

Algunos Aspectos sobre la Reproducción de *Pterois volitans* en Chichiriviche de la Costa, Estado Vargas (Venezuela)

Some Aspects about the Reproduction of *Pterois volitans* in Chichiriviche de la Costa, Vargas State (Venezuela)

Certains Aspects Concernant la Reproduction de *Pterois volitans* à Chichiriviche de la Costa, l'État de Vargas (Venezuela)

MARÍA F. SALAZAR R.¹, NICIDA NORIEGA² y JUAN M. POSADA¹

¹Universidad Simón Bolívar, Departamento Biología de Organismos, Caracas, Venezuela.

²Universidad Simón Bolívar, Departamento Estudios Ambientales, Caracas, Venezuela.

mafe.salazar89@gmail.com, nicidanoriega@gmail.com, jposada@usb.ve.

RESUMEN

Pterois volitans (Pisces: Scorpaenidae) ha logrado establecerse y dispersarse en corto tiempo en las aguas del Atlántico nor- y centro occidental y el Caribe, a partir de su presencia inicial en las aguas de La Florida (EE.UU). Una de las razones que posiblemente permitieron esta rápida expansión se relaciona con su aparente capacidad de reproducirse a lo largo de todo el año. El objetivo principal del presente estudio fue evaluar algunos aspectos en la reproducción del pez león, a través de las observaciones en ejemplares capturados en Chichiriviche de la Costa, estado Vargas (Venezuela). Se realizaron muestreos mensuales desde diciembre de 2010 hasta noviembre de 2011. Las tallas de los individuos capturados estuvieron entre 96 y 290 mm de longitud total (LT) para las hembras, y entre 90 y 287 mm LT para los machos, las cuales no resultaron significativamente distintas (U de Mann-Whitney: $W = 16$, $p = 0,5296$). Se calcularon los índices gonadosomáticos (IGS) y se examinaron histológicamente las gónadas de todos los individuos colectados. Las tallas mínimas de madurez sexual fueron 96 mm y 90 mm LT, para machos y hembras respectivamente, mientras que la talla a la que madura el 50% de la población se estimó en 160 y 170 mm LT para machos y hembras, respectivamente. No se encontró evidencia que apunte hacia la ocurrencia de desoves continuos a lo largo del año, sino a través de eventos discretos (abril, agosto y septiembre).

PALABRAS CLAVE: Pez león, reproducción, desove, madurez, Venezuela

INTRODUCCIÓN

La introducción de *P. volitans* en el océano Atlántico nor- y centro occidental y el mar Caribe es una de las invasiones biológicas más recientes e importantes, ya que es una especie que se ha establecido en corto tiempo (Morris y Whitfield 2009). Albins y Hixon (2008) señalan el efecto depredador de *P. volitans* sobre las comunidades de peces e invertebrados que ocupan estas aguas. La presencia de esta especie reduce la abundancia de especies que son ecológicamente importantes, como por ejemplo de los representantes de las familias Gobiidae y Labridae, los cuales son herbívoros y su importancia reside en que estos se encargan de prevenir que las algas sobrecrezcan a los corales. Además de esto, se ha registrado dentro de su dieta la presencia de moluscos y crustáceos (Morris y Akins 2009).

Una de las razones que se presume permitieron el establecimiento y la rápida extensión del pez león en el océano Atlántico nor- y centro occidental y el mar Caribe es el tipo de reproducción que presenta. Según la literatura consultada, *P. volitans* se reproduce durante todo el año, tanto en el Indo Pacífico como en el Atlántico y producen una gran cantidad de huevos, bajo condiciones de temperatura óptimas (no especificadas en la bibliografía), y disponibilidad de alimento (Freshwater et al. 2009, Morris et al. 2009). En cuanto a la frecuencia con la que desovan, en su área de distribución natural se da cada seis (6) u ocho (8) días (Fishelson 1975), mientras que en Las Bahamas y Carolina del Norte se registra alrededor de cada tres (3) o cuatro (4) días y el desove puede continuar durante varios meses sin interrupciones, esta frecuencia se determinó mediante la evaluación de la proporción de ejemplares cuyos ovarios contenían ovocitos hidratados los cuales fueron colectados durante varios días consecutivos (Morris 2009).

Para Venezuela no existe información al respecto para esta especie (Lasso-Alcalá y Posada 2010). El carácter invasivo de *P. volitans* en el océano Atlántico y la escasa bibliografía que existe, tanto en las zonas donde se encuentra naturalmente y donde se considera una especie invasora, son razones que hacen relevante evaluar el ciclo reproductivo de esta especie en Venezuela. El objetivo general de este estudio es evaluar algunos aspectos en la reproducción del pez león, a través de las observaciones en ejemplares capturados en Chichiriviche de la Costa, estado Vargas (Venezuela).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevaron a cabo 12 muestreos, uno por mes, entre diciembre 2010 y noviembre 2011, en Chichiriviche de la Costa (Estado Vargas) (Figura 1). Los ejemplares fueron capturados por buzos recreativos mediante el uso de arpones y de manera manual en bolsas plásticas transparentes. Una vez capturados, los ejemplares se llevaban a la superficie donde los buzos les realizaban una incisión en la cavidad abdominal. Luego de esto, se preservaban en formol al 10% para ser trasladados al laboratorio.



Figura 1. Mapa de la costa central de Venezuela. El punto A indica la ubicación de Chichiriviche de la Costa (estado Vargas) y los puntos marcados en rojo, los lugares donde se llevaron a cabo las capturas de los ejemplares examinados en el presente estudio.

Para el análisis histológico, se tomaron las gónadas y se almacenaron en etanol 70% por varios días. Cada muestra se sometió a deshidratación con diferentes concentraciones de etanol y xilol. Luego, las muestras se incluyeron en bloques individuales de parafina de los cuales se prepararon cortes de 5 μm de espesor con un micrótopo. Los cortes obtenidos, se colocaron en láminas portaobjetos para ser desparafinados, hidratados, aclarados y teñidos con los colorantes hematoxilina y eosina, y luego se examinaron bajo un microscopio de luz.

Con estos cortes histológicos se describieron, en la gametogénesis, la morfología microscópica de las gónadas, y tanto en la oogénesis como en la espermatogénesis se diferenciaron los estadios de madurez sexual, aunque en la espermatogénesis no se realizaron mediciones. Para la determinación de los estadios de madurez sexual en las hembras se utilizó como referencia las observaciones realizadas por Morris et al. (2011).

Se calculó la proporción de sexos (macho: hembra) para cada mes y para el año completo de muestreo. Se utilizó una prueba Chi-cuadrado para determinar si la proporción sexual observada se aleja significativamente de la unidad (Sokal y Rohlf 1995).

Se determinó la talla mínima de madurez sexual, registrando la longitud total (LT) del ejemplar más pequeño con gónadas maduras (basado en el análisis histológico), y esto se realizó tanto para machos como para hembras.

Por otro lado, la talla en la que el 50% de la población se encuentra madura se estimó mediante una regresión no lineal ajustada a una función logística para hembras y machos por separado (Sokal y Rohlf 1995):

$$Y = \left[\frac{1}{1 + e^{(-a(X-b))}} \right] \times 100$$

donde, Y es el porcentaje de individuos sexualmente maduros, X es la longitud total (LT) y b es el punto de inflexión de la curva y corresponde a la talla a la cual madura el 50% de la población. Esta gráfica se construyó con el porcentaje de frecuencia relativa acumulada por intervalo de talla, el cual se fijó a partir de la longitud del ejemplar maduro más pequeño hasta la longitud del ejemplar maduro más grande.

Para determinar los cambios en la actividad reproductiva, se calculó el índice gonadosomático de todos los individuos colectados (IGS). Para esto se utilizó la siguiente relación (Htun-Han, 1978):

$$IGS = \left[\frac{PG}{(PT - PG)} \right] \times 100$$

donde, PT es el peso total del individuo (g) y PG es el peso de la gónada (g).

Para estimar la época de reproducción se graficó la variación mensual del promedio del índice gonadosomático, para hembras y machos por separado. Además de esto, se realizó una distribución de frecuencia de los ejemplares en los diferentes estadios gametogénicos.

RESULTADOS

A lo largo del muestreo se capturaron un total de 422 ejemplares, cuyas tallas se distribuyeron entre 5 y 315 mm LT, con un promedio de $134,50 \pm 5,96$ mm LT (Figura 2). Las tallas de las hembras oscilaron entre 96 y 290 mm LT, con un promedio de $183,94 \pm 44,41$ mm LT ($n = 55$), mientras que para los machos las tallas oscilaron entre 90 y 287 mm LT, con un promedio de $167,76 \pm 53,35$ mm LT ($n = 45$). Las diferencias entre las distribuciones de tallas de hembras y machos no fueron estadísticamente significativas (U de Mann-Whitney: $W = 16$, $p = 0,5296$).

De los 422 ejemplares capturados, se les realizó histología a 262 individuos de los cuales 100 se les pudo

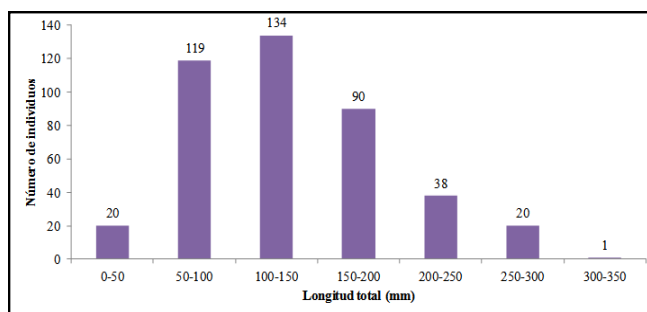


Figura 2. Distribución de tallas de todos los ejemplares de *P. volitans* capturados entre diciembre 2010 y noviembre 2011. Los números sobre las barras indican la cantidad de ejemplares capturados en la categoría de talla correspondiente.

determinar el sexo y el restante del total capturados eran ejemplares con gónadas no visibles. De estos, 55 individuos resultaron hembras (55%) y 45 machos (45%). En la Figura 3 se muestra la proporción mensual de sexos, donde se observa que el número de hembras supera al de los machos durante el periodo de muestreo (1:0,82). Sin embargo, en los meses de mayo, septiembre y octubre la proporción estuvo desviada hacia los machos. A pesar de esto, las diferencias en la proporción de sexos no es significativa con respecto a la proporción 1:1.

Se caracterizan cuatro etapas de desarrollo de los ovocitos: ovocitos en crecimiento primario, ovocitos corticales alveolares, ovocitos vitelogénicos y ovocitos maduros (Morris et al. 2011), mientras que para los machos se identificaron espermatogonias, espermátidas, espermatozoides. En base a las observaciones

microscópicas, para hembras y machos, se identificaron 3 estadios de desarrollo gonadal: inmaduros, pre-maduros y maduros (Tabla 1 y Tabla 2).

En la Figura 6 se observa la distribución de frecuencia de los diámetros de los ovocitos por cada mes. En esta se observa que el mayor porcentaje, a lo largo de todo el año, se encuentran entre 20 μm y 60 μm que corresponden a ovocitos que se encuentran en crecimiento primario. Además de esto se observa que el mayor porcentaje de ovocitos de 300 μm en adelante, que representan los ovocitos vitelogénicos y maduros, se encuentran en el mes de agosto. A pesar que también se encuentran en el mes de marzo y septiembre, el porcentaje es muy bajo, por lo que es casi imperceptible en la figura.

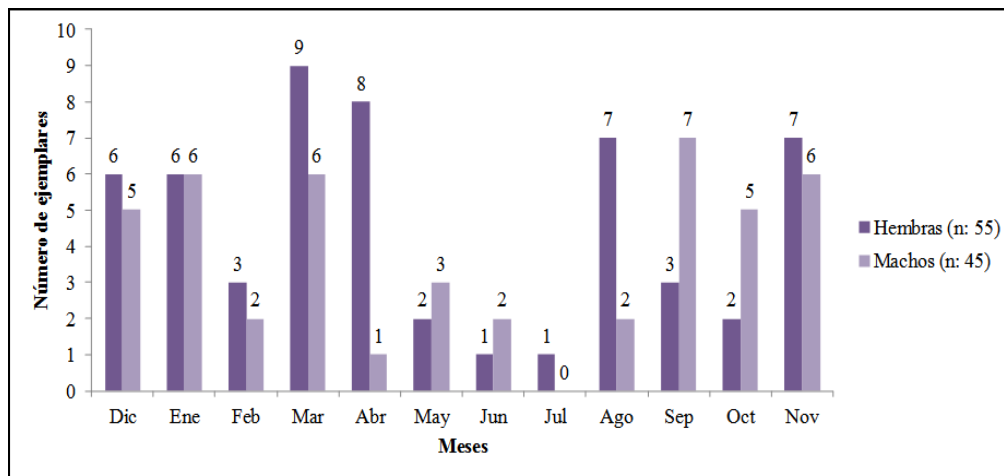


Figura 3. Proporción mensual de sexos de *P. volitans* capturados entre diciembre de 2010 y noviembre de 2011. Los números sobre las barras indican la cantidad de ejemplares capturados en la categoría de talla correspondiente.

Tabla 1. Criterio utilizado para determinar el estadio histológico del tejido femenino de pez león.

Etapa	Descripción
Inmaduros	Apariencia macroscópica: ovarios delgados, de color claro y apariencia traslúcida. Microscópica: Sólo se observan ovocitos en crecimiento primario, estos se encuentran cerca del tejido conectivo central (Figura 4). En las etapas tardías, los ovocitos que se observan presentan múltiples nucléolos en el núcleo del ovocito (Morris et al., 2011). El diámetro de estos ovocitos se encuentra entre 20 y 100 μm (Figura 6).
Pre-maduros	Apariencia macroscópica: ovarios de tamaño medio, de color más oscuro con respecto a los ovarios que se encuentran inmaduros. Microscópica: Se observan ovocitos en crecimiento primario cerca del tejido conectivo central, pero la mayoría son alveolares corticales. El diámetro de estos ovocitos se encuentra entre 80 y 165 μm (Figura 6).
Maduros	Apariencia macroscópica: ovarios gruesos y de gran tamaño, de color crema. Se observan gran cantidad de ovocitos. Microscópica: Se observan ovocitos en todas las etapas de ovogénesis, pero mayormente vitelogénicos y maduros (Figura 5). El diámetro de estos ovocitos se encuentra desde 130 hasta más de 500 μm (Figura 6).

Tabla 2. Criterio utilizado para determinar el estadio histológico del tejido masculino de pez león.

Etapa	Descripción
Inmaduros	Apariencia macroscópica: testículos de pequeño tamaño y apariencia traslúcida. Microscópica: Se observa sólo las espermatogonias y poco desarrollo de los espermatozoides (Figura 7)
Pre-maduros	Apariencia macroscópica: testículos de mayor tamaño con respecto a los que se encuentran inmaduros, no se pudo distinguir el color. Microscópica: Se observan pocas espermatogonias. Gran cantidad de espermatozoides y espermátidas.
Maduros	Apariencia macroscópica: testículos de gran tamaño, no se pudo distinguir el color. Microscópica: Todas las etapas de espermatogénesis presentes (Figura 8).

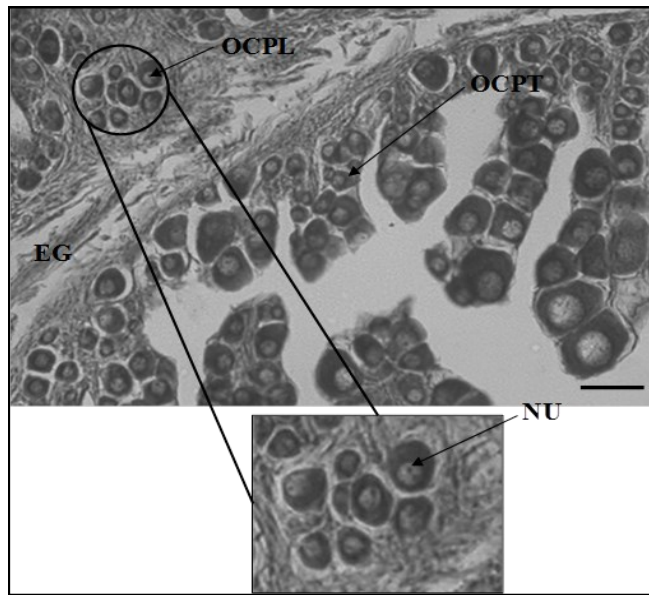


Figura 4. Corte histológico de un ejemplar de *P. volitans*, capturado entre diciembre de 2010 y noviembre de 2011 en Chichiriviche de la Costa. Hembra en estadio inmaduro (aumento: 10X). EG, epitelio germinal; NU, nucléolos; OCPT, ovocito en crecimiento primario temprano; OCPL; ovocito en crecimiento temprano tardío (Barra de escala = 100µm).

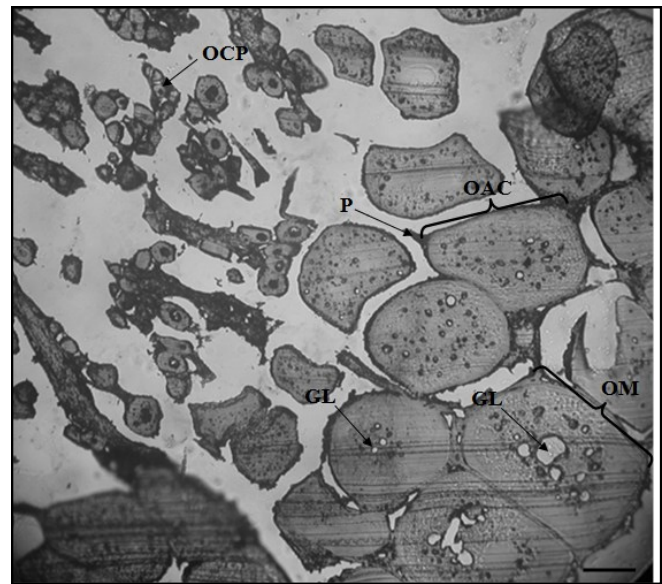


Figura 5. Corte histológico de un ejemplar de *P. volitans*, capturado entre diciembre de 2010 y noviembre de 2011 en Chichiriviche de la Costa. Hembra madura (aumento: 10X). GL, gotas de lípidos; OAC, ovocitos alveolares corticales; OCP, ovocitos en crecimiento primario; OM, ovocitos maduros; P, pedúnculo (Barra de escala = 100 µm).

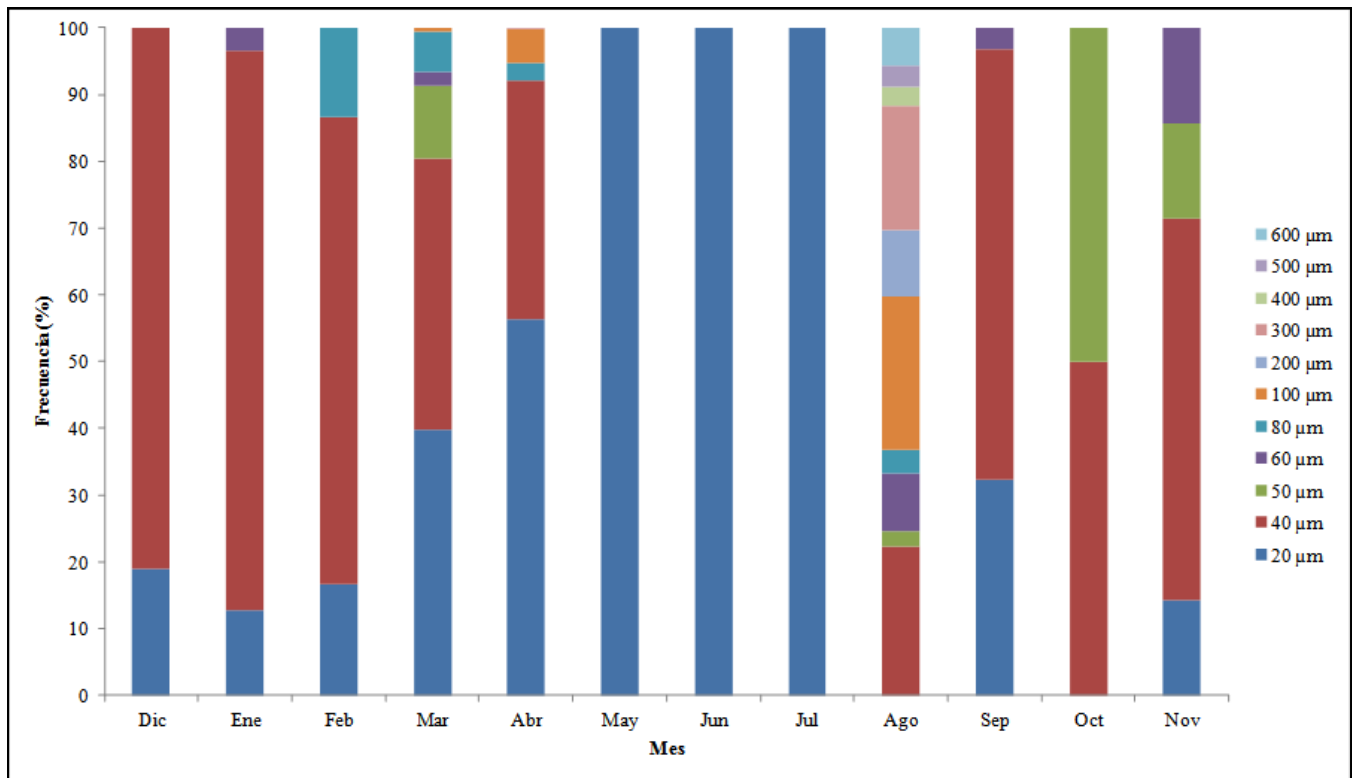


Figura 6. Distribución de frecuencia del diámetro de los ovocitos de las hembras capturadas entre diciembre de 2010 y noviembre de 2011 en Chichiriviche de la Costa.

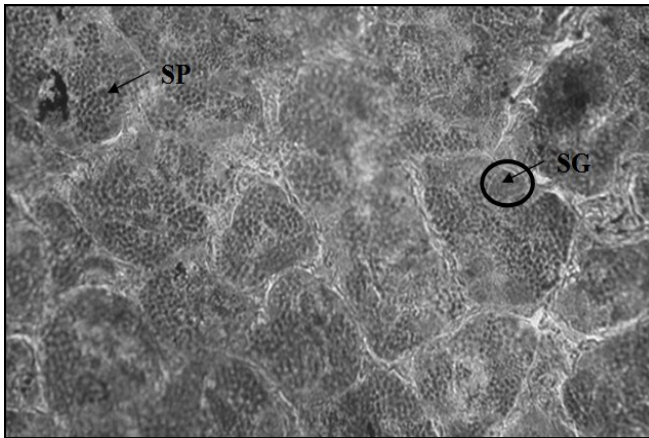


Figura 7. Corte histológico de un ejemplar de *P. volitans*, capturado en marzo de 2011 en Chichiriviche de la Costa. Macho inmaduro (aumento: 10X). SG, espermatogonia; SP, espermatocito.

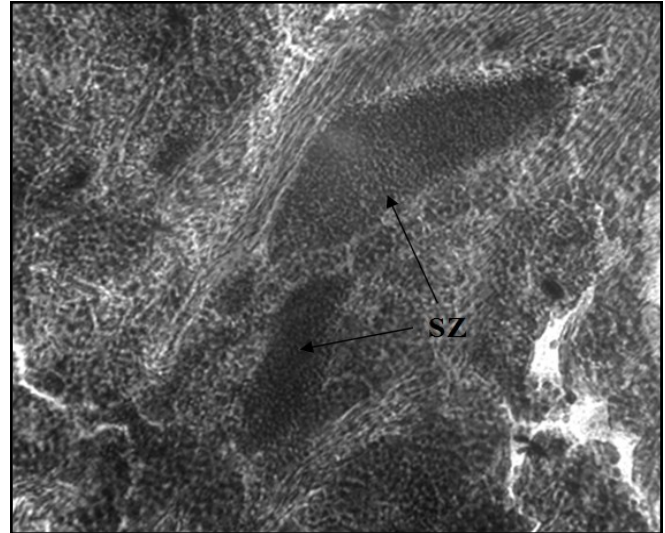


Figura 8. Corte histológico de un ejemplar de *P. volitans*, capturado en marzo de 2011 en Chichiriviche de la Costa. Macho maduro (aumento: 25X). SZ, espermatozoides.

La hembra de menor tamaño que presentó gónadas maduras midió 96 mm LT y la talla a la cual madura el 50% de la población de hembras se estimó alrededor de 170 mm LT (Figura 9). Por otro lado, el macho de menor tamaño que presentó gónadas maduras midió 90 mm LT y la talla a la cual madura el 50% de la población de machos se estimó alrededor de 160 mm LT (Figura 10).

En la Figura 11 se muestra la frecuencia de hembras en los diferentes estadios gametogénicos. Se observa que en la mayoría de los meses se encuentran gónadas en el estadio inmaduro. Hembras en el estadio pre-maduro fueron observadas de febrero marzo y abril, siendo mayor el

porcentaje en el mes de febrero. Hembras en el estadio maduro se encontraron en los meses de abril, agosto y septiembre, siendo mayor en agosto.

En la Figura 12 se muestra la frecuencia de machos en los diferentes estadios gametogénicos. Se observa que, al igual que en las hembras, en la mayoría de los meses las gónadas se encuentran en estadio inmaduro. En los meses de marzo, abril, agosto y septiembre se observaron machos en el estadio pre-maduro, siendo mayor el porcentaje en el mes de abril y agosto (100%). Machos en el estadio maduro se observaron en el mes de marzo y septiembre, siendo un poco mayor en el mes de marzo.

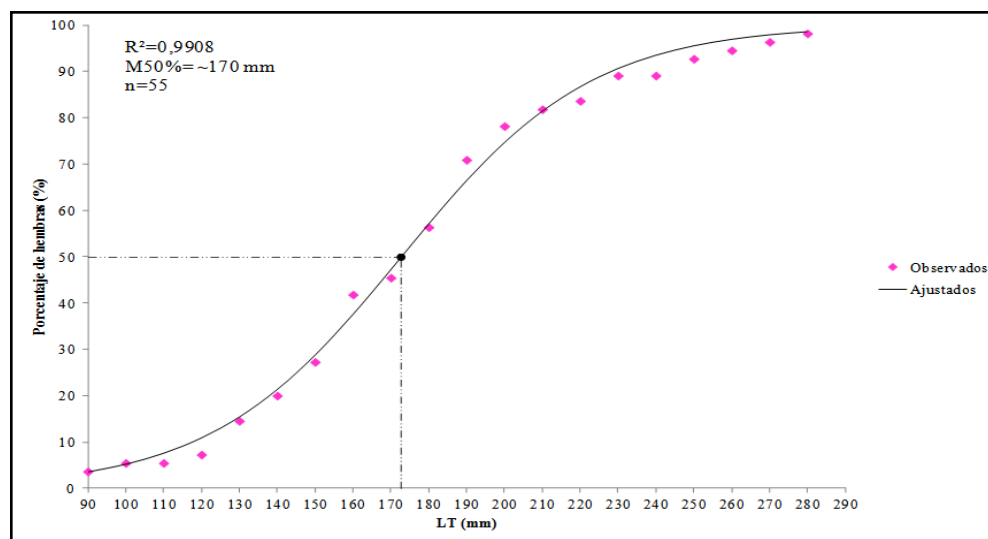


Figura 9. Relación entre la talla y el porcentaje de hembras de *P. volitans* capturadas entre diciembre de 2010 y noviembre de 2011. La línea continua corresponde a la curva que predice la función logística $Y = 100 / (1 + e^{-a(X-b)})$. El parámetro b en la ecuación es el punto donde la curva equivale al 50% de la población que se encuentra madura a una determinada talla.

La Figura 13 muestra los valores promedio del IGS calculados para hembras y machos a lo largo del periodo muestreado. En esta se observa que las curvas se comportan de manera similar a lo largo del periodo y que el IGS de las hembras siempre es superior al de los machos, alcanzando su máximo en agosto, mientras que el IGS de los machos alcanza su máximo en marzo.

El incremento de la desviación estándar sugiere indicios de reproducción, es decir, meses que presentan un bajo valor de IGS con poca desviación estándar son meses en los que puede presentarse muy poca actividad reproductiva, mientras que meses con alto IGS pero con una desviación estándar mayor, sugiere la existencia de ejemplares en diversos estadios reproductivos o valores de talla muy distantes con pocos ejemplares, lo que se corrobora con lo observado en las Figuras 12 y 13.

DISCUSIÓN

El intervalo de tallas de los 422 ejemplares de *P. volitans* colectados en el presente estudio (5 – 315 mm LT), difiere un poco de los registrados por otros autores. Baker et al. (2004) indica que esta especie puede alcanzar 380 mm LT, pero que típicamente se encuentran entre los 150 – 300 mm LT. Jud y Layman (2012) reportan que el intervalo de tallas encontrado en La Florida se encuentra entre 62 – 256 mm LT. Por último, Morris (2009) reportó un intervalo de tallas que oscila entre 66 – 256 mm LT en Las Bahamas. Con respecto a la distribución de tallas de hembras y machos en el presente estudio, las diferencias entre estas no resultaron estadísticamente significativas. Se presume que esta diferencia de tallas puede deberse a factores tanto bióticos como abióticos, que no se cuantificaron en el presente estudio.

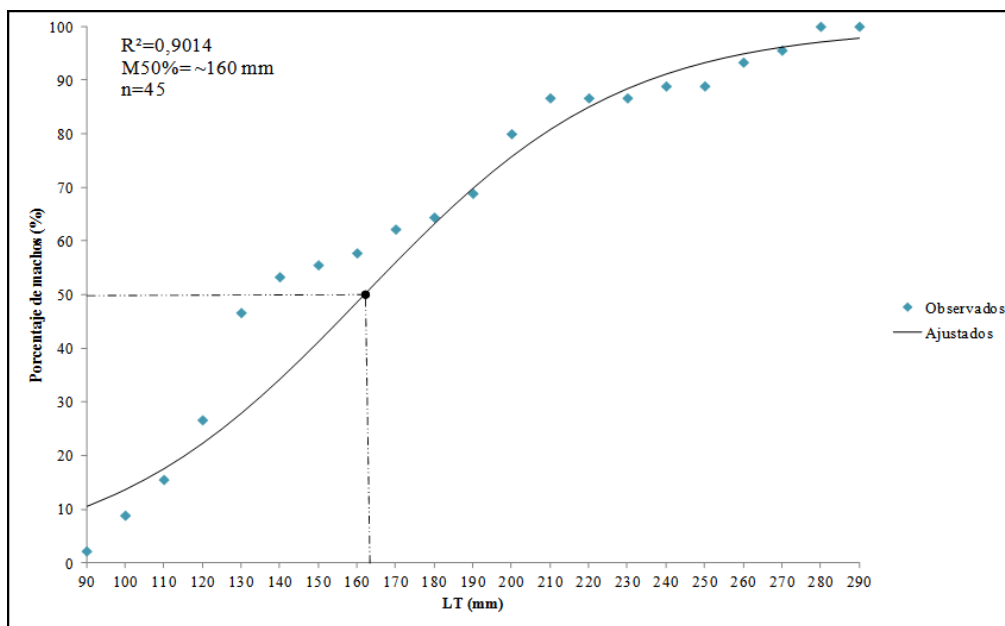


Figura 10. Relación entre la talla y el porcentaje de machos de *P. volitans* capturados entre diciembre de 2010 y noviembre de 2011. La línea continua corresponde a la curva que predice la función logística $Y = 100 / (1 + e^{-a(X-b)})$. El parámetro b en la ecuación es el punto donde la curva equivale al 50% de la población que se encuentra madura a una determinada talla.

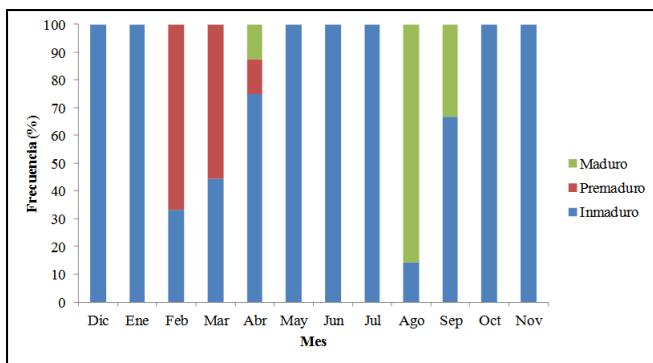


Figura 11. Distribución de frecuencia de hembras de *P. volitans* en los diferentes estadios gametogénicos.

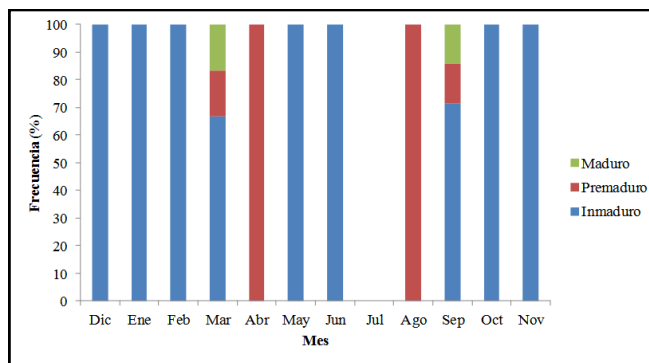


Figura 12. Distribución de frecuencia de machos de *P. volitans* en los diferentes estadios gametogénicos.

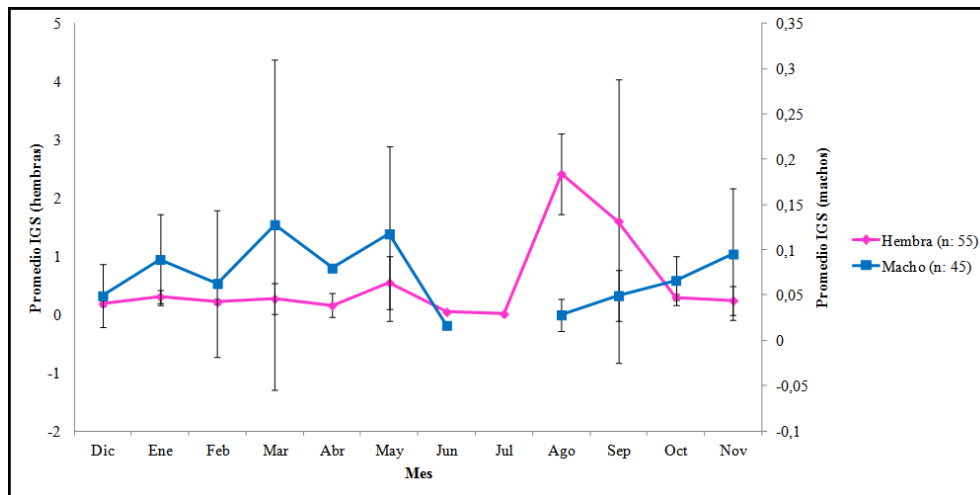


Figura 13. Variación mensual del promedio del índice gonadosomático (IGS) de hembras y machos de *P. volitans* capturados entre diciembre de 2010 y noviembre de 2011.

En relación a la proporción de sexos Morris (2009) reportó, en Las Bahamas, un número mayor de machos, siendo la proporción total 1:1,29 (hembras : machos). Esto difiere de lo observado en este estudio. En este se reportó un mayor número de hembras en la mayoría de los meses, siendo la proporción total 1:0,82 (hembras : machos). De los 422 ejemplares capturados, a 322 no se les pudo determinar el sexo macroscópicamente ni microscópicamente. De estos 322: 160 se encontraban debajo de la talla de mínima madurez sexual reportada por Morris (2009), así como la encontrada en este estudio y los 262 restantes, se encontraban sexualmente activos por lo que a estos se les realizaron los cortes histológicos.

De los 262 ejemplares a los que se le realizaron cortes histológicos: 100 se les pudo determinar el sexo y a los 162 que no se presume que fue por falta de experiencia en los procesos de extracción del tejido así como los procesos histológicos, además de esto se encontraron gónadas muy pequeñas que eran difícil manipularlas o que se perdían en el proceso de inclusión. Este problema no se reporta en los estudios realizados por Morris et al. (2011).

La talla de madurez sexual de una población de peces se puede establecer de dos formas. La primera es utilizando la talla del individuo más pequeño que exhibe gónadas maduras y la segunda es estimando la talla a la cual el 50% de la población se encuentra sexualmente madura. En el presente estudio, la hembra de menor tamaño que presentó gónadas maduras fue de 96 mm LT. Este valor difiere muy poco al reportado por Morris (2009) para las Bahamas (98 mm LT), aunque se encuentra por debajo de lo reportado para Carolina del Sur y Carolina del Norte (158 mm LT). Con respecto a los machos, el ejemplar de menor tamaño que se encontraba sexualmente maduro fue de 90 mm LT. Este valor fue menor a los reportados por Morris (2009) para las Bahamas (100 mm LT), Carolina del sur y Carolina del Norte (132 mm LT).

Por otra parte, en el presente estudio la talla estimada a la que madura el 50% de la población para las hembras se estimó alrededor de 170 mm LT ($n = 55$), valor que se encuentra cercano al reportado por Morris (2009) para Bahamas, Carolina del Sur y Carolina del Norte (175 mm LT, $n = 718$); y para los machos alrededor de 160 mm LT ($n = 45$), contrario a lo reportado en el estudio anteriormente mencionado (100 mm LT, $n = 927$).

En el área de distribución natural de *P. volitans* se desconoce tanto la talla de los individuos de menor tamaño que exhiben gónadas maduras, como la talla estimada a la cual madura el 50% de la población, ya que no se han realizado estudio acerca de la dinámica de reproducción de esta especie. Además de esto se desconoce la edad exacta de madurez ya que tampoco existen trabajos a este respecto (Morris 2009).

Se pudo comprobar, mediante el examen microscópico, que *P. volitans* es una especie gonocórica. Con respecto al examen macroscópico, fue complicado describir los estadios, ya que al estar las muestras preservadas en formol, no se apreciaba con detalle el color de las gónadas. Las razones por las cuales se preservaron las gónadas en campo, sin contar con la descripción macroscópica previa de las mismas en fresco, fue por que el trabajo de colecta fue realizada por buzos que se ofrecieron de manera voluntaria para este trabajo, a los que no se les quiso complicar la práctica de su actividad deportiva, con un paso previo que podía haberles resultado engorroso. Además, la manipulación en fresco del pez león causa cierta aprensión entre quienes lo hacen, dado el carácter ponzoñoso de las 18 espinas asociadas a las aletas dorsal, pélvica y anal del pez, y se quiso evitar que ocurrieran accidentes entre los voluntarios durante esta tarea.

En consecuencia, lo más simple y seguro fue solicitarles que le hicieran a cada ejemplar una incisión en la parte ventral del pez, de manera que el fijador penetrara el ejem-

plar, y con ello la gónada. Quizás el proceso no fue efectivo en aquellos 162 casos donde no se pudo determinar el sexo, afectando con ello el alcance del estudio.

Morris (2009) reportó que esta especie se reproduce activamente durante todo el año en Las Bahamas, describiendo el proceso de maduración de las gónadas como asincrónico, presentándose a lo largo de todos los meses del año y ocurriendo con una frecuencia de cada 3 a 4 días. Si bien el número de ejemplares que pudieron ser examinados microscópicamente es este estudio resultó bajo, lo cierto es que no se encontró, durante el año que duró el muestreo, evidencia que apunte hacia resultados similares a los encontrados por Morris (2009). Es decir, si bien se pudieron haber presentado problemas con la fijación de las gónadas, la gónada de una hembra en estado avanzado de madurez resulta bastante evidente y ello se hubiera apreciado durante el proceso de extracción de la misma en el laboratorio. Por lo tanto, podríamos estar encontrándonos aquí que la biología reproductiva del pez león en la región del Caribe sur pudiese estar presentando características diferentes a las encontradas en otras localidades.

En Cuba se han encontrado resultados similares a los reportados por Morris (2009). Sin embargo, Chevalier (com. pers.) indica que los valores promedio de IGS entre los meses de junio y agosto son significativamente mayores con respecto a los demás meses del año. Chapman (com. pers.) en Belize, señala resultados similares a los encontrados en este estudio, es decir, en algunos meses los huevos de los ejemplares no son visibles, pero en junio se observa un pico aparente de reproducción. Estas diferencias entre localidades pueden deberse a la influencia de factores tanto bióticos como abióticos, como por ejemplo parasitismo, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros, que no fue posible cuantificar en el presente estudio.

En el mes de julio deberían observarse ejemplares pre-maduros. Sin embargo, el número de ejemplares colectados para ese mes no permitió observar esto. A pesar de esta limitante, a finales del mes de julio se realizó un safari de pesca en que se recolectaron varios ejemplares a los cuales se les realizó una disección, mediante la cual se observaron hembras cuyas gónadas probablemente se encontraban en estadio pre-maduro, lo que apuntaría a desoves en los meses de agosto y septiembre.

LITERATURA CITADA

- Albins, M. y M. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* **367**:233-238.
- Baker, P. S.M. Baker y J. Fajans. 2004. *Nonindigenous Marine Species in the Greater Tampa Bay Ecosystem*. Tampa Bay Estuary Program, Gainesville, Florida USA. 131 pp.
- Fishelson, L. (1975). Ethology and reproduction of pteroid fishes found in the Gulf of Aqaba (Red Sea) especially *Dendrochirus brachypterus* (Cuvier), (Pteroidae, Teleostei). *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli* **39**:635-656.
- Freshwater, D., A. Hines, S. Parham, A. Wilbur, M. Sabaoun, J. Woodhead, L. Akins, B. Purdy, P.E. Whitfield y C.B. Paris. 2009. Mitochondrial control region sequence analyses indicate dispersal from the US East Coast as the source of the invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* in the Bahamas. *Marine Biology* **156**(6): 1213-1221.
- Htun-Han. 1978. The reproductive biology of the dab, *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: Seasonal changes in the ovary. *Journal of Fish Biology* **13**:351-359.
- Jud, Z.R. y C.A. Layman. 2012. Site fidelity and movement patterns of invasive lionfish, *Pterois* spp., in a Florida estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **414-415**:69-74.
- Lasso-Alcalá, O. y J. Posada. 2010. Presence of the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), on the coast of Venezuela, southeastern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions* **5**(1):53-59.
- Mendenhall, W. y T. Sincich. 1997. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. 4ta edición*. Prentice-Hall, México. 1182 pp.
- Morris, Jr., J.A. 2009. *The Biology and Ecology of Invasive Indo-Pacific Lionfish*. Tesis doctoral. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina USA. 183 pp.
- Morris, J. y J.L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes* **86**(3):389-398.
- Morris, J. y P. Whitfield. 2009. *Biology, Ecology, Control and Management of the Invasive Indo-Pacific Lionfish: An Updated Integrated Assessment*. National Oceanic Atmospheric Administration, Silver Spring, Maryland USA. 57 pp.
- Morris, J., J.L. Akins, A. Barse, D. Cerino, D. Freshwater, S. Green, R. Muñoz, B. Purdy, P.E. Whitfield, y C.B. Paris. 2009. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **61**:409-414.
- Morris, J., C. Sullivan y J. Govoni. 2011. Oogenesis and spawn formation in the invasive lionfish, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Scientia Marina* **75**(1):147-154.
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1995. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research, 3rd edition*. W.H. Freeman and Co., New York, New York USA. 887 pp.
- Whitfield, P., T. Gardner, S. Vives, M. Gilligan, W. Courtenay, G. Ray, y J. Hare. 2002. Biological invasion of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* along the Atlantic coast of North America. *Marine Ecology Progress Series* **235**:289-297.