

CAPÍTULO 6

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

Alejandro Acevedo-Cervantes², Juana López-Martínez^{1*} y Erasto Ruiz-Villa^{1,2}

RESUMEN

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

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

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

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

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

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

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

INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

MATERIAL Y MÉTODOS

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

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

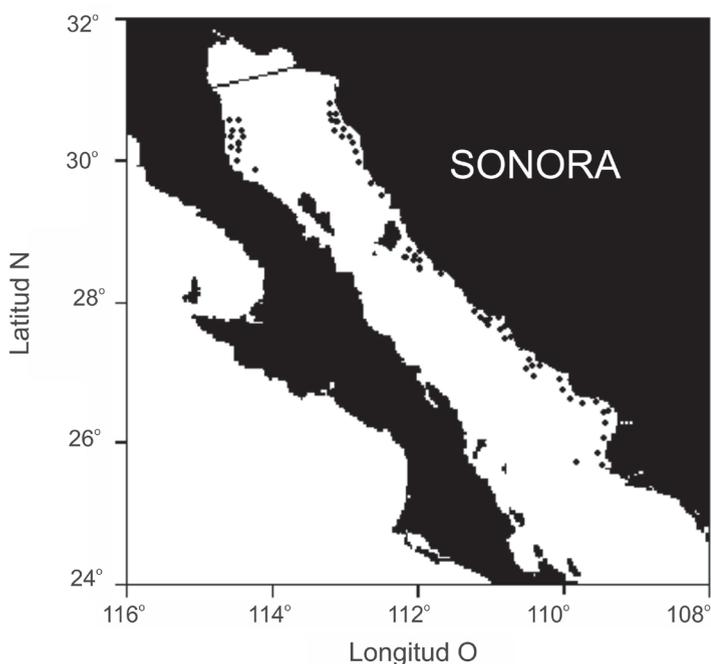


Figura 1. Localización de los lances realizados durante el crucero de veda de camarón de alta mar en 2007.

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

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

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

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

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

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

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

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

Estructuras de tallas y crecimiento

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

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

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

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

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

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

Mortalidad

La mortalidad natural se evaluó mediante la siguiente relación:

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

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

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

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

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

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

Patrón de reclutamiento

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

Madurez gonádica y reproducción

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

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

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

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

Biomasa

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

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

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

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

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

Para estimar la biomasa se dividió el área de estudio en cuadrantes de 10 millas náuticas cuadradas (1852 m²), con ayuda del software Autocad versión 7.0. Una vez dividida el área se estimó la biomasa para cada uno de los cuadrantes, cuando se obtuvo más de un lance por cuadrante, se obtuvo el promedio de estos aplicándose la siguiente fórmula:

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

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

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

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

donde A es el tamaño total del área de estudio (m²). La varianza es:

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

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

RESULTADOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

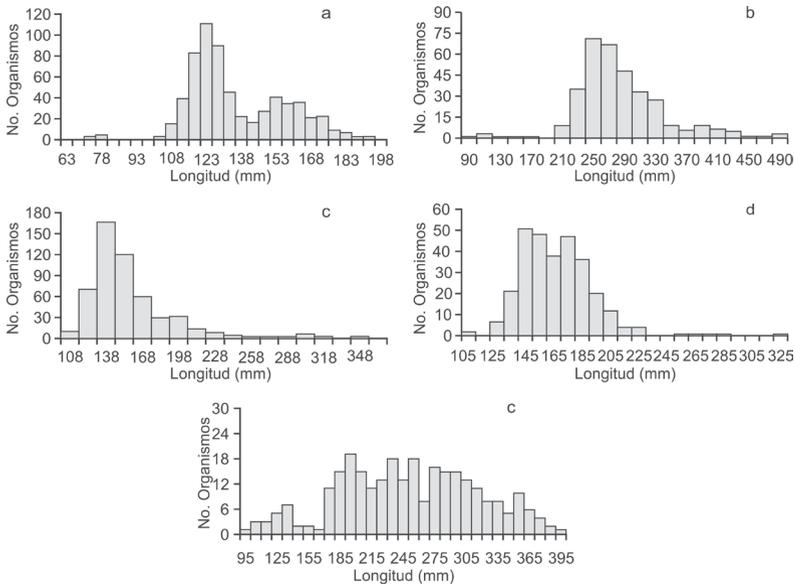


Figura 2. Distribución de tallas de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) recolectadas durante la veda 2007 en el Golfo de California.

Talla de primera madurez sexual

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

Estimación de crecimiento

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

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

Patrón de reclutamiento

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

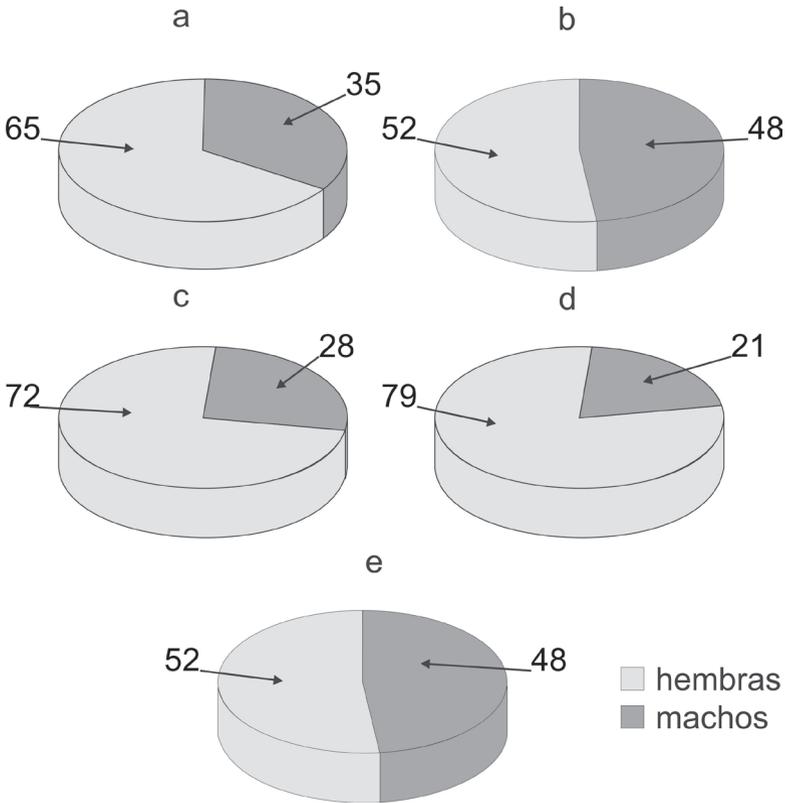


Figura 3. Proporción de sexos de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) durante la veda 2007 en el Golfo de California.

Distribución y biomasa

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

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

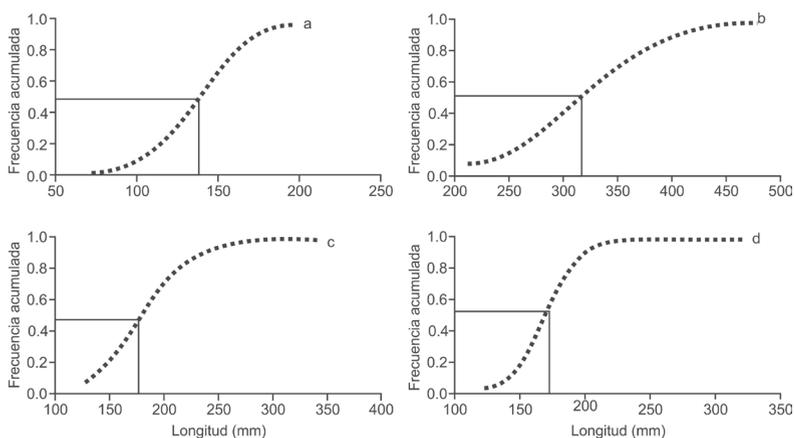


Figura 4. Talla de primera madurez sexual de hembras de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *P. analis* (c) y *D. pacificum* (d) durante la veda 2007 en el Golfo de California.

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

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

DISCUSIÓN

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

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

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

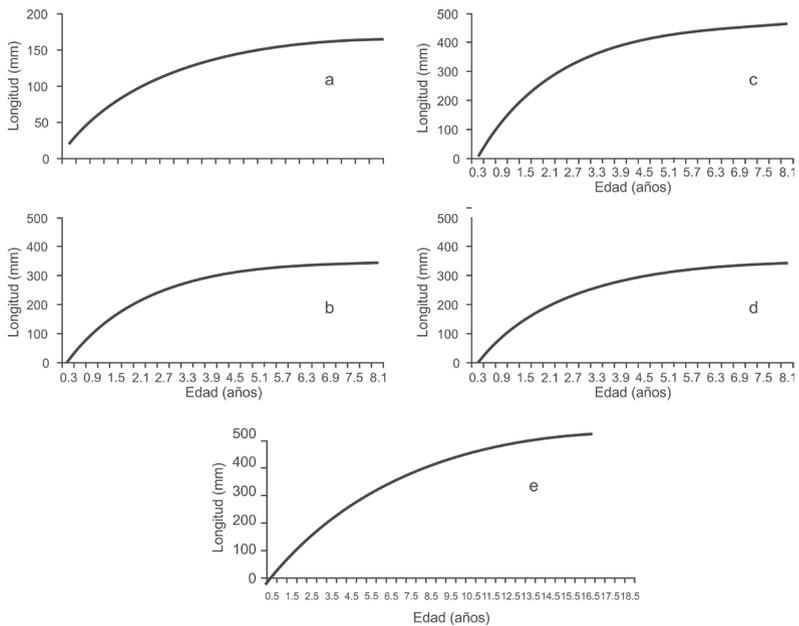


Figura 5. Estimaciones de crecimiento de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) la veda 2007 dentro del Golfo de California.

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

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

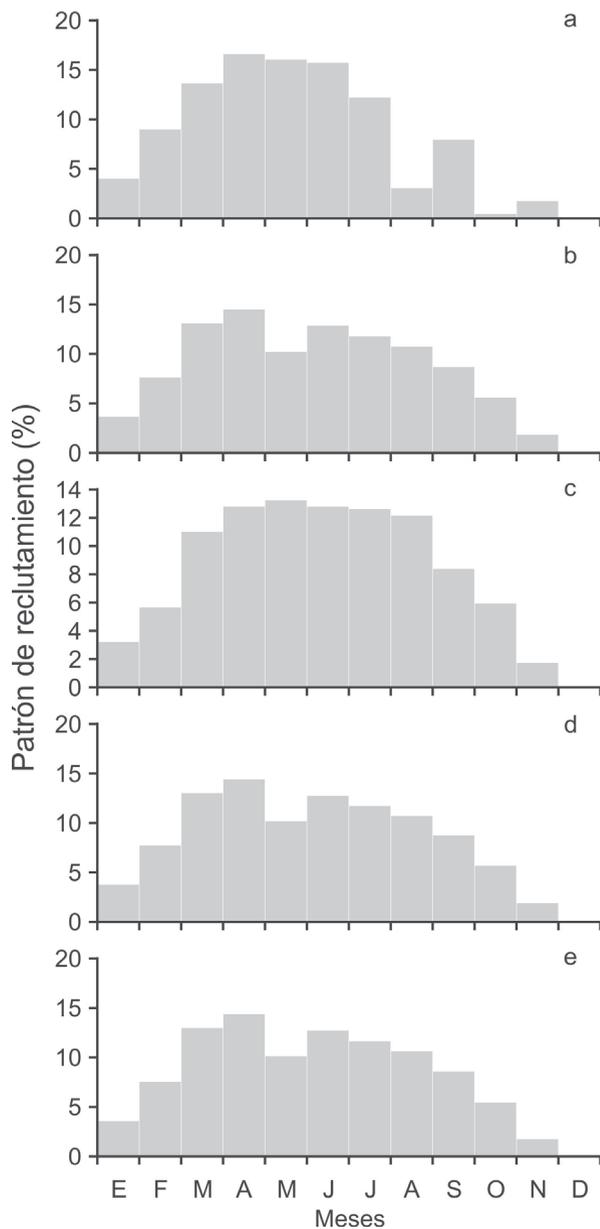


Figura 6. Patrón de reclutamiento de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) en el crucero de veda del 2007 dentro del Golfo de California.

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

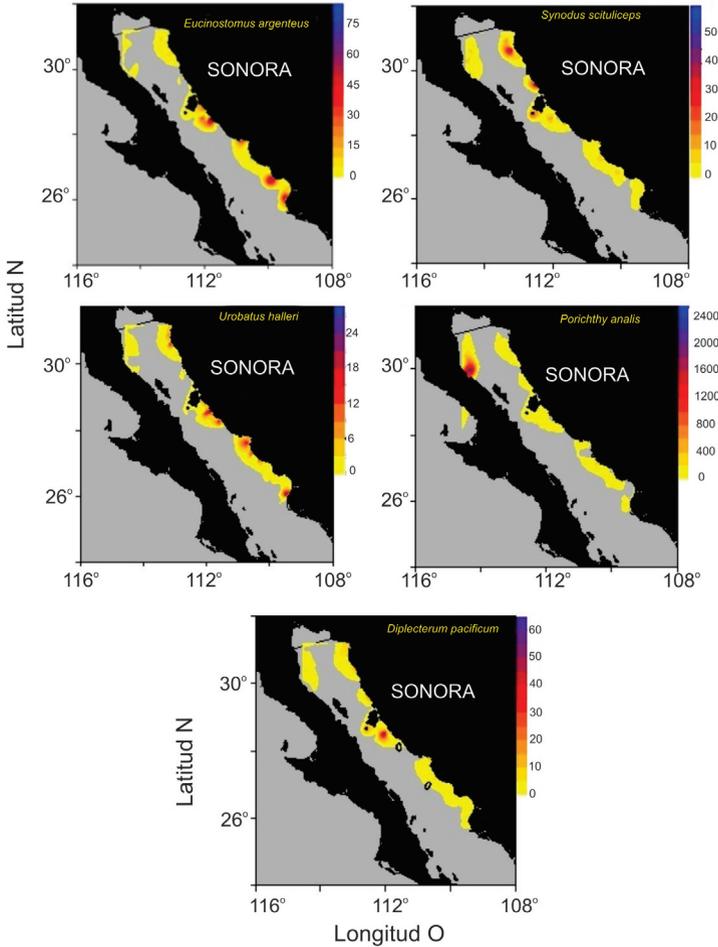


Figura 7. Distribución espacial de *E. argenteus* (a), *S. scituliceps* (b), *U. halleri* (c), *P. analis* (d) y *D. pacificum* (e) durante la veda de 2007 en el Golfo de California.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

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

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

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

- Mexicano-Cítora, G. (1995). Ciclo reproductor de algunas especies de la pesquería de chinchorro de Celestún, Yucatán, México. *Cienc. Pesq.* (11): 32-39.
- Miller, D. J., Lea, R.N. (1972). Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Dep. Fish and Game. *Fish. Bull.* 154: 249.
- Nikolsky, G. V. (1963). *The Ecology of Fishes*. Academic Press Inc. London. P. 352.
- Norman, J. R. (1934). A systematic monograph of the Flatfishes (Heterostomata). Vol. I Psettodidae, Bothidae, Trustes. *Brith. Mus. (Nat. Hist.) London*.
- Pauly, D., Morgan, G. R. (1987). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conference Proceedings.
- Pauly, D., Arreguín-Sánchez, F. (1995). Improving Sheperd's length composition análisis (SLCA) method for growth parameter estimation. *NAGA ICLARM Quarterly*. 31-33.
- Pauly, D., Munro, J. L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte*. 2: 121.
- Pérez-España, H., Saucedo-Lozano, M., Raymaundo-Huizar, A. R. (2005). Trophic ecology of demersal fishes from the Pacific shelf off central Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 77(1): 19-31.
- Perez-Mellado, J. (1980). Análisis de la fauna de acompañamiento del camarón capturado en las costas de Sonora y Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Escuela de ciencias marítimas y alimentarias del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Guaymas, Son.
- Pérez-Mellado, J., Findley, F. (1985). Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. In: A. Yáñez-Arancibia, (ed.), *Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón*, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 201-254.
- Pitcher, T. J., Hart, P. J. (2007). *Fisheries ecology*. University of British Columbia, Canada. Kluwer Academic Publishers.
- Powell, D. G. (1979). Estimation of mortality and growth parameters from length-frequency in the catch. *Rapp. P. V. Reun. CIEM*. 175: 167-169.
- Rábago-Quiroz, C. H. (2005). Evaluación de la afectación de las redes camaroneras en la dinámica poblacional del lenguado del litoral sonorense. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa.
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Herrera-Valdivia, E., Nevárez-Martínez, M.O., Rodríguez-Romero, J. (2008). Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica* 18: 177-188.
- Rábago-Quiroz, C. H., López-Martínez, J., Valdez-Holguín, J. E., Nevárez-Martínez, M. O. (2011). Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna acompañante del camarón del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop.* 59(1): 255-267.
- Shepherd, J.G. (1987). A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, p.113-119. En: Pauly, D., G.R. Morgan (eds.), *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conf. Proc. 13, pp. 468.

BIOMASA Y BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE FAC

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

CITA DE CAPÍTULO 6

A. Acevedo-Cervantes, J. López-Martínez y E. Ruiz-Villa. 2012. Biomasa y biología reproductiva de especies clave en la fauna de acompañamiento del camarón, en las costas de Sonora, durante un periodo de veda. En: López-Martínez J. y E. Morales-Bojórquez (Eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Fundación Produce Sonora, México, pp. 115-136.