

Biología Reproductiva del Pez León *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) como Herramienta de Manejo en la Reserva de Biósfera Baconao, Santiago de Cuba, Cuba

Reproductive Biology of the Lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) as a Management Tool in the Biosphere Reserve Baconao, Santiago de Cuba, Cuba

Biologie Reproductive du Lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) comme un Outil pour le Management dans le Reserve de Biosphere Baconao, Santiago de Cuba, Cuba

YOENDRY A. PAZ-RODRÍGUEZ^{1,2,3*}, MARCIAL T. VILLALEJO-FUERTE²,
ERNESTO A. CHÁVEZ², JORGE A. TAMAYO-FONSECA³ y AXEL CAMPO-CASTRO³

¹Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, I José A. Saco # 601, C.P.: 90100, Av. IPN s/n Col. Playa Palo de Sta Rita, El Conchalito, Santiago de Cuba 90100 Cuba. *yoalexey@live.com

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Col. Playa Palo de Santa Rita. Apdo. Postal 592. C.P. 23096, La Paz, B.C.S. México.

³Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO), Museo de Historia Natural "Tomás Romay", José A. Saco # 601, C.P.: 90100, Santiago de Cuba 90100 Cuba.

RESUMEN

El pez león es una especie exótica invasora en el Atlántico y el Caribe. Su presencia es una de las principales preocupaciones para los administradores de áreas protegidas y pescadores. El presente estudio fue desarrollado en la Reserva de Biósfera Baconao y estuvo dirigido a conocer dos aspectos de la biología reproductiva de la población del pez león (*Pterois volitans*) y a partir de ese conocimiento proponer medidas de manejo más eficiente. La captura de los peces se realizó de abril 2012 hasta mayo 2013 por buceo autónomo utilizando arpones de pesca submarina a profundidades de 25 a 30 m en los arrecifes de coral. Con los datos obtenidos se determinó la época de desove a través del índice gonadosomático (IGS). La talla mínima de reclutamiento a la reproducción se estableció sobre la base del criterio del 50% de los individuos maduros usando la ecuación $H=1/1+e^{-a+bl}$. Se capturaron 455 peces león, con una longitud total de 26.8 cm y un peso de 290.8 g. El 57.1% de los peces se encontraron maduros. El valor máximo del IGS se obtuvo en enero, aunque se determinó que la especie tiene un ciclo reproductivo continuo. La talla mínima determinada a la cual comienzan a reclutarse a la reproducción fue 27.8 cm LT. A partir de estos resultados, se proponen campañas de capturas a finales de año, ejerciendo mayor presión sobre los peces mayores de 20 cm LT. Estas medidas se contemplan dentro del plan de manejo de la reserva.

PALABRAS CLAVES: Biología reproductiva, pez león, manejo de especies exóticas invasoras, talla de reclutamiento reproductivo, Reserva de Biósfera Baconao

INTRODUCCIÓN

La presencia del pez león en las aguas del Atlántico y el Caribe constituye una gran preocupación para los administradores de áreas marinas protegidas, gobiernos y comunidades locales, ya que su impacto como depredador afecta la fauna del arrecife, en especial a la comunidad de peces (Albins and Hixon 2008).

La invasión de este pez está reconocida como una de las invasiones más rápidas en la historia (Morris et al. 2008). El primer registro confirmado en las aguas del Atlántico ocurrió en la Península de la Florida en octubre de 1985 (Morris and Akins 2009). A partir de 1992 fue documentada su presencia en Palm Beach y Boca Ratón, Florida, en Bermudas, Carolina del Norte, Carolina del Sur y en Georgia a partir de 2000 (Hare and Whitfield 2003, REEF 2008, United States Geological Survey 2008, Whitfield et al. 2002). De ahí la especie continuó expandiéndose de forma acelerada por el Atlántico y el Caribe (Schofield 2009), así como el Golfo de México (Brown y Ruiz-Carus 2006, Aguilar-Perera y Tuz-Sulub 2010, Santander-Monsalvo et al. 2012). En Cuba esta especie se reportó por primera vez en 2007 frente a la costa del Acuario de Baconao, en Santiago de Cuba (Chevalier et al. 2008) colonizando de forma acelerada el resto de las costas del país, a tal punto que desde 2010 se considera una especie establecida (Morris et al. 2009, Schofield 2009, Schofield et al. 2010).

El pez león es capaz de reducir en un 79% el reclutamiento de peces forrajeros los que juegan un importante papel manteniendo en equilibrio la relación alga-coral dentro del arrecife (Whitfield et al. 2007). Por su parte, Green et al. (2012a) reportan una reducción del 65% como promedio de la biomasa de 42 especies de peces pequeños en arrecifes de Las Bahamas. Otros trabajos que han documentado impactos similares de esta especie sobre el arrecife son los de: Green and Côté (2008), Brown et al. (2009) y Santander-Monsalvo et al. (2012).

Desde el punto de vista económico las afectaciones pueden verse reflejadas en la pesca y el turismo, por la reducción de los peces de arrecifes, principal atractivo turístico para el buceo contemplativo en los arrecifes del Caribe y de las especies de peces de valor comercial.

Por su parte, Ruiz-Carus et al. (2006) plantean que esta especie puede estar empezando su actividad reproductiva en la Florida durante los primeros meses del año, aunque la estacionalidad de su reproducción a través de su área de distribución natural es desconocida (Morris et al., 2008); sin embargo, por su rápida colonización, es posible que se reproduzca durante todo el año si las condiciones ambientales son adecuadas (Morris et al. 2011).

De ahí que esta investigación estuvo encaminada a determinar:

- i) La época reproductiva,
- ii) La talla mínima de reclutamiento a la reproducción,
- iii) La proporción de sexos y

- iv) Para a partir de esta información proponer acciones más eficientes para el manejo del pez en la Reserva de Biosfera Baconao, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La selección del área de estudio tuvo en cuenta los criterios propuestos en el protocolo de monitoreo de pez león para Cuba (Acuario Nacional de Cuba 2011). Seleccionando como localidad (escala de 10 km) el sector Este de la Reserva de Biosfera Baconao (Figural) que involucra la Reserva Ecológica Siboney-Juticí, una de las cinco zonas núcleo de conservación de esta reserva de biosfera. Como biotopo (escala de 1 km) se escogieron los arrecifes de camellos. Los sitios de colecta se ubicaron a 0.1 km según las posibilidades de acceso al mar. Estos sitios se nombran de izquierda a derecha: Aguadores Este, Sardinero Oeste, Sardinero Este, El Mangle, Juticí Oeste, Juticí Este, Caballo Blanco, La Cantera, Playa Siboney, Playa Bucanero, Playa Juraguá y Playa Damajayabo.

Esta zona se caracteriza por ser una costa sin plataforma, de origen tectónico, con proliferación de terrazas submarinas en toda su longitud, con el veril a muy corta distancia de la costa, siendo en algunos sitios de 100 - 200 m. La corriente marina superficial presente es predominantemente del Este, paralela a la costa y con valores promedios inferiores a los 50 cm/s (Ionin et al. 1977). La temperatura promedio de la superficie del mar presenta valores estables para toda la zona marina con un promedio anual de 25°C (García 1989). La salinidad en superficie presenta valores superiores a las 36‰, mientras que la variación vertical incrementa con la profundidad que alcanza su máximo aproximadamente a los 150 m con valores cercanos a 38‰ (Ionin et al. 1977).

Método de Captura

Las capturas se realizaron con una frecuencia mensual, en los primeros quince días de cada mes iniciando en abril de 2012 hasta junio de 2013, exceptuando el mes de noviembre debido al paso del huracán Sandy por Santiago de Cuba. Estas capturas se hicieron con buceo autónomo a una profundidad entre los 15 y 30 m. Los individuos fueron colectados con de arpones de pesca submarina, capturándose el total de los individuos que se encontraron durante el

tiempo de buceo sin tener en cuenta su talla. En la superficie los peces fueron colocados en una nevera con hielo hasta su traslado al laboratorio de la Reserva Ecológica Siboney-Juticí donde fueron procesados en las siguientes 24 horas.

Toma y Procesamiento de Datos

Para cada pez se registró la longitud total (LT, en cm) con un ictiómetro de error ± 1 cm, el peso total (PT, en g) se tomó con una pesa de error de 1 g. Una vez tomada estas medidas morfométricas se procedió a la disección del pez siguiendo la técnica propuesta por Grenn et al. (2012 b). Haciendo uso de una balanza analítica con error de 0.001 g se registró el peso de las gónadas, del hígado y la grasa; las gónadas fueron conservadas para su estudio histológico.

Proporción de Sexos y Fases de Desarrollo Gonadal (FDG)

El sexo y la fase de desarrollo gonadal (FDG) de cada pez se determinó a partir del estudio histológico de una sección de la gónada aplicando las técnicas histológicas convencionales: deshidratación en una serie de alcoholes en concentración creciente e inclusión en parafina. Los cortes se hicieron con un microtomo rotatorio manual a un grosor de tres micras, y se tiñeron con la mezcla de Mallory (Humanson 1979). Para la clasificación del sexo y la FDG se siguieron los criterios de Morris (2009), Morris et al. (2011), Priyadharsini et al. (2013). La proporción sexual fue analizada de forma general y por meses mediante una prueba estadística de X^2 ($\alpha = 0,05$) para ver si existía una desviación significativa en la proporción hembra-macho.

Período Reproductivo

Para determinar la época de desove se calculó el índice gonadosomático a través de la siguiente ecuación:

$$\text{IGS} = \text{PG}/\text{PT} \times 100 \text{ (Maddock \& Burton, 1998)}$$

donde:

IGS = Índice gonadosomático.

PG = Peso de ambas gónadas (g).

PT = Peso total (g).

El valor promedio mensual de este índice se representó gráficamente para determinar el momento pico de desove cuando este índice alcanza valores máximos dentro de un ciclo anual.

El índice hepatosomático (IHS) se empleó como una medida inversa al IGS, ya que el mismo permite cuantificar los cambios cíclicos en el peso del hígado, que son debidos fundamentalmente a la acumulación de sustancias de reserva.

$$\text{IHS} = \text{PH}/\text{PT} \times 100 \text{ (Maddock and Burton 1998)}$$

donde:

IHS = Índice hepatosomático.

PH = Peso del hígado (g).

PT = Peso total (g).

Igualmente, se determinó un índice para la grasa corporal ya que esta es una sustancia de reserva que se acumula antes de entrar en actividad reproductiva, para ello se aplicó la siguiente formula:

$$\text{IGrS} = \text{PGr}/\text{PT} \times 100$$

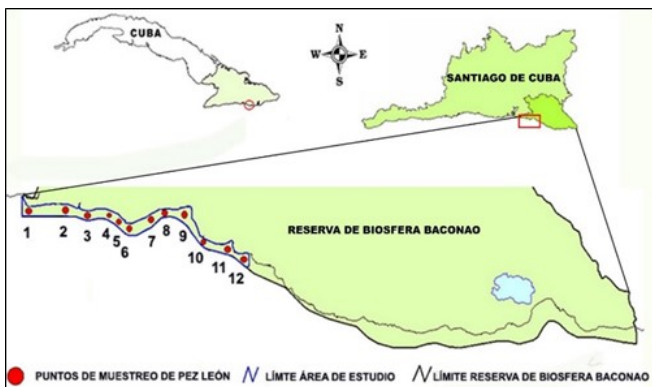


Figura. 1. Área de estudio.

donde:

IGrS = Índice de grasa somática.
 PGr = Peso de la grasa (g).
 PT = Peso total (g).

Con los datos de longitud total y peso total se calculó el factor de condición o robustez para determinar el estado general de desarrollo de los individuos capturados, según Fulton (1902) utilizando la siguiente ecuación:

$$FC = PT \times 100 / L^3$$

donde:

FC = Factor de condición.
 PT = Peso total (g).
 L = Longitud total (g).

Talla Media de Primera Madurez Sexual

La talla de la primera madurez (L_{50}) se define como la longitud en la que el 50% de los organismos están sexualmente maduros. Para establecer esta medida se hace una gráfica con la frecuencia acumulada de cada talla y se ajusta a una función logística (Gaertner y Laloe, 1986; Sparre y Venema, 1997).

Ecuación 1

$$H_p = \frac{1}{1 + e^{a+b \cdot L_t}}$$

donde H_p = porcentaje de individuos sexualmente maduros, a y b son constantes. Esta fórmula se describe mediante una transformación logarítmica con la siguiente ecuación:

Ecuación 2

$$\ln(1/H_p - 1) = a - b \cdot L_t$$

Así, la longitud total en la que 50 % de la población está sexualmente madura ($L_{0.5}$) corresponde a:

Ecuación 3

$$L_{0.5} = a / b$$

La misma se determinó tanto para hembras como para machos sobre la base del criterio del 50% de los peces maduros, clasificándose como maduros aquellos peces que se encontraban en FDG III, IV, V y VI.

RESULTADOS

Estructura de Tallas

Se capturaron 535 individuos (Figura 2). La talla promedio de los peces capturados fue de 26.8 cm de LT con un rango de 30.6 cm, la desviación estándar (DE) fue de 2.1 cm y su error estándar (EE) de 0.09 cm; el peso total promedio fue de 290.85 g con un rango de 1500 g una DE = 71.6 g y un EE = 3.09 g.

Las hembras tuvieron una talla promedio de 24.7 cm

de LT (DE = 3.9 cm, EE = 0.26 cm) con un peso total promedio de 207.8 g (DE = 96.1 g, EE = 6.51 g), los machos por su parte, alcanzaron una LT promedio de 29.5 cm (DE = 6.1 cm, EE = 0.4 cm) con un PT de 382.1 g (DE = 231.3 g, EE = 15.15 g). El pez más grande capturado fue un macho de 42.3 cm de LT con 1600 g de PT y el más pequeño de 11.7 cm y un PT de 10 g al cual no pudo determinarse el sexo.

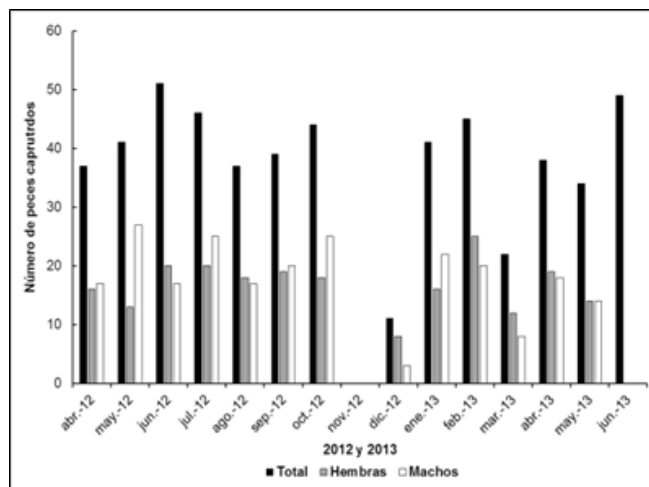


Figura 2. Variación mensual del número de peces león (n) capturados durante los meses de muestreo.

El análisis de la estructura de tallas por sexo (Figura 3) reveló que las hembras se encuentran distribuidas mayoritariamente entre los 22 - 28 cm de LT (36.5%) mientras los machos en mayoría a partir de los 31 cm de LT (38.5%).

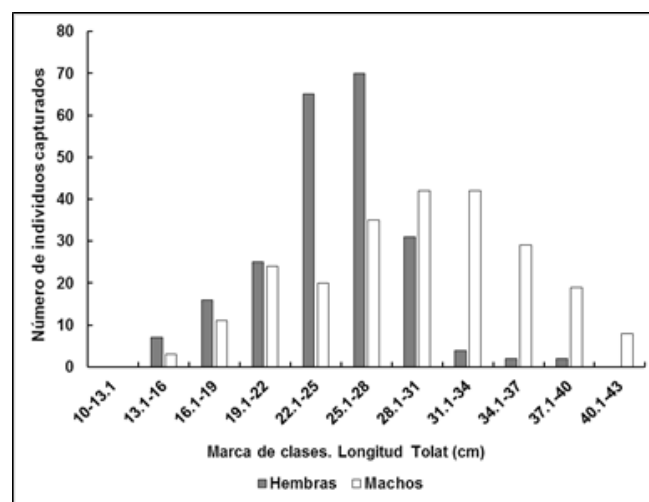


Figura 3. Distribución de los sexos por clase de tallas.

Época Reproductiva

El comportamiento de los índices corporales se muestra en la Figura 4 (n = 535). El valor promedio del IGS de todos los meses estudiados fue de 1.48 (DE = 3.07 y EE = 0.14). De forma general, aprecian varios momentos de desove (IGS) a lo largo del período de estudio, obteniendo-

se los valores más altos entre diciembre de 2012 (2.18) y enero de 2013 (3.12) cuando se alcanza el valor máximo, seguido de marzo de 2013 (2.12) siendo el tercer valor más alto. Esto sugiere un período de máxima actividad reproductiva que se inicia a finales de año y se extiende hasta el primer trimestre del próximo. Existen pequeños picos de desove con una frecuencia de uno a dos meses (abril-mayo, septiembre-octubre/12 y enero-febrero, marzo-abril/13) los valores más bajos del IGS se registraron en mayo (0.92) y agosto (0.66) de 2012.

Por su parte, los índices hepatosomático (IHS) y de grasa corporal (IGrS) muestran un comportamiento inverso al IGS y a su vez entre ellos. Esto sugiere que en esta especie el hígado juega un papel importante en el almacenamiento de sustancias de reserva en forma de grasa corporal, lo que se podría comprobar realizando estudios bioquímicos cualitativos de este órgano.

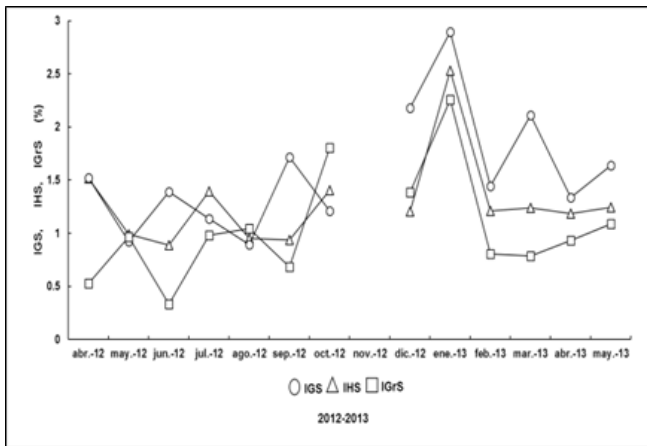


Figura 4. Variación mensual de los valores promedio de los índices: gonadosomático (círculos), hepatosomático (triángulos) y de grasa corporal (cuadrados) de la población de pez león muestreada.

Las variaciones del IGS entre sexos (Fig. 5) muestran que solo en el mes de enero existe sincronía entre ambos sexos en la reproducción, siendo este mes el momento del pico reproductivo. De forma general, el IGS en las hembras ($n = 218$) mostró gran variación que va desde 1.68 a 4.08 (Rango = 2.04), por su parte los machos ($n = 233$) muestran una menor variación (0.80 a 0.03; Rango = 0.77).

Proporción de Sexos

Del total de peces capturados se pudo determinar de forma microscópica que 218 individuos eran hembras y 233 machos, quedando sin identificar el sexo de 84 peces, 49 de ellos correspondientes al mes de junio de 2013 al cual no se le realizó el estudio histológico, al resto no se le pudo identificar el sexo porque sus gónadas se perdieron durante el proceso de conservación o se encontraban en un estado de desarrollo que no permitía diferenciar el sexo. Los resultados de la prueba de X^2 mostraron que solo en el mes de mayo de 2012 hubo diferencia significativa en la proporción de sexos, siendo mayoría los machos (27) frente a las hembras (13), aunque de forma general para el conjunto de datos la proporción se mantuvo 1:1.

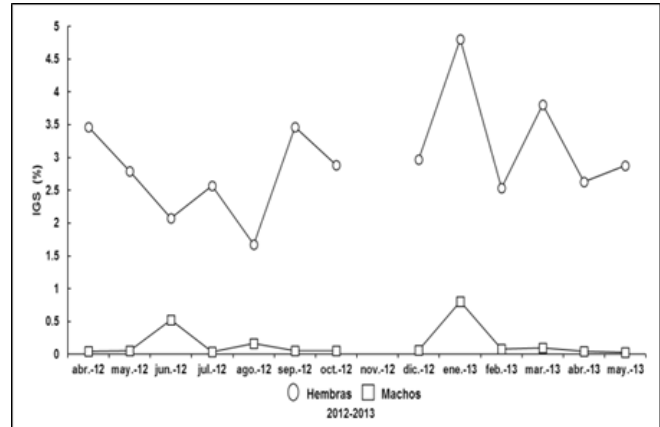


Figura 5. Variación mensual del índice gonadosomático (círculos: hembras; cuadrados: machos) entre sexos de la población de pez león analizada.

Talla Mínima de Reclutamiento a la Reproducción

La talla mínima de primera madurez para ambos sexos se determinó en 27.8 cm de LT (Figura 6). Las hembras presentaron una talla de primera madurez de 26.2 cm LT mientras que la de los machos fue de 30.1 cm de LT. La LT de la hembra madura más pequeña capturada fue de 17.5 cm, mientras que la del macho fue de 17.9 cm.

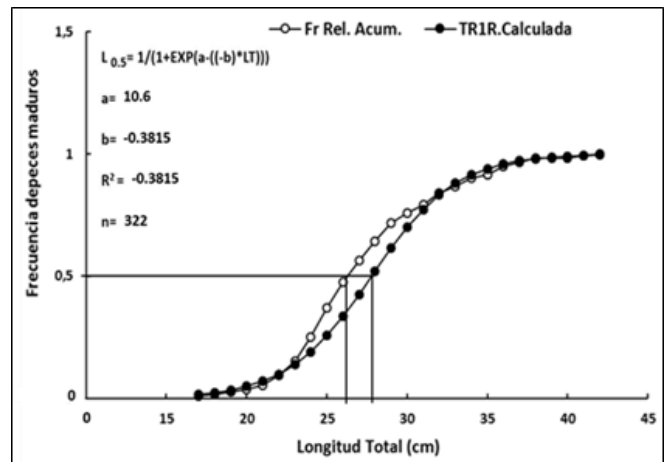


Figura 6. Talla de primera madurez sexual de la población de pez león analizada durante el periodo de estudio.

DISCUSIÓN

La longitud total media de los peces capturados durante este estudio es similar a la media reportada en los arrecifes de Santa Marta, Colombia (24.8 cm LT; González et al. 2011). En Fish Base (2012) por su parte, se reporta una longitud máxima de 35 cm, la cual es inferior al pez más grande capturado durante este estudio (42.2 cm LT), y similar a lo reportado por Baker et al. (2004), en Carolina del Norte (43 cm). La presencia de peces con tallas entre los 15 y 25 cm de LT a una profundidad alrededor de los 20 m, sugiere una posible distribución batimétrica según la talla; los peces alrededor de los 30 cm de LT se encuentran regularmente por debajo de los 30 m, lo cual sugiere una

nueva línea de investigación para futuros estudios.

La variación del IGS indica un ciclo reproductivo continuo a lo largo del año, lo que coincide con los resultados obtenidos por Morris et al. (2011), en aguas de Carolina del Norte, Carolina del Sur y las Bahamas. Este comportamiento reproductivo es una de las explicaciones de la rápida invasión y colonización de estos peces en el Caribe y el Atlántico, lo cual puede ser el resultado de las condiciones ambientales favorables (Morris 2009, Morris et al. 2011), las que se pueden traducir en la presencia de abundante alimento para los adultos y las larvas. El asegurar suficiente alimento propicia que las gónadas se desarrollen de forma adecuada durante todo el año y en el caso de las larvas, el encontrar suficiente alimento en el momento de su eclosión garantizaría un buen desarrollo durante sus etapas tempranas de vida.

Otros elementos que favorecen este ciclo reproductivo continuo es la temperatura, la que en el área es de 25°C como promedios durante todo el año (García 1989b), que está muy por encima del valor determinado por Kimball et al. (2004), como limitante para el desarrollo de esta especie (10°C letal y que a los 16.1°C cesa la alimentación).

La máxima actividad reproductiva, comprendida de diciembre (invierno) a marzo (inicio de la primavera), es un resultado similar al encontrado por Ruiz-Carus et al. (2006), en aguas de Florida. La relación inversa del IHS y IGrS con respecto al IGS puede ser explicado por la acumulación de sustancias de reserva, fundamentalmente la acumulación de lípidos y la síntesis de vitelogenina, precursora del vitelo almacenado en los ovocitos durante la vitelogénesis (Love 1970, Bohemen et al. 1981). Para confirmar esta teoría habría que realizar estudios de bioenergética para ver cómo se empelado el alimento en la conversión de energía. La estabilidad del FC a lo largo de todo el período de estudio independientemente del estado reproductivo de los individuos, estaría indicando condiciones favorables en el ambiente (Morris et al. 2011), lo que explicaría los desoves continuos durante el año.

La presencia de un menor número de individuos en FDG I y II es otro elemento indicativo de una reproducción continua, ya que la existencia de peces en FDG III a V estaría garantizando en todos los meses la existencia de individuos maduros durante todo el año. Este proceso de producción continua de ovocitos es una característica del ovario de estos peces, lo que se observó durante el estudio histológico donde se pudieron apreciar ovocitos inmaduros cerca del estroma central. Así como también la presencia de ovocitos en diferente grado de desarrollo en un mismo ovario; estos últimos se encontraban localizados adyacentes a la luz del ovario y listos para ser expulsados. Observaciones similares fueron hechas por Fishelson (1978) y Morris et al. (2011).

Con base en la talla de reclutamiento a la reproducción, el 58.1% de los peces capturados ya se había reproducido al menos una vez antes de su captura. Las tallas de primera madurez obtenidas en este trabajo, son más altas, en más de 20 cm de LT en los machos y más de 8 cm LT en las hembras al compararlo con los resultados obtenidos por Morris (2009) quien determinó la talla de reclutamiento a la reproducción en diferentes lugares: Carolina del Norte y Sur, Bahamas y Filipinas. Por esto, los peces león en la

zona de estudio comienzan a reproducirse a una talla mayor que como lo hacen en el Atlántico y el Pacífico, tanto de forma general como por sexos. En cuanto a las tallas de los individuos más pequeños capturados y que se encontraban maduros, hay similitud en el caso de las hembras (17.5 cm para Filipinas 17.2 cm, 15.8 cm para Carolina del Norte y Sur e inferior para Bahamas con 9.8 cm. En los machos son completamente diferentes (30.1 cm), contra 13.2 cm en Carolina del Norte y Sur, 10.5 cm en Filipinas y 10 cm Bahamas.

Estas diferencias hacen pensar que los factores del medio, tanto abióticos como bióticos donde se encuentre la especie determinan a qué talla se reclutan por primera vez a la reproducción. Otra causa que explica estas diferencias es que en este trabajo se capturaron muy pocos ejemplares por debajo de los 15 cm de LT, lo cual pudiese ser causa de que los peces juveniles en la zona de estudiada se encuentren colonizando un biotopo diferente que aún no ha sido determinado y luego cuando son adultos se van a los camellones profundos para entonces diferenciar su distribución en la profundidad en función del sexo.

Con base en estos y otros resultados, se ha elaborado un Programa de Manejo del Pez León en la Reserva Ecológica Siboney Juticí, adjunto al Plan del Manejo del área protegida. Las actividades de este programa de manejo incluyen la zona marina de la Reserva de Biosfera Baconao. Donde se desarrollan actividades de educación ambiental, explicando a los pescadores la problemática que representa este pez invasor para la actividad pesquera, ya que por ser un depredador muy activo, es capaz de diezmar las poblaciones de peces de interés comercial y biológico (Whitfield et al. 2007, Albins and Hixon 2008, Green et al. 2012a); una de las medidas promovidas en ellos es la pesca de este pez, la cual ha sido hasta ahora la forma más eficiente de su control. Así mismo dentro del programa de manejo, está contemplado realizar campañas de capturas mensuales dirigiendo la pesca a aquellos peces mayores de 20 cm de LT para de esta forma ejercer un control sobre su reproducción; estas campañas están programadas para llevarse a cabo con mayor intensidad en los tres últimos meses del año, antes de que ocurra el pico de desove en enero. Este mismo Programa de Manejo se está promoviendo a nivel del país en el marco del proyecto "Mejorando la Prevención, Control y Manejo de Especies Exóticas Invasoras en Ecosistemas Vulnerables en Cuba" para que, en conjunto con otras instituciones científicas del país, elaborar un Plan de Manejo Nacional para la especie que se implementará bajo la supervisión del Centro Nacional de Áreas Protegidas de Cuba.

CONCLUSIONES

- i) El pez león en la Reserva de Biosfera Baconao se encuentran bien adaptado al nuevo ambiente invadido.
- ii) Tiene un ciclo reproductivo continuo durante el año, gracias a las favorables condiciones del ambiente, siendo el período de máxima actividad reproductiva de enero a marzo.
- iii) Se reclutan a la reproducción a partir de los 27.8 cm de longitud total.

- iv) Es recomendable realizar campañas de capturas intensivas durante el año y en los meses previos al pico reproductivo dirigiendo el esfuerzo de captura a los peces mayores de 20 cm de longitud total.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Perera, A., A. Tuz-Sulub, L. Perera-Chan, M.J. López-Gómez, X. González-Triste y E. Carrillo-Flota. 2012. Lionfish Invasion off the Yucatan Peninsula, Mexico, Southern Gulf of Mexico: What do we know? *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **64**:34-38.
- Albins, M.A. y M.A. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish (*Pterois volitans*) reduce recruitment of Atlantic coral reef fishes. *Marine Ecology Progress Series* **367**:233-238.
- Acuario Nacional de Cuba. 2011. Protocolo para el estudio del pez león (*Pterois* sp.) en Cuba. 9 pp.
- Baker, P., S.M Baker y J. Fajans. 2004. Nonindigenous marine species in the greater Tampa Bay ecosystem. Tampa Bay Estuary Program. Technical Publication # 02-04. 131 pp.
- Bohemen, Ch., G. Van, J.G.D. Lambert y J. Peute. 1981. Annual changes in plasma and liver in relation to vitellogenesis in the female rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *General and Comparative Endocrinology* **44**:94-107.
- Brown, J. y R. Ruiz-Carus. 2006. First-known lionfish caught of Florida's Gulf coast waters. Press Release, FWC Florida Fish and Wildlife Research Institute, St. Petersburg. <http://myfwc.com/research/saltwater/nonnative/marine-life/gulf-coastlionfish-caught/>.
- Brown, M., J. Cowhey, S. Dawson, M. Farrington, M. Nash, J. Shi y S. Young. [2009]. Lionfish (*Pterois volitans*) affecting biodiversity of patch reef species. Cape Eleuthera Institute.
- Chevalier, P., O.E. Gutiérrez, D. Ibarzabal, S. Romero, V. Isla, J. Calderin y E. Hernández. 2008. First record of *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) for Cuban waters. *Solenodon* **7**:37-40.
- Fish Base. 2012. *Pterois volitans* (Scorpaenidae). <http://www.fishbase.org>. (accessed 31.07.03).
- Fulton, T. 1902. Rate of growth of sea fishes. *Science Investigations Fisheries Division of Scotland Report 1-22*. 20 pp.
- Gaertner, D. y F. Laloe. 1986. Etude biometrique de la taille a premier maturité sexuelle de *Geryon maritae*. *Acta Oceanológica* **9**(4):479-487.
- García, D.C. [1989]. Temperatura I (Promedio de enero, febrero y marzo). VIII.1. 2. 1. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. *Academia de Ciencias de Cuba*.
- González, J.D., A. Acero, A. Serra y R. Betancur. 2011. Caracterización taxonómica de la población del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) (Scorpaenidae) residente en el Caribe colombiano: métrica y morfometría. *Biota Colombiana* **12**(2):15-22.
- Green, S.J., J.L. Akins, A. Maljković y I.M. Côté. 2012a. Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PLoS ONE* **7**(3): e32596. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0032596>.
- Green, S.J., J.L. Akins y J.A. Morris. 2012b. *Lionfish Dissection: Techniques and Applications*. NOAA Technical Memorandum. NOS NCCOS 139. 24 pp.
- Green, S.J. y I.M. Côté. 2008. Record densities of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Coral Reefs* DOI 10.1007/s00338-008-0446-8.
- Hare, J.A. y P.E. Whitfield. 2003. An integrated assessment of the introduction of lionfish (*Pterois volitans*/*Pterois miles* complex) to the Western Atlantic Ocean. NOAA Technical Memorandum. NOS NCCOS. 21 pp.
- Ionin, A.S., Y.A. Pavlidis y O. Abelló-Suárez. 1977. *Geología de la plataforma de Cuba*. Nauka, Moscú. 215 pp.
- Love, R.M. 1970. *The Chemical Biology of Fishes*. Academic Press, London, England. 547 pp.
- Maddock, D.M. y M.P. Burton. 1998. Gross and histological of ovarian development and related condition changes in American plaice. *Journal of Fish Biology* **53**:928-944.
- Morris, J.A. Jr. y D.W. Freshwater. 2008. Phenotypic variation of lionfish supraocular tentacles. *Environmental Biology of Fishes* **83**:237-241.
- Morris, J.A. Jr. y J.L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian Archipelago. *Environmental Biology of Fishes* **86**:389-398.
- Morris, J.A. Jr. [2009]. Reproductive dynamics of the invasive lionfish *Pterois miles* and *P. volitans* in the western north Atlantic. Chapter 6. Ph. D. Thesis. *The Biology and Ecology of the Invasive Indo-Pacific Lionfish*. Raleigh, North Carolina USA. 183 pp.
- Morris, J.A. Jr., C.V. Sullivan y J.J. Govoni. 2011. Oogenesis and spawn formation in the invasive lionfish, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Scientia Marina* **75** (1):75-90.
- Priyadharsini, S., J. Manoharan, D. Varadharajan, S. Subramanian. 2013. Reproductive Biology and Histological Study of Red Lionfish *Pterois volitans* from Cuddalore, South East Coast of India. *J. Aquac. Res. Development* **4**: 201 doi:10.4172/2155-9546.1000201.
- REEF, Environmental Education Foundation. 2008. REEF database. <http://www.reef.org/db/reports>. (Cited 1 November 2008).
- Ruiz-Carus, R., R.E. Matheson, D.E. Roberts y P.E. Whitfield. 2006. Pacific red lionfish, *Pterois volitans* (Scorpaenidae), in Florida: evidence for reproduction and parasitism in the first exotic marine fish established in state waters. *The Western Biological Conservation* **128**:384-390.
- Santander-Monsalvo, J., I. López-Huerta, A. Aguilar-Perera y A. Tuz-Sulub. 2012. First record of the red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]) of the coast of Veracruz, Mexico. *BiolInvasions Records* **1** (2):131-134.
- Schofield, P.J. 2009. Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. *Aquatic Invasions* **4**:473-479. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2009.4.3.5>.
- Schofield, P.J. 2010. Update on geographic spread of invasive lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions* **5**:117-122. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2010.5.S1.024>.
- Sparre, P., S. Venema. 1997. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales Parte I. Manual*. FAO Documento Técnico de Pesca 306.1 Rev. 2. 420 pp.
- United States Geological Survey. 2008. Non-indigenous Aquatic Species database query: Lionfish Sightings Distribution.
- Whitfield, P.E., T. Gardner, S.P. Vives, M.R. Gilligan, W.R. Courtenay, G.C. Ray y J.A. 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.
- Whitfield, P.E., J. Hare, A.W. David, S.L. Harter, R.C. Muñoz y C.M. Addison. 2007. Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans*/*Pterois miles* complex in the Western North Atlantic. *Biological Invasions* **9**:53-64.