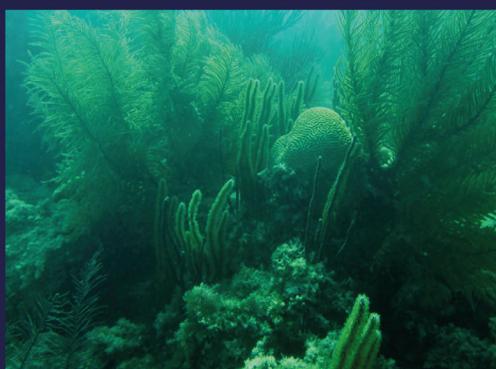


27
27
27
27
27
27
27
27
27

CIENCIA PESQUERA



CIENCIA PESQUERA

Volumen 27, núm. 1, mayo 2019

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Ma. Teresa Gaspar Dillanes
Dra. Elaine Espino Barr
Dr. Enrique Morales Bojórquez

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Francisco Arreguín Sánchez
*Centro Interdisciplinario
de Ciencias Marinas, IPN*
Dr. José Luis Arredondo Figueroa
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Dr. John Caddy
Consultor independiente
Dr. Jorge Cáceres Martínez
*Centro de Investigación Científica
y de Educación Superior de Ensenada*
Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata
Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura
Dr. Nelson M. Ehrhardt
University of Miami
Dr. Dilio Fuentes Castellanos
Ex editor

Dr. Gaspar González Sansón
Universidad de Guadalajara
Dr. Salvador Lluch Cota
*Centro de Investigaciones Biológicas
del Noroeste*
Dr. Gerardo Pérez Ponce de León
Instituto de Biología, UNAM
Dr. Juan Carlos Seijo
Universidad Marista de Mérida
Dr. Oscar Sosa Nishizaki
*Centro de Investigación Científica
y de Educación Superior de Ensenada*
Dr. Rashid Sumaila
*Fisheries Center, University of
British Columbia*

SADER

Dr. Víctor Manuel Villalobos Arámbula
Secretario

INAPESCA

Dr. Pablo Roberto Arenas Fuentes
Director General
Ocean. Juan Carlos Lapuente Landero
Director General Adjunto de Investigación en Acuicultura
Dr. Ramón Isaac Rojas González
Director General Adjunto de Investigación Pesquera en el Atlántico
M. en C. Pedro Sierra Rodríguez
Director General Adjunto de Investigación Pesquera en el Pacífico

ISSN 0185-0334

Editoras asistentes: Laura del Carmen López González y Cecilia Esperanza Ramírez Santiago. *Corrección de estilo:* Lurdes Asiain Córdoba. *Diagramación:* María Torres. *Diseño de Portada:* Ana María Calatayud. *Edición de figuras y mapas:* José Luis Falcón Rodríguez. *Fotografías de portada:* : Samantha Ballesteros Hernández, Miguel Ángel Carrasco Águila, José Luis Cruz Sánchez, Rafael Chávez-López, Ma. Teresa Gaspar Dillanes, Rodrigo Martínez Moreno, Horacio Alberto Muñoz-Rubí, Karina Ramírez López y Gloria Verónica Ríos Lara.

La información contenida en este número es responsabilidad exclusiva de los autores.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
Av. Municipio Libre Núm. 377, PB-B, Col. Santa Cruz Atoyac, C.P. 03310, Benito Juárez,
Ciudad de México, México

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA
Ave. México Núm. 190, Col. Del Carmen, C.P. 04100, Coyoacán, Ciudad de México. México.
[http:// www.gob.mx/inapesca](http://www.gob.mx/inapesca)

Ciencia Pesquera

Vol. 27, núm. 1, mayo de 2019

- Variación en la abundancia, la reproducción y la estructura de tallas del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en la bahía de Navachiste, Sinaloa, México 3
Variation in abundance, reproduction and size structure of the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* in Navachiste bay, Sinaloa, Mexico
Horacio Alberto Muñoz-Rubí, Darío Chávez-Herrera, Fernando Villegas-Hernández
- Evaluación de langosta (*Panulirus argus*), caracol rosado (*Lobatus gigas*) y pepino de mar (*Holothuria mexicana*), y riqueza específica de la comunidad de peces en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán 15
Stock assessment of lobster (*Panulirus argus*), queen conch (*Lobatus gigas*), and sea cucumber (*Holothuria mexicana*), and specific richness of the fish community in the Arrecife Alacranes National Park, Yucatan
Gloria Verónica Ríos-Lara, Carlos Enrique Zetina-Moguel, Juan Carlos Espinoza-Méndez, Eгна Deneb Cervera-Paul, Kenneth Cervera-Cervera, Mariana Uribe-Cuevas
y David Emmanuel De Anda-Fuentes
- Los tiburones y rayas comercializados en el mercado de La Nueva Viga, Ciudad de México: lista sistemática y estado de conservación 27
Sharks and rays commercialized in La Nueva Viga market, Mexico City: systematic list and conservation state
Samanta Ballesteros-Hernández, Luis Fernando del Moral-Flores, Rebeca Sánchez-Cárdenas
- Aspectos biológicos del marlin azul (*Makaira nigricans*) capturados en torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, México..... 39
Biological aspects of the blue marlin (*Makaira nigricans*) captured in sport fishing tournaments in Manzanillo, Colima, Mexico
Miguel Ángel Carrasco-Águila, Mauricio Salas-Maldonado, René Macías-Zamora
y Alberto Bartoleño-Sánchez
- Madurez sexual del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Golfo de México 47
Sexual maturity analysis of yellowfin tuna *Thunnus albacares* in the Gulf of Mexico
Karina Ramírez-López y Armando T. Wakida-Kusunoki
- Contribución al conocimiento de la edad y el crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus* en la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa 57
Knowledge contribution of the age and growth of tilapia *Oreochromis aureus* in Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto” reservoir, Sinaloa
Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, José Luis Gómez-Márquez, Bertha Peña-Mendoza
y Juan Francisco Barba-Torres
- Revisión de la composición de especies de peces capturadas incidentalmente en la pesquería de camarón en el Golfo de México 65
Fish species composition of the shrimp fishery bycatch in the Gulf of Mexico
Rafael Chávez-López y Ángel Morán-Silva

| | |
|--|----|
| Técnicas para la captura y el transporte de peces tropicales de importancia comercial en México..... | 83 |
| Techniques for handling capture and trasport of commercial tropical fish in México <i>Rodrigo Martínez-Moreno, Andrés Olmedo-Valdovinos, Alberto Bartoleño-Sánchez y Dagoberto Puga-López</i> | |
| Características socioeconómicas en la pesca de los langostinos del género <i>Macrobrachium</i> en el río Palizada, Campeche, México..... | 95 |
| Socioeconomic characteristics of freshwater prawn <i>Macrobrachium</i> fishery in Palizada River, Campeche, México <i>José Luis Cruz-Sánchez, Armando T. Wakida-Kusunoki, Luis Enrique Amador-del Ángel†, Moisés Frutos-Cortés y Roberto Brito-Pérez</i> | |

Ciencia Pesquera

Vol. 27, núm. 1, mayo de 2019

- Variación en la abundancia, la reproducción y la estructura de tallas del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en la bahía de Navachiste, Sinaloa, México 3
Variation in abundance, reproduction and size structure of the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* in Navachiste bay, Sinaloa, Mexico
Horacio Alberto Muñoz-Rubí, Darío Chávez-Herrera, Fernando Villegas-Hernández
- Evaluación de langosta (*Panulirus argus*), caracol rosado (*Lobatus gigas*) y pepino de mar (*Holothuria mexicana*), y riqueza específica de la comunidad de peces en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán 15
Stock assessment of lobster (*Panulirus argus*), queen conch (*Lobatus gigas*), and sea cucumber (*Holothuria mexicana*), and specific richness of the fish community in the Arrecife Alacranes National Park, Yucatan
Gloria Verónica Ríos-Lara, Carlos Enrique Zetina-Moguel, Juan Carlos Espinoza-Méndez, Eгна Deneb Cervera-Paul, Kenneth Cervera-Cervera, Mariana Uribe-Cuevas y David Emmanuel De Anda-Fuentes
- Los tiburones y rayas comercializados en el mercado de La Nueva Viga, Ciudad de México: lista sistemática y estado de conservación 27
Sharks and rays commercialized in La Nueva Viga market, Mexico City: systematic list and conservation state
Samanta Ballesteros-Hernández, Luis Fernando del Moral-Flores, Rebeca Sánchez-Cárdenas
- Aspectos biológicos del marlin azul (*Makaira nigricans*) capturados en torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, México..... 39
Biological aspects of the blue marlin (*Makaira nigricans*) captured in sport fishing tournaments in Manzanillo, Colima, Mexico
Miguel Ángel Carrasco-Águila, Mauricio Salas-Maldonado, René Macías-Zamora y Alberto Bartoleño-Sánchez
- Madurez sexual del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Golfo de México 47
Sexual maturity analysis of yellowfin tuna *Thunnus albacares* in the Gulf of Mexico
Karina Ramírez-López y Armando T. Wakida-Kusunoki
- Contribución al conocimiento de la edad y el crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus* en la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa 57
Knowledge contribution of the age and growth of tilapia *Oreochromis aureus* in Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto” reservoir, Sinaloa
Ma. Teresa Gaspar-Dillanes, José Luis Gómez-Márquez, Bertha Peña-Mendoza y Juan Francisco Barba-Torres
- Revisión de la composición de especies de peces capturadas incidentalmente en la pesquería de camarón en el Golfo de México 65
Fish species composition of the shrimp fishery bycatch in the Gulf of Mexico
Rafael Chávez-López y Ángel Morán-Silva

| | |
|--|----|
| Técnicas para la captura y el transporte de peces tropicales de importancia comercial en México..... | 83 |
| Techniques for handling capture and trasport of commercial tropical fish in México <i>Rodrigo Martínez-Moreno, Andrés Olmedo-Valdovinos, Alberto Bartoleño-Sánchez y Dagoberto Puga-López</i> | |
| Características socioeconómicas en la pesca de los langostinos del género <i>Macrobrachium</i> en el río Palizada, Campeche, México..... | 95 |
| Socioeconomic characteristics of freshwater prawn <i>Macrobrachium</i> fishery in Palizada River, Campeche, México <i>José Luis Cruz-Sánchez, Armando T. Wakida-Kusunoki, Luis Enrique Amador-del Ángel†, Moisés Frutos-Cortés y Roberto Brito-Pérez</i> | |

Variación en la abundancia, la reproducción y la estructura de tallas del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en la bahía de Navachiste, Sinaloa, México

Horacio Alberto Muñoz-Rubí*✉, Darío Chávez-Herrera*, Fernando Villegas-Hernández*

Se analizaron datos de muestreos biológicos y de descargas de capturas de camarón azul realizados por la flota ribereña en el sistema lagunar de Navachiste, Sinaloa, de febrero a diciembre de 2015. La densidad relativa se obtuvo mediante la distribución-delta (Δ) y la mayor densidad media en agosto con 0.95 kg/ha. La madurez gonadal de las hembras se determinó utilizando la escala morfo cromática; las hembras presentaron el mayor porcentaje de organismos maduros en abril (16.7%). La proporción de hembras:machos fue 1.3:1. La estructura de tallas fue analizada a partir del modelo de distribución multinomial registrando que el camarón azul presentó un intervalo de entre 50-230 mm de longitud total (Lt), identificando un máximo de seis grupos modales en junio. El valor de la pendiente de la relación peso-longitud fue $b = 3.175$, lo que indica un crecimiento alométrico positivo (prueba *t-Student*, $p > 0.05$, $t = 1.961$).

Palabras clave: *Litopenaeus stylirostris*, distribución delta- (Δ) , modelo multinomial.

Variation in abundance, reproduction and size structure of the blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* in Navachiste bay, Sinaloa, Mexico

Biological sampling data and captures of the blue shrimp of the coastal fleet in the Navachiste lagoon system, Sinaloa were analyzed from February to December 2015. The relative density was obtained through delta-distribution (Δ) estimator, and the highest average density was obtained in August with 0.947 kg/ha. Females' gonadal maturity was determined using morphochromatic scale, females showed the highest percentage of mature organisms in April (16.7%). The proportion of female: male was 1.3:1. Length structure was analyzed using the multinomial distribution model, the size range was between 50-230 mm total length (Lt), identifying a maximum of six modal groups in June. The slope value of the weight-length relationship was $b = 3.175$, indicating a positive allometric growth (*Student's-t-test*, $p > 0.05$, $t = 1.961$).

Key words: *Litopenaeus stylirostris*, delta- (Δ) distribution, multinomial model.

Introducción

Los camarones peneidos conforman pesquerías comerciales importantes en muchos países, en particular en regiones con climas tropicales y subtropicales (García y Le Reste 1981).

En México, la pesquería de camarón genera divisas por concepto de exportación de este producto, así como empleos que benefician a un amplio sector de la población pesquera nacional que se dedica a esta actividad y es su principal fuente de ingreso económico.

La zona norte de Sinaloa es una de las regiones importantes en el aspecto de producción pesquera, constituida por lagunas y bahías, áreas protegidas que representan sistemas ecológicos de alta productividad biológica, ya que proporcionan refugio y alimentación a organismos marinos con un ciclo que depende de las condiciones de estas áreas. Uno de estos ecosistemas es el lagunar de Navachiste, en donde la especie que predomina en las capturas es el camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson 1871), si bien también se obtienen camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) y camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes 1900), aunque en una proporción muy baja.

El camarón azul vive la mayor parte del tiempo en zonas influenciadas por los deltas de ríos, estuarios o lagunas costeras, presenta dimorfismo sexual, madura y se reproduce en alta mar

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Mazatlán, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Calzada Sábalo-Cerritos s/n, Estero El Yugo, Mazatlán, Sinaloa, CP 82112. ✉Responsable de la correspondencia: horacio.munoz@inapesca.gob.mx

entre las cinco y 20 brazas de profundidad, sus huevos son demersales y después de eclosionar pasa por once estadios larvales: cinco *nauplios*, tres *zoeas*, tres *mysis* y postlarva. Como postlarva penetra en los estuarios y lagunas costeras con las corrientes y mareas, donde inicia su crecimiento hasta alcanzar tamaño juvenil y migra hacia el mar para completar su ciclo reproductivo (Sierra-Rodríguez *et al.* 2000). El camarón azul tiene gran relevancia económica y social para la región y el país, ya que representa una actividad ocupacional durante cinco meses, aproximadamente, y genera una importante derrama económica para la región (Muñoz-Rubí 2010).

El sistema lagunar Navachiste cuenta con relativamente pocos antecedentes de estudios sobre camarón; los trabajos realizados por otros autores, como Vicencio (1979), Páez-Osuna *et al.* (1991), Díaz *et al.* (1999¹), Escobedo-Urías *et al.* (1999), Magaña-Álvarez (2004) y Frías-Espéricueta *et al.* (2009), son destacados estudios sobre ictiología, contaminación, bacteriología e hidrología.

Los estudios sobre incidencia de postlarvas de camarón en el sistema son los realizados por Valenzuela-Quiñones *et al.* (2004), De Silva-Dávila *et al.* (2006), Zavala-Norzagaray (2006) y Barrón-Barraza (2010).

Sobre estructura de tallas y crecimiento de camarón azul se tiene el trabajo de Bush-Medina (2000). Algunos estudios acerca de abundancia son los de Chávez y Bush-Medina (2004²), Va-

lenzuela-Quiñonez (2007) y Muñoz-Rubí *et al.* (2013³, 2014⁴ y 2015⁵).

Por la importancia del recurso, el objetivo del presente trabajo fue estimar la abundancia, la reproducción y la estructura de tallas de camarón azul, lo que sirve de base para determinar el inicio y el cierre de la temporada de pesca, así como la evaluación del desarrollo de la pesquería una vez iniciadas las capturas.

Materiales y métodos

La bahía de Navachiste se localiza en la parte norte de la planicie costera del estado de Sinaloa, entre 25° 30' y 25° 60' N y 108° 45' y 109° 05' O; se ubica en los municipios de Guasave y Ahome. La superficie total que cubre el sistema es de 26 700 ha, tiene una longitud de 60 km en el eje de la costa, por unos 15 km de ancho; la bahía principal es Navachiste, que comprende 21 400 ha, y como subsistemas están la bahía de San Ignacio con 2 700 ha y la bahía de Macapule con 2 600 ha; tiene una profundidad promedio de 4 m y está semicerrado por una barrera arenosa de 23 km de largo llamada isla San Ignacio. La comunicación entre el Golfo de California y el sistema es franca y se realiza a través de dos bocas naturales: una denominada Ajoro, de 2 km de ancho, limitada al oeste por la sierra de Navachiste; la otra es la boca de Vasiquilla, con una amplitud de 1.5 km y ubicada entre la isla San Ignacio y la isla Macapule (Fig. 1).

1. Díaz GJM, A Gutiérrez M, G Lojero Z, CH Rábago Q, B Reyes C. 1999. Listado preliminar de la fauna ictiológica de la bahía de Navachiste, Sinaloa. *Resúmenes del VI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar*, Mazatlán, Sin. del 17 al 19 de noviembre de 1999.
2. Chávez EA, RE Bush-Medina. 2004. Rendimiento del camarón azul, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1871) en el sistema lagunar de Navachiste, Sinaloa, México. *Resúmenes del Tercer Foro de Camarón del Pacífico*. Instituto Nacional de Pesca/Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo/ Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM. Mazatlán, Sin. del 27 al 29 de septiembre de 2004.

3. Muñoz-Rubí HA, D Chávez-Herrera, V Hernández-Covarrubias, R Chan-González, MA Osuna-Zamora. 2013. Evaluación de las poblaciones de camarón de los géneros *Litopenaeus* spp. y *Farfantepenaeus* spp. en el sistema lagunar Navachiste, Sinaloa, en 2012. Informe Técnico (documento interno). Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Mazatlán. México. 28p.
4. Muñoz-Rubí HA, D Chávez-Herrera, V Hernández-Covarrubias, R Chan-González. 2014. Análisis de las poblaciones de camarón de los géneros *Litopenaeus* spp. y *Farfantepenaeus* spp. en el sistema lagunar Navachiste, Sinaloa, en 2013. Informe Técnico (documento interno). Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Mazatlán. México. 29p.
5. Muñoz-Rubí HA, D Chávez-Herrera, F Villegas-Hernández, JE Lizárraga-Hernández. 2015. Abundancia y estructura poblacional de camarón de los géneros *Litopenaeus* y *Farfantepenaeus* en la bahía de Navachiste, Sinaloa, en 2014. Informe Técnico (documento interno). Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Mazatlán. México. 28p.

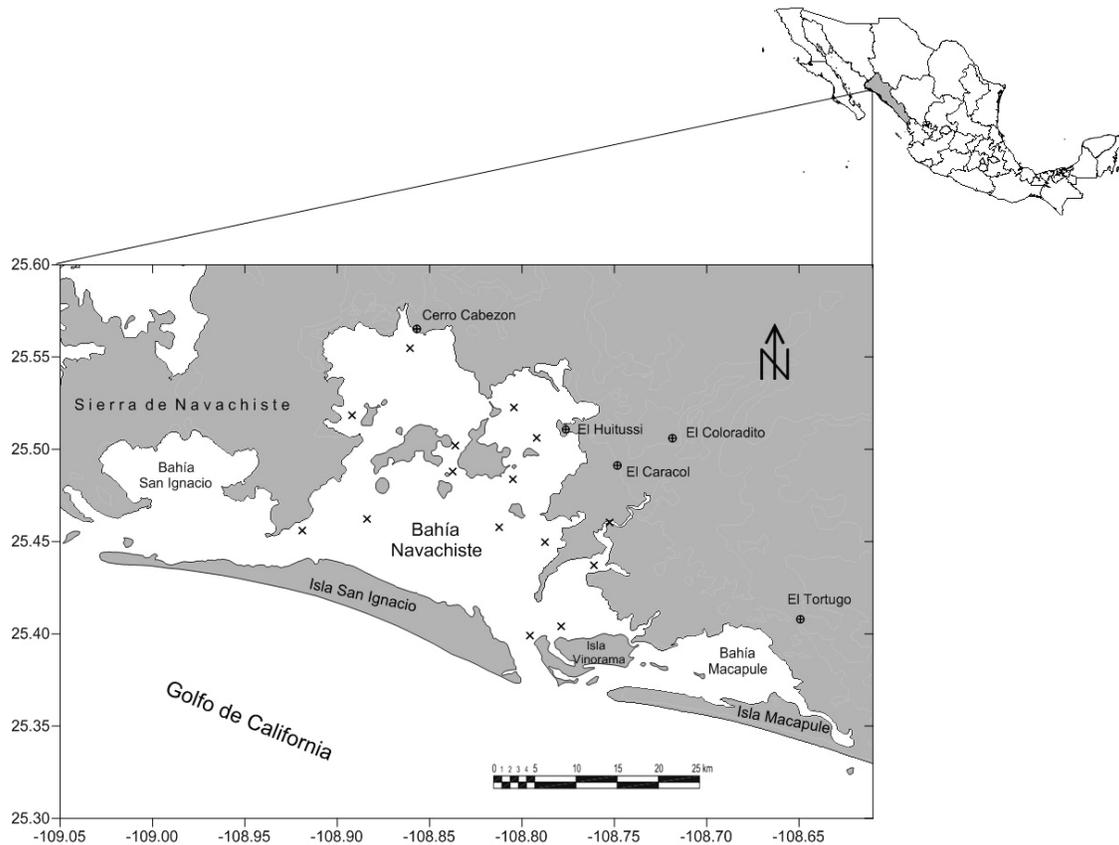


Fig. 1. Área de estudio y localización de las estaciones (x) de muestreo en la bahía Navachiste, Sinaloa.

Los datos provienen de dos fuentes de información: de muestreos de las descargas de capturas realizadas por la flota pesquera artesanal de septiembre a diciembre de 2015, y de muestreos biológicos realizados en la red de estaciones establecidas por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, a través del Programa Camarón, de febrero a agosto de 2015. Los arrastres se realizaron en fase de luna nueva, en un recorrido a bordo de embarcaciones de fibra de vidrio de tres metros de eslora y equipadas con motor fuera de borda marca Yamaha de 75 hp. El arte de pesca utilizado fue la atarraya suripera de 3.6 m de longitud y luz de malla de 3.0 cm. Los lances tuvieron una duración de 10 minutos. Se obtuvieron los datos de captura en kilogramos (kg), longitud total individual (Lt), peso total individual (Pt), y se sexaron. La madurez gonadal en hembras se determinó utilizando la escala mor-

focromática de Barreiro-Güemez (1986⁶), y se estimó la abundancia relativa.

Para el cálculo de la densidad se utilizó el método de área barrida, propuesto por Sparre y Venema (1997), con la siguiente fórmula:

$$a = D \cdot rs \cdot X^2 \cdot D = V \cdot t \quad \text{Ec. 1}$$

Al modificar parcialmente la expresión matemática, queda como sigue:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso muestra}}{V \cdot t \cdot rs (\% \text{ abertura relinga superior})} \quad \text{Ec. 2}$$

6. Barreiro-Güemez T. 1986. Estudio sobre la madurez y desove de *Penaeus vannamei* y *P. californiensis* (Crustacea: Decapoda, Penaeidae) en la costa sur de Sinaloa. *Memorias del Primer Intercambio Académico sobre Investigaciones en el Mar de Cortés*. Hermosillo, Sonora, México. pp: 1-29.

Donde: V = velocidad, t = tiempo, rs = longitud de la relinga superior. Los valores de densidad se expresaron en kg/ha.

Estimación de la densidad

Los indicadores de densidad fueron tratados con una distribución-delta (Δ), que no se ve influenciada por los extremos y da un tratamiento particular a los lances sin captura (Pennington 1983, 1986, 1996).

De acuerdo con la metodología propuesta por Pennington (1986, 1996) es posible obtener estimadores de abundancia con base en el siguiente procedimiento. La varianza del estimador insesgado (denotado como c y d) para la media y la varianza se calcula como sigue (Pennington 1986, 1996, Pennington y Stromme 1998, Madrid-Vera *et al.* 2007, Morales-Bojórquez *et al.* 2008, 2012, Ingram *et al.* 2010, Muñoz-Rubí 2010, Cerdaneres-Ladrón de Guevara *et al.* 2012 y Zea-de la Cruz *et al.* 2016):

$$c \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(\bar{y}) G_m(S^2/2), m > 1 \\ \frac{x_1}{m}, m = 1 \\ 0, m = 0 \end{cases} \quad \text{Ec. 3}$$

y

$$d \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(2\bar{y}) \left\{ G_m(2S^2) - \left(\frac{m-1}{n-1} \right) G_m \left(\frac{m-2}{n-2} S^2 \right) \right\}, m > 1 \\ \frac{x_1}{n}, m = 1 \\ 0, m = 0 \end{cases} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde: n es el número de muestras, m es el número de muestras con valores diferentes de cero; \bar{y} y S^2 son la media y la varianza de las muestras con valores diferentes de cero, expresados como *loge*, x_1 es un valor diferente de cero (no transformado) cuando $m = 1$, y $G_m(x)$ es una función de x y m expresada como:

$$G_m(x) = 1 + \frac{m-1}{m} x + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(m-1)^{2j-1} x^j}{m^j (m+1)(m+3)\dots(m+2j-3)j!} \quad \text{Ec. 5}$$

El estimador insesgado de varianza mínima de la varianza de $c(\text{var}_{est}(c))$ está dado por (Folmer y Pennington 2000):

$$\text{var}_{est}(c) \begin{cases} \frac{m}{n} \exp(2\bar{y}) \left\{ \frac{m}{n} G_m \left(\frac{S^2}{2} \right) - \left(\frac{m-1}{n-1} \right) G_m \left(\frac{m-2}{m-1} S^2 \right) \right\}, m > 1 \\ \left(\frac{x_1}{n} \right)^2, m = 1 \\ 0, m = 0 \end{cases} \quad \text{Ec. 6}$$

Cuando $n = m$, el estimador supone una distribución lognormal (Smith 1990, Lo *et al.* 1992, McConnaughey y Conquest 1992, Smith y Gavaris 1993, Conquest *et al.* 1996).

Para determinar si existen diferencias significativas en los valores de densidad promedio mensual, se realizó un análisis de varianza no paramétrico, debido a que los datos no cumplieron las condiciones de normalidad y homocedasticidad de varianza, aplicando la prueba de Kruskal-Wallis con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, utilizando el paquete estadístico Minitab 16.

Proporción sexual

La proporción sexual fue estimada dividiendo el número de hembras entre el número de machos y fue evaluada utilizando la prueba χ^2 de igualdad de dos porcentajes ($p < 0.05$) (Zar 1999).

Análisis de progresión modal

La estimación de las modas observadas en las distribuciones de tallas de las capturas se basó en el análisis de frecuencias de longitud total. Se utilizó una distribución multinomial de acuerdo con la siguiente función de densidad (Haddon 2001):

$$P\{x_i | n, p_1, p_2, \dots, p_k\} = n! \prod_i^k \frac{p_i^{x_i}}{x_i!} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde: x_i es el número de veces que un evento tipo i sucede en la muestra, n es el tamaño de la muestra, y p_i son las probabilidades separadas de cada uno de los eventos tipo k posibles. Para la estimación de los parámetros del modelo, es necesario transformar la ecuación previa en una

expresión de verosimilitud, así que la nueva expresión es la siguiente:

$$-\ln L \{x_i | n, p_1, p_2, \dots, p_k\} = \sum_{i=1}^k [x_i \ln(p_i)] \quad \text{Ec. 8}$$

El principal supuesto para la estimación de los parámetros es que la distribución de tallas para cada longitud promedio o modal puede ser analizada con una distribución normal, determinando que cada moda corresponde a una diferente cohorte en la población (Haddon 2001). En esta condición, las estimaciones de las proporciones relativas esperadas de cada categoría de longitud se describieron a partir de la siguiente función de densidad:

$$P_{LF} = \frac{1}{\sigma_F \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(L_k - \mu_F)^2}{2\sigma_F^2}} \quad \text{Ec. 9}$$

Donde: μ_F y σ_F son la media y la desviación estándar de la distribución normal de cada cohorte. De tal forma, para estimar las frecuencias esperadas y los parámetros del modelo, es necesario contrastar los valores estimados y observados por medio de la siguiente función logarítmica de distribución multinomial (Haddon 2001):

$$-\ln L \{L | \mu_F, \sigma_F\} = -\sum_{i=1}^k L_i \ln(\hat{p}_i) = -\sum_{i=1}^k L_i \ln\left(\frac{\hat{L}_i}{\sum \hat{L}_i}\right) \quad \text{Ec. 10}$$

En esta expresión, los parámetros μ_F y σ_F corresponden a las medias y las desviaciones estándar de la longitud total que de las n medias presentes en la distribución de longitudes de cada periodo. Los parámetros del modelo fueron estimados cuando la función negativa logarítmica de verosimilitud (Ec. 10) fue minimizada con el algoritmo de búsqueda directa de Newton (Neter *et al.* 1996).

Relación longitud total-peso total

La relación longitud total-peso total se estimó para todos los organismos usando la técnica de regresión con el modelo potencial (Ricker 1975), con la siguiente ecuación:

$$PT = aLT^b \quad \text{Ec. 11}$$

Donde: a (intercepto) y b (pendiente) son las constantes del modelo, que fueron estimadas al maximizar la función de verosimilitud con la siguiente ecuación (Haddon 2001):

$$\ln L = -\frac{n}{2} [\ln(2\pi) + 2 \ln(\hat{\sigma}) + 1] \quad \text{Ec. 12}$$

Se estimaron los intervalos de confianza (IC) de los parámetros del modelo potencial de la relación longitud total-peso total a partir de los perfiles de verosimilitud. Los IC fueron estimados suponiendo una distribución χ^2 , con m grados de libertad (Hilborn y Walters 1992).

El modelo estimó una ecuación de ajuste con su correspondiente coeficiente de determinación. En esta relación, si el valor de la constante b es igual a tres, el crecimiento es isométrico, siendo alométrico cuando el valor es significativamente diferente de tres. La comparación entre el valor estimado de b y el valor de referencia se realizó mediante una prueba de *t-Student*, considerando el valor de t calculado a partir de la ecuación de Pauly (1984), con un nivel de significancia de 95%, ésta es:

$$t_c = \frac{S_{\log LT}}{S_{\log WT}} \cdot \frac{|b - 3|}{\sqrt{1 - r^2}} \cdot \sqrt{n - 2} \quad \text{Ec. 13}$$

Donde: $S_{\log LT}$ es la desviación estándar del logaritmo de la longitud total, $S_{\log WT}$ es la desviación estándar de logaritmo del peso total, r^2 es el coeficiente de determinación, b es el valor de la pendiente y n es el número de datos.

Resultados

En el presente trabajo se muestrearon 15 estaciones y se realizaron en total 265 lances. El área barrida fue 1 293.1 ha, y la captura de 140.07 kg. La mayor captura de 36.15 kg, se obtuvo en septiembre, y la menor, de 0.81 kg, en abril. El menor rendimiento promedio fue 0.047 kg/lance en abril y el mayor de 1.21 kg/lance en septiembre (Fig. 2).

La menor densidad promedio (kg/ha) se obtuvo en abril y mayo con 0.05 kg/ha, la máxima se presentó en agosto con 0.95 kg/ha. La densidad promedio en el periodo de muestreo fue de 0.22 kg/ha. La densidad media mensual

estadísticamente diferente fue la de agosto ($H = 39.301$, $p = 0.001$) (Fig. 3).

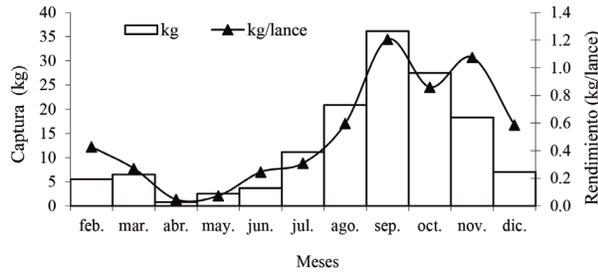


Fig. 2. Captura y rendimiento promedio mensual de *Litopenaeus stylirostris* en bahía Navachiste, Sinaloa.

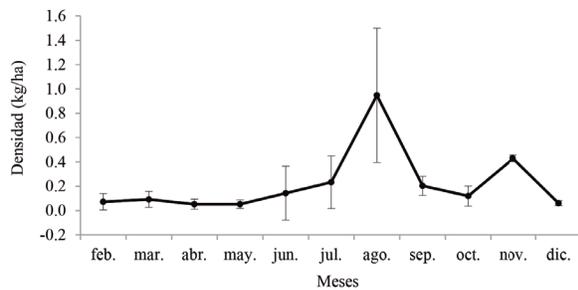


Fig. 3. Densidad promedio mensual de *Litopenaeus stylirostris* en bahía Navachiste, Sinaloa. Las barras indican el error estándar de la media.

El comportamiento de la reproducción se presenta en la figura 4. Se observó que de los 2 290 organismos muestreados, predominaron las hembras inmaduras de febrero a marzo y de mayo a diciembre; en abril se presentó el mayor porcentaje de hembras en desarrollo y maduras con 50.0% y 16.7%, respectivamente.

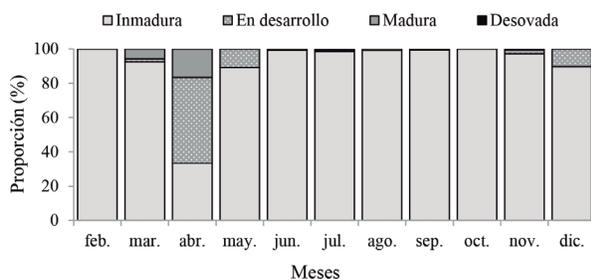


Fig. 4. Proporción mensual de los estadios de madurez sexual en hembras de *Litopenaeus stylirostris* en bahía Navachiste, Sinaloa.

La composición porcentual mensual de machos y hembras de camarón azul en el periodo de muestreo se presenta en la figura 5, en donde se observa que la proporción sexual en julio

fue 1.8:1 hembras:machos, estadísticamente diferente ($\chi^2 = 28.901$, $p = 0.001$). El porcentaje total de hembras y machos fue de 56.9% y 43.1%, respectivamente, con una relación de 1.3:1 hembras:machos.

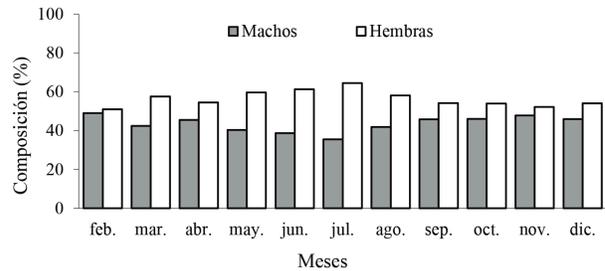


Fig. 5. Composición porcentual de machos y hembras de *Litopenaeus stylirostris* en bahía Navachiste, Sinaloa.

El intervalo de longitud estuvo de entre 50 a 230 mm *Lt*. Con el modelo multinomial se estimó un máximo de seis grupos modales en junio, con un intervalo de longitud de entre 50 a 200 mm *Lt*. Se observaron organismos jóvenes entre la población reclutada; los grupos mejor representados fueron los 2, 3, 4 y 5 con modas en 105, 130, 145 y 165 mm *Lt*, respectivamente (Fig. 6).

En la relación *Lt-Pt*, el intervalo de longitud varió de 50 a 230 mm *Lt*, con media y *DE* de 138.6 ± 33.5 mm. Los valores de peso total variaron entre 0.7 y 105.8 g, con media y *DE* 24.2 ± 15.3 g. El modelo para la relación fue: $PT = 0.00000326 \cdot (Lt)^{3.175}$, con la prueba *t-Student* se comprobó que el valor de la pendiente es significativamente diferente de tres ($t_{(0.05, 2756)} = 1.9608 < t = 25.488$) (Fig. 7).

Los perfiles de verosimilitud de los parámetros *a* y *b* de la relación *Lt-Pt* se presentan en la tabla 1 y la figura 8.

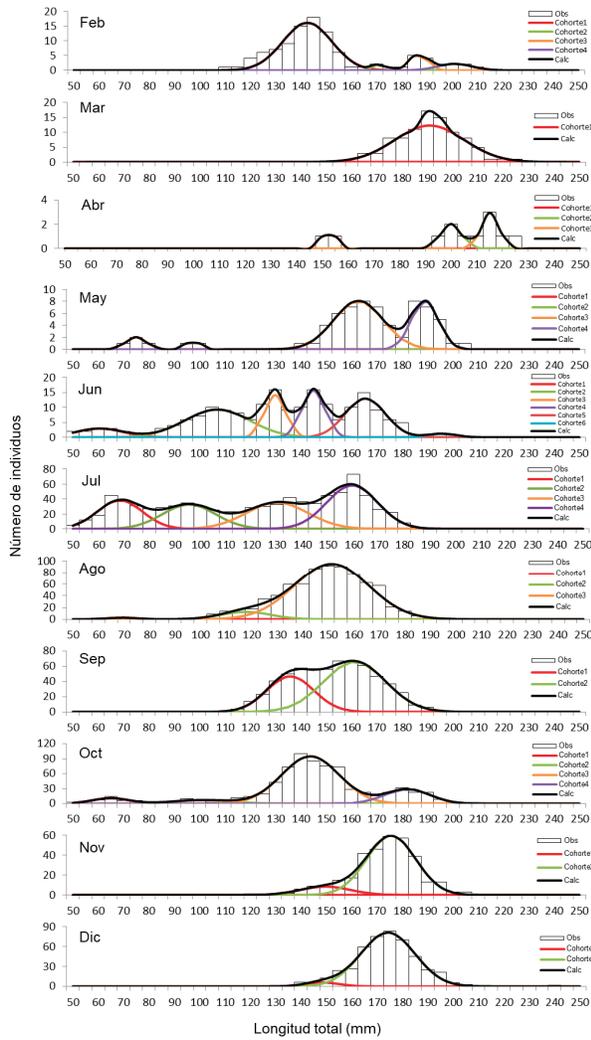


Fig. 6. Frecuencias de longitud observadas y ajuste a la distribución multinomial.

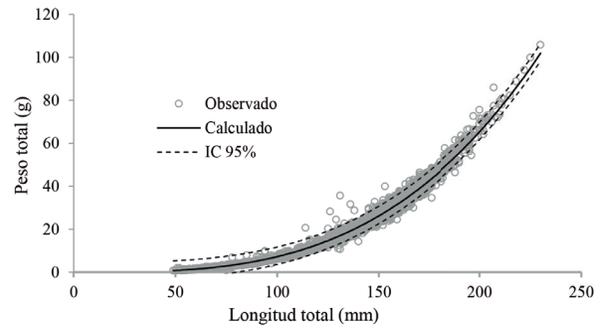


Fig. 7. Curva de ajuste de la relación longitud total-peso total para *Litopenaeus stylirostris* en bahía Navachiste, Sinaloa.

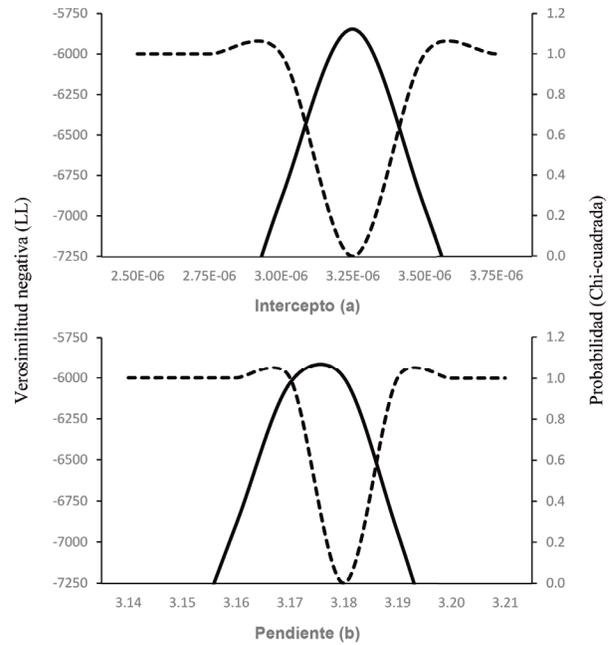


Fig. 8. Perfil de verosimilitud de los parámetros de la relación longitud total-peso total de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en bahía Navachiste, Sinaloa.

Tabla 1

Intervalos de confianza (IC) a 95% de confianza ($\alpha = 0.05$) de los parámetros a y b obtenidos con el modelo potencial para camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en bahía Navachiste, Sinaloa

| Parámetro | IC inferior | Promedio | IC superior | Núm. |
|-----------|-------------|------------|-------------|-------|
| a | 0.000003 | 0.00000325 | 0.0000035 | 2 758 |
| b | 3.16 | 3.18 | 3.19 | |

Discusión

El camarón azul se ha descrito como una especie marina que depende de las lagunas costeras para completar su ciclo de vida (Edwards 1978, García y Le Reste 1981, Mathews 1981). En este estudio se observaron dos picos de abundancia, uno pequeño en marzo, y el de mayor abundancia en septiembre, que es cuando inicia la temporada de pesca; durante este mes, por lo general, el camarón azul tiene su pico máximo de captura, lo que coincide con lo reportado por Muñoz-Rubí (2010) y Muñoz-Rubí *et al.* (2013³) en la bahía Santa María; si bien en desacuerdo con los trabajos de realizados por Zazueta-Solano *et al.* (1988), que reportaron la mayor abundancia en diciembre en la bahía Altata-Ensenada del Pabellón, así como Muñoz-Rubí *et al.* (2014⁴, 2015⁵), en noviembre y septiembre en esta bahía.

Del análisis de la densidad relativa obtenida por medio de la distribución-delta (Δ) se observaron dos picos, uno de mayor intensidad en agosto y el segundo de menor intensidad en noviembre. El periodo de máxima densidad para esta bahía, coincide con lo reportado por Valenzuela-Quíñonez (2007) para la bahía de Agiabampo; Muñoz-Rubí (2010) para la bahía Santa María; y Muñoz-Rubí *et al.* (2013³, 2014⁴, 2015⁵), quienes observaron dos picos de densidad, que se presentaron de julio a septiembre. Lo anterior se debe a que el camarón azul tiene sus picos máximos de densidad en verano y esto está significativamente relacionado con la temperatura.

El ciclo de reproducción del camarón azul está bien definido, presenta un periodo de maduración de marzo a agosto, con máximos en junio y julio (García-Gómez 1976, Garduño-Argueta y Calderón-Pérez 1994, López-Martínez *et al.* 2005). En los muestreos realizados para este trabajo se observaron hembras maduras en marzo y abril, no así en los meses de mayor maduración debido a que los organismos recolectados fueron ejemplares jóvenes que se reclutaron a la población.

En la proporción sexual se observó mayor número de hembras durante el periodo de muestreo; sin embargo, por el valor de la proporción sexual total no hay diferencia estadística al tener un valor de 1.3:1. Diversos son los trabajos realizados sobre camarones peneidos que registran

una clara dominancia de hembras sobre machos (Zazueta-Solano *et al.* 1988, Andrade y Wolfgang 1999, García-Rodríguez y Esteban 1999, Wakida-Kusunoki *et al.* 2006, Ramos-Miranda *et al.* 2009, Muñoz-Rubí *et al.* 2014⁴, 2015⁵). Esta dominancia numérica puede estar estrechamente relacionada con dos importantes factores: 1) la época reproductiva que favorece un incremento de la densidad poblacional de este sexo, 2) con el hecho de que corporalmente las hembras son de mayor tamaño que los machos, característica genética que incrementa las probabilidades de que sean capturadas en mayor proporción que los machos (Ramos-Cruz 2012).

Las longitudes observadas en junio estuvieron en el intervalo de 50 a 200 mm *Lt* y se estimaron seis grupos, lo que coincide con los seis grupos reportados por Muñoz-Rubí *et al.* (2014⁴) con un intervalo de 65 a 190 mm *Lt*; sin embargo, Muñoz-Rubí *et al.* (2013³, 2015⁵) reportaron cuatro grupos con intervalos de 90 a 185 mm *Lt* y de 60 a 175 mm *Lt* y Muñoz-Rubí *et al.* (2016⁷) encontraron cinco grupos con intervalo de 80 a 165 mm *Lt* en el sistema lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María. Estas diferencias pudieran deberse a que los intervalos de longitud fueron menores a los encontrados en este trabajo, que tuvieron organismos más grandes.

La pendiente de la relación longitud total- peso total ($b = 3.175$) presentó una relación alométrica positiva con respecto a la pendiente hipotética de isometría 3. Este valor está dentro del intervalo reportado en trabajos previos realizados en otros sistemas; para esta misma bahía, para camarón azul, Zazueta-Solano *et al.* (1988) obtuvieron un valor de 3.272; en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón, Alcántara-Razo (2005) en el sistema de Agiabampo obtuvo un valor de 3.03; y Muñoz-Rubí *et al.* (2013³, 2014⁴, 2015⁵) reportaron valores de 3.145, 3.155 y 3.175, respectivamente, para la bahía Navachiste.

7. Muñoz-Rubí HA, D Chávez-Herrera, F Villegas-Hernández, V Hernández-Covarrubias, JE Lizárraga-Hernández. 2016. Análisis de las poblaciones de camarón *Litopenaeus* spp. y *Farfantepenaeus* spp. en el sistema lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María, Sinaloa, en 2015. Informe Técnico (documento interno) Instituto Nacional de Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera-Mazatlán. México. 28p.

Conclusiones

La dinámica poblacional de la especie es un factor importante que se debe considerar en el manejo de la pesquería en la bahía de Navachiste, por lo que se concluye lo siguiente:

- El camarón azul presentó los mayores captura y rendimiento promedio en septiembre, que es cuando inicia el periodo de captura.
- Presentó dos picos de abundancia, el de mayor intensidad en agosto y otro de menor intensidad en noviembre.
- El mayor porcentaje de hembras maduras se observó en abril, con 16.7%.
- En la proporción sexual, las hembras tuvieron mayor presencia que los machos, 1.3:1.
- El intervalo de tallas estuvo entre 50 y 230 mm de *Lt*, presentando un máximo de seis grupos modales en junio.
- El camarón azul presentó un crecimiento alométrico positivo.

Literatura citada

- Alcántara-Razo E. 2005. Índice de producción de huevos, reclutamiento reproductor y distribución de la biomasa de camarón azul *Litopenaeus stylirostris* en el frente costero de Agiabampo, Sonora-Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS, México. 98p.
- Andrade GJ, BSU Wolfgang. 1999. Crecimiento y mortalidad del camarón blanco (*Penaeus schmitti*) en el lago de Maracaibo, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 17(1): 63-89.
- Barrón-Barraza FJ. 2010. Distribución espacio-temporal y composición de tallas de postlarvas del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900) en el sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, BCS, México. 58p.
- Bush-Medina RE. 2000. Crecimiento del camarón azul (*Penaeus stylirostris* Stimpson, 1871) en el sistema lagunar de Navachiste, Sinaloa, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias del Mar-Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sin., México. 45p.
- Cerdenares-Ladrón de Guevara G, E Morales-Bojórquez, S Ramos-Carrillo, G González-Medina. 2012. Variabilidad de la abundancia relativa y talla promedio del pez vela *Istiophorus platypterus* capturado por la flota artesanal en el golfo de Tehuantepec, México. *Ciencias Marinas* 38(3): 551-562. DOI: 10.7773/cm.v38i3.2066
- Conquest L, R Burr, J Donnelly, J Chavarria, V Gallucci. 1996. Sampling methods for stock assessment for small-scale fisheries in developing countries. In: VF Gallucci, SB Salia, DJ Gustafson, BJ Rothschild (eds.). *Stock Assessment: Quantitative methods and applications for small scale fisheries*. CRC Press, New York. pp: 179-225.
- De Silva-Dávila R, R Palomares-García, A Zavala-Norzagaray, DC Escobedo-Urías. 2006. Ciclo anual de los grupos dominantes del zooplancton en Navachiste, Sinaloa. En: ME Hendrickx (ed.). *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico este*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM. México. 4(1): 25-39.
- Edwards R. 1978. The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the Pacific coast of Mexico. *Oceanography and Marine Biology Annals Review* 16: 145-180.
- Escobedo-Urías D, MT Hernández-Real, N Herrera-Moreno, AE Ulloa-Pérez, A Chiquete-Ozono. 1999. Calidad bacteriológica del sistema lagunar de San Ignacio-Navachiste, Sinaloa. *Ciencia y Mar* 3(9): 17-27.
- Folmer O, M Pennington. 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fisheries Research* 49: 165-178. DOI: 10.1016/S0165-7836(00)00196-X
- Frías-Espéricueta MG, I Osuna-López, D Voltolina, MA Beltrán-Velarde, G Izaguirre-Fierro, G López-López, MD Muy-Rangel, W Rubio-Carrasco. 2009. Contenido de Cd, Cu, Pb y Zn en el camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) de seis lagunas costeras de Sinaloa, NW México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1): 197-201. DOI: 10.4067/S0718-19572009000100020
- García-Gómez M. 1976. Fecundidad del camarón café *Penaeus californiensis* y camarón azul *Penaeus stylirostris* de Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. En: JL Castro-Aguirre (ed.). *Memorias del Simposio sobre Biología y Dinámica Poblacional de Camarones*. Instituto Nacional de Pesca. Guaymas, Sonora, México, 8 al 13 de agosto de 1976, 1: 131-139.
- García-Rodríguez M, A Esteban. 1999. On the biology and fishery of *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), (Decapoda, Dendrobranchiata) in the Ibiza Channel (Balearic Islands, Spain).

- Scientia Marina* 63(1): 27-37. DOI: 10.3989/scimar.1999.63n127
- García S, L Le Reste. 1981. Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks. *FAO Fish Technical Paper* 203: 215p.
- Garduño-Argueta H, JA Calderón-Pérez. 1994. Abundancia y maduración sexual de hembras de camarón (*Penaeus* spp.) en la costa sur de Sinaloa, México. *Revista de Investigación Científica UABCS, Serie Ciencias Marinas* 1: 27-34.
- Haddon M. 2001. *Modeling and quantitative methods in fisheries*. Chapman-Hall, Florida. 406p.
- Hilborn R, CJ Walters. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty*. Chapman & Hall, New York, London. 570p.
- Ingram GW Jr, WJ Richards, JT Lamkin, B Mhuling. 2010. Annual indices of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) larvae in the Gulf of Mexico developed using delta-lognormal and multivariate models. *Aquatic Living Resources* 23(1): 35-47.
- Lo NCH, LD Jacobson, JL Squire. 1992. Indices of relative abundance from fish spotter data based on delta-lognormal models. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49: 2515-2526.
- López-Martínez J, C Rábago-Quiroz, MO Nevárez-Martínez, AR García-Juárez, G Rivera-Parra, J Chávez-Villalba. 2005. Growth, reproduction, and size at first maturity of the blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) along the east coast of the Gulf of California, México. *Fisheries Research* 71(1): 93-102. DOI: 10.1016/j.fishres.2004.06.004.
- Madrid-Vera J, F Amezcua, E Morales-Bojórquez. 2007. An assessment approach to estimate biomass of fish communities from bycatch data in a tropical shrimp trawl fishery. *Fisheries Research* 83(1): 81-89. DOI: 10.1016/j.fishres.2006.08.026.
- Magaña-Álvarez ME. 2004. Distribución de nutrientes y su efecto en el nivel trófico de la laguna Macapule, Sinaloa. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional, México. 115p.
- Mathews CP. 1981. A review of the North American penaeid fisheries, with particular reference to Mexico. *Kuwait Bulletin of Marine Science* 2: 325-409.
- McConnaughey RA, LL Conquest. 1992. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fishery Bulletin* 91: 107-118.
- Morales-Bojórquez E, MO Muciño-Díaz, JA Vélez-Barajas. 2008. Analysis of the decline of the abalone fishery (*Haliotis fulgens* and *H. corrugata*) along the west central coast of the Baja California peninsula, México. *Journal of Shellfish Research* 27(4): 865-870. DOI: 10.2983/0730-8000(2008)27[865:AOTD OT]2.0.CO;2
- Morales-Bojórquez E, J Madrid-Vera, JG Díaz-Uribe, H Aguirre-Villaseñor, A Liedo-Galindo, D Chávez-Herrera, J Melchor-Aragón, H Muñoz-Rubí, A Hernández-López. 2012. Distribución y abundancia de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*) en el norte de Sinaloa, México. En: J López-Martínez y E Morales-Bojórquez (ed.). *Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC/Fundación Produce Sonora, México, pp: 385-398.
- Muñoz-Rubí HA. 2010. Estimación bayesiana de los parámetros de crecimiento individual y abundancia estacional del camarón azul *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874), de la costa de Sinaloa, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias del Mar-Universidad Autónoma de Sinaloa. México. 86p.
- Neter J, MH Kutner, J Nachtschien, W Wasserman. 1996. *Applied linear statistical models*. McGraw-Hill. Irwin. 1408p.
- Páez-Osuna F, HM Zazueta, G Izaguirre. 1991. Trace metals in bivalves from Navachiste Lagoon, México. *Marine Pollution Bulletin* 22(6): 305-307. DOI: 10.1016/0025-326x(91)90809-7
- Pauly D. 1984. Fish population dynamics in tropical water. A manual for use with programable calculators. *ICLARM Studies and Reviews* 8: 325p.
- Pennington M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics* 39(1): 281-286. DOI: 10.2307/2530830.
- Pennington M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fishery Bulletin* 84(3): 519-525.
- Pennington M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. *Fishery Bulletin* 94(3): 498-505.
- Pennington M, T Stromme. 1998. Surveys as a research tool for managing dynamics stocks. *Fisheries Research* 37(1-3): 97-106. DOI: 10.1016/S0165-7836(98)00129-5.
- Ramos-Cruz S. 2012. Aspectos biológicos y poblacionales del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), durante la veda de 2006 en el Golfo de Tehuantepec, México. *Oceanides* 27(1): 11-24.
- Ramos-Miranda J, D Flores-Hernández, T Do-Chi. 2009. Assessment of the white shrimp fishery (*Litopenaeus setiferus*) in the Campeche Bank. Universidad Autónoma de Campeche. México. 38p.

- Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics fish populations. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 191: 382p.
- Sierra-Rodríguez P, C Acosta-Castañeda, JA García-Borbón, AR García-Juárez, A Liedo-Galindo, JM Melchor-Aragón, S Ramos-Cruz, A Rosas-Cota, MP Toledo Díaz-Rubín, E Zárate-Becerra. 2000. Camarón del Océano Pacífico. *En: MA Cisneros-Mata, LF Beléndez-Moreno, E Zárate-Becerra, MT Gaspar-Dillanes, LC López-González, C Saucedo-Ruiz, J Tovar-Ávila (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo. 1999-2000.* Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA. México, pp: 5-50.
- Smith SJ. 1990. Use of statistical models for the estimation of abundance from groundfish trawl survey data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 47(5): 894-903. DOI: 10.1139/f90-103.
- Smith SJ, S Gavaris. 1993. Improving the precision of abundance estimates of eastern Scotian Shelf Atlantic cod from bottom trawl surveys. *North American Journal of Fisheries Management* 13(1): 35-47. DOI: 10.1577/1548-8675(1993)013<0035:IT POAE>2.3.CO;2
- Sparre P, SC Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. *FAO Documento Técnico de Pesca* 306. 1 Rev. 2: 420p.
- Valenzuela-Quñonez W. 2007. Bases biológicas y ecológicas para adecuar el manejo de la pesquería de camarones peneidos en dos lagunas costeras del Golfo de California, con énfasis en Agiabampo, Sinaloa/Sonora. Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. La Paz, BCS, México. 215p.
- Valenzuela-Quñones W, JA López-Limón, EA Aragón-Noriega. 2004. Impacto del cultivo de camarón por succión de larvas de peces y camarón mediante el bombeo de granjas acuícolas en Navachiste, Sinaloa. *Hidrobiológica* 14(2): 105-112.
- Vicencio MD. 1979. Estudio ictiológico de dos lagunas costeras de la zona norte de Sinaloa, México. Tesis Licenciatura, Facultad de Ciencias-UNAM, México. 116p.
- Wakida-Kusunoki AT, R Solana-Sansores, ME Sandoval-Quintero, G Núñez-Márquez, J Uribe-Martínez, A González-Cruz, M Medellín-Ávila. 2006. Camarón del Golfo de México y Mar Caribe. *En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, R Solana-Sansores, C Rangel-Dávalos (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo.* Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA. México. pp: 425-476.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth Edition. Prentice Hall. New Jersey. 663p.
- Zavala-Norzagaray AA. 2006. Incidencia de postlarvas de camarón en el sistema Lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule (2002-2003). Tesis Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Unidad Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional. México. 77p.
- Zazueta-Solano OE, H Ceja-Pérez, SJ Audelodel Valle, B Acosta, JM Singh-González. 1988. Estudio biológico pesquero del camarón género *Penaeus* en la bahía de Altata-Ensenada del Pabellón durante la temporada de pesca 1984-1985. Tesis de Licenciatura. Escuela Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. México. 61p.
- Zea-de la Cruz H, JL Oviedo-Pérez, J Balderas-Téllez, G Acosta-Barbosa, LA Balderas-Ramírez, LI Balam-Ché. 2016. Abundancia y estructura poblacional de la raya mariposa *Gymnura micrura* asociadas al arrastre camaronero en el Golfo de México. *Ciencia Pesquera* 24(1): 15-26.

Recibido: 31 de agosto de 2018

Aceptado: 30 de abril de 2019

Evaluación de langosta (*Panulirus argus*), caracol rosado (*Lobatus gigas*) y pepino de mar (*Holothuria mexicana*), y riqueza específica de la comunidad de peces en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán

Gloria Verónica Ríos-Lara^{*✉}, Carlos Enrique Zetina-Moguel^{**}, Juan Carlos Espinoza-Méndez^{*}, Eгна Deneb Cervera-Paul^{*}, Kenneth Cervera-Cervera^{*}, Mariana Uribe-Cuevas^{*} y David Emmanuel De Anda-Fuentes^{*}

La pesquería de langosta (*Panulirus argus*) en la costa de Yucatán y en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAА) se realiza por medio del buceo. Durante las operaciones de pesca también se capturan peces y eventualmente caracol rosado (*Lobatus gigas*) y pepino de mar (*Isostichopus badionotus*). Con el objetivo de evaluar la población de langosta *P. argus* al final de la temporada de veda 2015 en el PNAА, se realizó una prospección mediante la observación directa por buceo en 40 estaciones distribuidas en tres clases de fondo en donde se captura langosta: 1) parches de coral duro con angostos pasillos de arena entre ellos (1-3 m de profundidad), 2) parches de coral duro con abundancia de coral blando (3-8 m) y 3) parches de coral duro con paredes de 8 a 15 m. En cada estación se hizo un transecto, contándose las langostas observadas y otros recursos bentónicos (caracol *L. gigas* y pepino de mar *Holothuria mexicana*), así como peces. A partir de longitudes y pesos observados, se estimó la biomasa de langosta y la densidad y la abundancia de las tres especies bentónicas para el área que ocupan los tres tipos de fondo en el arrecife. La riqueza específica de peces se calculó mediante una curva de acumulación área-especie con métodos de remuestreo. La biomasa de langosta fue de 92 t. Las densidades estimadas por clase de fondo fueron de 53.0 ± 23.0 , 34.0 ± 20.5 y 4.0 ± 5.5 organismos/ha para langosta, de 20.0, 9.0 y 7.0 organismos/ha para caracol y 14.0, 3.0 y 8.0 organismos/ha para pepino de mar. Las abundancias fueron de 200 969 organismos para langosta, 67 864 organismos para caracol y de 39 699 organismos para pepino de mar. Las distribuciones de densidad de las tres especies en el área de estudio fueron diferentes. La riqueza máxima de peces fue de 57 especies.

Palabras clave: pesquerías, ecosistema, arrecife, recursos bentónicos, Banco de Campeche

Stock assessment of lobster (*Panulirus argus*), queen conch (*Lobatus gigas*), and sea cucumber (*Holothuria mexicana*), and specific richness of the fish community in the Arrecife Alacranes National Park, Yucatan

Lobster (*Panulirus argus*) fishery in Yucatan coast and Arrecife Alacranes National Park (PNAА) is carried out diving. During the fishing operations fish species are also caught and eventually queen conch (*Lobatus gigas*) and sea cucumber (*Isostichopus badionotus*). With the aim of assessing the spiny lobster *P. argus* stock at the end of the close season of 2015 in the PNAА, a survey was made through direct diving observations in 40 stations distributed in three types of bottom: 1) hard coral patches with narrow sand corridors between them (1-3 m depth), 2) hard coral with abundance of soft coral (3-8 m) and 3) hard coral patches with walls of 8 to 15 m. At each station a transect was made, counting observed lobsters and other benthic resources (queen conch *L. gigas* and *Holothuria mexicana* sea cucumber), as well as fish. From observed length and weight, lobster biomass was estimated and the density and abundance of the three benthic species at each of the three types of bottom. The specific richness of fish was calculated through the area-species accumulation curve using resampling methods. The lobster biomass was of 92 t. The estimated densities by bottom type were 53.0 ± 23.0 , 34.0 ± 20.5 and 4.0 ± 5.5 organisms/ha of lobsters, 20.0, 9.0 and 7.0 organisms/ha of queen conch, and 14.0, 3.0 and 8.0 organisms/ha of sea cucumber, respectively. Abundance results were 200 969 organisms of lobsters, 67 864 organisms of queen conch and 39 699 of sea cucumber. The density distributions of the three species in the study area were different. The maximum richness of fishes was 57 species.

Key words: fisheries, ecosystem, reef, benthic resources, Campeche Bank.

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Yucalpetén, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Av. del Pescador s/n. Antigua carretera a Chelem. Puerto de Abrigo Yucalpetén. Progreso, Yucatán. CP 97320. México. ✉ Responsable de la correspondencia: g_veronicar@yahoo.com

** Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Av. de Industrias no contaminantes con Anillo Periférico norte s/N. Mérida, Yucatán, México.

Introducción

El Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNA) constituye la mayor formación coralina del Golfo de México. Tiene gran importancia ecológica y económica, dada la diversidad de especies que ahí habitan y por ser una zona de pesca para recursos como la langosta *Panulirus argus* (Latreille 1804), especies de escama como el negrilla *Mycteroperca bonaci* (Poey 1860), la cabrilla *Epinephelus adscensionis* (Osbeck 1765), el mero rojo *Epinephelus morio* (Valenciennes 1828) y pargos *Lutjanus* spp., así como en algún tiempo el caracol rosado o reina *Lobatus gigas* (Linnaeus 1758), tradicionalmente aprovechados por un número restringido de pescadores.

En Alacranes se captura alrededor de 20% de la producción de langosta *P. argus* del estado de Yucatán (entre 35 y 50 t de cola de langosta/temporada) y su pesquería hoy en día se considera estable (DOF 2012, Ríos-Lara *et al.* 2012). En el caso del caracol *L. gigas*, en la costa de Yucatán sólo se encuentra en el PNA y, aunque existió una pesquería entre los años 1950 y 1990, a partir de 1994 entró en veda permanente; sin embargo, se sabe que hay pesca furtiva (Aldana-Arana y Baqueiro-Cárdenas 2010). Por otra parte, es sabido que las poblaciones de pepino de mar han sido fuertemente explotadas debido a su gran valor comercial y a su alta demanda de consumo en países asiáticos, *Holothuria mexicana* Ludwig 1875 es una especie que se encuentra en todo el Caribe, incluido el PNA y el Caribe mexicano y, aunque en México no se captura, hay interés en explorar su comercialización.

Para la buena administración de los recursos pesqueros es necesario tener conocimiento acerca de la distribución y el tamaño de las poblaciones que están siendo aprovechadas y su capacidad para recuperarse entre temporadas de pesca, como es el caso de la langosta *P. argus*, que cuenta con una veda temporal, o después de periodos largos de descanso de la actividad pesquera, como sucede con el caracol *L. gigas*, o bien, cuando no han estado sujetas a aprovechamiento pesquero, como *H. mexicana*, contar con un indicador del tamaño de la población inicial. Así, los estudios acerca de la distribución, la densidad y la abundancia de especies en áreas

como el PNA pueden ser de gran utilidad para el manejo sustentable.

La riqueza específica de las comunidades bióticas es una importante primera aproximación a la explicación de la estructura de las comunidades como resultado de las interacciones entre las especies; no describe las interacciones, pero en gran medida es el resultado de ellas (Cornell y Lawton 1992). Por otra parte, la riqueza específica refleja las condiciones de perturbación antropogénica y, en el caso de una pesca selectiva como la que se hace por buceo, permite inferir acerca de las condiciones de los ambientes sujetos a aprovechamiento pesquero.

En la costa de la península de Yucatán se han hecho estudios sobre el hábitat, la distribución, la densidad, la abundancia y la biomasa de los recursos langosta *P. argus* (Ríos-Lara *et al.* 2003, 2007, 2012, Bello-Pineda *et al.* 2005, Ley-Cooper 2006, Ríos-Lara 2009), caracol rosado *L. gigas* (De la Torre 1984, Quijano 1988, Chávez 1990, Basurto *et al.* 1996¹, 2011², Ríos-Lara *et al.* 1998, Pérez-Pérez y Aldana-Aranda 2000) y pepinos de mar de las especies *Isostichopus badionotus* (Selenka 1867), *Holothuria floridana* Pourtalés 1851 y *Astichopus multifidus* (Sluiter 1910) (Zetina-Moguel *et al.* 2002, 2003, Tagliafico *et al.* 2011, Hernández-Flores *et al.* 2015, López-Navarro *et al.* 2015³). En el caso de la especie *H. mexicana* no hay estudios anteriores en la región; sin embargo, se sabe que se encuentra en zonas arrecifales a lo largo de todo el Caribe hasta el sureste de Brasil, en fondos arenosos o lechos de pastos,

1. Basurto M, O Cruz, M Pérez, K Cervera, P Cadena. 1996. Prospección y evaluación de caracol rosado (*Strombus gigas*), en zonas profundas de Banco Chinchorro, Quintana Roo utilizando el vehículo de video submarino autopropulsable Phantom. Informe Técnico (documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera-Puerto Morelos. Instituto Nacional de Pesca. México. 18p.
2. Basurto M, Cervera K, Medina M. 2011. Evaluación de la abundancia de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro y cálculo de la cuota de pesca para la temporada 2011-2012. Dictamen Técnico (documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera-Puerto Morelos. Instituto Nacional de Pesca.
3. López-Navarro J, A Rodríguez, J Roa-Méndez, N Bolaño-Arévalo, M Rueda-Hernández, J Gómez-León. 2015. Distribución espacial y abundancia de *Isostichopus badionotus* y *Holothuria mexicana*, pepinos de mar de importancia económica en el Departamento de la Guajira (Caribe colombiano). XVI Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar-COLACMAR y XVI Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Santa Martha, Colombia. 18 al 22 de octubre 2015.

en profundidades de 2 a 20 m. En Panamá, Nicaragua, Venezuela y Colombia se ha capturado *H. mexicana* cuando han disminuido las poblaciones de *I. badionotus* (Torral-Granda 2008, López-Navarro *et al.* 2015³). Para esta especie, en la región del Caribe panameño, se ha propuesto un ciclo reproductivo anual, con un pico durante los meses de mayo a julio, y una proporción de sexos de 1:1 (Guzmán *et al.* 2003). Alcanza una longitud de hasta 50 cm.

Con relación a las especies de peces, en el Programa de Conservación y Manejo del PNAA se mencionan 236 especies; sin embargo, la lista más completa hasta ahora para el área es la de González-Gándara y Arias-González (2001) con 279 especies.

El objetivo de este trabajo fue estimar la densidad, la abundancia y la biomasa de langosta *P. argus* en el PNAA al final del periodo de veda, obtener estimaciones de densidad y abundancia de otros recursos bentónicos de importancia pesquera, como el caracol rosado *L. gigas* y el pepino de mar *H. mexicana*, además de estudiar la biodiversidad de las áreas de pesca de langosta a través de la riqueza específica de peces, todo ello en tres tipos de hábitat.

Materiales y métodos

El arrecife Alacranes está a unos 130 km al norte de Puerto Progreso, Yucatán, entre 22° 21' 45" y 22° 34' 55" N y 89° 36' 47" y 89° 47' 53" O (Fig. 1).

La prospección de muestreo se realizó del 4 al 10 de junio de 2015 y en ella participaron cinco biólogos y técnicos con amplia experiencia en el monitoreo y la evaluación de recursos marinos. La colecta de datos se hizo por medio del buceo en cuadrantes de diferente tamaño, en sitios con mayor disponibilidad de hábitat preferido por la langosta (Ríos-Lara *et al.* 1998, 2003, 2007, Bello-Pineda *et al.* 2005), ubicados principalmente en la zona central del arrecife Alacranes, entre los dos y 15 m de profundidad y de los cuales se extrae gran parte de la captura de langosta al principio de temporada.

Se establecieron 40 estaciones dentro de tres clases de fondo: parches de coral duro con arenas aledaños (1-3 m de profundidad), parches de coral duro y abundancia de coral blando (3-8 m de

profundidad) y parches de coral duro con paredes (8-15 m de profundidad), una estratificación propuesta por Bello-Pineda *et al.* (2005). Cada estación se ubicó geográficamente con un geoposicionador satelital Garmin GPSMAP 78s (Fig. 1).

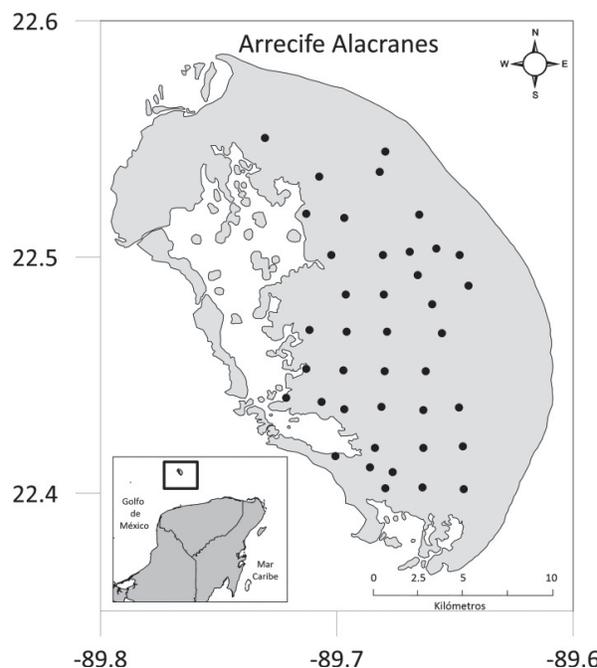


Fig. 1. Red de estaciones de muestreo en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

En cada estación se hizo un transecto y se contabilizó el número de langostas, caracoles y pepinos de mar, además de las especies de peces observadas; los transectos fueron de diferente tamaño (entre 175 y 368 m de largo con un media de 250 ± 52 m), determinado por el recorrido realizado en 20 minutos de buceo, el que dependió principalmente de la complejidad del paisaje en cada estación. Para identificar los elementos dominantes del paisaje (corales, esponjas, arena, algas y pastos) se tomaron fotografías del fondo.

Se estimó la densidad para cada especie, para cada clase de fondo y para el área total, con un estimador basado en muestreo en transectos de diferente tamaño (Seber 1982, Krebs 1989, Thompson 1992).

$$\bar{D} = \frac{\sum y_i}{\sum w_i l_i p_i} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: w_i = ancho de la i -ésima área muestreada, l_i = largo de la i -ésima área muestreada,

p_i = probabilidad de encuentro del organismo en la i -ésima área muestreada.

El ancho de la i -ésima área muestreada reportado por los buzos (w_i) contempla el error de apreciación (E_a) con distribución normal (con media w_0 y un coeficiente de variación de 20%):

$$w_i = w_0 + E_a \quad \text{Ec. 2}$$

El largo de la i -ésima área muestreada (l_i) se calculó tomando en cuenta la posición geográfica inicial y la final del transecto obtenidas por medio del GPS.

De acuerdo con la experiencia y la destreza de los buzos participantes en la localización de los organismos, se asumió una detección o una probabilidad de encuentro de 80 y 90% para langosta, y de 90 y 99% para caracol y pepino de mar, respectivamente.

Para obtener las estimaciones de densidad, incorporando incertidumbre en el factor ancho de los transectos y en la probabilidad de detectar organismos, se usó la simulación Montecarlo.

La varianza de la densidad media se obtuvo a través de la ecuación 3:

$$\hat{V}(\hat{D}1) = \frac{\sum y_i}{\sum (w_i l_i p_i)^2} \left(\frac{1-p}{p^2} \right) \quad \text{Ec. 3}$$

El número total de organismos en cada clase de fondo se estimó con base en la siguiente ecuación.

$$\hat{Y} = \hat{D}1 \cdot A \quad \text{Ec. 4}$$

Donde: \hat{Y} = número total de organismos en el área de interés, $\hat{D}1$ = densidad media de los organismos en el área de interés, A = área de interés.

El área de interés en todos los casos se refiere al área que ocupa el hábitat preferencial para langosta en cada clase de fondo donde se hizo el muestreo, según las estimaciones de Ríos-Lara *et al.* (2007).

La varianza de la abundancia en el área resulta de la ecuación 5:

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \frac{A \cdot (\sum w_i l_i p_i - 1)}{\sum w_i l_i p_i \cdot [(\sum w_i l_i p_i) - 1]} (\sum y_i^2 + \hat{D}1^2) \quad \text{Ec. 5}$$

En el caso de la langosta, se estimó la biomasa para cada clase de fondo y total, con la Ec. 6:

$$B = \hat{Y} \cdot P_m \quad \text{Ec. 6}$$

El peso medio (P_m) utilizado para calcular la biomasa fue de 460 g (153 g cola), calculado a partir de los datos de ejemplares capturados durante la campaña de muestreo.

Se utilizaron los datos del número de organismos observados en cada transecto y se corrieron 10 000 simulaciones para calcular las densidades y sus varianzas, obteniéndose valores promedio. Los estimadores se obtuvieron en Visual-Basic instrumentado en EXCEL v.5. Se construyeron mapas de densidad de langosta, caracol y pepino de mar.

Para estimar la riqueza específica (S) máxima se usó el modelo de Clench (1979), que se ha usado para la predicción de riqueza específica en estudios faunísticos (Soberón y Llorente 1993) y de peces en ecosistemas arrecifales (Zetina-Ríos *et al.* 2012) (Ec. 7).

$$S_{max} = \frac{a}{b} S_E = \frac{a \cdot E}{1 + (b \cdot E)} \quad \text{Ec. 7}$$

Donde: S_E = riqueza específica al esfuerzo E , a y b = constantes a estimar, E = esfuerzo de muestreo (transectos recorridos), S_{max} = máximo teórico o asintótico de especies en el ecosistema, sin considerar las que no son observables ni las especies de presencia accidental.

La estimación de las constantes a y b se hizo utilizando regresión no lineal (Marquart) con el *Statgraphics* v.5, con base en 600 arreglos aleatorios de la ubicación temporal de los muestreos, realizados con un programa elaborado en Visual Basic para EXCEL; es decir, se usaron 600 curvas hipotéticas basadas en un nuevo muestreo de las observaciones originales.

Resultados

Por medio de la observación y la fotografía se identificaron elementos del paisaje presentes, modificándose tres de las clases de fondo definidas por Bello-Pineda *et al.* (2005), en las que se realizaron los transectos (Tabla 1).

Estimación de densidad, abundancia y biomasa de langosta

La mayor parte de las langostas observadas en la zona central del PNAA fue de juveniles de entre 10 y 18 cm de longitud abdominal (La), con una media de 14.8 cm; 6.5 y 13 cm de longitud de cefalotórax (Lc) con una media de 10.7 cm; 16 y 28 cm de longitud total (Lt) con una media de 24 cm (Fig. 2). El peso medio observado para

Tabla 1
Clases de fondo visitadas durante la prospección en el PNAA (modificada de Bello-Pineda *et al.* 2005)

| Clase | Habitat dominante | Profundidad (m) | Cubierta dominante promedio (%) | Área (km ²) | Hábitat preferencial langosta (km ²) |
|-------|---|-----------------|---|-------------------------|--|
| 1 | Parches de coral duro con arenales intersticiales | 1-3 | Asociaciones coralinas (45) Corales duros (hexacorales) corales rocosos: (Corales ramificados): <i>Acropora</i> , <i>Tubastrea</i> spp., <i>Porites</i> spp. (Corales masivos): <i>Montastrea cavernosa</i> , <i>Orbicella annularis</i> , <i>Siderastrea</i> spp., <i>Solenastrea</i> spp. y <i>Porites</i> spp. (Corales cerebro): <i>Diploria</i> spp. y <i>Meandrina</i> spp. Corales de fuego (hydrocorales): <i>Millepora</i> spp. Corales blandos: (octocorales): <i>Gorgonia</i> spp., <i>Eunicea</i> spp., <i>Plexaura</i> spp., <i>Pseudoplexaura</i> spp., <i>Plexaurella</i> sp., <i>Muricia</i> spp., <i>Pterogorgia</i> spp., <i>Pseudotergorgia</i> spp. Algas: Chlorophyta (<i>Caulerpa prolifera</i> , <i>Halimeda monile</i> , <i>Penicillus pyriformis</i> , Phaeophita (<i>Sargassum</i> spp., <i>Turbinaria</i> spp.) y Rhodophyta (<i>Laurencia</i> spp.) Pastos: <i>Thalassia testudinum</i> . | 89.80 | 22.51 |
| 2 | Parches de coral duro | 3-8 | Asociación coralina (40) Corales duros (hexacorales) corales rocosos: (corales ramificados): <i>Acropora</i> , <i>Tubastrea</i> spp., <i>Porites</i> spp. (corales masivos): <i>Montastrea cavernosa</i> , <i>O. annularis</i> , <i>Siderastrea</i> spp., <i>Solenastrea</i> spp. y <i>Porites</i> spp. (corales cerebro): <i>Diploria</i> spp. y <i>Meandrina</i> spp. Corales de fuego (hydrocorales): <i>Millepora</i> sp. Corales blandos (octocorales): <i>Gorgonia</i> spp., <i>Eunicea</i> spp., <i>Plexaura</i> spp., <i>Pseudoplexaura</i> spp., <i>Plexaurella</i> spp., <i>Muricia</i> spp., <i>Pterogorgia</i> spp., <i>Pseudotergorgia</i> spp. Algas: chlorophytas (<i>Caulerpa prolifera</i> , <i>Halimeda monile</i> , <i>Penicillus pyriformis</i> , phaeophitas (<i>Sargassum</i> spp., <i>Turbinaria</i> spp.) y rhodophytas (<i>Laurencia</i> spp.) Pastos: <i>Thalassia</i> spp. | 94.60 | 23.63 |
| 3 | Parche de coral duro con paredes de 8 a 15 m | 8-15 | Asociación coralina (45) Coral duro (hexacorales) corales rocosos: (corales ramificados) gen: <i>Acropora</i> , <i>Tubastrea</i> , <i>Porites</i> . (corales masivos) gen: <i>M. cavernosa</i> , <i>M. annularis</i> , <i>Siderastre</i> y <i>Solenastrea</i> . (corales cerebro): <i>Diploria</i> y <i>Meandrina</i> . Corales blandos: (octocorales): gen: <i>Gorgonia</i> , <i>Eunicea</i> , <i>Plexaura</i> , <i>Pseudoplexaura</i> , <i>Plexaurella</i> , <i>Muricia</i> , <i>Pterogorgia</i> , <i>Pseudotergorgia</i> . Algas: feofitas y rodofitas (<i>Laurecia</i> spp.) Esponjas tubulares | 03.10 | 0.78 |

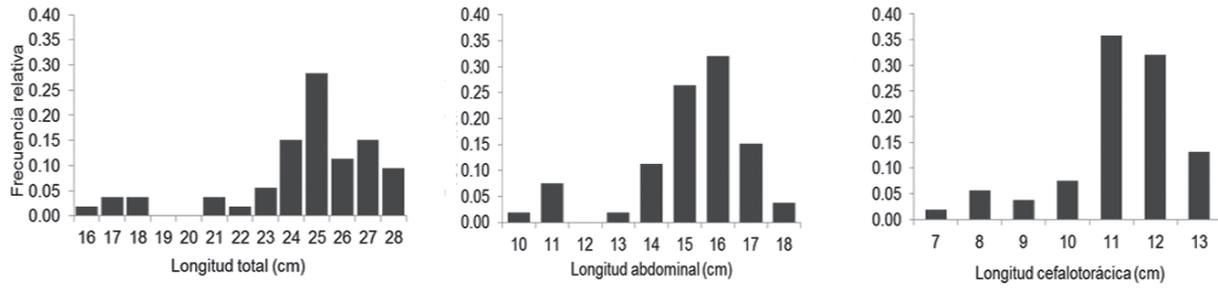


Fig. 2. Composición de tallas de langostas observadas en el área central del Parque Nacional Arrecife Alacranes.

langosta entera fue de 460 g y fue utilizado para estimar la biomasa.

Las estimaciones de densidad, abundancia y biomasa de langosta en las diferentes clases de fondo se resumen en la *tabla 2* y la *figura 3*. La abundancia total estimada fue de 200 969 organismos y la biomasa de 92 t de langosta viva (31 t de cola, aproximadamente).

Tabla 2
Estimación de densidad, abundancia y biomasa de *Panulirus argus* en el PNA: AL = abundancia de langosta, DL = densidad de langosta (núm. de organismos/ha), BL = biomasa de langosta (t)

| Clase | Parámetro | Estimación | Límite inferior | Límite superior | Valor mínimo | Valor máximo |
|-------|-----------|------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| 1 | AL | 119 531 | | | 106 383 | 132 679 |
| | DL | 53 | 30 | 76 | 6 | 183 |
| | BL | 55 | | | 49 | 61 |
| 2 | AL | 81 156 | | | 73 040 | 89 272 |
| | DL | 34 | 14 | 55 | 0 | 152 |
| | BL | 37 | | | 33 | 41 |
| 3 | AL | 281 | | | 244 | 318 |
| | DL | 4 | 0 | 11 | 0 | 11 |
| | BL | 0.13 | | | 0.11 | 0.15 |
| Total | AL | 200 969 | | | | |
| | BL | 92 | | | | |

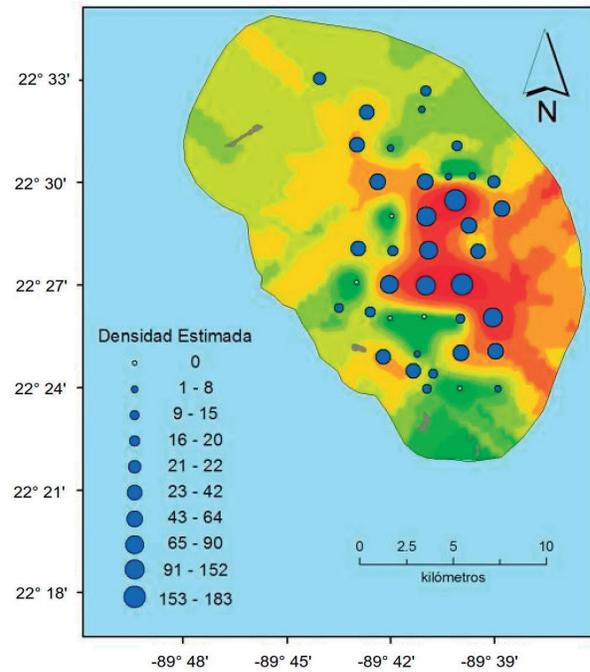


Fig. 3. Densidad y distribución de langosta *Panulirus argus* en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Las estimaciones de densidad y abundancia de caracol en las diferentes clases de fondo se resumen en la *tabla 3* y la *figura 4*. La abundancia total estimada fue de 67 864 organismos adultos.

Tabla 3

Estimación de densidad y abundancia de caracol *Lobatus gigas* en el PNAA: AC = abundancia de caracol y DC = densidad de caracol (núm. de organismos/ha)

| Clase | Parámetro | Estimación | Límite inferior | Límite superior | Valor mínimo | Valor máximo |
|-------|-----------|------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| 1 | AC | 45 487 | | | 40 938 | 50 036 |
| | DC | 20 | 6 | 35 | 0 | 62 |
| 2 | AC | 21 814 | | | 19 196 | 24 432 |
| | DC | 9 | 3 | 15 | 0 | 29 |
| 3 | AC | 563 | | | 490 | 636 |
| | DC | 7 | 0 | 21 | 0 | 38 |
| Total | AC | 67 864 | | | | |

Tabla 4

Estimación de densidad y abundancia de pepino de mar *Holothuria mexicana* en el PNAA. AP = abundancia de pepino y DP = densidad de pepino (núm. de organismos/ha)

| Clase | Parámetro | Estimación | Límite inferior | Límite superior | Valor mínimo | Valor máximo |
|-------|-----------|------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| 1 | AP | 31 114 | | | 28 003 | 34 225 |
| | DP | 14 | 6 | 22 | 2 | 26 |
| 2 | AP | 8 159 | | | 7 262 | 9 056 |
| | DP | 3 | 1 | 6 | 0 | 8 |
| 3 | AP | 427 | | | 367 | 487 |
| | DP | 5 | 2 | 9 | 0 | 11 |
| Total | AP | 39 699 | | | | |

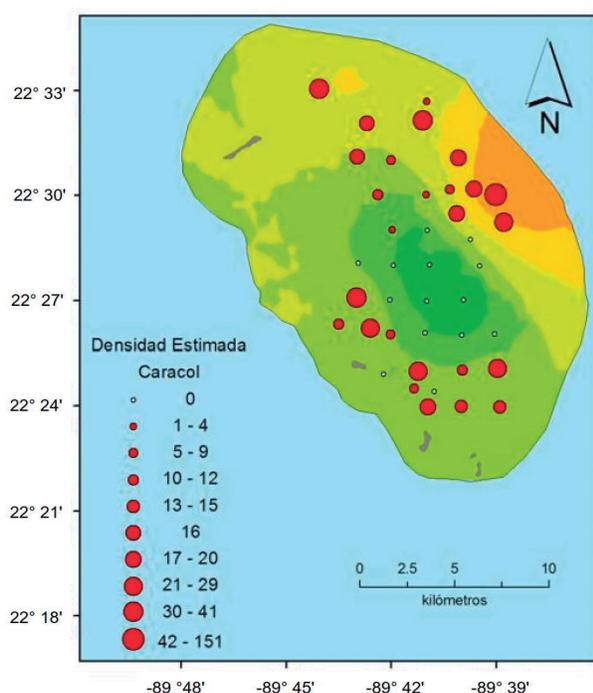


Fig. 4. Densidad y distribución de caracol rosado *Lobatus gigas* en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

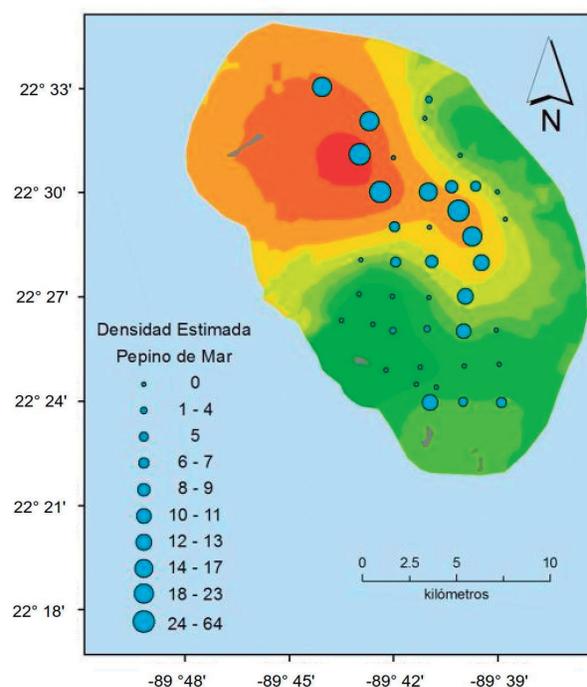


Fig. 5. Densidad y distribución de pepino de mar *Holothuria mexicana* en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Las estimaciones de densidad y abundancia del pepino de mar *H. mexicana* en las diferentes clases de fondo se resumen en la *tabla 4* y la *figura 5*. La abundancia total estimada fue de 39 699 organismos.

Las especies de peces observadas en los hábitats asociados a la captura de langosta fueron 53 (*Tabla 5*). El número mínimo de especies observadas en una estación fue de seis y el máximo de 30; la clasificación de los sitios de observación, de acuerdo con el número de especies de peces observadas se hizo en cinco categorías: 1 (entre 6 y 10 especies), 2 (entre 11 y 15 especies), 3 (entre 16 y 20), 4 (entre 21 y 25) y 5 (entre 26 y 30) (*Fig. 6*).

Tabla 5

Lista de especies de peces observadas en sitios de pesca de langosta en el PNA. Las familias fueron ordenadas alfabéticamente, los nombres comunes son los utilizados en las costas de la península de Yucatán

| | | |
|--------------------|--|-------------------------|
| Acanthuridae | <i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch 1787) | cirujano |
| | <i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch y Schneider 1801 | cirujano |
| | <i>Acanthurus tractus</i> Poey 1860 | cirujano |
| Aulostomidae | <i>Aulostomus maculatus</i> Valenciennes 1841 | pez trompeta |
| Balistidae | <i>Balistes vetula</i> Linnaeus 1758 | pez trompeta |
| | <i>Canthidermis sufflamen</i> (Mitchill 1815) | lija |
| Carangidae | <i>Caranx crysos</i> (Mitchill 1815) | cojinuda negra |
| | <i>Caranx ruber</i> (Bloch 1793) | cojinuda |
| Chaetodontidae | <i>Chaetodon capistratus</i> Linnaeus 1758 | mariposa de cuatro ojos |
| | <i>Chaetodon ocellatus</i> Bloch 1787 | mariposa ocelada |
| | <i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus 1758 | mariposa estriado |
| Dasyatidae | <i>Hypanus americana</i> (Hildebrand & Schroeder 1928) | raya de espina |
| Diodontidae | <i>Diodon hystrix</i> Linnaeus 1758 | guanábana |
| Ginglymostomatidae | <i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre 1788) | tiburón gata |
| Gobiidae | <i>Elacatinus</i> spp. | góbido |
| Haemulidae | <i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus 1758) | chabela |
| | <i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest 1823) | chacchí amarillo |
| | <i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède 1801) | chacchí |
| | <i>Haemulon sciurus</i> (Shaw 1803) | chacchí amarillo |
| Holocentridae | <i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum 1792) | ardilla |
| Kyphosidae | <i>Kyphosus</i> spp. | cagona |
| Labridae | <i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus 1758) | doncella azulada |
| | <i>Lachnolaimus maximus</i> (Walbaum 1792) | boquinete |
| | <i>Thalassoma bifasciatum</i> (Bloch 1791) | damisela cabeza azul |
| Lutjanidae | <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier 1828) | pargo criollo |
| | <i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum 1792) | pargo amarillo |
| | <i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus 1758) | pargo mulato |
| | <i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier 1828) | pargo ojón |
| | <i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch 1791) | canané |
| Mullidae | <i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier 1829) | ratón |
| Ostraciidae | <i>Lactophrys bicaudalis</i> (Linnaeus 1758) | torito |
| Pomacanthidae | <i>Holacanthus bermudensis</i> Goode 1876 | ángel |
| | <i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus 1758) | ángel |
| | <i>Pomacanthus arcuatus</i> (Linnaeus 1758) | angelote |
| | <i>Pomacanthus paru</i> (Bloch 1787) | angelote |
| Pomacentridae | <i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus 1758) | sargento mayor |
| | <i>Stegastes</i> spp. | damisela |
| Scaridae | <i>Scarus coelestinus</i> Valenciennes 1840 | lora de media noche |
| | <i>Scarus coeruleus</i> (Edwards 1771) | lora azul |
| | <i>Scarus guacamaia</i> Cuvier 1829 | lora guacamaya |
| | <i>Scarus iseri</i> (Bloch 1789) | lora rayada |
| | <i>Sparisoma chrysopterum</i> (Bloch y Schneider 1801) | lora cola roja |
| | <i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre 1788) | lora vieja |
| Scombridae | <i>Scomberomorus</i> spp. | carito |
| Scorpaenidae | <i>Pterois antennata</i> (Bloch 1787) | pez león |

| Familia | Nombre científico | Nombre común |
|---------------|--|---------------|
| Serranidae | <i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck 1765) | cabrilla |
| | <i>Epinephelus guttatus</i> (Linnaeus 1758) | payaso |
| | <i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes 1828) | mero rojo |
| | <i>Hypoplectrus puella</i> (Cuvier 1828) | vaca manchada |
| | <i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey 1860) | negrillo |
| Sparidae | <i>Calamus bajonado</i> (Bloch y Schneider 1801) | mojarrón |
| Sphyraenidae | <i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards 1771) | barracuda |
| Urotrygonidae | <i>Urobatis jamaicensis</i> (Cuvier 1816) | raya amarilla |

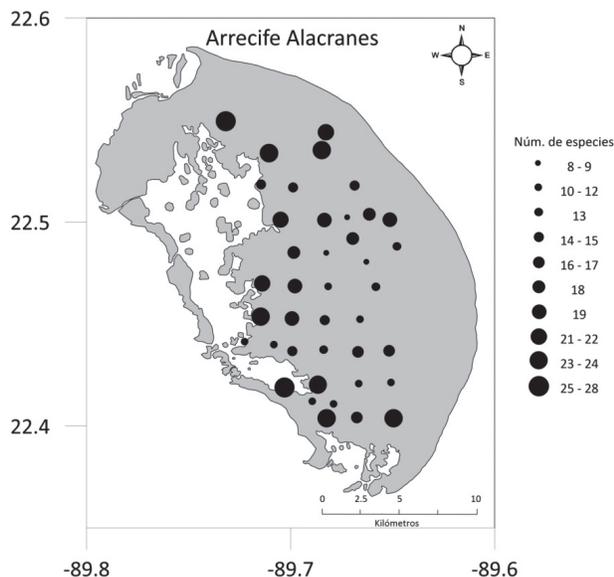


Fig. 6. Distribución de la riqueza de especies de peces en hábitats asociados a la pesca de langosta en área central del Parque Nacional Arrecife Alacranes.

La frecuencia (p. ej. presencia de cada especie en las estaciones de muestreo) fue de entre 3% y 95%; las especies que estuvieron presentes en 50% o más de las estaciones fueron 17 (Fig. 7).

Riqueza específica en la comunidad de peces

Los parámetros estimados para la riqueza específica de peces en áreas de captura de langosta en el PNAA fueron: $a = 15.74$ (EE = 0.038) y $b = 0.27$ (EE = 0.001).

La ecuación del modelo ajustado es: $S_{\max} = 57$ especies con $r^2 = 87.8$ (Fig. 8).

Discusión

En los parches coralinos de baja profundidad característicos en la zona central del PNAA en los que se desarrolló este estudio, además de la diversidad de especies de coral, la composición de la flora es compleja, hay gran abundancia de algas rojas formando grupos funcionales con especies de algas color marrón, algas verdes (poca abundancia) y pastos (*Thalassia testudinum*), que tienen un papel importante en el asentamiento y el crecimiento de la langosta *P. argus* y otros organismos bentónicos.

Estudios anteriores sobre langosta en Alacranes (Ríos-Lara *et al.* 1998, 2003, 2007, Bello-Pineda *et al.* 2005) indican que las clases de fondo elegidas para llevar a cabo esta prospección son las más propicias para encontrar langosta. Las estimaciones de densidad de langosta obtenidas en este trabajo fueron más altas que las reportadas por Ríos-Lara *et al.* (2007) para las mismas clases de fondo, a excepción de la clase tres. En la clase uno fue de 53.1 langostas/ha (estimación anterior de 21.4 langostas/ha), en la clase dos fue de 34.3 langosta/ha (antes 17.4 langostas/ha) y en la clase tres fue de cuatro langostas/ha (antes 12.3 langostas/ha). Las langostas observadas fueron organismos juveniles de entre 16 y 28 cm *Lt*, con media de 24 cm y *Pm* de 460 g. Si bien el área es propicia para el asentamiento de langosta, no se observaron organismos recién asentados (puerulus) o juveniles tempranos, debido muy probablemente a que éstos son más frecuentes en los meses de otoño-invierno. Ríos-Lara (2009) reportó langostas de entre tres y 10 cm *Lt* en el PNAA durante los meses de noviembre a enero.

Aunque las zonas de mayor abundancia de caracol (*L. gigas*) en el PNAA están en los pastizales en la zona de barlovento y alrededor de Isla

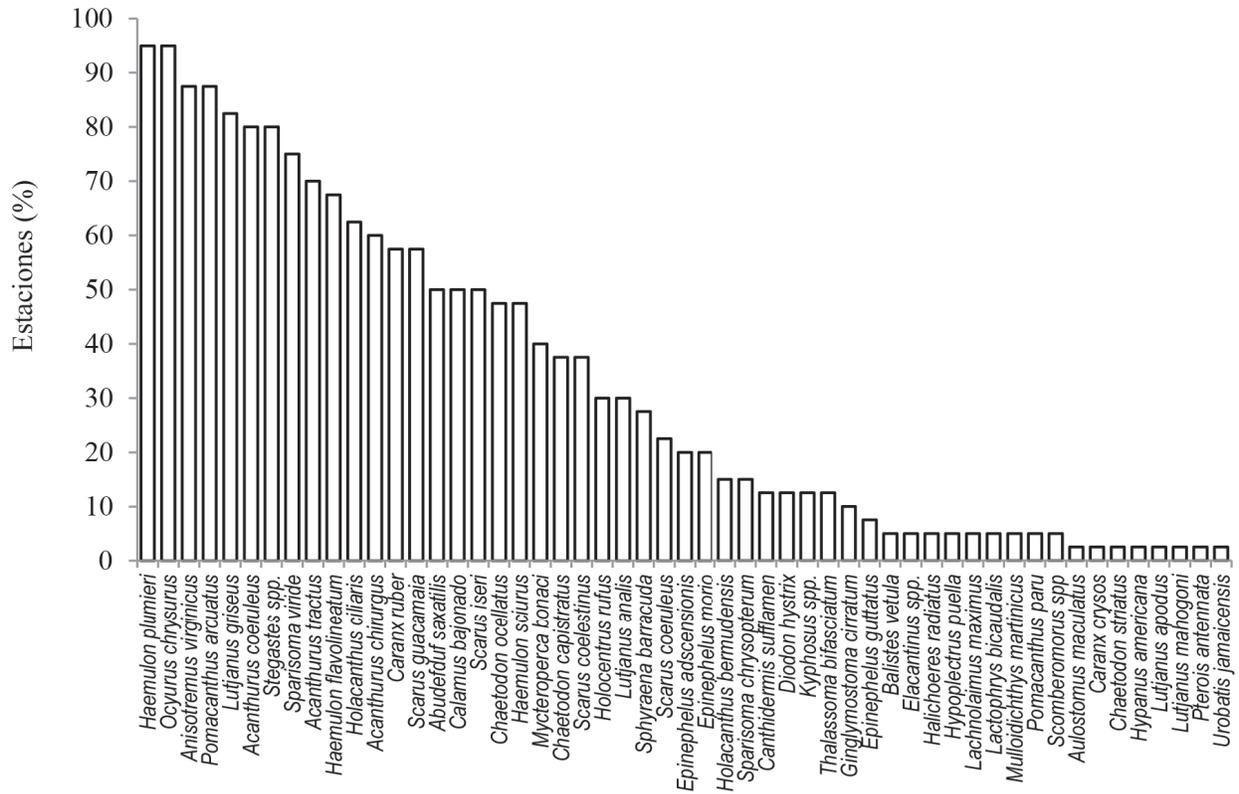


Fig. 7. Presencia de las especies de peces en las estaciones de muestreo en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán.

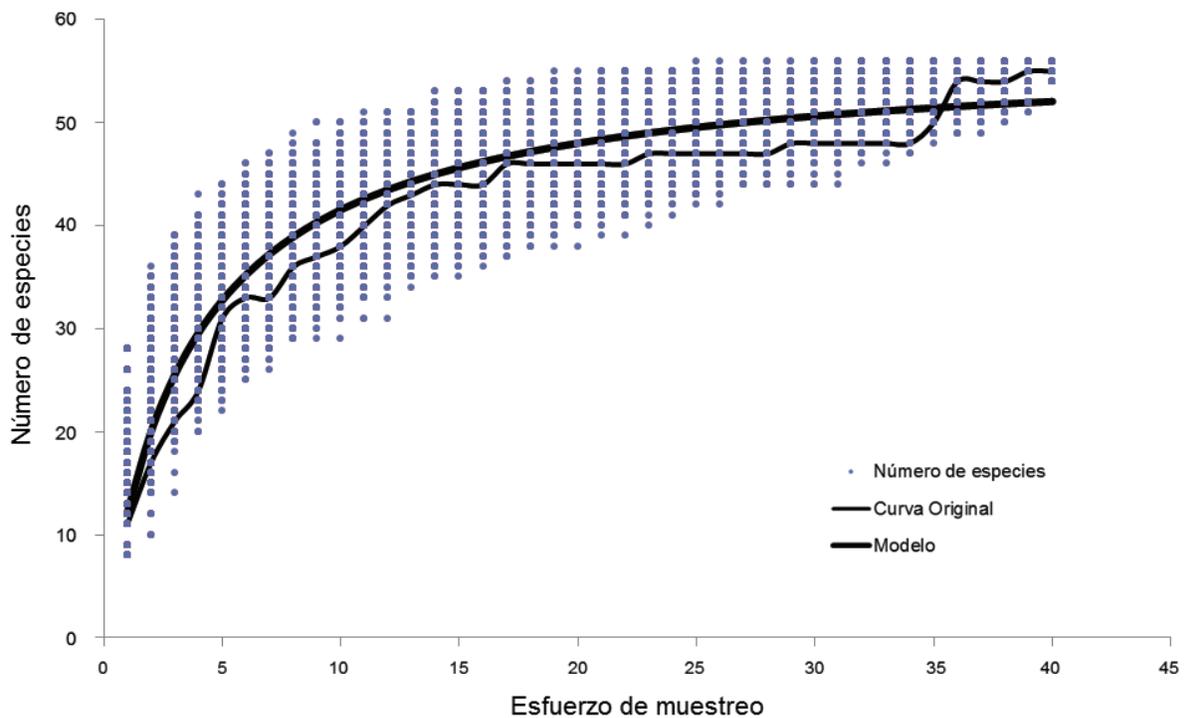


Fig. 8. Modelo de regresión no lineal ajustado para la relación entre el número de especies y el esfuerzo de muestreo. Los puntos corresponden a observaciones de nuevas especies para diferentes esfuerzos acumulados.

Pérez, su densidad fue de entre 0.00070 y 0.00200 caracoles/m², mayor densidad a la reportada por Ríos-Lara *et al.* (1998) de 0.00048 caracoles/m² y coincidiendo con el límite inferior de las reportadas por Pérez-Pérez y Aldana-Aranda (2000), de entre 0.00200 y 0.01200 caracoles/m². Aunque la densidad de los organismos puede variar de un año a otro debido a la variación del reclutamiento en el arrecife, también puede deberse a que hubo áreas más propicias para caracol, donde la densidad pudo ser mayor, pero que no fueron visitadas. Dentro de la zona de estudio se puede observar mayor densidad de caracol hacia barlovento (Fig. 4), lo que coincide con la presencia de pastizales y también con la cercanía de las islas Pérez, Blanca y Desertora (Fig. 1).

En el caso del pepino de mar, no hay indicadores de abundancia que se hayan obtenido con anterioridad para el PNAA. En la costa de Yucatán, donde existe una pesquería de pepino, se han obtenido estimaciones de densidad, abundancia y biomasa de otras especies: *Astichopus multifidus*, *Isostichopus badionotus* y *Holothuria floridana* (Zetina-Moguel *et al.* 2003, Hernández-Flores *et al.* 2015), siendo las dos últimas las que soportan la pesquería. La especie mejor cotizada es *I. badionotus* y, si bien *H. floridana* se cotiza a un precio bajo, tiene mercado. Sobre *H. mexicana* se encontraron dos estimaciones de densidad para zonas de pastizal (*Thalassia*) en Venezuela y Colombia (Tagliafico *et al.* 2011, López-Navarro *et al.* 2015³). Se reportan estimaciones de densidad para esta especie de 14, tres y cinco organismos/ha, cifra similar a la de 10 organismos/ha reportados para la isla Cubagua, Venezuela (Tagliafico *et al.* 2011).

La distribución de la densidad de langosta, caracol y pepino de mar (Figs. 3, 4 y 5) en el área de estudio, muestra diferencias que responden a las necesidades de hábitat de cada especie.

Con referencia al número de especies de peces observado (riqueza específica) en hábitats propicios para la langosta *P. argus* en la zona central del PNAA está subestimada, ya que las observaciones se realizaron en horas del día (9:00 am a 15:00 pm), sólo hasta 15 m de profundidad, sólo en el área central. No se consideraron especies crípticas, ni pequeños peces difíciles de observar a simple vista ni tampoco especies de peces depredadoras que se sabe podrían visitar

el área durante la noche en busca de alimento, provenientes de zonas de mayor profundidad alrededor del arrecife Alacranes. González-Gándara y Arias-González (2001) confeccionaron en Alacranes una lista de 279 especies, 141 géneros y 65 familias. Una de las ventajas de la predicción de la riqueza específica en los ecosistemas es que permite explorar la pertinencia de la observación de las especies en relación con la ocurrencia teórica esperada y de esta manera brinda criterios para manejar o intensificar, en la perspectiva del análisis, el esfuerzo de muestreo (Zetina-Ríos *et al.* 2012).

Literatura citada

- Aldana-Arana D, E Baqueiro-Cárdenas. 2010. Moluscos gasterópodos con potencial pesquero. *En: R Durán García, ME Méndez González (eds.). Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán.* CICY/PPD-FMAM/CONABIO/SEDUMA, México. pp: 458-459.
- Bello-Pineda J, V Ríos, MA Liceaga, C Zetina, K Cervera, P Arceo, H Hernández. 2005. Incorporating spatial analysis of habitat into spiny lobster (*Panulirus argus*) stock assessment at Alacranes Reef, Yucatán, México. *Fisheries Research* 73(1): 37-47. DOI: 10.1016/j.fishres.2005.01.013
- Chávez E. 1990. An assessment of the queen conch *Strombus gigas*, stock of Chinchorro Bank, México. *Proceedings of the Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 43: 23.
- Clench HK. 1979. How to make regional lists of butterflies: some thoughts. *Journal of the Lepidopterist' Society* 33: 216-231.
- Cornell H V, J H Lawton. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *Journal of Animal Ecology* 61: 1-12.
- De la Torre R. 1984. *Pesquería de caracoles en el estado de Quintana Roo.* Instituto Nacional de Pesca. *Serie de Divulgación* 14: 21.
- DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación.* México. 24 de agosto de 2012.
- González-Gándara C, JE Arias-González. 2001. Lista actualizada de los peces del Arrecife Alacranes, Yucatán, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72(2): 245-258.

- Guzmán HM, CA Guevara, LC Hernández. 2003. Reproductive cycle of two commercial species of the sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea) from Caribbean Panama. *Marine Biology* 142(2): 271-279. DOI: 10.1007/s00227-002-0939-x
- Hernández-Flores A, A Condal, A Poot-Salazar, JC Espinoza-Méndez. 2015. Geostatistical analysis and spatial modeling of population density for the sea cucumbers *Isostichopus badionotus* and *Holothuria floridana* on the Yucatan Peninsula, Mexico. *Fisheries Research* 172: 114-124. DOI: 10.1016/j.fishres.2015.07.005
- Krebs CJ. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers. Nueva York. 654p.
- Ley-Cooper K. 2006. Evaluación de estrategias para la explotación óptima de la población de langosta *Panulirus argus* en la Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro, Quintana Roo. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 124p.
- Pérez-Pérez M, D Aldana-Aranda. 2000. Distribución, abundancia, densidad y morfometría de *Strombus gigas* (Mesogasteropoda: Strombidae) en el Arrecife Alacranes, Yucatán México. *Revista Biología Tropical* 48 Suplemento 1: 51-57.
- Quijano FA. 1988. El recurso caracolero en el Caribe mexicano. En: *Los recursos pesqueros del país. Memorias XXV Aniversario del Instituto Nacional de la Pesca*, pp: 497-512.
- Ríos-Lara GV. 2009. Identificación del hábitat y de los factores que determinan la distribución espacial de langosta en la plataforma de Yucatán: Modelación y evaluación de la población. Tesis de Doctorado. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. México. 155p.
- Ríos-Lara GV, S Salas, J Bello-Pineda, I Peniche-Ayora. 2007. Distribution patterns of spiny lobster (*Panulirus argus*) at Alacran Reef, Yucatán: Spatial analysis and inference of preferential habitat. *Fisheries Research* 87(1): 35-45. DOI: 10.1016/j.fishres.2007.06.021
- Ríos-Lara GV, C Zetina-Moguel, A Ramírez-Estévez, C Aguilar-Cardozo. 2012. Evaluación de los stock de langosta (*Panulirus argus*) en diferentes zonas de pesca de la costa de Yucatán y Quintana Roo, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64: 442-448.
- Ríos-Lara GV, J Bello-Pineda, CE Zetina-Moguel, K Cervera-Cervera, P Arceo-Briseño. 2003. Estimación de densidad, abundancia y biomasa de la langosta espinosa *P. argus* en el Arrecife Alacranes en los años 1997-1999 con aplicación de sistemas de información geográfica. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 54: 272-284.
- Ríos-Lara GV, K Cervera-Cervera, JC Espinoza-Méndez, M Pérez-Pérez, C Zetina-Moguel, F Chable-Ek. 1998. Estimación de las densidades de langosta espinosa (*Panulirus argus*) y caracol rosado (*Strombus gigas*) en el área central del arrecife Alacranes, Yucatán México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 50: 104-127
- Seber GAF. 1982. *The estimation of animal abundance*. Edward Arnold. United Kingdom. 654p.
- Soberón J, J Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480-488.
- Tagliafico A, MS Rangel, N Rago. 2011. Distribución y densidad de dos especies de holoturoideos en la isla de Cubagua, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* 59(2): 843-852.
- Thompson SK 1992. *Sampling*. John Wiley & Sons. Inc. Nueva York. 503p.
- Toral-Granda V. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Latin America and the Caribbean. In: V Toral-Granda, A Lovatelli, M Vasconcellos (eds.). *Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 516: 213-229.
- Zetina-Moguel CE, GV Ríos-Lara, IC Hernández-Herrera, M Guevara-Ortiz, E Ortiz-Avilés, JEM Pool-Gómez. 2002. *Catálogo de especies de pepino de mar comercializables del Estado de Yucatán*. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. 103p.
- Zetina-Moguel CE, GV Ríos-Lara, M Koyoc-Cruz, I Hernández-Herrera, K Cervera-Cervera, D De Anda-Fuentes, P Arceo-Briseño, E Ortiz, M Guevara. 2003. Estimación de la biomasa de pepino de mar (*Astichopus multifidus*, *Isostichopus badionotus* y *Holothuria floridana*) en dos áreas de la costa de Yucatán entre octubre de 2000 y marzo de 2001. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 54: 298-306
- Zetina-Ríos KE, GV Ríos-Lara, R Moreno-Mendoza, JC Espinoza-Méndez, C Zetina-Moguel. 2012. Riqueza específica de peces en caladeros de pesca de langosta espinosa *Panulirus argus* en la costa central de Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64: 468-471.

Recibido: 15 de diciembre de 2017

Aceptado: 30 de enero de 2019

Los tiburones y rayas comercializados en el mercado de La Nueva Viga, Ciudad de México: lista sistemática y estado de conservación

Samanta Ballesteros-Hernández^{**}, Luis Fernando Del Moral-Flores^{*✉}, Rebeca Sánchez-Cárdenas^{***}

El mercado de La Nueva Viga, Ciudad de México, es el centro de distribución más grande e importante de pescados y mariscos en México y de Latinoamérica. Debido al incremento del consumo de pescado a escala nacional y al impacto que han tenido en la última década las poblaciones de elasmobranchios, en la presente contribución se evaluó la composición específica de tiburones y rayas que se comercializan en este mercado, para conocer su estado de conservación con base en los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Para ello se llevaron a cabo dos visitas mensuales, de agosto de 2015 a mayo de 2016; los organismos observados se determinaron taxonómicamente *in situ*, además de que se generó un registro fotográfico. Se hizo una lista sistemática de 55 especies (29 géneros, 23 familias y 11 órdenes), 39 de tiburones y 16 de rayas. Las familias con mayor riqueza específica fueron Carcharhinidae (18 especies), Dasyatidae (5) y Triakidae (5). Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Rhizoprionodon terraenovae* (13.6% del total de organismos registrados), seguida por *Carcharhinus falciformis* (11.3%), *Hypanus americanus* (7.7%) y *Sphyrna lewini* (7.0%). De acuerdo con la IUCN, de estas 55 especies, sólo se considera que *Sphyrna lewini* está en estado crítico, 10.9% es vulnerable, 23.6% casi amenazado y 18.2% es de preocupación menor. El mayor aporte pesquero proviene de los litorales del Atlántico mexicano (62.3%). Los principales estados de donde proceden los organismos comercializados fueron: Tabasco (24.4%), Tamaulipas (15.3%), Chiapas (13.0%) y Veracruz (10.4%).

Palabras clave: Condriictios, pescadería, elasmobranchios, La Nueva Viga.

Sharks and rays commercialized in La Nueva Viga market, Mexico City: systematic list and conservation state

The market of La Nueva Viga, Mexico City, is the biggest and most important distribution center of seafood in Mexico and Latin America. Due to the increase of fish consumption worldwide and the impact that elasmobranchs populations have had over the last decade, the present contribution evaluates the specific composition of sharks and rays that are commercialized in this market, also observed species category according to the criteria of The International Union for Conservation of Nature's Red List of Threatened Species (IUCN) were reviewed. In order to accomplish these objectives, two monthly visits were carried out, from August 2015 to May 2016, the organisms were determined taxonomically *in situ* and a photographic record was made. We enlisted systematically 55 species (29 genera, 23 families and 11 orders), 39 corresponding to sharks and 16 to rays. The families with higher specific richness were Carcharhinidae (18 species), Dasyatidae (5) and Triakidae (5). The species with the most relative abundance were *Rhizoprionodon terraenovae* (13.6% from the total registered organisms), followed by *Carcharhinus falciformis* (11.3%), *Hypanus americanus* (7.7%) and *Sphyrna lewini* (7.0%). According to the IUCN records, of these 55 species, only *Sphyrna lewini* is considered as endangered, the 10.9% are vulnerable, 23.6% near threatened and 18.2% are of least concern. The highest fishing contribution comes from the Mexican Atlantic coastlines (62.3%). The principal states where the product comes from were: Tabasco (24.4%), Tamaulipas (15.3%), Chiapas (13.0%) and Veracruz (10.4%).

Key words: Chondrichthyans, fish market, elasmobranchs, La Nueva Viga.

* Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM, Av. de los Barrios No. 1, Los Reyes Iztacala, CP 54090, Tlalnepantla, Estado de México, México. ✉ Responsable de la correspondencia: delmoralfer@gmail.com

** Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, ICMYL-UNAM, Circuito Exterior s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, CP 04510, Ciudad de México, México.

*** Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa, Paseo Claussen s/n, Col. Los Pinos, Centro, CP 82000, Mazatlán, Sinaloa, México

Introducción

En México se han registrado 214 especies de tiburones, rayas y quimeras. Esta diversidad representa 17.3% de las especies conocidas en el ámbito mundial (Del Moral-Flores *et al.* 2015). En el país, aproximadamente 39 especies de tiburones y 37 de rayas tienen importancia comercial,

y son aprovechadas en la industria pesquera; 90% de la producción pesquera de condrictios se destina al consumo nacional. De manera conjunta, las pesquerías de mediana altura y altura contribuyen con cerca de 60% de la producción nacional, seguidas de la pesquería ribereña artesanal (40%) (DOF 2015). Atendiendo a diversas problemáticas nacionales y a las políticas de ordenación pesquera mundial concernientes al aprovechamiento de los tiburones y rayas, así como a la importancia económica, alimentaria, social y biológica de estas especies, el gobierno mexicano aprobó la Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, cuyo propósito es inducir el aprovechamiento sostenible y contribuir en la conservación y la protección de los condrictios en aguas jurisdiccionales (DOF 2007).

Durante los primeros años de las pesquerías en México, los condrictios eran un producto de escaso consumo, con un aprovechamiento parcial de los individuos capturados (Applegate *et al.* 1979). Con el tiempo, debido a la creciente demanda, el bajo costo y la amplia variedad de especies y abundantes poblaciones de tiburones en ambos litorales del país, su consumo y su explotación comenzaron a incrementarse en los principales centros urbanos. Un ejemplo del aumento en el consumo de productos del mar está en la Ciudad de México, donde el consumo de pescados y mariscos ha ido creciendo hasta llegar a los 11.4 kg por habitante (SAGARPA 2015¹).

Los tiburones y rayas capturados son distribuidos y repartidos en distintos centros a lo largo del país. Uno de los principales centros de acopio y distribución de los recursos pesqueros a escala nacional es el mercado de La Nueva Viga, que se ubica en el oriente de la Ciudad de México, aledaño a la Central de Abastos. Cuenta con una superficie de 90 215 m² y está conformado por cuatro naves industriales, 202 bodegas de mayoreo y una sección de tianguis con 165 locales que

venden principalmente al menudeo (Cámara de Diputados 2013²).

La Nueva Viga destaca como la comercializadora de pescados y mariscos más grande de América Latina y la segunda a escala mundial, únicamente superada por el mercado Tsukiji, ubicado en Tokio, Japón. A ella arriba una amplia variedad de organismos marinos provenientes de las capturas realizadas a lo largo de los litorales mexicanos. Los recursos comercializados en este mercado representan 65% de la producción pesquera nacional y sus ventas ascienden a cerca de 1.5 millones de toneladas al año (Cámara de Diputados 2013²).

Los estudios que se han realizado sobre las pesquerías de elasmobranchios en México consideran la composición específica de la captura de condrictios (p.ej. Castillo-Géniz *et al.* 2008, Furlong-Estrada *et al.* 2014, Torres-Herrera y Tovar-Avila 2014), así como el esfuerzo pesquero dirigido en distintos puntos de las costas del país (p.ej. Márquez-Farías y Blanco-Parra 2006, Smith *et al.* 2009, Rodríguez-Madrigal *et al.* 2017) y pocos han considerado el estudio de los centros de distribución y comercialización (Cruz-Pacheco 1993). Existe, por ende, la necesidad en este trabajo de evaluar la composición específica de los tiburones y rayas comercializados en el mercado de La Nueva Viga, así como de determinar los canales de comercialización para poder en un futuro estar en posibilidades de dar seguimiento, controlar y vigilar los productos pesqueros.

Materiales y métodos

Durante el periodo comprendido del mes de agosto de 2015 a mayo de 2016 se realizaron dos visitas mensuales al mercado de La Nueva Viga, alrededor de las 08:00 y 10:00 am. Se incluyó la información del mes de mayo, debido a que el monitoreo se realizó durante los primeros días del mes y se registró producto rezagado del mes anterior. No se monitorearon los meses de junio y julio por corresponder a la temporada de veda

1. SAGARPA. 2015. Aumenta México en 2.5 kilos consumo *per cápita* en pescados y mariscos. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapesca/prensa/aumenta-mexico-en-2-5-kilos-consumo-per-capita-en-pescados-y-mariscos-20734>

2. Cámara de Diputados. 2013. El puerto más grande de México. La Nueva Viga. Cámara de Diputados. LXII Legislatura. México. *Cámara* 4 (37): 58-62. Recuperado de <http://comunicacionsocial.diputados.gob.mx/camara/2014/37/revista/>

de la pesca de tiburones y rayas. Se verificó el producto de pesca realizando recorridos por las cuatro naves industriales y se identificaron los locales donde se comercializan tiburones y rayas. Se solicitó el permiso correspondiente para la manipulación e identificación de los ejemplares. La determinación taxonómica fue *in situ* con base en diversas claves especializadas, en guías y catálogos de campo (Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez 1996, Rojas-Malagon 2000, Espinosa-Pérez *et al.* 2004, Kells y Carpenter 2011, Castellanos-Betancourt *et al.* 2013, Castro 2013). Adicionalmente, se obtuvo un registro fotográfico de las especies y sus características anatómicas (p.ej. forma e inserción de las aletas, tipo de hocico, presencia de quillas laterales, fosa precaudal, surcos labiales, pliegue interdorsal, entre otros); para sustento de su identidad algunos especímenes fueron adquiridos y depositados en la Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México (CIFI).

Los nombres científicos válidos fueron revisados y definidos con base en los catálogos de peces de Van der Laan *et al.* (2018) y Fricke *et al.* (2018). Además, se siguieron las actualizaciones y los cambios de nomenclatura debido a las actuales revisiones sistemáticas de diversos grupos de condrictios (Carvalho *et al.* 2016, Last *et al.* 2016a, b, White y Naylor 2016). El posicionamiento y la estructuración del registro taxonómico se basó en el arreglo supragénico especificado en Nelson *et al.* (2016). Se consideró la riqueza específica total para determinar la diversidad de especies encontradas mensualmente, con el índice de Shannon-Weener en el programa EstimateS (v. 9.1.0); con esta información se calculó el coeficiente de variación (CV) y se armó una curva de acumulación. Cuando el CV presentó valores asintóticos (≤ 0.05) se consideró que la diversidad estaba bien representada en el muestreo.

Con base en la presencia de las especies a lo largo de los meses de muestreo, se determinó su frecuencia de aparición relativa (Ramírez-González 2006). La abundancia relativa consideró a los individuos observados de cada especie en relación con el total de conjunto muestral (Valverde-Valdés *et al.* 2005). Finalmente, se realizó la prueba de Olmstead-Tukey al graficar la frecuencia y la abundancia relativa, con lo que se

determinaron las especies dominantes, frecuentes, abundantes y raras (Steel y Torrie 1985).

El estado de conservación de las especies comercializadas se determinó con base en los criterios de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2018, por sus siglas en inglés). Las categorías del estado de conservación consideradas fueron: especies extintas (EX), extintas en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazada (NT), preocupación menor (LC), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE).

La información acerca de la aportación de pesca de elasmobranquios por litoral o entidad federativa fue brindada directamente por los comerciantes, locatarios y distribuidores de los puestos donde procedían los ejemplares registrados.

Resultados

Durante los meses de muestro se examinaron 557 organismos, que representan a 55 especies de condrictios (Superclase Chondrichthyes), agrupadas en 29 géneros, 23 familias y 11 órdenes. Los tiburones (Selachii) y rayas (Batomorphi) estuvieron representados por 39 y 16 especies, respectivamente (Tabla 1).

Los órdenes con el mayor número de especies fueron los Carcharhiniformes (27 especies) y Myliobatiformes (11); mientras que las familias destacadas son Carcharhinidae (18), Dasyatidae (5) y Triakidae (5); y los géneros de mayor importancia *Carcharhinus* (12), *Hypanus* (5) y *Mustelus* (4).

Durante el periodo de muestreo se determinó que el mes con mayor riqueza específica fue septiembre, con un total de 30 especies (54.5%), seguido de abril con 23 especies (41.8%). El patrón general mostró una alta riqueza específica durante los primeros meses observados (agosto y septiembre de 2015), seguida de un decremento hasta el mes de enero y, a partir del mes de febrero, comenzó un nuevo incremento (Fig. 1). De la riqueza específica total, 69.1% está representado en los dos primeros meses, y en el octavo mes (marzo de 2016) de muestreo se acumula 98.2%. Este patrón se observa tanto para el grupo de los tiburones como para el de las rayas, aunque estas últimas alcanzan 93.7% un mes antes (febrero de 2016) (Fig. 2).

Tabla 1

Lista sistemática de las especies de tiburones y rayas comercializados en el mercado de La Nueva Viga, durante el periodo agosto de 2015-mayo 2016. *Especies registradas en colecciones de referencia. Estado de conservación bajo los criterios de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación (IUCN): en peligro (EN), Vulnerable (VU), casi amenazada (NT), preocupación menor (LC), datos insuficientes (DD)

| Taxón | 2015 | | | | | 2016 | | | | | IUCN |
|--|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|-------|------|------|
| | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre | enero | febrero | marzo | abril | mayo | |
| SUPERCLASE CHONDRICHTHYES | | | | | | | | | | | |
| Clase Elasmobranchii | | | | | | | | | | | |
| Orden Hexanchiformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Hexanchidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Hexanchus vitulus</i> Springer y Waller 1969* | | | X | | | | | | | | DD |
| Orden Squaliformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Squalidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Squalus cubensis</i> Howell Rivero 1936 | X | | | | | | | | | | DD |
| <i>Squalus</i> aff. <i>mitsukurii</i> Jordan y Snyder 1903* | X | | | | | | | | | | DD |
| Familia Centrophoridae | | | | | | | | | | | |
| <i>Centrophorus uyato</i> (Rafinesque 1810)* | X | | | | | | | | | | DD |
| Orden Squatiniformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Squatinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Squatina californica</i> Ayres 1859* | | | | | | X | | | X | | NT |
| <i>Squatina</i> aff. <i>dumeril</i> Lesueur 1818* | | | | | | X | X | | | | DD |
| Superorden Galeomorphi | | | | | | | | | | | |
| Orden Heterodontiformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Heterodontidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Heterodontus francisci</i> (Girard 1855)* | | X | | | | | | | X | X | DD |
| Orden Orectolobiformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Ginglymostomatidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre 1788)* | | X | | | | | | | | | DD |
| <i>Ginglymostoma unami</i> Del Moral-Flores, Ramíz-Antonio, Angulo y Pérez Ponce de León 2015 | | X | | | | | | | | | |
| Orden Lamniformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Alopiidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Alopias pelagicus</i> Nakamura 1935 | | | | | | | | X | X | X | VU |
| Familia Lamnidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque 1810* | X | X | | X | | | | | X | X | VU |
| Familia Odontaspidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Odontaspis</i> aff. <i>ferox</i> (Risso 1810) | | X | | | | | | | | | VU |
| Orden Carcharhiniformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Scyliorhinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Cephaloscyllium ventriosum</i> (Garman 1880)* | | X | | | | | | | X | | LC |
| Familia Triakidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Mustelus albiginnis</i> Castro-Aguirre, Antuna-Mendiola, González-Acosta y De La Cruz-Agüero 2005 | | X | | | | | | | | | DD |
| <i>Mustelus canis</i> (Mitchill 1815) | X | | | X | X | X | | | | X | NT |
| <i>Mustelus henlei</i> (Gill 1863) | | X | | | | | | | X | X | LC |
| <i>Mustelus lunulatus</i> Jordan y Gilbert 1882 | | | X | | | X | | | X | X | LC |
| <i>Triakis semifasciata</i> Girard 1855 | | X | | | | | | | | X | LC |
| Familia Carcharhinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Carcharhinus acronotus</i> (Poey 1860) | | | | | X | | | | | | NT |

| Taxón | 2015 | | | | | 2016 | | | | | IUCN |
|--|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|-------|------|------|
| | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre | enero | febrero | marzo | abril | mayo | |
| <i>Carcharhinus altimus</i> (Springer 1950) | | | | | | | X | | | | DD |
| <i>Carcharhinus brevipinna</i> (Valenciennes 1839) | | | X | | | | | X | | | NT |
| <i>Carcharhinus cerdale</i> Gilbert 1898 | | | | | X | | | | | | |
| <i>Carcharhinus falciiformis</i> (Muller y Henle 1839) | X | X | X | X | X | | X | | X | X | VU |
| <i>Carcharhinus galapagensis</i> (Snodgrass y Heller 1905) | | X | | | | | | | | | NT |
| <i>Carcharhinus isodon</i> (Valenciennes 1839) | X | | | | | | | | | | LC |
| <i>Carcharhinus leucas</i> (Valenciennes 1839) | X | X | | | | X | X | | X | | NT |
| <i>Carcharhinus limbatus</i> (Valenciennes 1839) | | X | X | X | X | X | X | | X | | NT |
| <i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur 1818) | | | | | | | | | | X | VU |
| <i>Carcharhinus plumbeus</i> (Nardo 1827) | | | | | | | X | | | | VU |
| <i>Carcharhinus porosus</i> (Ranzani 1839) | | X | X | | X | | | | | | DD |
| <i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron y Lesueur 1822) | X | X | X | | | | X | | X | X | NT |
| <i>Negaprion brevirostris</i> (Poey 1868) | | | X | | | | | X | X | | NT |
| <i>Negaprion fronto</i> (Jordan y Gilbert 1882) | | X | | | | | X | | | | |
| <i>Prionace glauca</i> (Linnaeus 1758) | | X | | | | | | | X | X | NT |
| <i>Rhizoprionodon longurio</i> (Jordan y Gilbert 1882) | | X | | | | | | | | | DD |
| <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> (Richardson 1837) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | LC |
| Familia Sphyrnidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Sphyrna lewini</i> (Griffith y Smith 1834) | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | EN |
| <i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus 1758)* | X | X | X | X | | | | X | X | | LC |
| <i>Sphyrna vespertina</i> Springer 1940* | | | | X | | | | | | | |
| Subdivisión Batoidea | | | | | | | | | | | |
| Superorden Batoidei | | | | | | | | | | | |
| Orden Torpediniformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Torpedinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Tetronarce californica</i> (Ayres 1855) | | X | | | | | | | | | LC |
| Familia Narcinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Narcine entemedor</i> Jordan y Starks 1895 | X | | | | | | | | | | DD |
| Orden Rhinopristiformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Rhinobatidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Pseudobatos productus</i> (Ayres 1854) | | X | | | | | | | X | | NT |
| Familia Trygonorrhinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Zapteryx exasperata</i> (Jordan y Gilbert 1880)* | X | X | | | | | | | | | DD |
| Orden Rajiformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Rajidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Rostroraja velezi</i> (Chirichigno 1973) | X | | | | | | | | | | DD |
| Orden Myliobatiformes | | | | | | | | | | | |
| Familia Dasyatidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand y Schroeder 1928) | | X | X | X | X | | X | | X | X | DD |
| <i>Hypanus dipterurus</i> (Jordan y Gilbert 1880) | X | X | | X | | | | | X | | DD |
| <i>Hypanus</i> aff. <i>guttatus</i> (Bloch y Schneider 1801) | | | | | | | X | X | X | X | DD |
| <i>Hypanus longus</i> (Garman 1880) | | X | | X | | | | | X | | DD |
| <i>Hypanus sabinus</i> (Lesueur 1824) | | X | X | X | | | X | X | X | X | LC |
| Familia Potamotrygonidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Styracura schmardae</i> (Werner 1904) | | | | | | | | X | | | DD |
| Familia Gymnuridae | | | | | | | | | | | |
| <i>Gymnura lessae</i> Yocota y Carvalho 2017 | X | X | | X | X | | X | | X | X | |

| Taxón | 2015 | | | | | 2016 | | | | | IUCN | |
|--|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|-------|------|------|----|
| | agosto | septiembre | octubre | noviembre | diciembre | enero | febrero | marzo | abril | mayo | | |
| Familia Aetobatidae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen 1790) | | | | | X | | | | | | | NT |
| <i>Aetobatus laticeps</i> (Gill 1865) | X | | | | | | | | | | | |
| Familia Myliobatidae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Myliobatis californica</i> Gill 1865 | | X | | | | | | | | | | LC |
| Familia Rhinopteridae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill 1815) | | | | | X | | | | | X | | NT |

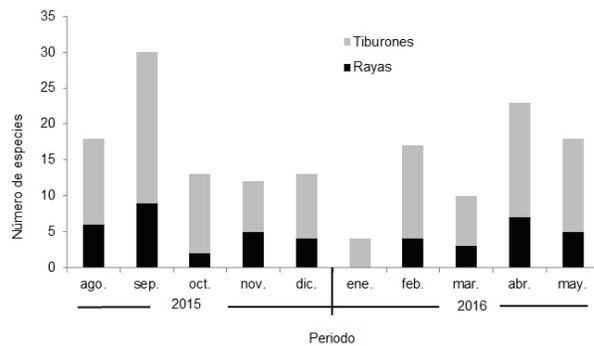


Fig. 1. Riqueza específica de los grupos de condrictios comercializados en el mercado de La Nueva Viga, durante el periodo de agosto de 2015 a mayo de 2016.

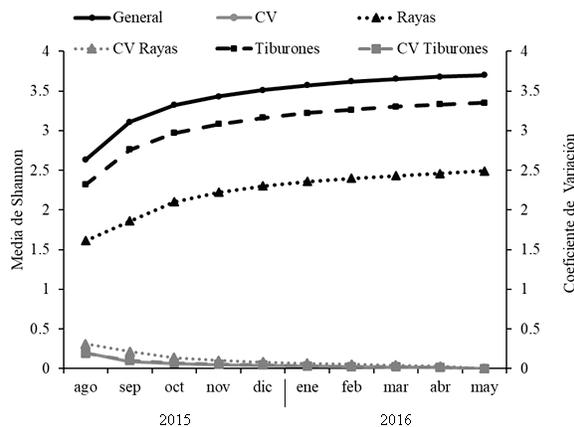


Fig. 2. Curva acumulativa de la riqueza específica de los grupos de condrictios comercializados en el mercado de La Nueva Viga, durante el periodo de agosto de 2015 a mayo del 2016. El coeficiente de variación (CV) para el total de especies encontradas fue ≤ 0.05 a partir del mes de noviembre.

Las especies *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna lewini* tuvieron la mayor frecuencia de aparición, al estar presentes durante todos los meses de muestreo. Les siguen *Carcharhinus*

falciformis con 80% y *Carcharhinus limbatus*, *Hypanus sabinus*, *H. americanus* y *Gymnura lessae* con 70%, respectivamente. Por su parte, las especies con la mayor abundancia relativa fueron *R. terraenovae* con 13.6% del total de los organismos (557), *C. falciformis* (11.3%), *H. americanus* (7.7%) y *S. lewini* (7.0%).

Con relación a su frecuencia de aparición y abundancia relativa, de acuerdo con el análisis de Olmstead-Tukey, cinco especies fueron consideradas abundantes (*R. terraenovae*, *C. falciformis*, *H. americanus*, *H. sabinus* y *S. lewini*; 26 especies son consideradas abundantes (47.3%), mientras que el resto (43.6%) es de especies raras (Fig. 3).

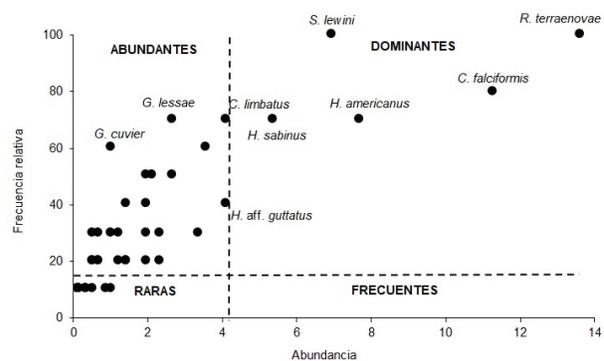


Fig. 3. Diagrama del análisis de Olmstead y Tukey de la condrictiofauna encontrada en el mercado de La Nueva Viga.

El estado de conservación de la condrictiofauna comercializada en La Nueva Viga, con base en las categorías de riesgo de la IUCN (2018), estuvo representado por una especie en peligro de extinción, *Sphyrna lewini* (1.8%), 10.9% es vulnerable, 23.6% está casi amenazado y 18.2% es de preocupación menor. El resto tiene un mayor porcentaje

de especies con datos deficientes (34.5%) y seis especies no han sido incluidas en alguna categoría. Los tiburones tienen el mayor número de especies en cada categoría; por su parte, las rayas incluyen sólo hasta la categoría de casi amenaza (Fig. 4). Hasta el momento no se encontró ninguna especie en peligro crítico de extinción.

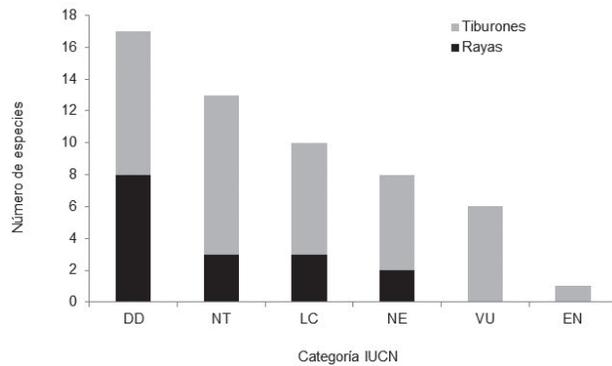


Fig. 4. Número de especies de tiburones y rayas comercializadas en el mercado de La Nueva Vega por categorías de estado de conservación de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Acotaciones, por sus siglas en inglés: DD, Datos Deficientes; NT, Casi Amenazada; LC, Preocupación Menor; NE, No Evaluado; VU, Vulnerable; EN, En Peligro de Extinción.

El análisis de las localidades de procedencia de los organismos comercializados en La Nueva Vega evidenció que el mayor aporte pesquero proviene de los litorales del Atlántico mexicano (62.3%) y el resto del Pacífico mexicano (32.8%). El aporte pesquero registrado corresponde a diez estados, en orden de importancia son: Tabasco (24.4%), Tamaulipas (15.3%), Chiapas (13.0%), Veracruz (10.4%), Baja California (9.7%), Campeche (6.1%), Sinaloa (2.9%), Yucatán (2.4%), Sonora (1.8%) y Oaxaca (0.9%). Debido a la limitada oportunidad de consulta con los comerciantes, no se registró el litoral o el estado de procedencia de 4.9% del total de individuos muestreados, correspondiente a 3.10% tiburones y 9.6% rayas.

Discusión

Las 55 especies de condrictios identificadas equivalen a 25.7% de las 214 especies conocidas en México (Del Moral-Flores *et al.* 2015). Esto implica que al menos un cuarto de las especies

conocidas llega al centro del país para su comercialización resultado de las capturas realizadas en las costas. Esta información permite determinar que la riqueza específica del mercado de La Nueva Vega es alta.

Las doce familias de tiburones y once de rayas encontradas coinciden con las mencionadas en el Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones y Rayas en México (CONAPESCA-INP 2004); sin embargo, discrepan de lo estipulado en la Carta Nacional Pesquera (DOF 2018). En esta última se considera como las familias más abundantes en las capturas nacionales a dos familias de tiburones (Carcharhinidae y Sphyrnidae) y siete familias de rayas (Aetobatidae, Dasyatidae, Gymnuridae, Potamotrygonidae, Rajidae, Rhinobatidae y Rhinopterae). Es necesario actualizar la lista de especies consideradas, incluidas las especies descritas y los cambios nomenclaturales recientes.

El primer trabajo en evaluar una parte de la pesca de arribo en el mercado de La Nueva Vega determinó que hay 20 especies de tiburones provenientes del Golfo de México (Cruz-Pacheco 1993). En las estimaciones recientes, este número se ha duplicado (39), lo que es un indicador del aporte en especies que hacen las pesquerías de ambos litorales, tanto del Golfo de México (Aguilar-Ibarra *et al.* 2000), como del Pacífico mexicano, en especial la del Golfo de Tehuantepec (Soriano-Velásquez *et al.* 2006). El mercado de La Nueva Vega, Ciudad de México, junto con el Mercado del Mar, en Zapopan, Jalisco, son los principales centros de acopio y distribución de tiburón en el ámbito nacional (Luna-Raya *et al.* 2016). Sin embargo, es necesario evaluar y comparar la disposición actual del recurso, ya que su escasez ha obligado a los pescadores a salir a zonas más alejadas de la costa, lo que ha ocasionado la captura de otras especies que antes no se comercializaban (Castillo-Géniz *et al.* 2008).

Por otra parte, se han señalado 34 especies de tiburones con importancia comercial del lado del Golfo de México y el mar Caribe, entre las que destacan algunas como *Rhizoprionodon terraenovae*, *Sphyrna tiburo*, *Carcharhinus limbatus*, *C. acronotus*, *S. lewini*, *C. leucas*, *C. falciformis*, *C. porosus* y *C. brevipinna* (Rodríguez de la Cruz *et al.*

1996¹, Castillo-Géniz *et al.* 1998). De estas especies, 22 fueron encontradas en el mercado, siendo *R. terraenovae*, *S. lewini*, *C. limbatus* y *C. falciformis* las más frecuentes (Martínez-Cruz y Oviedo-Pérez 2014²). En cambio, hay algunas registradas como parte de la captura, que no llegan al mercado (Martínez-Cruz y Oviedo-Pérez 2014²), y son consideradas raras o poco comunes en los mares de México (Del Moral-Flores *et al.* 2015), lo que puede ser la causa de que no lleguen al mercado o lleguen con poca frecuencia. El tamaño de algunas especies y la consistencia grasosa y suave de la masa muscular, principalmente de las especies de aguas profundas, son factores que pueden influir en su aprovechamiento.

El periodo de muestreo permitió observar patrones de captura, sobre todo en los meses de agosto a septiembre, que corresponden a los picos de la época de hembras grávidas, señaladas por el registro, lo que coincide con los picos de organismos observados durante estos meses (Salomón-Aguilar *et al.* 2009). Aunado a esto, la temporada de veda de tiburón y raya (mayo a julio) propicia una baja en la captura de estos grupos; por tanto, al terminar ésta, el esfuerzo pesquero aumenta de forma significativa. Esto coincide con los picos de mayor diversidad específica y abundancia de condriictios comercializados (Martínez-Cruz y Oviedo-Pérez 2014²). Sin embargo, se debe considerar que se presentaron sesgos en cuanto a especies que pudieron no ser registradas, como en el mes de enero donde la incidencia de rayas fue nula y se observó una baja en las especies de tiburones, lo que pudo deberse a que no se coincidía en las semanas de arribo de producto.

Con ayuda de la prueba de Olmstead-Tukey fue posible determinar que la especie dominante en el mercado fue *Rhizoprionodon terraenovae*, tal vez debido a la distribución y los atributos

biológicos. Ésta se encuentra en el Atlántico occidental, desde New Brunswick, Canadá, hasta los límites del Golfo de México e, incluso en el suroeste de Atlántico en las costas de Brasil (Compagno 1984). Sus hábitos reproductivos tienen ciertas ventajas: fecundidad en el ovario de uno a diez ovocitos, camadas de una a ocho crías; presentan periodos de gestación relativamente cortos, de diez a 11 meses, longitud de primera madurez de 79.35 y 81.05 cm *Lt* para machos y hembras, respectivamente, y una longitud promedio de nacimiento de 34.25 cm *Lt* (Martínez-Cruz *et al.* 2016, Delius y Morgan 2017³). Además, es una especie cuyas longitudes máximas no sobrepasan 118 cm *Lt*, que habita en aguas costeras y tropicales, principalmente sobre la plataforma continental (Compagno 1984) y es la que más se captura en la pesquería artesanal del Golfo de México (Castillo-Géniz *et al.* 1998, Aguilar-Ibarra *et al.* 2000).

Carcharhinus falciformis y *Sphyrna lewini* son, de igual manera, especies comunes con una amplia abundancia y gran importancia comercial en el mercado de La Nueva Viga; *C. falciformis* es una especie común en los mares mexicanos, sobre todo en el Pacífico, y ampliamente explotada (Santana-Hernández y Valdez-Flores 2011⁴). Mientras que *S. lewini* son individuos que tienden a desplazarse en cardumen, cuando son neonatos y juveniles, lo que propicia una amplia captura de dichos ejemplares (Baum *et al.* 2007).

En el caso de las rayas encontradas, destaca la presencia del género *Hypanus* (antes se incluían en el género *Dasyatis*), que es de los más diversos en el país, con seis especies registradas. La especie mejor representada fue *Hypanus americanus*, una raya común en el Golfo de México y el mar Caribe (Del Moral-Flores *et al.* 2015). Sus hábitos son bentónico-costeros y habitan en aguas tropicales y templadas; además, son de los géneros que llegan a presentar gran-

1. Rodríguez de la Cruz MC, JL Castillo-Géniz, JF Márquez-Farías. 1996. Evaluación de la pesquería de tiburón del Golfo de México. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca, CONACyT. Clave de Proyecto 116002-5-1314N9206. México. 200 p.
2. Martínez-Cruz LE, JL Oviedo-Pérez. 2014. Propuesta de actualización de la temporada de veda para la captura de tiburones en el Golfo de México y mar Caribe. Opinión técnica. INAPESCA. México, 25p. Recuperado de: https://inapesca.gob.mx/portal/documentos/dictámenes/TEMPORADA_DE_VEDA_TIBURON-2014.pdf

3. Delius B, A Morgan. 2017. Atlantic sharpnose shark *Rhizoprionodon terraenovae*. Florida Museum of Natural History. The University of Florida. USA. Recuperado de: <https://www.floridamuseum.ufl.edu/discover-fish/species-profiles/rhizoprionodon-terraenovae/>
4. Santana-Hernández H, JJ Valdez-Flores. 2011. La pesquería de tiburón en el Pacífico Central Mexicano. La Jornada Ecológica. 28 de noviembre de 2011. Recuperado de: <http://www.jornada.unam.mx/2011/11/28/eco-g.html>

des tamaños, de hasta 80 cm de ancho de disco en machos, mientras que las hembras alcanzan valores de hasta 150 cm (Robins y Ray 1986). Estas características las hacen atractivas para los pescadores, lo que justifica su abundancia y su frecuencia durante los muestreos realizados.

En cuanto al catálogo de especies aquí obtenido, se observan pocas en alguna categoría de la IUCN; la principal y de mayor preocupación es *Sphyrna lewini*, ya que está catalogada como una especie en peligro de extinción a escala mundial. En México se regula su comercio mediante la NOM-029, que la protege con periodos de veda en los meses que corresponden a la temporada de mayor alumbramiento (DOF 2012). También se encontraron en las capturas mexicanas especies, como *Alopias pelagicus*, *Carcharhinus obscurus*, *C. plumbeus* e *Isurus oxyrinchus*, catalogadas como vulnerables (Cailliet et al. 2009, Musick et al. 2009a, b; Reardon et al. 2009). En esta misma lista aparece *Rhizoprionodon terraenovae* como preocupación menor debido a su abundancia y a sus características de historia de vida que la hacen menos susceptible a la remoción, en comparación con otras especies de tiburones (Cortés 2009).

En los muestreos realizados no se hallaron rayas incluidas en alguna categoría de conservación prioritaria para la IUCN. Por el contrario, la mayoría se ubica en preocupación menor o datos insuficientes. Esto ofrece un indicio sobre las lagunas de información relacionadas con las poblaciones de los batoideos en el territorio mexicano.

En términos de pesquerías, los estados con mayor aportación pesquera a escala nacional corresponden a los litorales del Pacífico mexicano, donde hay una pesca dirigida y bien establecida de tiburones y rayas (CONAPESCA 2018, DOF 2018). Sin embargo, 62.3% de los individuos registrados en La Nueva Viga proviene del Golfo de México y el mar Caribe, debido a su cercanía con este mercado (Tamaulipas, Tabasco y Veracruz; Martínez-Cruz y Oviedo-Pérez 2014²). La información anterior sustenta los hallazgos del presente trabajo, siendo Tabasco el estado de mayor aporte pesquero en el mercado y uno de los mayores productores del Golfo de México (CONAPESCA 2018).

Dentro del esfuerzo pesquero a lo largo de los litorales mexicanos, existe una marcada tendencia a la obtención de tiburones en com-

paración con el grupo de rayas. Este fenómeno pudiera deberse al tamaño reducido de los batoideos, que tiende a hacerlos menos atractivos para los vendedores, dado que la carne aprovechable es menor en comparación con la de los tiburones, como es el caso de *Gymnura lessae*, *Pseudobatos productus*, *Hypanus say*, entre otras, que son especies de tamaños pequeños. Además, los artes de pesca tienen un papel fundamental y, dado que la pesca es dirigida a tiburones, se hace uso de palangres pelágicos que, al contrario de los palangres de fondo, no llegan a las zonas bentónicas en donde pueden encontrarse las rayas (Galeana-Villaseñor et al. 2009).

Las rayas del mar Caribe, por ejemplo, son muy diversas; sin embargo, en general se trata de especies pequeñas, como es el caso de las pertenecientes al género *Pseudobatos* (McEachran y Dunn 1985). Es posible que éste sea el factor determinante que evidencia la poca presencia de rayas provenientes de dicha zona.

La información recopilada en el mercado de La Nueva Viga permite observar, hasta cierto punto, la composición y el origen de las capturas de tiburones y rayas que ahí comercializan. En ese sentido, se recomienda su utilización para actualizar documentos fundamentales en la regulación de la pesca de tiburones y rayas, como es el caso de la Carta Nacional Pesquera.

Agradecimientos

Se agradece a los locatarios y comerciantes del mercado de La Nueva Viga, por las facilidades brindadas durante la realización de este proyecto. A los curadores de las diversas colecciones de referencia por permitir la revisión física del material. A los revisores anónimos por sus valiosos comentarios y señalamientos, que sirvieron para mejorar esta contribución. Se agradece el apoyo otorgado por el programa SNI-CONACYT.

Literatura citada

Aguilar-Ibarra A, P Arenas-Fuentes, L Beléndez-Moreno, JI Fernández-Méndez, L López-González, I Ortiz-Fortunat, P Sierra-Rodríguez, P Ulloa-Ramírez, A Díaz de León-Corral (eds.).

2000. *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo 1997-1998*. Instituto Nacional de la Pesca/SEMARNAP. México. 691p.
- Applegate SP, L Espinosa-Arrubarrena, LBL Menchaca, FM Sotelo. 1979. *Tiburones mexicanos*. Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar, Secretaría de Educación Pública. México. 147p.
- Baum J, S Clarke, A Domingo, M Ducrocq, AF Lamónaca, N Gaibor, R Graham, S Jorgensen, JE Kotas, E Medina, J Martínez-Ortiz, J Monzini Taccone di Sitizano, MR Morales, SS Navarro, JC Pérez-Jiménez, C Ruiz, W Smith, SV Valenti, CM Vooren. 2007. *Sphyrna lewini*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T39385A10190088.en
- Cailliet GM, RD Cavanagh, DW Kulka, JD Stevens, A Soldo, S Clo, D Macías, J Baum, S Kohin, A Duarte, JA Holtzhausen, E Acuña, A Amorim, A Domingo. 2009. *Isurus oxyrinchus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2009-2.Rlts.T39341a10207466.en
- Carvalho MR, TS Loboda, JPCB da Silva. 2016. A new subfamily, Styracurinae, and new genus, *Styracura*, for *Himantura schmardae* (Werner, 1904) and *Himantura pacifica* (Beebe & Tee-Van, 1941) (Chondrichthyes: Myliobatiformes). *Zootaxa* 4175(3): 201-221. DOI: 10.11646/zootaxa.4175.3.1
- Castellanos-Betancourt JC, CE Ramírez-Santiago, JL Castillo-Géniz. 2013. *Catálogo de aletas, tronchos y cabezas de tiburones en el Pacífico Mexicano*. Instituto Nacional de Pesca. México. 61p.
- Castillo-Géniz JL, JF Márquez-Farías, MC Rodríguez de la Cruz, E. Cortés, A. Cid del Prado. 1998. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Marine and Freshwater Research* 49(7): 611-620. DOI: 10.1071/MF97120
- Castillo-Géniz JL, SR Soriano-Velázquez, R Villaseñor-Talavera. 2008. Pesquerías mexicanas de tiburón en el Océano Pacífico. *En: T Machii, J Flores-Olivares (eds.). Pesquerías Latinoamericanas*. CONAPESCA, SAGARPA. México, 9: 211-241.
- Castro JI. 2013. *The sharks of North America*. Oxford University Press. New York, EU. 611p.
- Castro-Aguirre JL, H Espinosa-Pérez. 1996. *Listados Faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha)*. Instituto de Biología, UNAM. México. 75p.
- Colwell RK. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. User's Guide and application. Recuperado de: <http://purl.oclc.org/estimates>
- Compagno LJV. 1984. *FAO Species Catalogue*. Vol. 4. *Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes*. *FAO Fisheries Synopsis* 125(4/2): 251-655.
- CONAPESCA-INP. 2004. *Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México*. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 80p.
- CONAPESCA. 2018. *Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2017*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 293p.
- Cortés E. 2009. *Rhizoprionodon terraenovae*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2009-2.rlts.t39382a10225086.en
- Cruz-Pacheco MJ. 1993. Descripción de la pesquería de tiburón del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México, 53p.
- Del Moral-Flores LF, JJ Morrone, J Alcocer-Durand, H Espinosa-Pérez, G Pérez-Ponce de León. 2015. Lista patrón de los tiburones, rayas y quimeras (Chondrichthyes: Elasmobranchii, Holocephali) de México. *Arxius de Miscel-lània Zoològica* 13: 47-163. DOI: 10.32800/amz.2015.13.0047
- DOF. 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación*. México. 14 de febrero de 2007.
- DOF. 2012. Acuerdo por el que se modifica el Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicado el 16 de marzo de 1994 para establecer los periodos de veda de pulpo en el Sistema Arrecifal Veracruzano, jaiba en Sonora y Sinaloa, tiburones y rayas en el Océano Pacífico y tiburones en el Golfo de México. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de junio de 2012.
- DOF. 2015. Proyecto de Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de febrero de 2015.

- DOF. 2018. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 11 de junio de 2018.
- Espinosa-Pérez H, JL Castro-Aguirre, LC Huidobro-Campos. 2004. *Listados Faunísticos de México. IX. Catálogo sistemático de tiburones (Elasmobranchii: Selachimorpha)*. Instituto de Biología, UNAM. México, 134p.
- Fricke R, WN Eschmeyer, R Van der Laan (eds.). 2018. Eschmeyer's Catalog of fishes: genera, species, references. California Academy of Science. California, USA. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Furlong-Estrada E, J Tovar-Ávila, E Ríos-Jara. 2014. Evaluación de riesgo ecológico de la pesca artesanal para los tiburones capturados en la entrada del Golfo de California. *Hidrobiológica* 24(2): 83-97.
- Galeana-Villaseñor I, F Galván-Magaña, H Santana-Hernández. 2009. Pesca con anzuelos en barcos palangreros del Océano Pacífico mexicano: efectos en la captura y peso de tiburones y otras especies. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44: 163-172. DOI: 10.4067/s071819572009000100016
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2018. *The IUCN red list of threatened species*. IUCN. Recuperado de <http://www.iucnredlist.org/>
- Kells VA, KE Carpenter. 2011. *A Field Guide to Coastal Fishes: From Maine to Texas*. Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland, EU. 448p.
- Last PR, GJP Naylor, BM Manjaji-Matsumoto. 2016a. A revised classification of the family Dasyatidae (Chondrichthyes: Myliobatiformes) based on new morphological and molecular insights. *Zootaxa* 4139(3): 345-368. DOI: 10.11646/zootaxa.4139.3.2.
- Last PR, B Séret, GJP Naylor. 2016b. A new species of guitarfish, *Rhinobatos borneensis* sp. nov. with a redefinition of the family-level classification in the order Rhinopristiformes (Chondrichthyes: Batoidea). *Zootaxa* 4117(4): 451-475. DOI: 10.11646/zootaxa.4117.4.1.
- Luna-Raya MC, FJ de la Cruz González, JL Castillo Géniz, H Santana Hernández, D Corro Espinoza, AA Lizárraga Rodríguez, M Brito Chavarría. 2016. Aspectos sociodemográficos y económicos de los pescadores de tiburón en el Pacífico mexicano. *En: JL Castillo-Géniz, J Tovar-Ávila (comps.). Tiburones mexicanos de importancia pesquera en la CITES*. Instituto Nacional de Pesca, México, pp: 73-84.
- McEachran JD, KA Dunn. 1998. Phylogenetic analysis of skates, a morphologically conservative clade of elasmobranchs (Chondrichthyes: Rajidae). *Copeia* 1998(2): 271-290. DOI: 10.2307/1447424
- Martínez-Cruz LE, H Zea-de la Cruz, JL Oviedo-Pérez, LG Morales-Parra, LI Balan-Che. 2016. Aspectos biológico pesqueros del cazón tutzún *Rhizoprionodon terraenovae*, en las costas de Campeche, México. *Ciencia Pesquera* 24(núm. esp.): 23-35.
- Márquez-Farías JF, MP Blanco-Parra. 2006. Las rayas del Golfo de California. *En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez-Moreno, I Méndez-Gómez-Humarán, R Solana-Sansores, C Rangel-Dávalos (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México, Evaluación y Manejo*. INAPESCA/SAGARPA. México, pp: 303-321.
- Musick JA, RD Grubbs, J Baum, E Cortés. 2009a. *Carcharhinus obscurus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. e.T3852A10127245. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T3852A10127245.en
- Musick JA, JD Steven, JK Baum, M Bradai, S Clò, I Fergusson, RD Grubbs, A Soldo, M Vacchi, CM Vooren. 2009b. *Carcharhinus plumbeus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. e.T3853A10130397. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T3853A10130397.en
- Nelson JS, TC Grande, MVH Wilson. 2016. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, Inc., EU. 707p.
- Ramírez-González A. 2006. *Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 93p.
- Reardon M, F Márquez, T Trejo, SC Clarke. 2009. *Alopias pelagicus*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. e.T161597A5460720. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2009-2.RLTS.T161597A5460720.en.
- Robins CR, GC Ray. 1986. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston, EU. 354p.
- Rodríguez-Madrigal JA, H Santana-Hernández, JJ Valdez-Flores, J Tovar-Ávila. 2017. Variación temporal de la captura de *Carcharhinus falciformis* en la pesquería semi-industrial del Pacífico Central mexicano y comparación de unidades de esfuerzo para estimar la captura por unidad de esfuerzo. *Ciencia Pesquera* 25(1): 41-50.
- Rojas-Malagon PA. 2000. Contribución al conocimiento biológico de *Mustelus lunulatus*, un recurso pesquero potencial en el Pacífico

- colombiano. Tesis de Licenciatura. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 46p.
- Salomón-Aguilar CA, CJ Villavicencio-Garayzar, H Reyes-Bonilla. 2009. Shark breeding grounds and seasons in the Gulf of California: Fishery management and conservation strategy. *Ciencias Marinas* 35(4): 369-388. DOI: 10.7773/cm.v35i4.1435
- Smith WD, JJ Bizarro, GM Cailliet. 2009. The artisanal elasmobranch fishery on the east coast of Baja California, Mexico: Characteristics and management considerations. *Ciencias Marinas* 35(2): 209-236. DOI: 10.7773/cm.v35i2.1534
- Soriano-Velásquez SR, DE Acal-Sánchez, JL Castillo-Géniz, N Vázquez-Gómez, CE Ramírez-Santiago. 2006. Tiburones del Golfo de Tehuantepec. *En: F Arreguín-Sánchez, L Beléndez Moreno, I Méndez Gómez-Humarán, R Solana Sansores, C Rangel Dávalos (eds.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo.* INAPESCA, SAGARPA. México. pp: 323-363.
- Steel RGD, JH Torrie. 1985. *Bioestadística: principios y procedimientos.* 2ª ed. McGraw Hill. Bogotá, Colombia. 640p.
- Torres-Herrera MR, J Tovar-Ávila. 2014. Variación temporal de la captura de tiburón en las islas y costa central de Nayarit, México, con base en los registros oficiales de desembarque. *Hidrobiológica* 24(2): 99-107.
- Valverde-Valdés T, Z Cano-Santana, JA Meave del Castillo, J Carabias. 2005. *Ecología y medio ambiente.* Pearson Educación/Prentice Hall. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 230p.
- Van der Laan R, R Fricke, WN Eschmeyer (eds.). 2018. Eschmeyer's Catalog of fishes: Classification. California Academy of Science. California, EU. <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/>
- White WT, GJP Naylor. 2016. Resurrection of the family Aetobatidae (Myliobatiformes) for the pelagic eagle rays, genus *Aetobatus*. *Zootaxa* 4139(3): 435-438. DOI: 10.11646/zootaxa.4139.3.109.3.10

Recibido: 26 de noviembre de 2018

Aceptado: 30 de abril de 2019

Aspectos biológicos del marlin azul (*Makaira nigricans*) capturados en torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, México

Miguel Ángel Carrasco-Águila*✉, Mauricio Salas-Maldonado*, René Macías-Zamora* y Alberto Bartoleño-Sánchez*

El marlin azul (*Makaira nigricans* Lacepède 1802) es una especie que se captura con relativa frecuencia en los torneos de pesca deportiva realizados en Manzanillo, Colima. Esta especie es altamente migratoria, su distribución está determinada en zonas tropicales y templadas, y lejanas a la costa, con excepción de regiones con una plataforma continental estrecha, factores que complican el estudio de su comportamiento y de su estado poblacional. Sin embargo, los datos que se obtienen de las capturas en la pesca deportiva brindan información básica que puede contribuir a evaluar el estado del recurso para su manejo. De la información recabada de 1987 a 2015 se tienen datos de 143 organismos, con una longitud promedio ojo-furca (LOF) de 190.8 cm con intervalo de 130 a 245 cm, peso promedio (PT) de 84.9 kg con mínimo de 20.8 kg y el máximo de 154.0 kg. Se estimó la proporción de hembras y machos (H:M) en 6.1:1, teniendo mayor ocurrencia en las capturas de hembras con presencia de gónadas inmaduras en su totalidad. La relación peso-longitud mostró un crecimiento alométrico positivo ($b > 3.2$), siendo mayor para machos, lo que indica que el marlin azul en la región presenta mayor crecimiento en peso que en longitud; se encontró, asimismo, un coeficiente de determinación $r^2 = 0.83$ para hembras y 0.88 para machos. Se observó una tendencia negativa en una serie histórica de más de 20 años de los pesos promedios de $a = -0.0006$.

Palabra clave: marlin azul, pesca deportiva, manejo pesquero, crecimiento, Colima.

Biological aspects of the blue marlin (*Makaira nigricans*) captured in sport fishing tournaments in Manzanillo, Colima, Mexico

The blue marlin (*Makaira nigricans* Lacepède 1802) is a species caught with relative frequency in sport fishing tournaments in Manzanillo, Colima. This species is highly migratory, its distribution is determined by tropical and temperate zones and far from the coast, except in regions with a narrow continental shelf, factors that complicate its behavior study and population status. However, the data obtained from the catches in sport fishing provide basic information that can help evaluate the status of the resource for its management. With information of 143 organisms recorded from 1987 to 2015, a study was carried out, average eye-fork length (LOF) was 190.7 cm ranging from 130 to 245 cm, the average weight (PT) was of 84.8 kg with a minimum of 20.8 kg and the maximum of 154.0 kg. The proportion of females and males H:M was of 6.1:1, having females a greater occurrence in the catches, with immature gonads. The weight-length relationship had a positive allometric growth ($b > 3.2$) higher for males, which indicates that blue marlin in the region has a higher growth in weight than in length; the coefficient of determination was $r^2 = 0.83$ for females and 0.88 for males. A negative trend in the 20 year series of average weights was $a = -0.0006$.

Key words: blue marlin, sport fishing, fishing management, growth, Colima

Introducción

En el ámbito pesquero existe un grupo de peces a las que comúnmente se les denomina “peces de pico o picudos”, adjetivo que se les ha adjudicado por presentar una mandíbula superior prologada más larga que la inferior y que finaliza

en forma de pico. La expresión ha sido utilizada para describir a los grandes peces de las familias Xiphiidae, entre los que se incluye al pez espada, así como la Istiophoridae, en la que se encuentran el pez vela y una variedad de marlin (Nakamura 1985).

El marlin azul (*Makaira nigricans*, Lacepède 1802) es una especie cosmopolita y altamente migratoria que se distribuye en aguas tropicales y templadas (Nakamura 1985); es un gran depredador que habita las aguas superficiales y subsuperficiales, siendo el más oceánico de los istiofóridos,

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Manzanillo, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Playa Ventanas s/n., Manzanillo, Colima, México. CP 28200.
✉ Responsable de la correspondencia: miguel.carrasco@inapesca.gob.mx

excepto en las regiones con plataforma estrecha (Marín-Enríquez 2012). Estudios específicos han determinado que el marlin azul (*M. nigricans*) es una especie cosmopolita (Collete *et al.* 2006) y un solo *stock* para todo el océano Pacífico.

En el Pacífico central mexicano, la presencia de estas familias de peces en la Zona Económica Exclusiva Mexicana (ZEEM) ha sido de importancia para la pesca comercial de altura, que registró de 1983 a 1996 importantes capturas de pez vela, *Istiophorus platypterus* (Shaw 1792); marlin rayado, *Kajikia audax* (Philippi 1887); y pez espada, *Xiphias gladius* (Linnaeus 1758), que entre tiburones y otras especies de peces pelágicas sumaron en ese periodo 65 582 capturas, mientras que las de marlin azul (*M. nigricans*) y marlin negro (*Istiompax indica* Cuvier 1832) fueron consideradas dentro de esta pesquería, como incidentales o raras dado que sólo representaron 0.22% del total (Santana-Hernández 2001).

De marzo de 2005 a agosto de 2006, barcos camaroneros a los que se les adaptaron palanques mecánicos, realizaron un total de 47 lances en cuatro viajes de pesca en el océano Pacífico mexicano, capturando 1 304 organismos, de los cuales, el marlin azul (*M. nigricans*) corresponde a 2.76% (Galeana-Villaseñor *et al.* 2009).

La flota de embarcaciones de mediana altura que operó en Manzanillo, Colima, durante el periodo 2003-2011, registró una captura total de 24 983 organismos, de los cuales el dorado (*Coryphaena hippurus* Linnaeus 1758), el pez vela (*I. platypterus*) y el marlin rayado (*K. audax*) registraron 21.36%, mientras que el marlin azul (*M. nigricans*) apenas contribuyó con 0.24% de la captura total (Santana-Hernández 2014).

Actualmente existen dos maneras de practicar la pesca deportiva; la primera se realiza de forma cotidiana y su propósito es capturar algún pez, ya sea especie reservada, o no, a la pesca deportiva (DOF 2007), sin tener gran importancia su peso o su longitud. La otra modalidad, es la que ocurre en los torneos de pesca organizados conforme un reglamento previamente establecido, donde se determinan las especies que es posible pescar, el tiempo de pesca, número de cañas, tipo de carnada y los participantes son premiados por capturar el ejemplar de mayor peso.

En el Pacífico central mexicano se llevan a cabo varios torneos de pesca deportiva recreativa, entre los que destacan los realizados en Puerto Vallarta, Jalisco, y Manzanillo, Colima. En los primeros, durante el periodo 1988-2015 reportaron una composición específica de pez vela (65.0%), dorado (19.2%), marlin azul (7.8%), marlin negro (2.6%) y atún aleta amarilla (4.3%) (Carrasco-Águila *et al.* 2016). En el puerto de Manzanillo se han documentado 34 años de torneos de pesca deportiva desde 1981 a 2015, en los que se ha registrado un total de 4 451 organismos, donde los ejemplares capturados corresponden al pez vela (70.7%), dorado (22.8%), marlin azul (2.4%), atún aleta amarilla (0.8%) y marlin negro (0.3%) (Carrasco-Águila *et al.* 2014¹).

En el océano Pacífico mexicano, las especies de “picudos” más importantes por su volumen de captura, tanto en la pesca deportiva como en la comercial, son el marlin rayado (*K. audax*) y el pez vela (*I. platypterus*) (Vidaurre-Sotelo *et al.* 2001), si bien las capturas de marlin azul no representan un volumen cuantioso comparadas con las de otras especies de pico y dorado. La información biológica básica sobre esta especie es necesaria para conocer la estructura de tallas y algunos aspectos biológicos del recurso que se captura en la región del Pacífico central mexicano. Debido a los escasos estudios que se tienen sobre la biología del marlin azul en esta región, en el presente trabajo se plantea generar información que contribuya a conocer algunos parámetros, como la proporción de sexos, la longitud y el peso promedio, que ayuden a determinar características de los organismos capturados en torneos de pesca deportiva.

Materiales y métodos

La información analizada corresponde a muestreos biológicos llevados a cabo en torneos de pesca deportiva durante los meses de febrero y

1. Carrasco-Águila MA, O Miranda-Carrillo, M Salas-Maldonado, A Bartoleño-Sánchez. 2014. Estudio de las poblaciones de especies reservadas a la pesca deportiva; dorado y pez vela en la región central del Pacífico mexicano, costas de Jalisco y Colima. Informe de Investigación (documento interno). Centro Regional de Investigación Pesquera Manzanillo, Instituto Nacional de Pesca. México. 53p.

noviembre en el puerto de Manzanillo, Colima, México (19° 06' N y 104° 20' O), para el periodo 1987-2015. Se registró información del número de embarcaciones, número de pescadores, cañas utilizadas, especie, peso, diferentes longitudes y extracción de gónadas para determinar el sexo. Se capturaron 143 organismos, se pesaron con una báscula con capacidad de 200 kg (± 0.1 kg) para obtener el peso total (PT); la longitud se midió utilizando una cinta métrica flexible de 20 m de largo (± 0.1 cm), se registraron las longitudes: total (LT), mandíbula-furca (LC) y ojo-furca (LOF) (Nakamura 1985). Por otra parte, el sexo fue determinado mediante examen visual de la gónada. Es importante mencionar que a algunos organismos no se les pudieron realizar las mediciones completas o determinar el sexo, debido a diversos factores inherentes a los torneos, como la práctica de la taxidermia o la negativa del pescador a permitir muestrear el ejemplar.

Para determinar si existía diferencia significativa entre los pesos de los organismos capturados en los torneos de noviembre y febrero se aplicó un análisis de varianza.

Se realizaron histogramas de frecuencia para *PT* con intervalos de clase de 10 kg y, para la *LOF*, intervalos de 10 cm. También se determinó la relación hembra-macho (H:M). Con los datos de captura (número de ejemplares capturados) y esfuerzo (número de viajes totales por torneo) se determinó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

$$CPUE = \frac{\sum nma}{\sum nv} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: CPUE corresponde a la captura por unidad de esfuerzo, *nma* = número de organismos capturados y *nv* = número de viajes totales realizados en el torneo de pesca, se construyó la serie histórica de la CPUE contra el número de organismos capturados para relacionar la abundancia de la especie con la variación del esfuerzo.

Se calculó la regresión entre la serie de tiempo y los valores peso promedio, mediante el método de mínimos cuadrados para obtener la tendencia lineal del periodo en estudio estimando y establecer la pendiente como un índice del *stock* en la región.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon \quad \text{Ec. 2}$$

Donde: *X* es el tiempo en años y *Y* es el peso promedio.

Se aplicó el intervalo de confianza a 95% y se obtuvieron los límites superiores e inferiores de los pesos (Ott y Longnecker 1984).

$$\bar{x} \pm Z_{(1-\alpha/2)}s/\sqrt{n} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde: el valor de *X* corresponde al peso promedio. Mediante la ecuación potencial de relación peso-longitud:

$$PT = a LOF^b \quad \text{Ec. 4}$$

Donde: *PT* es el peso total; *LOF* es la longitud ojo-furca, obteniendo los coeficientes *a* y *b* por medio linealizado

El parámetro de alometría (*b*) que indica el tipo de crecimiento en los organismos, considera un crecimiento de tipo isométrico cuando se ubica entre 2.8 y 3.2 (Bagenal y Tesch 1978).

Resultados

De los dos torneos de pesca deportiva celebrados en Manzanillo, Colima, durante los meses de febrero y noviembre, desde 1981 hasta 2015, se tiene datos de 5 414 organismos registrados, de los cuales 71.0% de ellos corresponde al pez vela, 21.43% al dorado, 3.25% al marlin rayado, 2.84% al marlin azul, 0.59% al atún aleta amarilla, 0.37% al marlin negro y 0.52% a un marlin de especie no determinada. Aunque los muestreos se iniciaron a principios de la década de los ochenta, fue hasta 1987 cuando se obtuvo el primer registro de marlin azul.

En la serie de tiempo, se puede observar que en la pesca deportiva en Manzanillo, Colima, hubo una ligera abundancia de ejemplares capturados de marlin azul en el torneo del mes de noviembre, con 51.7%; mientras que en febrero el porcentaje fue de 48.3%, pero no hay una diferencia estadísticamente significativa en el número de organismos capturados en ambos torneos ($F = 0.0004 < F_{0.05(1,62)} = 3.99$).

En la *tabla 1* se presentan los resultados estadísticos de las medidas de longitud y peso. Como ya se mencionó, no se registraron todas las medidas de todos los organismos.

Tabla 1

Valores estadísticos de peso (PT), longitud total (LT) y longitud ojo-furca (LOF) de marlin azul *Makaira nigricans* en torneos de pesca deportiva de 1987 a 2015 en Manzanillo, Colima

| Variable | Promedio | Máximo | Mínimo | DE | Núm. de organismos |
|----------|----------|--------|--------|--------|--------------------|
| PT | 84.879 | 154.0 | 20.8 | 25.749 | 143 |
| LT (cm) | 278.9 | 356.0 | 205.0 | 28.8 | 142 |
| LOF (cm) | 190.7 | 245.0 | 130.0 | 18.5 | 122 |

El resultado del análisis de varianza para los pesos de los ejemplares capturados en noviembre y febrero no presentó diferencias estadísticamente significativa, por lo que todos los datos se trabajaron como un solo grupo.

La *figura 1* muestra el histograma de frecuencias del peso de los organismos. Se registró una moda de 99.8 kg, una media de 84.88 kg con valores que oscilaron entre los 20.8 a 154 kg, presentando una distribución normal, y 76% de los organismos pesados estuvo entre los 70 y 120 kilogramos.

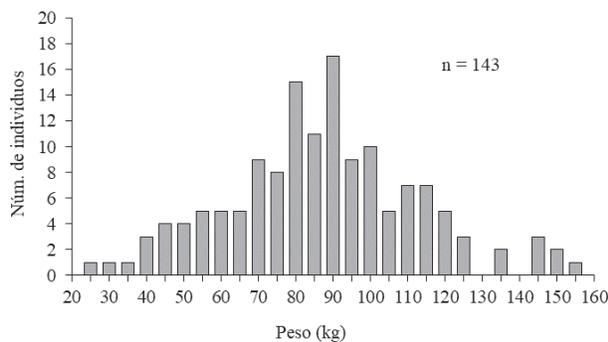


Fig. 1. Distribución de frecuencias del peso de marlin azul *Makaira nigricans* capturado en los torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, durante el periodo 1987 a 2015.

El histograma de frecuencias de la *LOF* presentó una moda de 191 cm, una media de 200 cm con un intervalo de valores entre los 130 y 245 cm; 70% de los organismos registró una *LOF* de entre 180 y 210 cm (Fig. 2).

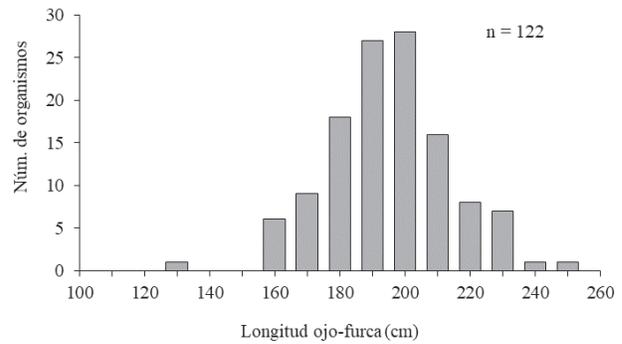


Fig. 2. Distribución de frecuencias de la longitud ojo-furca de marlin azul *Makaira nigricans* capturado en los torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, durante el periodo de 1987 a 2015.

El peso promedio del marlin azul capturado durante el periodo de estudio se presenta en la *figura 3*. Se observa que de 1987 a 1991, el peso fue superior al promedio; sin embargo, presenta una caída en 1992 y hasta 1997, después los valores se incrementaron paulatinamente hasta 2008 y, posteriormente, de 2009 a 2015 se mantienen estables con un peso promedio de 85.57, lo que pudiera estar relacionado con las variaciones ambientales, principalmente con el Índice Multivariado de El Niño (MEI). Con toda la serie y por el método de mínimos cuadrados se obtuvo la pendiente, que resultó ligeramente negativa, $a = -0.0006$, pero tendiendo más a ser horizontal; el análisis mostró que no hay evidencia de que exista relación entre el tiempo y el peso de los organismos y, por tanto, la pendiente de la relación no es significativa ($p > 0$).

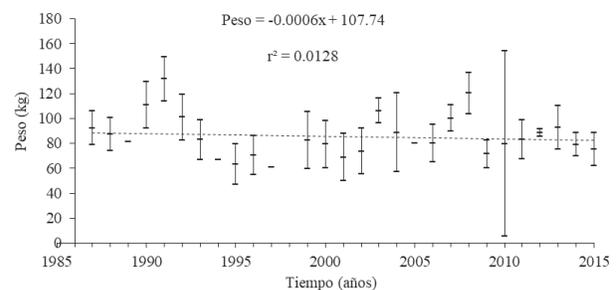


Fig. 3. Tendencia del peso promedio anual de marlin azul *Makaira nigricans* en torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, durante el periodo de 1987 a 2015.

La CPUE y el número de marlin azul capturado en los torneos de pesca que se realizan en Manzanillo, Colima, coinciden con la disponibili-

lidad del recurso; la presencia de organismos se ve reflejada en el comportamiento de la CPUE a lo largo de los años, destacando que en los años 1994, 1997 y 2002, dado que no se registró captura, la CPUE cayó a cero. Datos del MEI se obtuvieron bimensualmente en noviembre-diciembre, diciembre-enero y enero-febrero y se compararon con el índice de la CPUE, encontrando una tendencia más acentuada después de 2005 (Fig. 4).

De un total de 143 organismos registrados, sólo a 115 se les extrajeron las gónadas y se determinó su sexo. Los resultados muestran que la relación entre las hembras y los machos que se han presentado en los torneos de pesca deportiva tienen una proporción de H:M = 6.1:1 (Fig. 5), siendo más predominantes las hembras y escasa la presencia de machos en las capturas. Se registró un total de 107 organismos con la información completa (90 hembras y 17 machos). En la *tabla 2* se presentan los resultados de la longitud y el peso promedios por sexo.

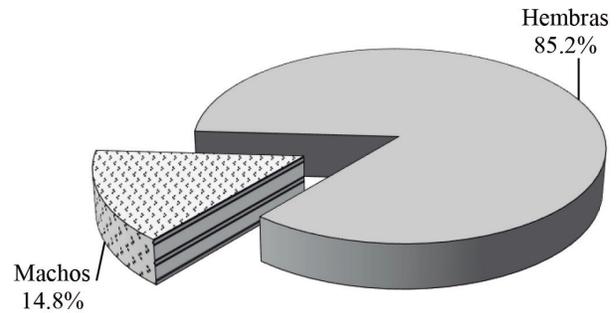


Fig. 5. Proporción de hembras y machos de marlin azul *Makaira nigricans* en torneos de pesca deportiva en Manzanillo, Colima, durante el periodo de 1987 a 2015.

La relación *PT-LOF* fue analizada mediante un ANCOVA para evaluar las posibles diferencias entre sexos, encontrando una $F = 0.08 < F_{0.05(1,105)} = 3.93$, por lo que se puede asumir que no existen diferencias estadísticamente significativas en la relación peso-longitud de ambos sexos. La relación peso-longitud se expresa mediante la forma potencial en machos: $PT = 0.0000008 \cdot LOF^{3.4923}$, $r^2 = 0.8805$,

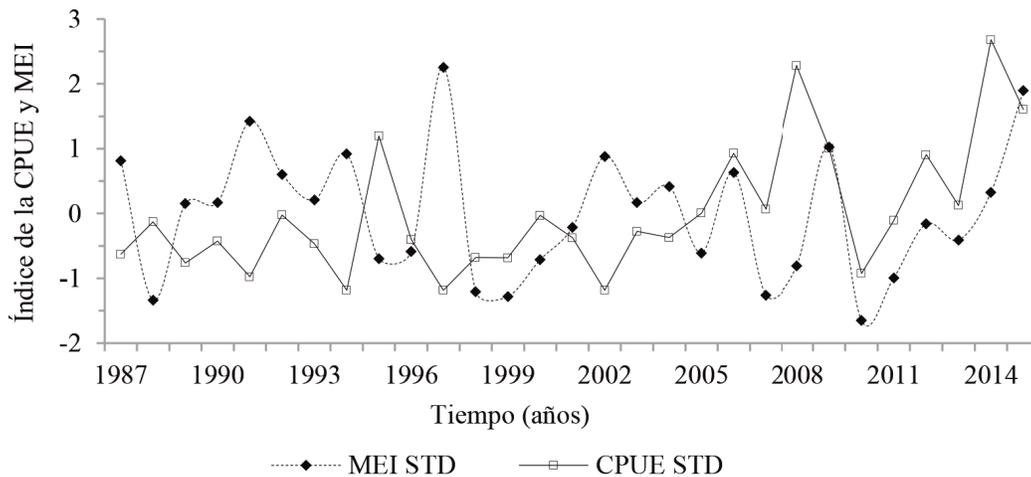


Fig. 4. Valores estandarizados del MEI y la CPUE de marlin azul *Makaira nigricans* capturado en los torneos de pesca deportiva de Manzanillo, Colima, durante el periodo de 1987 a 2015.

Tabla 2
Datos de peso y longitud ojo-furca de marlin azul *Makaira nigricans* en torneos de pesca deportiva de los meses de noviembre y febrero de 1987 a 2015

| Sexo | Número | Peso (kg) | | | | LOF (cm) | | | |
|---------|--------|-----------|-------|------|------|----------|-----|-----|------|
| | | promedio | máx | mín | DE | promedio | máx | mín | DE |
| Machos | 17 | 75.9 | 146.8 | 20.8 | 36.6 | 185.0 | 245 | 130 | 27.4 |
| Hembras | 90 | 83.3 | 144.6 | 38.2 | 23.7 | 190.0 | 230 | 156 | 16.0 |

y para hembras: $PT = 0.000003 \cdot LOF^{3.2449}$, $r^2 = 0.8353$. En ambos sexos se mostró un coeficiente mayor a tres, apreciándose un crecimiento alométrico positivo, es decir, que el marlin azul tiene una tasa de incremento mayor en peso que en longitud, como se observa en la figura 6.

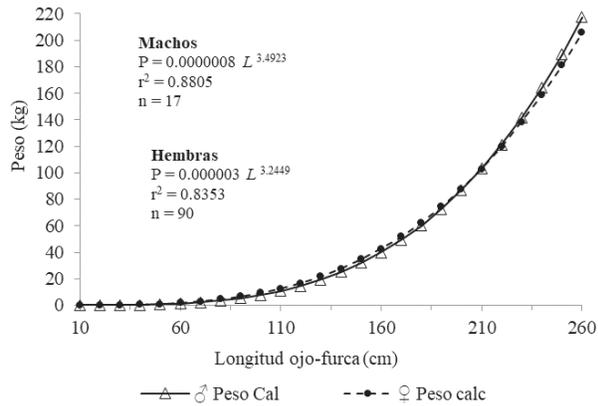


Fig. 6. Relación peso-longitud con datos calculados para machos y hembras de marlin azul *Makaira nigricans*, en torneos de pesca deportiva de 1987 a 2015 en Manzanillo, Colima.

Discusión

Los torneos realizados en los meses de febrero y noviembre en Manzanillo, Colima, presentan la misma tendencia en el aumento o la disminución de marlin azul, por lo que se asume que la abundancia es similar en esa temporada y es el reflejo del patrón migratorio que tiene el recurso durante esta época. Ortega-García y Zúñiga-Flores (2011) reportaron que en Cabo San Lucas, BCS, en los meses de julio a noviembre existen marcadas abundancia y estacionalidad del marlin azul, mientras que en el resto del año hay una baja drástica de las capturas en la región. Klett-Traulsen *et al.* 1996, mencionan que el marlin azul en BCS se presenta de mayo a diciembre pero con un mayor índice de organismos entre agosto y octubre, registrando tasas de captura de 0.2 peces por viaje; para el Pacífico central mexicano, y en particular para la zona de Manzanillo, se puede establecer que en los meses de otoño-invierno hay un mayor número, coincidiendo con la época de migración.

Jakes-Cota (2013) registra una notoria estacionalidad de la abundancia de las capturas en Cabo San Lucas, BCS, de 2005 a 2009 en los meses de julio a noviembre, y reporta que en marzo,

abril y mayo no hubo presencia del recurso en el área donde opera la flota de pesca deportiva, mientras que en Manzanillo, en los torneos de noviembre y febrero, la serie de tiempo muestra capturas en la mayor parte de los torneos, excepto en 1994, 1997 y 2002 donde no hay registro de marlin azul en ninguno de los dos torneos.

Abitia-Cárdenas *et al.* (2010) encontraron 52 organismos en Mazatlán, Sinaloa, en el Golfo de California, durante el periodo de octubre 2002 a octubre 2004, con un peso total promedio de 91.7 kg (± 40.1 kg) y una longitud ojo-furca de 192.6 cm (± 20.4 cm); mientras que en Manzanillo, el promedio es de 85.57 kg (± 16.8 kg) en peso y una longitud promedio de 190.7 (± 18.5 cm). Aunque en este último lugar fueron menos pesados y de longitud más corta, los organismos mantienen una proporción menos variable que en Mazatlán, en ambas medidas.

Los tamaños de marlin azul capturados por la flota palangrera taiwanesa fuera de la costa en el océano Pacífico occidental (OPO) durante el periodo de septiembre de 2000 a diciembre de 2001 tuvieron medidas entre 140 y 220 cm *LOF*; los machos fueron más pequeños de longitud (menor a 170 cm) y las hembras mayores de 180 cm (Sun *et al.* 2009). Los organismos capturados en los torneos de pesca deportiva en Manzanillo presentan valores similares, entre los 130 a 245 cm *LOF*, aunque las longitudes de las hembras en promedio son mayores que las de los machos; la diferencia no es significativa, lo que difiere de lo reportado en la pesca comercial taiwanesa, por lo que con base en este trabajo se puede considerar que las capturas en la pesca deportiva son de mayor tamaño que en la comercial. De igual manera, la flota deportiva de Cabo San Lucas y Buenavista, en BCS, y Mazatlán, Sin., durante la temporada de 1990 a 2004 obtuvieron valores superiores a los de Manzanillo, que estuvieron entre 148 y 326 cm, y promedio de 201 cm *LOF*, y en peso total entre 35 a 454 kg con promedio de 108 kg (González-Armas *et al.* 2006).

El registro del espécimen más grande en la pesca deportiva (reportado de manera no oficial) es de 818 kg en Waikiki, Hawaii, en 1970; el más grande es de 447 cm de longitud total con 523 kg de peso capturado en Ritidian Point, Guam, aunque no se especifica la fecha (Nakamura 1985). Durante el periodo de estudio, el

organismo más grande fue registrado en febrero de 1990 en Manzanillo, Colima, con un peso de 154.0 kg y un largo total de 332 cm, cifra muy por debajo de lo encontrado en los registros que reporta Nakamura (1985).

Los indicadores de abundancia: número de organismos capturados y CPUE mostraron que la tasa de captura de marlin azul por torneo de pesca y el número de viajes presentan las mismas fluctuaciones, aunque no una tendencia definida.

Los valores que se muestran en los pesos promedio a lo largo de la serie de tiempo presentan una pendiente ligeramente negativa; sin embargo, esto se debe tomar con cautela, ya que pudiera deberse a que algunos años no hubo registros por la falta de disponibilidad del recurso en la región y esto hace que exista una sensible tendencia a ser negativa.

Cuando se establece una relación peso-longitud, existe una ganancia en peso que se refleja en el aumento de longitud. Mediante una ecuación de regresión de forma potencial se obtiene el coeficiente b que corresponde al parámetro de alometría que indica el tipo de crecimiento, estos valores según Bagenal y Tesch (1978), pueden estar entre 2.8 y 3.2, sugiriendo que si están dentro de este intervalo, el crecimiento de los organismos es isométrico, es decir, que se desarrollan proporcionalmente en longitud y en peso manteniendo la forma durante todo el desarrollo; pero si el valor de b es mayor a 3.2, significa que el pez crece más rápidamente en peso, mientras que cuando b es menor de 2.8, el cuerpo crece más rápidamente en longitud (Rojo 1988). El valor de b obtenido en el presente trabajo muestra una relación peso-longitud de 3.49 para machos y 3.24 para hembras, lo que cae en valores superiores a los mencionados por Bagenal y Tesch (1978), pero Froese (2006) menciona que cuando $b > 3$, los ejemplares aumentan en altura y ancho más que en longitud y pudiera ser el resultado de un cambio ontogenético en la forma del cuerpo con el tamaño, lo que es raro porque la mayoría de los especímenes grandes en la muestra eran más gruesos que los ejemplares pequeños, que es lo más común. Por ello se asume que el arte de pesca es un factor importante para obtener estos valores de b , ya que en los torneos de pesca deportiva el objetivo es pescar el organismo más grande y más pesado,

de tal forma que el parámetro de alometría es mayor a 3.2, aunado a que en este estudio no se presentan organismos juveniles que modifiquen este parámetro.

Conclusiones

- Son pocos los organismos de marlin azul registrados en los torneos de pesca deportiva de Manzanillo, Colima, en comparación con lo que sucede con otras especies, como el pez vela y el dorado; sin embargo, es necesario conocer aspectos biológicos de esta especie en la región donde la presencia de hembras es mayor que la de machos con una proporción de 6.1:1 (H:M).
- Se puede establecer que en los torneos de pesca deportiva, los organismos capturados tienden a ser organismos grandes y pesados; para esta área, el peso promedio fue 84.8 kg con longitud promedio (ojo-furca) de 190.7 cm.
- Independientemente del tamaño del esfuerzo en los torneos de pesca deportiva el comportamiento de la CPUE, se ha mantenido constante a través del tiempo.
- Se presenta un crecimiento mayor en la ganancia de peso que en la longitud, lo que se ve reflejado principalmente en los machos.

Literatura citada

- Abitia-Cárdenas L, D Arizmendi-Rodríguez, N Gudiño-González, F Galván-Magaña. 2010. Feeding of blue marlin *Makaira nigricans* off Mazatlan, Sinaloa, Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research* 38(2): 281-285. DOI: 10.4067/s0718-560x2010000200014
- Bagenal TB, FW Tesch. 1978. Age and growth. In: T. Bagenal (ed.). *Methods for assessment of fish production in freshwater*. 3th Edition. Blackwell Scientific Publications. Oxford, England. pp: 101-136.
- Carrasco-Águila MA, M Salas-Maldonado, R Macías-Zamora, A Bartoleño-Sánchez. 2016. Análisis de las capturas del pez vela en la pesca deportiva en Puerto Vallarta, Jalisco, México de 1990 a 2015. *Memorias del VIII Foro Científico de Pesca Ribereña*. Puerto Vallarta, Jalisco, México, septiembre de 2016. pp: 71-72

- Collette BB, JR McDowell and JE Graves. 2006. Phylogeny of recent billfishes (Xiphiidae). *Bulletin of Marine Science* 79(3):455-468
- DOF. 2007. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. *Diario Oficial de la Federación*. México. 24 de julio de 2007.
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22(4): 241-253. DOI: 10.1111/j.14390426.2006.00805.x
- Galeana-Villaseñor I, F Galván-Magaña, H Santana-Hernández. 2009. Pesca con anzuelos en barcos palangreros del Océano Pacífico mexicano: efectos en la captura y peso de tiburones y otras especies. *Revista de Biología y Oceanografía* 44(1): 163-172.
- González-Armas R, A Klett-Traulsen, A Hernández-Herrera. 2006. Evidence of billfish reproduction in the southern Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science* 79(3): 705-717.
- Jakes-Cota U. 2013. Efecto de la alometría en la estimación de los parámetros de crecimiento individual del marlin azul *Makaira nigricans*. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, BCS, México. 117p.
- Klett-Traulsen A, G Ponce-Díaz, S Ortega-García. 1996. Pesquería deportivo-recreativa. En: M Casas Valdez, G Ponce Díaz (eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur*. SEMARNAP/Gobierno del Estado de Baja California Sur/FAO/Instituto Nacional de la Pesca/UABCS/CIBNOR/CICIMAR/CETMAR. México. Vol. II. 389-418.
- Marín-Enriquez E. 2012. Variabilidad de las tasas de captura de marlin azul *Makaira nigricans* (Lacepède, 1802) en la entrada del Golfo de California y su relación con algunas variables oceanográficas. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional, La Paz, BCS, México. 67p.
- Nakamura I. 1985. FAO species catalogue. Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis* 5(125): 65p.
- Ortega-García S, MS Zúñiga-Flores. 2011. Especies capturadas por la flota deportiva que opera en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *El Vigía* 39: 29-32.
- Ott L, M Longnecker. 1984. *An introduction to statistical methods and data analysis*. Fourth Edition Duxbury Press. Belmont, California, USA. 1152p.
- Rojo AL. 1988. *Diccionario enciclopédico de anatomía de peces*. Monografías del Instituto Español de Oceanografía; No. 3. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 566p.
- Santana-Hernández H. 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el Pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis de Doctorado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad de Colima, Tecoman, México. 122p.
- Santana-Hernández H, J Valdez-Flores. 2014. *Pelágicos mayores obtenidos por la flota palangrera de mediana altura del puerto de Manzanillo, Colima*. Instituto Nacional de Pesca. México. 63p.
- Sun CL, YJ Chang, CC Tszeng, SZ Yeh, NJ Su. 2009. Reproductive biology of blue marlin (*Makaira nigricans*) in the western Pacific Ocean. *Fishery Bulletin*, 107(4): 420-432.
- Vidaurri-Sotelo AL, R Macías-Zamora, H Santana-Hernández, V Rojas-Campos. 2001. Edad, crecimiento y estructura de edades de la población de pez vela (*Istiophorus platypterus*) en el Pacífico mexicano. *Revista de Investigaciones Marinas* 22(2): 143-150.

Recibido: 29 de enero de 2018

Aceptado: 12 de enero de 2019

Madurez sexual del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en el Golfo de México

Karina Ramírez-López*✉ y Armando T. Wakida-Kusunoki**

Se analizó la madurez sexual del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) a partir de los datos provenientes del Programa de Observadores a Bordo en Embarcaciones Palangreras en el Golfo de México. La información analizada corresponde al periodo 2000-2013, en que se estudiaron 413 961 individuos con una composición sexual de 224 564 machos (54.25%), 166 835 hembras (40.30%) y 22 562 no determinados (5.49%). La proporción de sexos, macho:hembra presentó un intervalo de 1.20:1 a 1.57:1, con predominancia de machos en una proporción promedio de 1.35:1. De las fases gonádicas de las hembras, 32.5% correspondió a la IV de madurez avanzada, predesove y desove, que presentó el mayor número de individuos con 53 637 hembras totales con promedio de 3 831 hembras/año. Los meses con mayor presencia de hembras en dicha fase fueron mayo a agosto, con un pico en junio. La longitud furcal (*L_f*) de las hembras en Fase IV registró un intervalo de 80 a 195 cm *L_f* con moda en 140 cm y una longitud promedio de madurez sexual (*L₅₀*) de 142 cm *L_f*.

Palabras clave: Madurez, palangre, reproducción, atún aleta amarilla, Golfo de México.

Sexual maturity analysis of yellowfin tuna *Thunnus albacares* in the Gulf of Mexico

Sexual maturity of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) was analyzed through data of the On-Board Observer Program on Longline Vessels in the Gulf of Mexico. The analyzed information corresponds to 413 961 individuals with a sexual composition of 224 564 males (54.25%), 166 835 females (40.30%) and 22 562 undetermined (5.49%). The sex ratio male:female presented a range of 1.20:1 to 1.57:1, with male predominance in an average sex ratio of 1.35:1. From females' gonadal phases, 32.5% corresponds to Phase IV of advanced maturity, pre-spawning and spawning, which showed the largest number of individuals, 53 637 females, with an average of 3 831 females/year. The months with the highest presence of females in Phase IV were May to August with a peak in June. Furcal length (*L_f*) of females in Phase IV registered 80 to 195 cm *L_f* with a mode at 140 cm and an average length of sexual maturity (*L₅₀*) of 142 cm *L_f*.

Key words: Maturity, longline, reproduction, yellowfin tuna, Gulf of Mexico.

Introducción

El atún aleta amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre 1788) se distribuye ampliamente en aguas tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Índico y Pacífico (Collette y Nauen 1983). Su captura en el océano Atlántico se realiza principalmente con tres artes de pesca (palan-

gre, cebo vivo y red de cerco), por muchos países en toda su distribución geográfica (CICAA 2017¹).

La flota mexicana en el Golfo de México está abocada a la captura de atún aleta amarilla por embarcaciones con eslora total máxima de 25 m, con un palangre atunero de monofilamento tipo americano de superficie y anzuelos circulares 16/0 (DOF 2012). Durante el periodo 1993 a 2013 su captura registró en promedio 983 t, con un máximo histórico de 1 414 en 2012. En 2013, la captura total en peso por la flota palangrera mexicana estuvo representada por 67.75% del atún aleta amarilla, 4.42% de otros atunes,

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Veracruz, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Av. Ejército Mexicano 106, Col. Ex Hacienda Ylang Ylang, CP 94298, Boca del Río, Veracruz, México. ✉ Responsable de la correspondencia: kramirez_inp@yahoo.com

** Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Yucalpetén, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Carretera a Chelem Blvd. del Pescador S/N Puerto de Abrigo, CP 97320, Yucalpetén, Yuc. México.

1. CICAA. 2017. Informe del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS). Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA). Madrid, España. 443p.

14.63% de marlines y especies afines, 4.62% de tiburones y rayas y 8.58% del grupo de peces (Ceceña y Beléndez 2014²).

La normatividad mexicana establece la cobertura total de viajes de pesca con observadores científicos en la pesquería de atún con palangre en el Golfo de México y que la información obtenida sirva como base para la administración de la pesquería (DOF 1997, 2014). En el ámbito internacional, el atún aleta amarilla, por ser una especie altamente migratoria, está sujeta a un marco de manejo a través de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA), que establece desde 2012 una Captura Total Admisible (TAC, siglas en inglés) anual de 110 000 t, además de medidas de manejo asociadas con el barrilete o listado *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus 1758) y el atún patudo *Thunnus obesus* (Lowe 1839) en la pesca con red de cerco asociada a Dispositivos Concentradores de Peces (DCP) (CICAA 2015³). Por otra parte, esta Comisión, por medio de su Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS, siglas en inglés), considera la existencia de un *stock* único para el océano Atlántico para la estimación de indicadores pesqueros, cuyas definiciones geográficas incluyen el Golfo de México.

La información proveniente del Programa de Observadores a Bordo en el Golfo de México, ha permitido dar un seguimiento puntual a la captura total, el esfuerzo de pesca y las frecuencias de tallas, asociados con la normatividad, debido a que existe la cobertura total de viajes de pesca con observador. No obstante, éste es el primer estudio relacionado con la madurez sexual en la Zona Económica Exclusiva mexicana del Golfo de México, ya que hasta el momento existen únicamente los trabajos de Arocha *et al.* (2000, 2001) en el Atlántico central occidental, que confirman que para el atún aleta amarilla el desove ocurre de mayo a agosto en el Golfo de México y en el sureste del mar Caribe, de julio a

noviembre. El SCRS (2017⁴) menciona que se conocen las áreas de desove del Golfo de Guinea, el Golfo de México, el sureste del mar Caribe y cerca de Cabo Verde, aunque se desconoce la importancia relativa.

Por lo anterior, se identificó la necesidad de contribuir en el conocimiento de la madurez sexual del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* a través del análisis de proporción de sexos y las fases gonadales de los individuos capturados en todos los viajes de pesca, con el objetivo de identificar la distribución temporal de hembras en Fase IV de madurez avanzada, predesove y desove en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

Materiales y métodos

Para observar las fases gonadales de madurez sexual del atún aleta amarilla se obtuvo información de todos los viajes de pesca con observadores a bordo del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección del Delfín (PNAAPD) en las embarcaciones mayores que integran la flota palangrera mexicana en el Golfo de México (Fig. 1) durante el periodo de 2000 a 2013 (DOF 1997, 2014).

De cada individuo se obtuvo la longitud furcal (Lf), el peso total (Pt), el sexo y la madurez sexual con base en la escala macroscópica de maduración del atún aleta amarilla propuesta por Albaret (1977) (Tabla 1).

Se calculó la proporción anual de sexos macho:hembra y se utilizó la prueba de *chi* cuadrada para comprobar su posible diferencia. Asumiendo la importancia de las hembras en la reproducción (Murua y Saborido-Rey 2003), se realizaron los análisis de las fases de madurez gonádica mensual y anualmente, considerando únicamente a las hembras.

La longitud promedio de madurez (L_{50}) se determinó sólo considerando a las hembras maduras, con gónadas bien desarrolladas y con presencia de huevos (en Fase IV de maduración

2. Ceceña DA, L Beléndez M. 2014. Informe anual de México. En: Informe del periodo bienal, 2012-2013 IIª Parte, Informes anuales. Madrid, España. 3: 249-265.
3. CICAA. 2015. Informe del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS). Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA). Madrid, España. 363p.

4. CICAA. 2017. Informe del Comité Permanente de Investigación y Estadísticas (SCRS). Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA). Madrid, España. 443p.

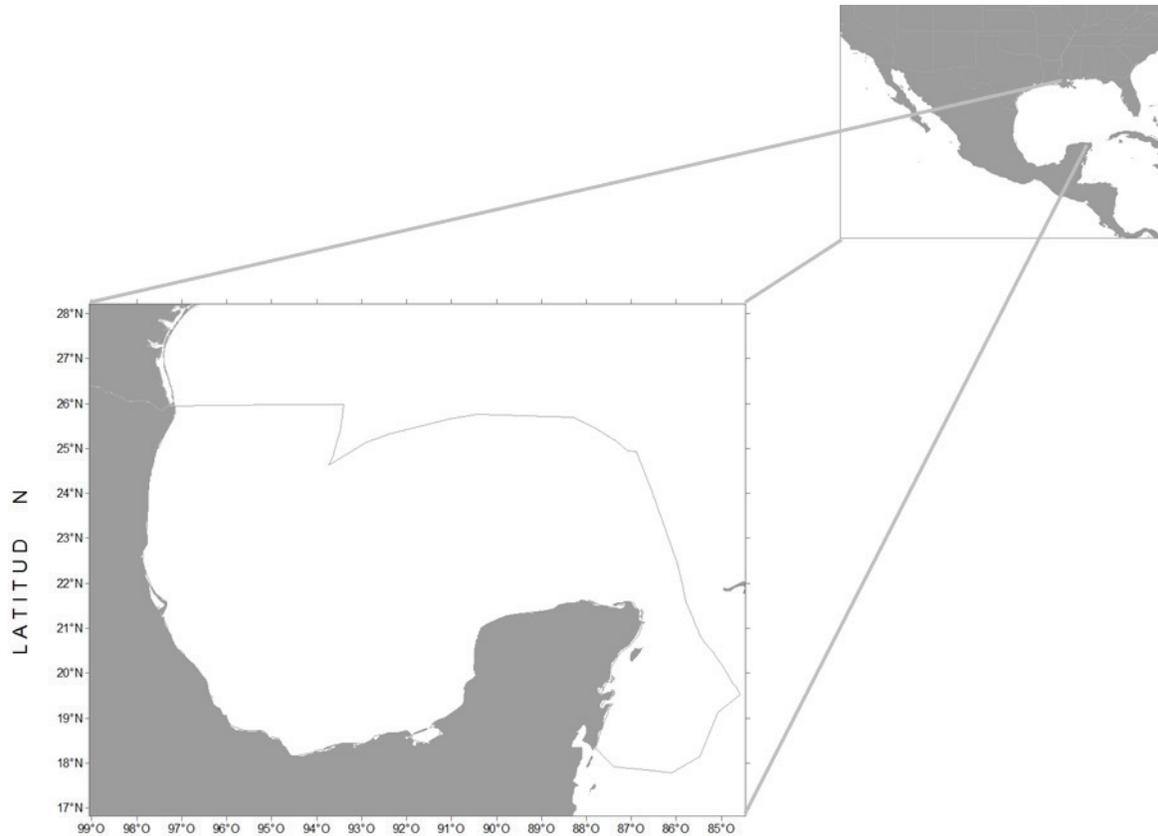


Fig. 1. Área de estudio que comprende la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México y el mar Caribe.

Tabla 1

Escala macroscópica de la maduración del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* de acuerdo con Albaret (1977)

| <i>Fases</i> | <i>Estado</i> | <i>Descripción</i> |
|--------------|--|--|
| Fase I | Inmaduros | Las gónadas se reducen a un fino cordón blanco o rosa opalescente. |
| | Inmaduros | Machos: Gónadas blanquecinas. Hembras: Ovarios blancos/rosados. |
| Fase II | Inicio de la maduración | En las hembras, coloración de rosado vinoso al amarillo pálido, con una consistencia de blandos a elásticos, pero muy firmes. |
| Fase III | En maduración | Ovarios bien desarrollados, de color amarillo anaranjado, consistencia blanda. |
| Fase IV | En maduración avanzada, predesove y desove | Los ovarios ocupan la casi totalidad de la cavidad abdominal, color amarillo-anaranjado vivo o anaranjado-rojo. En machos, los testículos son de color blanco. |
| Fase V | Postdesove | El ovario amarillo-anaranjado o rojo vinoso presenta un aspecto blando o incluso flácido. |
| Fase VI | Reposo sexual | Ovario de tamaño reducido, flácido y blando, de color amarillo-anaranjado pálido o rojo vinoso. |

avanzada, predesove y desove). La L_{50} se estimó mediante el ajuste de una curva logística a partir de los datos de frecuencia relativa acumulada de las hembras maduras. El ajuste se realizó mediante la fórmula (Santana-Hernández *et al.* 1996):

$$Frec. rel. = \frac{c}{a + \exp(b \cdot Lf)} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: Frec. rel. es la frecuencia relativa acumulada de hembras maduras en Fase IV; a , b y c son los parámetros del ajuste, y Lf es la longitud furcal.

Resultados

En el periodo analizado se registraron 5 043 viajes de pesca con 83 447 lances en los que se capturaron 413 961 individuos, de los cuales, de 224 564 fueron machos (54.25%), 166 835 hembras (40.30%) y 22 562 no determinados (5.49%) (Fig. 2).

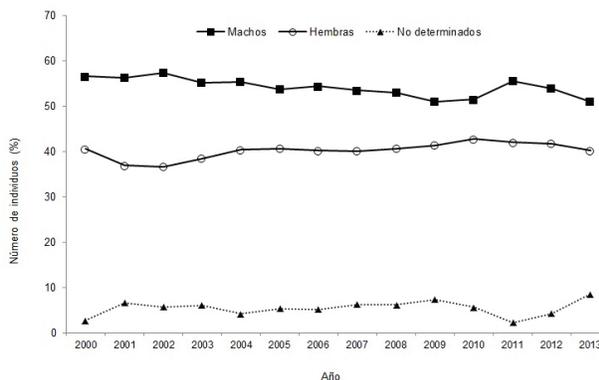


Fig. 2. Número de individuos (%) por sexo de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturados por la flota palangrera mexicana durante el periodo 2000 a 2013.

En la *tabla 2* se presenta la proporción de sexos anual, con intervalo de 1.20:1 en 2010 a 1.57:1 en 2002, cuya predominancia de machos se presenta en una proporción promedio de 1.35:1. El análisis de *chi* cuadrada mostró que en todos los años fueron diferentes a 1:1 ($P \leq 0.0001$).

En la *tabla 3* se presenta el número de hembras y el porcentaje por fase de madurez gonádica; en promedio, $6.9\% \pm 3.3$ correspondió a la Fase I de inmadurez; $26.1\% \pm 5.7$ a la Fase II de

inicio de maduración; $17.5\% \pm 3.6$ a la Fase III de maduración; $32.5\% \pm 4.3$ a la Fase IV de madurez avanzada, predesove y desove; $8.5\% \pm 1.1$ a la Fase V de posdesove; $5.3\% \pm 1.9$ a Fase VI de reposo sexual y $3.1\% \pm 4.4$ a no determinados (ND). La Fase IV presentó el mayor número de individuos con 53 637 hembras totales con promedio de 3 831 hembras/año durante el periodo 2000-2013.

Tabla 2

Proporción anual de sexos de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturados por la flota palangrera en el Golfo de México entre 2000 y 2013

| Año | Núm. de organismos | Proporción M:H |
|------|--------------------|----------------|
| 2000 | 24 350 | 1.39:1 |
| 2001 | 22 593 | 1.53:1 |
| 2002 | 31 067 | 1.57:1 |
| 2003 | 36 578 | 1.43:1 |
| 2004 | 33 647 | 1.37:1 |
| 2005 | 30 060 | 1.32:1 |
| 2006 | 26 544 | 1.35:1 |
| 2007 | 24 908 | 1.33:1 |
| 2008 | 27 221 | 1.31:1 |
| 2009 | 33 780 | 1.23:1 |
| 2010 | 27 190 | 1.20:1 |
| 2011 | 32 285 | 1.32:1 |
| 2012 | 36 805 | 1.29:1 |
| 2013 | 26 933 | 1.27:1 |

De acuerdo con la composición mensual, las hembras en Fase I y Fase II presentaron los mayores porcentajes en enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, mientras que las hembras en Fase III se incrementaron en abril y disminuyeron en septiembre. Las hembras en Fase IV se registraron en todos los meses, con mayores valores de mayo a agosto con un pico en junio; las hembras en Fase V y Fase VI se observaron en octubre, noviembre y diciembre (Fig. 3 y Fig. 4).

La estructura de longitud de hembras en Fase IV presentó un intervalo de 80 a 195 cm Lf , con moda en 140 cm Lf ; dicha estructura corresponde a una distribución normal ($p \leq 0.05$) con un intervalo de 110 a 175 cm Lf . La longitud promedio de madurez sexual (L_{50}) de las hembras en Fase IV se estimó en 142 cm Lf (Fig. 5).

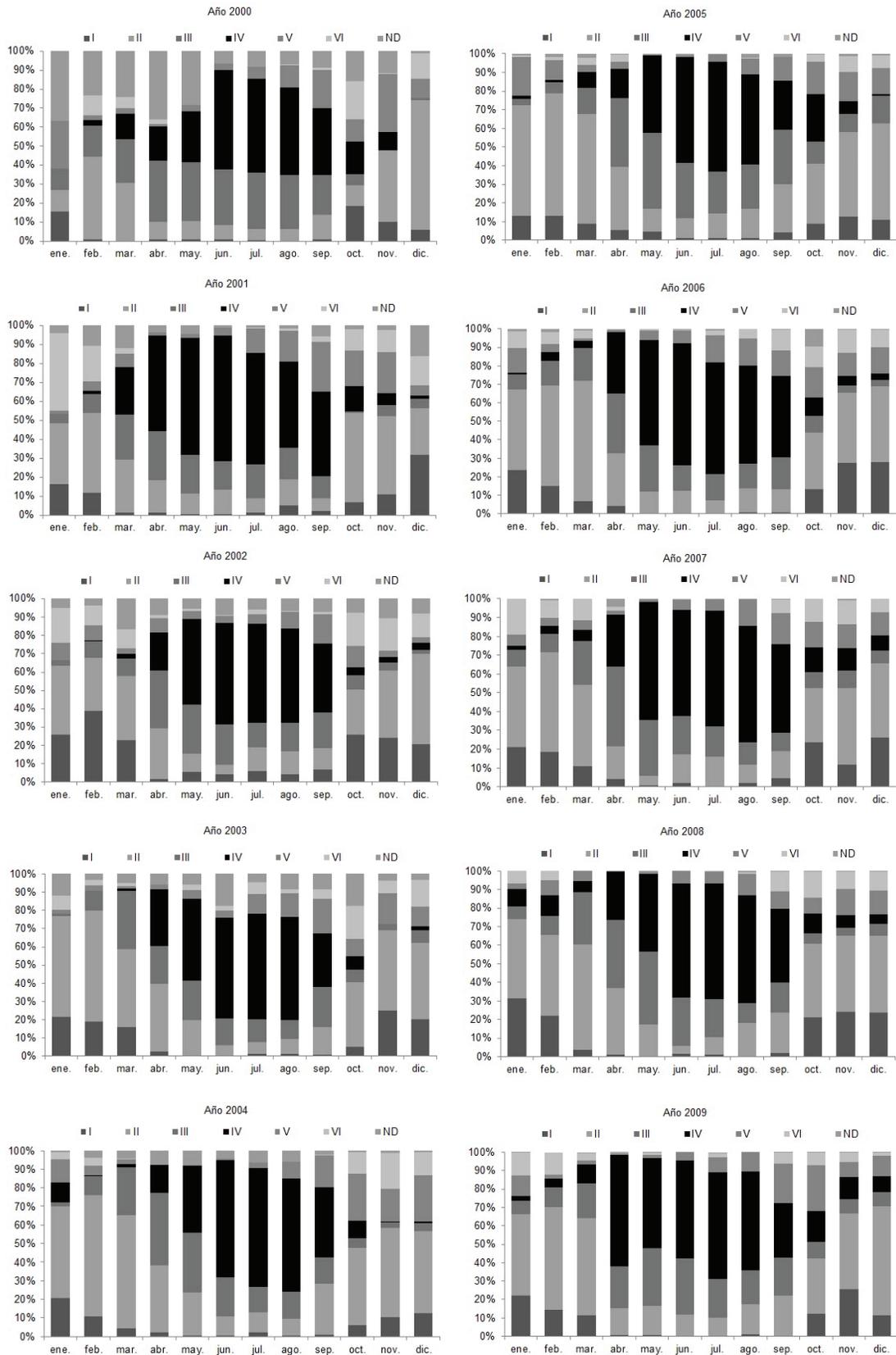


Fig. 3. Distribución mensual de las fases de madurez gonádica de las hembras de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturadas por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

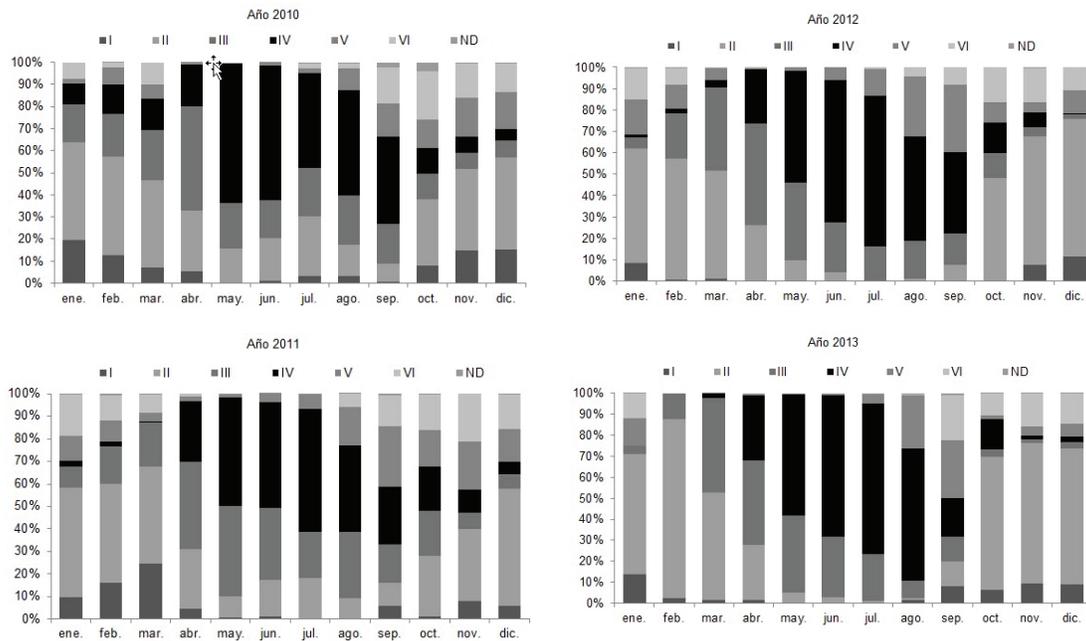


Fig. 3. Distribución mensual de las fases de madurez gonádica de las hembras de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturadas por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

Tabla 3
Número y porcentaje de hembras por fase de madurez gonádica del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturados por la flota palangrera en el Golfo de México de 2000 a 2013

| Año | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | ND | |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-----|-------|------|
| | Núm. | % | Núm. | % | Núm. | % |
| 2000 | 237 | 2.4 | 1 333 | 13.5 | 2 481 | 25.1 | 3 346 | 33.8 | 727 | 7.4 | 284 | 2.9 | 1 482 | 15.0 |
| 2001 | 415 | 5.0 | 1 382 | 16.6 | 1 246 | 14.9 | 3 803 | 45.6 | 840 | 10.1 | 375 | 4.5 | 287 | 3.4 |
| 2002 | 1 441 | 12.6 | 2 375 | 20.8 | 1 530 | 13.4 | 3 654 | 32.0 | 797 | 7.0 | 777 | 6.8 | 833 | 7.3 |
| 2003 | 969 | 6.9 | 3 440 | 24.4 | 2 018 | 14.3 | 4 611 | 32.7 | 1 140 | 8.1 | 755 | 5.4 | 1 175 | 8.3 |
| 2004 | 658 | 4.8 | 4 273 | 31.4 | 2 294 | 16.9 | 4 180 | 30.7 | 1 151 | 8.5 | 482 | 3.5 | 563 | 4.1 |
| 2005 | 737 | 6.0 | 3 700 | 30.2 | 2 690 | 22.0 | 3 704 | 30.3 | 1 022 | 8.3 | 260 | 2.1 | 129 | 1.1 |
| 2006 | 893 | 8.3 | 2 623 | 24.5 | 1 581 | 14.8 | 3 862 | 36.1 | 1 063 | 9.9 | 552 | 5.2 | 123 | 1.1 |
| 2007 | 1 068 | 10.7 | 2 674 | 26.7 | 1 488 | 14.9 | 3 231 | 32.3 | 865 | 8.6 | 629 | 6.3 | 48 | 0.5 |
| 2008 | 1 410 | 12.7 | 3 237 | 29.2 | 1 657 | 15.0 | 3 212 | 29.0 | 912 | 8.2 | 612 | 5.5 | 31 | 0.3 |
| 2009 | 1 041 | 7.4 | 4 228 | 30.2 | 2 607 | 18.6 | 4 568 | 32.6 | 960 | 6.9 | 575 | 4.1 | 34 | 0.2 |
| 2010 | 934 | 8.0 | 3 341 | 28.7 | 1 985 | 17.1 | 3 332 | 28.7 | 1 007 | 8.7 | 933 | 8.0 | 97 | 0.8 |
| 2011 | 666 | 4.9 | 3 609 | 26.5 | 2 975 | 21.9 | 3 885 | 28.6 | 1 343 | 9.9 | 1 090 | 8.0 | 27 | 0.2 |
| 2012 | 385 | 2.5 | 4 706 | 30.6 | 3 215 | 20.9 | 4 686 | 30.4 | 1 497 | 9.7 | 873 | 5.7 | 32 | 0.2 |
| 2013 | 493 | 4.5 | 3 517 | 32.5 | 1 695 | 15.6 | 3 563 | 32.9 | 833 | 7.7 | 691 | 6.4 | 45 | 0.4 |

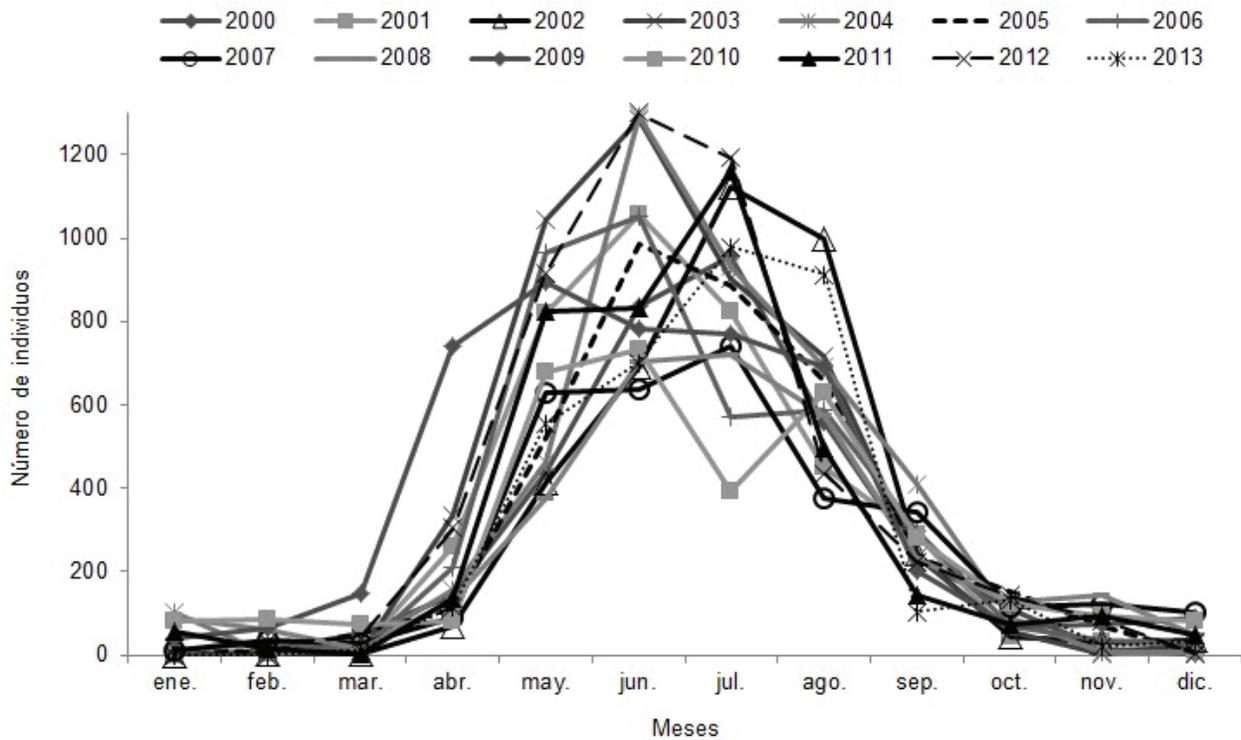


Fig. 4. Distribución mensual de la Fase IV en hembras de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* capturadas por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

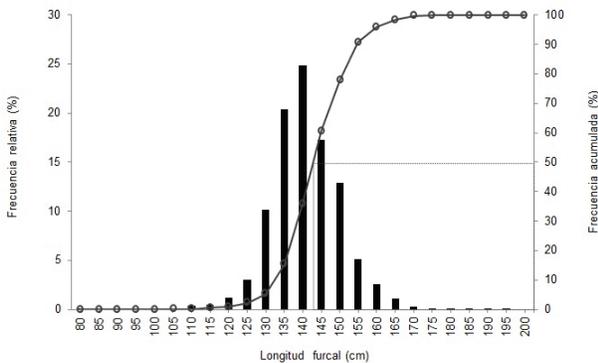


Fig. 5. Estructura de longitud y longitud de primera madurez sexual (L_{50}) de atún aleta amarilla *Thunnus albacares* en la Fase IV capturado por la flota palangrera en el Golfo de México durante el periodo 2000-2013.

Discusión

La proporción de sexos en la captura del atún aleta amarilla muestra una predominancia de machos, lo que concuerda con lo encontrado por otros autores que han considerado como un factor importante la longitud de captura (Capisano y Fonteneau 1991, Fonteneau y Marcille 1993).

Los tamaños de captura de la flota atunera mexicana presentan mayor proporción de organismos mayores de 140 cm *L_f*, por lo que, según los antecedentes en todas las áreas de captura del océano Atlántico, estarían integradas en su mayoría por machos (Arocha *et al.* 2000). Fonteneau y Marcille (1993) realizaron un análisis de la proporción de sexos en las capturas realizadas de atún aleta amarilla con distintos artes de pesca en el océano Atlántico, y encontraron que en la pesca con palangre se captura mayor proporción de hembras debido a la captura de organismos menores a 150 cm *L_f*. En el caso de la pesquería mexicana palangrera de atún aleta amarilla, las longitudes predominantes son mayores a 150 cm *L_f* y, por consiguiente, se registra mayor proporción de machos. Este resultado posiblemente se deba a varios factores, entre ellos, el tipo de anzuelo utilizado, la zona de pesca y la liberación de organismos pequeños vivos (DOF 2014).

Con relación a la distribución temporal del atún aleta amarilla, se identificó la presencia permanente en el Golfo de México, tanto de machos, como hembras en todas las fases de maduración gonádica. Ramírez-López *et al.* (2008)

describen que la captura por la flota palangrera mexicana del Golfo de México se realiza durante los cuatro trimestres, con mayores capturas entre el segundo y tercer trimestres y, en menor medida, en el primer y cuarto trimestres.

La abundancia de individuos hembra en Fase IV es un indicador de periodos de desove. El análisis de esta variable indica que de mayo a agosto es el periodo donde se presentan las mayores abundancias de esta fase, con un pico en junio. Resultados similares se mencionan en algunos trabajos previos donde se indica que el atún aleta amarilla y el atún patudo inician el desove a finales de la primavera y continúan hasta el verano (Grande Vidal *et al.* 1988). Arocha *et al.* (2000) indican que, en la parte de Estados Unidos que da al Golfo de México, la reproducción se lleva a cabo con organismos de tallas más pequeñas de 150 cm L_f en los meses de mayo a agosto.

Sobre la estructura de longitudes de las hembras en Fase IV, CICAA (2006-2016) señala que el palangre captura individuos de mayor longitud que otras pesquerías, debido a la selectividad del arte, relacionada principalmente con el tamaño del anzuelo y, en muchos casos, con la profundidad. En contraste, en las pesquerías con redes de cerco, la mayoría de las hembras capturadas es inmadura y corresponde a las Fases I y II. Diaha *et al.* (2015) indican que la captura realizada con red de cerco en el Golfo de Guinea está compuesta por 30.52% de hembras maduras de las etapas III y IV, y 69.29% de hembras inmaduras de las etapas I y II. El porcentaje registrado de hembras en Fase IV capturadas con palangre en el Golfo de México es superior al de la red de cerco en el océano Atlántico oriental, por lo que la actividad de pesca que realiza la flota palangrera mexicana permite mantener una alta permanencia de actividad reproductora de las hembras a lo largo del año.

La estimación de longitud promedio de madurez L_{50} en Fase IV es de 142 cm L_f . Este valor es mayor a los de otras zonas de pesca. Albaret (1977) estimó una longitud de madurez completa de hembras de atún aleta amarilla a los 108 cm L_f en la pesca con red de cerco en el Golfo de Guinea. Recientemente, para la misma zona se calculó el valor de L_{50} en 124.6 cm L_f por medio de un análisis microscópico de las gónadas (Diaha *et al.* 2016). Estas diferencias pueden de-

berse a varias causas, entre ellas, la selectividad del arte (Kendall *et al.* 2014), la zona de pesca (Boulcott *et al.* 2007) o, bien, por un efecto de la presión de ésta (Rijnsdorp 1993, Trippel 1995).

Conclusiones

- La pesquería mexicana del atún aleta amarilla con palangre captura una proporción mayor de machos que de hembras.
- Las hembras en la pesquería se encuentran predominantemente en Fase IV de madurez gonádica y presentan la condición de madurez avanzada, predesove y desove en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México, en particular en los meses de mayo a agosto.
- La longitud promedio de madurez L_{50} fue de 142 cm L_f .

Agradecimientos

Se hace un reconocimiento al Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo. Al Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y de Protección de Delfines (PNAAPD). A los pescadores, los observadores a bordo, el sector productivo, los facilitadores y los capturistas de datos. A los revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias a este manuscrito.

Literatura citada

- Albaret JJ. 1977. La reproduction de l'albacore *Thunnus albacares* dans le Golfe de Guinée. *Cahiers Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer, Séries Océanographie* 15(4): 389-419.
- Arocha F, DW Lee, LA Marciano, JS Marciano. 2000. Preliminary studies on the spawning of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Western Central Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 51(2): 538-552.
- Arocha F, DW Lee, LA Marciano, JS Marciano. 2001. Update information on the spawning of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the Western Central Atlantic. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 52(1): 167-176.
- Bonnaterre JP. 1788. *Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature.*

- Ichthyologie*. Paris :Chez Panckoucke. Paris. 215p.
DOI: 10.5962/bhl.title.11660
- Boulcott P, PJ Wright, FM Gibb, H Jensen, IM Gibb. 2007. Regional variation in maturation of sandeels in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 64(2): 369-376. DOI: 10.1093/icesjms/fsl033
- Capisano C, A Fonteneau. 1991. Analyse des fréquences de longueur, du sex-ratio et des zones de reproduction de l'albacore, *Thunnus albacares*, de l'Atlantique. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 36: 241-279.
- CICAA. 2006-2016. Manual de ICCAT. En: A Domingo, R Forselledo, P Miller, S Jiménez, F Mas, M Pons M (eds.). *Palangre*. Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico. Madrid, España, 48p.
- Collette BB, CE Nauen. 1983. *FAO species catalogue. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date*. *FAO Fisheries Synopsis* 2(125): 137p.
- Diaha NC, I Zudaire, E Chassot, C Pecoraro, N Bodin, MJ Amandè, P Dewals, MU Romeo, YD Irié, BD Barryga, DA Gbeazere, D Kouadio. 2015. Present and future of reproductive studies of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the eastern Atlantic Ocean. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 71(1): 489-509.
- Diaha NC, I Zudaire, E Chassot, BD Barrigah, YD Irié, DA Gbeazere, D Kouadio, C Pecoraro, MU Romeo, H Murua, MJ Amandè, P Dewals, N Bodin. 2016. Annual monitoring of reproductive traits of female yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the Eastern Atlantic Ocean. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* 72(2): 534-548.
- DOF. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-023-PESC-1996, Que regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación*. México. 4 de agosto de 1997.
- DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 24 de agosto de 2012.
- DOF. 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SAG/PESC-2014, Que regula el aprovechamiento de las especies de túnidos con embarcaciones palangreras en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe. *Diario Oficial de la Federación*. México. 16 de abril de 2014.
- Fonteneau A, J Marcille (eds.). 1993. *Resources, fishing and biology of the tropical tunas of the Eastern Central Atlantic*. *FAO Fisheries Document Paper* 292: 354p.
- Grande-Vidal JM, CA Severino-Hernández, AJ Valdez-Guzmán. 1988. Evaluación tecnológica de las posibilidades de explotación comercial de atún en el Golfo de México. *Ciencia Pesquera* 6: 103-118.
- Kendall NW, U Dieckmann, M Heino, AE Punt, TP Quinn. 2014. Evolution of age and length at maturation of Alaskan salmon under size-selective harvest. *Evolutionary Applications* 7(2): 313-322. DOI: 10.1111/eva.12123
- Linnaeus C. 1758. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata*. *Laurentius Salvius: Holmiae*. ii, 824p.
- Murua H, F Saborido-Rey. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 33: 23-31.
- Ramírez-López K, C Quiroga-Brahms, A Wakida-Kusunoki. 2008. Caracterización espacio-temporal de la captura del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) por la flota palangrera en el Golfo de México, durante 2005. *El Vigía* 13(33): 10-13.
- Rijnsdorp AD. 1993. Fisheries as a large-scale experiment on life-history evolution: disentangling phenotypic and genetic effects in changes in maturation and reproduction of North Sea plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Oecologia* 96(3): 391-401. DOI: 10.1007/BF00317510
- Santana-Hernández H, R Macías-Zamora, AL Vidaurri-Sotelo. 1996. Relación entre la abundancia de peces de pico y la temperatura del agua en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera* 13: 62-65.
- Trippel EA. 1995. Age at maturity as a stress indicator in fisheries. *BioScience* 45(11): 759-771.

Recibido: 2 de marzo de 2018

Aceptado: 15 de febrero de 2019

Nota Científica

Contribución al conocimiento de la edad y el crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus* en la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa

Ma. Teresa Gaspar-Dillanes*✉, José Luis Gómez-Márquez**, Bertha Peña-Mendoza**
y Juan Francisco Barba-Torres***

Se presenta información sobre la edad y el crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus* por medio de la lectura de marcas en escamas en la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sin. Se recolectaron 60 peces con redes agalleras de diferente luz de malla, de marzo a agosto de 2009; la longitud registrada fue de 93 mm a 440 mm y el peso de 19 g a 1 622 g. La relación peso-longitud indicó un crecimiento alométrico para la población ($b = 2.918$). La relación entre el radio de la escama (R) y la longitud (Lt) fue descrita para ambos sexos por una función lineal ($Lt = 52.005R + 19.158$; $r^2 = 0.831$). El análisis de escamas identificó seis grupos de edad para ambos sexos, los peces de los grupos III (20) y V (23) se presentaron con mayor frecuencia en las capturas. El crecimiento en longitud se describe mediante el modelo de von Bertalanffy: $Lt = 596 \cdot [1 - e^{-0.272(t+0.215)}]$. El número de anillos y los valores de crecimiento son superiores a los reportados en otros embalses donde se captura esta especie.

Palabras clave: Embalse, escamas, tilapia, alometría, Sinaloa.

Knowledge contribution of the age and growth of tilapia *Oreochromis aureus* in Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto” reservoir, Sinaloa

Data on age and growth of tilapia *Oreochromis aureus* by means of marks on scales of fish from the reservoir Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sin. is presented. A total of 60 fish were collected with gill nets of different mesh sizes, from March to August 2009. Lengths ranged from 93 mm to 440 mm total length and 19 g to 1 622 g total weight. The length-weight relationship indicated an allometric growth ($b = 2.918$) of the population. The relationship between scale radius (R) and fish length (Lt) was described for both sexes combined by a linear function ($Lt = 52.005R + 19.158$; $r^2 = 0.831$). Scales analysis showed six age groups for both sexes, those in the group III (20 fishes) and V (23 fishes) were the most frequent in the catches. Results of the von Bertalanffy growth function in length were obtained by simple linear regression: $Lt = 596 \cdot [1 - e^{-0.272(t+0.215)}]$. The number of rings and growth values are higher than those reported in other aquatic systems.

Key words: Reservoir, scales, tilapia, allometry, Sinaloa.

Introducción

En México, la tilapia del género *Oreochromis* es una de las más importantes fuentes de proteína animal e ingresos para muchas comunidades. *Oreochromis aureus* (Steindachner 1864) fue in-

troducida a México en 1964 a la Estación Piscícola de Temascal, Oax. (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo 1986, Morales 1991). Se le ha diseminado ampliamente en cuerpos de agua naturales y artificiales en regiones templadas y tropicales del país; ha sido introducida en grandes cuencas y dispersada en pequeños cuerpos de agua y es una de las pesquerías más importantes de las aguas continentales mexicanas (Ibáñez y Romo-Coronel 2007).

La actividad pesquera en la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto” inició en 1988 con la captura de 21 t de tilapia, en 2010 se obtuvo la máxima captura con 1 655.7 t y, a partir de este año, se han registrado fluctuaciones en

* Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura. Ave. México núm. 190, Col. Del Carmen, Coyoacán, CP 04100, Ciudad de México. ✉ Responsable de la correspondencia: teresa.gaspar@inapesca.gob.mx

** Laboratorio de Limnología, FES Zaragoza, UNAM, Batalla 5 de Mayo s/n, Ejército de Oriente Zona Peñón, CP 09230, Ciudad de México.

*** Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM, Blvd. Cataratas 3, Jardines del Pedregal, CP 01900 Ciudad de México.

las capturas, así, en 2013 bajó la captura a 687.9 t para después incrementarse, hasta 1 406.3 t anuales en 2017, principalmente de tilapia (datos oficiales de registro de capturas¹).

Es por ello que conocer la edad y el crecimiento de la especie en este embalse es esencial para llevar a cabo un buen manejo de su pesquería, por lo que la finalidad de este estudio fue realizar un análisis preliminar de los datos de la edad de la tilapia azul *O. aureus*, por medio de la lectura de escamas en el embalse El Salto.

Materiales y métodos

La presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto” se localiza en el municipio de Elota, Sinaloa, entre 24° 02' y 24° 06' N y 106° 35' y 106° 45' O. Se ubica en el río Elota, cubre una superficie máxima inundada de 3 200 ha y cuenta con 410 millones de m³ de volumen máximo (Beltrán-Álvarez *et al.* 2015). El agua de la presa El Salto es de condiciones cálidas, oxigenadas, ligeramente alcalinas, moderadamente duras y en estado eutrófico, por lo que es adecuada para el desarrollo de las especies de peces que ahí se extraen (Gaspar-Dillanes *et al.* 2009²).

El estudio se llevó a cabo de marzo a agosto de 2009, los peces se recolectaron con redes agalleras con luz de malla desde 2.5 hasta 6.0 plg. De cada pez se tomó la longitud total (Lt, mm), peso total (Pt, g); se registró el sexo basado en diferencias sexuales externas y se realizó un corte longitudinal desde la sínfisis mandibular, hasta el orificio anal para exponer las gónadas y corroborar el sexo. De cada organismo se tomaron de debajo de la línea lateral y por encima de la aleta pectoral de 10 a 15 escamas, que se lavaron con una solución de hidróxido de amonio a 5% para eliminar el exceso de grasa y posteriormente se seleccionaron de seis a ocho escamas y se mon-

taron entre dos portaobjetos para su medición (Ruíz-Durá *et al.* 1970) con una cámara digital Leica® de cuatro megapíxeles acoplada a un microscópico y el programa de análisis de imagen (Motic Images Plus, versión 2.0 ML, Multi Language version Motic Group Corporation). Las imágenes de las escamas obtenidas fueron utilizadas para medir el radio de la escama (R = distancia del foco al margen anterior de la escama) y la distancia del foco a cada uno de los anillos formados (r_n). Las lecturas de los anillos de crecimiento se llevaron a cabo por dos lectores en diferentes tiempos siguiendo el método descrito por Holden y Raitt (1975). El sesgo de edad y la precisión del conteo de anillos fueron examinadas con el Índice del Error Promedio Porcentual (EPP) (Beamish y Fournier 1981) entre las dos lecturas independientes de las escamas.

La relación entre la longitud total (Lt) y el radio de la escama (R) se estimó mediante el modelo lineal propuesto por Lee (1920) y se comparó por sexo utilizando un análisis de covarianza (Zar 1984).

Para la determinación de la periodicidad de la deposición de los anillos en las escamas se utilizó la información presentada por Beltrán-Álvarez *et al.* (2010) y Peña-Messina *et al.* (2010), quienes mencionan que en esta especie durante un año se forman dos marcas de crecimiento. A partir de la longitud promedio calculada a cada marca de crecimiento se construyó la clave edad-longitud, con base en la cual se obtuvieron los parámetros k y L_∞ , por medio del método de Ford-Walford (Sparre y Venema 1997, Salgado-Ugarte *et al.* 2005) y la t_0 se obtuvo mediante el método de Beverton y Holt (Sparre y Venema 1997, Salgado-Ugarte *et al.* 2005). Finalmente, para describir el crecimiento en longitud y peso se utilizó el modelo de von Bertalanffy (1938).

Como criterio para comparar las curvas de crecimiento obtenidas por diferentes autores, se utilizó el índice de crecimiento estándar ($\phi' = \log k + 2 \log L_\infty$) (Munro y Pauly 1983).

La relación entre el peso total (Pt) y la longitud total (Lt) fue calculada con la función $Pt = a Lt^b$. Se evaluó la isometría de la pendiente obtenida con la prueba *t-Student* (Chatterjee y Hadi 2006). La longevidad de la especie se estimó utilizando el modelo $t_{max} = (3/k) + t_0$ (Pauly 1984).

1. <https://sipesca.conapesca.gob.mx>, consultado 25 de junio de 2018.
2. Gaspar-Dillanes MT, VI González-Gallardo, E Romero-Beltrán, P Toledo, JA Bect-Valdez, E Márquez-García, JÁ Rivera, PM Medina-Osuna. 2009. Estudio biológico-pesquero, de la calidad del agua y socioeconómico en la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno (El Salto), Sinaloa. Informe de Investigación. (Documento interno). Instituto Nacional de Pesca. México. 59p.

Resultados

De los 60 peces recolectados, 29 fueron machos (50%), 20 hembras (34.5%) y once (15.5%) indeterminados; sólo 58 presentaron anillos legibles (93.5%); los datos obtenidos se encuentran en la *tabla 1*. No se encontraron diferencias significativas entre las longitudes de los machos y las hembras (U Mann-Whitney = 334.5; $p > 0.05$).

Tabla 1

Valores mínimos y máximos de longitud y peso de hembras y machos de *Oreochromis aureus* de la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa

| | Indeterminados | | Hembras | | Machos | |
|----------|----------------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Lt (mm) | Pt (g) | Lt (mm) | Pt (g) | Lt (mm) | Pt (g) |
| Mínimo | 93 | 19 | 180 | 125 | 173 | 120 |
| Máximo | 200 | 145 | 415 | 1 452 | 440 | 1 622 |
| Promedio | 129.25 | 56.75 | 282.5 | 525.7 | 308.8 | 720.2 |

El análisis preliminar de covarianza ($F = 1.71$; $p > 0.05$) a los datos de longitud total y peso total tomando en cuenta el sexo, no mostró diferencias significativas entre los sexos. La relación longitud-peso para toda la población describe un crecimiento potencial y se representa por el modelo $Pt = 0.00003 \cdot Lt^{2.918}$; $r^2 = 0.982$ (Fig. 1).

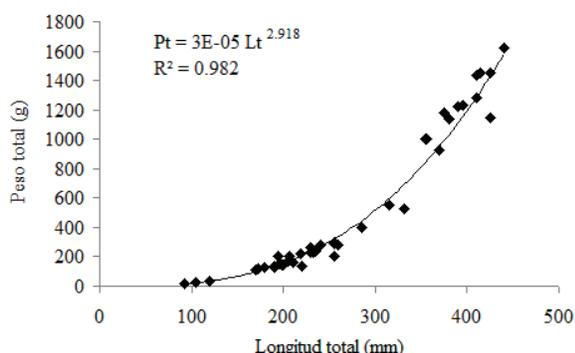


Fig. 1. Relación longitud-peso de la población de *Oreochromis aureus* de la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa.

La relación indica un crecimiento alométrico con tendencia a la isometría (t -Student = 0.743; $p > 0.05$). Antes de realizar la regresión de la relación radio de la escama-longitud, se aplicó el análisis de covarianza a los datos de longitud total y radio de las escamas tomando en cuenta el sexo

y el resultado no mostró diferencias significativas entre los sexos ($F = 1.10$; $p > 0.05$). La relación Lt-R fue significativa para machos y hembras combinados y se describe con una función lineal: $Lt = 52.005 R + 19.158$ ($r^2 = 0.831$; $p < 0.05$).

En el conteo de los anillos de crecimiento en las escamas se alcanzó un nivel de acuerdo entre dos lectores de 93.5% en 58 mediciones, mientras que 6.45% ($n = 4$) no fue legible, por lo que las escamas fueron excluidas del análisis. La comparación del número de anillos contados por los dos lectores no indicó un sesgo apreciable: el valor del EPP (1.32%) se consideró aceptable. Los peces capturados estuvieron en mayor proporción representados por la edad v y, en menor, las edades I y II. Considerando a Beltrán-Álvarez *et al.* (2010) y Peña-Messina *et al.* (2010), cada edad podría representar seis meses, lo que correspondería a la época de reproducción de la especie para este embalse. Una vez realizado el retrocálculo, se procedió a obtener los valores promedio para cada edad (Tabla 2).

Tabla 2

Valores observados y obtenidos de longitud total (Lt) promedio en *Oreochromis aureus* en la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa

| Edad | Proporción (%) | Lt observada (mm) | Lt calculada (mm) |
|------|----------------|-------------------|-------------------|
| I | 3.4 | 106 | 109.90 |
| II | 3.4 | 152 | 165.35 |
| III | 29.3 | 209 | 217.34 |
| IV | 15.5 | 239 | 271.38 |
| V | 39.7 | 345 | 319.53 |
| VI | 8.6 | 398 | 344.79 |

En el análisis de escamas se identificaron seis grupos de edad para ambos sexos, la edad V se presentó con mayor frecuencia en las capturas. La *tabla 3* muestra los valores promedio para cada edad obtenida a partir del retrocálculo.

La edad máxima registrada en este estudio fue de tres años. Los valores de las constantes de crecimiento del modelo de von Bertalanffy para ambos sexos son: $L_{\infty} = 596$ mm, $P_{\infty} = 3 760.8$ g, $k = 0.272$ /año y $t_0 = -0.215$ /año ($r^2 = 0.996$). El valor de la longitud asintótica es más alto que el valor de longitud máxima observada (Tabla 1, Fig. 2).

Tabla 3
Clave edad/longitud para ambos sexos de *Oreochromis aureus* (DE = desviación estándar) de la Presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa

| Edad (años) | Núm. de organismos | Porcentaje | Longitud total (mm) | | | | | |
|-------------|--------------------|------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | I | II | III | IV | V | VI |
| I | 2 | 3.4 | 101.8 | | | | | |
| II | 2 | 3.4 | 92.0 | 129.9 | | | | |
| III | 17 | 29.3 | 102.9 | 150.7 | 192.3 | | | |
| IV | 9 | 15.5 | 111.2 | 161.7 | 205.9 | 236.0 | | |
| V | 23 | 39.7 | 115.9 | 180.4 | 237.6 | 284.4 | 320.8 | |
| VI | 5 | 8.6 | 115.9 | 166.9 | 230.8 | 275.0 | 313.5 | 344.7 |
| Media | | | 109.9 | 165.3 | 217.3 | 271.3 | 319.5 | 344.7 |
| DE | | | 34.9 | 47.1 | 53.8 | 57.3 | 61.8 | 75.1 |

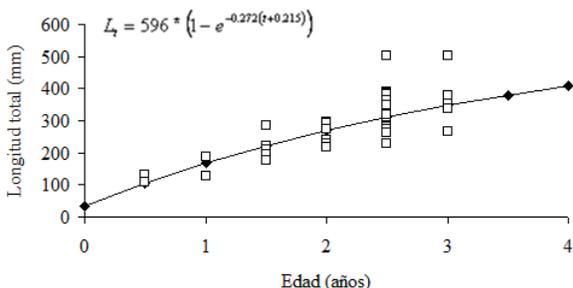


Fig. 2. Curva de crecimiento de *Oreochromis aureus* de la presa Ing. Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa.

El índice de crecimiento estándar (ϕ') obtenido en función de la relación existente de los valores de las constantes de crecimiento longitud infinita (L_∞) y la tasa de crecimiento (k) para *O. aureus*, obtenidos en el presente trabajo y los que se han registrado en otros embalses de México, se incluyen en la *tabla 4*.

Discusión

Las longitudes de *O. aureus* obtenidas en la presa El Salto son similares a las registradas por Ramos-Cruz (1995) en la presa Benito Juárez (Oaxaca) y por Peña-Messina *et al.* (2010) en la presa Aguamilpa (Nayarit), pero mayores a las obtenidas por Jiménez-Badillo (2006) en la presa El Infiernillo (Michoacán-Guerrero), Beltrán-Álvarez *et al.* (2010) en la presa Sanalona (Sinaloa) y Gómez-Ponce *et al.* (2011) en la presa Zimapán (Hidalgo). Esta diferencia de longitud en los diferentes cuerpos de agua, puede deberse a la luz de malla del arte de pesca utilizado, así como a las condiciones ambientales prevalecientes en las regiones de estudio y al estado trófico de cada sistema acuático. Sin embargo, los valores obtenidos en este estudio son mucho mayores a los registrados para *Oreochromis niloticus*

Tabla 4

Parámetros de crecimiento de von Bertalanffy estimados para *Oreochromis aureus* en estudios previos en diferentes regiones de México. L_∞ = longitud asintótica (L_t , cm); k = coeficiente de crecimiento en un año; ϕ' = índice de crecimiento estándar

| Embalse | L_∞ (cm) | k | ϕ' | Longevidad (años) | Referencia |
|------------------------|-----------------|-------|---------|-------------------|---|
| El Salto, Sin. | 59.6 | 0.27 | 2.98 | 11 | Este estudio |
| Sanalona, Sin. | 41.6 | 0.36 | 2.79 | 8 | Beltrán-Álvarez <i>et al.</i> (2010) |
| Eustaquio Buelna, Sin. | 33.8 | 0.48 | 2.74 | 6 | Beltrán-Álvarez <i>et al.</i> (2014) |
| Aguamilpa, Nay. | 43.3 | 0.32 | 2.83 | 9 | Peña-Messina <i>et al.</i> (2010) |
| Aguamilpa, Nay. | 36.5 | 0.6 | 2.9 | 5 | Orbe-Mendoza <i>et al.</i> (2002) |
| Infiernillo, Mich. | 40.6 | 0.11 | 2.26 | 27 | Guzmán (1994) |
| Infiernillo, Mich. | 47.9 | 0.46 | 3.02 | 7 | Jiménez-Badillo (2006) |
| Benito Juárez, Oax. | 29.6 | 0.218 | 2.29 | 14 | Ramos-Cruz (1995) |
| Zimapán, Hgo. | 28.1 | 0.33 | 2.41 | 9 | Gómez-Ponce <i>et al.</i> (2011) |
| Zimapán, Hgo. | 41.3 | 0.66 | 3.05 | 5 | Hernández-Montaño y Orbe-Mendoza (2002) |

(Linnaeus 1758) por Pérez y Patlani (2002) en la presa Emiliano Zapata y por Gómez-Márquez *et al.* (2008) en el lago Coatetelco, ambos ubicados en el estado de Morelos, aunque similares a los reportados para esta misma especie en Mississippi, EU, por Grammer *et al.* (2012).

Al realizar la comparación de la distribución de frecuencias en longitud para machos y hembras se encontró que no existen diferencias significativas entre sexos y se demostró estadísticamente que los machos tienen la misma longitud que las hembras. Lo anterior es similar a lo reportado por Peña-Messina *et al.* (2010), pero contrario a lo señalado por Beltrán-Álvarez *et al.* (2010), quienes mencionan que los machos de *O. aureus* fueron más grandes que las hembras.

El análisis de la relación longitud-peso de ambos sexos mostró un crecimiento alométrico con tendencia a la isometría y no existen diferencias en la tasa de crecimiento relativo entre sexos. Estos resultados son similares a los reportados por Flores (2006) para el mismo cuerpo de agua que aquí se estudia y por Gómez-Ponce *et al.* (2011) para el reservorio Zimapán, pero diferente a lo encontrado por Ramos-Cruz (1995), Jiménez-Badillo (2006), Beltrán-Álvarez *et al.* (2010) y Peña-Messina *et al.* (2010) en Sinaloa y otras regiones de México. Los estudios realizados en distintas especies de tilapias en embalses naturales y artificiales de México, muestran que los valores de la pendiente de esta relación oscilan entre 2.5 y 3.5 (Tesch 1968 y Granado 2002); el valor obtenido para la tilapia de la presa El Salto, Sin. ($b = 2.91$) está dentro del intervalo mencionado, por lo que es adecuado y confiable, ya que la relación longitud-peso puede ser influenciada por el sexo, la madurez gonádica, la región geográfica y las condiciones ambientales (Tesch 1968).

Ibáñez (2004) indica que el coeficiente alométrico puede variar a lo largo del año alcanzando valores de tres cuando las condiciones ambientales son adecuadas para las especies. Además, Murphy *et al.* (1991) mencionan que el crecimiento alométrico de las diferentes especies de tilapia ha sido atribuido principalmente a problemas de alimentación y densidad de peces en cultivo en diferentes cuerpos de agua.

El análisis del retrocálculo es una técnica que permite estimar dimensiones corporales en etapas previas de la historia de vida de los pe-

ces. Existen dos supuestos para su aplicación: 1) periodicidad constante de los incrementos y 2) proporción constante entre el crecimiento de la estructura dura y el crecimiento somático del pez (Meekan *et al.* 1998). En este estudio se cumplió con los supuestos mencionados y se logró estimar la longitud total promedio correspondiente a cada grupo de edad. Durante la lectura de las marcas de crecimiento, se registraron seis grupos de edad similar a lo reportado para la misma especie por Beltrán-Álvarez *et al.* (2010); la variación en las longitudes estimadas para cada grupo de edad fue mayor en los primeros grupos y disminuyó en las siguientes edades. Una posible causa de esta variación, puede ser la variabilidad natural del crecimiento de los peces en el ambiente y la otra es la cantidad de organismos analizada.

A partir del número de los seis anillos observados en las escamas se determinaron seis grupos de edad para la tilapia de la presa El Salto; aun cuando la aparición de los anillos en las escamas no se pudo corroborar, ya que no se tiene un muestreo mensual durante un año, se consideraron los criterios de anillos anuales de acuerdo con lo reportado por Beltrán-Álvarez *et al.* (2010) y Peña-Messina *et al.* (2010), para embalses del NO de México y cuyo resultado es de dos anillos por año. En este caso, la mayor captura comercial de tilapia que se realiza en la presa El Salto, se concentra en organismos de entre tres y cinco años de edad. Cabe señalar que en la captura se registraron organismos de menos de dos años pero en bajo porcentaje.

En este estudio no se registraron diferencias significativas entre los machos y las hembras, lo que permitió una mejor estimación de las constantes del modelo de von Bertalanffy, en comparación con estudios similares en otros cuerpos de agua en la República Mexicana. En la *tabla 4* se observa que existen diferencias en los datos de crecimiento en distintos embalses, lo que puede deberse a factores tales como la temperatura, el fotoperiodo, la calidad y la cantidad de alimento, el periodo de reproducción y la actividad metabólica, entre otros que afectan los parámetros de crecimiento, principalmente L_{∞} y k (Everhart y Youngs 1981, Granado 2002). Es importante mencionar que la longitud máxima que registran Peña-Messina *et al.* (2010) fue de 31 cm, y Beltrán-Álvarez *et al.* (2010) de 34.5 cm, valores

que son menores al registrado en este trabajo (44 cm).

De acuerdo con Gómez-Ponce *et al.* (2011), las especies del género *Oreochromis* alcanzan edades considerables principalmente en regiones de altas latitudes. Jiménez-Badillo (2006) menciona que en algunas presas de México se tienen registros de organismos de 11 años de edad, como *O. aureus* en la presa Infiernillo, y Ramos-Cruz (1995) de 14 años para la misma especie en Oaxaca. Para este estudio, la longevidad obtenida fue de 11 años, similar a lo reportado por Peña-Messina *et al.* (2010) para la tilapia de la presa Aguamilpa, Nay., y Beltrán-Álvarez *et al.* (2010) para la misma especie en la presa Sanalona, Sinaloa.

Es necesario completar la prospección del recurso pesquero analizado para contar con más datos que permitan validar la información aquí presentada, ya que el valor estimado de longitud asintótica es mayor al reportado para esta especie en otros embalses, por lo que es posible que esté sobreestimado y se hace necesario tener mayor representación de las clases de edad, así como el reconocimiento de la época de reproducción para determinar la periodicidad de la depositación en los anillos y su influencia en la estimación de su edad y crecimiento. Además, es necesario registrar las condiciones ambientales que prevalecen en el embalse, a fin de conocer el efecto que éstos tienen sobre el recurso pesquero. El conocimiento de la edad y los parámetros de crecimiento permiten llevar a cabo adecuados manejo y conservación de esta pesquería, para beneficio de la comunidad que depende de este recurso pesquero.

Literatura citada

- Arredondo-Figueroa JL, M Guzmán-Arroyo. 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la Tribu Tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 56(2): 555-572.
- Beamish RJ, DA Fournier. 1981. A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38(8): 982-983. DOI: 10.1139/f81-132
- Beltrán-Álvarez R, J Sánchez-Palacios, GL Valdez, AA Ortega-Salas. 2010. Edad y crecimiento de la mojarra *Oreochromis aureus* (Pisces: Cichlidae) en la Presa Sanalona, Sinaloa, México. *Revista de Biología Tropical* 58(1): 325-338.
- Beltrán-Álvarez R, J Sánchez-Palacios, JP Ramírez-Lozano, JA Santiago-Amaya. 2014. Edad y crecimiento de la tilapia *Oreochromis aureus* (Cichlidae) en el embalse Eustaquio Buelna, Sinaloa, México. *Ciencia Pesquera* 22(2): 37-46.
- Chatterjee S, AS Hadi. 2006. *Regression Analysis by Example*. Fourth Edition. John Wiley & Sons, Inc. EE. UU. 375p.
- Everhart WH, W Youngs. 1981. *Principles of fishery science*. Second Edition. Cornell University Press. EE. UU. 350p.
- Flores C. 2006. Análisis de los efectos de la selectividad de las redes agalleras sobre algunos aspectos de la pesquería comercial (*Oreochromis aureus*), en la presa Aurelio Benassini Vizcaíno “El Salto”, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Gómez-Márquez JL, B Peña-Mendoza, IH Salgado-Ugarte, JL Arredondo-Figueroa. 2008. Age and growth of the tilapia, *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) from a tropical shallow lake in Mexico. *Revista de Biología Tropical* 56(2): 875-884.
- Gómez-Ponce MA, K Granados-Flores, C Padilla, M López-Hernández, G Núñez-Nogueira. 2011. Edad y crecimiento del híbrido de tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) en la represa “Zimapán” Hidalgo, México. *Revista de Biología Tropical* 59(2): 761-770.
- Grammer GL, WT Slack, MS Peterson, MA Dugo. 2012. Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) establishment in temperate Mississippi, USA: multi-year survival confirmed by otolith ages. *Aquatic Invasions* 7(3): 367-376. DOI: 10.3391/ai.2012.7.3.008
- Granado LC. 2002. *Ecología de peces*. Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones. España. 356p.
- Guzmán UA. 1994. Parámetros biológicos de tilapia (*Oreochromis aureus* Steindachner, 1864) de la presa Adolfo López Mateos “El Infiernillo”, Michoacán-Guerrero, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 33p.
- Hernández-Montaña D, A Orbe-Mendoza. 2002. Evaluación pesquera de la presa Fernando Hiriart Balderrama (Zimapán) Hidalgo-Querétaro, México: Opciones para su manejo. *En: G de la*

- Lanza-Espino, JL García-Calderón (eds.). *Lagos y presas de México*. AGT Editor SA, México. pp: 437-457.
- Holden MJ, DFS Raitt. 1975. Manual de Ciencia Pesquera. Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. *FAO Documento Técnico de Pesca* 115, Rev. 1: 255p.
- Ibáñez AL. 2004. Impact of the timing of stocking on growth and allometric index in aquaculture-based fisheries. *Fisheries Management and Ecology* 11(2): 81-87. DOI: 10.1046/j.1365-2400.2003.00375.x
- Ibáñez AL, MA Romo-Coronel. 2007. Formation of ring marks in stocked tilapia juveniles (*Oreochromis aureus*/*O. niloticus*) (Perciformes: Cichlidae). *Revista de Biología Tropical* 55(3-4): 1005-1013.
- Jiménez-Badillo L. 2006. Age-growth models for tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes, Cichlidae) of the Infiernillo reservoir, Mexico and reproductive behavior. *Revista de Biología Tropical* 54(2): 577-588.
- Lee RM. 1920. A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. Great Britain Ministry of Agriculture and Fisheries. *Fishery Investigations* ser. 2, 4(2): 1-32.
- Meekan MG, JJ Dodson, SP Good, DAJ Ryan. 1998. Otolith and fish size relationships, measurement error, and size-selective mortality during the early life of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55(7): 1663-1673.
- Morales DA. 1991. *La Tilapia en México. Biología, Cultivo y Pesquerías*. AGT Editor SA, México. 190p.
- Murphy BR, DW Willis, TA Springer. 1991. The relative weight index in fisheries management: Status and needs. *Fisheries* 16(2): 30-38. DOI: 10.1577/1548-8446(1991)016<0030:TRWIFF>2.0.CO;2
- Munro JL, D Pauly. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* 1: 5-6.
- Orbe-Mendoza AA, D Hernández-Montaño, J Acevedo-García, M Guzmán-Arroyo. 2002. Presa Aguamilpa, Nayarit, México. En: G de la Lanza-Espino, JL García-Calderón (eds.). *Lagos y presas de México*. AGT Editor SA, México. pp: 402-420.
- Pauly D. 1984. *Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use with programmable calculators*. International Center for Living Aquatic Resources Management, Studies and Reviews 8. 325p.
- Peña-Messina E, R Tapia Varela, JI Velázquez Abunader, AA Orbe Mendoza, JMJ Ruiz Velazco Arce. 2010. Growth, mortality and reproduction of the blue tilapia *Oreochromis aureus* (Perciformes: Cichlidae) in the Aguamilpa Reservoir, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 58(4): 1577-1586.
- Pérez OG, JS Patlani. 2002. Edad y crecimiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) de la presa Emiliano Zapata, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. 87p.
- Ramos-Cruz S. 1995. Reproducción y crecimiento de la mojarra tilapia (*Oreochromis aureus*) en la Presa Benito Juárez, Oaxaca, México, en 1993. *Ciencia Pesquera* 11: 54-61.
- Ruiz-Durá MF, Y Orijel-Arenas, G Rodríguez-Hernández. 1970. Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, *Serie Investigación Pesquera Estudio* 2: 97p.
- Salgado-Ugarte IH, JL Gómez-Márquez, B Peña-Mendoza. 2005. *Métodos actualizados para análisis de datos biológico-pesqueros*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. 240p.
- Sparre P, SC Venema. 1997. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fisheries Technical Paper*, 306.1, Rev. 2: 420p.
- Tesch FW. 1968. Age and growth. In: WE Ricker. (ed.). *Method for assesment of fish production in freshwater*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp: 93-123.
- Von Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. 11). *Human Biology* 10: 181-213.
- Zar JH. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall International, New Jersey. 718p.

Recibido: 20 de octubre de 2017

Aceptado: 24 de agosto de 2018

Artículo de fondo

Revisión de la composición de especies de peces capturadas incidentalmente en la pesquería de camarón en el Golfo de México

Rafael Chávez-López*✉ y Ángel Morán-Silva*

La pesquería de camarón de altura es la actividad económica más importante en el Golfo de México. La especie objetivo es el camarón café (*Farfantepenaeus aztecus*) y se captura principalmente en los estados de Tamaulipas, Veracruz y Campeche. En el arrastre camaronero también se extraen organismos no objetivo denominadas como fauna de acompañamiento, compuesta sobre todo por peces. En este litoral mexicano se desconoce tanto la composición de especies de peces, como la variación espacial y temporal de la fauna de acompañamiento (FAC), por lo que se realizó una actualización del conocimiento de la FAC a partir del análisis de las únicas cuatro publicaciones acerca del tema en el Golfo de México, que han registrado 89 familias, 192 géneros y 337 especies. Las familias Triglidae, Sciaenidae, Serranidae, Paralychthidae, Carangidae, Lutjanidae, Tetraodontidae, Haemulidae, Sparidae y Monacanthidae fueron las de mayor riqueza de especies. Sólo 23 especies se reportaron en todos los estudios y las dominantes fueron *Synodus foetens*, *Upeneus parvus* y *Diplectrum bivittatum*. En general, no existe información sobre los procesos ecológicos de las comunidades de peces de la FAC y de sus usos; también es escasa la información para la evaluación de los impactos ambientales producidos por esta pesquería, como el efecto de la extracción de juveniles de peces en el reclutamiento natural de las poblaciones y que potencialmente perturba la dinámica ecosistémica. Esta carencia de información señala la existencia de un problema ambiental en el Golfo de México que demanda atención pronta.

Palabras clave: Descarte, FAC, pesquería, camarón, peces.

Fish species composition of the shrimp fishery bycatch in the Gulf of Mexico

The shrimp fishery is the most important economic activity in the Gulf of Mexico. The target species is brown shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*) and is caught mainly in Tamaulipas, Veracruz, and Campeche states. In the shrimp trawl, non-target species qualified as by-catch fauna (FAC) are also extracted, which is mostly fish species; in this Mexican coast fish species composition as well as spatial and temporal FAC variations are unknown, therefore an update of the FAC knowledge was made from an analysis with the only four paper published in Gulf of Mexico on the subject, which register 89 families, 192 genera, and 337 fish species. The families Triglidae, Sciaenidae, Serranidae, Paralychthidae, Carangidae, Lutjanidae, Tetraodontidae, Haemulidae, Sparidae and Monacanthidae were the richest. Only 23 species occurred in all reports and the dominant were *Synodus foetens*, *Upeneus parvus* and *Diplectrum bivittatum*. In general, there is no information about the ecological processes of the FAC fish community and their uses, also valuable information related to the evaluation of the environmental impacts produced by this fishery is scarce, as the effect of the young fish extraction that prevents natural recruitment of the populations and potential affectation to the ecosystemic dynamics. This lack of information indicates the existence of an environmental problem in the Gulf of Mexico that demands prompt attention.

Key words: Discard, by-catch, shrimp, fishery, fishes.

Introducción

El recurso camarón es el objetivo de la pesquería más importante en el litoral del Golfo de Mé-

xico y el mar Caribe, el valor económico de su producción es el mayor en este sector; además, su explotación y su procesamiento ocupan buena parte de la infraestructura pesquera en esas costas mexicanas. En el año 2013, la derrama económica con base en el peso desembarcado fue mayor a 7 500 millones de pesos, equivalente a 37.8% de los ingresos en la producción pesquera

* Laboratorio de Ecología Estuarina, UNAM-FES Iztacala. Av. de los Barrios Núm. 1, Tlalnepantla, Estado de México, CP 05490. ✉ Responsable de la correspondencia: rafaelcl@unam.mx

nacional (Wakida-Kusunoki *et al.* 2014¹), en contraste, por su volumen de captura está en el cuarto lugar nacional.

En el Golfo de México este recurso se captura principalmente en Tamaulipas, Campeche, Veracruz y Tabasco y la extracción regional aporta aproximadamente 30% a la producción pesquera nacional. En términos históricos, la explotación de camarón en el Golfo de México ha sido la actividad pesquera más importante de la región por la generación de empleos directos e indirectos en las fases de extracción, procesamiento y servicios asociados (Gracia 2004).

Las especies que soportan esta pesquería en el Golfo de México son el camarón café (*Farfantepenaeus aztecus* Ives 1891), el camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum* Burkenroad 1939) y el camarón blanco (*Litopenaeus setiferus* Linnaeus 1767); recientemente otras especies, como el camarón rojo (*Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille 1817), el camarón roca (*Sicyonia brevirostris* Stimpson 1871) y el camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller 1862), se han comercializado con más frecuencia, además de la llamada *pacotilla*, que son las mismas especies comerciales que no alcanzaron los tamaños de clasificación y su valor comercial es menor.

Sin embargo, a pesar de los altos ingresos económicos que genera la pesca del camarón, las operaciones de arrastre capturan a una cantidad numerosa de otras especies de vertebrados e invertebrados, muchas de las cuales no tienen importancia económica o consumo humano directo y se devuelven al mar, por lo general, muertas.

La descarga de buena parte de esta captura incidental, también llamada fauna de acompañamiento, es un problema que enfrenta la pesca de camarón mundialmente, sobre todo por el efecto negativo de organismos muertos y desechados, además de las perturbaciones que ocasiona en los fondos marinos de las zonas de pesca (Graininger y García 1996). De acuerdo con los promedios mundiales, se extraen cerca de 70 000 t de

organismos que no son el objetivo de la pesquería y que generan una sub-producción de 62.3% de fauna incidental capturada de todas las pesquerías industrializadas. Ésta es la tasa mundial más alta (Kelleher 2005) y de este porcentaje, por lo menos un tercio no se aprovecha (Alverson *et al.* 1994, Davies *et al.* 2009).

Las estadísticas nacionales oficiales (CONAPESCA 2013) indican que la fauna de acompañamiento produjo \$41 570 000.00 m.n. en México, de los cuales \$5 348 000.00 m.n. fueron generados en los estados del Golfo de México y la península de Yucatán, que aportó \$1 043 000.00 m.n., Veracruz \$879 000.00 m.n., Tabasco \$34 000.00 m.n., Campeche \$2 793 000.00 m.n. y Quintana Roo \$600 000.00 m.n.

Pero otros asuntos que no se conocen son los de la composición, la riqueza específica y las variaciones de las comunidades de peces en la zona del Golfo de México. Como se demostrará, no hay constancia en las investigaciones acerca de esto, y las publicaciones relacionadas con ello han sido esporádicas desde la década de 1980 a la fecha. Con base en lo anterior, esta contribución presenta la revisión y la compilación de la composición de especies de los peces que forman la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) en el Golfo de México, los usos que se le da, además de discutir el grado de conocimiento actual con respecto a las implicaciones ecológicas de esta pesquería.

Materiales y métodos

Se realizó una compilación bibliográfica de los reportes de especies de peces que componen la FAC a partir de información registrada desde Tamaulipas hasta Campeche; de esta actividad sólo se encontraron cuatro publicaciones: Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986), para la sonda de Campeche; Franco-López *et al.* (1996), para la zona de pesca camaronera frente al Sistema Lagunar de Alvarado; Morán-Silva *et al.* (2017), para el centro-sur de Veracruz en una área ubicada desde la playa Villarica en el municipio de Actopan hasta el estuario del río Coatzacoalcos; y la información de Wakida-Kusunoki *et al.* (2013) para Tamaulipas (Fig. 1).

1. Wakida-Kusunoki AT, A González-Cruz, B Álvarez-López, G Núñez-Márquez, RI Rojas-González, ME Sandoval-Quintero. 2014. Fundamento técnico para el establecimiento de vedas para la pesca de camarón en el Golfo de México y mar Caribe (2014) (Dictamen técnico). Instituto Nacional de Pesca, México. 41p. <http://inapesca.gob.mx/portal/documentos/dictamenes/DICTAMENCAMARON-Veda-2014.pdf>

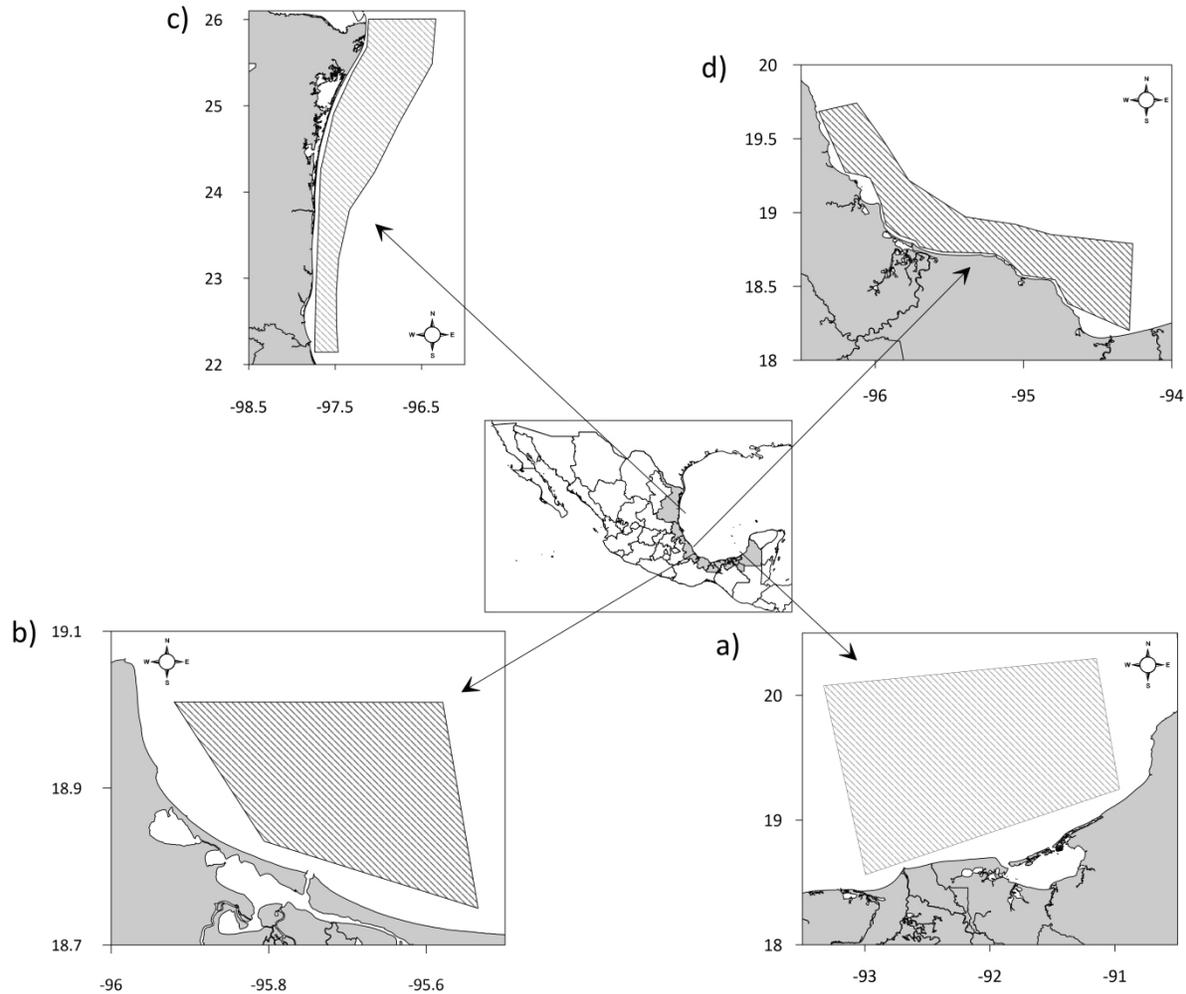


Fig. 1. Ubicación de las zonas de registro de peces en la FAC en el Golfo de México. a) Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986), b) Franco-López *et al.* (1996), Abarca-Arenas *et al.* (2003), c) Wakida-Kusonoki *et al.* (2013); d) Morán-Silva *et al.* (2017). Los contornos señalan las áreas geográficas de muestreo aproximadas reportadas por los autores.

La información sobre los métodos utilizados en las investigaciones analizadas en este trabajo se presenta en orden cronológico en la *tabla 1*.

El arreglo sistemático de las especies siguió el criterio de Nelson (2006). En cada familia, los géneros y especies se presentaron en orden alfabético. La validez de los taxones y nombres científicos se verificó en Van der Laan *et al.* (2014), Fricke *et al.* (2018), WoRMS (2018²) y Froese y Pauly (2019).

Se analizó la ocurrencia de patrones de similitud de la composición de especies de peces entre las zonas en las que se reportó a este grupo

en la FAC, para lo que se usaron dos rutinas: la primera fue el análisis de agrupación aglomerativa jerárquica, que se basó en el cálculo de la similitud mediante el índice de Bray-Curtis, cuya semimatriz resultante se usó para realizar la segunda rutina, un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS, por sus siglas en inglés). Se trata de un método de ordenación que funciona bien cuando los datos no siguen una distribución normal y preserva un intervalo de distancias ordenado desde cualquier medida de similitud. El gráfico resultante muestra las diferencias en el parecido de la composición de especies, avalado con una medida de estrés que es un estadístico de bondad de ajuste; cuando el valor mínimo de estrés es menor a 0.1 el resultado es considerado como aceptable, para ambos

2. WoRMS. 2018. Pomadasyidae. Recuperado de: <http://marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=820378> el 2018-09-28

Tabla 1
Autores que reportan especies de peces de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) en el Golfo de México, presentadas en orden cronológico

| Referencia | Ubicación | Periodo | Esfuerzo | Profundidad (m) | Núm. de especies |
|--------------------------------------|--|-----------------------------|--|-----------------------------|------------------|
| Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986) | 18°30'-20°15' N 91°00'-93°00' O | junio 1978 a mayo 1982 | 160 arrastres, lances 30 min, análisis 100% de los organismos, sólo en muestras muy abundantes alícuotas de 50 o 75% del total | 15 a 80 | 269 |
| Franco-López <i>et al.</i> (1996) | 18°45'-19°00' N 95°40'-95°57' O | mayo 1991 a noviembre 1994 | 21 arrastres/2 h, submuestra 10% de la biomasa recolectada | 25 promedio | 159 |
| Wakida-Kusunoki <i>et al.</i> (2013) | 22°-26° N 97°-98° O | julio 2005 | 24 arrastres/2 h, submuestra de 20 kg/biomasa total | 9 a 72 | 97 |
| Morán-Silva <i>et al.</i> (2017) | 18°47'42"-18°10'50" N 95°44'43"-94°25'11" O | junio, julio a octubre 2013 | 87 arrastres/2 h, análisis 5% de la biomasa recolectada | dos estratos: 22 a 46 y >46 | 92 |

análisis se usó el programa PRIMER-E (Clarke y Warwick 2001).

Para conocer los usos de la FAC en la zona Centro-Sur, Morán-Silva *et al.* (2017) realizaron entrevistas al personal de cubierta (pescadores) durante los cruceros. La información reportada por Wakida-Kusunoki *et al.* (2013) para Tamaulipas complementó esta sección.

Resultados

La información publicada sobre los peces en la FAC en el Golfo de México indica que se han registrado 337 especies de 192 géneros y 89 familias. Se encontraron diferencias notables en el número de especies registradas entre la sonda de Campeche (269 especies), respecto al estuario del río Papaloapan (159 especies), la región centro-sur de Veracruz (93 especies) y Tamaulipas (97 especies). La lista sistemática se presenta en la *tabla 2*.

Las familias con mayor riqueza de especies en la región fueron Triglidae (24), Sciaenidae (22), Serranidae (21), Paralychthidae (18), Carangidae (17), Lutjanidae (10), Tetraodontidae (9), Haemulidae, Sparidae y Monacanthidae con ocho; estas 11 familias sumaron 41.7% del total de especies, en tanto que para los elasmobran-

quios, la familia Rajidae (4), Dasyatidae y Torpedinidae (3) fueron las más numerosas.

Sólo 23 especies (6.6% del total) ocurrieron en los cuatro estudios: *Raja texana* (= *Rostroraja texana*), *Gymnothorax nigromarginatus*, *Sardinella aurita*, *Anchoa hepsetus*, *Trachinocephalus myops*, *Arius felis* (= *Ariopsis felis*), *Prionotus stearnsi*, *Bellator militaris*, *Priacanthus arenatus*, *Trachurus lathami*, *Selar crumenophthalmus*, *Lutjanus synagris*, *Lutjanus campechanus*, *Eucinostomus gula*, *Conodon nobilis*, *Stenotomus caprinus*, *Cynoscion nothus*, *Trichiurus lepturus*, *Syacium gunteri*, *Cyclosetta chittendeni*, *Symphurus plagiatus*, *Gymnachirus texae* y *Sphoeroides dorsalis*.

De acuerdo con los reportes, hubo diferencias en el número y la composición de las especies de peces dominantes de la FAC en cada estudio. En la *tabla 3* se presentan las especies que concentraron 90% de la abundancia en cada estudio.

Estos resultados evidencian el contraste entre los grupos de especies dominantes de las diferentes localidades reportadas. *S. foetens*, *U. parvus* y *D. bivittatum* fueron las que se presentaron por lo menos en tres de las listas analizadas.

También el análisis de agrupamientos reveló diferencias en la composición de las especies entre las cuatro zonas. El elenco de Alvarado es

Tabla 2

Lista taxonómica de las especies de peces reportadas como fauna de acompañamiento de la pesca del camarón en el Golfo de México. Localidades: SC = Sonda de Campeche; ZERP = Zona estuarina del río Papaloapan; CSV = centro-sur de Veracruz; TAM = Tamaulipas. Las especies de cada familia se presentan en orden alfabético. Con relación a los usos se señalan los reportados por: (1) Wakida-Kusunoki *et al.* (2013) que sólo consignan a las especies de interés comercial, y Morán-Silva *et al.* (2017), B = carnada, C = comercial. Además se señalan las especies citadas en la Carta Nacional Pesquera (+) (DOF 2012) como recurso escama marina de interés comercial

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|--|---|-------------|------|-----|-----|--------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Charcharhinidae | <i>Carcharinus brachyurus</i> (Günther 1870) | * | | | | |
| Sphyrnidae | <i>Sphyrna tiburo</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | C, + |
| Squatinae | <i>Squatina dumeril</i> Lesueur 1818 | * | | * | | |
| Torpedinidae | <i>Narcine bancroftii</i> (Griffith y Smith 1834) | | | * | | |
| (actualmente | <i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers 1831) | * | * | | * | |
| Narcinidae) | <i>Narcine</i> sp. | * | | | | |
| Rhinobatidae | <i>Rhinobatus lentiginosus</i> actualmente válida como <i>Pseudobatos lentiginosus</i> (Garman 1880) | * | * | * | | + |
| Rajidae | <i>Raja eglanteria</i> actualmente válida como <i>Rostroraja eglanteria</i> (Bosc 1800) | * | | | | |
| | <i>Raja lentiginosa</i> actualmente válida como <i>Leucoraja lentiginosa</i> (Bigelow y Schroeder 1951) | * | | | | |
| | <i>Raja olseni</i> actualmente válida como <i>Dipturus olseni</i> (Bigelow y Schroeder 1951) | * | | | | |
| | <i>Raja texana</i> actualmente válida como <i>Rostroraja texana</i> (Chandler 1921) | * | * | * | * | + |
| Urolophidae (actualmente Urotrygonidae) | <i>Urobatis jamaicensis</i> (Cuvier 1816) | * | | | | |
| Dasyatidae | <i>Dasyatis americana</i> actualmente válida como <i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand y Schroeder 1928) | * | | * | * | (1), + |
| | <i>Dasyatis sabina</i> actualmente válida como <i>Hypanus sabinus</i> (Lesueur 1824) | * | * | | | + |
| Gymnuridae | <i>Gymnura micrura</i> (Bloch y Schneider 1801) | | * | * | * | (1), + |
| Myliobatidae (actualmente válida como Aetobatidae) | <i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen 1790) | * | | | | + |
| Rhinopterae | <i>Rhinoptera bonasus</i> (Mitchill 1815) | * | | | | + |
| Elopidae | <i>Elops saurus</i> Linnaeus 1766 | | * | * | | |
| Anguillidae | <i>Anguilla rostrata</i> (Lesueur 1817) | | * | | | |
| Muraenidae | <i>Gymnothorax nigromarginatus</i> (Girard 1858) | * | * | * | * | |
| | <i>Gymnothorax saxicola</i> Jordan y Davis 1891 | | * | | | |
| Ophichthidae | <i>Echiopsis punctifer</i> (Kaup 1859) | | * | | | |
| | <i>Myrophis punctatus</i> Lütken 1852 | | * | * | | |
| | <i>Ophichthus cruentifer</i> (Goode y Bean 1896) | * | * | | | |
| | <i>Ophichthus gomessi</i> (Castelnau 1855) | * | * | | | |
| | <i>Ophichthus puncticeps</i> (Kaup 1859) | * | | | | |
| | <i>Pseudomyrophis</i> sp. | | * | | | |

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|-----------------|---|-------------|------|-----|-----|--------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Muraenosocidae | <i>Cynoponticus</i> sp. | | * | | | |
| | <i>Muraenesox savanna</i> aceptada como <i>Cynoponticus savanna</i> (Bancroft 1831) | * | | | | |
| Congridae | <i>Ariosoma balearicum</i> (Delaroche 1809) | * | | | | |
| | <i>Ariosoma</i> sp. | * | * | | | |
| | <i>Conger</i> sp. | | * | | | |
| | <i>Paraxenomystax bidentatus</i> actualmente válida como <i>Xenomystax bidentatus</i> (Reid 1940) | * | | | | |
| | <i>Rhynchoconger flavus</i> (Goode y Bean 1896) | * | | | * | |
| Nettastomatidae | <i>Uroconger syringinus</i> Ginsburg 1954 | | | | * | |
| | <i>Hoplunnis diomediana</i> Goode y Bean 1896 | * | * | | | |
| Engraulidae | <i>Hoplunnis macrura</i> Ginsburg 1951 | | * | * | * | |
| | <i>Anchoa hepsetus</i> (Linnaeus 1758) | * | * | * | * | C, + |
| | <i>Anchoa lamprotenia</i> Hildebrand 1943 | * | | | | |
| | <i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann y Marsh 1900) | * | | | | |
| | <i>Anchoa mitchilli</i> (Valenciennes 1848) | | * | | | + |
| | <i>Anchovia rostralis</i> sinonimia de <i>Anchovia macrolepidota</i> (Kner 1863) | | * | | | |
| | <i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier 1829) | * | * | * | | + |
| Clupeidae | <i>Brevoortia gunteri</i> Hildebrand 1948 | * | | | | |
| | <i>Harengula clupeola</i> (Cuvier 1829) | | * | | | + |
| | <i>Harengula jaguana</i> Poey 1865 | * | * | * | * | B, + |
| | <i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur 1818) | * | | | * | + |
| | <i>Sardinella aurita</i> Valenciennes 1847 | * | * | * | * | B |
| | <i>Ariopsis felis</i> (Linnaeus 1766) | * | * | * | * | (1), + |
| Ariidae | <i>Bagre marinus</i> (Mitchill 1815) | * | * | | | |
| | <i>Argentina striata</i> Goode y Bean 1896 | * | | | | |
| Argentinidae | <i>Saurida brasiliensis</i> Norman 1935 | * | * | | * | |
| | <i>Saurida caribbaea</i> Breder 1927 | | | | * | |
| Synodontidae | <i>Synodus foetens</i> (Linnaeus 1766) | * | * | * | * | B, + |
| | <i>Synodus intermedius</i> (Spix y Agassiz 1829) | * | * | | | |
| | <i>Synodus poeyi</i> Jordan 1887 | * | * | | * | |
| | <i>Synodus synodus</i> (Linnaeus 1758) | | | * | | |
| | <i>Trachinocephalus myops</i> (Forster 1801) | * | * | * | * | |
| Merluccidae | <i>Steindachneria argentea</i> Goode y Bean 1896 | * | | | | |
| Polymixiidae | <i>Polymixia lowei</i> Günther 1859 | * | | | | |
| Moridae | <i>Physiculus kaupi</i> Poey 1865 | | | | * | |
| Bregmacerotidae | <i>Bregmaceros atlanticus</i> Goode y Bean 1886 | * | | * | | |
| | <i>Urophycis cirrata</i> (Goode y Bean 1896) | * | | | | |
| Phycidae | <i>Urophycis floridana</i> (Bean y Dresel 1884) | | | | * | |
| | <i>Brotula barbata</i> (Bloch y Schneider 1801) | * | | | * | (1), + |
| | <i>Lepophidium brevibarbe</i> (Cuvier 1829) | * | | * | * | |
| | <i>Lepophidium marmoratum</i> (Goode y Bean 1885) | * | * | | | |
| Ophiididae | <i>Ophidion holbrookii</i> Putnam 1874 | * | | | | |
| | <i>Ophidion welshi</i> sinónimo de <i>Ophidion josephi</i> Girard 1858 | * | * | | | |
| | <i>Otophidium omostigma</i> (Jordan y Gilbert 1882) | * | * | | | |

Captura incidental de peces en el Golfo de México

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|---|--|-------------|------|-----|-----|------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Lophiidae | <i>Lophioides</i> sp. | * | | | | |
| | <i>Opsanus beta</i> (Goode y Bean 1880) | | | * | | |
| Batrachoididae | <i>Porichthys plectrodon</i> Jordan y Gilbert 1882 | | | | * | |
| | <i>Porichthys porosissimus</i> (Cuvier 1829) | * | * | * | | |
| Antenariidae | <i>Antennarius ocellatus</i> actualmente válida como <i>Fowlerichthys ocellatus</i> (Bloch y Schneider 1801) | * | | | | |
| | <i>Antennarius radiosus</i> actualmente válida como <i>Fowlerichthys radiosus</i> (Garman 1896) | | | | * | |
| | <i>Antennarius striatus</i> (Shaw 1794) | * | | * | * | |
| | <i>Halieutichthys aculeatus</i> (Mitchill 1818) | * | | * | * | |
| | <i>Ogocephalus declivirostris</i> Bradbury 1980 | | | | * | |
| Ogocephalidae | <i>Ogocephalus nasutus</i> (Cuvier 1829) | * | * | | | |
| | <i>Ogocephalus pantostictus</i> Bradbury 1980 | | | | * | |
| | <i>Ogocephalus radiatus</i> (Mitchill 1818) | * | | | | |
| | <i>Ogocephalus vespertilio</i> (Linnaeus 1758) | * | * | * | | |
| | <i>Zalieutes mcginty</i> (Fowler 1952) | | * | | | |
| Mugilidae | <i>Mugil cephalus</i> Linnaeus 1758 | | | * | | + |
| | <i>Mugil curema</i> Valenciennes 1836 | * | * | | | + |
| Belonidae | <i>Strongylura marina</i> (Walbaum 1792) | | | * | | |
| | <i>Tylosurus acus</i> (Lacepède 1803) | * | | | | |
| Trachichthyidae | <i>Gephyroberyx darwinii</i> (Johnson 1866) | * | | | | |
| Fistulariidae | <i>Fistularia petimba</i> Lacepède 1803 | * | | | | |
| | <i>Fistularia tabacaria</i> Linnaeus 1758 | | * | * | | |
| Holocentridae | <i>Adiotryx coruscus</i> actualmente válida como <i>Sargocentron coruscum</i> (Poey 1860) | * | | | | |
| | <i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck 1765) | * | | | | |
| Caproidae | <i>Antigonia capros</i> Lowe 1843 | * | | | | |
| Syngnathidae | <i>Hippocampus hudsonius</i> sinónimo de <i>Hippocampus erectus</i> Perry 1810 | * | | | | |
| | <i>Syngnathus</i> sp. | * | | | | |
| Macroramphosidae (actualmente Centriscidae) | <i>Macroramphosus scolopax</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| Dactylopteridae | <i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| | <i>Neomerinthe hemingwayi</i> Fowler 1935 | * | | | | |
| | <i>Pontinus longispinis</i> Goode y Bean 1896 | * | | | | |
| Scorpaenidae | <i>Scorpaena brasiliensis</i> Cuvier 1829 | * | | | * | |
| | <i>Scorpaena calcarata</i> Goode y Bean 1882 | * | * | * | | |
| | <i>Scorpaena dispar</i> Longley y Hildebrand 1940 | * | | | | |
| | <i>Scorpaena plumieri</i> Bloch 1789 | * | * | | * | C |
| | <i>Bellator egretta</i> (Goode y Bean 1896) | | * | | | |
| | <i>Bellator militaris</i> (Goode y Bean 1896) | * | * | * | * | |
| | <i>Bellator ribeiroi</i> Miller 1965 | | * | | | |
| Triglidae | <i>Bellator</i> sp. 1 | * | | | | |
| | <i>Bellator</i> sp. 2 | * | | | | |
| | <i>Bellator</i> sp. 3 | * | | | | |
| | <i>Prionotus alatus</i> Goode y Bean 1883 | * | * | | | |
| | <i>Prionotus beanii</i> Goode 1896 | * | * | | | |

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|---|---|-------------|------|-----|-----|------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Triglidae | <i>Prionotus carolinus</i> (Linnaeus 1771) | * | * | | * | |
| | <i>Prionotus evolans</i> (Linnaeus 1766) | * | * | | | + |
| | <i>Prionotus longispinosus</i> Teague 1951 | * | * | | * | |
| | <i>Prionotus martis</i> Ginsburg 1950 | * | | | | |
| | <i>Prionotus ophryas</i> Jordan y Swain 1885 | * | * | | * | |
| | <i>Prionotus paralatus</i> Ginsburg 1950 | | * | | | |
| | <i>Prionotus punctatus</i> (Bloch 1793) | * | * | * | | C, + |
| | <i>Prionotus roseus</i> Jordan y Evermann 1887 | * | * | | * | |
| | <i>Prionotus rubio</i> Jordan 1886 | * | * | | * | |
| | <i>Prionotus scitulus</i> Jordan y Gilbert 1882 | * | | | | |
| | <i>Prionotus stearnsi</i> Jordan y Swain 1885 | * | * | * | * | |
| | <i>Prionotus tribulus</i> Cuvier 1829 | * | * | | * | |
| | <i>Prionotus</i> sp. 1 | * | | | | |
| | <i>Prionotus</i> sp. 2 | * | | | | |
| Peristediidae | <i>Peristedion gracile</i> Goode y Bean 1896 | * | | * | | |
| Centropomidae | <i>Centropomus parallelus</i> Poey 1860 | | | * | | C, + |
| | <i>Centropomus pectinatus</i> Poey 1860 | | * | | | + |
| | <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch 1792) | * | * | * | | C, + |
| Serranidae | <i>Centropristis ocyurus</i> (Jordan y Evermann 1887) | * | | | | |
| | <i>Centropristis philadelphica</i> (Linnaeus 1758) | | | | * | |
| | <i>Diplectrum bivittatum</i> (Valenciennes 1828) | | * | * | * | C, + |
| | <i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus 1766) | * | * | * | | + |
| | <i>Diplectrum radiale</i> (Quoy y Gaimard 1824) | * | | | | + |
| | <i>Epinephelus guttatus</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| | <i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes 1828) | * | | | | |
| | <i>Epinephelus nigrilus</i> actualmente válida como <i>Hyporthodus nigrilus</i> (Holbrook 1855) | * | | | | |
| | <i>Epinephelus striatus</i> (Bloch 1792) | * | | | | |
| | <i>Hemanthias leptus</i> (Ginsburg 1952) | * | | | | |
| | <i>Hyporthodus niveatus</i> (Valenciennes 1828) antes se usaba como <i>Epinephelus niveatus</i> | * | | * | | |
| | <i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey 1860) | * | | | | |
| | <i>Paranthias furcifer</i> (Valenciennes 1828) | * | | | | |
| | <i>Paranthias</i> sp. | * | | | | |
| | <i>Pikea mexicana</i> actualmente válida como <i>Bathyanthias mexicanus</i> (Schultz 1958) | * | | | | |
| | <i>Rypticus bistrispinus</i> (Mitchill 1818) | | * | | | |
| | <i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch y Schneider 1801) | * | | | | |
| | <i>Schultzea beta</i> (Hildebrand 1940) | * | | | | |
| | <i>Serraniculus pumilio</i> Ginsburg 1952 | | | | * | |
| | <i>Serranus atrobranchus</i> (Cuvier 1829) | * | * | | * | |
| <i>Serranus phoebe</i> Poey 1851 | * | | | | | |
| <i>Serranus subligarius</i> (Cope 1870) | * | | | | | |
| Opisthognathidae | <i>Lonchopisthus micrognathus</i> (Poey 1860) | * | * | | | |
| | <i>Opisthognathus aurifrons</i> (Jordan y Thompson 1905) | | | | * | |

Captura incidental de peces en el Golfo de México

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|---|---|-------------|------|-----|-----|-----------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Priacanthidae | <i>Priacanthus arenatus</i> Cuvier 1829 | * | * | * | * | C, + |
| | <i>Priacanthus cruentatus</i> actualmente válida como <i>Heteropriacanthus cruentatus</i> (Lacepède 1801) | | * | | | |
| | <i>Pristigenys alta</i> (Gill 1862) | * | | | | |
| Apogonidae | <i>Apogon maculatus</i> (Poey 1860) | * | | | | |
| | <i>Apogon pseudomaculatus</i> Longley 1932 | * | | | | |
| Synagropidae | <i>Synagrops bellus</i> (Goode y Bean 1896) | * | | | | |
| | <i>Synagrops spinosa</i> actualmente válida como <i>Parascombrops spinosus</i> (Schultz 1940) | * | | | | |
| Malacanthidae | <i>Caulolatilus cyanops</i> Poey 1866 | | * | * | | C, + |
| | <i>Caulolatilus intermedius</i> Howell Rivero 1936 | * | * | | * | |
| Rachycentridae | <i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus 1766) | * | * | * | | + |
| Echeneidae | <i>Echeneis naucrates</i> Linnaeus 1758 | * | * | | | |
| Carangidae | <i>Caranx crysos</i> (Mitchill 1815) | * | | * | | |
| | <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus 1766) | * | * | * | | |
| | <i>Caranx latus</i> Agassiz 1831 | * | * | * | | |
| | <i>Caranx ruber</i> (Bloch 1793) | * | * | | | |
| | <i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus 1766) | * | * | * | | |
| | <i>Decapterus punctatus</i> (Cuvier 1829) | * | | * | * | C |
| | <i>Decapterus tabl</i> Berry 1968 | * | * | | | |
| | <i>Hemicaranx amblyrhynchus</i> (Cuvier 1833) | * | * | | | |
| | <i>Oligoplites saurus</i> (Bloch y Schneider 1801) | * | * | * | | |
| | <i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch 1793) | * | * | * | * | |
| | <i>Selene brownii</i> (Cuvier 1816) | * | * | | | |
| | <i>Selene setapinnis</i> (Mitchill 1815) | * | * | | * | (1), + |
| | <i>Selene vomer</i> (Linnaeus 1758) | * | * | * | | + |
| | <i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus 1766) | * | * | | | + |
| | <i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus 1758) | | | * | | + |
| | <i>Trachurus lathami</i> Nichols 1920 | * | * | * | * | |
| Lutjanidae | <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier 1828) | | * | | | + |
| | <i>Lutjanus campechanus</i> (Poey 1860) | * | * | * | * | C, + |
| | <i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier 1828) | * | * | | | |
| | <i>Lutjanus griseus</i> (Cuvier 1828) | | | * | | + |
| | <i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier 1828) | * | | | | |
| | <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus 1758) | * | * | * | * | (1), C, + |
| | <i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch 1791) | | * | | | |
| | <i>Pristipomoides aquilonaris</i> (Goode y Bean 1896) | | | * | * | (1), + |
| <i>Pristipomoides macrophthalmus</i> (Müller y Troschel 1848) | * | | | | | |
| Lobotidae | <i>Rhomboplites aurorubens</i> (Cuvier 1829) | * | * | | | C, + |
| | <i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch 1790) | * | * | | | |
| Gerreidae | <i>Diapterus auratus</i> Ranzani 1842 | * | | * | * | (1), C, + |
| | <i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier 1829) | * | * | | | |
| | <i>Eucinostomus argenteus</i> Baird y Girard 1855 | | * | | * | |
| | <i>Eucinostomus gula</i> (Quoy y Gaimard 1824) | * | * | * | * | (1), + |
| | <i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker 1863) | | * | * | * | C |
| | <i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier 1830) | | | * | | C, + |
| <i>Gerres cinereus</i> (Walbaum 1792) | * | * | | | + | |

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|--|--|-------------|------|-----|-----|-----------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Haemulidae | <i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus 1758) | * | * | | | |
| | <i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus 1758) | * | * | * | * | (1), + |
| | <i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier 1830 | * | | * | * | (1), C, + |
| | <i>Haemulon boschmae</i> (Metzelaar 1919) | * | | | | |
| | <i>Haemulon plumierii</i> (Lacepède 1801) | * | | | | + |
| | <i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan y Gilbert 1882) | * | | | | + |
| | <i>Haemulon striatum</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | + |
| | <i>Orthopristis chrysoptera</i> (Linnaeus 1766) | * | * | | | + |
| | <i>Pomadasys crocro</i> actualmente válida como <i>Rhonciscus crocro</i> (Cuvier 1830) | * | * | | | + |
| Sparidae | <i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum 1792) | * | * | * | | + |
| | <i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus 1758) | * | * | | | + |
| | <i>Calamus bajonado</i> (Bloch y Schneider 1801) | * | * | | | |
| | <i>Calamus leucosteus</i> Jordan y Gilbert 1885 | * | * | | * | (1), + |
| | <i>Calamus nodosus</i> Randall y Caldwell 1966 | * | * | | | + |
| | <i>Calamus penna</i> (Valenciennes 1830) | * | * | | | |
| | <i>Lagodon rhomboides</i> (Linnaeus 1766) | * | | * | * | (1), + |
| Polynemidae | <i>Stenotomus caprinus</i> Jordan y Gilbert 1882 | * | * | * | * | |
| | <i>Polydactylus octonemus</i> (Girard 1858) | * | | * | | |
| Sciaenidae | <i>Bairdiella chrysoura</i> (Lacepède 1802) | * | | | | + |
| | <i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier 1830) | * | * | | | + |
| | <i>Corvula sanctaeluciae</i> Jordan 1890 | * | | | | |
| | <i>Cynoscion arenarius</i> Ginsburg 1930 | * | * | | * | (1), + |
| | <i>Cynoscion nothus</i> (Holbrook 1848) | * | * | * | * | (1), C, + |
| | <i>Equetus lanceolatus</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| | <i>Larimus fasciatus</i> Holbrook 1855 | * | | * | * | |
| | <i>Leiostomus xanthurus</i> Lacepède 1802 | | | | * | (1), + |
| | <i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus 1758) | * | * | | * | (1), C, + |
| | <i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook 1847) | * | * | | * | (1), + |
| | <i>Menticirrhus saxatilis</i> (Bloch y Schneider 1801) | | * | * | * | (1), C, + |
| | <i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest 1823) | * | * | | | |
| | <i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus 1766) | | * | | * | (1), + |
| | <i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier 1830) | * | | | | |
| | <i>Pareques acuminatus</i> (Bloch y Schneider 1801) | * | | | | |
| <i>Pareques umbrosus</i> (Jordan y Eigenmann 1889) | * | | | | | |
| <i>Pareques</i> sp. | * | | | | | |
| <i>Sciaena</i> sp. | * | * | | | | |
| <i>Stellifer colonensis</i> Meek y Hildebrand 1925 | * | | | | | |
| <i>Stellifer lanceolatus</i> (Holbrook 1855) | * | | * | | | |
| <i>Umbrina broussonnetii</i> Cuvier 1830 | * | * | | | | |
| <i>Umbrina coroides</i> Cuvier 1830 | | * | * | * | (1) | |
| Mullidae | <i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier 1829) | * | | | | |
| | <i>Mullus auratus</i> Jordan y Gilbert 1882 | * | | | * | |
| | <i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch 1793) | * | * | | | |
| | <i>Upeneus parvus</i> Poey 1852 | * | | * | * | C, + |

Captura incidental de peces en el Golfo de México

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|-----------------|---|-------------|------|-----|-----|-----------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Chaetodontidae | <i>Chaetodon aya</i> actualmente válida como <i>Prognathodes aya</i> (Jordan 1886) | * | | | | |
| | <i>Chaetodon ocellatus</i> Bloch 1787 | * | | | | |
| | <i>Chaetodon sedentarius</i> Poey 1860 | * | | | | |
| | <i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus 1758 | * | | | | |
| | <i>Chaetodon</i> sp. | * | | | | |
| Pomacanthidae | <i>Holacanthus bermudensis</i> Goode 1876 | * | | | | |
| | <i>Pomacanthus arcuatus</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| Pomacentridae | <i>Chromis enchrysur</i> Jordan y Gilbert 1882 | * | | | | |
| | <i>Chromis scotti</i> Emery 1968 | * | | | | |
| Labridae | <i>Bodianus</i> sp. | * | | | | |
| | <i>Decodon puellaris</i> (Poey 1860) | * | | | | |
| | <i>Halichoeres caudalis</i> (Poey 1860) | * | | | | |
| | <i>Halichoeres garnoti</i> (Valenciennes 1839) | * | | | | |
| | <i>Hemipteronotus novacula</i> actualmente válida como <i>Xyrichtys novacula</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| | <i>Lachnolaimus maximus</i> (Walbaum 1792) | * | | | | |
| Scaridae | <i>Nicholsina usta</i> (Valenciennes 1840) | * | * | | | |
| Percophididae | <i>Bembrops anatirostris</i> Ginsburg 1955 | * | | | | |
| Uranoscopidae | <i>Astroscopus ygraecum</i> (Cuvier 1829) | * | | | | |
| | <i>Kathetostoma albigutta</i> Bean 1892 | | * | | | |
| Clinidae | <i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard 1824) | * | | | | |
| Callionymidae | <i>Foetorepus agassizi</i> actualmente válida como <i>Synchiropus agassizii</i> (Goode & Bean 1888) | | * | | | |
| Gobiidae | <i>Bollmannia boqueronensis</i> Evermann y Marsh 1899 | | * | | | |
| | <i>Microgobius gulosus</i> (Girard 1858) | * | | | | |
| Ephippidae | <i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet 1782) | * | | * | | |
| Acanthuridae | <i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau 1855 | * | | | | |
| Sphyraenidae | <i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards 1771) | | * | * | * | (1), + |
| | <i>Sphyraena guachancho</i> Cuvier 1829 | | * | * | * | (1), C |
| | <i>Sphyraena picudilla</i> Poey 1860 | * | * | | | |
| Gempylidae | <i>Neopinnula americana</i> (Grey 1953) | * | | | | |
| Trichiuridae | <i>Trichiurus lepturus</i> Linnaeus 1758 | * | * | * | * | (1), C, + |
| | <i>Acanthocybium solandri</i> (Cuvier 1832) | * | | | | |
| Scombridae | <i>Scomber japonicus</i> Houttuyn 1782 | | * | | * | |
| | <i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier 1829) | * | | | | + |
| | <i>Scomberomorus maculatus</i> (Mitchill 1815) | | * | * | | C, + |
| Ariommatidae | <i>Ariomma bondi</i> Fowler 1930 | * | * | | | |
| Stromateidae | <i>Peprilus burti</i> Fowler 1944 | * | * | | * | |
| | <i>Peprilus paru</i> (Linnaeus 1758) | * | | * | | + |
| | <i>Peprilus triacanthus</i> (Peck 1804) | | * | | | |
| Paralichthyidae | <i>Ancylopsetta dilecta</i> (Goode y Bean 1883) | * | | | | |
| | <i>Ancylopsetta quadrocellata</i> sinónimo de <i>Ancylopsetta ommata</i> (Jordan y Gilbert 1883) | * | | | | |
| | <i>Citharichthys cornutus</i> (Günther 1880) | * | | | | |
| | <i>Citharichthys macrops</i> Dresel 1885 | * | | * | | C |

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|---|--|-------------|------|-----|-----|--------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Paralichthyidae | <i>Citharichthys spilopterus</i> Günther 1862 | * | * | * | | |
| | <i>Cyclopsetta chittendeni</i> Bean 1895 | * | * | * | * | |
| | <i>Cyclopsetta fimbriata</i> (Goode y Bean 1885) | * | * | | * | |
| | <i>Etropus crossotus</i> Jordan y Gilbert 1882 | * | | | * | |
| | <i>Etropus rimosus</i> Goode y Bean 1885 | * | * | | | |
| | <i>Gastropsetta frontalis</i> Bean 1895 | * | * | | | |
| | <i>Paralichthys lethostigma</i> Jordan y Gilbert 1884 | * | | | | |
| | <i>Paralichthys squamilentus</i> Jordan y Gilbert 1882 | | | | * | |
| | <i>Syacium gunteri</i> Ginsburg 1933 | * | * | * | * | + |
| | <i>Syacium micrurum</i> Ranzani 1842 | * | * | | | |
| | <i>Syacium papillosum</i> (Linnaeus 1758) | * | | * | | |
| <i>Trichopsetta ventralis</i> (Goode y Bean 1885) | * | | | | | |
| Pleuronectidae (actualmente Poecilopsettidae) | <i>Poecilopsetta beanii</i> (Goode 1881) | * | * | | | |
| Bothidae | <i>Bothus lunatus</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| | <i>Bothus ocellatus</i> (Agassiz 1831) | * | | | | |
| | <i>Bothus robinsi</i> Topp y Hoff 1972 | * | | | * | |
| | <i>Engyophrys senta</i> Ginsburg 1933 | * | * | | * | |
| | <i>Monolene sessilicauda</i> Goode 1880 | | * | | | |
| Achiridae | <i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus 1758) | | * | * | | |
| | <i>Gymnachirus melas</i> Nichols 1916 | | * | | | |
| | <i>Gymnachirus nudus</i> Kaup 1858 | * | | | | |
| | <i>Gymnachirus texae</i> (Gunter 1936) | * | * | * | * | |
| | <i>Trinectes maculatus</i> (Bloch y Schneider 1801) | | * | * | | |
| Cynoglossidae | <i>Symphurus civitatus</i> Ginsburg 1951 | * | | | * | |
| | <i>Symphurus diomedianus</i> (Goode y Bean 1885) | * | | | * | |
| | <i>Symphurus parvus</i> Ginsburg 1951 | * | | | | |
| | <i>Symphurus pelicanus</i> Ginsburg 1951 | | | | * | |
| | <i>Symphurus plagiusa</i> (Bloch y Schneider 1801) | * | * | * | * | |
| Balistidae | <i>Balistes capriscus</i> Gmelin 1789 | * | | | * | (1), + |
| | <i>Balistes vetula</i> Linnaeus 1758 | | | * | | C |
| Monacanthidae | <i>Aluterus heudelotii</i> Hollard 1855 | * | | | * | |
| | <i>Aluterus monoceros</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| | <i>Aluterus schoepfii</i> (Walbaum 1792) | * | | * | | |
| | <i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck 1765) | * | | | | + |
| | <i>Monacanthus ciliatus</i> (Mitchill 1818) | * | | | | |
| | <i>Monacanthus</i> sp. | | * | | | |
| | <i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus 1766) | * | | | * | |
| <i>Stephanolepis setifer</i> (Bennett 1831) | * | * | | | | |

Captura incidental de peces en el Golfo de México

| Familia | Especies | Localidades | | | | Usos |
|----------------|---|-------------|------|-----|-----|--------|
| | | SC | ZERP | CSV | TAM | |
| Ostraciidae | <i>Acanthostracion quadricornis</i> (Linnaeus 1758) | * | | * | * | + |
| | <i>Lactophrys trigonus</i> (Linnaeus 1758) | * | | | | |
| Tetraodontidae | <i>Colomesus psittacus</i> (Bloch y Schneider 1801) | | | * | | |
| | <i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus 1766) | * | | | * | (1), + |
| | <i>Sphoeroides dorsalis</i> Longley 1934 | * | * | * | * | + |
| | <i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert 1900 | * | | | | + |
| | <i>Sphoeroides nephelus</i> (Goode y Bean 1882) | * | | | | + |
| | <i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller y Troschel 1848) | * | * | | | |
| | <i>Sphoeroides parvus</i> Shipp y Yerger 1969 | | | * | * | |
| | <i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch 1785) | * | | | | |
| | <i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus 1758) | * | * | | | |
| Diodontidae | <i>Chilomycterus schoepfi</i> (Walbaum 1792) | * | | | | |
| | <i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus 1758 | * | | | | |
| | <i>Diodon hystrix</i> Linnaeus 1758 | * | | | | |

Tabla 3

Especies de peces que concentraron hasta 90% de la abundancia en la FAC en localidades del Golfo de México, se presentan en el orden cronológico de las publicaciones. Las especies aparecen por orden de dominancia, de mayor a menor, de acuerdo con los reportes de los autores

| Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986) | Abarca-Arenas et al. (2003) | Wakida-Kusunoki et al. (2013) | Morán-Silva et al. (2017) |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Harengula jaguana</i> | <i>Upeneus parvus</i> | <i>Stenotomus caprinus</i> | <i>Citharichthys macrops</i> |
| <i>Chloroscombrus chrysurus</i> | <i>Diapterus auratus</i> | <i>Upeneus parvus</i> | <i>Synodus foetens</i> |
| <i>Polydactylus octonemus</i> | <i>Diplectrum bivittatum</i> | <i>Serranus atrobranchus</i> | <i>Diplectrum bivittatum</i> |
| <i>Eucinostomus gula</i> | <i>Cynoscion arenarius</i> | <i>Micropogonias undulatus</i> | <i>Upeneus parvus</i> |
| <i>Diplectrum radiale</i> | <i>Syacium gunteri</i> | <i>Lagodon rhomboides</i> | <i>Scorpaena calcarata</i> |
| <i>Synodus foetens</i> | <i>Selene spixii</i> | <i>Pristipomoides aquilonaris</i> | <i>Eucinostomus melanopterus</i> |
| <i>Ariopsis felis</i> | <i>Engyophrys senta</i> | <i>Prionotus longispinosus</i> | <i>Haemulon aurolineatum</i> |
| <i>Cynoscion nothus</i> | <i>Citharichthys spilopterus</i> | <i>Leiostomus xanthurus</i> | <i>Sphoeroides nephelus</i> |
| <i>Prionotus punctatus</i> | <i>Trichiurus lepturus</i> | <i>Trachurus lathami</i> | |
| <i>Syacium gunteri</i> | <i>Chloroscombrus chrysurus</i> | <i>Diplectrum bivittatum</i> | |
| | <i>Conodon nobilis</i> | | |
| | <i>Synodus foetens</i> | | |

el que se asemeja más al de la sonda de Campeche, en tanto que las composiciones de Veracruz centro-sur y Tamaulipas son las que tienen mayor parecido. Esta inferencia se confirmó con el análisis NMDS (Fig. 2).

Lamentablemente, es mínima la información reportada sobre la proporción de la biomasa de la FAC respecto a la de camarón; Wakida-Kusunoki et al. (2013) mencionan que la proporción entre biomasa FAC/biomasa camarón contrasta

entre los diferentes estratos de profundidad; los valores que presentan indican que hay un intervalo que va de 10.05 kg en las profundidades menores a 22 m hasta 17.8 kg en profundidades de 45 a 72 m. Morán-Silva et al. (2017) encuentran diferentes valores con relación a la profundidad: de 6.94 kg en profundidad de entre 22 a 46 m y de 8.19 kg en el estrato más profundo. Estos dos son los únicos registros publicados de la relación

entre las biomásas de la FAC respecto a la del camarón en el Golfo de México.

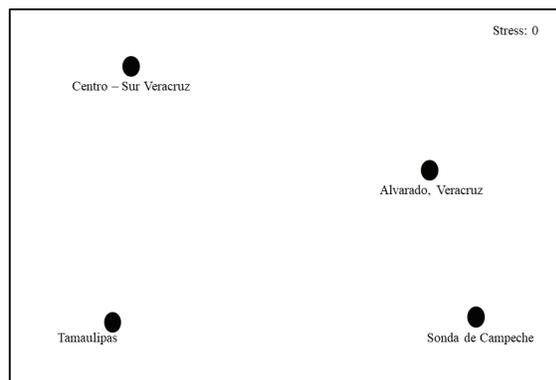


Fig. 2. Análisis de escalamiento múltiple dimensional (NMDS) para definir la similitud entre las composiciones de especies de peces que son parte de la FAC desde Tamaulipas hasta la sonda de Campeche.

Por su parte, Wakida-Kusunoki *et al.* (2013) señalaron 27 especies con valor comercial (Tabla 1); sin embargo, no indican algún otro tipo de aprovechamiento del resto de especies recolectadas. Por otro lado, de las especies registradas por Morán-Silva *et al.* (2017) de la fauna “basura”, cuatro se utilizan como carnada y 24 tienen uso comercial; de éstas, su uso se limita cuando no presentan tamaño “sartén o platillero” (aproximadamente 15 cm de longitud total), por lo que son devueltas al mar. También reportan que para la zona centro-sur de Veracruz, el descarte incide en cinco familias: Paralichthyidae (23.53%), Synodontidae (22.23%), Serranidae (11.78%), Gerreidae (6.44%) y Lutjanidae (5.78%), que suman 69.76% de la abundancia total; otras 29 familias concentran el 30.24% restante. Varias de las especies reportadas para la zona centro-sur de Veracruz son consideradas como parte del recurso escama marina en el Golfo de México y se consignan con interés comercial o de uso potencial en la Carta Nacional Pesquera (DOF 2012). Al comparar las 173 especies que se incluyen en este documento oficial y vinculante para la autoridad pesquera, se observa que 73 especies de las que se presentan en la tabla 1 de este estudio son reconocidas como especies con interés comercial, pero asociadas a pesquerías diferentes a la del camarón. Respecto a ésta no se hacen comentarios.

Discusión

A pesar de lo básico que pueden ser los inventarios ictiofaunísticos, como el que aquí se presenta, siguen siendo herramientas esenciales para el manejo pesquero, porque aportan información biológica y ecológica para procesos como el enfoque ecosistémico de la pesca (Rodríguez-Romero *et al.* 2008). Considerando este enfoque, el conocimiento de la estructura y los parámetros ecológicos de la comunidad de peces de la FAC aporta información valiosa para el diagnóstico y la evaluación de los impactos ambientales que produce la pesca de arrastre camaronero (Jennings y Reynolds 2000, FAO 2003).

La comunidad de peces en el Golfo de México es dinámica y varía tanto espacial como temporalmente, en este proceso intervienen las migraciones poblacionales, la variedad de historias de vida y las presiones pesqueras, sumadas a las condiciones geológicas, ecológicas y oceanográficas marinas que, en conjunto, producen numerosos hábitats que hacen de esta región una zona de alta biodiversidad íctica cuando se compara con otras regiones marinas del mundo (Chen 2017).

Hoese y Moore (1998) y McEachran y Fechhelm (2005) documentaron 1 443 especies de peces de 223 familias para todo el Golfo de México; la riqueza de especies máxima que se había reportado como pesca incidental del camarón para el NO del Golfo de México es de 185 (Scott-Denton *et al.* 2012); para la elaboración de este trabajo se registraron 337 especies (poco más de 24% respecto al total del Golfo), incluida *Larimus faciatius* (Sciaenidae) que, de acuerdo con McEachran y Fechhelm (2005), es una de las 66 especies endémicas de la región.

Las diferencias en la composición específica y en las especies dominantes de cada zona, se pueden explicar por la influencia de la intensidad del esfuerzo para los diferentes muestreos respecto a los periodos en los que se realizaron las recolectas, por ejemplo, en el centro-sur de Veracruz y en Tamaulipas el muestreo se realizó como parte de programas con fines científicos y en lapsos de tiempo definidos por el periodo de veda pesquera del camarón café, lo cual contrasta con los resultados reportados por Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986), Franco-López

et al. (1996) y Abarca-Arenas *et al.* (2003), cuyos datos fueron obtenidos cuando no se había establecido el periodo de veda para el recurso camarón en el Golfo de México. Estas variantes de muestreo y los diferentes métodos de análisis empleados, por ahora impiden una comparación más profunda de la información, por lo que no es posible establecer algún patrón ecológico para esta zona del Golfo de México; sin embargo, Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil (1986) y Abarca-Arenas *et al.* (2003) coinciden en que la riqueza de especies tiende a mantenerse estable a lo largo del año y en que la abundancia y la biomasa son más altas en la temporada de nortes, con lo que se evidencia un efecto positivo desfasado de los subsidios aportados por la cuenca continental a través de los estuarios durante las temporadas de lluvias previas.

Con este tipo de información no es posible inferir si esta tendencia está relacionada con la proximidad existente entre las zonas de pesca y las zonas de estuarinas bajas, como en los casos de Alvarado y Laguna de Términos; así, por ejemplo, en Mississippi y Louisiana se ha demostrado que la variación estacional de las descargas a los sistemas estuarinos se relaciona con los cambios de las especies de peces dominantes de la zona. De la misma forma, tampoco es factible relacionar estos cambios con las historias de vida de las poblaciones de peces, en particular, con los hábitos de reproducción y los tiempos de desove (Monk *et al.* 2015).

El estudio sobre la composición y la estructura de la fauna de descarte cobra mayor relevancia cuando se evalúan los impactos de la pesquería del camarón en los hábitats, las comunidades demersales y sus interacciones, más aún cuando no existe una evaluación de la captura y la dinámica del descarte. Éste continua siendo uno de los principales problemas mundiales asociados a la pesquería (FAO 2008, Herrera-Valdivia *et al.* 2016); Gillett (2008) señala que en México se extraen 133 000 t de FAC, si bien López-Martínez *et al.* (2012) reportan que en el Golfo de México, la pesquería de camarón genera 19 000 t de fauna de descarte.

Otra evidencia son las proporciones reportadas de biomasa de camarón capturado/biomasa FAC desechada, que también son heterogéneas. Desde la década de los años noventa se ha esti-

mado que la proporción de biomasa descartada por kilogramo de camarón es de 6:1 en el norte del Golfo de México en la porción de Estados Unidos (Alverson *et al.* 1994, Hall y Mainprize 2005); sin embargo, las evidencias demuestran que en las zonas tropicales, esta proporción se incrementa sustancialmente por la falta de regulación de las pesquerías o la ausencia de estadísticas oficiales (Gillett 2008). De acuerdo con Harrington *et al.* (2005), en Estados Unidos la pesca del camarón produjo 93% de la pesca incidental, de la que se desechó hasta 80% de su biomasa; para mayor contraste, Zeller y Pauly (2005) reportan que las descargas de FAC han disminuido, pero como un reflejo del agotamiento del recurso pesquero.

En el Golfo de México también las proporciones biomasa FAC/biomasa camarón presentan variaciones notables. Grande-Vidal y Díaz-López (1981) registraron en el periodo de marzo de 1978 a febrero de 1979 una proporción de 1.45 a 5.4; Corripio-Cadena (1985) reportó para la zona de Matamoros, Tamaulipas, a Tuxpan, Veracruz, para el periodo de marzo 1978 a febrero 1979, una proporción FAC/camarón de 1.4 y para agosto de 5.4; en tanto que para la pesquería de camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri*, Wakida-Kusunoki (2005) señaló que la proporción estuvo entre 1.81 y 3.54 kg de FAC/kg camarón.

Se reconoce que la composición del descarte es específica para cada pesquería y cada zona de pesca, así como la riqueza de especies y la estructura comunitaria (Vianna y Almeida 2005), pero es indiscutible que la pesca de arrastre camarero genera impactos ambientales significativos a las comunidades marinas, que están integradas por peces hasta en 60% en el Golfo de México (Scott-Denton *et al.* 2012).

Los impactos negativos derivados de la pesca de camarón se han reportado en varios lugares del mundo, entre los más comunes resaltan la perturbación del hábitat bentónico por la acción de las redes de arrastre que provocan la alteración física y química del sustrato, la reducción de la complejidad del hábitat que impacta directamente la estructura de las comunidades bentónicas y la muerte de especies no objetivo de la pesquería, que incluyen a organismos infaunales y epifaunales que funcionan como ingenieros ecológicos o como presas prioritarias en las

mallas tróficas, lo que impide que mantengan su función ecológica en la dinámica del ecosistema (Wells *et al.* 2008).

Igualmente, hay coincidencia en diferentes reportes en cuanto a que la composición por tallas de la FAC se caracteriza por su distribución sesgada hacia peces pequeños que son removidos por acción de la pesca (Clucas 1998, Wells *et al.* 2008). Estos autores también refieren que los hábitats de la ictiofauna de la FAC coinciden con las áreas de arrastre camaronero en el Golfo de México, ya que varias especies comparten algunos aspectos de sus historias de vida con las especies de camarón, y ello contribuye a facilitar su captura, en tanto que aquellos organismos que no son capturados, se podrían ver sometidos a cambios ecológicos severos y repentinos.

Aunque por el desconocimiento de la composición de las especies de peces de descarte, la proporción FAC:camarón no se ha consolidado como un indicador robusto para estimar la magnitud del impacto de esta actividad pesquera, si se infiere que la remoción de estos vertebrados genera un impacto en una gama amplia de interacciones ecológicas que promueven cambios profundos en los ecosistemas marinos (López-Martínez *et al.* 2012).

Por todo ello, la generación de información biológica y ecológica de este componente biótico aportará elementos de juicio que permitan mejorar el manejo del recurso camarón, considerando la complejidad del escenario en el que se efectúa y los diferentes impactos ambientales que produce el arrastre camaronero (Charles 2001, FAO 2003), además de integrar los efectos ocasionados por actividades de origen antrópico, como el desarrollo urbano e industrial costero, las diferentes formas de contaminación, la sobrepesca y los impactos naturales que han alterado la dinámica de las comunidades (O'Connell *et al.* 2004); sin embargo, para esta pesquería todavía es difícil diferenciar y cuantificar los impactos que genera, sobre todo por la reiterada limitación de datos disponibles (Chen 2017).

En términos de conservación, la FAC representa un problema serio por la forma en que se desperdician recursos naturales vivos, por las afectaciones a especies raras o susceptibles de desaparecer, por el efecto de la extracción de las tallas jóvenes que impide el reclutamiento

natural de las poblaciones y por la afectación a la dinámica general de las mallas tróficas. La afirmación de una carencia de información sobre la FAC es válida y es una cuestión de la que prácticamente todo se desconoce para el Golfo de México.

Literatura citada

- Abarca-Arenas LG, J Franco-López, R Chávez-López, A Morán-Silva. 2003. Estructura de la comunidad de peces de la pesca incidental camaronera. *En: Wakida- Kusunoki A, R Solana-Sansores, J Uribe-Martínez (eds.). Memorias del III Foro de Camarón del Golfo de México y Mar Caribe.* pp: 63-67.
- Alverson DL, MH Freeberg, JG Pope, SA Murawski. 1994. A global assessment of fisheries bycatch and discards. *FAO Fisheries Technical Paper* 339, 233p.
- Carpenter SR. 2002. Ecological futures: building ecology of the long now. *Ecology* 83(8): 2069-2083.
- Charles AT. 2001. Sustainable fishery systems. *Fish and Aquatic Resources Series* 5. Wiley-Blackwell. 1ª edición, EU. 388p.
- Chen Y. 2017. Fish resources of the Gulf of Mexico. *En: CH Ward (ed.). Habitats and biota of the Gulf of Mexico: Before the deepwater horizon oil spill.* Springer Open, New York, 2(9): 869-1038. DOI: 10.1007/978-1-4939-3456-0_1
- Clarke KR, RM Warwick. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.* PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK. 174p.
- Clucas I. 1998. Bycatch is it a bonus from the sea. *Infofish International* 3: 24-26.
- Corripio-Cadena E. 1985. Fauna de Acompañamiento del camarón y su aprovechamiento en la plataforma continental de Tamaulipas, Golfo de México. *En: A Yáñez-Arancibia (ed.). Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón.* Programa Universitario de Alimentos-Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Instituto Nacional de Pesca, México, pp: 677-692.
- CONAPESCA. 2013. *Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2013.* Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México.
- Davies RWD, SJ Cripps, A Nickson, G Porter. 2009. Defining and estimating global marine fisheries by-catch. *Marine Policy* 33(4): 661-672. DOI: 10.1016/j.marpol.2009.01.003

- DOF. 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. México. 24 de agosto de 2012.
- FAO. 2003. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. *Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable* 4, Suplemento 2: 1-133.
- FAO. 2009. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008*. FAO, Roma. 196p.
- Franco-López J, R Chávez-López, E Peláez-Rodríguez, CM Bedia-Sánchez. 1996. Riqueza ictiofaunística del Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. *Revista de Zoología* 2: 17-32.
- Fricke R, WN Eschmeyer, R van der Laan. 2018. Catalog of Fishes: Genera, Species, References. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Froese R, D Pauly (eds.). 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2019).
- Gillett R. 2008. Global study of shrimp fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper* 475: 331p.
- Gracia A. 2004. Aprovechamiento y conservación del recurso camarón. *En: M Caso, I Pisanty, E Ezcurra (comps.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Ecología AC, Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. México. 2: 713-726.
- Grainger RJR, SM García. 1996. *Chronicles of marine fishery landings (1950-1994): trend analysis and fisheries potential*. FAO, Rome. 51p.
- Grande-Vidal J, LM Díaz-López. 1981. Situación actual y perspectivas de utilización de la fauna de acompañamiento del camarón en México. *Ciencia Pesquera* 2: 43-55.
- Hall SJ, BM Mainprize. 2005. Managing by-catch and discards: how much progress are we making and how can we do better? *Fish and Fisheries* 6(2): 134-155. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2005.00183.x
- Harrington J, R Myers, A Rosenberg. 2005. Wasted fishery resources: discarded by-catch in the USA. *Fish and Fisheries* 6(4): 350-361. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2005.00201.x
- Herrera-Valdivia E, J López-Martínez, S Castillo-Vargasmachuca, AR García-Juárez. 2016. Diversidad taxonómica y funcional en la comunidad de peces de la pesca de arrastre de camarón en el norte del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* 64(2): 587-602.
- Hoese HD, RH Moore. 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico. Texas, Louisiana and adjacent waters*. Texas A&M University Press. EU. 422p.
- ICES/FAO. 2005. Indonesia. Review of bycatch in world shrimp trawl fisheries. Report of the ICES/FAO working group on fishing technology and fish behavior. Roma. 18-22 April 2005.
- Jennings S, JD Reynolds. 2000. Impacts of fishing on diversity: from pattern to process. *En: MJ Kaiser, SJ DeGroot (eds.). Effects of fishing on non-target species and habitats: Biological, conservation and socio-economic issues*. Blackwell Science, Oxford. pp: 235-250.
- Kelleher K. 2005. Discards in the world's marine fisheries. An update. *FAO Fisheries Technical Paper* 470: 131p.
- López-Martínez J, E Herrera-Valdivia, N Hernández-Saavedra, E Serviere-Zaragoza, J Rodríguez-Romero, CH Rábago-Quiroz, G Padilla-Arredondo, S Burrola-Sánchez, D Urias-Laborín, R Morales-Azpeitia, S Pedrín-Avilés, LF Enríquez-Ocaña, MO Nevárez-Martínez, A Acevedo-Cervantes, E Morales-Bojórquez, MR López-Tapia, 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 SC. *En: J López-Martínez, E Morales-Bojórquez (eds.). Efectos de la pesca de arrastre en el Golfo de California*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste SC y Fundación Produce Sonora, México. pp: 15-26.
- McEachran JD, JD Fechhelm. 2005. *Fishes of the Gulf of Mexico*. Vol. 2, Scorpaeniformes to Tetraodontiformes. University of Texas Press, Austin, TX, EU. 1004p.
- Monk MH, JE Powers, EN Brooks. 2015. Spatial patterns in species assemblages associated with the northwestern Gulf of Mexico shrimp trawl fishery. *Marine Ecology Progress Series* 519: 1-12. DOI: 10.3354/meps11150
- Morán-Silva A, R Chávez-López, ML Jiménez-Badillo, S Cházaro-Olvera, G Galindo-Cortés, CG Meiners-Mandujano. 2017. Análisis de la comunidad de peces de descarte en la pesca de arrastre de camarón (temporada de lluvias 2013) en la zona centro-sur del litoral veracruzano, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 52(3): 551-566. DOI: 10.4067/S0718-19572017000300012
- O'Connell MT, RC Cashner, CS Schieble. 2004. Fish assemblage stability over fifty years in the Lake Pontchartrain estuary: Comparisons among habitats using canonical correspondence

- analysis. *Estuaries* 27(5): 807-817. DOI: 10.1007/BF02912042
- Rodríguez-Romero J, DS Palacios-Salgado, J López-Martínez, S Hernández-Vázquez, G Ponce-Díaz. 2008. Composición taxonómica y relaciones zoogeográficas de los peces demersales de la costa occidental de Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 56(4): 1765-1783. DOI: 10.15517/RBT.v56i4.5758
- Scott-Denton E, PF Cryer, MR Duffy, JP Gocke, MR Harrelson, DL Kinsella, JM Nance, JR Pulver, RC Smith, JA Williams. 2012. Characterization of the US Gulf of Mexico and South Atlantic penaeid and rock shrimp fisheries based on observer data. *Marine Fisheries Review* 74(4): 1-27.
- Van der Laan R, WN Eschmeyer, R Fricke. 2014. Family-group names of recent fishes. *Zootaxa* 3882(1): 1-230. DOI: 10.11646/zootaxa.3882.1.1
- Vianna M, T Almeida. 2005. Bony fish bycatch in the southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 48(4): 611-623. DOI: 10.1590/S1516-89132005000500014
- Wakida-Kusunoki AT. 2005. Análisis de la captura incidental en la pesquería ribereña del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en las costas de Campeche, México. En: RL Creswell (ed.). *Proceedings of 56th Annual Meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 56: 583-591.
- Wakida-Kusunoki AT, I Becerra-de la Rosa, A González-Cruz, LE Amador-del Ángel. 2013. Distribución y abundancia de la fauna acompañante del camarón en la costa de Tamaulipas, México (veda del 2005). *Universidad y Ciencia* 29(1): 75-86.
- Wells RJD, JH Cowan, WF Patterson. 2008. Habitat use and the effect of shrimp trawling on fish and invertebrate communities over the northern Gulf of Mexico continental shelf. *ICES Journal of Marine Science* 65(9): 1610-1619. DOI: 10.1093/icesjms/fsn145
- WoRMS Editorial Board. 2018. World Register of Marine Species. Disponible en: <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accesado 2018-10-10. DOI: 10.14284/170
- Yáñez-Arancibia A, P Sánchez-Gil. 1986. Los peces demersales de la plataforma continental del sur del Golfo de México. I. Caracterización ambiental, ecología y evaluación de las especies, poblaciones y comunidades. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*, Publicación Especial 9: 1-230.
- Zeller D, D Pauly. 2005. Good news, bad news: global fisheries discards are declining, but so are total catches. *Fish and Fisheries* 6(2): 156-159. DOI: 10.1111/j.1467-2979.2005.00177.x

Recibido: 26 de noviembre de 2018

Aceptado: 29 de abril de 2019

Aviso de Arribo

Técnicas para la captura y el transporte de peces tropicales de importancia comercial en México

Rodrigo Martínez-Moreno*✉, Andrés Olmedo-Valdovinos*,
Alberto Bartoleño-Sánchez* y Dagoberto Puga-López**

Se analizó la información generada por diferentes proyectos que ha llevado a cabo el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA) en el periodo 2013-2018, donde se probaron diferentes técnicas y estrategias para la captura, el manejo y el transporte de peces, enfocados principalmente en la formación de lotes de reproductores y siembra de juveniles para la engorda. En la información se analizan diferentes artes de pesca, sitios de captura (lagunas, ríos y mar), densidades de transporte y manejo, se definen las técnicas de captura y transporte al observar que la supervivencia fue mayor a 90%. Por lo que, como una primera etapa, y una vez hechos el análisis y la estandarización de los procedimientos, se describen las técnicas para la captura para pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), huachinango (*Lutjanus peru*) y robalo (*Centropomus* sp.) y en la segunda etapa se describen los procesos para el transporte del pargo lunarejo (*L. guttatus*), huachinango (*L. peru*), robalo (*Centropomus* sp.) y pez bobo (*Joturus pichardi*).

Palabras clave: Captura, transporte, peces marinos, reproductores.

Techniques for handling capture and transport of commercial tropical fish in México

Information of different aquaculture projects (2013-2018) from the Fishery and Aquaculture National Institute (INAPESCA) were analyzed, trying out different techniques and strategies of capture, transport and handling of fish species, focused mainly in handling bloodstock and juveniles. This information analyzed different kind of fishing gears, fishing sites (lakes, rivers and sea), transport densities and handling techniques. Capture and transport techniques were defined by observing a survival rate higher than 90%. As a first stage, once the analysis and standardization of the procedures are done, capture techniques for the spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*), red snapper (*Lutjanus peru*), snook (*Centropomus* sp.) and humback grunt (*Microlepidotus brevipinnis*) are described. As a second stage transport and handling methods for the spotted rose snapper (*L. guttatus*), red snapper (*L. peru*), snook (*Centropomus* sp.) and bobo fish (*Joturus pichardi*) are described.

Key words: Capture, transport, marine fishes, bloodstock.

Introducción

La producción acuícola mundial de pescado representó 44.1% de la producción total (incluidos los usos no alimentarios) de la pesca de captura y la acuicultura en 2014, cifra superior a la de 42.1% alcanzado en 2012 y a la de 31.1% registrado en 2004. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2016) ha registrado los datos sobre la pro-

ducción de 580 especies o grupos de especies cultivados en todo el mundo, incluidos los cultivados en el pasado. Entre las especies se cuentan 362 peces de escama (con inclusión de híbridos), 104 moluscos, 62 crustáceos, seis ranas y reptiles, nueve invertebrados acuáticos y 37 plantas acuáticas. En el decenio 2005-2014, la producción piscícola creció 5.8% anual, un porcentaje inferior al 7.2% alcanzado en el decenio anterior (1995-2004). La acuicultura continental de peces de escama, el tipo de operación acuícola más habitual en el mundo, supuso 65% del incremento de la producción pesquera en el periodo 2005-2014 (FAO 2016).

En México, como país en desarrollo y con una población en crecimiento, es imperativa la diversificación productiva para el abasto de

* Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera -Manzanillo. Carretera Manzanillo-Campos s/n, Col. Campos, CP 28860. Manzanillo, Colima. ✉ Responsable de la correspondencia: rodrigo.martinez@inapesca.gob.mx

** Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Bahía de Banderas. Tortuga Núm. 1, La Cruz de Huanacaxtle, Nayarit, CP 63732

alimento, aprovechando las ventajas naturales con las que cuenta, salvaguardando el bienestar social y el desarrollo regional de manera sustentable. El desarrollo de la piscicultura marina en el país es incipiente y su potencial de desarrollo es importante, con más de 12 000 km de litoral y una alta variedad de especies endémicas de peces marinos de altos valores proteico y comercial.

En la actualidad existe gran demanda y mucha presión por parte de los pescadores ribereños para desarrollar proyectos con el objeto de incrementar la elaboración de productos pesqueros y el ingreso económico familiar. En México se han realizado diferentes estudios para el desarrollo de la maricultura, iniciando en el noroeste del país en la década de los ochenta con los primeros estudios realizados sobre la engorda del pámpano *Trachinotus paitensis* Cuvier 1832 en jaulas flotantes, por parte del Departamento de Acuicultura de la entonces Delegación de Pesca en Baja California Sur. Posteriormente, a partir de 1990, se desarrollaron diferentes estudios, donde el Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP-La Paz, BCS) se vincula a este esfuerzo para el cultivo de la cabrilla arenosa *Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner 1868) y de algunos pargos: *Lutjanus argentiventris* (Peters 1869), *Lutjanus aratus* (Günther 1864) y *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy 1922) y, posteriormente, la engorda y la producción de semilla de jureles (*Seriola rivoliana* Valenciennes 1833 y *Seriola lalandi* Valenciennes 1833). En la región del Pacífico se han realizado estudios de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner 1869) y de huachinango *L. peru* en jaulas flotantes, recientemente con el robalo negro *Centropomus nigrescens* Günther 1864.

El Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INAPESCA), en el marco del programa nacional “Cultivo de Peces Marinos” a través de diferentes foros nacionales, busca vincular al sector productivo, centros de investigación (como generadores de información a través de la ciencia básica) y las instituciones gubernamentales. La gobernanza del sector productivo con fundamento en sus necesidades busca conjuntar el conocimiento a fin de instrumentar un modelo de operación que garantice el éxito de los cultivos de peces marinos aplicando las técnicas básicas estandarizadas de manejo de la acuicultura co-

mercial. De igual manera, se busca instrumentar el esquema de unidad piloto de pre-engorda mediante la cual se realice la transferencia tecnológica del cultivo de peces marinos a los productores de la región usando el modelo de granjas núcleo.

En la actualidad no se cuenta con laboratorios que produzcan la cantidad de crías o juveniles que requiere el sector, por lo que diferentes centros de investigación, universidades y productores han sumado esfuerzos para el desarrollo de técnicas y métodos estandarizados para la producción constante de organismos. Estos estudios se han enfocado en diferentes especies de importancia comercial, como son los pargos, robalos, jureles, entre otras. En el presente documento se describen las técnicas para la captura y el transporte de peces marinos tropicales y dulceacuícolas de diferentes especies de importancia comercial, con la finalidad de que éste sea una guía útil para salvaguardar el bienestar de los organismos, garantizando su supervivencia desde la captura y el transporte hacia los sitios de cuarentena o cultivo.

Materiales y métodos

El presente trabajo se origina del análisis de la información generada en nueve proyectos de investigación del INAPESCA realizados en los periodos de 2013 a 2018. En cada uno de los proyectos se evaluó el método de prospección de las áreas de distribución natural y zonas de captura, la selección de artes de pesca y del lugar, día y horario de pesca, la logística para el transporte poscaptura de los organismos, así como los materiales, equipo y maniobras que se utilizaron. La selección de la estrategia de captura óptima se realizó al observar la supervivencia de los organismos en 90% y menor daño en los organismos. Para la selección de la estrategia de manejo y transporte antes se verificó que la supervivencia fuera mayor a 90%. Se analizó un total de 1 168 lances de captura para cuatro especies diferentes (Tabla 1), equivalentes a 123 días de pesca en diferentes lugares de captura (ríos, laguna y mar) y artes de pesca. En cuanto a la estandarización de las técnicas de transporte, se tomaron los datos de 136 125 organismos transportados (Tabla 2), en donde se consideraron la biomasa, el tiempo de

transporte, los horarios de pesca, las condiciones meteorológicas, los procedimientos del manejo de organismos, así como el material y el equipo utilizado.

Tabla 1
Información obtenida de los registros de captura

| Especie | Días de pesca | Número de lances | Sitio de captura |
|---|---------------|------------------|------------------------|
| <i>Joturus pichardi</i> | 12 | 92 | Río y estero |
| <i>Centropomus</i> sp. | 70 | 700 | Laguna costera y playa |
| <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> | 25 | 375 | Mar |

Tabla 2
Características de cada uno de los transportes realizados

| Especie | Etapas | Número de organismos | Biomasa (kg/m ³) |
|---|---------------|----------------------|------------------------------|
| <i>Joturus pichardi</i> | reproductores | 25 | 25 |
| <i>Centropomus</i> sp. | reproductores | 50 | 30 |
| <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> | reproductores | 50 | 30 |
| <i>Centropomus viridis</i> | juveniles | 25 000 | 35 |
| <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> | juveniles | 16 000 | 30 |

Captura

El propósito es contar con organismos que cubran las necesidades del objetivo específico mediante la captura de organismos en el estadio, la edad y el estado físico deseados. Por lo anterior, se deberá realizar, con anterioridad, un estudio del sitio de captura, alistar los materiales requeridos y tener personal capacitado para el manejo de los organismos. A continuación se describen técnicas estandarizadas para la captura de las diferentes especies.

Captura de reproductores de robalo (*Centropomus* spp.) desde orilla

Este método es utilizado cuando se pesca cerca de una desembocadura de un río, en un estero o en la playa. Es importante verificar las rutas de acceso, la distancia entre el sitio de pesca y el contenedor de transporte, ya que la supervivencia de los organismos estará determinada por el menor estrés provocado desde el lugar de su captura hasta el sitio de cultivo o unidad de cuarentena.

Horario: Al amanecer, a partir de las 06:00 horas del día hasta las 09:00 horas o, al atardecer, desde las 19:00 horas hasta las 21:00 horas (los horarios de pesca cambian en relación con la zona de pesca y los periodos de marea).

Artes de pesca: Caña y carrete frontal (spinning), con línea de 0.40 a 0.50 mm de diámetro, señuelos en forma de pez de superficie y de media agua, bailarina, plumero, cuchara y carnada viva, como lisas (mugílicos), sardina (engráulidos), camarón (peneidos) y chococos (fundulidos), todos con un anzuelo reforzado, rendal o líder de fluorocarbono de 30 cm, aproximadamente.



Fig. 1. Diferentes tipos de señuelos utilizados para la captura de robalos (*Centropomus* spp.) y la forma en que el señuelo funciona para la captura de estas especies.

Equipo y material: Contenedor de 150 l, báscula digital (25 kg), ictiómetro, camilla de lona para peces, red tipo cuchara de malla suave al tacto (diferentes medidas), cubetas, guantes de látex,

pinzas mecánicas de corte, franelas, aceite de clavo, tabla de registro, multiparámetro, bomba sumergible ($\frac{1}{2}$ HP), jeringas y aguja. *Nota: para el manejo poscaptura, léase el apartado de Transporte.*

Maniobra de captura

- i. Al llegar a la zona de pesca es necesario observar la línea de costa y el rompiente de las olas para identificar las corrientes de resaca y si existen cardúmenes de sardina, lisa u otros peces pequeños, debido a que los robalos se alimentan de estas especies en estas zonas.
- ii. Al localizar sitios con las características antes mencionadas, se deberán realizar lanzamientos con la caña y el señuelo seleccionados (o carnada viva), que simularán el nado de peces pequeños heridos. Es necesario probar los diferentes señuelos, ya que varían en peso, color, forma y tamaño. Por lo general, los señuelos se cobran con suficiente rapidez como para que se mantengan a media agua (10 a 30 cm por debajo de la superficie), aproximadamente (Fig. 1). Al utilizarse como carnada un pez o un crustáceo vivo, se le debe enganchar al anzuelo por el dorso, para que pueda nadar al ser lanzado al sitio deseado a la espera de que sea capturado.
- iii. Al morder el señuelo el robalo, hay que dar un tirón a la caña para que el anzuelo tenga más agarre e, inmediatamente, cobrar la línea sin dejar de tensarla, llevarlo tan pronto como sea posible a la orilla y, una vez ahí, deberá colocarse dentro del contenedor con agua del lugar de captura. Posteriormente debe evaluarse el agarre del señuelo, para quitarlo procurando no ocasionar daño. Cabe señalar que los robalos presentarán agotamiento ocasionado por la captura, lo que da tiempo suficiente para desprender el anzuelo sin forcejeo, utilizando guantes y franelas para sujetarlo y, en caso de no poder desprenderlo, se deben cortar las puntas de éste con las pinzas de corte.
- iv. Finalmente, se vierte suficiente agua en el contenedor con las cubetas para llevarlo hasta el tanque de transporte; se recomienda agregar 1 ml de aceite de clavo disuelto en 1 ml de alcohol por cada 20 l de agua para

anestesiarse a los organismos. Posteriormente, con una red cuchara o la camilla colocar al organismo capturado en el tanque de transporte, evitando golpearlo con el tanque u otras superficies, para depositarlo lo antes posible en el tanque de transporte.

Captura de reproductores de robalo (*Centropomus* spp.) con línea de mano para pesca de profundidad

Este método es utilizado en las lagunas costeras, en lugares no mayores a 15 m de profundidad, sin corrientes fuertes, lo que permite que la carnada se mantenga sobrenadando en la posición y el área deseadas, por lo que es importante considerar el tiempo que transcurre desde el lugar de pesca hasta el sitio de desembarque. Se recomienda instalar una jaula o un bolso (descrito en materiales) lo más cerca posible de la embarcación en la que se colocarán los organismos para su posterior transporte.

Horario: Al amanecer, a partir de las 6:00 horas hasta las 10:00 horas y, al atardecer, de 18:00 horas a las 21:00 horas. (Los horarios de pesca pueden variar de acuerdo con la zona de pesca y con los periodos de marea.)

Artes de pesca: Línea de mano compuesta de 0.80 mm de diámetro, destorcedores, plomo, líder de flurocarbono de 0.60 mm, carnada viva (camarón de entre 8 y 12 g, sardina o pelágicos menores) y una caja de anzuelos del núm. 9. El armado de la línea de pesca consiste en unir 30 cm de fluorocarbono del extremo de la línea de 0.80 mm, que se une a un destorcedor y se colocan 10 g de plomo en la línea, que se aprieta con pinzas para que no se mueva. Se pone el anzuelo del extremo contrario, tal como se muestra en la *figura 2*.



Fig. 2. Armado de la línea de mano para pesca de profundidad para la captura de robalo (*Centropomus* spp.).

Equipo y material: Contenedor de 140 l, balanza digital, ictiómetro, camilla para peces, red tipo cuchara de malla suave al tacto, cubetas, guantes de látex, pinzas de corte, franelas, jeringa del núm. 5, embarcación menor con vivero de 100 l (según el caso), remos o motor fuera de borda de 45 a 100 HP –dependiendo de los sitios de captura–, bomba de achique (1/4 HP), bolso o jaula con luz de malla de 0.5 plg de al menos 1 x 1 x 1.2 m, que debe de contar con su sistema de flotación (boyas, tambos o tubería) y su aparejamiento; en caso de no contar con bolso, utilizar tanque de oxígeno (3.44 m³) de grado industrial con regulador de presión a dos salidas, mangueras de 1/4 de plg de diámetro y piedras difusoras de porcelana.

Maniobra de captura

- i. Antes de subir a la embarcación, deben prepararse los artes y el equipo de pesca, así como el tanque o la cubeta donde se mantendrá la carnada viva.
- ii. Una vez que la embarcación esté en el sitio de captura, debe instalarse el bolso, ya sea

sujeto a la embarcación o lo más cerca posible (Fig. 3), o el contenedor con su sistema de aireación.

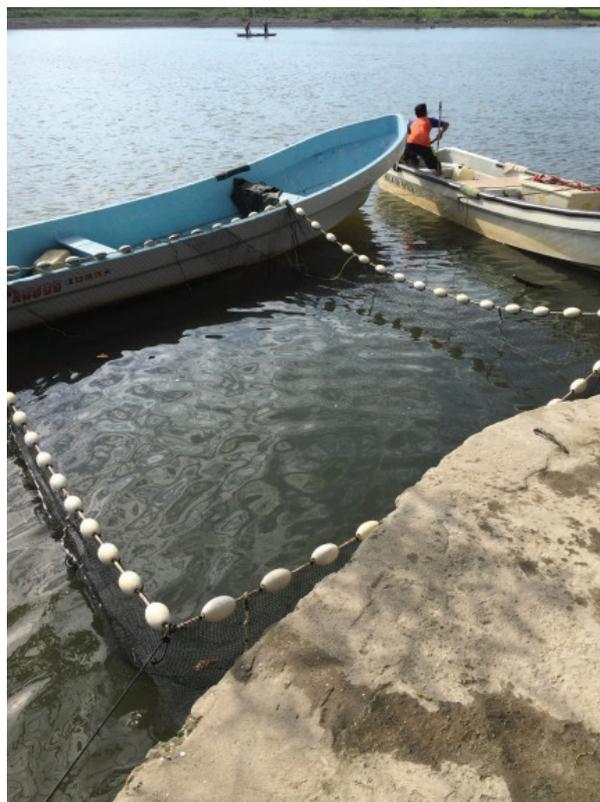


Fig. 3. Estructura tipo bolso utilizado para depositar los robalos (*Centropomus* spp.) capturados.

- iii. El camarón debe sujetarse del cefalotórax, justo en la base del rostro, ya que esto permite mantenerlo con vida mayor tiempo. Una vez muerta la carnada, deberá reemplazarse, ya que se ha observado que con carnada muerta se capturan especies diferentes a la objetivo y se pierde el tiempo del horario de captura (Fig. 4).

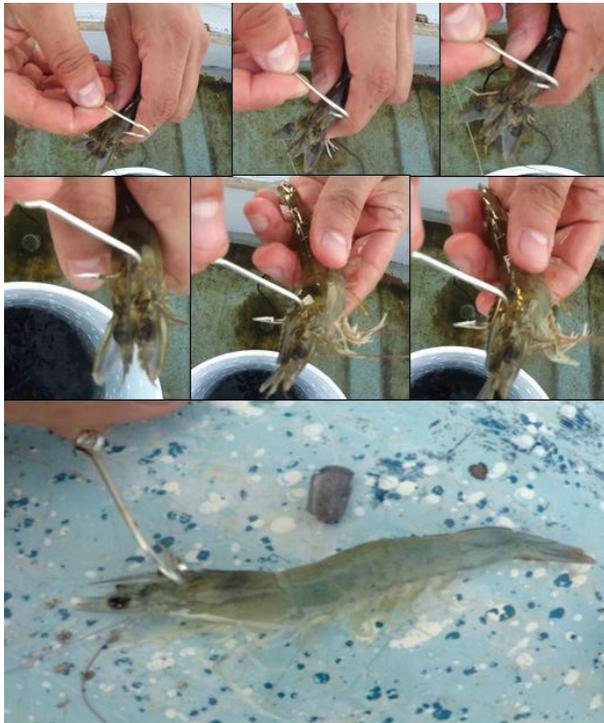


Fig. 4. Procedimiento para sujetar en el anzuelo el camarón vivo que se utiliza como carnada.

iv. Una vez que el pez se enganche en el anzuelo se debe mantener tensa la línea de mano, jalar al mismo tiempo y subirlo a la embarcación con rapidez para evitar que la carnada entre

- al estómago del pez y se incremente la posibilidad de que la vejiga natatoria quede expuesta en el hocico y sea fácil su descompresión.
- v. Al subirlo a la embarcación debe colocarse en el contenedor o bolso sin que toque la superficie de la embarcación y sujetar al pez por la cabeza para retirar el anzuelo de forma manual (Fig. 5). Dependiendo de la profundidad de captura será visible el abdomen abultado por la descompresión o, en algunos casos, al depositarlo en el contenedor o jaula se observará que flota vientre arriba, en este momento será necesario utilizar la jeringa para perforar por debajo de la línea lateral en donde finaliza la aleta ventral y liberar el aire de la vejiga natatoria. La aguja debe insertarse entre las escamas y no a través de ellas. Debe retirarse el aire sin hacer succión, hasta que ceda la presión del abdomen. Al depositar al pez, éste debe nadar normalmente y no voltearse de nuevo porque, de ser así, deberá de repetirse el procedimiento para liberar el aire.
- vi. Una vez terminado el horario de captura, y en caso de que los organismos hayan sido introducidos al bolso, éste deberá remolcarse a la orilla a una velocidad moderada, que permita a los peces nadar con tranquilidad y así evitar



Fig. 5. Imágenes de la captura de robalo con línea de mano y liberación del anzuelo.

que se repliegan a la pared del bolso por la corriente. Se deben observar los organismos durante todo el trayecto para vigilar su comportamiento y poder tomar decisiones con respecto a su manejo. Cualquier animal que presente estado crítico deberá sacrificarse, ya que compromete la supervivencia de los que tienen más probabilidad de sobrevivir.

Captura de reproductores de huachinango (*Lutjanus peru*) y pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) con línea de mano para pesca de profundidad

Este procedimiento puede ser utilizado para la captura de estas especies en bahías o en el mar, en lugares con profundidad no mayor a 35 m en sitios conocidos como bajos (caladeros rocosos o arenosos) donde se agrupan organismos de diferente tallas y edades dependiendo de la estación del año, la temperatura del agua y el esfuerzo pesquero (Castillo-Vargasmachuca *et al.* 2008, Zárate-Becerra *et al.* 2014). Es importante mencionar que la embarcación empleada debe contar con todos los equipos de seguridad necesarios para desarrollar actividades en el mar, así como personal con experiencia para que manio-bre la embarcación.

Horario: Al amanecer, a partir de las 6:00 horas del día hasta las 10:00 horas y, al atardecer, desde las 18:00 horas hasta las 21:00 horas (los horarios de pesca cambian de acuerdo con la zona de pesca y los periodos de marea).

Arte de pesca: Líneas de mano compuestas de hilo de 0.80 mm de diámetro, destorcedores, plomadas, línea de flurocarbono de 0.50 a 0.70 mm de diámetro para rendal, carnada viva, como: sardina (clupeidos), pejerrey (atherínidos), anchoveta (engráulidos), jaiba (portúnidos), camarón (penneidos) y calamar y/o carnada muerta (calamar o sardina), anzuelos del núm. 8 al 12, atarraya de luz de malla de ¼ plg, red de cuchara de luz de malla de ¼ plg con malla sin nudos y lámpara sumergible para pesca de carnada.

Para usar este método de forma práctica, se recomienda colocarlo en un yo-yo o aro de pesca. La línea de mano se construye colocando un destorcedor, al que se sujetará el rendal, que está formado por una línea principal de flurocarbono

a la que se sujetan líneas de anzuelos (dos a tres), constituidos por dos o tres secciones, respectivamente, con un tramo de línea de 1.2 m en donde se realiza un nudo de sangre (*blood knot*) procurando obtener una gaza de entre 15 y 20 cm. Posteriormente se añade un nudo tipo riso, o cuadrado (*scout*), sobre la base de la gaza antes mencionada y se corta un extremo de ésta, donde va sujetado el anzuelo (núm. 12 para peces de entre 0.3 y 0.4 kg y núm. 8 para peces mayores a 1.5 kg). Para las siguientes secciones es necesario unir las con apoyo de un destorcedor y se sigue el procedimiento de la primera sección. La plomada es un peso muerto (varilla de acero, plomos, etc.) sujeta con un tramo de 30 cm de cuerda a un destorcedor posterior a la última sección (Fig. 6).

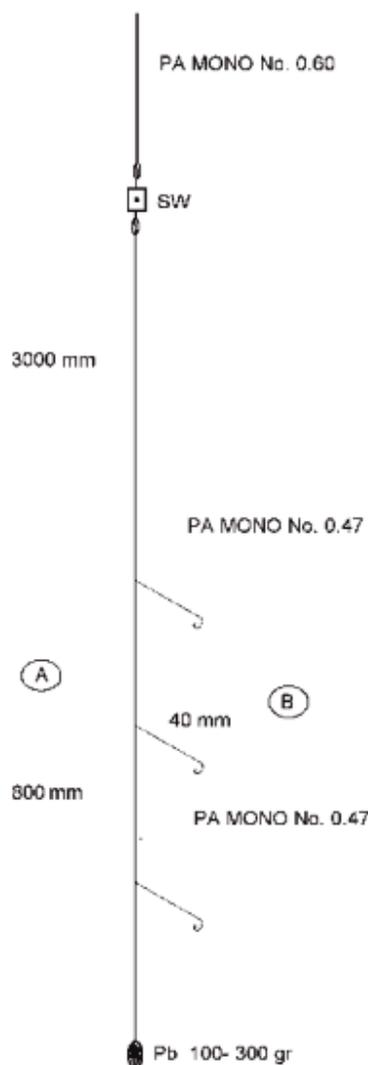


Fig. 6. Línea de mano para pesca de pargos y huachinangos (tomado de Espino-Barr *et al.* 2013).

Equipo y material: Báscula digital, ictiómetro, camilla para peces, red tipo cuchara de malla suave al tacto, guantes de látex, pinzas mecánicas de corte, franelas, jeringas del núm. 5, bitácora de campo, un dispositivo de localización (GPS), contenedor de 140 l, embarcación menor con vivero de 100 l, aproximadamente, remo, motor fuera de borda dependiendo los sitios de captura, bomba de achique ($\frac{1}{4}$ HP), batería, cables y ancla.

Maniobra de captura

- i. Antes de subir a la embarcación, debe prepararse el armado de la línea de mano para la pesca y el equipo, así como el tanque para la carnada viva. Asegurar los artes de pesca y el equipo necesario, para que permanezcan firmes y seguros durante el trayecto. Es indispensable conocer previamente los bajos de pesca y la carnada disponible en la zona, que depende de la temporada del año y de las corrientes marinas.
- ii. Las carnadas, como pelágicos menores (sardina, pejerrey, etc.), se capturan con atarraya al amanecer o durante el día cerca de los riscos desde la embarcación; durante la noche se captura calamar y jaiba, utilizando luz sumergible para atraerlas y se les captura con red de cuchara. En el caso de camarón, deberá ser adquirido de las granjas acuícolas o, en su defecto, capturarlo un día antes manteniéndolo con aireación en el contenedor. La carnada capturada se deposita en el vivero de la embarcación para su mantenimiento, con la bomba de achique se debe cuidar la calidad del agua del vivero realizando recambios constantes cuando la embarcación no esté en movimiento o no cuente con sistema de bombeo para la entrada de agua. El anzuelo debe ser enganchado por el dorso para no matar al pez (carnada) y que pueda nadar con libertad; en caso de utilizar calamar, se debe poner el anzuelo en la parte superior del manto entre las aletas y no necesariamente debe estar vivo.
- iii. Una vez en el sitio de pesca, se bajan los anzuelos hasta ubicar a los organismos. Al capturar alguno, deberá subirse a la embarcación

tan pronto como sea posible, sin tocar la falca de la embarcación. Se le debe sujetar con cuidado por la cabeza para liberar el anzuelo.

- iv. Para realizar la descompresión de la vejiga hay que colocar el pez capturado de costado sobre una superficie suave y firme, insertar la aguja entre las escamas a la altura de donde terminan los radios de la aleta lateral y el ano (Fig. 7). Es necesario quitar el bulbo de la jeringa para que el aire sea expulsado, si al perforar se escucha el sonido del gas liberado, es señal de que la aguja está en el lugar adecuado, del mismo modo, se puede poner una gota de agua en la jeringa para identificar la salida de aire visualmente. Muchas veces, por la profundidad de captura, la vejiga se proyecta por la boca, si es el caso, sólo se pincha con la aguja para expulsar el aire.



Fig. 7. Forma adecuada de inserción de jeringa a la vejiga natatoria en un huachinango (*Lutjanus peru*).

- v. Posteriormente se coloca al organismo capturado en el vivero de la embarcación o el contenedor con su sistema de aireación, se monitorean los parámetros, se realizan constantes recambios de agua con de la bomba de achique (de 12 voltios, 750 galones/hora), hasta terminar el horario de captura o completar el número de organismos deseados. La cantidad de peces que pueda mantener el vivero depende del volumen de agua y de la capacidad de recambio; se debe observar y vigilar el comportamiento de los organismos durante todo el trayecto para poder tomar decisiones acerca de la periodicidad de recambio del agua en el tanque (90%) y su manejo. Cualquier organismo capturado que

presente estado crítico compromete la supervivencia de los que tienen más probabilidad de sobrevivir, por lo que deberá sacrificarse.

Captura de reproductores de pez bobo (*Joturus pichardi*) con red de enmalle

La captura de pez bobo se realiza en ríos o esteros. La temperatura del agua es un factor determinante para encontrar esta especie, dado que está directamente relacionada con el paso de los frentes fríos (Martínez-Moreno *et al.* 2015a). Es importante mencionar que hay una temporada de veda para esta especie durante sus migraciones de reproducción (DOF 2010).

Horario: durante la noche a partir de las 19:00 horas hasta las 06:00 horas (los horarios de pesca cambian de acuerdo con la zona de pesca y los periodos de marea).

Arte de pesca: redes de enmalle de 4 plg, 5 plg y 6 plg de luz de malla, de 80 m de largo por 5 m de caída.

Equipo y material: embarcaciones menores de 4 m de largo por 1.5 m de ancho de fibra de vidrio, con motor fuera de borda de 4 HP, dos jaulas flotantes de 2 x 2 x 1.6 m de PVC hidráulico y malla de 0.5 plg, contenedor de 140 l, cubetas de 20 l, multiparámetro YSI 85 para medición de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, navaja y linterna sumergible (*streamlight*).

Maniobra de captura

- i. Antes de subir a la embarcación se debe preparar la red para su lance, colocando los plomos de un solo lado y los flotadores de otro; del mismo modo, se debe colocar el contenedor en el centro de la embarcación y llenarlo con agua del sitio de captura e instalar las jaulas en un sitio seguro o protegido para evitar corrientes del río y palizadas.
- ii. Al llegar al sitio de captura se coloca la red de manera transversal a la corriente y, una vez pasados 30 minutos, se levanta para revisar si han quedado organismos atrapados. Una vez que los hay, se corta la red con la navaja para poder depositarlos en el contenedor y seguir subiéndola, ya que se pueden

capturar muchos en un solo lance. Poner de cinco a 10 peces por contenedor y hacer recambios de agua de 90% cada 30 minutos.

- iii. Una vez completada la cantidad o llegado el final del horario de pesca hay que poner los organismos en las jaulas flotantes y dejarlos por 12 horas en observación para disminuir el estrés y separar a los que sufrieron daños durante la captura y, posteriormente, prepararlos para su transporte.

Transporte

Durante el transporte se deben proporcionar las condiciones necesarias para la supervivencia de los organismos y minimizar su manipulación para no incrementar el estrés ni generar lesiones; este procedimiento tiene que ser lo más ágil posible. Antes de transportarlos se deben considerar los siguientes aspectos:

- a. Selección del sitio de transporte: El sitio de transporte debe ser de fácil acceso y estar lo más cerca posible de la zona de captura, así como haber libre acceso al agua desde ahí.
- b. Ruta de transporte: Se deben conocer las rutas, distancias y el tiempo de recorrido para seleccionar la más conveniente, la que se transita en menor tiempo y esté en mejores condiciones. De ser posible, informarse con antelación sobre la incidencia de eventos de tránsito que pudiesen alargar el tiempo de traslado.
- c. Condiciones climatológicas: Es importante monitorear las condiciones climatológicas por lo menos desde doce horas antes del transporte, de los lugares por donde se pretende transitar, ya que los fenómenos meteorológicos pudieran afectar la ruta seleccionada (deslaves, cierre de caminos, puentes, etcétera).
- d. Personal capacitado. Es necesario que el personal, al menos dos personas, que realice las maniobras de transporte esté capacitado para ello, uno que conduzca el vehículo y otro que haga las mediciones y el monitoreo de los organismos durante el transporte.

Horario de transporte: El transporte de los organismos debe realizarse durante el atardecer o el amanecer para evitar las horas en las que la temperatura es elevada, por lo que se recomiendan

periodos de transporte de las 06:00 a 09:00 horas y de las 18:00 a las 21:00, para el amanecer y atardecer, respectivamente, dependiendo del lugar de origen y la distancia que se deba recorrer.

Equipo y material de transporte: Vehículo tipo Pick Up (capacidad de carga de 1.5 t), contenedor plástico o de fibra de vidrio de 1 000 l (Fig. 8), generador eléctrico y/o convertidor de corriente de 12 volts, caja con herramientas básicas (juego de 12 piezas de llaves españolas, pinzas de electricista, pinzas de corte, pinzas mecánicas, pinzas perras, juego de 12 desarmadores, cuchillo, hilo, flexómetro, lápiz y papel), impulsor de aire (*Sweetwater* de diafragma) o tanque de oxígeno (3.44 m³) de grado industrial con regulador de presión a dos salidas, mangueras de ¼ plg de diámetro y piedras difusoras (de porcelana para el uso de oxígeno), guantes de látex, lona o camilla de transporte para peces, cuchara con red flexible y suave al tacto sin nudo, cubetas, cabos y multiparámetro YSI 85 para medición de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.



Fig. 8. Vehículo y tanques contenedores para el transporte de especies marinas (*Lutjanus guttatus*).

Procedimiento

- i. El tanque de transporte debe sujetarse con firmeza con los cabos a los puntos de amarre del vehículo, al igual que los componentes de aireación (generador eléctrico, mangueras, piedras difusoras y tanque de oxígeno o compresor, según el caso) para evitar que se desplacen durante el trayecto.
- ii. Antes de depositar los organismos en el tanque y transportador, éste debe cargarse con agua del lugar de captura (según el caso) o agua de la mejor calidad posible, para favorecer el mejor acondicionamiento de los organismos. La cantidad de agua depende de la capacidad de carga del remolque o el vehículo. Una vez que se alcanza el nivel deseado, hay que saturar el agua de oxígeno, ya sea con un aireador o un tanque de oxígeno.
- iii. Para realizar análisis morfométricos a los organismos antes de transportarlos, es necesario utilizar aceite de clavo (1 ml/20 l) para anestesiarlos en el contenedor; se utilizará el tanque de transporte para su recuperación. Siempre que se sujete o maniobre con los organismos se deberán utilizar guantes de látex para evitar el desprendimiento de mucus y escamas, lo que pondría en riesgo su integridad.
- iv. Los organismos pueden moverse en cubetas de 20 l (dependiendo el tamaño) con un tercio de agua del lugar de donde se hayan sacado, o con una cuchara o con la bolsa de lona, y se depositan en el tanque de transporte con mucho cuidado para que no se laceren (Fig. 9).
- v. Se recomienda bajar la temperatura del agua durante el transporte, con bolsas de hielo, para reducir su metabolismo, la producción de residuos y el consumo de oxígeno (Benetti *et al.* 1999, Colburn *et al.* 2008, Stieglitz *et al.* 2017). Se requieren aproximadamente 10 kg de hielo para disminuir un grado centígrado la temperatura de un metro cúbico de agua (Martínez-Moreno *et al.* 2015b¹). El monitoreo de los parámetros debe ser constante (cada hora) y se debe estar pendiente del funcionamiento de los equipos de aireación, para que en caso de que se genere espuma en los tanques de transporte, se pueda retirar con una cuchara de malla fina.
- vi. Durante la descarga se deberá preparar el tanque, quitar todo lo que obstruya el camino sin dejar de mantener la aireación y,

1. Martínez-Moreno R, JL Falcón-Rodríguez, JM Palomares-García, I Mora-Cervantes. 2015b. Prospección biológica de las poblaciones naturales de pez bobo (*Joturus pichardi*) en el estado de Veracruz. Informe de investigación (Documento interno). Dirección General Adjunta de Investigación en Acuicultura. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. México. 26p.

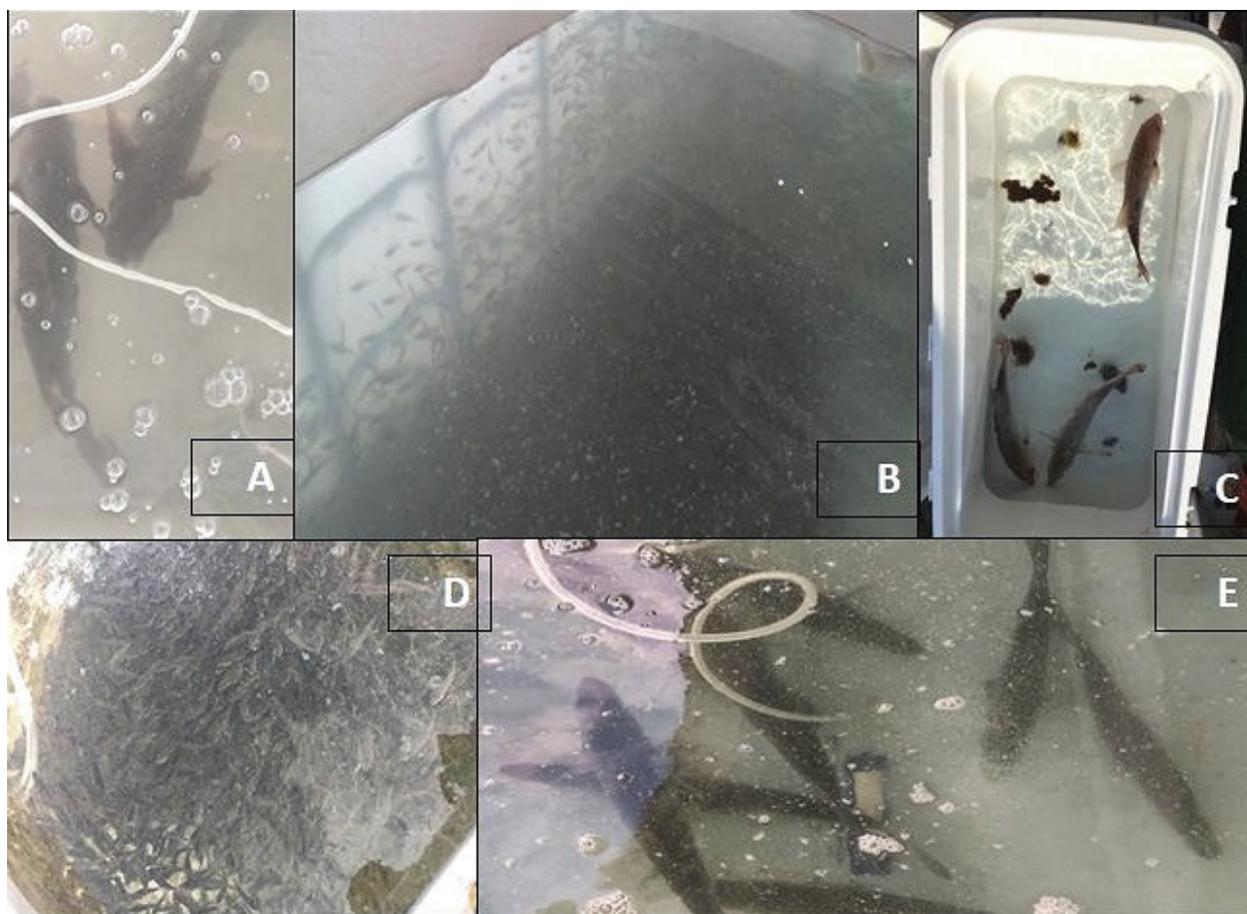


Fig. 9. Transporte de A: reproductores de pez bobo (*Joturus pichardi*), B: crías de robalo (*Centropomus viridis*), C: reproductores de huachinango (*Lutjanus peru*), D: juveniles de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y E: reproductores de robalo (*Centropomus* spp.).

posteriormente, sacar de manera gradual el agua del tanque y rellenar porcientualmente con la del tanque en el que se depositarán los organismos para que se aclimaten e igualar temperatura (10% del tanque cada media hora). Una vez que los parámetros (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) del tanque coincidan, se extraen los organismos.

- vii. Verificar el grado de estrés de los organismos, si al introducir la camilla o la red de cuchara, muestran movimientos bruscos, en cuyo caso se tendrán que anestesiarse en el tanque, se monitorearán los parámetros y se observará siempre el grado de anestesia de los organismos. Cuando estén en el primer nivel de anestesia (mala flotación y nado erróneo), se pueden colocar en la camilla o en la cuchara, posteriormente se deben de poner en cuarentena o en un sitio de cultivo, según sea el caso. Para los organismos capturados del medio natural, se recomienda rea-

- lizar un tratamiento profiláctico con formalina 0.17/ml por cada 100 l durante una hora.
- viii. En la *tabla 3* se muestran los niveles óptimos de los parámetros fisicoquímicos durante el transporte, así como la densidad por metro cúbico de agua para el manejo de los organismos, tanto marinos como dulceacuícolas, por lo que una vez analizada la información, se recomienda manejar estas consideraciones técnicas para el transporte.

Tabla 3

Consideraciones técnicas para el transporte de peces marinos tropicales y dulceacuícolas

| | |
|---------------------|--|
| Temperatura | De 22 a 24 °C |
| Volumen de agua | 1 m ³ |
| Densidad | <30 kg/m ³ (oxígeno) <25 kg/m ³ (aireación) |
| Tiempo de recorrido | <22 horas (sin recambio) |

Agradecimientos

A los compañeros de los Centros Regionales de Investigación Acuícola y Pesquera de Veracruz, Manzanillo, Mazatlán y Bahía de Banderas que colaboraron en la obtención de los datos. Al personal de la planta piloto comercial de peces marinos del CIAD-Mazatlán por la asesoría constante, compañerismo y trabajo mutuo. Por el apoyo y facilidades del profesor Arnulfo Hernández Díaz del CUCSUR-Melaque y al C. Francisco Alvarado Garibaldi por el apoyo brindado.

Literatura citada

- Benetti DD, MW Feeley. 1999. The capture, transport, handling, prophylaxis, quarantine and sampling of broodstock marine fish. *World Aquaculture* 30: 54-57.
- Castillo-Vargasmachuca SG, JT Ponce-Palafox, Y Sanz, F Flores-Verdugo, H Esparza-Leal. 2008. Análisis de la situación actual de la pesquería del huachinango *Lutjanus peru* en el Pacífico Mexicano. *Acta Pesquera* 1(1): 24-32.
- Colburn HR, AB Walker, DL Berlinsky, G Nardi. 2008. Factors affecting survival of cobia, *Rachycentron canadum*, during simulated transport. *Journal of the World Aquaculture Society* 39(5): 678-683. DOI: 10.1111/j.1749-7345.2008.00205.x
- DOF. 2010. Acuerdo por el que se establecen épocas y zonas de veda para la pesca de diferentes especies de la fauna acuática en aguas continentales de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. México. 31 de marzo de 2010.
- Espino-Barr E, A García-Boa, M Puente-Gómez, EG Cabral-Solís. 2013. Pesca ribereña en Colima y Jalisco. *En: M Cruz-Romero y E Espino-Barr (compiladores). La pesca ribereña en Colima y Jalisco*. Instituto Nacional de Pesca. México. pp: 14-31.
- FAO. 2016. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. FAO, Roma. 224p.
- Martínez-Moreno R, JM Palomares-García, JL Falcón-Rodríguez. 2015a. Monitoreo de la temporada reproductiva del pez bobo *Joturus pichardi* en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz. *Ciencia Pesquera* 23(1): 47-51.
- Stieglitz JD, RH Hoenig, S Kloeblen, CE Tudela, M Grosell, DD Benetti. 2017. Capture, transport, prophylaxis, acclimation, and continuous spawning of Mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*) in captivity. *Aquaculture* 479: 1-6. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.05.006
- Zárate-Becerra ME, E Espino-Barr, M Puente-Gómez, A García-Boa, EG Cabral-Solís, D Hernández-Montaño, C Meléndez-Galicia, A Arellano-Torres, RM Gutiérrez-Zavala, E Cabrera-Mancilla, HA Gil-López, A Labastida-Che. 2014. Huachinango del Pacífico Centro-Sur, costa de Nayarit a Chiapas. *En: LF Beléndez-Moreno, E Espino-Barr, G Galindo-Cortés, MT Gaspar-Dillanes, L Huidobro-Campos y E Morales-Bojórquez (eds.). Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*. Instituto Nacional de Pesca, México, pp: 141-175.

Recibido: 24 de febrero de 2019

Aceptado: 16 de abril de 2019

Estudio socioeconómico

Características socioeconómicas en la pesca de los langostinos del género *Macrobrachium* en el río Palizada, Campeche, México

José Luis Cruz-Sánchez*✉, Armando T. Wakida-Kusunoki*,
Luis Enrique Amador-del Ángel†**, Moisés Frutos-Cortés² y Roberto Brito-Pérez**

En el río Palizada, Campeche, México, se lleva a cabo la pesca de especies de langostino del género *Macrobrachium*, actividad de importancia económica para las comunidades de esta región. A partir de cuestionarios aplicados se obtuvo información de la situación económica y social de los pescadores de langostino, con el fin de aportar datos que sirvan como base para el manejo de este recurso en la zona. En las 92 encuestas que se realizaron en 11 comunidades se observó que la edad de los pescadores que capturan el recurso va de los 12 a los 79 años, y en su mayoría son pescadores libres, 70% realiza otras actividades diferentes a la pesca. El producto se vende principalmente vivo. La especie *M. acanthurus* (pigua) tiene gran importancia económica en épocas de lluvia, mientras que *M. carcinus* (acamaya) la tiene en el estiaje. Mediante encuestas con locatarios de mercados de Ciudad del Carmen y Villahermosa, donde se venden la pigua y la acamaya, se observó que el precio se eleva en estos locales hasta 40% por arriba del precio directo al pescador. Las condiciones socioeconómicas de los pescadores se relacionan con la captura anual de las especies; los indicadores sociodemográficos que muestran características como la escolaridad, el tipo de vivienda y los artes de pesca utilizados en la actividad, son un reflejo de la situación precaria del pescador en donde el mal manejo de las especies conlleva a su captura irracional. Por lo anterior, es necesario seguir realizando este tipo de estudios e investigaciones que permitan formarse un panorama integral, con información científica y datos empíricos desde la perspectiva de los propios pescadores locales. **Palabras clave:** economía, indicadores, langostino, pesquería, topología social.

Socioeconomic characteristics of freshwater prawn *Macrobrachium* fishery in Palizada River, Campeche, México

Freshwater prawn fishing of the genus *Macrobrachium* in the Palizada River, Campeche, Mexico is an important economic activity. Based on surveys information on the economic and social situation of shrimp fishermen was obtained, in order to provide basic data for the management of this resource. A total of 92 surveys were conducted in 11 communities, where it was observed that the age of the fishermen fluctuates from 12 to 79 years, and they are mostly “free” fishermen, 70% perform also other activities. The product is mainly sold live. The species *M. acanthurus* (pigua) has a high level of economic importance during the rainy season, while *M. carcinus* (acamaya) during the dry season. Surveys to market tenants of Ciudad del Carmen and Villahermosa where pigua and acamaya are sold, an increase of 40% of the price was observed, compared to the price paid to the fishermen. The economic status of the fishermen is related to the annual catch of the species; sociodemographic indicators as school level, type of housing and fishing gear used in the activity, which are a reflection of the precarious situation of the fishermen, and also the current situation of the management of the species which lead to its irrational capture. Therefore, it is necessary to keep doing this type of research and offer an integral study, with scientific and social information from the perspective of the local fishermen themselves.

Key words: economics, indicators, shrimp, fishery, social topology.

* Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera-Yucalpetén, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, carretera a Chelem Blvd, Puerto de abrigo, 97320, Yucalpetén, Yucatán, México. ✉ Responsable de la correspondencia: joseagosto4@hotmail.com

** Centro de Investigación de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma del Carmen, Calle 56 núm. 4, Col. Benito Juárez, 24180, Ciudad del Carmen, Campeche, México.

Introducción

A escala mundial se reconoce que la vulnerabilidad de las pesquerías y comunidades pesqueras varía de un país a otro y de una comunidad a otra e, incluso, en el seno de la sociedad ésta puede

ser diferente entre los distintos grupos demográficos (Gutiérrez-Pérez 2015), por lo que el uso de los caracteres cualitativos tiene un potencial muy importante para el estudio de la sociedad (Cortazzo y Schettini 2005¹).

Es en el caso del sector pesquero donde los caracteres cualitativos tienden a ser más vulnerables cuando las pesquerías sufren sobreexplotación y sobrecapacidad (Daw *et al.* 2012). Existen serias carencias en la evaluación y el seguimiento de las condiciones sociales y económicas de los pescadores del sector social ribereño, además de que la pesca es una actividad productiva con pocas exigencias en términos de inversión, lo que se traduce en presión de pesca (Polanco 1988). Tal es el caso de la explotación de especies del género *Macrobrachium* Bate 1868 en el Golfo de México, que tienen alto valor económico, dados su sabor, su alto contenido de proteína y su atractivo visual (Kent 1995), por lo que son productos bien cotizados como alimento, lo que propicia la explotación continua por parte de los pescadores locales.

En los últimos años ha existido la necesidad creciente de comprender mejor la trascendencia de decisiones de gestión pesquera en el bienestar social y la sostenibilidad de las comunidades pesqueras; al respecto, Himes-Cornel y Kasperski (2016) demuestran, con base en los datos socioeconómicos e índices de pesca revisados, el grado de bienestar de una comunidad pesquera en Alaska, y que con la creación de índices, como el nivel escolar y componentes del hogar, se tiene una forma útil de seguir el estado de las condiciones socioeconómicas y la participación de la comunidad pesquera a lo largo del tiempo.

Colburn y Jepson (2012) mencionan que el uso de índices sociales mejora la evaluación de impactos por cambios en la administración pesquera.

Si bien en México, los estudios relacionados con el desarrollo de las pesquerías y la actividad pesquera inician en la década de los años sesenta (Alcalá 2003), recientemente García-Gue-

rrero *et al.* (2013) realizaron un trabajo donde discuten la importancia económica-pesquera y las necesidades de la conservación del género *Macrobrachium* en las comunidades ribereñas de Latinoamérica. Estos mismos autores reconocen el escaso estudio de las poblaciones de este género en México. Por otro lado, la pesca como actividad económica presenta gran diversidad de modalidades de producción y organización social, lo que es necesario tomar en consideración cuando se llevan a cabo investigaciones antropológicas, ya que las combinaciones de elementos naturales y sociales, así como de aspectos ligados a los procesos de producción, varían de una región a otra, o dentro de una misma región o pesquerías (De la Cruz y Argüello 2006).

La población actual del municipio de Palizada es de 8 352 habitantes (4 230 hombres y 4 122 mujeres) (INEGI 2010²). De la población económicamente activa, 79.83% es de hombres y 20.17% mujeres (SNIM 2010³). La densidad de la población (hab/km²) en los últimos años ha ido en aumento, de 67.06% en 1995 a 79.84% en 2010. De la población, 11.44% es analfabeta (INEGI 2010²). El grado promedio de escolaridad es de 7.12 años en hombres y 7.13 en mujeres. De la población, 10% no tiene escolaridad, 15.57% tiene la primaria completa y 25.91% la secundaria terminada (INEGI 2010²); en cuanto al índice de marginación para Palizada, es de 0.15, con un grado de marginación medio, lo que lo ubica en la cuarta posición (de nueve) en el ámbito estatal (INEGI 2010²).

El objetivo del presente estudio es brindar información actual y relevante del estado social y económico de los pescadores de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann 1836) y *Macrobrachium carcinus* (Linnaeus 1758) (pigua y acamaya, nombres vernáculos que respectivamente reciben en el río Palizada), con el fin de que en un futuro y con base en la información presentada en este trabajo se puedan ofrecer recomendaciones de medidas de manejo eficientes para la captura de

1. Cortazzo I, P Schettini. 2005. Importancia del análisis de datos cualitativos. Desafíos y dificultades. En: *Terceras Jornadas de Investigación. "La investigación en Trabajo Social en el contexto Latinoamericano"*. Facultad de Trabajo Social, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

2. INEGI. 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010*. Tabulados del cuestionario básico. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/default.html#Tabulados>

3. SNIM. 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Sistema Nacional de Información Municipal SEGOB. www.snim.rami.gob.mx.

las especies, que garanticen la continuidad de esta actividad y del recurso.

Materiales y métodos

El sistema fluvio-lagunar-deltaico del río Palizada se ubica en la porción suroeste de la cuenca hidrológica de Laguna de Términos, Campeche, entre las coordenadas geográficas 18° 19' 13" y 18° 29' 04" N y 91° 44' 36" y 91° 51' 31" O.

El río Palizada abarca dos municipios: Carmen y Palizada, siendo este último donde se ubica la mayor parte de las localidades del río, que pertenece a la cuenca del Grijalva-Usumacinta, una de las más importantes de México. Sus escurrimientos representan 30% de los ríos de México y sus ecosistemas albergan 64% de la biodiversidad nacional conocida (Toledo 2003). El río corre por la cabecera municipal de igual nombre, que limita al norte y al este con el municipio de Carmen, al sur y al oeste con el estado de Tabasco. En su territorio no hay elevaciones mayores a 40 msnm, motivo por el cual es altamente inundable.

Se obtuvo información de las condiciones sociales y económicas de los pescadores de langostino colectando datos basados en la apreciación rural rápida (Amador-del Ángel *et al.* 2012), así como con la aplicación de la cédula de cuestionario (Burgwal y Cuellar 1999) con variables cuantitativas y cualitativas (Hernández-Mogíca *et al.* 2002).

Durante 2014 se ubicaron comunidades cercanas al río donde se captura el recurso y se aplicaron encuestas socioeconómicas a pescadores de langostino donde el criterio de selección para las personas encuestadas fue: *a*) pescadores dedicados a la pesca de langostino, *b*) pescadores con artes de pesca propios y *c*) pescadores con conocimiento y la experiencia mínima de un año en la captura del recurso.

El cuestionario consideró 13 variables cuantitativas y 40 cualitativas, organizadas en los siguientes aspectos: *a*) datos generales del pescador, *b*) características de la vivienda, *c*) características socioeconómicas y *d*) características de la pesca.

Para conocer el proceso de comercialización se utilizó la información obtenida en las encuestas y se acudió a los mercados de Ciudad del Carmen, Campeche; Villahermosa, Tabasco; y

Minatitlán, Veracruz, donde se observaron puntos de venta de las especies de *Macrobrachium* y se realizaron encuestas a locatarios solicitando información acerca del origen del producto, los precios de venta al público, la presentación y la temporalidad de las venta, especies de langostino a la venta y precios de compra al pescador.

Mediante variables cualitativas y cuantitativas se construyeron índices tipológicos que reflejan el impacto que tienen estas variables en la pesquería del recurso: índices como el ingreso económico, de uso de tecnología y de experiencia de pesca (Hernández-Mogíca *et al.* 2002), que se utilizaron para analizar el estado social y económico de los usuarios. Con respecto a lo ya mencionado por De la Cruz y Argüello (2006), antes de recomendar alguna medida de manejo de un recurso, como el langostino en el río Palizada, es importante conocer las condiciones de vida de los pescadores.

El índice de uso de tecnología se calculó con la siguiente ecuación:

$$IT = \sum_{n=1}^n \frac{PPP}{PPF} \cdot PPF \quad \text{Ec. 1}$$

Donde: *PPP* = peso ponderado de la práctica de manejo, *PPF* = peso ponderado del factor y *n* = prácticas de manejo.

El índice de experiencia de pesca se determinó con base en los años de experiencia en la actividad en relación con la experiencia de años promedio que tienen los pescadores de langostino en el río.

A partir de los datos obtenidos en las encuestas se realizó un análisis conceptual a partir de la estadística descriptiva referente a los principales indicadores sociodemográficos del pescador (vivienda, escolaridad, familia), así como de aspectos económicos, tales como ingresos, gastos y sistema de comercialización.

Se realizaron gráficas descriptivas para plasmar la relación existente entre los tres índices y las capturas anuales de langostinos en kilogramos; también se llevó a cabo una prueba ANOVA de una vía a estas variables para conocer si había diferencias significativas entre ellas, con un grado de significancia de $p < 0.05$ (Zar 1999). Finalmente, mediante una gráfica descriptiva basada en el ingreso económico y la captura total

anual en forma ascendente (Todaro 1997), se observó la relación entre el porcentaje de personas que se dedican sólo a la pesca, con respecto a la captura y el ingreso de cada comunidad en el río Palizada.

Resultados

Se identificaron 11 comunidades cercanas al río; donde se aplicaron encuestas a 95 pescadores que se dedican a la captura de langostino (Tabla 1).

Tabla 1
Comunidades del río Palizada, Campeche en las que se aplicaron encuestas

| Comunidades | Población total | Núm. de encuestas |
|------------------------|-----------------|-------------------|
| Ribera de la Corriente | 205 | 10 |
| Tila | 268 | 14 |
| Las Bodegas | 178 | 12 |
| El Mangal | 178 | 2 |
| El Porvenir | 103 | 4 |
| Ribera San Eduardo | 238 | 12 |
| Lagón Dulce | 251 | 15 |
| Ribera Gómez | 131 | 3 |
| Ribera Boca Chica | 28 | 4 |
| Palizada | 3 089 | 1 |
| Puerto Arturo | 127 | 15 |

a. Datos generales del pescador

Con base en las encuestas aplicadas a pescadores dedicados a la captura de langostino se registró un intervalo de 12 a 79 años de edad, con promedio de edad de 41 ± 4.0 (DE).

La principal forma de organización en la región de Palizada es la denominada *pescador libre*, con 54% de personas que poseen permiso de pesca, pero trabajan de manera autónoma; mientras que 24% forma parte de una cooperativa y 22% trabaja para un permisionario. También se encontró que los padres de 66% de los pescadores tuvieron o tienen el mismo oficio que el encuestado, y 34% de ellos no tiene ascendencia de padre pescador, sino de carpinteros o agricultores.

De los pescadores, 77% sabe leer y escribir y 23% es analfabeto. El promedio de escolaridad es de 5.51 años y no se registró algún pescador con estudios de carrera profesional. Finalmente, se observó que el estado civil de 62% de los pescadores es casado, 16% está en unión libre, 12% soltero, 8% viudo y sólo 2% manifestó ser separado.

b. Características de la vivienda

Respecto a los bienes y servicios con los que cuentan las viviendas, se encontró que 54% de los pescadores tiene refrigerador, 20% lavadora, 61% estufa, 48% ventilador y 30% televisión (Fig. 2).

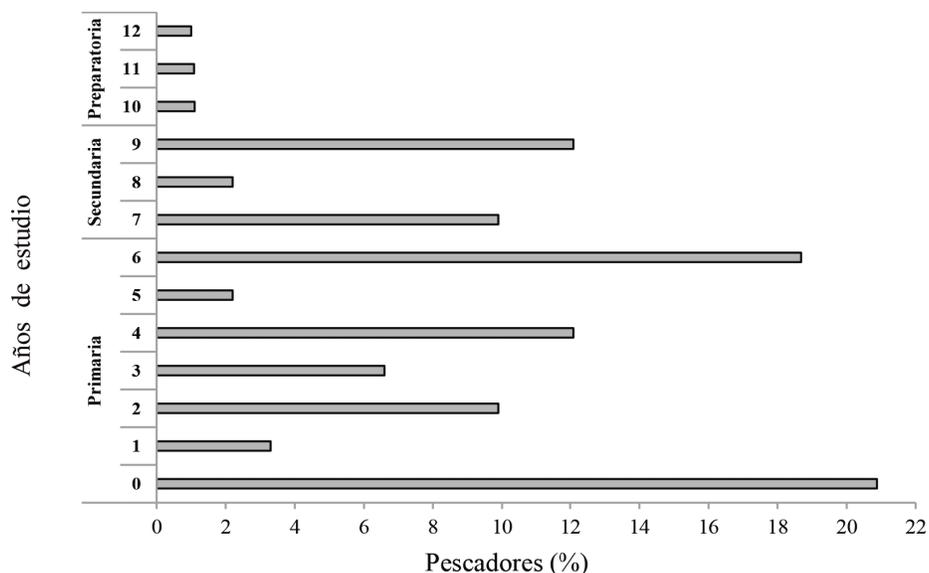


Fig. 1. Años de escolaridad cursados por los pescadores de langostino en el río Palizada, Campeche.

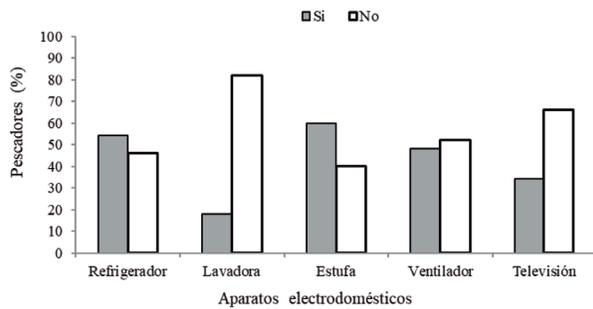


Fig. 2. Uso de aparatos electrodomésticos utilizados por los pescadores de langostino en el río Palizada, Campeche.

c. Características económicas

En el aspecto socioeconómico, 70% de los pescadores de pigua y acamaya, no sólo se dedica a la pesca, sino que también complementan sus ingresos realizando actividades como la agricultura, la albañilería, la carpintería, entre otras, para solventar sus gastos; 30% tiene como única fuente de ingresos la actividad pesquera.

Los precios mínimos y máximos de venta de *M. acanthurus* y *M. carcinus* variaron de acuerdo con el periodo de pesca; en temporadas altas, las capturas son mayores y los precios disminuyen (\$25.00 y \$70.00 m.n./kg), mientras que en la temporada baja la captura es menor y el precio aumenta (\$80.00 y \$180.00 m.n./kg).

El producto se vende en tres presentaciones: 1) entero o vivo, forma en la que se ofrece en todo el río Palizada (>75% de los usuarios), es decir, se mantiene a los organismos vivos en pequeñas jaulas a las orillas del río; 2) congelado y almacenado en neveras con hielo o aparatos congeladores; y 3) cocida o en pulpa (<10% de los usuarios), presentación que sólo se pudo observar en la zona de Ribera Boca Chica, y cuyo precio es mayor al de la primera presentación (Tabla 2). El langostino *M. carcinus* también es vendido vivo (85%), congelado (10%) y también se reserva una pequeña porción (5%) para cocinarlo para autoconsumo.

Tabla 2

Precios de venta máximos y mínimos durante el año 2013 para la pigua *Macrobrachium acanthurus* y la acamaya *Macrobrachium carcinus* por kilogramo en el río Palizada, Campeche

| Precio (m.n.) | <i>Macrobrachium acanthurus</i> | | | <i>Macrobrachium carcinus</i> | |
|---------------|---------------------------------|-----------|--------------|-------------------------------|-----------|
| | Vivo | Congelado | Cocido/Pulpa | Vivo | Congelado |
| Mínimo | 25 | 40 | 100 | 70 | 120 |
| Máximo | 80 | 70 | 130 | 180 | 120 |
| Promedio | 57 | 55 | 115 | 122 | 120 |

Comercialización

La comercialización de *M. acanthurus* y *M. carcinus* en el río Palizada mayormente se realiza entre los pobladores cercanos (Nivel I); asimismo, cada tercer día, comerciantes acuden a las casas de los pescadores de langostino para comprar el producto que venderán en localidades cercanas al río (Nivel II), además también acuden los comerciantes provenientes de mercados cercanos de Tabasco y Veracruz para la compra del producto (Nivel III).

La acamaya se pesca principalmente en periodos de estiaje y la pigua todo el año, con mayor producción en épocas de lluvia (junio a septiembre) en zonas cercanas a la desembocadura del río, recurso que presenta un valor agregado, ya que los pescadores lo procesan y comercializan cocido y sin caparazón y es llevado por los mismos pescadores directamente cada tercer día para su venta en el mercado municipal Alonso Felipe de Andrade localizado en Ciudad del Carmen (Nivel IV), y su precio aumenta más de 40% en los mercados en comparación con el precio obtenido en playa (Tabla 3).

Tabla 3

Canales y grados de comercialización del género *Macrobrachium* en el estado de Campeche

| Grado | I | II | III | IV |
|-----------|---------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Precio playa (m.n.) | Precio comprador (m.n.) | Precio mercado I (m.n.) | Precio mercado II (m.n.) |
| Vivo | 57 | 80 | | 100 |
| Congelado | 55 | 70 | 110 | 90 |
| Cocido | 115 | 130 | | 180 |

e. Características de pesca

Para conocer el estado de la pesca de langostino es importante averiguar sobre las temporadas en las que las especies están presentes o ausentes. Se observó que no hay una variabilidad de pesca importante entre las diferentes regiones del río, así, la temporada de inicio de pesca va de julio hasta febrero en todo el río y se correlaciona con aquella en la que el nivel de río aumenta a causa de las lluvias.

En temporada de secas, el costo del kilogramo del recurso aumenta debido a la ausencia del langostino en algunas zonas altas e intermedias del río Palizada, periodo en el que otras especies comerciales son capturadas, como el pejelagarto *Atractosteus tropicus* Gill 1863, el robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch 1792) y especies de mojarra como *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758), *Vieja melanurus* (Günther 1862), *Mayaheros urophthalmus* (Günther 1862) y *Parachromis managuensis* (Günther 1867) (Fig. 3).

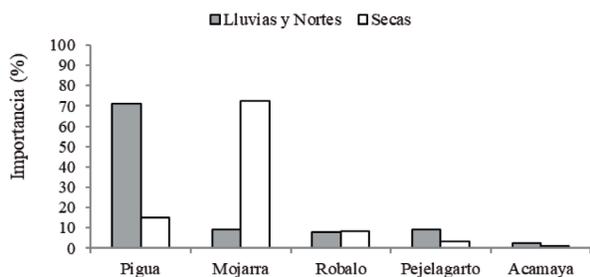


Fig. 3. Principales especies capturadas por temporadas climáticas en el río Palizada, Campeche.

Para la interpretación de los índices se utilizaron los siguientes conceptos:

- Índice de ingreso económico (IIE): se calculó ordenando de forma ascendente los datos de cada pescador referentes a su ingreso económico total anual resultado de la pesca de langostino. La ponderación se realizó mediante la clasificación de las localidades en deciles (valores de uno a 10), por lo que valores situados entre 0 a 3 fueron de ingreso bajo, valores de 4 a 6 son de ingreso medio y valores de 7 a 10 de ingreso alto (Todaro 1997) (Tabla 4).

Tabla 4

Valores de los factores de ponderación (PP) para el índice de ingreso económico (IIE) para los pescadores de langostino en el río Palizada, Campeche

| Factor del manejo | PP del factor (%) | Ingreso anual (MN) |
|-------------------|-------------------|----------------------|
| Ingreso bajo | 0 - 3 | \$5 000 - \$15 000 |
| Ingreso medio | 4 - 6 | \$16 000 - \$32 000 |
| Ingreso alto | 7 - 10 | \$33 000 - \$100 000 |

- Índice de uso de tecnología (IUT): Se consideró tecnología a todo uso de material, equipo y a otras necesidades (factores de manejo) del pescador para lograr mayor eficacia en su captura, por ejemplo, contar con buen número de artes de pesca, o con embarcación con motor fuera de borda (prácticas de manejo), con la que el usuario tendría mayores posibilidades de obtener una buena captura. La escala para este uso fue de 0 a 100, donde la mayor numeración indica un adecuado manejo tecnológico. Con base en una ponderación de los factores de manejo (6-10), se buscó la práctica de manejo (1-10) que se adecuó a un mejor manejo del recurso. Finalmente, se dividieron en niveles alto, medio y bajo de acuerdo con el grado de importancia en la captura de langostino (Tabla 5).

Tabla 5

Valores de los pesos ponderados (PP) para el Índice de uso de tecnología (IUT) para los pescadores de langostino en el río Palizada, Campeche

| Factor de manejo | PP del factor (%) | Prácticas de manejo | PP de la práctica (%) |
|------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| Alto | 10 | Alta | 10 |
| | | Media | 6 |
| | | Baja | 2 |
| Medio | 9 | Alta | 9 |
| | | Media | 5 |
| | | Baja | 1 |
| Bajo | 8 | Alta | 8 |
| | | Media | 4 |
| | | Baja | 1 |
| Alto | 7 | Alta | 7 |
| | | Media | 3 |
| | | Baja | 1 |
| Medio | 6 | Alta | 6 |
| | | Media | 3 |
| | | Baja | 1 |

Los valores de ponderación entre 1% y 33% del índice fueron de nivel tecnológico bajo, entre 34% y 66% fueron de nivel tecnológico medio y los valores mayores de 66% fueron de nivel tecnológico alto (Hernández-Mogica *et al.* 2002).

- Los valores del índice de experiencia (IEP) por debajo de la media representaron el nivel bajo de experiencia.

El orden del valor de ponderación de los factores y prácticas de manejo se realizó mediante una tipología interpretativa en cuanto a la mejora en la práctica de la actividad pesquera de langostino (Tabla 6).

Se mostró una relación entre la producción anual del recurso con el índice económico, obteniéndose una correlación significativa con un valor de $r^2 = 0.91$ ($F = 66.57$, $p = 0.001$), mientras que en los índices tecnológicos y de experiencia no se obtuvo una correlación significativa con la producción anual ($F = 1.44$, $p = 0.25$; $F = 0.12$, $p = 0.72$, respectivamente) (Tabla 7).

Se observó que 28% de las comunidades en el río Palizada mostró bajo índice económico con una producción de 345 kg/año, 36% obtuvo un ingreso medio y el otro 36% mostró un índice alto, esta última con una producción de hasta 420 kg/año (Fig. 4a).

Tabla 6
Pesos ponderados (PP) de los factores de manejo y de las prácticas de manejo, e interpretación del orden de los factores y de las prácticas de manejo.

| <i>Factor de manejo</i> | <i>PP del factor (%)</i> | <i>Prácticas de manejo</i> | <i>PP de la práctica (%)</i> | <i>Interpretación</i> |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|--|
| Núm. de artes de pesca | 10 | Intensivo (121-180) | 10 | Como primer factor de manejo en el grado de importancia se puso el número de artes de pesca, ya que un valor elevado de éstas, incide en un mayor de nivel de captura del recurso. |
| | | Medio (61-120) | 6 | |
| | | Bajo (0-60) | 2 | |
| Actividad principal | 10 | Pesca del recurso (langostino) | 10 | Al ser la pesca de langostino la actividad principal, retoma un valor ponderado más alto en contraste con pescadores que se dedican a otra actividad. |
| | | Pesca de escama | 6 | |
| | | Otra actividad | 2 | |
| Temporalidad de pesca | 10 | Diario | 10 | La temporalidad de pesca da un valor alto a quienes pescan diario, ya que éstos obtienen más captura. |
| | | Temporada | 6 | |
| Presentación de venta | 9 | Cocido | 9 | La presentación como langostino cocido da un valor agregado y esto hace que tenga un valor alto en ponderación. |
| | | Vivo | 5 | |
| | | Congelado | 1 | |
| Manejo de la captura | 9 | Venta a comprador | 9 | La venta directa al comprador local redundo en mejores ganancias y es por ello que se le da un valor alto. |
| | | Venta local | 5 | |
| | | Auto-consumo | 1 | |
| Tipo de artes de pesca | 9 | Pigüera o corona | 9 | En cuanto a los artes de pesca, la piguera y la cuadrada tienen el mismo valor, ya que se trabaja de forma similar, si bien varía dependiendo la región de pesca. |
| | | Cuadrada o casita | 9 | |
| | | Tirabuzón | 5 | |
| Tipo de carnada | 8 | Pez diablo | 8 | El uso como carnada de la especie invasora denominada pez diablo, ayuda al control de ésta en la región. |
| | | Coco | 4 | |
| | | Escama en general | 1 | |
| Tipo de embarcación | 8 | Cayuco | 8 | El cayuco facilita el desplazamiento por zonas bajas o inundables denominadas camperías. |
| | | Lancha | 4 | |
| | | Sin embarcación | 1 | |

| Factor de manejo | PP del factor (%) | Prácticas de manejo | PP de la práctica (%) | Interpretación |
|-------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|--|
| Apoyo en la actividad | 7 | Pesca acompañado | 7 | Realizar la actividad en conjunto con algún familiar o alguna otra persona, hace que el esfuerzo pesquero sea mayor y se pueda obtener mejor pesca. |
| | | Pesca solo | 3 | |
| Procedencia del arte de pesca | 7 | Elabora sus artes | 7 | La realización de sus propias artes de pesca reduce costos en el gasto de los materiales. |
| Embarcación propia | 7 | Tiene embarcación | 7 | Poseer embarcación propia facilita la actividad pesquera. |
| | | No tiene embarcación | 3 | |
| Balanza para medir captura | 6 | Cuenta con balanza | 6 | Tener material y equipo de trabajo propios contribuye a mejorar las actividades de pesca; el uso correcto de la balanza genera confianza en los compradores. |
| Total | 100 | | | |

Todas las comunidades en el río Palizada, que se dedican a la pesca de pigua y acamaya, cuentan con un índice de uso de tecnología medio (Fig. 4b). La experiencia media de los pescadores en el río Palizada fue de 28 años de edad; se observó un intervalo de experiencia de entre 10 y 46 años pescando. En este índice se observó que 36% tiene una categoría baja, mientras que 46% tiene experiencia media y solamente 18% alta. Es importante mencionar que la comunidad con más experiencia es la misma que obtuvo valores altos en la producción de su captura anual (Fig. 4c).

Tabla 7

Resultados del análisis de varianza de la regresión entre producción anual (kg) y los índices observados (*relación significativa) en la pesquería de langostino en el río Palizada, Campeche

| Índice | r ² | F | P |
|-------------|----------------|-------|----------|
| Económico | 0.916 | 66.57 | 0.00001* |
| Tecnológico | 0.138 | 1.447 | 0.259 |
| Experiencia | 0.014 | 0.128 | 0.727 |

Se le asignó un número a cada comunidad de forma descendente (1-11) con base en el valor de captura anual (kg) obtenido en la zona (Fig. 4d). En la *tabla 8* se muestra el porcentaje que presenta cada comunidad en los índices observados, así como el número de comunidades que existió por cada categoría.

Tabla 8

Número de comunidades (n) y porcentaje por índice, en la pesquería de langostino en el río Palizada, Campeche

| Variable | Categoría | Intervalo | n | % |
|-----------------------|-----------|-----------|----|-----|
| Índice económico | Bajo | 0 - 3.5 | 3 | 28 |
| | Medio | 3.6 - 7.5 | 4 | 36 |
| | Alto | 7.6 - 10 | 4 | 36 |
| Índice de tecnología | Bajo | 0 - 33 | 0 | 0 |
| | Medio | 34 - 66 | 11 | 100 |
| | Alto | 66 - 100 | 0 | 0 |
| Índice de experiencia | Baja | 0 - 28 | 4 | 36 |
| | Media | 29 - 36 | 5 | 46 |
| | Alta | 37 - 44 | 2 | 18 |

En la *figura 5* se observa que la categoría baja tiene el mayor número de comunidades que sólo se dedican a la pesca.

Discusión

El intervalo de edad en la pesca de langostino en el presente estudio difiere de lo observado por Amador-del Ángel *et al.* (2011) en la misma área de estudio, quienes registraron un intervalo de edad en pescadores de 15 a 50 años; esta diferencia probablemente se deba a que en ese estudio se entrevistó a pescadores que principalmente capturan escama, afectados por el pez exótico-invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnaud 1855), en contraste con el presente estudio, donde se trabajó con un sector pesquero en particular, es decir, con quienes se dedican en gran medida a capturar

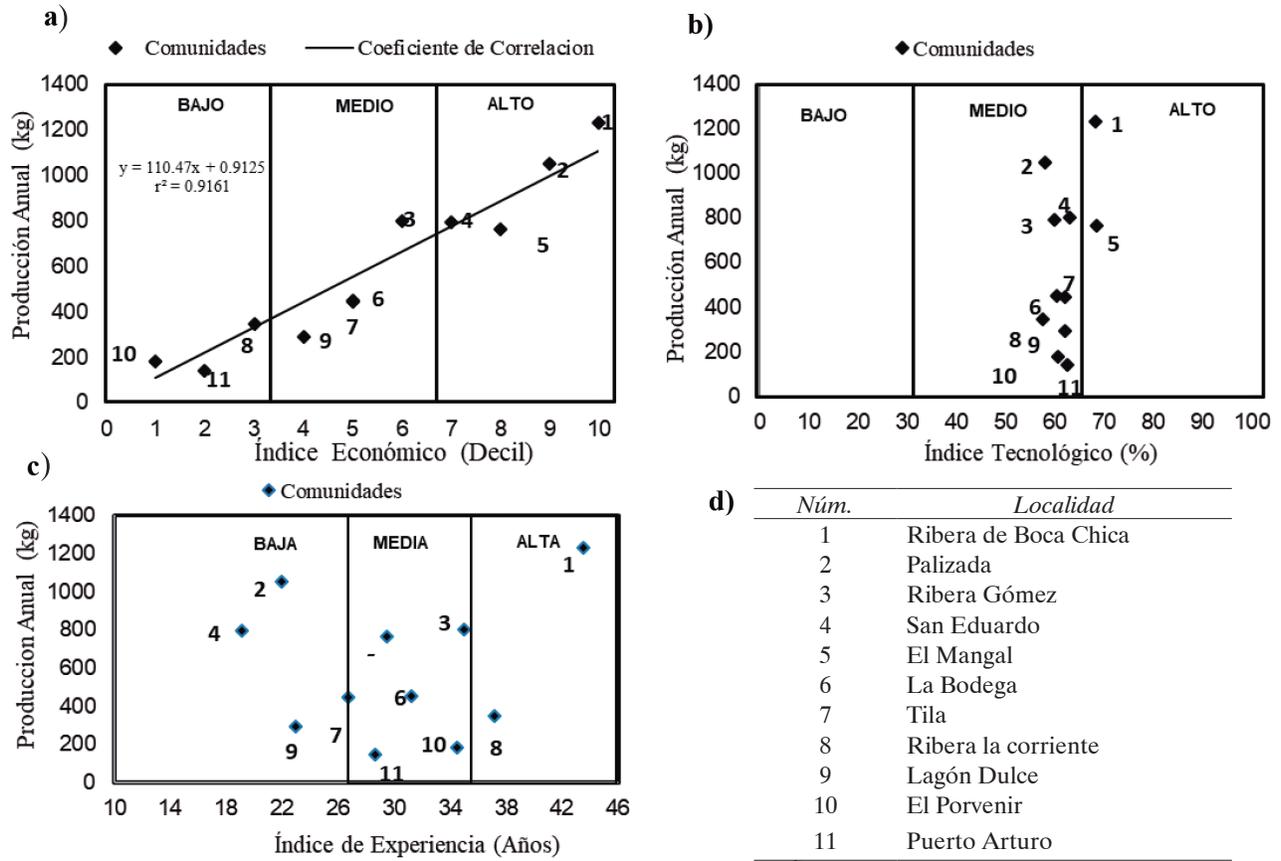


Fig. 4. Relación de los índices con la producción anual de los pescadores de langostino en el río Palizada, Campeche. a) índice tecnológico, b) índice de experiencia, c) índice económico y d) numeración por comunidad.

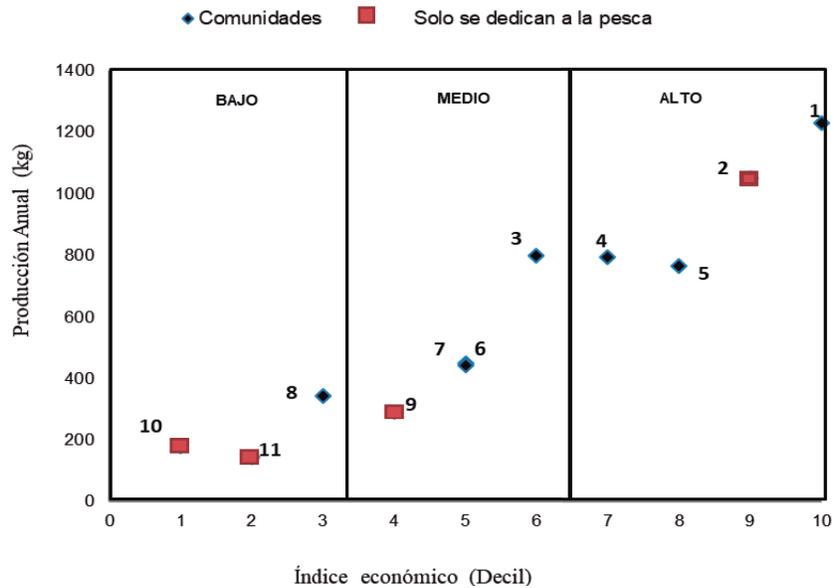


Fig. 5. Relación de la variable *comunidad* que se dedica a la pesca como única actividad, con la producción anual y el índice económico.

langostino, de fáciles acceso y práctica para jóvenes o para personas de avanzada edad.

Se consideran tres categorías para la calidad de la adscripción del trabajador: *pescador libre*, *pescador apatronado* y *pescador cooperativado* (Alcalá 2003). En el río Palizada, los pescadores de langostino en su mayoría no forman parte de algún tipo de asociación, como lo son las cooperativas. Este estatus se debe principalmente a la falta de algún ofrecimiento de participación en los grupos cooperativados, o a que en algún momento formaron parte de un grupo, pero debido a su mala organización, fue disuelto. Cano-Salgado *et al.* (2012) registran este mismo comportamiento para grupos de pescadores en Chiapas y Tabasco en cooperativas donde no se respetan acuerdos internos del grupo debido a malversación de fondos por unos cuantos.

El factor de padres pescadores con los que comparten actividad laboral nos habla de un arraigo a la cultura pesquera, de acuerdo con un estudio socioeconómico con pescadores de jaiba en Veracruz llevado a cabo por Villanueva-Fortanelli (2015), quien menciona que el padre o jefe de la familia es quien principalmente enseña el oficio de pescador debido al arraigo cultural en su comunidad durante años.

El porcentaje de analfabetismo en los pescadores de langostino coincide con los datos del INEGI (2010²) para el municipio de Palizada, en donde se observa que 10.25% de hombres y 12.65% de mujeres son analfabetos, lo que indica que de 2010 a 2014, dicho porcentaje sigue siendo el mismo para los pescadores de la región. En un estudio de Beltrán-Turriago (2001) en El Salvador, Costa Rica, Panamá y Colombia se menciona que la falta de estudios a nivel superior en pescadores de langostino se debe en parte a que desde temprana edad se ven obligados a contribuir al sustento familiar, además de que desean obtener sus propios ingresos para iniciar su familia propia. En el presente estudio se encontró que la mayoría de los encuestados están casados, dato que coincide con lo reportado por Amador-del Ángel *et al.* (2011) en la misma zona, con 60% de personas en esa misma situación; sin embargo, un estudio realizado por Alcalá (2003), estima que de los pescadores ribereños en Veracruz, solamente 20% de las parejas está unida en matrimonio.

Con respecto a los bienes de una vivienda, el INEGI considera que el poseer un refrigerador es indicador de bienestar social. La información estadística de las comunidades censadas registra 77% de los hogares con este electrodoméstico (INEGI 2010²), valor casi 20% mayor al registrado por los pescadores en esas mismas comunidades. Esta diferencia podría deberse a que por lo general los hogares de los pescadores se asientan en zonas aisladas sin acceso a servicio de electricidad. Los resultados son bajos para el caso de los pescadores de jaiba en Veracruz, donde 87% de los hogares de los pescadores de esa región cuenta con este electrodoméstico (Villanueva-Fortanelli 2015).

Pocos pescadores tienen la actividad pesquera como única fuente de ingresos, puesto que en épocas en donde no hay buena pesca, deben buscar otras complementarias, como la agricultura y la ganadería. De manera similar ocurre con los pescadores de San Felipe y río Lagartos en Yucatán, quienes desde los años setenta combinan sus conocimientos y su destreza en el mar, con los de la tierra (Fraga 2004). El precio del kilogramo de pigua es similar a lo observado por Lorán-Núñez (2013) en Veracruz, quien reportó el costo de pulpa entre \$90.00 y \$100.00 m.n. por kilogramo, dependiendo de la demanda y la abundancia del recurso. De acuerdo con lo registrado por Amador-del Ángel *et al.* (2011) para el río Palizada, de \$50.00 m.n. en promedio, mismo precio que mencionan para la acamaya, si bien el dato difiere con lo registrado en el presente estudio, donde el precio es de casi el doble. Este resultado pudo haber variado, ya que en este trabajo se realizó un mayor número de encuestas. En el estudio llevado a cabo en la misma zona en 2011, no se menciona el precio de los langostinos en su presentación de cocido y pelado.

Los mercados de Minatitlán, Veracruz; Villahermosa, Tabasco y Ciudad del Carmen, Campeche; también se incluyen en el estudio de Amador-del Ángel *et al.* (2011), quienes reportan hasta 70% de pescadores vendiendo sus productos a los comerciantes de dichos mercados. Asimismo, estos autores indican que en los últimos años los langostinos que son comercializados en dichos mercados provienen del río Palizada.

Los pescadores tienen conocimiento de los aspectos climáticos y la temporada del langosti-

no. En épocas de lluvias y nortes, con las zonas bajas repletas de agua que forman lagunas, hay un aumento en la abundancia del langostino. Lo anterior favorece el incremento de la oferta, lo que merma su valor económico, en contraste con lo que ocurre en la temporada de secas, cuando su valor aumenta debido a la ausencia del langostino, lo que reafirma lo mencionado por otros autores acerca de que la captura de especies en los ríos se ve afectada por el volumen de agua (Luzhnyak y Korneev 2006, Wakida-Kusunoki y Amador-del Ángel 2011).

El nivel medio en el índice de tecnología evaluado para la pesca de langostino en Palizada demuestra que las actividades pesqueras del recurso en el río son similares tecnológicamente, lo que conlleva a un balance en su captura y redundancia en mayor ingreso económico en comunidades que registraron mayor índice de uso de la tecnología (artes de pesca, embarcación propia, etc.). Lo anterior sugiere que la mayor capacidad económica permite a las unidades contar con material y equipo necesarios para el manejo más eficiente en la pesca. Un comportamiento similar se presenta en granjas acuícolas en Veracruz, según reportan Hernández-Mogíca *et al.* (2002) para el caso de la producción de tilapia, donde a mayor infraestructura, mayor ingreso económico.

La experiencia promedio de pescar langostino se puede equiparar a lo registrado por Amador-del Ángel *et al.* (2011), quienes observaron que los usuarios tienen más de 25 años trabajando en el río Palizada, lo que habla de un sector con edad avanzada.

No se encontró alguna referencia que anteceda al resultado registrado en el presente estudio acerca de comunidades que sólo se dediquen a la pesca y no combinen esta actividad con alguna otra.

Conclusiones

- Los pescadores de langostino en el río Palizada son en su mayoría pescadores libres, es decir, no están organizados en cooperativas, y muchos realizan otras actividades económicas para complementar sus ingresos.

- La mayor parte de la captura de langostinos se comercializa en los estados de Tabasco y Veracruz, además de Ciudad del Carmen, Campeche.
- La inversión en los equipos de pesca, la experiencia y la dedicación en la actividad refleja un mayor ingreso económico.
- El uso de índices económicos, tecnológicos y de experiencia es determinante para conocer el modo de vida de los pescadores en un sistema, como es el caso del ingreso monetario, que se relaciona con la magnitud de captura del recurso.
- Los índices de tecnología, escolaridad y nivel económico de las comunidades evidenciaron el mal manejo del recurso langostino en el río Palizada.
- Un seguimiento técnico de investigación acerca de la situación económica y social de los usuarios del recurso en la región ayudará a entender el comportamiento de éste a lo largo del tiempo.

Literatura citada

- Alcalá G. 2003. *Políticas pesqueras en México (1946-2000): contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional*. El Colegio de México, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, El Colegio de Michoacán. México, pp: 25-26.
- Amador-del Ángel LE, E Endañú-Huerta, E Mendoza-Gutiérrez, E Guevara, R Brito Pérez, AT Wakida-Kusunoki. 2011. Análisis socioeconómico de los pescadores del río Palizada, Campeche y su apreciación sobre el impacto a su actividad por las especies invasoras. *En: LE Amador-del Ángel, E Endañú-Huerta, EC Guevara-Carrió, X Chiappa-Carrara, AJ Sánchez Martínez, R Brito-Pérez, R Gelabert-Fernández (eds.). Memorias del Segundo Simposium sobre el conocimiento de los recursos costeros del sureste de México*. Ciudad del Carmen, Campeche, México. 6 al 10 de junio de 2011.
- Amador-del Ángel LE, SA Valdez-Morales, P Cabrera-Rodríguez, E Guevara, R Brito, AT Wakida-Kusunoki. 2012. Índices de producción de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus niloticus* (Linnaeus, 1758) en unidades de producción rural (UPR) de San Antonio Cárdenas, península de Atasta, Campeche. *En: AJ Sánchez, X Chiappa-*

- Carrara, R Brito-Pérez (eds.). *Recursos Acuáticos del Sureste*. CONCITEY, México. II: 641-653.
- Beltrán-Turriago CS. 2001. Promoción de la ordenación de la pesca costera. 2. Aspectos socioeconómicos y técnicos de la pesca artesanal en El Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia. *FAO Circular de Pesca* 957/2: 71p.
- Burgwal G, JC Cuéllar. 1999. *Planificación estratégica y operativa aplicada a gobiernos locales*. Servicio Holandés de Cooperación para el Desarrollo. Ediciones Abya Yala. Quito, Ecuador. 314p.
- Cano-Salgado MP, E Bello-Baltazar, E Barba. 2012. Innovación social y capacidad de organización de las cooperativas pesqueras en el municipio de Balancán, Tabasco, México. *Estudios sociales* 20(39): 65-98.
- Colburn LL, M Jepson. 2012. Social indicators of gentrification pressure in fishing communities: A context for social impact assessment. *Coastal Management* 40(3): 289-300. DOI: 10.1080/08920753.2012.677635
- Daw T, WN Adger, K Brown. 2012. El cambio climático y la pesca de captura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. En: K Cochrane, C De Young, D Soto, T Bahri (eds.). *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. Visiones de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*. *FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura* 530: 237p.
- De la Cruz JL, FJ Argüello. 2006. Paradigmas de la antropología en el estudio de las sociedades costeras. *Revista del Magister en Análisis Sistemico Aplicado a la Sociedad* (15): 27-45.
- García-Guerrero MU, F Becerril-Morales, F Vega-Villasante, LD Espinosa-Chaurand. 2013. Los langostinos del género *Macrobrachium* con importancia económica y pesquera en América Latina: conocimiento actual, rol ecológico y conservación. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41(4): 651-675. DOI: 103856/vol41issue4-fulltext-3
- Gutiérrez-Pérez C. 2014. El contexto de vulnerabilidad social de pescadores ribereños en la Península de Yucatán. *Sociedad y Ambiente* 1(5): 25-47. DOI: 10.31840/sya.v0i5.1549.
- Fraga J. 2004. Los habitantes de la zona costera de Yucatán: entre la tradición y la modernidad. En: E Rivera-Arriaga, GJ Villalobos-Zapata, A Azuz, FJ Rosado May (eds.) *El manejo costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS, Universidad de Quintana Roo. México. pp: 497-506.
- Hernández-Mogíca M, JL Reta-Mendiola, F Gallardo-López, ME Nava Tablada. 2002. Tipología de productores de mojarra tilapia (*Oreochromis* spp.): base para la formación de grupos de crecimiento productivo simultáneo (GCPS) en el estado de Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 1(1): 13-19.
- Himes-Cornell A, S Kasperski. 2016. Using socioeconomic and fisheries involvement indices to understand Alaska fishing community well-being. *Coastal Management*, 44(1): 36-70. DOI: 10.1080/08920753.2016.1116671
- Kent G. 1995. Aquaculture and food security. *Proceedings of the PACON Conference on Sustainable Aquaculture. Pacific Congress on Marine Science and Technology*. Honolulu, Hawaii. EU. June 11-14, 1995.
- Lorán-Núñez RM. 2013. Aspectos poblacionales del langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en algunos lugares de la cuenca baja del río Papaloapan, Veracruz, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 71p.
- Luzhnyak VA, AA Korneev. 2006. Modern ichthyofauna of the lower Don Basin in conditions of the anthropogenic transformation of its runoff. *Journal of Ichthyology* 46(7): 525-533. DOI: 10.1134/S0032945206070046
- Polanco JE. 1988. Bases científicas de la administración de pesquerías. En: SEPESCA (ed.). *Desarrollo Pesquero Mexicano 1987-1988*. Secretaría de Pesca. México. IV: 141-198.
- Todaro M. 1997. *Economía para un mundo en desarrollo*. Fondo de Cultura Económica. México. 252p.
- Toledo A. 2003. Ríos, costas, mares. Hacia un análisis integrado de las regiones hidrológicas de México. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT. México. 117p.
- Villanueva-Fortanelli JJ. 2015. Estudio socioeconómico de los pescadores de jaiba en la Laguna de Alvarado, Veracruz, México, para contribuir al manejo integral de la pesquería. *Ciencia Pesquera* 23(núm. esp.): 101-113.
- Wakida-Kusunoki AT, LE Amador-del Ángel. 2011. Aspectos biológicos del pleco invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Teleostei: Loricariidae) en el río Palizada, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 870-878.
- Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice Hall. 663p.

Recibido: 16 de mayo de 2018

Aceptado: 10 de diciembre de 2018