

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 <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. Valdéz-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.	<i>ESTUDIOS GENÉTICOS</i>	
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). <i>O. González-Ochoa, D. I. Rojas-Posadas y N. Y. Hernández-Saavedra.</i>	217
1.6.	<i>FONDOS MARINOS</i>	
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. <i>G. Padilla-Arredondo, M. S. Burrola-Sánchez, D. Urias-Laborín, S. Pedrín-Avilés y M. del R. López-Tapia.</i>	241
1.6.2.	Granulometría y materia orgánica de áreas pesqueras rastreables y no rastreables en la costa central de Sonora, México. <i>S. Pedrín-Avilés, J. López-Martínez, P. García-Hinostro.</i>	261
2.	DESARROLLO TECNOLÓGICO	
2.1.	<i>TECNOLOGÍA DE CAPTURAS</i>	
2.1.1.	Pesca de camarón con sistema de arrastre y cambios tecnológicos implementados para mitigar sus efectos en el ecosistema. <i>R. Villaseñor-Talavera.</i>	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. <i>F. Medina-Carrillo, S. P. Padilla-Galindo, J. T. Nieto-Navarro.</i>	315
2.2.	<i>TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS</i>	
2.2.1.	Uso y aprovechamiento del camarón de profundidad de la fauna de acompañamiento. <i>L. Ocampo.</i>	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 8

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

Rufino Morales-Azpeitia^{1,2*}, Juana López-Martínez¹,
Manuel O. Nevárez-Martínez³, Jesús Trinidad Ponce-Palafox²

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_{∞}), tasa de crecimiento (k), tasa inicial (t_0) y mortalidad natural (M). Los parámetros L_{∞} , 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_{∞} 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_{∞} 47.2 cm; $t_0/\text{año}$ -0.54; $K/\text{año}$ 0.27 que sugiere crecimiento lento, pero puede vivir 10

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

²Universidad Autónoma de Nayarit. Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Pesca. Bahía de Matanchén km 12, Carretera a los Cocos. CP. 63740 San Blas, Nayarit, México.

³Centro 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

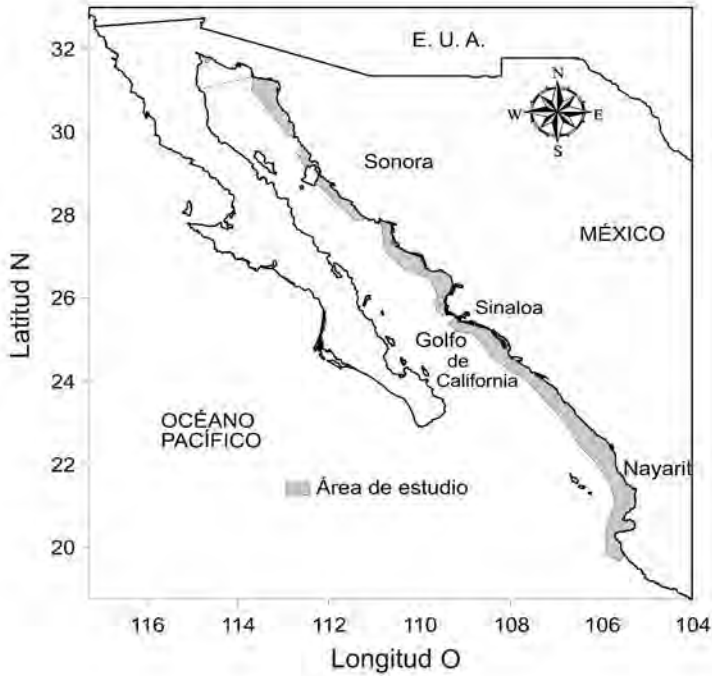


Figura 1. Área de estudio y sitios de colecta durante la temporada de pesca de camarón 2004/05 en el Golfo de California.

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_∞ 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_∞ y k , para estimar L_∞ 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_∞ , 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).

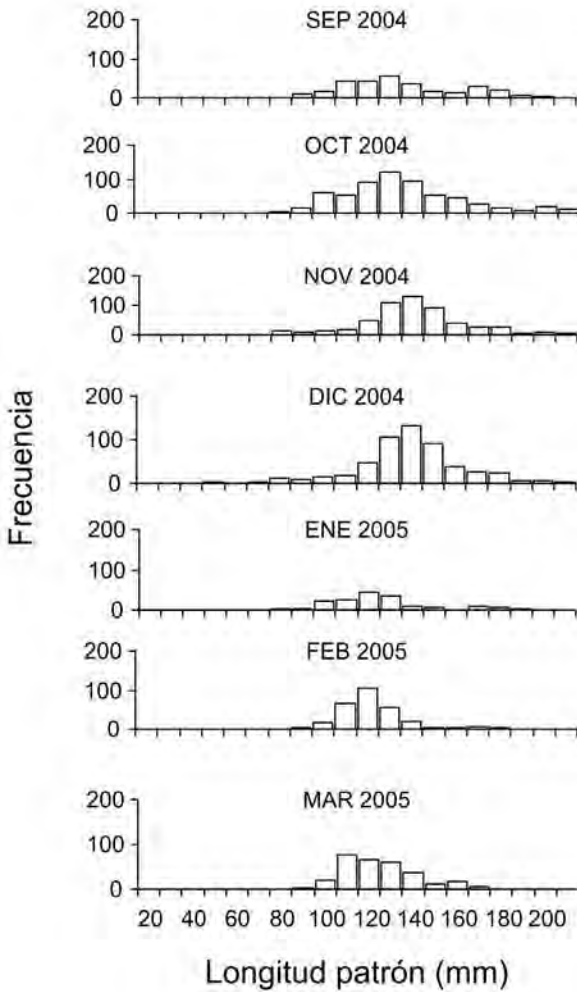


Figura 2. Estructura de tallas de *P. grandisquamis* durante la temporada de pesca de camarón 2004-2005 en el Golfo de California.

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).

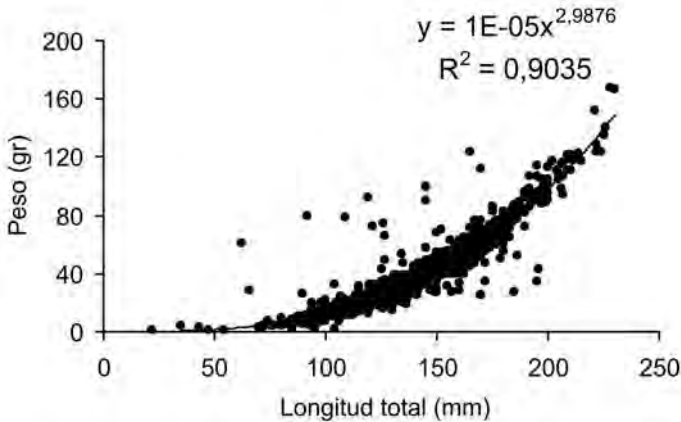


Figura 3. Relación de longitud patrón vs peso de *P. grandisquamis* de septiembre de 2004 a marzo del 2005 en el Golfo de California.

Estimación de parámetros de crecimiento

Los parámetros de crecimiento estimados (L_∞ , 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

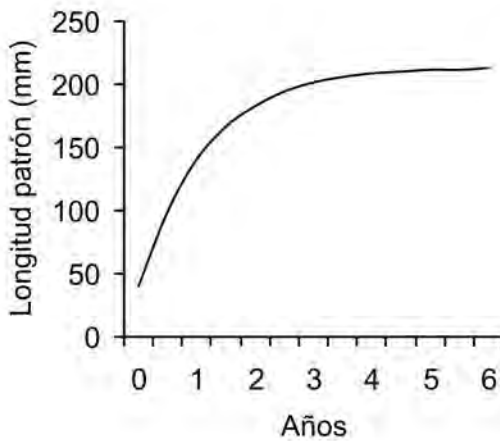


Figura 4. Curva de crecimiento de *P. grandisquamis* de septiembre de 2004 a marzo del 2005 en el Golfo de California.

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

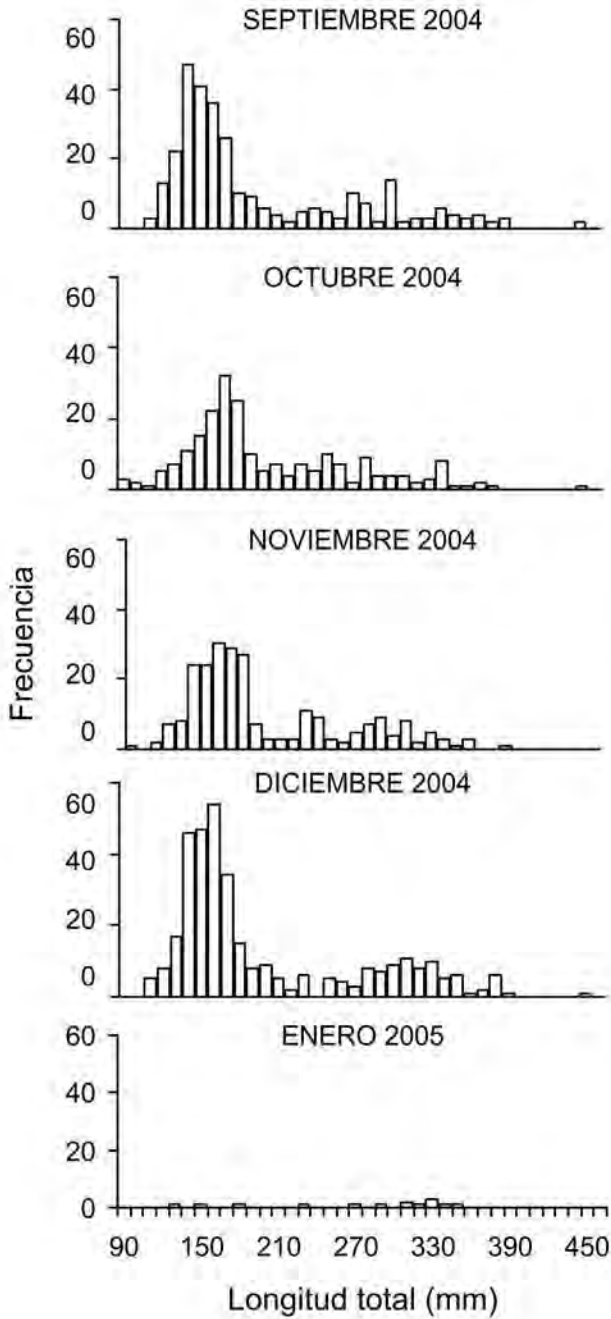


Figura 5. Estructura de tallas de *U. halleri* de la temporada de pesca 2004-2005 en el Golfo de California.

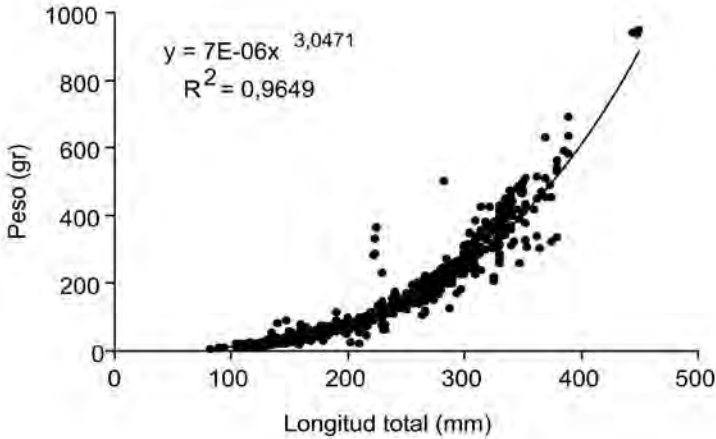


Figura 6. Relación de longitud patrón vs peso de *U. halleri* de la temporada de pesca 2004-2005 en el Golfo de California.

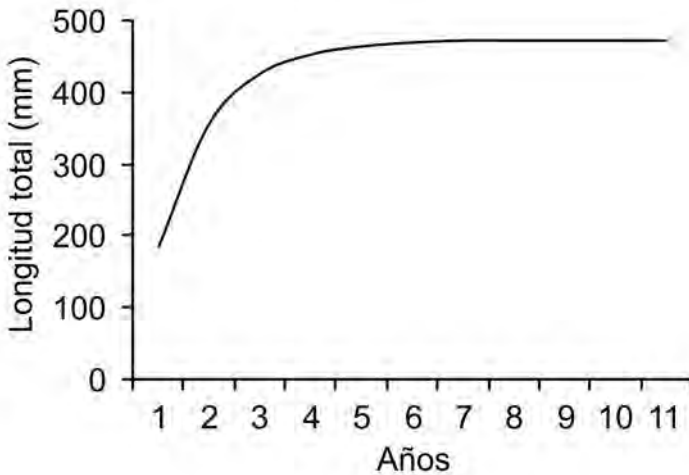


Figura 7. Patrón de crecimiento de *U. halleri* de la temporada de pesca 2004-2005 en el Golfo de California.

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_{∞} 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_{∞} , indican un crecimiento moderado, ya que en su primer año de vida crece más del 50%, respecto a L_{∞} 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_{∞}	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_{∞} 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_{∞} 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.

