

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

ESTRUCTURA DE TALLAS Y PREFERENCIA AL SUSTRATO DEL PEZ LEÓN (*Pterois volitans*) (SCORPAENIFORMES: SCORPAENIDAE) EN SANTA MARTA (COLOMBIA)

Size Structure and Substrate Preference of the Red Lionfish (*Pterois volitans*) (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) in Santa Marta (Colombia)

Juan Manuel HERNÁNDEZ-ABELLO¹, Rocío del Pilar GARCÍA-URUEÑA¹, Arturo ACERO P².

¹Grupo de investigación en ecología y diversidad de algas y arrecifes coralinos, Universidad del Magdalena. Cra 32 n°. 22-08 Avenida del Ferrocarril. Santa Marta, Colombia.

²Universidad Nacional de Colombia, sede Caribe, CECIMAR/INVEMAR. Santa Marta, Colombia.

For correspondence. garciarociop@yahoo.com

Received: 17 January 2014; Returned for revision: 19 April 2014; Accepted: 15 September 2014.

Associate Editor: Alan Giraldo.

Citation / Citar este artículo como: Hernández-Abello JM, García-Urueña RP, Acero P. A. Estructura de tallas y preferencia al sustrato del pez león (*Pterois volitans*) (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) en Santa Marta (Colombia). Acta biol. Colomb. 2015;20(2):175-182. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n2.41611>

RESUMEN

El pez león, luego de su invasión al Caribe, fue registrado en el Caribe continental colombiano en 2009, a partir de entonces y para medir su impacto, se han adelantado numerosas estrategias. Este trabajo aporta sobre la estructura de tallas y preferencia al sustrato que se determinó entre diciembre de 2011 y diciembre de 2012 para cinco localidades de Santa Marta, a través de censos visuales en transectos delimitados de 30 x 5 m. Las tallas se agruparon de acuerdo con la distribución de frecuencia en cuatro categorías (uno: entre 8 y 14 cm; dos: entre 15 y 21 cm, tres: entre 22 y 28 cm y cuatro: entre 29 y 35 cm). Se observaron 92 individuos con un promedio de 18,0 ± 5,3 cm. La categoría dos fue la más abundante (n=48) predominando en Morro Grande e Isla Aguja y en junio, julio y agosto. Le siguieron las categorías tres (n=21) y uno (n=20). La categoría cuatro (n=3) fue la menos abundante y se encontró en Morro Grande e Isla Aguja. Las variables que explicaron la correlación entre la abundancia de pez león y el tipo de sustrato fueron la cobertura de esponjas (0,6303) y los corales (0,6111), y los componentes abióticos (-0,9443) (n=50; $p < 0,001$). La abundancia del pez león estuvo marcada por el tipo de estructura en las formaciones arrecifales de cada localidad, sin preferencia por ningún tipo de sustrato, lo que indica una posible adaptación a todo tipo de condición arrecifal.

Palabras clave: Caribe colombiano, especies invasoras, pez león, *Pterois volitans*.

ABSTRACT

The lionfish, after its invasion to the Caribbean, was reported in the Colombian continental Caribbean, thereafter and to measure its impact there have been numerous strategies. Size structure and substrate preference were studied for a year between December 2011 and December 2012 in five locations in Santa Marta, through visual censuses in 30x5 m transects. Size were grouped according to the frequency distribution into four categories (one: between 8 and 14 cm, two: between 15 and 21 cm, three: from 22 to 28 cm and four: between 29 and 35 cm). We observed 92 specimens with a mean of 18.0±5.3 cm. Category two, the most abundant (n=48), predominated in Morro Grande and Isla Aguja, from June to August, followed by categories three (n=21) and one (n=20). Category four (n=3) was the less abundant, being found at Morro Grande and Isla Aguja. Variables explaining better the correlation between lionfish densities and type of substrate were sponges (0.6303), coral coverage (0.6111) and abiotic components (-0.9443). Lionfish abundance was marked by the kind of structure available for recruitment; this indicates that the species does not show any substrate preference, adapting to any kind of reef conditions.

Keywords: Colombian Caribbean, fish invasion, lionfish, *Pterois volitans*.

INTRODUCCIÓN

Las especies invasoras son consideradas el segundo motivo de extinción de especies después de la pérdida de hábitat, ya que son una amenaza para las comunidades biológicas actuales, pueden causar daños graves a los ecosistemas y provocar desequilibrios ecológicos entre poblaciones silvestres, cambios en la composición de especies y en la estructura trófica, desplazamiento de especies nativas, pérdida de biodiversidad y posible transmisión de enfermedades (Lodge, 1993; Gutiérrez, 2006). El pez león (*Pterois volitans*), originario del Indo-Pacífico, fue introducido al océano Atlántico en la década de los años ochenta del siglo pasado y, según evidencias genéticas su invasión, ocurrió en varios eventos por posibles liberaciones accidentales o intencionales al medio marino, particularmente en la costa este de Estados Unidos (Whitfield *et al.*, 2002; Hare y Whitfield, 2003; Betancur *et al.*, 2011).

La primera evidencia del posible impacto del pez león al arrecife coralino revela que en las Bahamas fue capaz de reducir en un 79 % los peces arrecifales (Albins y Hixon, 2008). Green *et al.*, (2012), con el incremento en la abundancia desde 2004 en las Bahamas, estudiaron entre 2008 y 2010 si la depredación por parte del pez león estaba teniendo algún efecto negativo en la comunidad nativa de peces arrecifales. El 90 % de los peces consumidos eran peces pequeños arrecifales pertenecientes a 42 especies y su biomasa en los dos años disminuyó en un 65 %. Sobre el reclutamiento del pez león, Jud y Layman (2012), a través del marcaje de 55 individuos de peces león, lograron recapturar 44 por lo menos una sola vez; de los cuales 56 % había permanecido en la ubicación exacta ($\pm 0,5$ m), trece individuos (18 %) se habían desplazado menos de 10 m y sólo dos recapturas (3 %) presentaron movimientos de más de 100 m.

Para el Caribe continental colombiano el pez león fue registrado por primera vez en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) por González *et al.*, (2009) (seis individuos entre 96-157 mm longitud total) a 12-20 m de profundidad sobre parches de coral cerca de fondos arenosos. Arbeláez y Acero (2011) hallaron cuatro especímenes (3 y 10 cm) asociados a las raíces de mangle en la bahía de Chengue, PNNT. González-C. *et al.*, (2011) caracterizaron la población residente realizando su merística y morfometría, en la cual de 280 ejemplares, escogieron al azar a 63 individuos entre 36,3 y 183,0 mm de longitud estándar (LE) (51-248 mm de LT), los cuales tuvieron el patrón característico para la especie.

El pez león puede generar un impacto negativo debido a su función como depredador voraz y “especie invasora” en los ecosistemas marinos, representando una amenaza para la biodiversidad y las actividades económicas del hombre (Whitfield *et al.*, 2002; Freshwater *et al.*, 2009). Sin embargo, su efecto se puede estar combinando con los impactos de estresores preexistentes, especialmente la pesca y el deterioro de las comunidades arrecifales (Albins y Hixon, 2011). El desconocimiento de la estructura poblacional de una

especie introducida ha sido siempre un argumento para no actuar rápidamente, por lo que lo único válido es proceder a la investigación sobre su biología (Simberloff, 2003). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue documentar la preferencia al sustrato por parte del pez león en zonas arrecifales de Santa Marta, Caribe colombiano, así como su estructura de tallas.

MÉTODOS

El área de estudio comprendió formaciones arrecifales en las localidades de Morro Grande, en la bahía de Santa Marta (11°14'59"N-74°13'47" W) (Mejía-Niño y Garzón-Ferreira, 2003), y en el sector de Remanso, al extremo nororiental de Taganga (11°16'26"N y 74°12'24" W) (Díaz *et al.*, 2000), Isla Aguja (11°19'08" N-74°12'04"W) que pertenece al PNNT (Acosta, 1989) y las bahías de Chengue (11°20'12"N-74°08'41" W) a unos 14 km al nororiente de Santa Marta (Garzón-Ferreira, 1998) y Cinto (11°20'N-74°03' W) ubicada en la parte centro-oriental de la costa del PNNT (INGEOMINAS, 1998). El estudio se inició en diciembre de 2011 con seguimiento mensual hasta diciembre de 2012.

En cada localidad, a profundidades entre 10 y 12 m se delimitó un transecto de 30 m de largo x 5 m de ancho, paralelo a la línea de costa y demarcado por medio de varillas metálicas y cintas biodegradables. Mensualmente se realizó un censo visual (Brock, 1954) demarcado y se observó y registró el número de peces león a una distancia de 5 m a cada lado del transecto. La talla de cada ejemplar de pez león se midió ubicándose al menos a 10 cm de distancia y con el uso de un tubo de PVC, marcado con una cinta metreada hasta 50 cm. Las tallas se estimaron en intervalos de un centímetro, según lo recomendado por Macpherson *et al.*, (2000) y Ginsburg (2002); luego se agruparon en cuatro categorías de acuerdo con la distribución de frecuencia de tallas obtenidas. La categoría uno entre 8 y 14 cm, la dos entre 15 y 21 cm, la tres entre 22 y 28 cm y la cuatro entre 29 y 35 cm. Para evitar sesgos en la estimación de la talla, todos los censos se realizaron por una sola persona.

Mediante una cámara de video en cada una de las localidades se realizó la grabación a lo largo de los transectos, al inicio y al final del estudio. Se evaluó el sustrato en términos de porcentaje de cobertura y riqueza y abundancia total de todos los componentes observados (corales, macroalgas, gorgonios, esponjas, zoantideos, algas coralíneas, coral muerto y la parte del componente abiótico correspondiente a pavimento y arena). La cuantificación se llevó a cabo mediante el análisis de las imágenes digitalizadas (n=30) para cada formación arrecifal, luego de ubicar 50 puntos aleatorios en cada imagen a través del programa Coral Point Count (CPCe) 4.0 (Kohler y Gill, 2006). Se identificaron y cuantificaron los corales hasta especie y se registraron los demás grupos de organismos sobre los cuales se habían ubicado dichos puntos en cada uno de los transectos. Se

obtuvieron los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H1) y Simpson (1-D) para la categoría de los corales.

Debido al no cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, no fue factible aplicar análisis de varianzas, tanto para tallas del pez león como las abundancias numéricas. Se optó por construir una tabla de contingencia de cinco por cuatro (cinco localidades y cuatro intervalos de talla) a fin de contrastar la hipótesis nula de independencia (no relación) entre estas dos variables.

Para analizar la relación presencia del pez león con tipo de sustrato cuantificado se efectuó un análisis exploratorio de componentes principales para así clasificar, ordenar y ubicar los datos en un espacio multivariado y representar la máxima correlación entre ellos. También se realizó un análisis de correlación canónica entre aquellas variables que presentaron los coeficientes más altos del sustrato cuantificado y se evaluó con el número de individuos presentes en cada una de las localidades de muestreo. Para el análisis de componentes principales se utilizó el programa estadístico Info Stat versión 2012e.

RESULTADOS

Estructura de tallas

En total se detectaron 92 individuos (talla promedio de 18 cm \pm 5,3 cm) (Tabla 1). La categoría dos (individuos entre 15 y 21 cm) fue la más abundante (n=48), representada en junio, julio y agosto. Le siguió la categoría tres (n=21; entre 22 y 28 cm), presentándose en mayor proporción en diciembre de 2011 y en octubre. Luego la categoría uno (n=20; menores a 14 cm), siendo observada mayormente en noviembre (n=8) pero presente en la mayoría de los meses de muestreo. La categoría cuatro (n=3; mayores a 29 cm) solo se observó en septiembre y octubre. No se detectó la presencia del pez león en febrero y mayo.

Abundancia en las localidades de muestreo

En Morro Grande (n=23) e Isla Aguja (n=14) se encontraron todas las categorías de tallas. En Chengue (n=27) y Cinto (n=21) fue predominante la categoría dos y para Remanso (n=7) se hallaron las categorías uno y dos (Fig 1). En general los individuos pequeños y de tallas medias fueron

Tabla 1. Tabla de contingencia de categorías de tallas en las diferentes localidades

Localidades	Intervalos de talla (cm)				Totales
	8-14	15-21	22-28	29-35	
Chengue	6	16	5	0	27
Cinto	3	15	3	0	21
I. Aguja	5	6	2	1	14
Morro Grande	5	5	11	2	23
Remanso	1	6	0	0	7
Total general	20	48	21	3	92

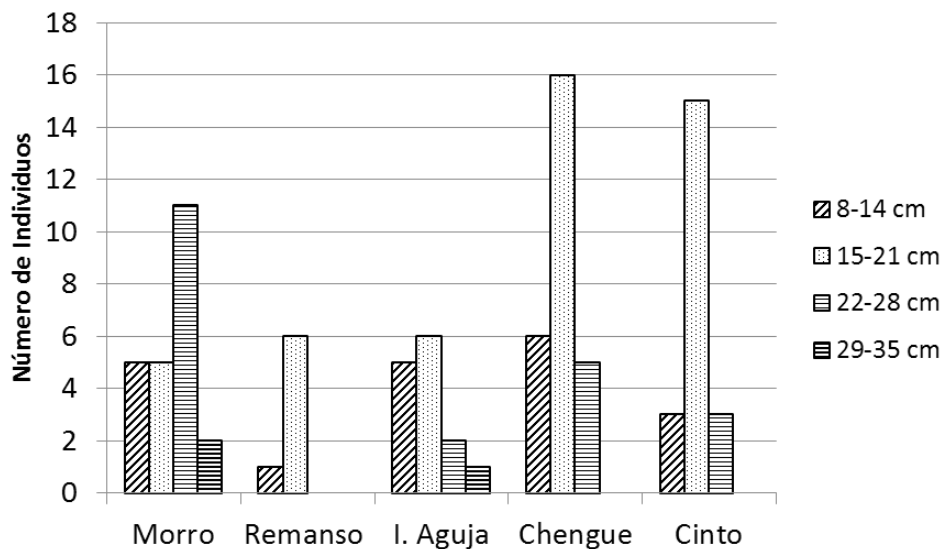


Figura 1. Distribución de frecuencia de categoría de tallas en las diferentes localidades.

los más abundantes (n=69) y se encontraron en todas las localidades, mientras las tallas mayores solo se detectaron en Morro Grande e Isla Aguja (n=3). Estadísticamente se encontraron diferencias en la distribución de las categorías de tallas de los individuos detectados entre las localidades ($p=0,0139$), siendo diferente entre Chengue, Cinto y Morro Grande, con respecto a Isla Aguja y Remanso.

Cuantificación del sustrato

Se encontró que el mayor porcentaje de cobertura de corales estuvo presente en la bahía de Chengue (69,93 %) y el menor en Morro Grande (7,87 %). De igual manera, la mayor cantidad de gorgonias se registró en la localidad de Remanso (37,13 %) y la menor en Chengue (0,27 %). Las macroalgas se encontraron en mayor porcentaje en

Cinto (47,07 %) y la menor en Chengue, donde estuvieron ausentes. Los componentes abióticos se encontraron en mayor proporción en Remanso (41,60 %) y el menor en Chengue (8,40 %) (Tabla 2). Los índices de diversidad mostraron a Isla Aguja con la mayor diversidad de corales ($H1=1,68$) ($1-D=0,75$), seguida por la bahía de Cinto ($H1 =1,63$) ($1-D=0,72$), Remanso ($H1=1,48$) ($1-D=0,74$), Chengue ($H1 =1,33$) ($1-D=0,71$) y la menor diversidad se presentó en Morro Grande ($H1=0,60$) ($1-D=1,11$).

Relación de la presencia del pez león con las características del sustrato

El análisis exploratorio de componentes principales (Fig. 2) mostró que en el eje positivo del CP1 la localidad de Chengue estuvo asociada con las variables coral y coral

TABLA 2 Porcentaje de cobertura de las categorías de la estructura de la comunidad en las formaciones arrecifales de las localidades de muestreo.

CATEGORÍAS (ocurrencia en los transectos)	Morro Grande		Remanso		Isla Aguja		Chengue		Cinto	
	MEDIA	± DE	MEDIA	± DE	MEDIA	± DE	MEDIA	± DE	MEDIA	± DE
CORAL	7,87	9,74	10,40	17,12	24,38	18,30	69,93	26,31	27,40	21,76
GORGONIAS	32,27	30,44	37,13	32,32	21,62	18,97	0,27	1,46	0,80	3,70
ESPONJAS	5,40	9,88	3,20	6,05	1,54	2,49	7,73	11,49	1,73	2,91
ZOANTHÍDIOS	1,00	4,13	0,00	0,00	0,08	0,39	0,87	2,39	0,07	0,37
MACROALGAS	31,07	31,51	0,53	2,92	7,69	14,43	0,00	0,00	47,07	25,42
NO IDENTIFICADO	0,27	1,14	3,07	6,23	7,38	14,72	0,00	0,00	1,73	3,14
ALGA SOBRE CORAL MUERTO	3,60	18,27	2,20	6,44	0,00	0,00	8,73	20,66	2,33	8,29
ALGA CORALINÁCEA	0,00	0,00	1,87	6,43	0,31	1,57	4,07	8,38	6,27	12,22
ARENA, PAVIMENTO, FRAGMENTOS	18,53	26,62	41,60	28,93	37,00	23,35	8,40	24,38	11,80	21,99

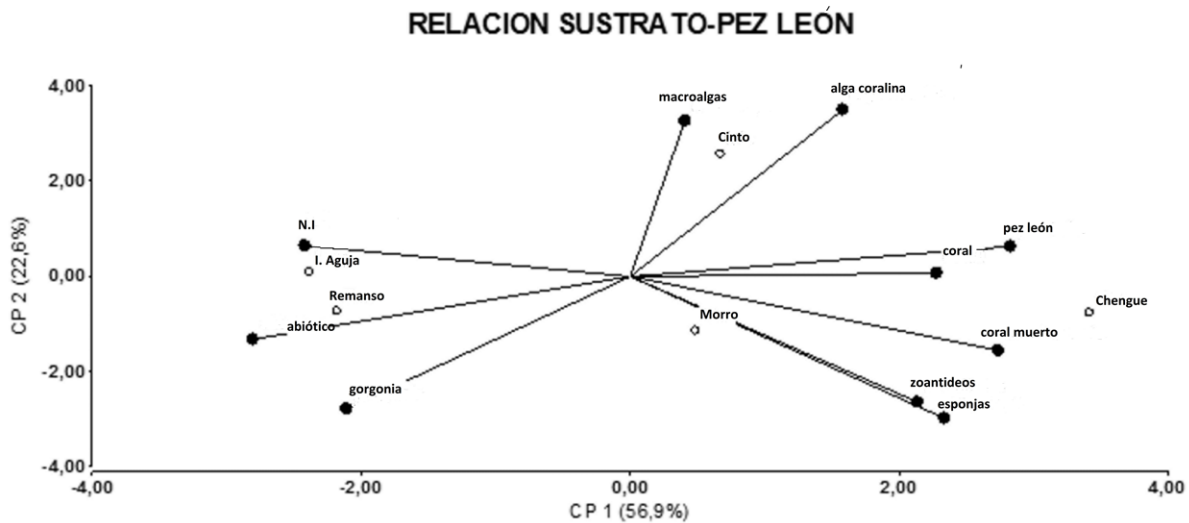


Figura 2. Análisis de componentes principales de la relación del sustrato con la abundancia del pez león.

muerto; así mismo, es la que se encuentra mayormente asociada con la variable pez león. En el eje negativo de CP1 se presentan la localidad de Isla Aguja, asociada mayormente con organismos o estructuras no identificadas (NI), y Remanso, asociada al componente abiótico y octocorales, principalmente gorgonias. En el eje positivo del CP2 se presentó una asociación entre Cinto y altos valores de macroalgas en general y algas coralíneas, mientras que en el negativo de este componente resultó una relación entre Morro Grande con los zoantídios y las esponjas.

Finalmente, el análisis de correlación canónica entre los componentes de cobertura de coral, cobertura de esponjas, macroalgas y abiótico (cascajo, pavimento y arena) explicaron la mayor parte de la variación del número de individuos del pez león. La correlación canónica fue 1,000 (100 % de solapamiento de varianza), teniendo en cuenta que el pez león es la única variable del conjunto uno. En esta correlación se incluye $\chi^2(4)=31,66$, con $p<0,001$. Las variables más importantes para explicar la variación en la abundancia de pez león y el tipo de sustrato fueron la cobertura de esponjas y corales, con altas correlaciones positivas (0,6303) (0,6111) respectivamente, y los componentes abióticos, con una correlación negativa alta (-0,9443). Además, el pez león se correlacionó positivamente con las macroalgas con valores de 0,340 (n=50; $p<0,001$) (Tabla 3).

DISCUSIÓN

El mayor número de individuos del pez león para el área de Santa Marta estuvo dado por las categorías uno, dos y tres correspondiente a tallas pequeñas y medianas, lo que podría indicar una continua adición de nuevas cohortes a la población ya existente. Esto puede deberse a su exitosa reproducción cuando se dan las condiciones pertinentes, así como lo mencionan Morris *et al.*, (2009) quienes, en su estudio de biología y ecología básica, sugieren que los peces león que fueron colectados en Carolina del Norte y las Bahamas son capaces de reproducirse durante todo el año, con una fecundidad de dos millones de huevos por hembra. Igualmente, Muñoz-Escobar y Gil-Agudelo (2012), quienes colectaron 65 individuos (24 provenientes del PNNT y 41 del área de Santa Marta) con tallas entre 64 y 265 mm LT, que en comparación con este estudio igualmente son peces

pequeños y medianos, podrían indicar el continuo ingreso de nuevas cohortes. Si bien Benkwitt (2013) registra una disminución lineal en la tasa de crecimiento en longitud de juveniles del pez león, asociado con el incremento en la densidad poblacional y que podría considerarse como una posible regulación natural para esta especie, los resultados mostraron que, aunque las tallas pequeñas y medias fueron las más frecuentes, la abundancia local es baja, por lo cual no se podría dar una regulación natural de su población.

Las tallas grandes (categoría cuatro) fueron las menos representadas. Esto se podría asociar al hecho de que los transectos no excedieron 12 m de profundidad. Lee *et al.*, (2011) encontraron una correlación positiva ($R^2=0,842$) entre la profundidad y el número de peces león, lo cual según los autores es un factor importante en la distribución de los peces y, si bien no es específica del pez león, puede estar relacionado con la disponibilidad de presas y con la preferencia a sitios que por los movimientos rápidos del pez león pueden ser favorecidos en torno a la búsqueda de refugio. Claydon *et al.*, (2012) igualmente realzan la importancia del tipo de hábitat en el cual se establece el pez león, pues sus resultados mostraron unas tallas mayores en arrecifes profundos ($22,7 \pm 7,5$ cm) con un aumento progresivo en abundancia desde 2007 a 2010. Lo anterior según los autores puede ser debido a que los individuos pequeños evaden las capturas a través de redes manuales, al hecho de que al estar más profundos hayan sido menos detectados y al posible asentamiento en zonas someras como pastos marinos y su posterior movimiento a sitios profundos al alcanzar unas tallas mayores.

La estimación de la abundancia del pez león en las localidades de muestreo pudo estar afectada por varias razones. El inicio del estudio y la ubicación de los transectos permanentes fue realizado en las formaciones arrecifales con presencia del pez león, mes que coincidió con el fin de la temporada lluviosa, durante la cual el agua es más cálida ($27^\circ - 29^\circ\text{C}$) (Garzón-Ferreira, 1998). Luego en febrero, con la presencia de los vientos Alisios del nororiente se produce el fenómeno de surgencia, el cual afecta la temperatura del agua y hace que esta descienda ($22^\circ - 25^\circ\text{C}$), eleva la salinidad (hasta 38) y la intensidad del oleaje (Ramírez, 1983; Bula-Meyer, 1985; Garzón-Ferreira y Díaz, 2003; Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003; Franco, 2005).

Tabla 3. Correlación entre abundancia del pez león y las principales variables que caracterizan las localidades de muestreo.

Correlación entre las variables 1 y 2				
	coral	esponja	macroalgas	abiótico
pez león	0,6111	0,6303	0,3401	-0,9443
Prueba de que las correlaciones restantes son cero:				
	Wilkins	chi-SQ	DF	Sig.
1	0	31,662	4	0

En ese mes no se encontró la presencia de peces león en ninguna localidad. Este resultado con respecto al descenso de la temperatura podría asociarse a lo concluido por Kimball *et al.*, (2004) quienes, en el estudio de la tolerancia termal del pez león, mencionan que éste puede presentar un comportamiento más estacionario y letárgico y disminuir su alimentación cuando la temperatura cambia rápidamente, por lo cual permanece mayor tiempo refugiado en grietas dificultando así su detección. Con respecto al método de muestreo que pudo ocasionar un registro menor de la abundancia total, Green *et al.*, (2013) manifiestan que puede presentarse una subestimación del 30 % en el avistamiento de peces león con cualquiera de los métodos de censos visuales, ya sea estacionario o de cinturón de transectos y que puede aumentar hasta el 50 % con el incremento en el número de observadores.

Para el sustrato y su relación con la presencia del pez león se encontró que las esponjas y los corales, fueron los componentes que presentaron la correlación positiva más alta y se encontraron en mayor proporción en la localidad de Chengue. Allí la especie con mayor abundancia estuvo constituida por grandes colonias de *Orbicella annularis*. Pérez-Hernández (1989) y Vargas *et al.*, (1989) mencionan que corales como *Orbicella* ofrecen un mejor sitio de refugio y alimentación a muchas especies arrecifales y, para el caso del pez león, posiblemente confiere los mismos beneficios. Igualmente, Biggs y Olden (2011), en arrecifes de Roatán en Honduras, analizaron la ocupación de hábitats por parte del pez león y lo encontraron con mayor frecuencia asociado a arrecifes de coral de tipo agregados o parches, con 54 % de los avistamientos en comparación con otros tipos de arrecifes.

Si bien Isla Aguja y Cinto presentaron la mayor diversidad de corales, con valores de 1,68 y 1,63 respectivamente, con especies distribuidas de manera uniforme como *Montastrea cavernosa*, *Diploria strigosa*, *Millepora complanata*, *Porites astreoides* y *Colpophyllia natans*, éstas presentaron tamaños pequeños y formas masivas adheridas al sustrato que, si bien reflejan una mayor complejidad de la formación arrecifal, no le ofrecía al pez león estructuras de refugio para su establecimiento. Estos resultados podrían compararse con lo mencionado por Gardiner y Jones (2005), quienes consideran que, además de la abundancia de presas, las características del hábitat como resguardo, la forma de la distribución y abundancia de peces, juegan un papel importante en la selección del tipo de sustrato para establecerse; de modo que, aunque estas localidades presentaron una mayor diversidad de corales, estos fueron formas pequeñas y masivas que aportan poca rugosidad y disponibilidad de hendiduras que explicarían la baja abundancia del pez león. Green *et al.*, (2013) igualmente mencionan que la complejidad del hábitat en términos de rugosidad es una medida que ayuda a relacionar la abundancia del pez león, dificultándose o siendo menor su detección con el aumento de rugosidad.

De esta manera, aunque los índices y el registro continuo y el escrutinio detallado dieron una medida de la complejidad de las formaciones, no fue tomada la rugosidad, lo cual hubiese sido comparable con estudios previos.

En Morro Grande a pesar de haberse observado el mayor número de categoría de tallas, así como los individuos más grandes, se encontró la menor diversidad de corales, con índices $H1=0,60$ y $1-D=1,11$ pero además esta localidad se caracterizó por ser muy compleja, presentando en su parte más somera octocorales, luego en la parte media corales y una considerable variedad de estructuras como llantas de automóviles, esponjas y rocas que le proveían refugio al pez león; además de un sector profundo con un fondo arenoso. Muñoz-Escobar y Gil-Agudelo (2012), quienes adelantaron colectas en diferentes localidades con el propósito de evaluar la dieta del pez león, encontraron un mayor número de individuos en Morro Grande, así como en El Rodadero y Punta Cabeza de Negro. Por el contrario, Remanso aunque presentó el mayor porcentaje de cobertura del componente abiótico (41,6 %), mostró en la correlación canónica valores altamente negativos con el número de individuos, siendo así un componente para esta formación que no aportó en términos de complejidad, básicamente porque el sustrato no estuvo constituido por colonias muertas o estructuras artificiales. Al respecto, Smith (2010) encontró que las estructuras artificiales favorecen una mayor riqueza de especies en la colonización de especies nativas e invasoras; adicionalmente menciona que el pez león puede invadir los arrecifes naturales de parche en ausencia de estructuras artificiales, pero que estas facilitan la colonización de hábitats marginales como arena, algas marinas y, en menor medida, fondos duros. Se sugiere que la eliminación o la prevención de los vertidos ilegales de estructuras artificiales pueden frenar la propagación del pez león, pero no puede impedir su expansión. Biggs y Olden (2011), por su parte, al analizar la abundancia del pez león y su presencia en distintos hábitats encuentran una mayor ocupación en formaciones arrecifales más complejas, en comparación con parches o pastos marinos. Argumentan como la tendencia a encontrarse en áreas arrecifales de sustratos duros con estructuras sobresalientes y que al ser topográficamente más complejos, les proporciona sitios para su camuflaje y protección.

En el estudio no se realizó ni revisó el componente de rugosidad de las localidades, pero el censo visual que fue complementado con la cuantificación del sustrato, mostró que donde hubo mayor porcentaje de cobertura de coral se encontraron los individuos más pequeños. Respecto al método, Green *et al.*, (2013) sugieren que cuando se utilizan métodos convencionales, la detectabilidad del pez león será baja en arrecifes que tienen peces león de tamaños pequeños y una alta rugosidad, además los resultados se pueden aproximar a cero en los arrecifes más rugosos. Al comparar la abundancia del pez león en las diferentes

localidades, se esperaba que fuera mayor en arrecifes con mayor diversidad coralina; sin embargo, los datos de los índices, si bien muestran la composición de las formaciones, no aportan en términos de la complejidad estructural. En el estudio, fue la presencia de distintas estructuras (colonias de *Orbicella*, esponjas o sustratos artificiales) lo que fue predominante para registrar el pez león. Esto podría indicar que el invasor no presenta una preferencia por ningún tipo de sustrato, sino que éste puede adaptarse a todo tipo de condiciones arrecifales, resultados que son coincidentes con Lee *et al.*, (2011) quienes, al analizar la preferencia de hábitat del pez león, indican que la cobertura coralina baja es insignificante para la preferencia de hábitat, ya que la influencia predominante de las características físicas del arrecife como el perfil, las grietas y lugares de escondite favorecen el establecimiento del invasor.

CONCLUSIONES

La porción estudiada de la población invasora en la región de Santa Marta está integrada principalmente por individuos de 18 cm LT en promedio. Aunque se halló una correlación relativamente alta entre la abundancia del pez león y la cobertura de esponjas y corales, es claro que el invasor se adapta fácilmente a cualquier hábitat arrecifal sin mostrar una marcada inclinación por ninguno de ellos. Sin embargo, colonias coralinas masivas, como *Orbicella annularis*, y objetos desechados, como llantas, favorecen la presencia del pez león.

AGRADECIMIENTOS

A Luis Manjarrés Martínez, por apoyo y colaboración en el proceso de análisis estadístico de los resultados. Al proyecto financiado por Fonciencias y la Universidad del Magdalena “Invasión del pez león *Pterois volitans* registro de sus abundancias, estructura de tallas y preferencia al sustrato en Santa Marta, Caribe colombiano”, y al proyecto “Invasión del pez león a los arrecifes del Caribe colombiano: biología, ecología y origen” financiado por Colciencias (1361-521-28271).

REFERENCIAS

- Acosta A. Composición y estructura de la comunidad de corales hermatípicos en tres zonas representativas de la región de Santa Marta (mar Caribe colombiano). Tesis de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 1989. Bogotá, 242 p.
- Albins MA, Hixon, MA. Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Env Biol Fishes*. 2011;1-7.
- Albins MA, Hixon M. Invasive Indo-Pacific lionfish (*Pterois volitans*) reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Mar Ecol Prog Ser*. 2008;367:233-238. Doi: <http://dx.doi.org/10.3354/meps07620>
- Arbeláez N, Acero A. Presencia del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus) en el manglar de la bahía de Chengue, Caribe colombiano. *Bol Inv Mar Cost*. 2011;40(2):431-435.
- Benkwitt CE. Density-dependent growth in invasive lionfish (*Pterois volitans*). *PLoS ONE*. 2013;8(6):e66995. Doi:10.1371/journal.pone.0066995
- Betancur-RR, Hines A, Acero A, Ortí G, Wilbur A, Freshwater W. Reconstructing the lionfish invasion: insights into Greater Caribbean biogeography. *J Biogeogr*. 2011. Doi:10.1111/j.1365-2699.2011.02496.x
- Biggs C, Olden J. Multi-scale habitat occupancy of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in coral reef environments of Roatán, Honduras. *Aquat Invasions*. 2011;6:347-353. Doi: 10.3391/ai.2011.6.3.11
- Brock VE. A preliminary report on a method of estimating reef fishes. *J Wildl Manage*. 1954;18(3):297-308.
- Bula-Meyer G. Un núcleo de surgencia en el Caribe colombiano detectado en correlación con las macroalgas. *Bol Ecotrópica*. 1985;12:2-26.
- Claydon J, Calosso M, Traiger S. Progression of invasive lionfish in seagrass, mangrove and reef habitats. *Mar Ecol Prog Ser*. 2012;448:119-129.
- Díaz J, Barrios L, Cendales M, Garzón-Ferreira J, Geister J, López-Victoria, *et al.* Áreas coralinas de Colombia. Invemar. Santa Marta, Serie de Publicaciones Especiales. 2000;5:130-136.
- Franco A. Oceanografía de la ensenada de Gaira: El Rodadero, más que un centro turístico en el Caribe colombiano. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá; 2005. 56 p.
- Freshwater W, Hines A, Parham S, Wilbur A, Sabaoun M, Woodhead J, *et al.* 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. *Mar Biol*. 2009;156:1213-1221. Doi: 10.1007/s00227-009-1163-8
- Gardiner M, Jones G. Habitat specialization and overlap in a guild of coral reef cardinalfishes (Apogonidae). *Mar Ecol Prog Ser*. 2005;305:163-175.
- Garzón-Ferreira J. Bahía de Chengue, Parque Nacional Natural Tayrona Colombia 115-126. In: Kjerfve B, editor. CARICOMP-Caribbean coral reefs sea grass and mangrove sites. Coastal region and Small Island Paper 3, UNESCO. 1998. 345 p.
- Garzón-Ferreira J, Díaz JM. The Caribbean coral reefs of Colombia. In: Cortés J, editor. Latin American Coral Reefs. Elsevier Science B.V., Ámsterdam; 2003. 275-301.
- Ginsburg R. [Internet]. 2002. Atlantic and Gulf rapid reef assessment. Available from: <http://coral.aolm.noaa.gov/agra/method/fish>. 2002
- González J, Grijalba-Bendeck M, Acero A, Betancur-R R. The invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758), in the southwestern Caribbean Sea. *Aquat Invasions*. 2009;4(3):507-510. Doi: 10.3391/ai.2009.4.3.12

- González-C J, Acero A, Serrat-Ll A, Betancur-R R. Caracterización taxonómica de la población del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) (Scorpaenidae) residente en el Caribe colombiano: merística y morfometría. *Biota Colomb.* 2011;12(2):15-22.
- Green SJ, Akins JL, Maljkovic A, Coté IM. Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. 2012. *PloS ONE*, 7(3):e32596. Doi:10.1371/journal.pone.0032596
- Green S, Tamburello J, Miller N, Akins SE, Coté AI. Habitat complexity and fish size affect the detection of Indo-Pacific lionfish on invaded coral reefs. *Coral Reefs.* 2013;32(2):413-421. Doi: 10.1007/s00338-012-0987-8
- Gutiérrez F. Distribución de las especies hidrobiológicas continentales introducidas y/o trasladadas en Colombia. Caso de Estudio: Biología y ecología de *Oreochromis niloticus* en la cuenca hidrográfica del río Sinú. Ph.D. Dis. Universitat de Barcelona. Barcelona; 2006. 89 p.
- Hare J, Whitfield P. An integrated assessment of the introduction of lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) to the Western Atlantic Ocean. *NOOA Tech. Mem.* 2003;2-21 p.
- INGEOMINAS. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Pacífico colombiano. *Publ Geol Espec.* Bogotá, Colombia; 1998. Número 21. 111 p.
- Jud Z, Layman G. Site fidelity and movement patterns of invasive lionfish, *Pterois* spp., in a Florida estuary. *J Exp Mar Biol Ecol.* 2012;414-415:69-74. Doi:10.1016/j.jembe.2012.01.015
- Kimball M, Miller J, Whitfield P, Hare J. Thermal tolerance and potential distribution of invasive lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) on the east coast of the United States. *Mar Ecol Prog Ser.* 2004;283:269-278.
- Kohler K, Gill S. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Comp Geosci.* 2006;32:1259-1269.
- Lee S, Buddo D, Aiken K. Habitat preference in the invasive lionfish (*Pterois volitans/miles*) in Discovery Bay, Jamaica: Use of GIS in management strategies. *Proc 64th Gulf and Carib Fish Inst.* Puerto Morelos, México; 2011. 32-48 p.
- Lodge DM. Biological invasions: Lessons for Ecology. *Trends Ecol Evol.* 1993;8(4):133-137.
- Macpherson E, García A, Gordon A. Direct estimation of natural mortality rates for litoral marine fishes using populational data from a marine reserve. *Mar Biol.* 2000;137:1067-1076.
- Mejía-Niño N, Garzón-Ferreira J. Dinámica de las interacciones alga-coral en dos bahías de la región de Santa Marta (Caribe colombiano) con distinto grado de influencia antropogénica. *Bol Inv Mar Cost.* 2003;32:243-261.
- Morris J, Akins J, Barse A, Cerino D, Freshwater W, Green S, et al. Biology and ecology of the invasive lion fishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Proc Gulf and Carib Fish Inst.* 2009;409-414.
- Muñoz-Escobar L, Gil-Agudelo D. Composición dietaria del pez león, *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae), en Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona. *Bol Inv Mar Cost.* 2012;41(2):471-477.
- Pérez-Hernández A. Composición, zoogeografía y presión ambiental de la ictiofauna del sistema arrecifal veracruzano. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana, Veracruz; 1989. 86 p.
- Ramírez G. Características físicoquímicas de la bahía de Santa Marta (agosto 1980- julio 1981). *An Inst Inv Mar.* Punta Betón. 1983;13:111-121.
- Rodríguez-Ramírez A, Garzón-Ferreira J. Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la bahía de Chengue (Caribe colombiano): 1993-1999. *INVEVAR, Serie de publicaciones especiales.* Santa Marta, Colombia. 2003. Número 8. p. 170.
- Simberloff D. Community ecology: Is it time to move on?. *Am Nat.* 2003;136(6):781-799.
- Smith NS. Lionfish invasion in nearshore waters of the Bahamas: an examination of the effects of artificial structures and invader vs native species colonization rates. M.Sc. Thesis, University of British Columbia, Vancouver; 2010. 93 p.
- Vargas M, Stivalet J, Pérez A, Román M. Fishes and corals of the Mexican Atlantic reef formations. *Museo de Zoología.* Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Xalapa Veracruz, México; 1989. 5 p.
- Whitfield P, Gardner T, Vives S, Gilligan M, Courtenay W, Ray G, Hare J. Biological invasion of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* along the Atlantic coast of North America. *Mar Ecol Prog Ser.* 2002;235:289-297.