

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

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

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

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

3.1.1. Propuesta de manejo para la pesquería de camarón azul (<i>Litopenaeus stylirostris</i>) en el alto Golfo de California. A. R. García-Juárez.	355
3.1.2. Distribución y abundancia de camarón café (<i>Fanfantepeanaeus californiensis</i>) en el norte de Sinaloa, México. E. Morales-Bojórquez, J. Madrid-Vera, J. G. Díaz-Uribe, H. Aguirre-Villaseñor, A. Liedo-Galindo, D. Chávez-Herrera, J. Melchor-Aragón, H. Muñoz-Rubí y A. Hernández-López.	385
3.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	
3.2.1. Áreas marinas protegidas del Golfo de California para mitigar los efectos de la pesca de arrastre en la biodiversidad: Limitaciones y propuesta de nuevo enfoque. L. Bourillón y J. Torre.	399
3.3. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS	
3.3.1. La sobrecapitalización de las pesquerías en México: El caso de la sardina y camarón de altamar. J. R. Químbar-Acosta.	413
3.3.2. Caracterización socioeconómica de la pesquería de camarón en Puerto Peñasco, Sonora. X. Vega-Amaya.	429
3.4. SECTOR PRODUCTIVO	
3.4.1. Visión de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAINPES) Delegación Sonora, en torno al tema de la afectación de la red de arrastre 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^{1*}, Eloísa Herrera-Valdivia¹, Norma Hernández-Saavedra², Elisa Serviere-Zaragoza², Jesús Rodríguez-Romero², Carlos Hiram Rábago-Quiroz^{1,3}, Gustavo Padilla-Arredondo¹, Sara Burrola-Sánchez¹, Rufino Morales-Azpeitia¹, Sergio Pedrín-Aviles¹, Luis F. Enríquez-Ocaña³, Manuel O. Nevárez-Martínez⁴, Alejandro Acevedo-Cervantes⁵, Jesus Padilla-Serrato¹, Enrique Morales-Bojórquez² y María del Refugio López-Tapia¹

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.

Palabras clave:
Pesca de arrastre
Fondos marinos
Pesca de camarón
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.

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

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR), Mar Bermejo 195. Col. Playa Palo de Santa Rita, CP. 23090. La Paz, Baja California Sur. México.

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

⁴Centro Regional de Investigación Pesquera Guaymas. Calle 20 Sur, Colonia La Canterana. CP. 85430. Guaymas, Sonora, México.

⁵Instituto 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.

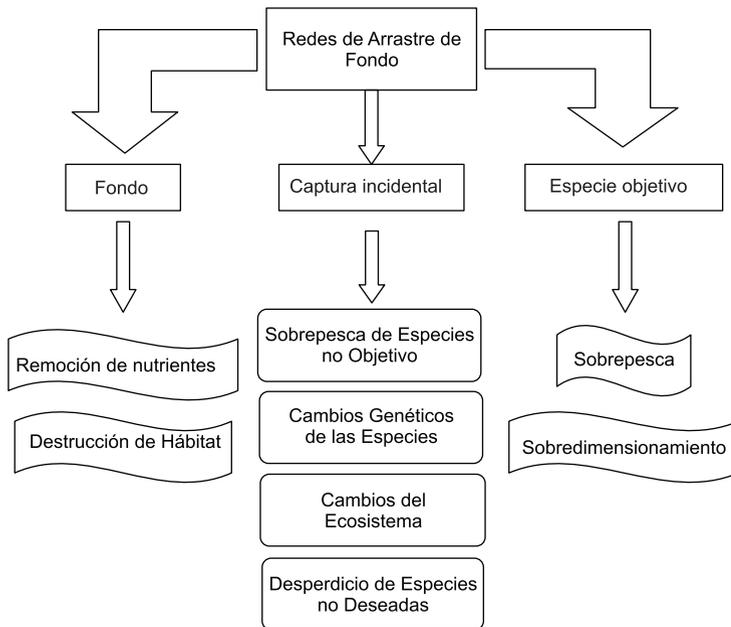


Figura 1. Diversas fuentes de afectación de las redes de arrastre camaroneras en el Golfo de California.

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.

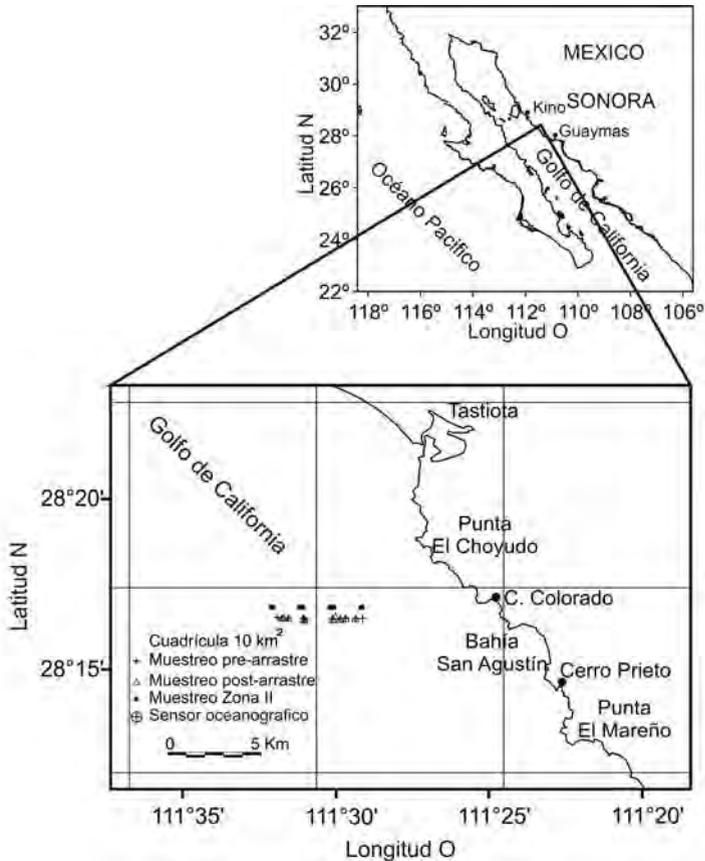


Figura 2. Mapa de localización de las estaciones de muestreo previo y posterior al lance en la zona impactada y no impactada (zona II).

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.

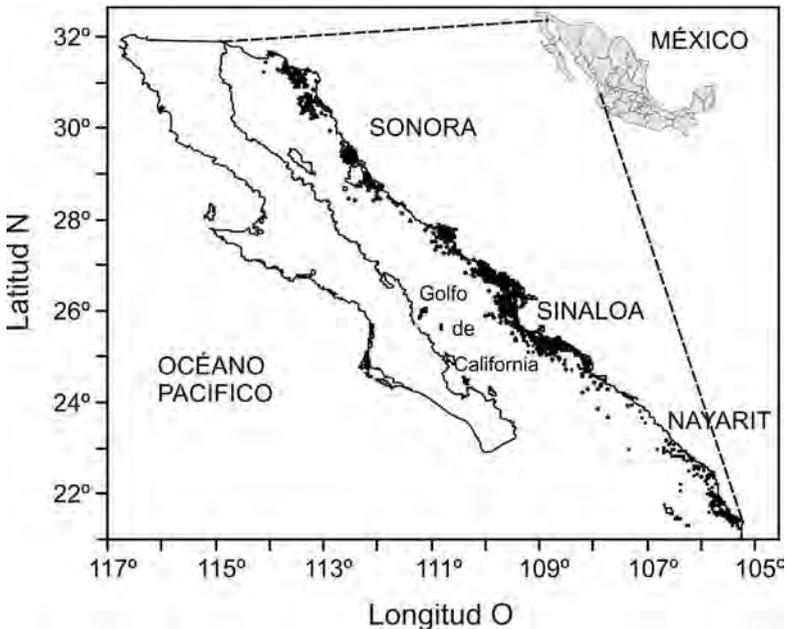


Figura 3. Localización de las áreas de pesca de camarón muestreadas por los observadores a bordo de la flota camaronera durante 2004-2005.

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.

