación a las disposiciones gubernamentales de protección al medio ambiente, se considera que el impacto de la implementación del polígono de protección y su expansión en los años subsecuentes sobre la pesca de camarón, ha sido de mucha afectación (el 88% de los encuestados lo señaló en esa forma), y casi el 60% de ellos indicó que su área de pesca se encuentra cerca del polígono de exclusión. Sólo un 14% declaró que se dedica a pescar en zonas alejadas de dichos puntos.

El 59% de los pescadores está de acuerdo en que se lleven políticas de protección al medio ambiente, el 10% muy de acuerdo. Estas opiniones muestran el hecho de que el gremio pesquero no es radical en torno a la protección de los recursos naturales; sin embargo, dudan en torno a la veracidad de los argumentos empleados por las instancias gubernamentales.

En torno a las entrevistas con armadores y capitanes de barco, la percepción frente a las políticas ambientalistas es muy similar a los pescadores: está bien mejorar las artes de pesca y preservar el recurso; sin embargo, la opinión general es que la actuación del gobierno ha sido parcial, restringiendo a discreción las áreas de captura, sin haber probado de forma científica el hecho de que la pesca de camarón daña el medio ambiente y específicamente a la vaquita marina.

Consideran que las capturas se han reducido, no tanto por razones naturales sino políticas, al haberse cerrado las áreas más productivas.

En relación a la orientación al turismo en la vocación económica de Puerto Peñasco, se considera que las estrategias no han sido acertadas, lo que aunado con el efecto de factores externos ha limitado el desarrollo, y sumido a la localidad en una situación crítica a la que se le ve lejana una salida satisfactoria para todos.

En general, no se observa en el turismo una nueva alternativa de empleo para los pescadores, dado que ésta actividad requiere otro perfil de profesionales más jóvenes y con un mayor grado de preparación académica. De cerrarse la pesquería, los participantes en el gremio buscarán otras opciones de subsistencia dentro del mar.

## REFERENCIAS

- INEGI. (2008) Anuario Estadístico Municipal Puerto Peñasco Sonora, disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/sisnav/default.aspx?proy=sem&edi=2008&ent=33> Fecha de Consulta: 20 de junio de 2010.
- Martínez, C. (2008). Turismo y planeación urbana en Puerto Peñasco. El caso de los asentamientos humanos del núcleo urbano original, 2000-2007. *Topofilia. Revista de Arquitectónica, Urbanismo y Ciencias Sociales*. Hermosillo: Centro de Estudios de América del Norte, El Colegio de Sonora. vol. I, núm. 1. [http://seminariopesqueriasglobalizadas.blogspot.com/2009/09/turismo-y-planeacion-urbana-en-puerto\\_17.html](http://seminariopesqueriasglobalizadas.blogspot.com/2009/09/turismo-y-planeacion-urbana-en-puerto_17.html). Fecha de Consulta: 3 de mayo de 2010.
- Mcguire, T. R., Valdéz-Gardea, G. C. (1997). Endangered species and precarious lives in the upper Gulf of California. In: R. A. Hackenberg, (Ed.), *Culture and Agriculture*. Denton, Texas. pp. 101-107.
- Plan Municipal de Desarrollo Puerto Peñasco. (2000). Centro Estatal de Estudios Municipales; XII Censo General de Población y Vivienda 2000, INEGI.
- SAGARPA-CONAPESCA. (2008). Anuario Estadístico de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, DF.



Valdéz-Gardea, G. C. (2008). *Revisitando la comunidad pesquera tradicional: actores y pesquería en Puerto Peñasco*. En: Topofilia. Revista de Arquitectónica, Urbanismo y Ciencias Sociales. Hermosillo: Centro de Estudios de América Del Norte, El Colegio de Sonora, 1 de septiembre de 2008, Vol. I, Núm. 1.

---

**CITA DE CAPÍTULO 22**

Vega-Amaya, X. 2012. Caracterización socioeconómica de la pesquería de camarón en Puerto Peñasco, Sonora. 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. 429-448.



## CAPÍTULO 23

**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.**

Salvador Lizárraga-Saucedo<sup>1\*</sup> y León Tissot-Plant<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

Se ha discutido mucho acerca de la afectación de las redes camaroneras en los fondos marinos. Por supuesto, en México también, sobre todo porque la pesquería del camarón ha venido siendo la más importante en muchos sentidos en el País y durante muchos años objeto de una gran polémica en términos económicos, sociales, políticos y ambientales.

De los ambientales, las redes de arrastre y la fauna de acompañamiento derivada de su utilización son quizá los más relevantes, sin menoscabo de otros que se consideran igualmente importantes.

Sobre la red de arrastre, de manera sistemática se ha afirmado por distintas voces y fuentes de otros países y de México que su impacto o afectación negativa depreda y destruye el fondo marino.

Para dar una visión de parte de la Delegación de la CANAINPES en Sonora que es el objeto de este trabajo, se considera necesario desarrollarla, analizando, de manera sucinta, la evolución de la pesquería del camarón “de alta mar”, en el Pacífico Mexicano, a la que el Golfo de California aporta alrededor del 90% de las capturas y de la flota.

---

<sup>1</sup> *Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAINPES), Delegación Sonora. Calle 21 y 22 Núm. 75 Altos, Desp. 2, Edificio Luebbert. Col. Centro Guaymas, Sonora, 85400. México.*  
*\*Autor de correspondencia: E-mail: cuatrobajocero@hotmail.com*

*Antecedentes y evolución de la pesquería*

Se tienen referencias de que las comunidades indígenas originales, asentadas en las costas capturaban el camarón para fines de consumo doméstico. Posteriormente a la altura de los años de 1870, con el arribo de los primeros inmigrantes chinos lo aprovecharon para el comercio en los mercados locales y se hicieron las primeras exportaciones en presentaciones de seco y apastillado, a los Estados Unidos y China.

En la década de los 1920, el barco de transporte refrigerado "Martha Buehner", compró 40,000 libras de camarón, pescado con atarraya por pescadores artesanales en las proximidades de Guaymas y de la Bahía de Topolobampo.

En los siguientes años 30's, después de algunas pruebas con barcos sardineros adaptados con una sola red de arrastre por popa, traídos de California, se inició formalmente la pesca de arrastre del Pacífico, en Guaymas, Sonora.

En esa época, empresas norteamericanas y japonesas competían por la pesca del camarón. Los japoneses al pagar precios más altos, sacaron de la competencia a los norteamericanos. Los japoneses obtuvieron una concesión del Gobierno Mexicano, en 1937, pero al no cumplir con los términos de aquella, el Gobierno la dio por terminada en 1939.

A partir de esa fecha, el Presidente Cárdenas, le encomendó al General Abelardo L. Rodríguez, para que organizara y desarrollara la pesquería por pescadores nacionales, constituyéndose las primeras cooperativas pesqueras en Guaymas y Topolobampo:

"Pescadores del Yaqui", "Paredón Colorado", Rodolfo Elías Calles", "Bahía de Guaymas" y "Mar de Cortés".

Con el fin de apoyarlas financieramente, se constituyó la primera firma de crédito en 1941; la "Financiera del Golfo de Cortés" que las proveyó de créditos, para la adquisición de embarcaciones, equipos, avituallamiento, plantas de hielo y de transporte. En Guaymas, se construyó la primera planta congeladora con capacidad de ocho toneladas diarias denominada "Productos Marinos de Guaymas, S.A. Después en Topolobampo, se construyó una con capacidad de 20 toneladas diarias, la "Pesquera de Topolobampo" y en Mazatlán en 1944, también la primera denominada "Refrigeradora del Noroeste". Con estas acciones se inicia la expansión de la pesquería

industrial del Camarón en el Pacífico Mexicano, hasta llegar a la actualidad.

*La red de arrastre camaronera y los barcos*

Como antes se dijo, en las primeras capturas de camarón en alta mar, se utilizó inicialmente una sola red por popa, posteriormente se incorporó una más, para tener una por cada banda del barco; después por un tiempo se experimentó con dos redes por cada banda para aumentar la eficiencia y el rendimiento en las capturas; pero finalmente se quedó la modalidad de una red por cada banda. Así mismo, los diseños eran diversos en las distintas regiones, influenciados por las experiencias de los patrones de pesca y por los terrenos y las corrientes en donde faenaban. Los más conocidos han sido los balón, hawaiana, fantasma, mixta y hoy las famosas redes spectra.

Los materiales de que están hechas las redes, igualmente han evolucionado, donde los primeros paños eran de algodón alquitranado, posteriormente nylon blanco y nylon blanco y alquitranado, luego, solamente por unos cuantos años, de polietileno y ahora, el paño spectra aproximadamente a partir del año 2000. Se estima que actualmente alrededor de 400 embarcaciones utilizan redes confeccionadas con este paño.

Otro aspecto importante a considerar es el hecho de que al inicio a cada red se le colocaba de lastre entre 200 y hasta 300 kilogramos, reduciendo estas cifras a valores de entre 75 y 150 kilogramos. Por último, el tamaño de la red también ha tenido sus cambios a lo largo de 60 años, al principio, los valores fluctuaban entre 45 pies y 130 pies y actualmente, las redes llegan a medir hasta 130 pies, particularmente las spectra, ya que estas son muy ligeras, de menor resistencia al avance y por consiguiente ahorradoras de combustible.

En este evolucionar, el Instituto Nacional de la Pesca ha tenido una importante influencia sobre las modificaciones que se han llevado a cabo en los diseños de las redes, adicionando el enfoque científico al pragmático del rendimiento, buscando minimizar el posible impacto en el suelo marino, la reducción de la fauna de acompañamiento y el menor efecto en especies protegidas como la tortuga y la totoaba, surgiendo de ahí los excluidores de tortuga incorporados al arte de pesca, así como los excluidores de peces llamados ojo de pescado, en la zona marina de la reserva de la

biósfera del Alto Golfo de California.

Por su parte las embarcaciones experimentaron también cambios en cuanto a materiales de construcción y otras características. A principios de 1940 hasta mediados de los 50's, predominaron los barcos de madera de pequeño porte de entre 30 y 50 pies de eslora con máquinas de 220 hp y menos, que carecían de refrigeración, conservando la captura con hielo. En 1952, en el puerto de Guaymas, se comenzaron a construir las primeras embarcaciones de casco de acero, de entre 60 y 75 pies de eslora, incrementando la flota camaronera, para finalmente sustituir a las de madera e incorporando sistemas de congelación y refrigeración, equipos modernos de navegación, comunicación, ecosondas y localización; así como con máquinas de hasta más de 600 hp.

#### *Otros aspectos*

Algo casi nunca tomado en cuenta cuando se tratan los temas relacionados a la biodiversidad y al fondo marino, especialmente en el Golfo de California, es el modo de pescar de los patrones de pesca; y es el hecho de que prácticamente la totalidad de ellos, solamente arrastran en una franja de la plataforma continental que va de las 5 a las 25 brazas de profundidad, aún cuando sus "winches" tienen capacidad para trabajar a mayor profundidad. Algunas mediciones hechas por el Departamento de Investigación Científica y Tecnológica, con la batimetría del Golfo de California y fotografía satelital, indican que solamente se arrastra alrededor del 6% del área total del Golfo, sin considerar que tampoco se arrastra en los terrenos pedregosos y rocosos. Es decir, el área barrida debe ser aún menor.

A propósito de lo anterior, la región marina del Golfo de California es mega diversa, con alrededor de 6 mil especies marinas, entre vertebrados, invertebrados, mamíferos, etc. y dentro de éstos cerca de mil especies de peces. De éstas, se dice que la fauna de acompañamiento (FAC) está compuesta por alrededor de 180 especies y que aproximadamente 10 especies aportan cerca del 70% del total capturado. De igualar ese 70% a un 100%, se encuentra que alrededor del 50%, lo constituyen los lenguados (peces planos) y de estos las capturas solamente significan el 10% de la abundancia poblacional estimada. De ahí que pueda decirse que se sobredimensiona el posible impacto de la red de arrastre

camaronera.

Entre otros aspectos, el de la administración de la pesquería, evolucionó partiendo del establecimiento de vedas y agregando posteriormente los permisos y concesiones individuales por barco. Con la entrada en vigor de la “Ley de Metrología y Normalización”, se establecieron Las Normas Oficiales Pesqueras Mexicanas Técnicas y Administrativas. Se les asignó a los barcos un puerto base y uno alterno, el despacho vía la Pesca, la bitácora de pesca y el aviso de arribo, además de otras condicionantes.

De estas medidas la más importante ha sido la veda temporal que se estableció para garantizar básicamente el desove y el reclutamiento; comenzando en los primeros años con períodos de dos meses de veda (del 15 de julio al 15 de septiembre), después de tres y medio (del 1ro. de junio al 15 de septiembre) y hasta la actual de casi seis meses. Así mismo, se combinaron las temporales con geográficas, primero solamente la región del Golfo de California, luego hasta Chiapas y después todo el Pacífico incluyendo la costa de la Península, de Baja California, todo en las mismas fechas, hasta la actualidad en forma escalonada espacio-temporalmente.

*Las capturas históricas en el Pacífico Mexicano, el número de barcos y las capturas promedio por barco*

En esta sección se analiza la serie histórica que comprende 50 años, de 1956, al 2000, de las capturas del camarón en el Pacífico Mexicano, a peso de desembarco (colas), el número de barcos que ha actuado en ésta y la captura promedio por barco, de la que se obtendrán algunas reflexiones y cuestiones.

De un análisis breve de la Tabla 1 y de las figuras 1 y 2 que de esa se conforman, se desprende que al principio, de 1956 a 1962 las capturas agregadas crecen hasta alcanzar un máximo histórico y a partir de ese año comienzan a decrecer con una clara tendencia a estabilizarse (fig. 1). En 1962 donde se observa el valor máximo de capturas, el número de barcos fue de 688, duplicándose posteriormente y coincidiendo este incremento con el decremento de las capturas, hasta el año de 2005 que comienza el programa de reducción de la flota camaronera, donde ya para el 2006 se ve reducida a 1200 (fig. 1).

El mismo fenómeno se da en la captura promedio por barco. En el año de captura máxima con 688 barcos, la captura promedio

por barco, también alcanza su máximo histórico de 37.9 toneladas, decreciendo a partir de 1962 y estabilizándose, hasta coincidir un ligero repunte con la reducción de la flota, en el año 2006 (fig. 2).

Se consideró necesario desde un principio, tratar de ver la evolución de esta pesquería, tocando algunos de sus elementos más importantes para estructurar algunas reflexiones y cuestiones relacionadas a la visión de la Delegación Sonora de la CANAINPES.

**Tabla 1.** Evolución de las capturas de camarón en el océano Pacífico mexicano de la flota de alta mar y de la captura promedio por barco (en peso desembarcado, toneladas) 1956-2006. Fuente: Rodríguez de La Cruz (1981) y Anuarios Estadísticos de Pesca (2007, 2008).

Año	Capturas	Número de Barcos	Captura Promedio por Barco	Año	Capturas	Número de Barcos	Captura Promedio por Barco
1956	12,227	458	26.8	1981	16,596	1,692	10.2
1957	11,110	514	21.6	1982	18,988	1,657	11.4
1958	16,102	638	25.2	1983	20,555	1,681	12.2
1959	19,869	730	27.2	1984	18,916	1,557	12.1
1960	23,078	807	28.6	1985	19,078	1,551	12.3
1961	24,690	694	35.6	1986	18,135	1,489	12.2
1962	31,195	688	37.9	1987	22,834	1,510	15.1
1963	24,690	819	30.0	1988	21,793	1,512	14.4
1964	22,642	867	26.1	1989	26,820	1,521	17.6
1965	20,273	880	23.0	1990	12,033	1,552	7.8
1966	22,316	860	26.0	1991	10,327	1,502	6.9
1967	20,674	770	26.8	1992	16,087	1,504	10.7
1968	18,738	830	22.6	1993	13,219	1,509	8.8
1969	16,591	713	23.3	1994	16,233	1,519	10.7
1970	14,225	860	16.5	1995	19,375	1,463	13.2
1971	15,365	885	17.4	1996	15,937	1,463	10.9
1972	17,899	895	20.0	1997	18,735	1,313	14.3
1973	16,155	929	17.4	1998	18,200	1,313	13.9
1974	16,218	1,024	15.8	1999	17,210	1,313	13.1
1975	15,862	1,153	13.7	2000	15,254	1,649	9.3
1976	15,543	1,227	12.7	2001	14,495	1,665	8.7
1977	15,456	1,400	11.0	2002	14,482	1,674	8.7
1978	15,382	1,400	11.0	2003	16,687	1,673	8.8
1979	17,158	1,461	11.7	2004	13,185	1,674	7.9
1980	17,293	1,540	11.3	2005	16,514	1,594	10.4
				2006	20,013	1,200	16.6



¿Qué ha ocurrido esencialmente en estos 50 años de la pesquería de alta mar en el Pacífico Mexicano?

Que en un principio con casi la mitad de los barcos, en su mayoría pequeños de madera, sin refrigeración, con redes chicas y pesadas con máquinas de hasta poco más de 200 hp. Con menor consumo de combustible y con muy poca tecnología electrónica, se alcanzaron las mayores capturas y de excelente calidad, la pesquería era sana.

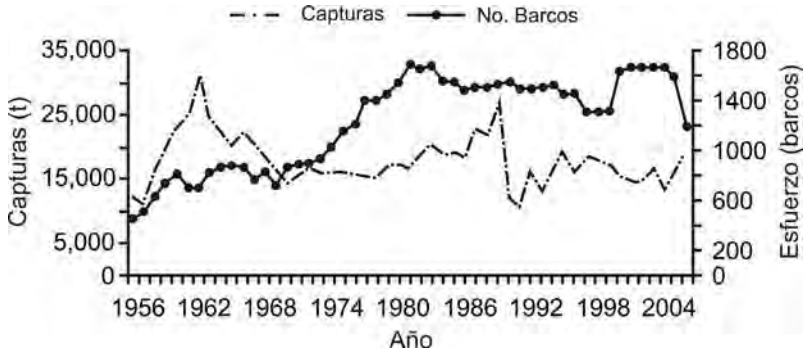


Figura 1. Capturas de camarón peso de desembarco (colas) y esfuerzo pesquero, en el Pacífico Mexicano de 1956, al 2004.

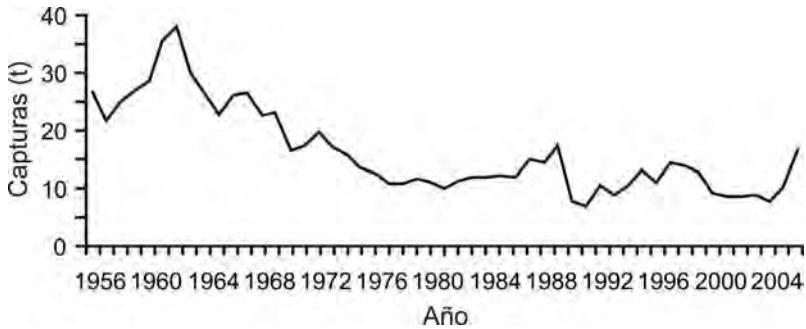


Figura 2. Captura promedio por barco en el Pacífico Mexicano de 1956, al 2004.

Después se duplicó la flota con barcos más grandes, de casco de acero, con refrigeración y congelación, con redes el doble o el triple más grandes y más ligeras y con máquinas con el doble y hasta el triple de caballaje, consumiendo más combustible, con mejor tecnología electrónica, pero con la mitad de las capturas. La pesquería no es sana, está sobre capitalizada.

¿Importa e influye el número de barcos en el aumento o disminución de las capturas agregadas? Aparentemente sí.

¿Importa e influye el tipo de barcos en el aumento o disminución de las capturas por barco? Aparentemente sí.

¿Influye el tamaño de las redes, de pequeñas a grandes y de pesadas a ligeras en las capturas agregadas? Aparentemente no.

¿Influyen los distintos tipos de vedas geográficas temporales en las capturas agregadas? Aparentemente no.

La CANAINPES, de hecho debe su creación a la pesquería del camarón, independientemente de que con el tiempo fue agregando otras pesquerías y a la acuicultura. En su historia de más de 50 años, le ha dado seguimiento y apoyado siempre que ha podido, a la investigación de la pesquería, e igualmente sus agremiados se han adaptado y evolucionado con el desarrollo de las mismas. Por esta historia paralela de evolución, estima de primerísima importancia los resultados del trabajo de investigación sobre el impacto de la red de arrastre en el fondo marino de la región del Golfo de California. Este trabajo riguroso y meritorio, estudiando y comparando área barrida y área no barrida, en este modesto resumen, concluye que el fondo marino después de una temporada de pesca de camarón, al término de la veda, se recupera completamente; resolviéndose con resultados duros, una interrogante, que ha acompañado a la pesquería en la región. Empero, deberá seguirse estudiando el posible impacto de la red de arrastre camaronera en otras regiones del Pacífico y porqué no también en el Golfo de México y en el Caribe, para resolver esta incógnita en su totalidad.

Igualmente deberá estudiarse todas y cada una de las especies que componen la fauna de acompañamiento para determinar qué porcentaje de la abundancia poblacional de las mismas se captura en las operaciones de pesca y en qué medida se afecta realmente a la biodiversidad para resolver de una buena vez esta incógnita y no continuar especulando en base a presunciones de voces por prestigiadas que sean.

## FUENTES COMPLEMENTARIAS DE INFORMACIÓN

SAGARPA. (2007). Anuario Estadístico de Pesca 2004. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.

SAGARPA. (2008). Anuario Estadístico de Pesca 2005. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.

Instituto Nacional de Pesca. (1998). "Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y manejo 1997-1998". Arenas-Fuentes P. y Díaz-de León A.

- (Editores). Instituto Nacional de la Pesca. SEMARNAP. México. 696 p.
- Instituto Nacional de Pesca. (2006). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo. Arreguin-Sánchez, F., L. Beléndez Moreno, I. Méndez Gómez-Humarán, R. Solana Sansores y C. Rangel Dávalos (Editores). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. México. 544p.
- Lluch-Cota, D. B., Hernández-Vázquez, S., Balart-Páez, E. F., Beltrán-Morales, L. F., González-Becerril, A, Lluch-Cota, S. E., Navarrete-del Próo, A. F., Ponce-Díaz, G., Salinas-Zavala, C. A., López-Martínez, J. y Ortega-García, S. (2006). Desarrollo sustentable de la pesca en México: Orientaciones estratégicas. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste/ Senado de la República. 436 p.
- Medina-Neri, H. (1982). México en la Pesca 1939-1976. HMN Editorial, Cd. Satélite, Estado de México. 381 pp.
- Nadal-Egea, J. A. (1996). Esfuerzo y Captura: Tecnología y Sobreexplotación de Recursos Marinos Vivos/ Alejandro Nadal Egea. México: El Colegio de México, programa sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo. México, D.F.
- Rodríguez-de la Cruz, G. M. (1981). Aspectos pesqueros del camarón de alta mar en el Pacífico Mexicano. Ciencia Pesquera INAPESCA., I2: 1-19.
- Rodríguez-de la Cruz, G. M. (1981). Estado actual de la pesquería en el Pacífico Mexicano. Ciencia Pesquera INAPESCA., 11: 53-60.

---

### CITA DE CAPÍTULO 23

Lizárraga-Saucedo, S. y L. Tissot-Plant. 2012. 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. 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. 449-457.



## CAPÍTULO 24

## Mercado del Camarón. Perspectivas.

José Álvaro Castillo-Leyva<sup>1</sup>

### *Historia y perspectivas del mercado del camarón*

El camarón es un recurso natural con una rica y amplia historia en sus tres eslabones principales, que integran la actividad de explotación, proceso y comercialización; como producto, se encuentra actualmente muy bien integrado en el comercio internacional globalizado; dentro de esta opinión, el precio o valor no es relevante, en un producto como el camarón, la percepción y conocimiento que se tenga de la tendencia y las formas son el fondo para alcanzar el éxito o el mejor resultado. Pero no se puede hablar exclusivamente del mercado, sin antes hacer un repaso sobre el origen de ese producto.

La explotación del camarón se realiza mediante la captura en el medio natural y la acuicultura. La primera se inicia en nuestro país de manera artesanal, en gran parte de forma anárquica e inclusive por extranjeros, como ha sucedido casi con todos los recursos naturales en los países, que por múltiples razones no han logrado desarrollo propio; la principal motivación de la industria extranjera es la proclividad a inducir a la dependencia comercial. Otro aspecto importante inicial en ese eslabón, es el marco legal actual, el cual hace pocos años fue modificado sustancialmente, al ser excluido de la explotación un sector con rango de exclusividad, medida que fue correcta, aunque se percibe que todavía hay mucho que hacer en ese aspecto. Otro aspecto relevante fue la aplicación de nuevas técnicas de cultivo, con avances tecnológicos aceptables principalmente en el noroeste de nuestro país.

Respecto a la explotación en el medio natural, se ha avanzado poco en materia tecnológica para hacer la extracción de manera

---

<sup>1</sup> Consultor independiente.

Autor de correspondencia: E-mail: [acastillo@oceangarden.net](mailto:acastillo@oceangarden.net)

más eficiente y por consecuencia más productiva, ya que mucho tiene que ver la calidad del producto con la forma de captura y resultado de la manipulación inicial; ambos factores propician el valor final del producto al ser distribuido y comercializado. La flota que realiza capturas en altamar y las embarcaciones menores que hacen los propio en bahías, esteros y ribera, en su mayoría, adolecen de equipo que aseguren más eficientemente los valores naturales que el producto posee, y que lo hacen tener el mejor precio en el mercado. El proceso de descomposición del producto extraído del medio natural, se inicia a partir de la captura y si no se cuenta con los medios necesarios de conservación, comienza el deterioro del producto hasta la posible descomposición total. Esto se relaciona directamente con el incremento de los costos de producción, y la disminución del ingreso total.

La presentación del producto, tanto en el mercado interno como en el externo, sigue y seguirá siendo preferentemente en “colas” y fresco-congelado, ya que así se protege la vida de anaquel. Las formas de preparación y presentación para su consumo, entran en la fase final de comercialización y dependen de la capacidad mercadotécnica del distribuidor y vendedor final.

Las especies de nuestros litorales que son aprovechadas para la acuicultura, son comúnmente conocidas como “camarones blancos” y corresponden a las especies *Litopenaeus stylirostris* y *Litopenaeus vannamei* siendo esta última la más utilizada para cultivo y finalmente el camarón café cuyo nombre científico es *Farfantepenaeus californiensis*; especie que es exclusiva del litoral del Pacífico mexicano.

Las especies *L. stylirostris* y *L. vannamei* son en volumen de las más importantes de los camarones a nivel mundial. Por otra parte el camarón café mexicano destaca por su sabor y color, aunque es una especie desaprovechada en el mercado internacional; el principal comprador de la especie es el mercado japonés, que desafortunadamente compra escasos volúmenes a México.

Por otra parte, es preciso comentar que el camarón, como recurso natural, requiere de rectoría del estado a través de los organismos gubernamentales que rigen formalmente la actividad pesquera en el país. La explotación debe de seguir siendo practicada con base en estudios de sus poblaciones, de sus estimaciones de abundancia y de sus áreas de distribución, para que de esa forma se proteja la reproducción, el entorno ecológico y para así también, propiciar la

actividad sustentable. El calificativo de productiva en términos de negocios hace referencia a la generación de empleos, promoviendo que a través de esa riqueza nacional, se haga partícipe a las comunidades pesqueras que habitan en los litorales de nuestro país, propiciando adicionalmente, tranquilidad en la población, reducción de delincuencia, alimento a la población y aunque en menor escala, divisas a nuestra economía. Todos esos valores se incluyen dentro de un aspecto socioeconómico y político que desde mi percepción requieren de una renovada valorización de la actividad pesquera en nuestro país.

Para hacer más productiva la actividad son necesarios algunos aspectos:

- Marco legal específico para las tripulaciones de las embarcaciones. Actualmente se rigen por la generalidad de nuestra Ley Federal de Trabajo vigente y dentro de una lógica simple, un trabajador pesquero no puede ser homologado, ni con un trabajador común comercial en tierra firme, ni con un marino tripulante de la flota mercante, hecho que deja en la indefensión a los trabajadores de la pesca.
- Protección de la calidad del producto. De manera inmediata las embarcaciones mayores y menores deben de estar plenamente equipadas con medios de refrigeración con tecnología de punta, así como también con accesorios de manejo que propicien higiene, agilidad y mayor dinamismo en las labores a bordo. Las tripulaciones deben de ser entrenadas con cursos de capacitación que se pueden incluir en el nuevo marco legal como obligatorio.
- Mayor inversión, ya que este sector se encuentra en su mayor parte descapitalizado. A través de instancias como el Gobierno Federal, se debe favorecer la agilidad de los trámites para conceder una calificación, la cual permita acceder al crédito necesario para lograr inversiones a largo plazo, pero sin consideraciones o subsidios de ninguna especie; pues el producto que se captura tiene un valor que alcanza para cumplir con los compromisos adquiridos.
- Mejorar el sistema de inocuidad de la captura. El Gobierno Federal, a través de la instancia correspondiente, debe fomentar en las tripulaciones y embarcaciones el aseguramiento de calidad del producto, desde su origen

hasta su consumo, tanto en el comercio exterior como en el interior, en esto último, con nuevas reglas similares a las existentes en otros alimentos proteínicos como son el pollo, la carne de res y el cerdo.

Durante el proceso, entendido como el paso después de arribar el producto, cubierta la normatividad legal que contiene la explotación, los centros procesadores conocidos comúnmente como plantas maquiladoras de camarón, son un punto intermedio muy importante, que otorgará al producto comercializable la precisión que requiere, asignando la identificación de la especie, talla y presentación que se elija dependiendo del destino de mercado; ese trabajo es el que finalmente determinará el membrete comercial, con el cual el comercializador final podrá identificar desde quien produjo y por supuesto donde se procesó el producto, en consecuencia, serán esos elementos con los cuales se calificará la calidad del producto vendido.

Las plantas mexicanas, en su mayoría, tienen buenos antecedentes en el mercado, pero requieren de mayor inversión en sus instalaciones, para lograr un producto de mejor presentación, incluyendo no solo conceptos de calidad, sino también estéticos, todo en base a los requerimientos actuales de inocuidad del más importante consumidor que son los Estados Unidos de América.

Atendidos los dos primeros eslabones de producción, el producto en sus distintos canales de comercialización, tiene dos rutas: comercio interior o nacional, y comercio exterior o de exportación.

El primero, manejado actualmente sin conceptos sanitarios precisos, y obviamente sin certificación alguna, con modelos y prácticas de mercado artesanales y anárquicos, donde la figura más débil es el productor, quedando gran parte del valor del producto en un intermediario. Ese mercado requiere de reglas legales que permitan que el valor del camarón realmente tenga una relación más directa y formal de negocio entre el productor y el consumidor final. El productor puede programar su venta con base en la inversión que hace para realizar la captura o cultivo, más el valor de maniobras, proceso, transporte y almacenamiento, pero el intermediario aludido y la falta de capitalización, hacen que el pescador sea víctima de ese actor que significa un costo agregado y que encarece el valor de adquisición que cubre finalmente el consumidor, sin ningún beneficio para el productor. De existir reglas claras para su comercialización en el país, eliminando intermediarios, el consumidor podría acceder



a un mejor precio, que propiciaría mayor rapidez y elevación en el consumo, con muy probables beneficios para el productor y el procesador. Esas reglas no serían de acciones directas del estado mexicano, ya que no tendría influencia en el valor del producto, pero sí puede promover medidas normativas que eliminen el intermediarismo. A su vez el estado mexicano debe reglamentar medidas sanitarias que protejan la salud del consumidor.

El consumo nacional de camarón es conservadoramente tres veces mayor en volumen, en comparación con el volumen potencial de exportación. En consecuencia, el camarón tiene mayor futuro en el mercado nacional que en el de exportación; en México se consumirá siempre más camarón que el exportable en cada año; el problema ha sido siempre, que gran parte del valor de ese mercado se queda en un campo de economía informal.

En cuanto al campo de exportación, el destino natural por razones de economías, cercanía geográfica, inclusive tradicional, se encuentra en el país de los Estados Unidos de América. El poder adquisitivo de ese país ha permitido que nuestras especies, tallas y modelos de exportación hayan tenido siempre aceptación y por mucho tiempo hemos tenido en ese país alto grado de participación, de forma más importante en valores que en volúmenes. El camarón mexicano tiene hasta la fecha prácticamente cobertura en toda la unión americana.

El mercado de exportación y específicamente el estadounidense, será siempre un nicho aprovechable para el productor mexicano. Los Estados Unidos consumen anualmente más de 500 mil toneladas, de las cuales nuestro volumen incluyendo toda la exportación que se realiza solo alcanza el 5% en términos de participación total.

El otro consumidor importante en el mundo es Japón, en el cual concurrimos anualmente con pequeños volúmenes. La comunidad Europea es un mercado poco disponible para nuestro producto; en ese mercado nos superan en penetración, con mucho, otros países productores y especialmente acuicultores.

Obviamente, como cualquier otro producto dentro de un libre mercado, la regla de oro es la oferta y la demanda, y el camarón no está exento de ello. Son factores incidentes en esta oferta y demanda los derivados de las economías, los culturales e incluso aquellos derivados de aspectos sociopolíticos. Recordemos a Japón, donde hace años con la muerte del emperador japonés Hiroito, se registraron bajos consumos de camarón, esto ocasionó que mayores

volúmenes asiáticos se enviarán a EE. UU. propiciando una baja en el valor del producto. Otro ejemplo, fue cuando un evento bélico sudamericano hizo que se enviarán más rápidamente volúmenes de camarón a EE. UU. y también se propició una baja de precios. En 2008, por el debilitamiento de la economía en EE. UU. el consumo se encontraba deprimido y los distribuidores estuvieron en franca guerra de precios, donde la única solución fue bajar aún más los precios.

Para los exportadores en nuestro país hay varios problemas, unos de ellos es que el volumen de camarón en su conjunto no llega consolidado en forma total, otro es la oferta y demanda donde la acuicultura extranjera influye de manera definitiva, las soluciones indican que mantener y cuidar la calidad sanitaria del camarón mexicano durante la captura y procesamiento comercial permitirá ser competitivos en el ámbito internacional.

Por lo tanto, el productor mexicano para lograr una mayor defensa de su producto y soportar los costos a los cuales produce, debe de buscar la integración en la oferta exportadora, para así poder obtener mejor posicionamiento en el mercado. Es paradójico que el principal enemigo del camarón mexicano, es su mercado interno. Somos demasiado pequeños en términos comerciales para pretender destacar en lo individual a nivel internacional. No obstante, la buena noticia es que el camarón se seguirá vendiendo siempre, y lo podremos seguir colocando en ambos mercados, pero es indispensable competir con la fortaleza que otorga la unidad y con calidad para obtener el mejor precio posible, ya que con volúmenes jamás superaremos a nuestros competidores asiáticos; y en lo referente al mercado interno, formalizarlo es en gran parte la solución. No existen otras formas para mejores resultados que aquellas que se encuentran en los factores de calidad en el producto e integración en la oferta.

## CONCLUSIONES

Mis conceptos en esta opinión se sustentan en una experiencia de trabajo en el sector pesquero camaronero durante 30 años. En conclusión, enfrentar con mayor fortaleza el mercado de camarón se debe sustentar en tres puntos:

1. Explotación. Tanta como el recurso lo permita, medido con

un amplio control técnico y científico.

2. Proceso. Obligatorio y dentro del marco de mayor calidad posible.
3. Comercialización. Dentro del mayor grado de consolidación posible y con un marco legal que proteja al productor y al consumidor final.

## FUENTES COMPLEMENTARIAS DE INFORMACIÓN

- Abascal y Macías R. (2009). Estudio de mercado para el camarón congelado para el Mercado Nacional. Prospecta Camarón Consulting. Consejo Mexicano del Camarón. Sonora, México.
- Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R. P., Phillips, M. (2005). Comercio, mercadotecnia y economía del camarón. En: Introducciones y movimiento de dos especies de camarones peneidos en Asia y el Pacífico. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 476. Roma, FAO.
- CONAPESCA. (2002). Anuario estadístico de pesca. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. México. [www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_2002\\_](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_2002_)
- FIRA. (2002). Oportunidades para el desarrollo de la red de valor de camarón. Vol. 38 N° 318. FIRA. México. [www.fira.gob.mx/Publicaciones/Boletines.asp](http://www.fira.gob.mx/Publicaciones/Boletines.asp), [http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2002/11/15/mercado\\_de\\_camaron\\_en\\_mexico\\_3\\_noviembre\\_2002\\_.html](http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2002/11/15/mercado_de_camaron_en_mexico_3_noviembre_2002_.html)
- FAO GLOBEFISH. (2009). Por: Javier López, INFOPECA. Informe del mercado de camarón en EE. UU. Mayo 2009. [http://www.panoramaacuicola.com/reportes\\_de\\_mercado/2009/06/26/informe\\_del\\_mercado\\_de\\_camaron\\_en\\_eeuu\\_mayo\\_2009.html](http://www.panoramaacuicola.com/reportes_de_mercado/2009/06/26/informe_del_mercado_de_camaron_en_eeuu_mayo_2009.html)
- Ley Federal del Trabajo texto vigente (Última reforma aplicada 23/01/1998). Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 1970. Poder Ejecutivo. Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- López Javier. INFOPECA. (2007). Mercado de camarón EE. UU. Marzo 2007. [http://www.infopesca.org/rep\\_men\\_fish/camaron/Camaron032007.pdf](http://www.infopesca.org/rep_men_fish/camaron/Camaron032007.pdf)
- Panorama Acuícola Magazine. (2002). Mercado de camarón en México. Noticias del día 15 de noviembre de 2002.
- Panorama Acuícola Magazine. (2009, 2010). Reporte del mercado de camarón. Urner Barry. [http://www.panoramaacuicola.com/urner\\_barry.html](http://www.panoramaacuicola.com/urner_barry.html)
- Secretaría de Pesca. (1982). La pesquería de camarón del Pacífico (Diagnóstico monográfico de los conocimientos existentes). Secretaría de Pesca. México.

---

### CITA DE CAPÍTULO 24

Castillo-Leyva, J. A. 2012. Mercado del Camarón. Perspectivas. 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. 459-465.





Este libro y su contenido de 24 capítulos son un producto de investigaciones originales, que aportan información sobre la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California desde varios puntos de vista. Se ha prestado especial atención a la evaluación de algunas especies que son capturadas como pesca incidental, intentando obtener información biológica y poblacional que permita obtener conocimiento de su condición actual. Este enfoque es un reto a nivel mundial, ya que al tratarse de pesca incidental, los márgenes de incertidumbre son altos, es decir, los volúmenes capturados, las cantidades retornadas al mar que aun regresan con vida, dañadas o muertas no se conocen del todo. El libro contribuye así al difícil y pobremente entendido problema de la pesca de arrastre en el Golfo de California.

### Características:

- Compila el status mundial de arrastre de fondo.
- Documenta el papel ecológico de las especies capturadas incidentalmente.
- Provee información de la dinámica poblacional de varias especies.
- Muestra información sobre estudios genéticos de especies capturadas incidentalmente.
- Analiza la dispersión por sedimentos en la pesca de arrastre.
- Analiza los sistemas de arrastre de fondo y sus tecnologías.
- Propone en algunos casos formas de manejo pesquero de camarón.
- Revisa el impacto de las áreas marinas protegidas.
- Caracteriza la condición social y económica de la pesca de arrastre.
- Incluye la opinión de la industria pesquera nacional.



CENTRO DE  
INVESTIGACIONES  
BIOLÓGICAS  
DEL NOROESTE, S. C.

Mar Bermejo # 195 Col. Playa Palo de Santa Rita, AP-128, La Paz, BCS, México

ISBN: 978-607-7634-08-9



9 786077 634089