

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, Enrique Morales-Bojórquez², María del Refugio López-Tapia¹ y Jesús Padilla-Serrato¹

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

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC (CIBNOR), Campu 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.

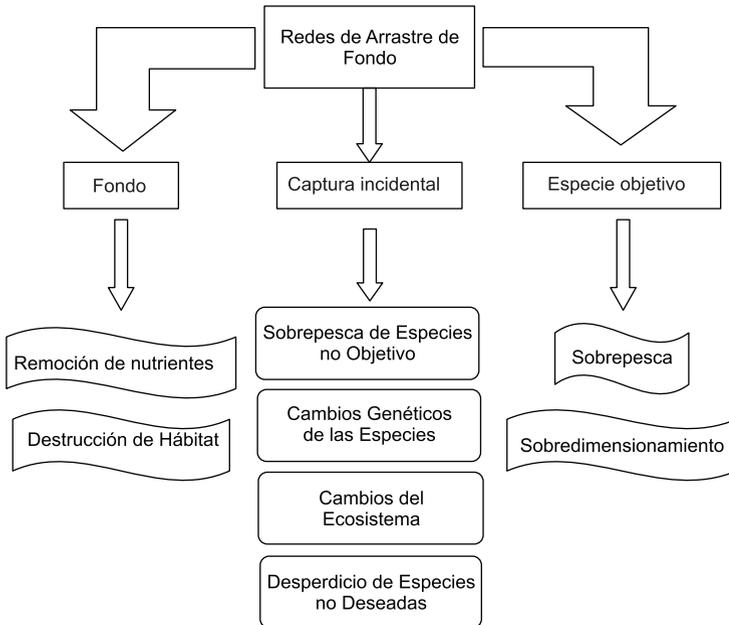
Experimentos en áreas arrastradas y no arrastradas, y el cambio de la composición en la fauna que vive en el fondo del mar (bentos).

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.

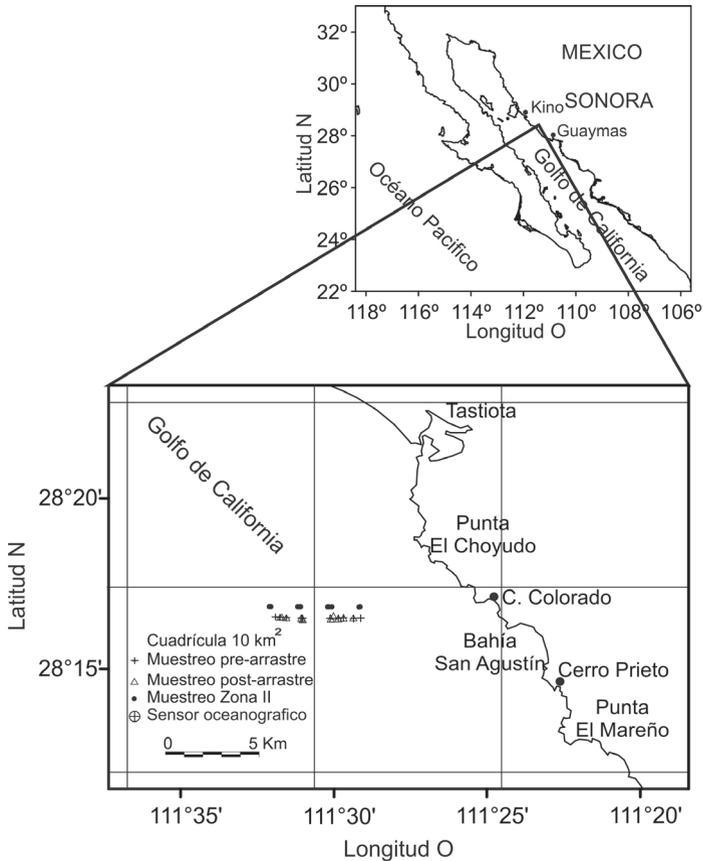
Los valores de la relación camarón:FAC obtenidos a través de la captura de los barcos de la flota camaronera comercial no son comparables con los valores obtenidos de cruceros prospectivos (como los efectuados en periodo de veda). Los cruceros al ser desarrollados para prospectar las abundancias y dinámica 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



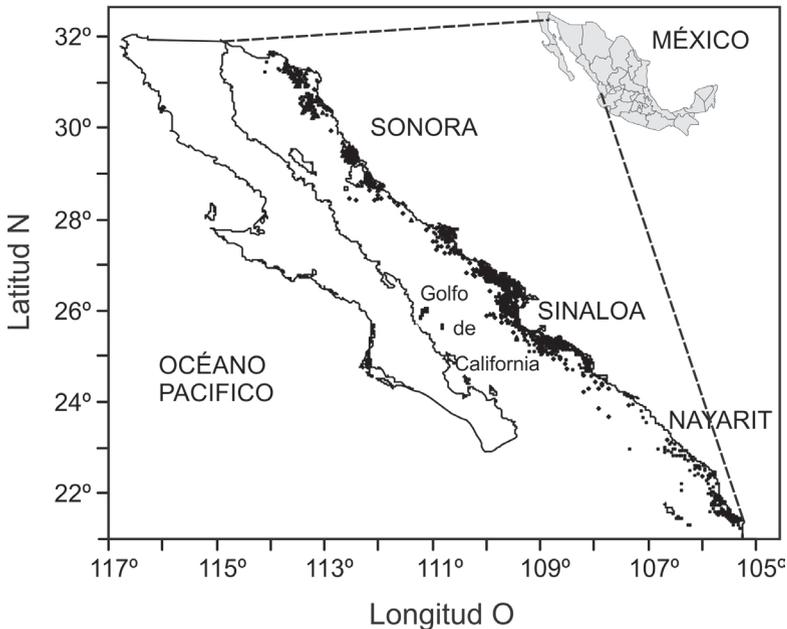
costa de 24 a 48 horas.

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

Panamíca (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.,

SÍNTESIS DE INVESTIGACIONES

- Morales-Azpeitia, R., González-Ochoa O. A. (2007). Análisis de la varianza genética de tres especies de peces componentes frecuentes de la Fauna de 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., Hernández-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.

