

ARTÍCULO ORIGINAL

DENSIDAD Y BIOMASA DE *Pterois volitans/miles* (Teleostei: Scorpaenidae) EN ARRECIFES DEL LITORAL OESTE DE LA HABANA, CUBA

*Density and biomass of *Pterois volitans/miles* (Teleostei: Scorpaenidae) on reef west coast of Havana, Cuba*

Alain García-Rodríguez^{1*}, Pedro P. Chevalier Monteagudo², Erlán Cabrera Sansón, Hansel Caballero Aragón², Jorge Luis Hernández López¹.

¹ Instituto de Oceanología de Cuba.
Ave 1ra No. 18406, entre 184 y 186.
Rpto. Flores. Playa. La Habana,
Cuba.

² Acuario Nacional de Cuba. Avenida
1ra y Calle 60, Playa, CP 11300,
La Habana, Cuba.

* Autor para correspondencia:

arodriguez@oceano.inf.cu,
alain.garcia2285@gmail.com

Recibido: 1 abril 2015

Aceptado: 11 junio 2015

RESUMEN

El pez león (*Pterois volitans/miles*) es la primera especie (s) de pez arrecifal del Indo-Pacífico que invade el Atlántico Occidental, constituyendo una de las invasiones de peces marinos más rápida de la historia. El objetivo fue determinar la densidad y biomasa de las poblaciones del pez león y sus posibles variaciones temporales y espaciales en arrecifes del oeste de La Habana, Cuba. Los muestreos fueron realizados mediante censos visuales con buceo autónomo en los períodos de junio-julio del 2012 (período lluvioso) y diciembre 2012-enero 2013 (período poco lluvioso). La densidad (media \pm desviación estándar; $1,6 \pm 1,8$ ind/100 m²), biomasa ($296,4 \pm 428,5$ g/100 m²) y talla (22 ± 8 cm) promedios del pez león en los arrecifes muestreados fueron mayores a los reportados en varias áreas de distribución de este pez en el Indo-Pacífico y en hábitats invadidos del Atlántico occidental. La variabilidad espacial de la densidad, biomasa y talla promedios del pez león entre los sitios parece no estar relacionada con la complejidad del sustrato. La densidad del pez león no varía temporalmente entre los períodos lluvioso y poco lluvioso en la zona de estudio. La biomasa y talla promedios del pez león variaron temporalmente, encontrándose los mayores valores en el período poco lluvioso. Las variaciones espaciales y temporales obtenidas pueden deberse al efecto de la pesca en una zona antropizada.

PALABRAS CLAVE: abundancia, Atlántico occidental, especies invasoras, pez león, variación espacial y temporal,

ABSTRACT

The lionfish (*Pterois volitans/miles*) is the first marine reef fish from Indo-Pacific invading the western Atlantic, representing one of the most rapid marine finfish invasions in history. The goal was to determine lionfish density and biomass and possible temporal and spatial variations in reefs west of Havana, Cuba. Visual censuses with SCUBA diving were performed for counting of lionfish individual in the periods of June-July 2012 (rainy season) and December 2012-January 2013 (dry season). The lionfish density (mean \pm standard deviation; 1.6 ± 1.8 ind/100 m²), biomass (296.4 ± 428.5 g/100 m²) and size (22 ± 8 cm) obtained were much higher than reported in several distribution areas of this fish in the Indo-Pacific and western Atlantic invaded habitats. The spatial variability of density, biomass and average size of lionfish among sites appears was not related to complexity of the substrate. Lionfish density does not vary temporally between rainy and dry seasons in study area. Lionfish biomass and average size varied temporarily, being the highest values in the dry season. Spatial and temporal variations obtained may be due to effect of fishing in an urbanized area.

KEY WORDS: abundance, invasive species, lionfish, spatial and temporal variation, western Atlantic.

INTRODUCCIÓN

Las especies exóticas invasoras son organismos que han sido introducidos a un ecosistema fuera de su área de distribución natural y cuyas características les confieren la capacidad de colonizar, invadir y persistir en ambientes específicos (Gutiérrez, 2006; Santamaría *et al.*, 2008; Mendoza-Alfaro *et al.*, 2011). Este trasvase de especies de unas regiones a otras se ha llevado a cabo desde tiempos anteriores, pero los movimientos humanos, la intensificación del comercio, la alteración de los ecosistemas y el mayor desarrollo han acelerado el proceso (Vilá *et al.*, 2008).

En el océano Atlántico existen dos especies de pez león (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] y *P. miles* [Bennett, 1828]) introducidas que poseen una morfología muy parecida (Schultz, 1986; Betancur-R *et al.*, 2011). En Cuba se desconoce si están presentes las dos especies, por lo que para tratar este tema se empleará el término pez león para *Pterois volitans/miles*. Esta es la primera especie (s) de pez arrecifal que invade el Atlántico Occidental (Morris, 2013), constituyendo una de las invasiones de peces marinos más rápida de la historia (Morris *et al.*, 2009). Su hábitat original es el Indo-Pacífico y su primer avistamiento en el océano Atlántico fue en 1985 en las costas de la Florida (Schofield, 2009). A partir del año 2000 fue incrementando su abundancia hasta establecerse en la costa sureste de Estados Unidos en el 2002 (Schofield, 2009). Posteriormente invadió el mar Caribe, gran parte del golfo de México y algunas zonas de América del Sur (Schofield, 2010; Aguilar-Perera y Carrillo, 2014; Fortunato and Avigliano, 2014). En Cuba se reportó por primera vez en la costa sur oriental en el año 2007 por Chevalier *et al.* (2008) y ya en el 2009 se encontraba distribuido por toda la isla (Chevalier *et al.*, 2014).

Entre las amenazas de la invasión del pez león se encuentra que podría alterar la trama alimentaria (Morris, 2013) al consumir las especies nativas de peces e invertebrados (Albins and Hixon, 2008; Morris and Akins, 2009; Valdez-Moreno *et al.*, 2012). Además, podría competir por recursos, como el alimento y el espacio, con otras especies de importancia económica, tales como los pargos (Lutjanidae) y meros (Serranidae) (Morris, 2013; Morris y Green, 2013). Algunos estudios realizados con estos fines (Albins, 2012; Green *et al.*, 2012; Benkwitt, 2014) dan indicios de que el pez león podría superar a algunos depredadores autóctonos en la competición por los recursos alimentarios de los hábitats que ha invadido. Además, la preocupación aumenta cuando la abundancia de estas especies depredadoras en los hábitats nativos se encuentra en un nivel crítico (Morris, 2013).

En varios de los estudios realizados, la abundancia del pez león en el Océano Atlántico (Green and Côté, 2009, 2010; Morris and Whitfield, 2009) es muy superior a la que se observa en su región de origen (Grubich *et al.*, 2009; Darling *et al.*, 2011; Kulbicki *et al.*, 2012), lo que representa una amenaza para la fauna nativa. También en Cuba, las densidades del pez león registradas en varias localidades fueron altas comparadas con otros trabajos realizados en el Indo-Pacífico y el océano Atlántico (Cabrera; 2011; Chevalier *et al.*, 2013 a).

En el océano Atlántico, los arrecifes están sujetos a una gran tensión debido a los eventos de blanqueamiento, el cambio climático, la acidificación del océano, la sobrepesca y la contaminación (Aguilar y González-Sansón, 2007; Wilkinson y Souter, 2008 a, b; Alvarez-Filip *et al.*, 2009). La amenaza adicional a la

biodiversidad marina que aporta esta especie invasora podría acelerar y multiplicar el deterioro de los ecosistemas coralinos de manera profunda e imprevisible (Whitfield *et al.*, 2007). Por lo tanto, los estudios para determinar la abundancia del pez león, así como sus cambios temporales y espaciales, entre otros, son imprescindibles para entender y contrarrestar el rápido establecimiento y el impacto potencial del pez león en los hábitats invadidos del Caribe.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente, esta investigación fue desarrollada en el litoral oeste de La Habana donde los arrecifes se encuentran impactados por sobrepesca y contaminación (Hernández *et al.*, 2006; González-Sansón *et al.*, 2009a, b; González-Sansón and Aguilar, 2010), por lo que la invasión del pez león puede ser un estrés adicional. Por ello, se propuso como objetivo determinar la densidad y biomasa de las poblaciones del pez león y sus posibles variaciones temporales y espaciales en algunos arrecifes de esta zona. Esto aportará información para el manejo y control de esta especie invasora en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la zona de estudio

La investigación se desarrolló en un sector frente al litoral occidental de La Habana, comprendido de oeste a este entre los sitios

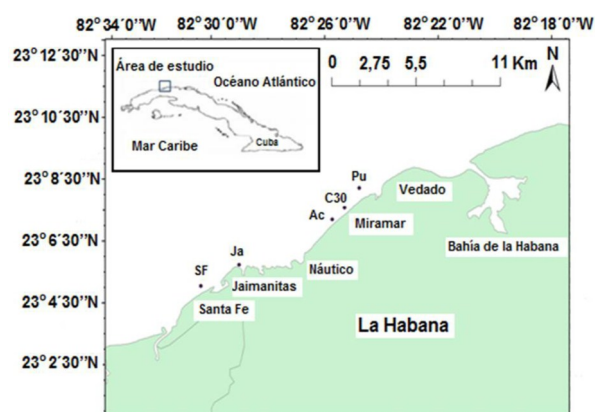


Figura 1. Localización de los sitios de muestreo del pez león en el litoral occidental de La Habana, Cuba. SF: Santa Fe; Ja: Jaimanitas; Ac: Acuario; C30: Calle 30; Pu: La Puntilla.

denominados Santa Fe y La Puntilla (Fig. 1, Tabla 1). Se muestrearon cinco sitios en el arrecife frontal a profundidades de entre 10 y 12 m (Fig. 1, Tabla 1). Todos los sitios se correspondieron con la zona ecológica del veril (desniveles significativos del relieve de la plataforma, formados a través de los siglos por roca caliza de origen coralino, que poseen cierta inclinación, por lo que se presentan a modo de pendientes; González-Ferrer *et al.*, 2004).

El clima de la región noroccidental de Cuba presenta dos períodos estacionales bien establecidos que rigen el ciclo anual. Uno poco lluvioso, comprendido desde noviembre hasta abril, y otro lluvioso, de mayo a octubre (Deulofeu *et al.*, 2005; Centella *et al.*, 2006).

Sitios y simbologías	Profundidad (m)	Latitud N	Longitud O
Santa Fe (SF)	12	23° 05' 03"	82° 30' 52"
Jaimanitas (Ja)	10	23° 05' 44"	82° 29' 31"
Acuario (Ac)	10-12	23° 07' 12"	82° 25' 74"
Calle 30 (C30)	10	23° 07' 35"	82° 25' 48"
La Puntilla (Pu)	10-12	23° 08' 13"	82° 24' 77"

Tabla 1. Localización de los sitios de muestreo del pez león en el litoral occidental de La Habana, Cuba.

Método de muestreo

Los muestreos fueron realizados mediante censos visuales siguiendo el protocolo para el estudio del pez león en Cuba (Chevalier *et al.*, 2013 b), en 10 transectos de banda de 50 m de largo por 2 m de ancho, ocupando un área total de 1000 m² en cada sitio. Los transectos fueron llevados a cabo por dos observadores mediante equipo de buceo autónomo (SCUBA) en los períodos de junio-julio (período lluvioso-verano) del 2012 y de diciembre 2012-enero 2013 (período poco lluvioso-invierno). En cada transecto fueron anotados el número de individuos del pez león y la talla estimada en centímetros de cada uno de ellos.

Se estimó la complejidad del sustrato para obtener una representación de la disponibilidad de refugios para los peces león en cada sitio de muestreo, según el método recomendado por AGRRA (2000). Para ello se realizaron 20 transectos lineales de 10 m de largo (en los mismos sitios donde se realizaron los censos del pez león). En los puntos 1, 3, 5, 7, 9 metros de cada transecto, se midió la distancia (en cm) de la mayor depresión del sustrato al punto más alto de este en un metro de diámetro.

Procesamiento de datos y análisis estadísticos

Con los datos del número de individuos se calculó la densidad promedio (individuos/100m²) del pez león en cada sitio. Con la talla estimada se calculó el peso de los individuos del pez león, utilizándose la relación largo-peso descrita en Cuba para esta especie (Chevalier *et al.*, 2013 a). Con el peso entonces se determinó la biomasa promedio (gramos/100 m²) del pez león en cada sitio. Para estos cálculos fue utilizada

una planilla de Excel (Microsoft Office 2007) previamente diseñada para estos fines.

Para determinar diferencias significativas en la densidad, biomasa y talla promedios del pez león entre sitios y entre períodos de muestreo fueron realizados análisis de varianza permutacional univariado y bifactorial (PERMANOVA) (Anderson and Millar, 2004; Anderson *et al.*, 2008). Los factores fueron el sitio de muestreo con cinco niveles y el período del año con dos niveles, ambos factores fueron fijos. Se aplicó la distancia euclidiana como medida de similitud recomendado por Anderson y Millar (2004) y Anderson *et al.* (2008) en este tipo de diseño, y 999 permutaciones de los residuales bajo un modelo reducido.

La complejidad del sustrato fue comparada entre los sitios mediante un análisis de varianza permutacional univariado y unifactorial (Anderson *et al.*, 2008). Se aplicó la distancia euclidiana como medida de similitud y 999 permutaciones sin restricciones de los datos crudos.

Para todas las variables se detectó qué pares de medias tuvieron diferencias significativas a partir de las comparaciones pareadas realizadas por el PERMANOVA. Además, se calculó la desviación estándar (DE), se consideraron diferencias significativas a los valores de $p < 0,05$ y los datos fueron transformados utilizando el $\text{Log}_{10}(x+1)$.

Fueron realizadas correlaciones por rangos de Spearman entre la complejidad del sustrato y la densidad, biomasa y talla del pez león.

Los análisis estadísticos fueron realizados con los programas STATISTICA 7.0 y la versión del PERMANOVA 1.0.5 para PRIMER 6.1.15.

RESULTADOS

En la densidad del pez león no hubo una interacción significativa entre los sitios y el

período del año (sit x per; Tabla 2). Las diferencias significativas se encontraron a nivel del sitio de muestreo (Tabla 2), entre los sitios Ac tuvo el menor valor de densidad del pez león y fue diferente de C30 y Ja (comparaciones pareadas del PERMANOVA; $p < 0,05$; Fig. 2).

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Pseudo-F	P(perm)
sit	4	$1,71 \cdot 10^{-4}$	2,2787	0,04
per	1	$3,48 \cdot 10^{-7}$	0,0046	0,93
sit x per	4	$9,35 \cdot 10^{-5}$	1,2467	0,30
Res	90	$7,50 \cdot 10^{-5}$		
Total	99			

Tabla 2. Resultados del PERMANOVA univariado y bifactorial para la densidad del pez león en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, basado en la distancia euclidiana como medida de similitud. **sit**: sitio, **per**: período de muestreo, **Res**: residual.

La biomasa del pez león tuvo una interacción significativa entre el sitio y el período del año (Tabla 3). En la mayoría de los sitios la biomasa fue mayor en el período poco lluvioso, con diferencias significativas (comparaciones pareadas del PERMANOVA; $p < 0,05$; Fig. 3) para los sitios C30 y Ac.

En el período lluvioso la menor biomasa del pez león fue en Ac, el cual presentó diferencias significativas con Ja (comparaciones pareadas del PERMANOVA, $p < 0,05$; Fig. 4A). En el período poco lluvioso Pu con el menor valor difirió de todos los sitios (comparaciones pareadas del PERMANOVA, $p < 0,05$; Fig. 4B).

Para la talla promedio del pez león hubo una interacción significativa entre el sitio y el período del año (Tabla 4). La talla promedio del pez león fue mayor en el período poco lluvioso en la mayoría de los sitios, con diferencias significativas en C30, Ac y SF

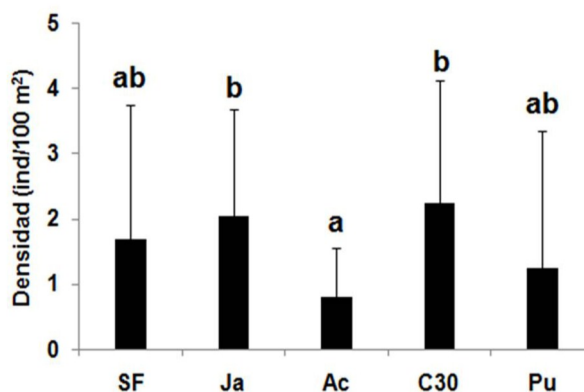


Figura 2. Densidad promedio (\pm DE) del pez león por sitio en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, entre junio del 2012 y enero del 2013. **SF**: Santa Fe; **Ja**: Jaimanitas; **Ac**: Acuario; **C30**: Calle 30; **Pu**: La Puntilla. Las letras representan el resultado de las comparaciones pareadas del PERMANOVA.

(comparaciones pareadas del PERMANOVA; $p < 0,01$ Fig. 5).

En el período lluvioso C30 y Ac tuvieron los menores valores de talla promedio del pez león y presentaron diferencias significativas con Pu, Ja y SF (comparaciones pareadas

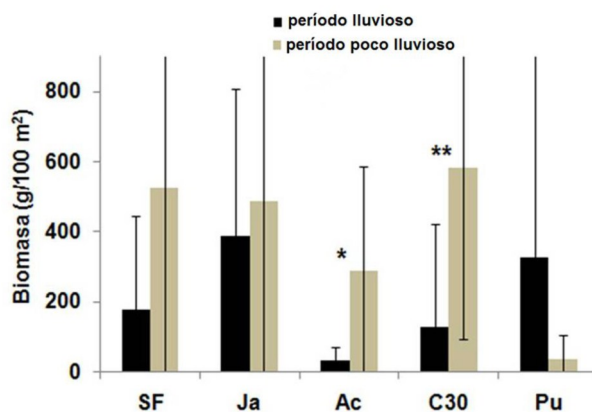


Figura 3. Biomasa promedio (\pm DE) del pez león por sitio y período de muestreo en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, entre junio del 2012 y enero del 2013. **SF**: Santa Fe; **Ja**: Jaimanitas; **Ac**: Acuario; **C30**: Calle 30; **Pu**: La Puntilla. Los asteriscos representan el resultado de las comparaciones pareadas del PERMANOVA (*= $p < 0,05$; **= $p < 0,01$).

del PERMANOVA, $p < 0,05$; Fig. 6A). En el período poco lluvioso Pu fue la de menor talla promedio del pez león y tuvo diferencias significativas con todos los sitios

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Pseudo -F	P(perm)
sit	4	1,0101	2,3668	0,06
per	1	2,7172	6,3666	0,01
sit x per	4	1,3406	3,1411	0,02
Res	90	0,42679		
Total	99			

Tabla 3. Resultados del PERMANOVA univariado y bifactorial para la biomasa del pez león en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, basado en la distancia euclidiana como medida de similitud. **sit:** sitio, **per:** período de muestreo, **Res:** residual.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrado Medio	Pseudo -F	P(perm)
sit	4	0,4913	4,3879	0,003
per	1	3,3003	29,476	0,001
sit x per	4	0,73436	6,5588	0,001
Res	149	0,11197		
Total	158			

Tabla 4. Resultados del PERMANOVA univariado y bifactorial para la talla del pez león en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, basado en la distancia euclidiana como medida de similitud. **sit:** sitio, **per:** período de muestreo, **Res:** residual.

(comparaciones pareadas del PERMANOVA, $p < 0,05$; Fig. 6B).

La complejidad del sustrato tuvo diferencias significativas entre los sitios (PERMANOVA, Pseudo-F₍₄₎ = 3,79; $p < 0,01$; Fig. 7). El sitio con mayor complejidad del sustrato fue Pu y tuvo diferencias con C30, Ac y SF (comparaciones pareadas del PERMANOVA, $p < 0,05$; Fig. 7).

En el área de estudio no se encontró una correlación significativa entre la complejidad del sustrato y la densidad (correlación por rangos de Spearman; $R = 0,10$; $p > 0,05$), biomasa (correlación por rangos de Spearman; $R = 0,30$;

$p > 0,05$) y talla (correlación por rangos de Spearman; $R = -0,10$; $p > 0,05$) del pez león.

DISCUSIÓN

La densidad promedio del pez león por sitio fue desde $0,8 \pm 0,7$ ind/100 m² en Ac hasta $2,1 \pm 1,9$ ind/100 m² en C30, mientras que la densidad promedio para la zona de estudio fue de $1,6 \pm 1,8$ ind/100 m². Esta densidad promedio de pez león en los arrecifes del litoral oeste de La Habana fue mayor que las obtenidas en hábitats nativos por Fishelson (1997) en el Mar Rojo ($0,8$ ind/100 m²),

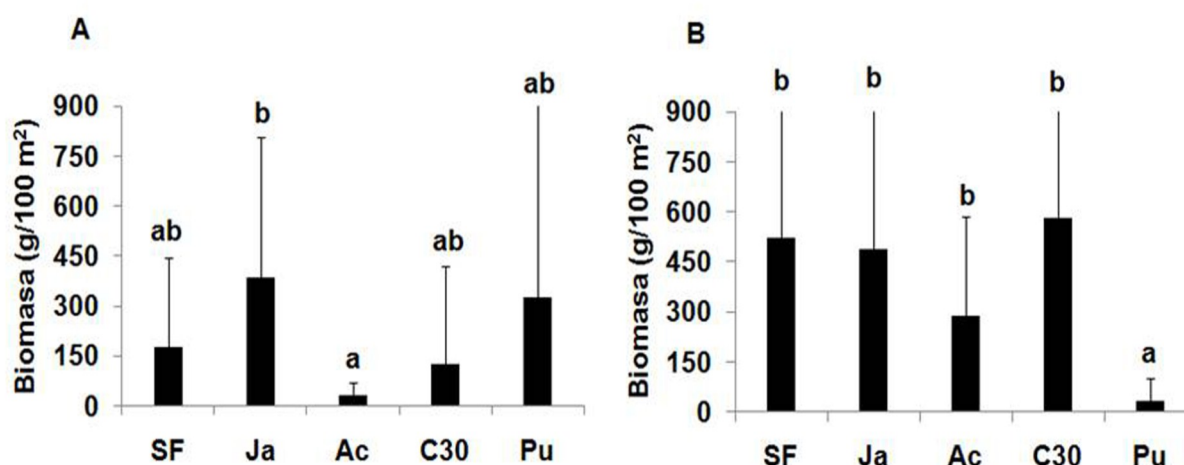


Figura 4. Biomasa promedio (\pm DE) del pez león por sitio en los períodos lluvioso (A) y poco lluvioso (B) en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, entre junio del 2012 y enero del 2013. **SF:** Santa Fe; **Ja:** Jaimanitas; **Ac:** Acuario; **C30:** Calle 30; **Pu:** La Puntilla. Las letras representan el resultado de las comparaciones pareadas del PERMANOVA.

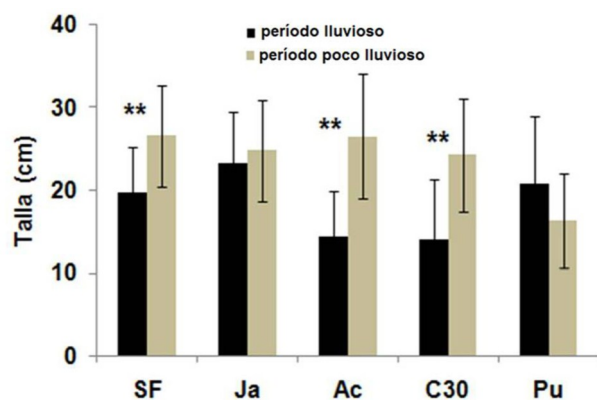


Figura 5. Talla promedio (\pm DE) del pez león por sitio y período de muestreo en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, entre junio del 2012 y enero del 2013. SF: Santa Fe; Ja: Jaimanitas; Ac: Acuario; C30: Calle 30; Pu: La Puntilla. Los asteriscos representan el resultado de las comparaciones pareadas del PERMANOVA (**= $p < 0,01$).

Grubich *et al.* (2009) en el archipiélago de Palau (0,02 ind/100 m²), Darling *et al.* (2011) en Kenya (0,3 ind/100 m²), Kulbichi *et al.* (2012) a lo largo del Indo-Pacífico (0,3 ind/100 m²), Cure *et al.* (2014) en Guam (0,04 ind/100 m²) y Filipinas (0,2 ind/100 m²). En comparación con otros sitios invadidos en el Atlántico los resultados han sido diversos. Algunos autores han reportado valores menores al de este estudio, entre ellos, Whitfield *et al.* (2007) en arrecifes de Carolina del Norte (0,2 ind/100 m²), Darling *et al.* (2011) en Bahamas

(1 ind/100 m²), Ruttenberg *et al.* (2012) en los cayos de la Florida (0,2 ind/100 m²), León *et al.* (2013) en zonas no pescadas de Curazao (1,3 ind/100 m²) y en zonas pescadas (0,3 ind/100 m²) y no pescadas (0,7 ind/100 m²) de Bonaire, Agudo y Klein (2014) en Venezuela (0,3 ind/100 m²), Dahl y Patterson (2014) en el Golfo de México (0,5 ind/100 m²) y Anton *et al.* (2014) en Bahamas (0,1 ind/100 m²). En otros casos la densidad ha sido parecida o igual a la de este estudio, como las obtenidas por Morris y Whitfield (2009) en arrecifes de Carolina del Norte (1,5 ind/100 m²) y por Hackerott *et al.* (2013) en el arrecife mesoamericano (1,6 ind/100 m²), mientras que una densidad más alta fue obtenida por Green y Coté (2009) y Green y Coté (2010) en arrecifes de Bahamas (3,9 ind/100 m² y 3,4 ind/100 m², respectivamente).

En relación a los estudios realizados en Cuba, la densidad obtenida por Cabrera (2011) en igual hábitat en diferentes zonas varió de 0,3 a 2,0 ind/100 m², esta es muy parecida a la de este trabajo. Además, la densidad promedio del pez león en las pendientes de Jardines de la Reina (1,5 ind/100 m²) fue muy parecida a la de este estudio según Hackerott *et al.* (2013). Chevalier *et al.* (2013 a)

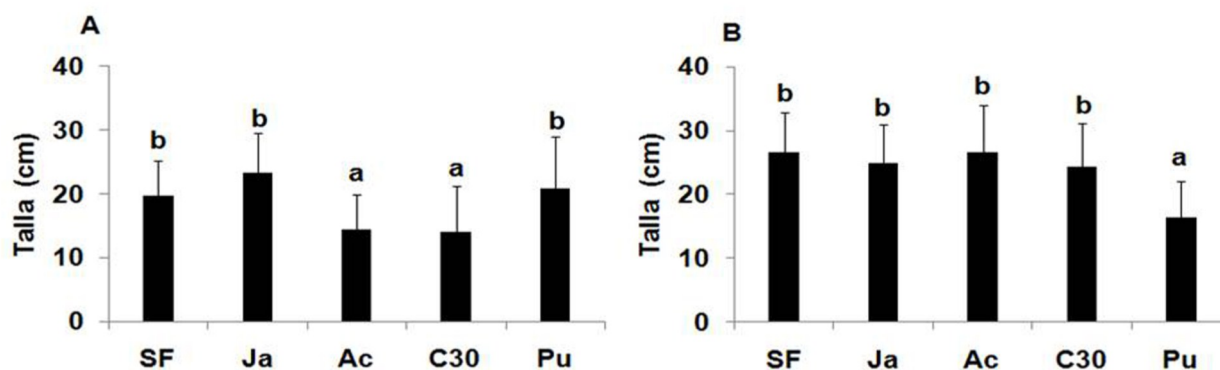


Figura 6. Talla promedio (\pm DE) del pez león por sitio en los períodos lluvioso (A) y poco lluvioso (B) en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, entre junio del 2012 y enero del 2013. SF: Santa Fe; Ja: Jaimanitas; Ac: Acuario; C30: Calle 30; Pu: La Puntilla. Las letras representan el resultado de las comparaciones pareadas del PERMANOVA.

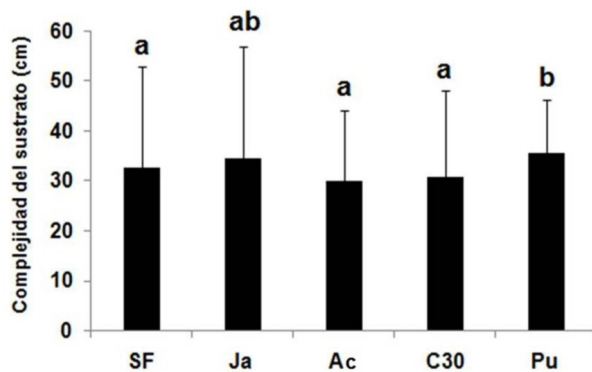


Figura 7. Complejidad del sustrato (\pm DE) por sitio en arrecifes del litoral oeste de La Habana, Cuba, entre junio del 2012 y enero del 2013. SF: Santa Fe; Ja: Jaimanitas; Ac: Acuاريو; C30: Calle 30; Pu: La Puntilla. Las letras representan el resultado de las comparaciones pareadas del PERMANOVA.

reportaron para Bahía de Cochinos una densidad que varió de 0,2 a 1 ind/100 m², la cual es menor a la de este trabajo, mientras que para Puerto Padre y el Parque Nacional Guanahacabibes la densidad varió de 0,2 a 4,7 ind/100 m² y de 2 a 6,7 ind/100 m², respectivamente, siendo muy superior. Chevalier *et al.* (2013 a; 2014) plantearon que la elevada abundancia del pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes se debió a que está zona está declarada como Área protegida, por lo que es una zona de difícil acceso para la pesca y donde el pez león no es capturado.

La biomasa promedio del pez león por sitio fue desde 159,1 \pm 245,2 g/100 m² en Ac hasta 437,7 \pm 445,6 g/100 m² en Ja, mientras que la biomasa promedio para la zona de estudio fue de 296,4 \pm 428,5 g/100 m². La biomasa del pez león de la zona de estudio fue mayor que la obtenida en hábitats nativos por Darling *et al.* (2011) en arrecifes de Kenya (15 g/100 m²). Además, fue mayor que las obtenidas en arrecifes del Atlántico occidental por Darling *et al.* (2011) y Anton *et al.* (2014) en Bahamas (192 g/100 m² y 273 g/100 m², respectivamente) y Ruttenberg *et al.* (2012) en

los cayos de la Florida (21,5 g/100 m²). Sin embargo, fue menor al estimado regional para los arrecifes del Caribe (781 g/100 m²; Hackerott *et al.*, 2013) y a lo obtenido por Valdivia *et al.* (2014) a nivel regional teniendo en cuenta arrecifes de Cuba, Bahamas, Belice y México (780 g/100 m²). Además, León *et al.* (2013) reportaron un valor máximo de biomasa del pez león superior al de este trabajo en zonas no pescadas de Bonaire (1075 g/100 m²) y Curazao (1849 g/100 m²). Al comparar con otras localidades de Cuba, la biomasa del pez león en este estudio fue superior a las obtenidas por Chevalier *et al.* (2013 a) en Bahía de Cochinos (35-236 g/100 m²) e inferior a las de Puerto Padre y del Parque Nacional Guanahacabibes (35-627 g/100 m² y 317-2188 g/100 m², respectivamente).

La talla promedio del pez león por sitio fue desde 20 \pm 7 cm a 24 \pm 6 cm, mientras que la talla promedio para la zona de estudio fue de 22 \pm 8 cm. La talla promedio de peces león en la zona de estudio fue mayor que las obtenidas en hábitats nativos por Darling *et al.* (2011) en arrecifes de Kenya (16 cm) y Cure *et al.* (2014) en Filipinas (17 cm), mientras que fue menor a la obtenida por estos mismos autores en arrecifes de Guam (24 cm). Además, fue menor que las obtenidas en arrecifes del Atlántico occidental por Tamburello y Coté (2014) en Bahamas (27 cm) y Dahl y Patterson (2014) en el Golfo de México (24 cm) y mayor que la reportada por López-Gómez *et al.* (2014) en el Golfo de México (17 cm) y Ruttenberg *et al.* (2012) en los cayos de la Florida (18 cm). Darling *et al.* (2011) reportaron para arrecifes de Bahamas una talla promedio (23 cm) parecida a la de este trabajo. Al comparar con otras localidades de Cuba, la talla promedio del pez león en este estudio fue superior a las obtenidas por

Chevalier *et al.* (2013 a) en Bahía de Cochinos (4-13 cm) e inferior a las del Parque Nacional Guanahacabibes (21-29 cm).

La densidad, biomasa y talla promedios del pez león en los arrecifes muestreados de La Habana, fueron mayores que los reportados en varias áreas de distribución de este pez en el Indo-Pacífico. Esto coincide con lo obtenido por otros autores en el Atlántico (Morris and Whitfield, 2009; Green and Coté, 2009; Darling *et al.*, 2011; Kulbichi *et al.*, 2012). Estos valores de abundancia pudieran deberse a que el pez león presenta características que facilitan su invasión en los hábitats nativos, entre ellas, interacciones negativas fuertes con la fauna nativa, espinas venenosas defensivas, conducta, coloración y forma crípticas (Albins and Hixon, 2011). También posee generalidad de hábitats, habilidad competitiva alta, baja proporción de parásitos, crecimiento rápido, una tasa reproductora elevada (Albins and Hixon, 2011), mecanismos eficaces y distintivos de depredación (Albins and Lyons, 2012; Lonnstedt *et al.*, 2014) y una maduración y reproducción tempranas (Coté *et al.*, 2013). Además, favorecen su abundancia la temperatura (Whitfield, 2002; Kimball *et al.*, 2004), la disponibilidad de alimento, su dieta generalista, la falta de controladores naturales (Morris and Akins, 2009; Morris y Green, 2013; Coté *et al.*, 2013) y su gran capacidad de dispersión (Morris y Green, 2013; Johnston and Purkis, 2014).

En la zona de estudio la ictiofauna se caracteriza por la escasez de grandes peces carnívoros como pargos (Lutjanidae), meros (Serranidae), jureles (Carangidae), pez perro (*Lachnolaimus maximus*, Labridae), etc., debido a una intensa pesca selectiva no comercial mediante escopetas submarinas con arpón y

redes de enmalle (González-Sansón *et al.*, 2009a, b; García-Rodríguez *et al.*, 2012). Además, la ictiofauna de esta área es más vulnerable a la pesca debido a que la plataforma es muy estrecha (Aguilar y González-Sansón, 2007). Esto causa el predominio de especies de peces de talla pequeña (<20 cm) y nivel trófico bajo (Aguilar, 2005; García-Rodríguez *et al.*, 2014). No obstante a que algunos estudios han evidenciado que la abundancia del pez león en diferentes regiones del Atlántico occidental no varía por la resistencia biótica de peces predadores nativos (Hackerott *et al.*, 2013; Valdivia *et al.*, 2014), la escasez de potenciales competidores (por el alimento y el espacio) y depredadores como los pargos y meros, así como la gran abundancia de especies de peces de pequeño tamaño, al parecer han favorecido mucho más la elevada abundancia del pez león en esta localidad en comparación con el Indo-Pacífico. En Cuba la ictiofauna se caracteriza por una gran diversidad de especies, principalmente en las pendientes arrecifales (Claro and Parenti, 2001; Claro, 2007), por lo que el pez león tiene a su disposición una amplia variedad de recursos alimentarios.

Según las comparaciones realizadas, también la densidad, biomasa y talla promedios del pez león obtenidas en este estudio fueron mayores a los datos reportados en otros arrecifes invadidos del océano Atlántico (Whitfield *et al.*, 2007; Darling *et al.*, 2011, Ruttenberg *et al.*, 2012; León *et al.*, 2013; Agudo and Klein, 2014; Anton *et al.*, 2014; Dahl and Patterson, 2014; López-Gómez *et al.*, 2014). Al analizar estos estudios las diferencias pueden estar causadas por varios factores, entre ellos, el tiempo de colonización, la zona ecológica del arrecife muestreada, el efecto del oleaje, la cantidad de refugios, la complejidad del

sustrato, la profundidad, el reclutamiento, la temperatura y los niveles de pesca, entre otros.

En estudios realizados en el Caribe la abundancia del pez león varía entre sitios en dependencia del tipo de hábitat, la exposición al viento (oleaje), el nivel de protección de la zona de estudio, los niveles de pesca (León *et al.*, 2013; Anton *et al.*, 2014; Valdivia *et al.*, 2014) y a la complejidad del sustrato (Biggs and Olden, 2011; Bejarano *et al.*, 2014). Además, el reclutamiento puede influir en la abundancia del pez león a nivel local (Morris *et al.*, 2009).

Los arrecifes evaluados en este estudio presentaron una profundidad muy similar y la complejidad del sustrato entre la mayoría de los sitios no difirió. Además, no existió una correlación significativa entre la complejidad del sustrato y la densidad, biomasa y talla del pez león lo cual minimiza la posibilidad de que las diferencias observadas entre los sitios sean causadas por estos factores.

En el litoral occidental de La Habana el factor más probable que cause las variaciones en la densidad, biomasa y talla promedios del pez león entre los sitios es la pesca. Específicamente, el sitio Ac presentó la menor densidad del pez león del área de trabajo. Además, la biomasa y talla promedios del pez león en este sitio fueron bajas y menores en el período lluvioso (verano), lo cual sugiere una mayor presión pesquera sobre esta especie. Chevalier *et al.* (2014) plantearon que en el litoral del Ac la población del pez león ha disminuido desde septiembre del 2011 debido a la pesca submarina con escopetas y arpón.

A escala temporal el período de muestreo no influyó en la densidad del pez león, pero la biomasa y talla promedios dependieron de

este, encontrándose los mayores valores en el período poco lluvioso (invierno). El pez león posee una maduración temprana (sexualmente maduro en su primer año de vida) y una alta tasa reproductiva (Morris, 2009) con un desove casi continuo con la liberación de 10000–40000 huevos por evento (Coté *et al.*, 2013; Morris y Green, 2013). En Carolina del Norte y en Bahamas, se reporta que las hembras del pez león desovan cada cuatro días en los meses de verano, y en menor frecuencia en los meses de invierno, por lo que se reproducen en todas las estaciones o períodos del año (Morris, 2009, Morris *et al.*, 2009). En Cuba el pez león también se reproduce durante todo el año (Chevalier *et al.*, 2013 a). Además, los huevos y larvas del pez león pueden dispersarse a grandes distancias (Ahrenholz and Morris, 2010; Vásquez-Yeomans *et al.*, 2011) con una edad de asentamiento de 26 días (Ahrenholz and Morris, 2010). En consecuencia, los juveniles que se reclutan en un determinado lugar pueden ser también el resultado de un desove lejano (Morris y Green, 2013) o de aguas más profundas (León *et al.*, 2013). Estos elementos al parecer favorecen que no existan diferencias en la densidad del pez león entre los períodos poco lluvioso y lluvioso en la zona de estudio y sugieren que tampoco la talla y la biomasa deberían variar entre estos períodos.

En La Habana es realizada una intensa pesquería no comercial durante todo el año, la cual posiblemente es mayor durante los meses de verano debido a que la temperatura del agua es más alta y agradable y hay menos oleaje porque no influyen los frentes fríos. Según Hernández (2002) la entrada de los frentes fríos se efectúa por la región occidental de Cuba y generalmente producen un considerable aumento de las marejadas

en la costa noroccidental de la isla. Las condiciones más favorables del clima en el verano pueden haber facilitado que se ejerciera una mayor presión sobre los individuos del pez león de mayor talla. Otros autores también reportan que la pesca es un mecanismo efectivo para el control de las poblaciones del pez león en los hábitats invadidos (Morris *et al.*, 2009; Hoag, 2014) y que continuas extracciones causan la disminución de la talla y biomasa del pez león (Frazer *et al.*, 2012; Coté *et al.*, 2013; León *et al.*, 2013).

Otros estudios donde se realicen comparaciones de la abundancia del pez león a una escala temporal mayor y se cuantifique el número de oquedades y sus dimensiones ayudaría a dilucidar qué factores influyen más en la abundancia del pez león en los arrecifes de La Habana. No obstante, por lo antropizado de la zona, la pesca puede ser el factor principal que regule la abundancia del pez león en los arrecifes estudiados.

CONCLUSIONES

En los arrecifes estudiados del litoral oeste de La Habana la densidad, biomasa y talla promedios del pez león fueron mayores que las reportadas en varias áreas de distribución de este pez en el Indo-Pacífico y en hábitat invadidos del Atlántico occidental, lo cual constituye una amenaza a la fauna marina de esta zona. La variabilidad espacial de la densidad, biomasa y talla promedios del pez león entre los sitios parece no estar relacionada con la complejidad del sustrato. La densidad del pez león no varía temporalmente entre los períodos lluvioso y poco lluvioso en el litoral oeste de La Habana. La biomasa y talla promedios del pez león dependieron del período de muestreo, encontrándose los

mayores valores en el período poco lluvioso. La pesca es el factor más probable que cause estas diferencias espaciales y temporales debido a lo antropizado de la zona. Estos elementos deben ser tenidos en cuenta en la elaboración de medidas efectivas para el control y manejo de este pez.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Instituto de Oceanología de Cuba y a los proyectos: Estudio preliminar de la presencia del pez león (Teleostei: Scorpaenidae: *Pterois* sp.) en aguas cubanas coordinado por el Acuario Nacional de Cuba y Mejorando la prevención, control y manejo de especies exóticas invasoras en ecosistemas vulnerables en Cuba (GEF/ PNUD) coordinado por el Centro Nacional del Áreas Protegidas (CNAP) por su apoyo logístico para la realización de los muestreos.

REFERENCIAS

- AGRRA (2000) The AGRRA Rapid Assessment Protocol. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment methodology. <http://coral.aoml.noaa.gov/agra/methodhome.htm>
- Agudo, E.A., Klein, E.S. (2014) Lionfish abundance, size structure and spatial distribution along the Venezuelan coast (*Pterois volitans*, Pteroinae : Scorpaenidae). *Rev. Biol. Trop.*, 62(3), 151-158.
- Aguilar, C. (2005) *La ictiofauna costera de Ciudad de La Habana: Efectos acumulativos de agentes estresantes múltiples en varios niveles de organización biológica*. Tesis de Doctorado, Centro de investigaciones Marinas, La Habana, 140 pp.
- Aguilar, C., González-Sansón, G. (2007) Composición de la ictiofauna costera de

Ciudad de La Habana y evaluación preliminar de los factores que la determinan. *Rev. Invest. Mar.*, 28(1), 43-56.

Aguilar-Perera, A., Carrillo, E., (2014) Revisión sobre la invasión del pez león en el Sureste del Golfo de México. *En: Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México* (Low, A., Quijón, P., Peters, E., eds), Formato electrónico, México, 119-141.

Ahrenholz, D.W., J.A. Morris, Jr. 2010. Larval duration of the lionfish, *Pterois volitans*, collected from the Bahamian Archipelago. *Environmental Biology of Fishes*, 88(4), 305-309.

Albins, M.A. (2012) Effects of invasive Pacific red lionfish *Pterois volitans* versus a native predator on Bahamian coral-reef fish communities. *Biol Invasions*, doi 10.1007/s10530-012-0266-1.

Albins, M.A., Hixon, M.A. (2008) Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367, 233-238.

Albins, M.A., Hixon, M.A. (2011) Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environmental Biology of Fishes*, doi 10.1007/s10641-011-9795-1.

Albins, M. A., Lyons, P.J. (2012) Invasive red lionfish *Pterois volitans* blow directed jets of water at prey fish. *Marine Ecology Progress Series*, 448, 1-5.

Alvarez-Filip, L., Dulvy, N., Gill, J., Coté, I., Watkinson A. (2009) Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity. *Proc. R. Soc. B*, 1-7. doi: 10.1098/rspb.2009.0339

Anderson, M.J., Millar R.B. (2004) Spatial variation and effects of habitat on temperate reef fish assemblages in northeastern New Zealand. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 305, 191– 221.

Anderson, M.J., Gorley, R.N., Clarke, K.R. (2008) PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E: Plymouth, UK. 214 pp.

Anton, A., Simpson, M.S, Vu, I. (2014) Environmental and Biotic Correlates to Lionfish Invasion Success in Bahamian Coral Reefs. *PLoS ONE*, 9(9), e106229, doi:10.1371/journal.pone.0106229.

Bejarano, S., Lohr, K., Hamilton, S., Manfrino, C. (2014) Relationships of invasive lionfish with topographic complexity, groupers, and native prey fishes in Little Cayman. *Mar Biol*, DOI 10.1007/s00227-014-2595-3.

Benkwitt, C.E. (2014) Non-linear effects of invasive lionfish density on native coral-reef fish communities. *Biological Invasions*, doi: 10.1007/s10530-014-0801-3.

Betancur-R, R., Hines, A., P, Acero, A., Ortí, G., Wilbur, A. E., Freshwater, D.W. (2011) Reconstructing the lionfish invasion: insights into Greater Caribbean biogeography. *Journal of Biogeography*, 1281-1293, doi: 10.1111/j.1365-2699.2011.02496.x.

Biggs, R.C., Olden, D.J. (2011) Multi-scale habitat occupancy of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in coral reef environments of Roatan, Honduras. *Aquatic Invasions*, 6(3), 347–353.

Brock, V.E. (1954) A preliminary report on a method of estimating reef fishes populations. *J. Wildlife. Manag.*, 18(3), 297-308.

Cabrera, E. (2011) *Abundancia y dieta de Pterois volitans/miles (Teleostei: Scorpaenidae) en varias localidades de Cuba*. Tesis de Diploma. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de la Habana, Cuba. 46 pp.

Centella, A., Lapinel, B., Solano, O., Vázquez, R., Fonseca, C., Cutié, V., Baéz, R., González, S., Sille, J., Rosario, P., Duarte, L. (2006) *La sequía meteorológica y agrícola en la*

República de Cuba y la República Dominicana. Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) en Cuba, 172 pp.

Chevalier, P.P., Gutiérrez, E., Ibarzabal, D., Romero, S., Isla, V., Calderín, J., Hernández, E. (2008) Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas cubanas. *SOLENODON*, 7, 37-40.

Chevalier, P.P., Cabrera, E., Caballero, H., Corrada, R., Fernández, A., Cobián, D., García-Rodríguez, A. (2014) Distribución, abundancia y relaciones ecológicas del pez león (*Pterois volitans/miles*: Scorpaenidae) en Cuba. *GCFI*: 66, 178-179.

Chevalier, P.P., Corrada, R.I., Fernández, A., Cabrera, E., Caballero, H., Montes, M.E., De los Ángeles, M., Margarita, L., Serrano, M., Isla, V., Gutiérrez, E., Cobián, D., Lara, A., García-Rodríguez, A. (2013 a) Estudio preliminar de la presencia del pez león (Teleostei: Scorpaenidae: *Pterois* sp.) en aguas cubanas. Informe final de proyecto. Acuario Nacional de Cuba, 34 pp.

Chevalier, P.P., Caballero, H., Fernández, A., Corrada, R., Álvarez, J. (2013 b). Bioinvasiones marinas. Protocolo para el estudio del pez león (*Pterois* spp.) en Cuba. *En: Métodos para el estudio de la biodiversidad en ecosistemas marinos tropicales de Iberoamérica para la adaptación al cambio climático* (AC Hernández-Zanuy y PM. Alcolado, eds), Red CYTED 410RT0396. E. Book. Instituto de Oceanología, La Habana, pp: 260-266.

Claro, R. (2007) Diversidad de organismos. Filo Chordata, peces - Subfilos Cephalochordata (Acrania) y Vertebrata (Craniata). *En: La Biodiversidad marina de Cuba* (CD-ROM, R. Claro, ed.). Instituto de Oceanología y Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba. pp: 60-109.

Claro, R., Parenti, L. (2001) The marine Ichthyofauna of Cuba. *En: Ecology of the*

marine fishes of Cuba (R. Claro, K.C. Lindeman y L.R. Parenti, eds.), Smithsonian Institution Press, Washington and London, pp: 21-57.

Côté, I.M., Green, S.J., Hixon, M.A. (2013) Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biological Conservation*, 164, 50-61.

Cure, K., McIlwain, J.L., Hixon, M. (2014) Habitat plasticity in native Pacific red lionfish *Pterois volitans* facilitates successful invasion of the Atlantic. *Mar Ecol Prog Ser*, 506, 243-253.

Dahl, K.A., Patterson, W.F. III (2014) Habitat-specific density and diet of rapidly expanding invasive red lionfish, *Pterois volitans*, populations in the Northern Gulf of Mexico. *PLoS ONE*, 9(8), e105852, doi: 10.1371/journal.pone.0105852.

Darling, E.S., Green, S.J., O'Leary, J.K., Côté, I.M. (2011) Indo-Pacific lionfish are larger and more abundant on invaded reefs: a comparison of Kenyan and Bahamian lionfish populations. *Biological Invasions*, 13, 2045-2051.

Deulofeu, T.L., Hernández, J.G.E., Gómez, G.C. (2005) Cambios temporales de la lluvia en el occidente de la isla de Cuba. *Investigaciones Geográficas*, 38, 143-162.

Fishelson, L. (1997) Experiments and observations on food consumption, growth and starvation in *Dendrochirus brachypterus* and *Pterois volitans* (Pteroinae, Scorpaenidae). *Environmental Biology of Fishes*, 50, 393-401.

Fortunato, R.C., Avigliano, E. (2014) Presence of genus *Pterois* (Oken, 1817) (Scorpaeniformes, Scorpaenidae): Extension of invasive range in Caribbean Sea and first published record for los Frailes archipelago. *J Fisheries Sciences*, 8, 1-4.

Frazer, T.K., Jacoby, C.A., Edwards, M.A., Barry, S.C., Manfrino, M. (2012) Coping with the Lionfish Invasion: Can Targeted Removals Yield Beneficial Effects?,

Reviews in Fisheries Science, 20(4), 185–191. Doi: 10.1080/10641262.2012.700655.

García-Rodríguez, A., Lara, A.L., González, N.G. (2012) Evaluación de las asociaciones de peces arrecifales en el oeste del litoral de La Habana, zona noroccidental de Cuba. *Serie Oceanológica*, 11 (Número Especial), 77-90.

García-Rodríguez, A., Lara, A., García-Cagide, A., Cantelar, K., Claro, R. (2014) Costa norte de Mariel a Matanzas. En: *Una línea base para el monitoreo de los peces arrecifales en Cuba* (R. Claro, ed.), Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, Cuba, pp: 144-155. ISBN 978-959-298-032-7. En línea: <http://www.redciencia.cu/>.

González-Ferrer, S., Lorenzo-Sánchez, S., Cerdeira-Estrada, S. (2004) Arrecifes corales. En: *Corales pétreos. Jardines sumergidos de Cuba* (S. González-Ferrer, ed.). Editorial Academia, La Habana, Cuba. 45-64.

González-Sansón, G., Aguilar, C. (2010) Reef fish diversity components as indicators of cumulative effects in a highly impacted fringe reef. *Ecological Indicators*, 10, 766–772.

González-Sansón, G., Aguilar, C., Hernández, I., Cabrera, Y., Suarez-Montes, N., Bretos F., Guggenheim, D. (2009a) Natural and human-induced variability in the composition of fish assemblages in the Northwestern Cuban shelf. *Rev. Biol. Trop.*, 57(3), 721-740.

González-Sansón, G., Aguilar, C., Hernández, I., Cabrera, Y., Curry, A. R. (2009b) The influence of habitat and fishing on reef fish. *Gulf and Caribbean Research*, 21, 13-21.

Green, S.J., Côté, I.M. (2009) Record densities of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Coral Reefs*, 28, 107.

Green, S.J., Côté, I.M. (2010) Consumption Potential of Invasive Lionfish (*Pterois volitans*) on Caribbean Coral Reefs. *GCFI*, 62, 358-359.

Green, S.J., Akins, J.L., Maljković, A., Côté, I.M. (2012) Invasive Lionfish Drive Atlantic Coral Reef Fish Declines. *PLoS ONE*, 7 (3), e32596, doi:10.1371/journal.pone.0032596.

Grubich, J.R., Westneat, M.W., McCord, C.L. (2009) Diversity of lionfishes (Pisces: Scorpaenidae) among remote coral reefs of the Palau Archipelago. *Coral Reefs*, 28, 807.

Gutiérrez, F. (2006) *Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C. Colombia. 156 pp.

Hackerott, S., Valdivia, A., Green, S., Cote, I.M., Akins, L., Layman, C.A., Precht, W.F., Bruno, J.F. (2013) Native Predators Do Not Influence Invasion Success of Pacific Lionfish on Caribbean Reefs. *PLoS ONE*, 8(7), doi: 10.1371/journal.pone.0068259.

Hernández, B. (2002) El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y los frentes fríos que arriban a la región occidental cubana. *Invest. Mar.*, 30(2), 3-19.

Hernández, I., Aguilar, C., González-Sansón, G. (2006) Variaciones en la abundancia de peces en sitios con diferente grado de contaminación del sublitoral de Ciudad de La Habana, Cuba. *Rev. Biol. Trop.*, 57(4), 977-992.

Hoah, H. (2014). Bounty hunters. Destructive lionfish are invading coral reefs in the Americas, but fishing competitions can help to keep the problem species in check. *Nature*, 513, 294-295.

Johnston, M. W., Purkis, S. J. (2014) Lionfish in the eastern Pacific: a cellular automaton approach to assessing invasion risk. *Biological Invasions*, doi: 10.1007/s10530-014-0696-z.

Kimball, M.E., Miller, J.M., Whitfield, P.E., Hare, J.A. (2004) Thermal tolerance and potential distribution of invasive lionfish (*Pterois volitans*/

miles complex) on the east coast of the United States. *Mar Ecol Prog Ser*, 283, 269–278.

Kulbicki, M., Beets, J., Chabanet, P., Cure, K., Darling, E., Floeter, S. R., Galzin, R., Green, A., Harmelin-Vivien, M., Hixon, M., Letourneur, Y., Lison de Loma, T., McClanahan, T., McIlwain, J., MouTham, G., Myers, R., O'Leary, J.K., Planes, S., Vigliola, L., Wantiez, L. (2012) Distributions of Indo-Pacific lionfishes *Pterois* spp. in their native ranges: implications for the Atlantic invasion. *Marine Ecology Progress Series*, 446, 189-205, doi: 10.3354/meps09442.

León, R. D., Vane, K., Bertuol, P., Chamberland, V. C., Simal, F., Imms, E., Vermeij, M.J.A. (2013) Effectiveness of lionfish removal efforts in the southern Caribbean. *Endangered species*, 22, 175-182, doi: 10.3354/esr00542.

Lönnstedt, O. M., Ferrari, M. C. O., Chivers, D. P. (2014) Lionfish predators use flared fin displays to initiate cooperative hunting. *Biol. Lett.*, 10, 20140281. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2014.0281>.

López-Gómez, M. J., Perera-Chan, A., Perera-Chan, L. (2014) Mayan diver-fishers as citizen scientists: detection and monitoring of the invasive red lionfish in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of Mexico. *Biological Invasions*, 16, 1351-1357, doi: 10.1007/s10530-013-0582-0.

Mendoza-Alfaro, E.R., Koleff-Osorio, P., Ramírez-Martínez, C., Álvarez-Torres, P., Arroyo, D.M., Escalera-Gallardo, C., Orbe-Mendoza, A. (2011) La evaluación de riesgos por especies acuáticas exóticas invasoras: una visión compartida para Norteamérica. *Ciencia Pesquera*, 19(2), 65-75.

Morris Jr., J.A., 2009. *The Biology and Ecology of the Invasive Indo-Pacific Lionfish*. North Carolina State University, Raleigh, 183 pp.

Morris, J.A., Jr. (2013) La invasión del pez león: pasado, presente y futuro. *En: El pez león invasor: guía para su control y manejo* (J.A. Morris Jr., ed.), Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA, pp: 1-2.

Morris, J.A., Jr., Akins, J.L. (2009) Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environmental Biology of Fishes*, 86, 389-398.

Morris, J.A., Jr., Green, S.J. (2013) Las investigaciones sobre el pez león: resultados alcanzados y cuestiones pendientes. *En: El pez león invasor: guía para su control y manejo* (J.A. Morris Jr., ed.), Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA, pp: 3-15.

Morris, J.A. Jr., Whitfield, P.E. (2009) Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: An updated integrated assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 99, 57 pp.

Morris, J. A., Akins, J. L., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D. W., Green, S.J., Muñoz, R.C., Paris, C., Whitfield, P.E. (2009) Biology and Ecology of the Invasive Lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 409-414.

Ruttenberg, B. I., Schofield, P. J., Akins, J. L., Acosta, A., Feeley, M. W., Blondeau, J., Smith, S.G., Ault, J. S. (2012) Coral reef paper rapid invasion of Indo-Pacific lionfishes (*Pterois volitans* and *Pterois miles*) in the Florida keys, USA: evidence from multiple pre- and post-invasion data sets. *Fisheries (Bethesda)*, 88(4), 1051-1059.

Santamaría, L., Pericàs, J., Carrete, M., Tella, L.J. (2008) La ausencia de enemigos naturales favorece las invasiones biológicas. *En: Invasiones biológicas* (PT Sánchez, MÁ Puig-Samper Mulero, AN Sánchez, GN Feliner, JM

de Salazar, JP del Val, RM Cáceres, CG Martínez, eds.), Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A, Madrid, pp: 91-102.

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(3), 473-479.

Schofield, P.J. (2010) Update on geographic spread of invasive lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic Invasions*, 5(1), S117-S122.

Schultz, E. (1986) *Pterois volitans* and *Pterois miles*: Two valid species. *Copeia*, 3, 686-690.

Tamburello, N., Coté, I. M. (2014) Movement ecology of Indo-Pacific lionfish on Caribbean coral reefs and its implications for invasion dynamics. *Biological Invasions*. doi: 10.1007/s10530-014-0822-y.

Valdez-Moreno, M., Quintal-Lizama, C., Gómez-Lozano, R., García-Rivas, M.C. (2012) Monitoring an Alien Invasion: DNA Barcoding and the Identification of Lionfish and Their Prey on Coral Reefs of the Mexican Caribbean. *PLoS ONE*, 7(6), 1-8.

Valdivia, A., Bruno, J. F., Cox, C. E., Hackerott, S., Green, S. J. (2014) Re-examining the relationship between invasive lionfish and native grouper in the Caribbean, *PeerJ* 2, e348, 1-16, doi 10.7717/peerj.348.

Vásquez-Yeomans, L., Carrillo, L., Estrella-Malca, S.M.E., Morris, J.A., Jr., Schultz, T., Lamkin, J.T. (2011) First larval record of *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) collected from the ichthyoplankton in the Atlantic. *Biological Invasions*, 13, 2635-2640.

Vilà, M., Castro, P., García-Berthou, E. (2008) ¿Qué son las invasiones biológicas? En: *Invasiones biológicas* (PT Sánchez, MÁ Puig-Samper Mulero, AN Sánchez, GN Feliner, JM de Salazar, JP del Val, RM Cáceres, CG Martínez, eds.), Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A, Madrid, pp: 21-28.

Whitfield, P.E., Hare, J.A., David, A.W., Harter, S.L., Muñoz, R.C., Addison, C.M. (2007) Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/miles* complex in the Western North Atlantic. *Biological Invasions*, 9, 53-64.

Whitfield, P.E, Gardner, T., Vives, S.P., Gilligan, M.R., Courtenay Jr., W.R, Ray, G.C., Hare, J.A. (2002) Biological invasion of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* along the Atlantic coast of North America. *Mar Ecol Prog Ser*, 235, 289-297.

Wilkinson, C., Souter, D. (2008 a) Año negro para los corales del Caribe. *Un Mundo de Ciencia*, 6 (2), 20-23.

Wilkinson, C., Souter, D. (2008 b) Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005. Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre, Townsville, 152 pp.