

Estructura por tallas, distribución y abundancia de *Orthopristis chryoptera* (Pisces: Haemulidae) en la reserva de la biosfera Los Petenes, Campeche, México.

Length structure, distribution and abundance of *Orthopristis chryoptera* (Pisces: Haemulidae) in Los Petenes Campeche, Mexico biosphere reserve.

¹Brenda Iliana Vega-Rodríguez, ²Luis Amado Ayala-Pérez*, ³Sandra Muñoz-Rojas, ⁴Atahualpa Sosa-López

¹Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Villa Quietud, Coyoacán, 04960, México D.F.

²Departamento El Hombre y su Ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

³Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

⁴Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche.

*Email responsible: luayala@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

La Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP), se localiza en la costa norte del estado mexicano de Campeche e integra en la porción marina dos componentes biológicos representativos: las praderas de pastos (*Thalassia testudinum*) y una abundante y diversa comunidad de peces. *Orthopristis chryoptera* (Pisces: Haemulidae) conocida como armado es una especie dominante que ocupa el cuarto lugar por su abundancia relativa. La biología y ecología del armado esta escasamente descrita en la literatura científica por lo que el objetivo de este trabajo es describir la distribución espacial y temporal de su abundancia discutiendo su asociación con la variabilidad ambiental y aportar información sobre su estructura poblacional por tallas y relación peso-talla. Entre mayo 2009 y abril 2010 se visitaron mensualmente 24 sitios ubicados en la porción costera litoral de la RBLP. Se registraron parámetros ambientales y se realizaron recolectas del necton con una red de arrastre. La variabilidad ambiental se describe en escalas espacial y temporal considerando dos épocas climáticas. Se capturaron 1 383 organismos con un peso conjunto de 18.1 Kg. El análisis de la distribución espacial de la abundancia permite identificar su asociación con las praderas de pastos marinos y en la escala temporal se discuten estrategias de movimiento. El intervalo de tallas fue de 37-175 mm, con una moda de 103.2 mm y un promedio de 93 mm. La relación peso-talla se integra por el factor de condición promedio ($a=0.0208$), y el coeficiente de alometría ($b=2.83$) con una correlación $r^2=0.965$.

Palabras clave: *Orthopristis chryoptera*, Armado, Los Petenes, estructura por tallas, distribución, abundancia.

ABSTRACT

Los Petenes Biosphere Reserve (LPBR) is located in the north coast of the Mexican state of Campeche and integrates in the marine portion two representative biological components: the seagrass beds (*Thalassia testudinum*) and an abundant and diversity fish community. *Orthopristis chryoptera* (Pisces: Haemulidae) locally well known as armado is dominant specie and occupies the fourth place by its relative abundance. The Armado's biology and ecology is scarcely described in the scientific literature therefore this paper describe and analyze the temporal and spatial distribution of Armado's abundance in association with the environmental behavior, as well as to analyze the structure by total length of the population. Between May 2009 and April 2010, 24 sampling sites located in the littoral coast of the LPBR were visited each month. Environmental parameters were registered and were carried out nekton samples by an experimental trawl net. The environmental variability is described in temporal and spatial scales considering two climatic seasons. 1 383 individuals with a total weight of 18.1 Kg were collected. A narrow association with the sea grass beds is analyzed by the spatial distribution of the abundance and strategic of movements are discussed in the temporal scale. The range of total length (TL) in the sample is 37-175 mm, with a modal of 103.2 mm and average of 93 mm. The weight-length model is defined by the average condition factor ($a=0.0208$) and allometric coefficient ($b=2.83$) with a correlation $r^2=0.965$.

Keywords: *Orthopristis chryoptera*, Armado, Los Petenes, Length structure, distribution, abundance.

Biología y ecología de *Orthopristis chryoptera*

Brenda Iliana Vega-Rodríguez, Luis Amado Ayala-Pérez, Sandra Muñoz-Rojas, Atahualpa Sosa-López

Recibido: 01 de Febrero de 2013.

Aceptado: 01 Mayo de 2013.

Publicado: 01 de Julio de 2013

INTRODUCCIÓN

La Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP) que se localiza en la costa norte del estado mexicano de Campeche, fue decretada como área protegida en 1999 (Bezaury-Creel 2005) e integra en su porción continental a los sistemas conocidos como petenes, que son islotes de vegetación generalmente asociados a resurgencias de acuíferos continentales (Bautista *et al.* 2005) que con frecuencia tienen comunicación con el mar. También integra en su porción marina al correspondiente mar territorial con una extensa plataforma continental donde existe la mejor conservada cobertura de pastos marinos (*Thalassia testudinum*) del Golfo de México (CONANP 2006).

Otra característica de este sitio RAMSAR es la presencia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) como vegetación costero litoral dominante (Rodríguez de la Gala 2003).

La macrofauna acuática más abundante y diversa que se asocia al sistema de pastos es la comunidad de peces que de acuerdo con Muñoz-Rojas (2011) está constituida por 56 especies de entre las cuales destacan once como especies dominantes dentro de las cuales *Orthopristis chrysoptera* (Linnaeus 1766) ocupa el cuarto lugar en términos de abundancia.

O. chrysoptera, localmente conocida como armado, se distribuye desde las costas de Nueva York, Bermuda y a lo largo del Golfo de México (Lindeman 2002). Se alimenta preferentemente de detritus, copépodos, anfípodos, camarones y cangrejos (Livingston 1982; Fulton III 1985) y a su vez es depredado por peces de mayor tamaño como el sábalo (*Megalops atlanticus*) (Obs. Pers.) y por mamíferos marinos como el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (Barros y Wells, 1998), por esta razón se considera que el papel ecológico del armado es la transferencia de energía desde los niveles tróficos inferiores hacia los superiores. Por otro lado, es un recurso utilizado como pesca de subsistencia, especie de ornato y como carnada en la pesca deportiva (Adams *et al.* 2003; García-Hernández y Ordóñez-López 2007).

Los estudios específicos sobre *O. chrysoptera* son escasos y frecuentemente se le describe sólo

como un componente de la comunidad ictiofaunística (Lara-Domínguez y Yáñez-Arancibia 1999; Castillo-Rivera y Zárate-Hernández 2001; González Solís y Torruco Gómez 2001; Vega-Cendejas 2004; Ramos-Miranda *et al.* 2005; Flores-Coto *et al.* 2009; Arceo-Carranza y Vega-Cendejas 2009). Reportes específicos sobre la especie refieren aspectos generales de su biología, hábitos alimenticios y fases larvianas para el norte del Atlántico y del Golfo de México (Darcy 1983; Sutter y McIlwain 1987; Watson 1983; Howe 2001; Cassiano *et al.* 2009).

El objetivo del presente estudio es describir la distribución de la abundancia de *O. chrysoptera* acoplada a la variabilidad ambiental espacial y temporal en la RBLP y analizar su estructura por tallas determinando el modelo de la relación peso-talla.

MATERIAL Y METODOS

La Reserva de la Biósfera Los Petenes se localiza entre los paralelos 20°51'30" y 19°49'00"N y los 90°45'15" y 90°20'00"W, con un área aproximada de 2 828,57 km² (Fig. 1). Limita al norte con la Reserva de la Biósfera Ría Celestún, al este colinda con los municipios de Tenabo, Hecelchakán y Calkiní, al sur con la ciudad de San Francisco de Campeche y su límite oeste se encuentra 12 millas náuticas mar adentro, que corresponde al mar territorial. El clima predominante en la zona centro-sur de la Reserva es Aw (cálido húmedo con lluvias en verano), mientras que en su extremo norte es del tipo BS'h/w (semiseco y seco cálido) (García 1981). La temperatura promedio varía de 27,8°C en el norte a 26,4 °C en el sur y la precipitación de 725,5 mm a 1049,7 mm respectivamente (CNA Campeche 2003). Se reportan dos épocas climáticas claramente diferenciadas, secas (noviembre-abril) y lluvias (mayo-octubre) (CONANP 2006).

Entre Mayo 2009 y Abril 2010 se visitaron mensualmente 24 sitios de muestreo distribuidos a lo largo de la franja costero litoral donde se realizaron mediciones de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH con una sonda multi-sensor Hydrolab DS5 y se registró la profundidad y transparencia con un disco de Secchi. También se

recolectaron muestras del necton con una red de arrastre de prueba camaronera de 5 m de largo y 2,5 m de abertura de trabajo, con una luz de malla de 1,9 cm, equipada con tablas de 0,4 x 0,6 m operada a bordo de una embarcación con motor fuera de borda a 2 nudos de velocidad durante 12 min, con lo cual se cubrió un área aproximada de 1800 m².

Los sitios de muestreo se ubicaron en ocho puntos de la línea de costa que representan diversas características geomorfológicas y funcionales y se establecieron tres estratos de profundidad con una distancia de dos kilómetros entre sitio y sitio (Fig. 1).

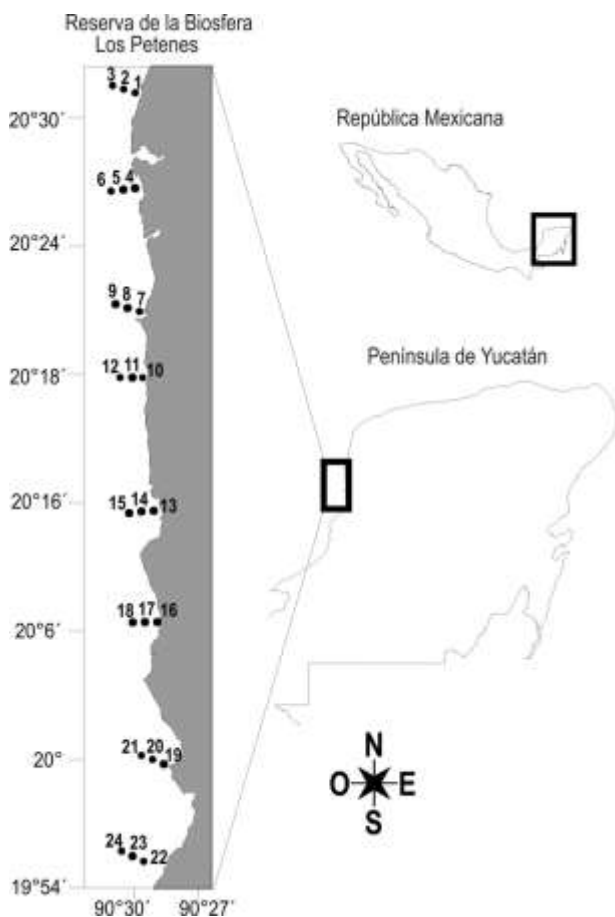


Fig. 1. Localización de la Reserva de la Biosfera Los Petenes y de los sitios de muestreo.

Los peces fueron identificados con ayuda de claves específicas (Dickinson y Moore 1977; Castro

Aguirre 1999; Lindeman 2002). Los organismos de *O. chrysoptera* fueron medidos individualmente en longitud total (mm) y estándar (mm) y pesados (g).

La variación temporal de los parámetros de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH se analizaron con ayuda del programa Systat ver. 10.2 (Systat Software Inc. 2002) y se representan utilizando gráficos de caja donde se destacan los valores de la mediana, intercuartiles primero y tercero y valores mínimo y máximo. Pequeños círculos y asteriscos señalan valores atípicos leves y extremos respectivamente. Estos valores atípicos están definidos como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Atípico leve} \\ < Q_1 - 1.5 * IQR \\ > Q_3 + 1.5 * IQR \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Atípico extremo} \\ < Q_1 - 3 * IQR \\ > Q_3 + 3 * IQR \end{aligned}$$

Donde Q_1 y Q_3 corresponden a los valores de los cuartiles primero y tercero respectivamente. IQR corresponde al intervalo intercuartílico $Q_3 - Q_1$.

Los parámetros de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH fueron agrupados y analizados por época climática y se utilizó la prueba de Mann-Whitney con ayuda del programa XLSTAT ver. 2.06 (Addinsoft 2011), con la intención de probar diferencias significativas entre las épocas climáticas de lluvias y secas.

La abundancia se cuantificó en términos de densidad ($\text{ind} \cdot \text{m}^{-2}$), biomasa ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$) y peso promedio ($\text{g} \cdot \text{ind}^{-1}$), y se analizó en escalas temporal y espacial. Para la representación espacial de la distribución de la abundancia se desarrollaron mapas de isolíneas de interpolación mediante la técnica Kriging con ayuda del programa Surfer ver. 9.9 (Golden Software 2009).

Para analizar la distribución temporal de la abundancia considerando la frecuencia de tallas, se aplicaron estimadores de densidad por kernel (EDK) de acuerdo con Salgado-Ugarte (2002) y mediante la rutina de Salgado-Ugarte *et al.* (1995)

incorporada al programa STATA ver 7.0. El algoritmo utilizado es:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n \frac{K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)}{h}$$

Donde f es la estimación de densidad de la variable x ; n es el número de observaciones; h es la amplitud de banda (intervalo) o parámetro de suavización; $K(x - X_i/h)$ es la función kernel. Como resultado se obtiene una gráfica en forma de violín que revela la distribución de la estructura por tallas, en ella se despliega la mediana como una corta línea horizontal, los cuartiles primero y tercero (25 y 75) se presentan como una caja negra y el intervalo de valores del máximo al mínimo se presenta como una línea vertical, éstas cajas de datos son rodeadas por curvas de densidad en espejo y se etiqueta en el eje de las y los valores mínimo, máximo y mediana de los datos observados (Hintze & Nelson 1998).

Se asumió que las muestras presentan un comportamiento normal por lo que se utilizó el kernel Gaussiano, que se define como:

$$\left(\frac{1}{\sqrt{\rho}}\right) \exp(-1/2) z^2$$

Donde $z = (x - X_i/h)$.

El ancho de banda óptima para el Kernel Gaussiano se estimó mediante la expresión de Silverman (1986):

$$\hat{h} = 0,79(RIC)n^{-1/5}$$

Donde h es la amplitud de banda estimada, n es el número de observaciones y RIC es el recorrido intercuartílico.

En cuanto a la base de datos de los registros morfométricos de los peces recolectados, se generó el modelo Peso-Talla mediante una regresión potencial de los valores de peso y longitud total

acorde con Ricker (1975) y Pauly y David (1981).

$$W = aLt^b$$

Donde W es el peso total en gramos, LT es la longitud total en centímetros, a el factor de condición y b el coeficiente de alometría.

RESULTADOS

El área de estudio se caracterizó por aguas transparentes donde la profundidad máxima fue cercana a los tres metros y con presencia de extensos parches de vegetación sumergida y sedimentos de tipo kárstico. El comportamiento ambiental representado por la variación espacial y temporal de los parámetros de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH se aprecia gráficamente en la Fig. 2.

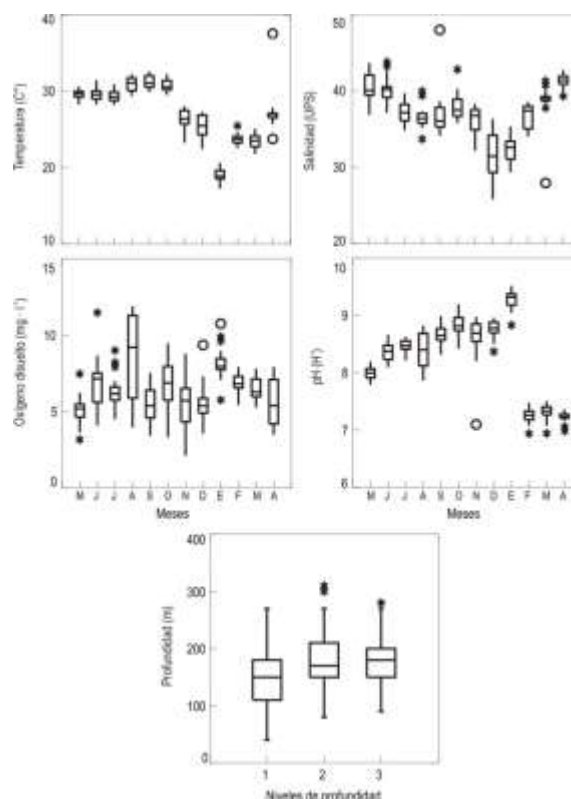


Fig. 2. Variación mensual de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y profundidad por estratos.

En el análisis por temporada climática se encontraron diferencias significativas entre Secas y Lluvias a través de los parámetros de temperatura ($P < 0.0001$) y salinidad ($P < 0.0001$), sin embargo tales diferencias no se observan utilizando los parámetros de oxígeno disuelto ($P = 0.219$) y pH ($P = 0.064$).

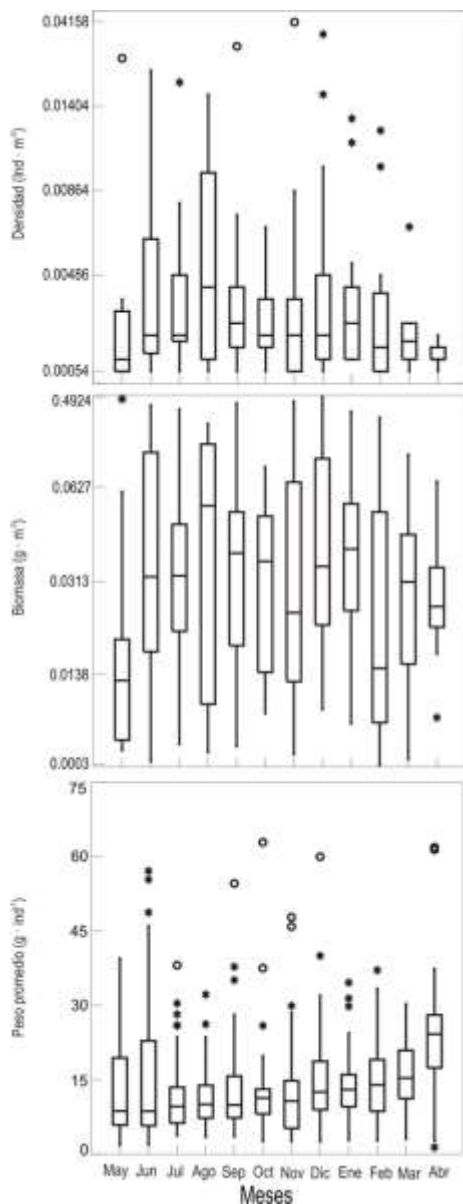


Fig. 3. Comportamiento mensual de la abundancia de *O. chrysoptera*.

La comunidad de peces de la RBLP quedó representada por 46 especies con 21 796 individuos de los cuales 1 383 organismos correspondieron al armado con un peso total de 18,1 kg. La variación temporal de su abundancia se representa en la figura 3, donde se aprecia que la mediana de la densidad osciló entre 0.0011 y 0.0043 ind·m⁻² en abril y agosto respectivamente. Entre junio y agosto se muestra la mayor dispersión entre los sitios de muestreo y a lo largo de todo el ciclo de muestreo se registraron valores atípicos leves y extremos lo que se interpreta como la existencia de sitios de preferencia. En términos de biomasa, el armado tiene una distribución temporal con un relativo incremento en agosto (mediana 0.025 g·m⁻²) y valores mínimos en abril (mediana de 0.053 g·m⁻²), sin embargo la variación de los valores es amplia entre los sitios de muestreo. Finalmente, la variación temporal de la abundancia en términos del peso promedio mostró una clara tendencia de incremento, desde mayo (mediana de 8.67 g·ind⁻¹) hasta abril (mediana de 24.2 g·ind⁻¹), además se observaron valores atípicos leves y extremos por arriba de la mediana a lo largo de todo el ciclo de muestreo.

En escala espacial la densidad muestra que los organismos se concentran principalmente en la zona central de la reserva, en las estaciones 13, 14 y 15 con valores de 5.3×10^{-3} , 7.5×10^{-3} y 4.1×10^{-3} ind·m⁻² en lluvias, mientras que en secas con 1.1×10^{-2} , 9.1×10^{-3} y 5.7×10^{-3} ind·m⁻² respectivamente (Fig. 4). En la figura 5 se observa el comportamiento temporal del peso promedio, en lluvias se registraron los valores máximos en las estaciones 1, 4 y 16 con valores de 23.2, 30.0 y 21.5 g·ind⁻¹ respectivamente. En secas destacan los valores de las estaciones 1, 4, 5, 23 y 24 que son superiores a los 20 g·ind⁻¹.

En la Fig.6 se representa la estructura por tallas de la población integrada a su abundancia por mes. Se destacan los pulsos modales de talla a los 70, 120 y 150 mm de longitud total.

El intervalo de tallas de la submuestra fue de 37 - 175 mm de LT con una talla modal de 103.2 mm y un promedio de 93 mm. El modelo de la relación Peso-Longitud queda definido por la ecuación $W = 0.0208 L^{2.8312}$ (Fig. 7).

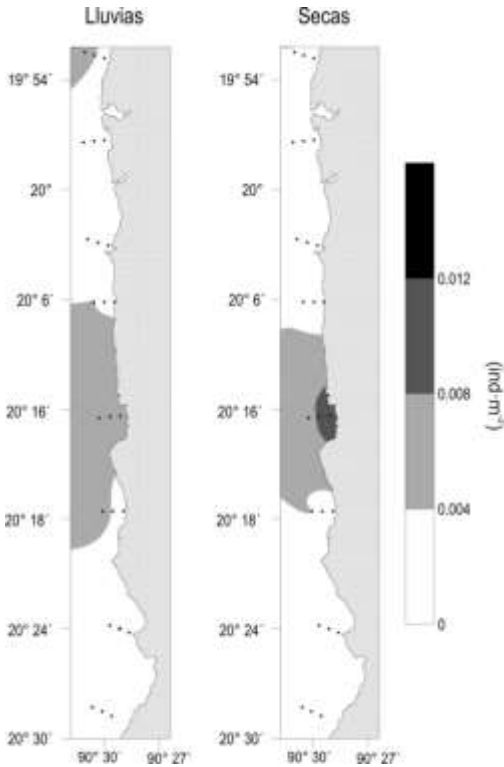


Fig. 4. Distribución espacial de la densidad (ind m^{-2}) de *O. chrysoptera* durante las épocas de lluvias y secas.

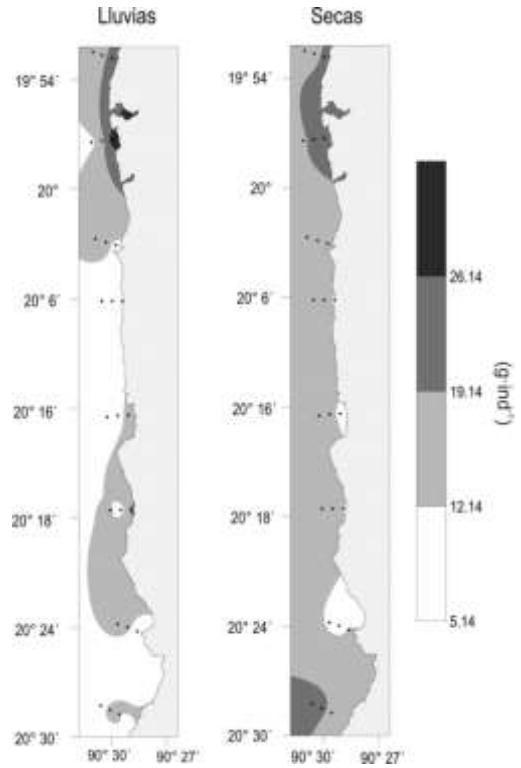


Fig. 5. Distribución espacial del peso promedio de *O. chrysoptera* durante las épocas de lluvias y secas.

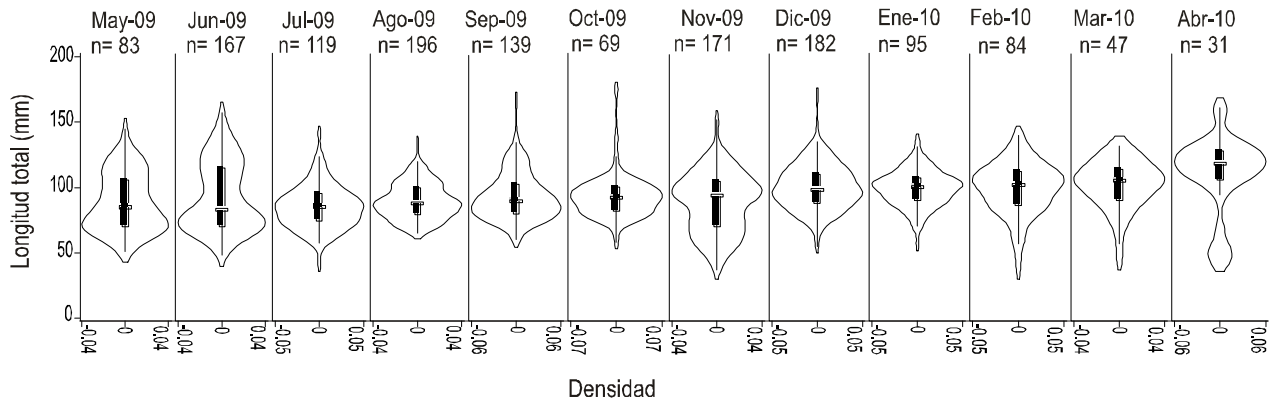


Fig. 6. Diagramas de violín que representan la estructura por tallas y densidad por mes de *O. chrysoptera*.

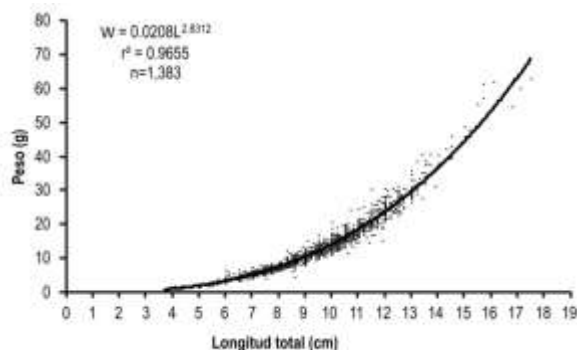


Fig. 7. Relación peso-longitud de *O. chrysoptera*.

DISCUSIÓN

La Reserva de la Biosfera Los Petenes (RBLP) se incluye en una de las regiones prioritarias para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos del Golfo de México como parte de un corredor ecológico que integra además a las áreas protegidas de Laguna de Términos en Campeche, y la ría Celestún y El Palmar en Yucatán. De acuerdo con CONABIO (2008) esta región prioritaria es de primordial importancia para la conservación ya que en conjunto conforman el complejo de humedales más grande del sureste de México, que se traduce en la zona más importante como hábitat de alimentación, reproducción y refugio de un buen número de poblaciones tanto residentes como migratorias. En este humedal están incorporados el manglar de franja (marina y lagunar) y, el manglar de cuenca (de ciénega baja, chaparro, de cuenca alta y de Petén).

Las condiciones ambientales en esta región están determinadas principalmente por procesos costeros y oceanográficos donde los efectos de la corriente de Yucatán y las mareas de tipo mixtas semidiurnas convergen con escurrimientos y afloramientos de ríos subterráneos (Cervantes 2007; Graniel 2010). Temporalmente se presentan procesos naturales extraordinarios como tormentas tropicales, nortes y huracanes (Wiseman y Sturges 1999). Toledo-Ocampo (2005) y Lara-Lara *et al.* (2008) describen procesos y condiciones

ambientales en general para el Golfo de México de donde se desprende el comportamiento particular para la zona de estudio y constituye el marco de comparación de la variabilidad ambiental descrita en este trabajo.

La temperatura muestra un comportamiento estacional donde los valores más elevados se presentan entre mayo y octubre (época de lluvias) para después mostrar un descenso importante hasta enero cuando se registró la menor temperatura del agua e iniciar una recuperación hasta abril (época de secas). Los valores promedio para cada época son 30,1 y 23,9°C respectivamente. En cuanto a salinidad también se aprecia una tendencia de decremento de mayo hasta diciembre y luego una recuperación hasta abril. La salinidad promedio para la época de lluvias es de 38,1 UPS y para la época de secas de 35,8 UPS lo que ratifica que la aportación de agua continental llega al mar con retraso, después de acumular toda el agua que llueve en la planicie costera. Una condición similar esta descrita para la Laguna de Términos (Ayala-Pérez 2006).

Los parámetros de oxígeno disuelto y pH, además de reflejar procesos costeros y oceanográficos, describen condiciones físico-químicas y biológicas particulares. En el caso del oxígeno disuelto los valores promedio más altos se presentan en agosto con la mayor variación y en contraste los valores mínimos con la menor variación se aprecian en mayo. Estos extremos se distinguen dentro de la época de lluvias, en tanto que en la época de secas los valores mínimos se observan en diciembre y los máximos en enero. Para el caso del pH una tendencia de incremento continuo se observa de mayo a enero y de manera contrastante los valores mínimos se registraron en los meses de febrero a abril. Los valores promedio por época climática no son significativamente diferentes y oscilan entre 6,3 y 6,6 mgL⁻¹ y 8,1 y 8,4 H⁺ respectivamente.

Los parámetros de salinidad y temperatura permiten demostrar estadísticamente la presencia de dos épocas climáticas (P=0.0001), sin embargo los parámetros de oxígeno disuelto y pH responden más a procesos locales. Condiciones similares son

descritas por Herrera-Silveira *et al.* 1998, Moreno Casasola 2006 y Torres-Castro *et al.* 2008.

El armado *O. chrysoptera* se encuentra frecuentemente entre salinidades de 19 a 35 UPS y temperaturas de 17.5 a 32°C (Sutter y McIlwain 1987). Los valores mínimos y máximos de salinidad (26-48 UPS) y temperatura (17.3-37.5°C) registrados durante el presente estudio se encuentran dentro de los intervalos reportados en otros estudios. Riede (2004) reporta que durante el invierno, cuando las temperaturas cercanas a la costa disminuyen, el armado migra hacia zonas más profundas. Esta aseveración es concordante con los resultados de este estudio ya que la densidad muestra una tendencia de decremento de enero a abril. El análisis del peso promedio confirma el traslado de la especie a zonas de mayor profundidad durante el invierno ya que en este periodo la talla de los organismos recolectados se incrementa gradualmente.

La presencia del armado se registró en todos los sitios de muestreo pero con una mayor abundancia en la región central del área de estudio. Esta preferencia se asocia particularmente a la vinculación ecológica de la especie con las praderas de pastos marinos mejor conservadas de la reserva y es acorde a lo reportado por Orth y Van Montfrans (1984) que han descrito la relevancia de la vegetación sumergida para el desarrollo de etapas larvales y juveniles de peces que la utilizan como áreas de protección y alimento.

De manera complementaria, en el análisis de la distribución del peso promedio se aprecia una tendencia de los organismos de mayor talla a concentrarse en zonas más rocosas al norte del área de estudio. Coincidentemente, en estas áreas extremas de la reserva se incrementa la frecuencia de la actividad pesquera y por tanto la incidencia de aparición de la especie en las capturas.

Darcy (1983) ha reportado una LT máxima de 460 mm para el armado en el Atlántico norte y Courtenay y Sahlman (1978) reportan una talla de 300 mm LT como la más frecuente; sin embargo, Sutter y McIlwain (1987) y Cassiano *et al.* (2009) coinciden en señalar que tallas superiores a los 230 mm de LS son raras. Es inusual encontrar que esta especie rebase los tres años de edad, no obstante se

tienen registros de una edad máxima de cuatro años. La forma adulta la alcanza a los 70 mm de LS y su madurez sexual alrededor del segundo año de vida (Oesterling *et al.* 2004). De esta forma, y de acuerdo a la distribución de frecuencias por talla, más del 90% de los organismos recolectados fueron maduros.

La estructura por tallas de la población de *O. chrysoptera* se representa en función de su densidad mediante los gráficos de violín, donde se hace evidente la presencia de tres cohortes. En mayo es posible distinguir dos grupos modales de los cuales el primero avanza progresivamente hasta abril del siguiente año, pero el segundo grupo modal (120 mm) se desplaza hasta octubre. De acuerdo con Sutter y McIlwain (1987) los organismos de mayor tamaño muestran preferencias por zonas más profundas.

En febrero aparece un tercer grupo modal (37 mm) que se mantiene hasta abril, lo cual permite sugerir un reclutamiento al área y un periodo de desove anual. El periodo de desove ocurriría a finales de invierno y primavera, lo que coincide con lo reportado por Hettler y Chester 1990; Warlem y Burke 1990 destacando la presencia de larvas de esta especie durante primavera.

El armado es una especie que tiene un ciclo de vida con una duración relativamente corta (menos de tres años) y habita la mayor parte de su existencia en zonas someras con vegetación sumergida. Al llegar a su etapa reproductiva migra hacia sitios con mayor profundidad, conducta disparada aparentemente por un descenso en la temperatura, donde desova a finales de invierno y principios de primavera. Se recomienda realizar estudios sobre edad, crecimiento, alimentación y reproducción para conocer mejor la biología de esta especie en la región. Si bien *O. chrysoptera* no tiene valor de uso directo, su papel ecológico es trascendental en la resiliencia del ecosistema y en los flujos tróficos.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se realizó con el financiamiento del proyecto “Estudio ecológico de la comunidad nectónica marina para el aprovechamiento de especies con potencial ecoturístico en la reserva de

la biósfera Los Petenes. Fomix Campeche-Conacyt clave CAMP-2008-C01-95731. Maricarmen Can González, Candelario Díaz López y Orson Vasco Villa.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams DH, RH McMichael Jr. y GE Henderson. 2003. Mercury levels in marine and estuarine fishes of Florida 1989-2001. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-9. 2nd ed. rev. 57 pp.
- Addinsoft. 2011. www.xlstat.com
- Arceo-Carranza D. y ME Vega-Cendejas. 2009. Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatan peninsula. *Revista de Biología Tropical* 57:(1-2) 89-103.
- Ayala-Pérez LA. 2006. Modelo de simulación de la comunidad de peces en el área natural protegida Laguna de Términos, Campeche, México. Tesis Doctorado en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Metropolitana. 212 p.
- Barros NB y RS Wells. 1998. Prey and feeding patterns of resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. *Journal of Mammalogy* 79:(3) 1045-1059.
- Bautista F, E Batllori-Sampedro, G Palacio-Aponte, M Ortiz-Pérez y M Castillo-González. 2005. Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomofológicos de la Península de Yucatán. pp. 33-58. In: Bautista F. y G. Palacio (eds.). Caracterización y manejo de suelos de la Península de Yucatán: Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto de Ecología, México.
- Bezaury-Creel JE. 2005. Protected areas and coastal and ocean management in Mexico. *Ocean & Coastal Management* 48:(11-12) 1016-1046.
- Cassiano EJ, CL Ohs y JE Hill. 2009. Candidate species for Florida Aquaculture: Pigfish, *Orthopristis chrysoptera*. FA160. Fisheries and Aquatic Sciences Department, Florida Cooperative Extensions Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 6 p.
- Castillo-Rivera M y R Zárate-Hernández. 2001. Patrones espacio-temporales de la abundancia de peces en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. *Hidrobiológica* 11:(1) 75-84.
- Castro Aguirre JL. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. *Limusa*, México 705 p.
- Cervantes MA. 2007. El balance hídrico en cuerpos de agua cársticos de la Península de Yucatán. *Teoría y Praxis* 3:143-152.
- CNA. Comisión Nacional del Agua. 2003. Programa Hidráulico Regional 2002-2006. Región XII Península de Yucatán. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. 173 p.
- CONABIO. Comisión Nacional de Biodiversidad. 2008. Taller Criterios para la proyección de cambio de uso de suelo y el estado de la biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Portada>. Consulta Marzo 2012.
- CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2006. Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera Los Petenes. Dirección General de Manejo para la Conservación. México 203 p.
- Courtenay WR y HF Sahlman. 1978. Pomadasyidae. In: Fischer W. (ed.). *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Western Central Atlantic (Fishing Area 31), Volume 4. FAO, Rome.
- Darcy, G.H. 1983. *Synopsis of biological data on the pigfish, Orthopristis chrysoptera (Pisces:Haemulidae)*. Food and Agriculture Organization Fisheries Synopsis No. 134, 23 pp.
- Dickinson, H. & R.H. Moore. 1977. *Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana, and adjacent waters*. Texas A&M University Press, Texas, 327 p.
- Flores-Coto C, ML Espinosa Fuentes, F Zavala Garcia, y L Sanvicente Anorve. 2009. Ichthyoplankton of the southern Gulf of Mexico. *Hidrobiológica* 19:(1) 49-76.
- Fulton III RS. 1985. Predator-prey relationships in an estuarine littoral copepod community. *Ecology*, 66:(1) 21-29.
- García-Hernández V y U Ordoñez-López. 2007. ¿Son las praderas de *Thalassia testudinum* un hábitat para peces juveniles de importancia comercial? *Memorias del 58th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 34-41 pp.
- García E. 1981. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köepen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, UNAM, México. 252 p.
- Golden software Inc. 2009. www.goldensoftware.com
- González Solís A y D Torruco Gómez. 2001. La fauna béntica del Estero de Sabancuy, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*. 49:(1) 31-45.
- Graniel CE. 2010. Hidrología. Cap. 4:12-13. In: Durán R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 p.
- Herrera-Silveira JA, RJ Ramírez y JA Zaldivar 1998. Overview and characterization of the hydrology and primary producer communities of selected coastal lagoons of Yucatán, México. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 1(3-4): 353-372.
- Hettler Jr WF. y AJ Chester. 1990. Temporal distribution of ichthyoplankton near Beaufort Inlet, North Carolina. *Marine Ecology Progress Series* 68:(1-2) 157-168.
- Hintze JL y RD Nelson. 1998. Violin plots: A box plot-density trace synergism. *Journal of the American Statistical Association* 52:(2) 181-184.
- Howe JC. 2001. Diet composition of juvenile pigfish, *Orthopristis chrysoptera* (Perciformes: Haemulidae), from the northern Gulf of Mexico. *Gulf of Mexico Science* 19:(1) 55-60.

- Lara-Domínguez AL y A Yáñez-Arancibia. 1999. Productividad secundaria, utilización del hábitat y estructura trófica. 153-166 pp. En: Yáñez-Arancibia, A y AL Lara-Domínguez (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México; UICN/ORMA Costa Rica; NOAA/NMFS Silver Spring MO USA. 380 p.
- Lara-Lara JR, V Arenas Fuentes, C Bazán Guzmán, V Díaz Castañeda, E Escobar Briones, MC García Abad, G Gaxiola Castro, G Robles Jarero, R Sosa Ávalos, LA Soto González, M Tapia García y JE Valdez-Holguín. 2008. Los ecosistemas marinos. 135-159 pp. En: Sarukhán, J. (coord.). Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Lindeman KC. 2002. Haemulidae (Grunts). 1522–1529 pp. En: Carpenter KE. (ed.). The living marine resources of the Western Central Atlantic, Vol. 3. Bony fishes. Part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome.
- Livingston RJ. 1982. Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system. Marine Ecology Progress Series 7:(1) 1-12.
- Moreno Casasola P. 2006. Humedales costeros. En: P Moreno Casasola, E Peresbarbosa y AC Travieso-Bello (Eds.) Estrategias para el manejo integral de la zona costera: Un enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT. Xalapa, Ver. Mexico. Vol II.
- Muñoz-Rojas S. 2011. Distribución y abundancia del necton dominante y con potencial ecoturístico en la reserva de la biósfera Los Petenes, Campeche. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. 179 p.
- Oesterling MJ, CM Adams y AM Lazur. 2004. Marine baitfish culture: Candidate species & considerations for commercial culture in the southeast U.S., National Sea Grant College Program, Florida, 27 p.
- Orth RJ y J Van Montfrans. 1984. Epiphyte-seagrass relationships with an emphasis on the role of micrograzing: A review. Aquatic Botany 18(1-2): 43-69.
- Pauly D y N David. 1981. ELEFAN I a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Meeresforschung, 28(4): 205-211.
- Ramos-Miranda J, L Quiniou, D Flores-Hernández, T Do-Chi, LA Ayala-Pérez y A Sosa-López. 2005. Spatial and temporal changes in the nekton of the Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. Journal of Fish Biology 66:(2) 513-530.
- Ricker W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the fisheries research board of Canada, 191, Ottawa, 382 p.
- Riede K. 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 p.
- Rodríguez de la Gala MJ, CU Romero Herrera, MA Andrade Hernández, E Galicia, A Padilla Hernández y GJ Villalobos Zapata. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. <http://ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/41.pdf>. Consulta Mayo 2012.
- Salgado-Ugarte I. 2002. Suavización no paramétrica para análisis de datos. Facultad de Estudios superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 139 p.
- Salgado-Ugarte I, M Shimizu y T Taniuchi. 1995. ASH, WARPing, and kernel density estimation for univariate data. Stata Technical Bulletin 5(26): 23-31.
- Silverman BW. 1986. Density estimation for statistics and data analysis. Chapman & Hall, London, 175 pp.
- Sutter FC. y TD McIlwain. 1987. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of Mexico) - pigfish. U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep. 82. U.S. Army Corps of Engineers, TR EL-82-4, 11 p.
- Systat Software Inc. 2002. Chicago, USA. www.systat.com
- Toledo Ocampo A. 2005. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México. 25-52 pp. En: Botello AV, J Rendón-von Osten, G Gold-Bouchot y C Agraz-Hernández (Eds.). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. 2ª. Ed. Univ. Autón. de Campeche. Univ. Nal. Autón. México. Intituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Torres-Castro IL, ME Vega-Cendejas, JJ Schmitter-Soto, G Palacio-Aponte y R Rodiles-Hernández. 2008. Íctiofauna de sistemas cárstico-palustres con impacto antrópico: los petenes de Campeche, México. Revista de Biología Tropical 57: 141-157.
- Vega-Cendejas ME. 2004. Ictiofauna de la Reserva de la Biosfera Celestún, Yucatán: una contribución al conocimiento de su biodiversidad. Anales del Instituto de Biología 75(1): 193-206.
- Warlen SM y JS Burke. 1990. Immigration of larvae of fall/winter spawning marine fishes into a North Carolina estuary. Estuaries 13(4): 453-461.
- Watson W. 1983. Redescription of larvae of the pigfish *Orthopristis chrysoptera* Pisces Haemulidae. Fisheries Bulletin NOAA 81(4): 847-854.
- Wiseman WJ Jr. y W Sturges. 1999. Physical oceanography of the Gulf of Mexico: processes that regulate its biology. 77–92 pp. En: Kumpf H, K Steidinger y K Sherman (eds.). The Gulf of Mexico large marine ecosystem. Blackwell Science, Malden, MA.