


- 102 *Helicotheca tamesis* (Shrubsole) Ricard  
 103 *Hemiaulus hauckii* Grunow ex Van Heurck  
 104 *Hemiaulus membranaceus* Cleve  
 105 *Hemiaulus sinensis* Greville  
 106 *Lauderia annulata* Cleve  
 107 *Leptocylindrus danicus* Cleve  
 108 *Leptocylindrus mediterraneus* (H. Peragallo) Hasle  
 109 *Leptocylindrus minimus* Gran  
 110 *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg  
 111 *Melosira moniliformis* (O. F. Muller) C. Agardh  
 112 *Odontella aurita* (Lyngbye) C. Agardh  
 113 *Odontella dubia* (Brightwell) Cleve  
 114 *Odontella mobiliensis* (Bailey) Grunow  
 115 *Odontella sinensis* (Greville) Grunow  
 116 *Odontella* sp.  
 117 *Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve  
 118 *Plagiogrammopsis vanheureka* (Grunow) Hasle, Von Stosch, & Syvertsen  
 119 *Planktoniella sol* (Wallich) Schutt  
 120 *Proboscia alata* (Brightwell) Sundström  
 121 *Pseudosolenia calcar-avis* (Schutze) B. G. Sundström  
 122 *Rhizosolenia bergonii* H. Peragallo  
 123 *Rhizosolenia hebetata* J. W. Bailey  
 124 *Rhizosolenia hyalina* Ostensfeld  
 125 *Rhizosolenia imbricata* Brightwell  
 126 *Rhizosolenia ostensfeldii* B. G. Sundström  
 127 *Rhizosolenia robusta* G. Norman ex Ralfs  
 128 *Rhizosolenia setigera* Brightwell  
 129 *Rhizosolenia styliformis* Brightwell  
 130 *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve  
 131 *Stephanopyxis palmeriana* (Greville) Grunow  
 132 *Stephanopyxis turris* (Greville) Ralfs  
 133 *Thalassiosira angulata* (W. Gregory) Hasle  
 134 *Thalassiosira anguste-lineata* (A. Schmidt) G. Fryxell & Hasle  
 135 *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve  
 136 *Thalassiosira lineata* Jousé  
 137 *Thalassiosira punctigera* (Castracane) Hasle  
 138 *Thalassiosira* sp.  
 139 *Thalassiosira subtilis* (Ostensfeld) Gran
- Dinoflagelados**
- 140 *Ceratium dens* Ostensfeld & Schmidt
- 141 *Ceratium falciforme* E. G. Jorgensen  
 142 *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède & Lachmann  
 143 *Ceratium fusus* (Ehrenberg) Dujardin  
 144 *Ceratium incisum* (Karsten) E.G.Jørgensen  
 145 *Ceratium lineatum* (Ehrenberg) Cleve  
 146 *Ceratium pentagonum* Gourret  
 147 *Ceratium strictum* (Okamura y Nishikawa) Kofoid  
 148 *Ceratium teres* Kofoid  
 149 *Ceratium trichoceros* (Ehrenberg) W. S. Kent  
 150 *Dinophysis acuminata* Claparède and Lachmann  
 151 *Dinophysis caudata* Saville - Kent  
 152 *Dinophysis norvegica* Claparède & Lachmann  
 153 *Diplopelta asymmetrica* (Mangin) Balech  
 154 *Gonyaulax polyedra* Stein  
 155 *Gonyaulax polygramma* Stein  
 156 *Gonyaulax* sp.  
 157 *Gymnodinium catenatum* H. W. Graham  
 158 *Gyrodinium* sp.  
 159 *Ornithocercus* sp.  
 160 *Ornithocercus steinii* Schutt  
 161 *Oxyphysis oxytoxoides* Kofoid  
 162 *Prorocentrum gracile* Schutt  
 163 *Prorocentrum micans* Ehrenberg  
 164 *Prorocentrum rostratum* Stein  
 165 *Prorocentrum vaginulum* (Stein) Dodge  
 166 *Protoperidinium depressum* (Bailey) Balech  
 167 *Protoperidinium latispinum* (Mangin) Balech  
 168 *Protoperidinium pentagonum* (Gran) Balech  
 169 *Protoperidinium* sp.  
 170 *Pyrocystis noctiluca* Murray ex Haeckel  
 171 *Pyrophacus* sp.  
 172 *Pyrophacus steinii* (Schiller) Wall & Dale
- Cianobacterias**
- 173 *Anabaena* sp.  
 174 *Leptolyngbya* sp.  
 175 *Oscillatoria* sp.
- Silicoflagelados**
- 176 *Dictyocha fibula* Ehrenberg  
 177 *Ebria antiqua* var. simplex Schultze  
 178 *Octactis octonaria* (Ehrenberg) Hovasse



## Superposición de la dieta del pez león *Pterois volitans* (Teleostei: Scorpaenidae) con la de peces nativos de nivel trófico similar en Cuba

### Diet overlap between lionfish *Pterois volitans* (Teleostei: Scorpaenidae) and native fishes at a similar trophic level in Cuba

Laura María Pantoja Echevarría<sup>1</sup>, Pedro P. Chevalier Monteagudo<sup>1</sup>, Delmis Cabrera Guerra<sup>1</sup>, Raúl Igor Corrada Wong<sup>1</sup>,

 0000-0002-0474-9428

Dorka Cobián Rojas<sup>2</sup>, Hansel Caballero Aragón<sup>1</sup>, Alain García Rodríguez<sup>3</sup> y Ramón Alexis Fernández Osoria<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Acuario Nacional Cuba: Calle Ira, esquina 60, #608. Playa. La Habana. Cuba. lali.pantoja1990@gmail.com

<sup>2</sup> Parque Nacional Guanahacabibes (ECOVIDA): La Bajada, Municipio Sandino. Pinar del Río. Cuba

<sup>3</sup> Instituto de Oceanología: Avenida Ira, entre 184 y 186 #18406. Reparto Flores. Playa. La Habana. Cuba

#### RESUMEN

El pez león, originario del Indo Pacífico, ha protagonizado una de las invasiones de peces marinos más rápida de la historia en el Atlántico occidental tropical y subtropical. Sus poblaciones representan una amenaza para los peces nativos de nivel trófico similar en la competencia por los recursos alimentarios. Con la finalidad de comparar sus dietas, se capturaron 899 peces león y 377 peces nativos pertenecientes a las familias Haemulidae, Holocentridae, Serranidae y Lutjanidae en tres localidades de Cuba. Se analizó el contenido de sus estómagos mediante las variables número, frecuencia, volumen y el índice de importancia relativa. La composición general de las dietas fue similar en las tres localidades estudiadas. El pez león y las familias Lutjanidae y Serranidae se alimentaron principalmente de peces, mientras que en las familias Haemulidae y Holocentridae predominaron los pequeños invertebrados bentónicos. En las correlaciones realizadas a partir de la prueba de Mantel se obtuvo que el consumo de peces y crustáceos no varió significativamente a medida que la talla del pez león aumenta. El nivel de superposición entre la dieta del pez león y los peces nativos varió según la localidad, la zona ecológica y las características propias de cada familia, confirmando el carácter oportunista de estas especies. Los peces nativos probablemente no se vean afectados por el pez león en la competencia por los recursos alimenticios ya que consumen los organismos más abundantes y disponibles en el hábitat por lo que la disponibilidad de alimento no constituye un factor limitante para estos grupos.

**PALABRAS CLAVES:** Composición de la dieta, Ecología trófica, Especie invasora.

#### ABSTRACT

The spread of the Indo-Pacific lionfish has been one of the most rapid marine fish invasions in the history of the tropical and subtropical western Atlantic, and populations of this species pose a threat to native fishes feeding at similar trophic levels due to competition for food. To determine dietary overlap, 899 lionfish and 377 native fishes of the families Haemulidae, Holocentridae, Serranidae and Lutjanidae were caught in three Cuban localities, and their stomach contents were analyzed based on the number of items, frequency, volume and index of relative importance. Diet composition was similar in the studied localities; Lutjanidae, Serranidae and lionfish mainly fed on fish while Haemulidae and Holocentridae primarily consumed small benthic invertebrates. Mantel correlations showed that the consumption of fish and crustaceans did not increase as lionfish increased in size. The degree of dietary overlap between lionfish and some native fishes depends on locality, ecological zone and the characteristics of each family, confirming the opportunistic nature of the invader. It is likely that native fishes are not affected by competition with lionfish for food because they feed on the most abundant and available organisms; therefore, food availability is not a limiting factor for these groups.

**KEYWORDS:** Diet composition, Trophic ecology, Invasive species.

DOI: 10.25268/bimc.invemar.2017.46.2.732

Publicado por INVEMAR

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by INVEMAR

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

## INTRODUCCIÓN

Las especies invasoras son aquellas que se establecen fuera de su área nativa de distribución (Molnar *et al.*, 2008), y son reconocidas por causar efectos negativos en los ecosistemas invadidos (Crooks, 2002). El pez león (*Pterois volitans*) (Linnaeus, 1758), originario del Indo Pacífico logró invadir el Atlántico occidental tropical y subtropical, constituyendo una de las invasiones de peces marinos más rápida de la historia (Morris *et al.*, 2009). En Cuba se conoce su presencia por primera vez en la costa sur oriental en 2007 por Chevalier *et al.* (2008) y en 2009 se encontraba distribuido por toda la isla (Chevalier *et al.*, 2014). Esta especie puede constituir una seria amenaza para las poblaciones de los organismos de las cuales se alimenta, impactando de forma drástica las tramas tróficas de los arrecifes al consumir las especies nativas de peces e invertebrados (Albins y Hixon, 2008; Morris y Akins, 2009; Alexander y Haynes, 2011; Cabrera, 2011; Valdez-Moreno *et al.*, 2012; Morris, 2013; Cabrera-Guerra, 2014). Además, puede representar una grave amenaza para los peces nativos de nivel trófico similar en la competencia por los recursos, el alimento y el espacio (Morris, 2013; Morris y Green, 2013), ya que presenta características y hábitos conductuales nuevos para el ecosistema invadido; los cuales le pueden conferir cierto grado de eficiencia depredadora (Albins y Hixon, 2011; Albins y Lyons, 2012). Algunos estudios realizados con estos fines (Whitfield *et al.*, 2007; Albins y Hixon, 2008; Morris y Akins, 2009; Green y Côte, 2010; Cure *et al.*, 2012; Green *et al.*, 2012; Albins, 2013; Benkwitt, 2014) dan indicios de que el pez león podría superar a algunos depredadores autóctonos en la competencia por los recursos alimentarios en los hábitats que ha invadido, así como disminuir la abundancia de las especies nativas de peces e invertebrados que constituyen sus presas (Albins, 2013). Teniendo en cuenta el impacto que puede causar el pez león a las especies nativas de nivel trófico similar, la presente investigación se propuso caracterizar la composición y estructura de la dieta del pez león y la de peces nativos de nivel trófico similar, evaluar la relación del aumento de la talla del pez león con la composición de la dieta, así como determinar el nivel de superposición entre la dieta del pez león y la de los peces nativos de nivel trófico similar.

## ÁREA DE ESTUDIO

El estudio fue realizado desde marzo de 2012 hasta febrero de 2016 en tres localidades de Cuba (Figura 1): Guanahacabibes, Pinar del Río (21°46'35.6"-55°77.9"N

## INTRODUCTION

Invasive species establish outside their native range (Molnar *et al.*, 2008) and have negative effects on invaded ecosystems (Crooks, 2002). Lionfish (*Pterois volitans*) (Linnaeus, 1758), which are originally from the Indo-Pacific region, have spread into the tropical and subtropical western Atlantic, constituting one of the most rapid marine fish invasions in history (Morris *et al.*, 2009). In Cuba, this species was first recorded along the southeast coast in 2007 by Chevalier *et al.* (2008), and by 2009, it was widely distributed throughout the waters of the island (Chevalier *et al.*, 2014). This species may pose a serious threat to the native fishes and invertebrates of which it feeds, drastically impacting the trophic structure of reefs (Albins and Hixon, 2008; Morris and Akins, 2009; Alexander and Haynes, 2011; Cabrera, 2011; Valdez-Moreno *et al.*, 2012; Morris, 2013; Cabrera-Guerra, 2014). Additionally, it may pose a serious threat to native fishes at a similar trophic level due to competition for resources, food and habitat (Morris, 2013, Morris and Green, 2013) because it exhibits novel behavioral characteristics and habits to the invaded ecosystem, which can confer some degree of predatory efficiency (Albins and Hixon, 2011, Albins and Lyons, 2012). Some studies (Whitfield *et al.*, 2007; Albins and Hixon, 2008; Morris and Akins, 2009; Green and Côte, 2010; Cure *et al.*, 2012; Green *et al.*, 2012; Albins, 2013; Benkwitt, 2014) suggest that lionfish may outcompete some native predators for food in invaded habitats and decrease the abundance of prey native fishes and invertebrates (Albins, 2013). Considering the potential impact of lionfish on native species, the present research aimed to characterize the diet composition and structure of lionfish and native fishes at a similar trophic level, evaluate the relationship between the diet compositions of lionfish as their size increases and calculate the dietary overlap between lionfish and native fishes at a similar trophic level.

## STUDY AREA

The study was conducted from March 2012 to February 2016 at three Cuban localities (Figure 1): Guanahacabibes (Pinar del Río) (21°46'35.6"-55°77.9"N and 84°32'93.8"-27°91.8"W), La Habana (23°06'98.5"N and 82°26'20.3"W) and Cayo Las Brujas (Villa Clara)

y 84°32'93.8"-27°91.8"W), La Habana (23°06'98.5"N y 82°26'20.3"W) y Cayo Las Brujas, Villa Clara (22°32'54.8"-38°12.3"N y 79°10'17.3"-15°46.6"W). Se trabajó en arrecifes de coral (Guanahacabibes y La Habana) y pastos marinos (Cayo Las Brujas). La presente investigación fue realizada en estas tres localidades para determinar si la superposición de la dieta del pez león con la de los peces nativos varía según el tipo arrecifes y según el biotopo marino.

(22°32'54.8"-38°12.3"N and 79°10'17.3"-15°46.6"W). Field observations were performed on coral reefs (Guanahacabibes and La Habana) and in seagrass (Cayo Las Brujas) to determine if the dietary overlap between lionfish and native fishes varies according to the reef type and marine biotope.

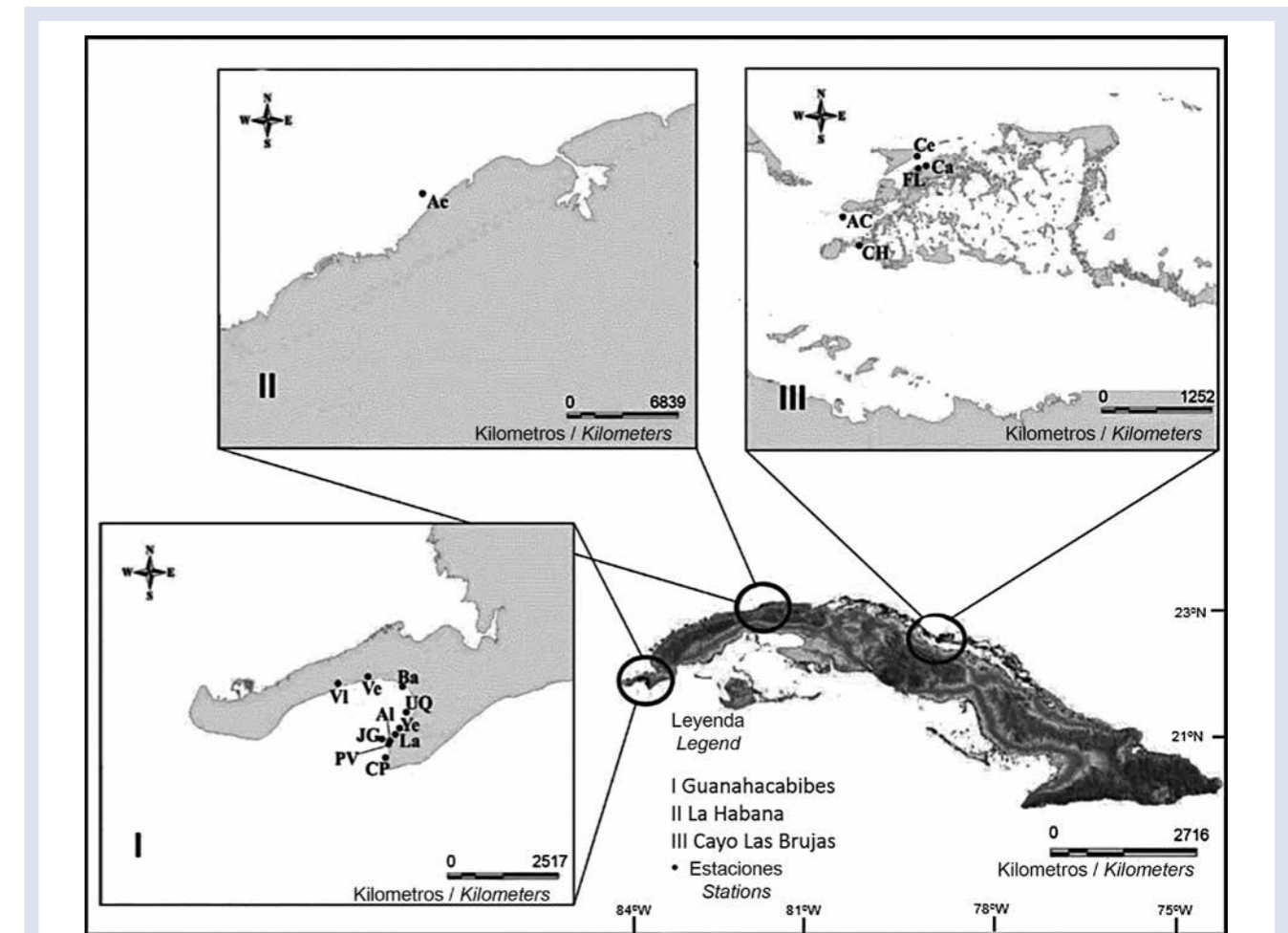


Figura 1: Ubicación de las localidades y estaciones de captura de peces león (*Pterois volitans*) y peces nativos de nivel trófico similar. I: Guanahacabibes (Pinar del Río), II: La Habana, III: Cayo Las Brujas (Villa Clara). Estaciones de captura incluyen Acopio Cobo: AC, Acuario: Ac, Almirante: Al, Bajada: Ba, Canal del Hielo: CH, Carey: Ca, Cerco: Ce, Cuevas de Pedro: CP, Delfinario: De, Farallón de Lali: FL, Jardín de las Gorgonias: JG, Laberinto: La, Patio de Vanesa: PV, Uvero Quemado: UQ, Verral: VI, Verraco: Ve and Yemayá: Ye.

Figure 1: Study localities and capture stations of lionfish (*Pterois volitans*) and native fishes at a similar trophic level. I: Guanahacabibes (Pinar del Río), II: La Habana, III: Cayo Las Brujas (Villa Clara). Capture stations include Acopio Cobo: AC, Acuario: Ac, Almirante: Al, Bajada: Ba, Canal del Hielo: CH, Carey: Ca, Cerco: Ce, Cuevas de Pedro: CP, Delfinario: De, Farallón de Lali: FL, Jardín de las Gorgonias: JG, Laberinto: La, Patio de Vanesa: PV, Uvero Quemado: UQ, Verral: VI, Verraco: Ve and Yemayá: Ye.

### Guanahacabibes

El Parque Nacional Guanahacabibes es un área marina protegida, está ubicado en la provincia Pinar

### Guanahacabibes

The Guanahacabibes National Park is a marine protected area in the province of Pinar de Río with

de Río y posee una extensión de 15 950 ha (Cobián y Chevalier, 2009). En esta zona, los arrecifes son de tipo franjeantes o costeros y su perfil característico generalmente es el de una terraza única que culmina en un escarpe profundo de estructura variada. Los arrecifes del área han sido considerados entre los de mayor belleza y mejor estado de conservación de Cuba (Alcolado *et al.*, 2003; Gotera, 2005; González-Ferrer *et al.*, 2007).

#### La Habana

La localidad de La Habana se ubica en un sector frente al litoral occidental de la provincia La Habana. El crecimiento de corales, gorgonias y esponjas se limita fundamentalmente a la zona del veril (Guardia y González-Sansón, 2000) y no existen crestas ni arrecifes de parche (cabezos). En su lugar, toda la franja costera hasta unos 7 m de profundidades una explanada rocosa con muy pocos refugios (Aguilar y González-Sansón, 2007). No existen grandes porciones de fondos blandos y los que hay son inestables, por lo que prácticamente no existen pastos marinos (Aguilar y González-Sansón, 2007).

#### Caibarién

La localidad de Cayo Las Brujas se encuentra ubicada en la provincia Villa Clara. Presenta un gran número de cayos de mangle e islotes que se asientan sobre una plataforma común y están separados entre sí por canales y canalizos, que permiten el acceso del mar a la costa de Cuba (Martínez-Daranas, 2007). En esta localidad predominan los pastos marinos, particularmente la fanerógama *Thalassia testudinum*. Además, bordeando los cayos se encuentra una densa línea de mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolectas

En las localidades de Guanahacabibes y La Habana se colectaron individuos pertenecientes a las familias Lutjanidae, Serranidae, Haemulidae y Holocentridae; mientras que en Cayo Las Brujas se capturaron solo Lutjanidae y Haemulidae debido a la baja abundancia de especies de Serranidae y Holocentridae con tallas similares a las del pez león. Los peces capturados de la familia Serranidae correspondían a las especies *Cephalopholis cruentata* y *C. fulva*, los pertenecientes a Holocentridae correspondían a las especies *Holocentrus adscensionis* y *H. rufus*, en el caso de Haemulidae correspondían a *Haemulon sciurus* y *H. flavolineatum*, mientras que en La Habana los

an area of 15,950 ha (Cobián and Chevalier, 2009). Marginal or coastal reefs are found in this zone, and their typical profile is one ledge culminating in a deep escarpment with a varied structure. The reefs of the area are considered among the most beautiful and best preserved in Cuba (Alcolado *et al.*, 2003; Gotera, 2005; González-Ferrer *et al.*, 2007).

#### La Habana

This location is in a sector facing the western coast of La Habana province. The growth of corals, gorgonians and sponges is limited mainly to the reef shelf (Guardia and González-Sansón, 2000) and there are no crests or patch reefs (peaks). Instead, the entire coastal strip up to approximately 7 m deep is a rocky ledge with few refuges (Aguilar and González-Sansón, 2007). There are no large areas of soft bottoms and those that exist are unstable, so there are practically no seagrasses (Aguilar and González-Sansón, 2007).

#### Caibarién

Cayo Las Brujas is located near the municipality of Caibarién in the province of Villa Clara. In this area, many mangrove cays and islets rest on a common platform, separated from each other by canals and fairways that allow the sea to access the Cuban coast (Martínez-Daranas, 2007). Seagrasses predominate, particularly the phanerogam *Thalassia testudinum*, and a dense row of red mangrove (*Rhizophora mangle*) borders the keys.

## MATERIALS AND METHODS

### Specimen collection

In the localities of Guanahacabibes and La Habana, individual members of the families Lutjanidae, Serranidae, Haemulidae and Holocentridae were collected, but in Cayo Las Brujas, only Lutjanidae and Haemulidae were collected due to low abundance of Serranidae and Holocentridae species similar in size to lionfish. The fish species of the family Serranidae were *Cephalopholis cruentata* and *C. fulva*; those of Holocentridae were *Holocentrus adscensionis* and *H. rufus*; and those of Haemulidae were *Haemulon sciurus* and *H. flavolineatum*. In La Habana, individual members of the Lutjanidae family belonged to *Lutjanus synagris*, while they belonged to *L. griseus* and *L. apodus* in Guanahacabibes and Cayo

correspondientes a la familia Lutjanidae pertenecían a *Lutjanus synagris* y en Guanahacabibes y Cayo Las Brujas pertenecían a *L. griseus* y *L. apodus*. Todos los peces nativos cumplían la condición de ser los depredadores carnívoros más abundantes en cada localidad, además de presentar talla similar a la del pez león. Los ejemplares fueron capturados entre 8:00 y 10:00 h mediante la utilización de redes de mano (jamos) y arpones hawaianos. Las capturas fueron realizadas tres veces al año.

### Procesamiento en el laboratorio

Los peces león y los peces nativos fueron analizados en un corto período de tiempo a partir de su colecta, en el caso que no fuera posible fueron congelados para su posterior identificación. Los ejemplares se sacrificaron mediante un corte de la columna vertebral en la región cervical empleando tijeras. En el caso del pez león se removieron las espinas dorsales, pélvicas y anales para evitar posibles accidentes. A todos los individuos colectados se les midió el largo total (centímetros) con una regla de 0.1 mm de precisión y se determinó el peso (gramos) con una balanza analítica de 0.5 g de precisión.

Las entidades halladas en los estómagos se identificaron hasta el taxón más bajo posible. Los peces se identificaron según Böhlke y Chaplin (1968), Guitart (1974), Guitart (1975) y Claro (2001). Los crustáceos se identificaron según los trabajos de Gómez (1980), Martínez-Iglesias y Gómez (1986) y Ortiz *et al.* (2010). Para el análisis volumétrico se emplearon vasos y probetas graduadas de 1 ml y 0.2 ml de precisión respectivamente.

### Análisis de datos

Se graficó una curva de Entidades acumuladas vs. Estómagos analizados (unidades de muestreo), estos últimos se combinaron y ordenaron aleatoriamente. El análisis de las entidades halladas en los estómagos de cada una de las especies se realizó mediante el cálculo del porcentaje del número (%N), frecuencia (%F) y volumen (%V). A partir de estos resultados se calculó el índice de importancia relativa (IRI) (Pinkas *et al.*, 1971), según la formula  $IRI = (\%N + \%V) \times \%F$ , también se evaluó el porcentaje de IRI como  $\%IRI = 100 \times IRI_i / \sum IRI_i$  (Hyslop, 1980).

En La Habana se realizó un análisis de la dieta según la talla del pez león, se utilizó solo esta localidad debido a que fue la única donde se capturaron peces león de todas las amplitudes de tallas. Los ejemplares de peces león en dicha localidad fueron agrupados en cinco (5) clases de largo total: 10-15 cm; 15.1-20 cm; 20.1-25 cm; 25.1-30 cm y más de 30 cm. Fue determinado el consumo de peces y crustáceos según

Las Brujas. In addition to being similar in size to lionfish, all the native fishes were the most abundant carnivorous predators in each locality. Three times a year, specimens were caught between 8:00 am and 10:00 am using hand nets and Hawaiian spears.

### Laboratory processing

Lionfish and native fishes were analyzed soon after collection; when this was not possible, they were frozen for later identification. Specimens were sacrificed by cervical sectioning of the spine using scissors, and the dorsal, pelvic and anal spines of lionfish were removed to prevent injury. The total length (cm) and weight (g) of all individuals were measured using a ruler with an accuracy of 0.1 mm and an analytical scale with an accuracy of 0.5 g, respectively.

Prey items found in the stomachs were identified to the lowest possible taxonomic level. Fish were identified according to Böhlke and Chaplin (1968), Guitart (1974), Guitart (1975) and Claro (2001), and crustaceans were identified according to Gómez (1980), Martínez-Iglesias and Gómez (1986) and Ortiz *et al.* (2010). Volumetric analysis was performed using graduated beakers and cylinders with an accuracy of 1 ml and 0.2 ml, respectively.

### Data analysis

An accumulated curve of prey items was constructed by plotting the total number of prey items observed vs. the number of stomachs analyzed (sampling units); the stomachs were randomly combined and ordered. The items found in the stomachs of each species were analyzed by calculating their proportion (%N), frequency (%F) and volume (%V). From these results, the index of relative importance (IRI) was calculated (Pinkas *et al.*, 1971) using the formula  $IRI = (\%N + \%V) \times \%F$ ; percent IRI was also calculated as  $\%IRI = 100 \times IRI_i / \sum IRI_i$  (Hyslop, 1980).

In La Habana, diets were analyzed relative to the size of the lionfish as this was the only locality where all sizes of lionfish were captured. These lionfish specimens were grouped into five (5) total length classes: 10-15 cm, 15.1-20 cm, 20.1-25 cm, 25.1-30 cm and greater than 30 cm. The consumption of fish and crustaceans in relation to size was determined from the variables %N, %F, %V and %IRI to consider whether the diet composition of lionfish varied with growth. To determine changes in the food spectrum from one stage of development to another, the

la talla del pez león mediante las variables %N, %F, %V y %IRI. Este procedimiento se realizó para determinar si había variaciones en la composición de la dieta del pez león con el crecimiento. En el caso que existan cambios en el espectro alimentario al pasar de una a otra etapa de desarrollo, se determinará el nivel de superposición trófica entre cada clase de tallas del pez león y las familias de peces nativos.

Para comparar los valores medios del %N, %F, %V y %IRI de las entidades alimentarias halladas en el estómago de los peces león y las familias de peces nativos se empleó el método de Montecarlo (Metropolis y Ulam, 1949). Se utilizaron 10000 remuestros aleatorios con reemplazamiento de los datos originales. Para determinar si existía correlación entre el consumo de peces y crustáceos (%N, %F, %V y %IRI) con las tallas del pez león se aplicó una prueba de Mantel (Mantel, 1967). Los datos se convirtieron a matrices de distancia Euclidiana, se realizaron 999 permutaciones y se compararon ambas matrices. Esta comparación se basó en calcular el estadístico Z y probar su significación contra una distribución nula obtenida por permutaciones de la segunda matriz. Con la finalidad de analizar la superposición trófica entre el pez león y los peces nativos, se calcularon los intervalos confianza del índice Morisita-Horn (Horn, 1956). Se empleó en método de Montecarlo utilizando 10000 remuestros aleatorios con reemplazamiento de los datos originales y se calcularon los límites de confianza por Bootstrap. Para el procesamiento de los datos y las pruebas estadísticas fueron utilizados los programas Microsoft Excel, Pop Tools versión 3.23, Primer versión 6.0, R versión 3.2.2 y Mapinfo versión 10.5.

## RESULTADOS

### Composición de la dieta

Fueron capturados 899 peces león y 377 peces nativos de nivel trófico similar de los cuales, 74 correspondieron a la familia Serranidae, 146 a Haemulidae, 71 a Holocentridae y 86 a Lutjanidae.

La tendencia asintótica observada en la curva de entidades acumuladas vs estómagos analizados permitió considerar apropiado el tamaño de la muestra (Figura 2).

En el contenido estomacal del pez león fueron identificadas 81 entidades alimentarias, agrupadas en 10 órdenes y 30 familias (Tablas 1, 2, 3, 4, 5). Las familias Pomacentridae (%IRI=1.41), Gobiidae (%IRI=0.82), Scaridae (%IRI= 0.33) y Labridae (%IRI=0.22) fueron las más importantes. En el contenido estomacal de los peces nativos se identificaron 44 entidades, agrupadas en 11 órdenes y 21 familias.

degree of trophic overlap between each size class of lionfish and native fishes was analyzed.

The Monte Carlo method (Metropolis and Ulam, 1949) was used to compare the mean values of %N, %F, %V and %IRI for prey items found in the stomachs of lionfish and native fishes (Metropolis and Ulam, 1949). Ten thousand (10,000) random resamples of the original data were performed with replacement, and a Mantel test (Mantel, 1967) was performed to determine whether there was a correlation between the consumption of fish and crustaceans (%N, %F, %V and %IRI) by lionfish and their size. Data were converted to Euclidean distance matrices; 999 permutations were performed; and the matrices were compared by calculating the Z statistic and testing its significance against a null distribution obtained by permutations of the second matrix. To assess the trophic overlap between lionfish and native fishes, confidence intervals were calculated for Morisita-Horn indices (Horn, 1956). A Monte Carlo simulation was also performed using 10,000 random resamples of the original data with replacement, and confidence limits were calculated by bootstrapping. The programs Microsoft Excel, Pop Tools version 3.23, First version 6.0, R version 3.2.2 and MapInfo version 10.5 were used for data processing and statistical analysis.

## RESULTS

### Diet composition

Eight hundred ninety-nine (899) lionfish and 377 native fishes at a similar trophic level were captured, of which 74 belonged to the family Serranidae, 146 to Haemulidae, 71 to Holocentridae and 86 to Lutjanidae.

The asymptotic trend in the curve of cumulative items vs. stomachs analyzed indicated that the sample size was appropriate (Figure 2).

Eighty-one (81) food items were identified from the stomach contents of lionfish that were grouped into ten orders and 30 families (Tables 1, 2, 3, 4 and 5). The families Pomacentridae (%IRI=1.41), Gobiidae (%IRI=0.82), Scaridae (%IRI=0.33) and Labridae (%IRI=0.22) were the most important. Forty-four (44) items were identified from the stomach contents of native fishes that were grouped into 11 orders and 21 families.

In order of abundance according to %IRI, lionfish and species of the families Lutjanidae and Serranidae mainly fed on fish and crustaceans. Species belonging to the family Holocentridae mainly fed on crustaceans

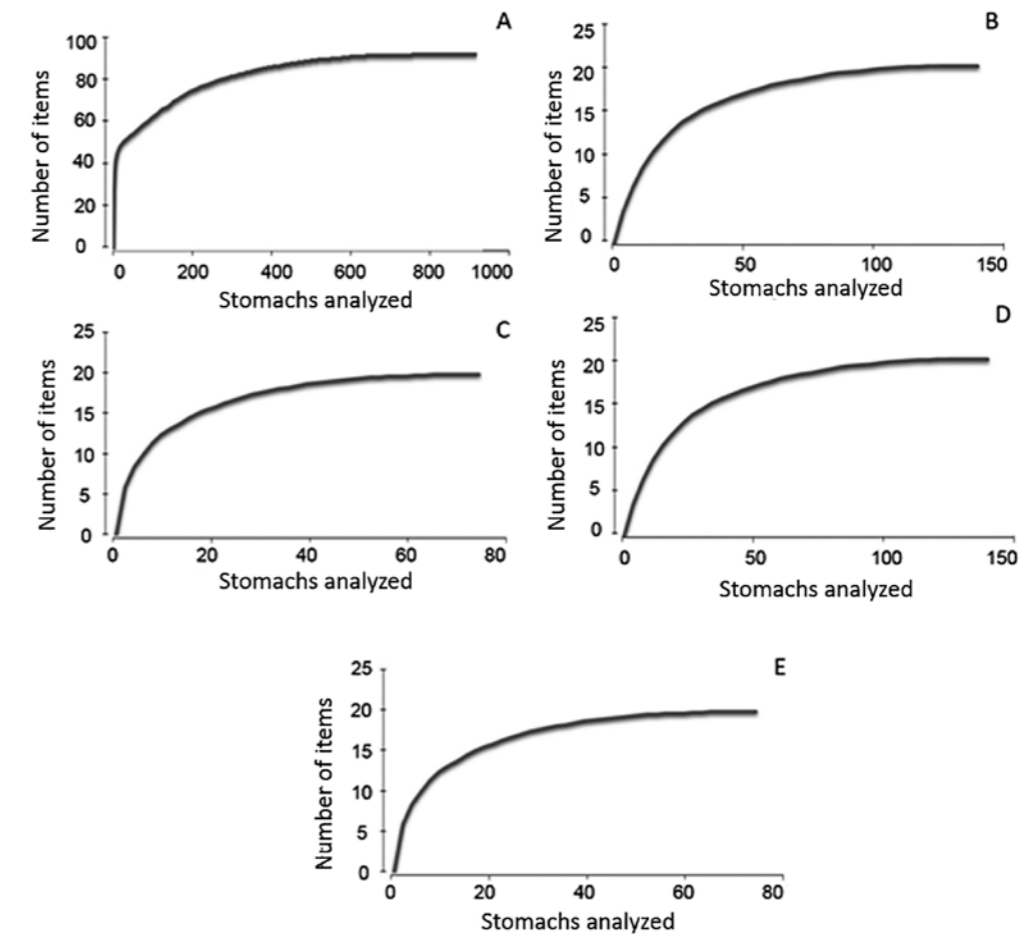


Figura 2. Curva de acumulación de entidades. A: Pez león, B: Lutjanidae, C: Serranidae, D: Haemulidae, E: Holocentridae.

Figure 2. Accumulated curves of prey items. A: lionfish, B: Lutjanidae, C: Serranidae, D: Haemulidae, E: Holocentridae.

Tabla 1: Lista de entidades halladas en el contenido estomacal de los peces león (*Pterois volitans*) en las tres localidades estudiadas: Guanahacabibes, La Habana y Cayo Las Brujas. Número: N, Frecuencia: F, Volumen: V, Índice de Importancia Relativa: IRI.

Table 1: List of items found in the stomach contents of lionfish (*Pterois volitans*) from the three studied localities: Guanahacabibes, La Habana and Cayo Las Brujas. Number: N, frequency: F, volume: V and index of relative importance: IRI

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
	Materia orgánica / Organic matter	2.99	6.65	2.98	1.01
	Peces no identificados / Unidentified fish	50.75	41.49	34.79	90.16
Orden / Order	Cyprinodontiformes				
Familia / Family	Poeciliidae				
	<i>Gambusia</i> sp.	0.07	0.08	-	0.0001
Orden / Order	Perciformes				
Familia / Family	Chaenopsidae				
	<i>Acanthemblemaria</i> sp.	0.07	0.16	0.03	0.0004
	<i>Lucayablennius zingaro</i>	0.07	0.16	0.01	0.0003
Familia / Family	Scaridae	1.07	1.58	3.94	0.20
	<i>Sparisoma atomarium</i>	1.46	1.82	1.12	0.12
	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	0.04	0.08	0.10	0.0003

Tabla 1

Table 1

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
	<i>Scarus iseri</i>	0.18	0.32	1.33	0.01
Familia / Family	Haemulidae				
	<i>Haemulon sciurus</i>	0.11	0.08	-	0.0002
Familia / Family	Labridae	0.25	0.55	0.49	0.01
	<i>Clepticus parrae</i>	0.18	0.40	1.10	0.01
	<i>Thalassoma bifasciatum</i>	1.07	1.27	2.14	0.10
	<i>Halichoeres</i> sp.	0.18	0.40	0.18	0.004
	<i>Halichoeres bivittatus</i>	0.21	0.40	1.58	0.02
	<i>Halichoeres maculipinna</i>	0.04	0.08	0.06	0.0002
	<i>Halichoeres garnoti</i>	0.75	1.43	1.21	0.07
Familia / Family	Serranidae				
	<i>Serranus</i> sp.	0.04	0.08	0.01	0.0001
	<i>Serranus tigrinus</i>	0.04	0.08	0.22	0.0005
	<i>Hypoplectrus</i> sp.	0.07	0.16	0.20	0.001
	<i>Cephalopholis cruentata</i>	0.04	0.08	-	0.0001
Familia / Family	Pomacanthidae	0.04	0.08	0.15	0.0004
	<i>Holacanthus tricolor</i>	0.53	0.71	0.97	0.03
Familia / Family	Pomacentridae				
	<i>Stegastes</i> sp.	0.14	0.32	0.25	0.003
	<i>Stegastes partitus</i>	2.60	4.51	8.41	1.26
	<i>Abudefduf saxatilis</i>	0.14	0.32	1.80	0.02
	<i>Chromis cyanea</i>	0.32	0.71	1.71	0.04
	<i>Chromis multilineata</i>	3.28	0.71	2.08	0.10
Familia / Family	Labrisomidae				
	<i>Malacoctenus triangulatus</i>	0.29	0.24	0.05	0.002
	<i>Malacoctenus</i> sp.	0.04	0.08	0.04	0.0002
Familia / Family	Acanthuridae	0.25	0.55	0.93	0.02
	<i>Acanthurus coeruleus</i>	0.46	0.95	1.06	0.04
	<i>Acanthurus tractus</i>	0.14	0.24	0.75	0.01
	<i>Acanthurus chirurgus</i>	0.04	0.08	0.22	0.001
Familia / Family	Mullidae				
	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	0.07	0.16	5.99	0.02
	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	0.04	0.08	1.12	0.002
Familia / Family	Chaetodontidae				
	<i>Chaetodon</i> sp.	0.04	0.08	0.07	0.0002
Familia / Family	Gobiidae	0.53	0.71	0.49	0.02
	<i>Coryphopterus</i> sp.	0.82	0.40	0.21	0.01
	<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	0.21	0.32	0.22	0.003
	<i>Coryphopterus personatus</i>	9.55	2.61	1.92	0.76
	<i>Coryphopterus dicrus</i>	0.07	0.16	0.07	0.001
	<i>Gnatholepis thompsonii</i>	1.28	0.32	2.05	0.03
	<i>Priolepis hipoliti</i>	0.04	0.08	0.01	0.0001
Familia / Family	Apogonidae				
	<i>Apogon</i> sp.	0.07	0.16	0.04	0.0005

Tabla 1

Table 1

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
	<i>Apogon maculatus</i>	0.04	0.08	0.04	0.0002
Familia / Family	Cirrhitidae				
	<i>Amblycirrhitus pinos</i>	0.07	0.16	0.08	0.001
Familia / Family	Priacanthidae				
	<i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	0.07	0.16	0.97	0.004
Familia / Family	Lutjanidae				
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	0.04	0.08	0.82	0.002
Familia / Family	Opistognathidae				
	<i>Opistognathus aurifrons</i>	0.11	0.24	0.10	0.001
Familia / Family	Grammatidae				
	<i>Gramma loreto</i>	1.10	2.22	0.72	0.10
	<i>Gramma melacara</i>	0.57	0.79	1.11	0.03
Orden / Order	Syngnathiformes				
Familia / Family	Aulostomidae				
	<i>Aulostomus maculatus</i>	0.07	0.16	0.19	0.001
Orden / Order	Beryciformes				
Familia / Family	Holocentridae	0.14	0.32	0.51	0.01
	<i>Sargocentrum vexillarium</i>	0.04	0.08	-	0.0001
	<i>Neoniphon marianus</i>	0.50	1.03	3.81	0.11
	<i>Myripristis jacobus</i>	0.04	0.08	0.52	0.001
Orden / Order	Tetraodontiformes				
Familia / Family	Monacanthidae	0.25	0.48	0.56	0.01
	<i>Monacanthus tuckeri</i>	0.14	0.32	0.10	0.002
Familia / Family	Balistidae				
	<i>Balistes vetula</i>	0.07	0.16	0.10	0.001
Familia / Family	Tetraodontidae				
	<i>Canthigaster rostrata</i>	0.04	0.08	0.02	0.0001
Orden / Order	Aulopiformes				
Familia / Family	Synodontidae				
	<i>Synodus</i> sp.	0.18	0.16	0.18	0.001
	<i>Synodus synodus</i>	0.14	0.32	0.22	0.003
	Crustáceos no identificados / Unidentified crustaceans	0.18	0.40	0.59	0.01
Orden / Order	Isopoda	0.36	0.79	0.16	0.01
Orden / Order	Mysida	0.78	0.87	0.09	0.02
Orden / Order	Decapoda				
	Camarones no identificados / Unidentified shrimp	11.55	13.70	4.27	5.50
Sub Orden / Suborder	Pleocyemata				
Infra Orden / Infraorder	Stenopodidea				
Familia / Family	Stenopodidae				
	<i>Stenopus hispidus</i>	0.18	0.32	0.09	0.002
	<i>Stenopus scutellatus</i>	0.04	0.08	0.02	0.0001
Infra Orden / Infraorder	Caridea	0.71	0.79	0.16	0.02

Tabla 1

Table 1

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
Familia / Family	Palaemonidae				
	<i>Periclimenes</i> sp.	0.04	0.16	0.16	0.001
Sub Orden / Suborder	Dendrobranchiata				
Super Familia / Superfamily	Penaeoidea	0.07	0.16	0.07	0.001
Infra Orden / Infraorder	Brachyura	0.61	1.27	0.55	0.04
Familia / Family	Portunidae	0.07	0.16	-	0.0003
	<i>Portunus</i> sp.	0.07	0.16	0.19	0.001
Familia / Family	Calappidae	0.11	0.16	-	0.0004
Orden / Order	Stomatopoda	0.18	0.48	0.29	0.01
Familia / Family	Squillidae				
	<i>Squilla</i> sp.	0.46	0.87	1.01	0.03
Infra Orden / Infraorder	Anomura	0.04	0.16	-	0.0001
Phylum	Mollusca				
Clase / Class	Cephalopoda	0.11	0.16	0.03	0.001
Clase / Class	Octopoda	0.11	0.32	0.07	0.001
	Algas / Algae	0.11	0.24	0.01	0.001

Tabla 2: Lista de entidades halladas en el contenido estomacal de la familia Haemulidae en las tres localidades estudiadas: Guanahacabibes, La Habana y Cayo Las Brujas Número: N, Frecuencia: F, Volumen: V, Índice de Importancia Relativa: IRI.

Table 2: List of items found in the stomach contents of the family Haemulidae in the three studied localities: Guanahacabibes, La Habana and Cayo Las Brujas. Number: N, frequency: F, volume: V and index of relative importance: IRI.

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
	Materia orgánica / Organic matter	31.25	38.46	38.81	74.67
	Peces no identificados / Unidentified fish	8.93	9.89	8.58	4.80
Orden / Order	Perciformes				
Familia / Family	Scaridae	0.89	1.10	3.73	0.14
Orden / Order	Isopoda	0.89	1.10	-	0.03
Orden / Order	Decapoda				
	Camarones no identificados / Unidentified shrimp	17.86	12.09	9.33	9.11
Infra Orden	Brachyura	9.82	4.40	5.22	1.83
Orden / Order	Stomatopoda	1.79	2.20	0.75	0.15
Familia / Family	Squillidae				
	<i>Squilla</i> sp.	1.79	2.20	3.73	0.34
Clase / Class	Maxillopoda				
Infra Clase	Cirripedia	0.89	1.10	-	0.03
Phylum	Mollusca	4.46	5.49	2.99	1.13
Clase / Class	Gastropoda	0.89	1.10	2.99	0.12
Familia / Family	Strombidae	0.89	1.10	1.49	0.07
Clase / Class	Octopoda	0.89	1.10	0.75	0.05
Clase / Class	Polychaeta	9.82	8.79	16.04	6.30
Familia / Family	Amphinomidae				
	<i>Hermodice carunculata</i>	0.89	1.10	1.49	0.07

Tabla 2

Table 2

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
Phylum	Plathelminthes	0.89	1.10	-	0.03
Phylum	Sipuncula	4.46	4.40	4.10	1.04
Clase / Class	Asteroidea	0.89	1.10	-	0.03
Clase / Class	Holothuroidea	0.89	1.10	-	0.03
	Algas / Algae	0.89	1.10	-	0.03

Tabla 3: Lista de entidades halladas en el contenido estomacal de la familia Serranidae en las tres localidades estudiadas: Guanahacabibes, La Habana y Cayo Las Brujas Número: N, Frecuencia: F, Volumen: V, Índice de Importancia Relativa: IRI.

Table 3: List of items found in the stomach contents of the family Serranidae in the three studied localities: Guanahacabibes, La Habana and Cayo Las Brujas. Number: N, frequency: F, volume: V, and index of relative importance: IRI.

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
	Materia orgánica / Organic matter	3.61	4.84	6.52	2.20
	Peces no identificados / Unidentified fish	22.89	30.65	23.19	63.31
Orden / Order	Cyprinodontiformes				
Familia / Family	Poeciliidae				
	<i>Gambusia</i> sp.	1.20	1.61	-	0.09
Orden / Order	Beryciformes				
Familia / Family	Holocentridae				
	<i>Neoniphon marianus</i>	1.20	1.61	3.62	0.35
Orden / Order	Perciformes				
Familia / Family	Labridae	1.20	1.61	3.62	0.35
	<i>Halichoeres bivittatus</i>	1.20	1.61	14.49	1.14
Familia / Family	Labrisomidae				
	<i>Malacoctenus triangulatus</i>	1.20	1.61	1.09	0.17
Familia / Family	Acanthuridae				
	<i>Acanthurus coeruleus</i>	7.23	9.68	9.96	7.46
Familia / Family	Pomacentridae				
	<i>Stegastes partitus</i>	1.20	1.61	10.87	0.87
Familia / Family	Grammatidae				
	<i>Gramma loreto</i>	1.20	1.61	1.45	0.19
Orden / Order	Tetraodontiformes				
Familia / Family	Tetraodontidae				
	<i>Canthigaster rostrata</i>	4.82	6.45	3.08	2.28
Orden / Order	Decapoda				
Sub Orden / Suborder	Pleocyemata				
Infra Orden / Infraorder	Caridea	1.20	1.61	1.09	0.17
Infra Orden / Infraorder	Brachyura	7.23	8.06	1.45	3.14
Orden / Order	Stomatopoda	9.64	8.06	3.99	4.93
Familia / Family	Pseudosquillidae				
	<i>Pseudosquilla</i> sp.	1.20	1.61	0.36	0.11
	<i>Pseudosquilla ciliata</i>	1.20	1.61	0.18	0.10
Clase / Class	Octopoda	2.41	3.23	1.81	0.61
Clase / Class	Polychaeta	24.10	6.45	10.14	9.90

Tabla 4: Lista de entidades halladas en el contenido estomacal de la familia Holocentridae en las tres localidades estudiadas: Guanahacabibes, La Habana y Cayo Las Brujas. Número: N, Frecuencia: F, Volumen: V, Índice de Importancia Relativa: IRI.

Table 4: List of items found in the stomach contents of the family Holocentridae in the three studied localities: Guanahacabibes, La Habana and Cayo Las Brujas. Number: N, frequency: F, volume: V and index of relative importance: IRI.

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
	Materia orgánica / Organic matter	8.67	22.37	18.52	16.28
	Peces no identificados / Unidentified fish	7.14	15.79	32.80	16.88
	Crustáceos no identificados / Unidentified crustaceans	1.02	2.63	0.53	0.11
Orden / Order	Decapoda	0.51	1.32	-	0.02
	Camarones no identificados / Unidentified shrimp	57.14	19.74	28.04	44.99
Infra Orden / Infraorder	Brachyura	21.94	30.26	3.70	20.77
Orden / Order	Stomatopoda	0.51	1.32	1.59	0.07
Familia / Family	Squillidae				
	<i>Squilla</i> sp.	1.02	2.63	6.35	0.52
Phylum	Mollusca	0.51	1.32	4.23	0.17
Clase / Class	Polychaeta	0.51	1.32	2.65	0.11
Clase / Class	Asteroidea	1.02	1.32	1.59	0.09

Tabla 5: Lista de entidades halladas en el contenido estomacal de la familia Lutjanidae en las tres localidades estudiadas: Guanahacabibes, La Habana y Cayo Las Brujas. Número: N, Frecuencia: F, Volumen: V, Índice de Importancia Relativa: IRI.

Table 5: List of items found in the stomach contents of members of the family Lutjanidae in the three studied localities: Guanahacabibes, La Habana and Cayo Las Brujas. Number: N, frequency: F, volume: V and index of relative importance: IRI.

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
	Materia orgánica / Organic matter	4.08	6.56	0.35	0.93
	Peces no identificados / Unidentified fish	33.67	39.34	26.52	75.94
Orden / Order	Perciformes				
Familia / Family	Scaridae	1.02	1.64	23.75	1.30
Familia / Family	Acanthuridae				
	<i>Acanthurus coeruleus</i>	1.02	1.64	3.23	0.22
Familia / Family	Gobiidae	1.02	1.64	1.15	0.11
Orden / Order	Tetraodontiformes				
Familia / Family	Monacanthidae	1.02	1.64	-	0.05
Familia / Family	Balistidae	2.04	1.64	4.38	0.34
Familia / Family	Tetraodontidae				
	<i>Sphoeroides spengleri</i>	1.02	1.64	3.46	0.24
Orden / Order	Aulopiformes				
Familia / Family	Synodontidae				
	<i>Synodus</i> sp.	1.02	1.64	1.50	0.13
Orden / Order	Clupeiformes				
Familia / Family	Clupeidae	7.14	4.92	9.80	2.67
Orden / Order	Syngnathiformes				
Familia / Family	Syngnathidae				
	<i>Hippocampus reidi</i>	1.02	1.64	0.92	0.10
Orden / Order	Decapoda				
	Camarones no identificados	25.51	16.39	3.23	13.07

Tabla 5

Table 5

Categoría taxonómica / Taxonomic category	Entidades / Item	% N	% F	% V	% IRI
Sub Orden / Suborder	Pleocyemata				
Infra Orden / Infraorder	Caridea				
Familia / Family	Palaemonidae				
	<i>Periclimenes</i> sp.	1.02	1.64	-	0.05
Sub Orden / Suborder	Dendrobranchiata				
Super Familia / Superfamily	Penaeoidea	1.02	1.64	5.77	0.36
Infra Orden / Infraorder	Brachyura	10.20	6.56	6.71	3.56
Familia / Family	Majidae	2.04	1.64	1.38	0.18
Orden / Order	Stomatopoda	1.02	1.64	0.23	0.07
Familia / Family	Squillidae				
	<i>Squilla</i> sp.	3.06	1.64	-	0.16
Clase / Class	Octopoda	1.02	1.64	7.50	0.45
Clase / Class	Polychaeta	1.02	1.64	0.12	0.06

Los peces león y las especies de las familias Lutjanidae y Serranidae se alimentaron principalmente de peces y crustáceos en ese orden de abundancia de acuerdo a %IRI. Las especies pertenecientes a la familia Holocentridae se alimentaron principalmente de crustáceos, mientras Haemulidae de pequeños invertebrados bentónicos. En la familia Lutjanidae se cuantificaron nueve familias de peces como parte de su dieta, de ellas, Acanthuridae (%IRI=9,49), Clupeidae (%IRI=2,67) y Scaridae (%IRI=1,30) fueron las mejor representadas. La familia Serranidae presentó ocho familias de peces en su dieta, de las cuales Acanthuridae (%IRI=7,45) y Labridae (%IRI=1,48) fueron las más importantes. En el caso de la familia Holocentridae los camarones (Infraorden Stenopodidea y Caridea y la superfamilia Penaeoidea, %IRI=44,99) y el infraorden Brachyura (%IRI=20,77) fueron las entidades más importantes. A pesar de que los peces constituyen el segundo grupo mejor representado, no se logró identificar alguna familia de estos (%IRI=16,88). La dieta de la familia Haemulidae estuvo compuesta por crustáceos (camarones y brachyuros), poliquetos, moluscos, platelmintos, sipunculidos, holoturoideos y asteroideos; la proporción de cada componente varió de acuerdo a cada localidad.

**Análisis de la dieta según la talla del pez león en La Habana**

Se comprobó que no existe correlación significativa entre el aumento de la talla del pez león y el consumo de peces y crustáceos para ninguno de los métodos utilizados en la localidad de La Habana (Figura 1). De manera que la dieta de los juveniles es similar a la de los adultos en cuanto a la proporción de peces y crustáceos consumida.

while Haemulidae fed on small benthic invertebrates. In the family Lutjanidae, nine fish families were identified in the diets, of which Acanthuridae (%IRI=9.49), Clupeidae (%IRI=2.67) and Scaridae (%IRI=1.30) were predominant. Serranidae had eight fish families in its diet, of which Acanthuridae (%IRI=7.45) and Labridae (%IRI=1.48) were the most important. In the family Holocentridae, shrimps (infraorders Stenopodidea and Caridea, the superfamily Penaeoidea (%IRI=44.99) and the infraorder Brachyura (%IRI=20.77)) were the most important items. Although fish were the second best-represented group, identification to the family level was not possible (%IRI=16.88). The diet of the family Haemulidae included crustaceans (shrimp and crabs), polychaetes, mollusks, platyhelminths, sipunculids, holothuroids and asteroids; the proportion of each component varied according to locality.

**Diet analysis in relation to lionfish size in La Habana**

There was no significant correlation between the size of lionfish and the consumption of fish and crustaceans in the locality of La Habana based on any of the methods used (Figure 1). Therefore, juvenile and adult diets are similar in the proportion of fish and crustaceans consumed.

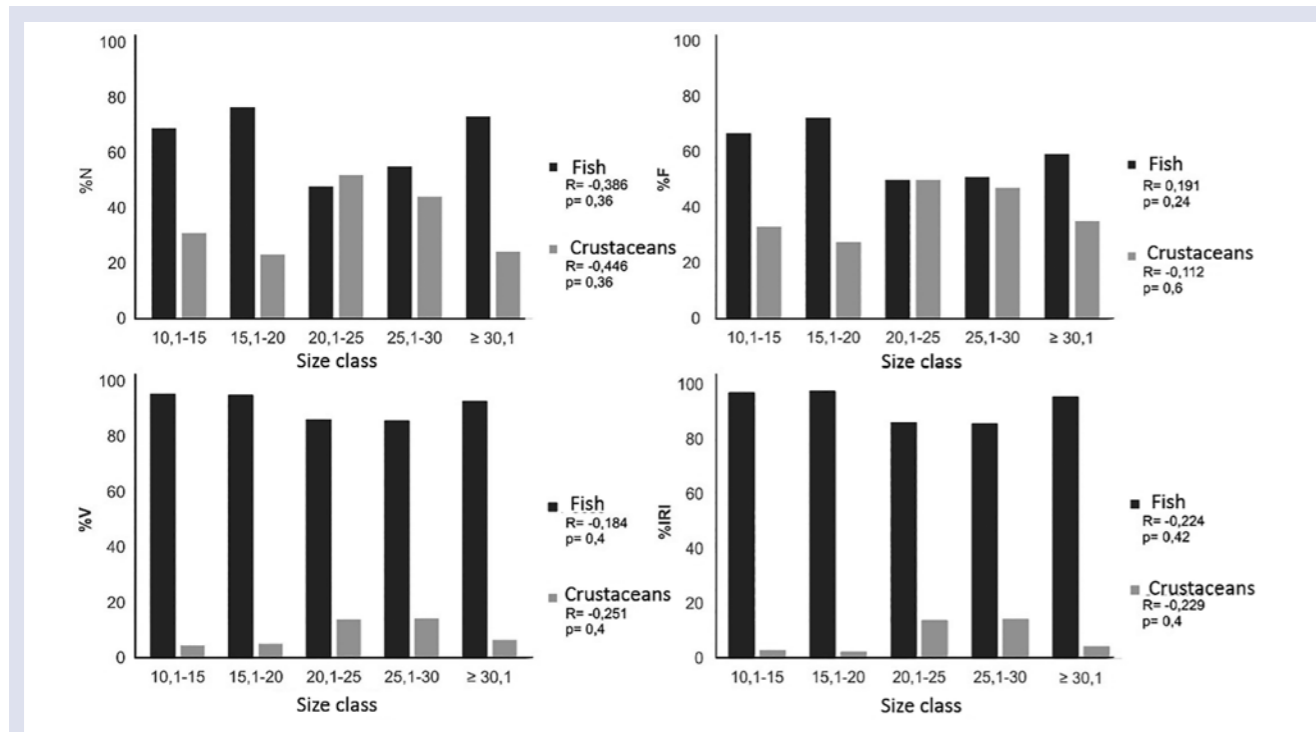


Figura 3. Correlaciones a partir de la prueba de Mantel para el consumo de peces y crustáceos según la talla del pez león, de acuerdo con los cuatro métodos analizados en la localidad de La Habana. Número: N, Frecuencia: F, Volumen: V, Índice de Importancia relativa: IRI.

Figure 3: Mantel correlations of fish and crustaceans consumption in relation to lionfish size in the locality of La Habana according to the four analytical methods. Number: N, frequency: F, volume: V and index of relative importance: IRI.

### Índice de superposición trófica

Los valores promedio del Índice de Morisita-Horn en Guanahacabibes indicaron una superposición baja entre las dietas del pez león y las familias Haemulidae, Serranidae y Holocentridae, mientras que, dicho índice para Lutjanidae fue elevado. En la localidad de La Habana Serranidae presentó una superposición alta de su dieta con respecto a la del pez león, Haemulidae y Holocentridae presentaron una superposición media, mientras que Lutjanidae una superposición baja. En la localidad de Cayo Las Brujas, al comparar las dietas de Haemulidae y Lutjanidae con respecto a la del pez león se observó una superposición media y alta respectivamente (Tabla 6).

### DISCUSIÓN

La tendencia asintótica observada en las curvas acumuladas muestra que el número de estómagos fue suficiente para caracterizar la dieta del pez león y de las familias de peces nativos. El número de entidades alimentarias halladas en el contenido estomacal del pez león y de las familias Lutjanidae, Serranidae, Haemulidae y Holocentridae confirma que estos peces son depredadores activos generalistas (Sierra et al., 2001;

### Trophic overlap index

Mean Morisita-Horn index values suggested low dietary overlap between lionfish and the families Haemulidae, Serranidae and Holocentridae in Guanahacabibes; but this index was high for Lutjanidae. In La Habana, dietary overlap was high between Serranidae and lionfish; Haemulidae and Holocentridae exhibited moderate overlap; and Lutjanidae showed low overlap. In Cayo Las Brujas, moderate and high overlap was observed when comparing the diets of members of the families Haemulidae and Lutjanidae to that of lionfish, respectively (Table 6).

### DISCUSSION

The asymptotic trends observed in the accumulated curves show that the number of stomachs analyzed were sufficient to characterize the diets of lionfish and the families of native fishes. The quantity of food items found in the stomach contents of lionfish and members of the families Lutjanidae, Serranidae, Haemulidae and Holocentridae confirms that all are active generalist predators (Sierra et al., 2001; Morris et

Tabla 6. Valores de superposición trófica ( $C\lambda$ ) con sus intervalos de confianza entre el pez león y las familias Haemulidae, Serranidae, Holocentridae y Lutjanidae obtenidos a partir del Índice de Morisita-Horn en las localidades de Guanahacabibes, La Habana y Cayo Las Brujas.

Table 6. Trophic overlap values ( $C\lambda$ ) and their confidence intervals between lionfish and the families Haemulidae, Serranidae, Holocentridae and Lutjanidae in Guanahacabibes, La Habana and Cayo Las Brujas based on Morisita-Horn index values.

Category	Trophic overlap ( $C\lambda$ )
Guanahacabibes	
Lionfish-Haemulidae	0.25 (0.1-0.39)
Lionfish-Serranidae	0.11 (0.08-0.15)
Lionfish-Holocentridae	0.18 (0.1-0.31)
Lionfish-Lutjanidae	0.92 (0.6-0.9)
La Habana	
Lionfish-Haemulidae	0.65 (0.43-0.87)
Lionfish-Serranidae	0.81 (0.5-0.9)
Lionfish-Holocentridae	0.59 (0.44-0.77)
Lionfish-Lutjanidae	0.25 (0.13-0.39)
Cayo Las Brujas	
Lionfish-Haemulidae	0.48 (0-0.91)
Lionfish-Lutjanidae	0.74 (0.41-0.99)

Morris et al., 2009). La composición de la dieta del pez león en las tres localidades es semejante a lo obtenido en otras regiones del Caribe (Albin y Hixon, 2008; Cabrera, 2011; McCleery, 2011). Los peces y crustáceos fueron los grupos principales en su dieta, aunque los primeros fueron los más abundantes, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el Atlántico, Bahamas, Cuba, el Caribe, Sureste de Estados Unidos y México (Albins y Hixon, 2008; Morris y Akins, 2009; Cabrera, 2011; McCleery, 2011; Muñoz et al., 2011; Green et al., 2012; Côté et al., 2013; Chevalier et al., 2014; Cabrera-Guerra, 2014; Dahl y Patterson, 2014; Cobián et al., 2016). Las familias de peces que presentaron mayor %IRI en la dieta del pez león coinciden en su mayoría con las registradas por otros autores en Cuba y el Caribe (Morris y Akins, 2009; McCleery, 2011; Cabrera-Guerra, 2014; Chevalier et al., 2014; Cobián-Rojas et al., 2016) por lo que concluimos que la composición de su dieta es semejante en toda la región del Caribe (Morris y Akins, 2009; Cabrera, 2011; McCleery, 2011; Cabrera-Guerra, 2014).

Se conoce que el pez león es una especie de poca movilidad que prefiere las oquedades rocosas (Morris y Akins, 2009), por lo que su alimentación está condicionada a su conducta. Lo anterior explica que entre las familias mejor representadas en su dieta se encuentren Gobiidae, Scaridae y Labridae las cuales viven asociadas al fondo y se encuentran entre las más abundantes en los arrecifes de Cuba (Sierra et al., 2001; Chevalier y Cárdenas, 2005, 2006; Cobián y Chevalier, 2009; Cobián et al. 2011), convirtiéndolas en presas asequibles al pez león. En el caso de Pomacentridae, los representantes del

al., 2009), and the lionfish diet composition in the three localities was similar to that found in other regions of the Caribbean (Albin and Hixon, 2008; Cabrera, 2011; McCleery, 2011). Fish and crustaceans were the main groups in the lionfish diet, although fish were the most abundant, which is consistent with results obtained in the Atlantic, the Bahamas, Cuba, the Caribbean, the southeastern United States and Mexico (Albins and Hixon, 2008; Morris and Akins, 2009; Cabrera, 2011; McCleery, 2011; Muñoz et al., 2011; Green et al., 2012; Côté et al., 2013; Chevalier et al., 2014; Cabrera-Guerra, 2014; Dahl and Patterson, 2014; Cobián et al., 2016). The fish families with the highest percentage IRI in the lionfish diet were similar to those recorded by other authors in Cuba and the Caribbean (Morris and Akins, 2009; McCleery, 2011; Chevalier et al., 2014; Cabrera-Guerra, 2014; Cobián-Rojas et al., 2016); therefore, we conclude that their diet composition is similar throughout the Caribbean region (Morris and Akins, 2009; Cabrera, 2011; McCleery, 2011; Cabrera-Guerra, 2014).

Lionfish are known to be low-mobility species that prefer rocky pits (Morris and Akins, 2009), and their diet is influenced by their behavior. This explains that the best-represented families in their diet included Gobiidae, Scaridae and Labridae, which live on the bottom and are among the most abundant in Cuban reefs (Sierra et al., 2001; Chevalier and Cárdenas, 2005, 2006; Cobián and

género *Chromis* se encuentran por lo general en la columna de agua por lo que se requiere mayor movilidad para capturarlos, sobre todo a los adultos, motivo por el cual no se encuentra entre las más abundantes en la dieta del pez león, a pesar de encontrarse entre las más abundantes en los arrecifes estudiados. Sin embargo, el género *Stegastes* tiene hábitos bentónicos y constituyó una de las entidades más importantes en la dieta de este pez invasor en Guanahacabibes y La Habana. Lo que reafirma que no solo la abundancia tiene un papel importante sino también los hábitos de las presas (Green et al., 2011).

La composición de la dieta de cada familia de peces nativos en cada localidad fue similar. La familia Lutjanidae y Serranidae son depredadores carnívoros, consumen gran cantidad de peces y una gran variedad de organismos bentónicos, fundamentalmente crustáceos (Sierra et al., 2001; Claro y Robertson, 2010). Ambas presentan hábitos alimentarios relacionados con el fondo (Sierra et al., 2001), esto explica que Labridae y Scaridae respectivamente sean las más importantes en las dietas de estas familias, ya que viven asociadas al fondo convirtiéndose en presas asequibles para estos depredadores. Por otro lado, Haemulidae y Holocentridae son depredadores carnívoros, aunque raramente consumen peces y se alimentan generalmente de pequeños organismos bentónicos (Sierra et al., 2001; Claro y Robertson, 2010).

En la localidad de Guanahacabibes, a pesar que los peces constituyeron la entidad más importante en la dieta de la familia Serranidae, no fue posible identificar las entidades alimentarias a niveles genérico y específico, mientras que en Cayo Las Brujas para Lutjanidae solo se pudo identificar un género y dos especies de peces. La imposibilidad de identificar las entidades alimentarias, en ambos casos, se debe al estado de degradación de las entidades que presentaban en el estómago, ya que las capturas se realizaron con demasiado tiempo de diferencia con respecto al horario de alimentación. Por otro lado, en Guanahacabibes la familia Clupeidae pudo haber sido sobrestimada por el método volumétrico ya que se hallaron algunos ejemplares de gran tamaño en los estómagos de los pargos (Lutjanidae). En esta localidad cerca de los arrecifes muestreados se han observado grandes cardúmenes de sardinas (Clupeidae), lo que demuestra que esta familia es abundante en dicha localidad, pudiéndose observar diversidad de depredadores alimentándose de ellas.

El hecho de que la familia Haemulidae presentara el espectro trófico más amplio, se debe a la amplia variedad de invertebrados encontrados en su dieta. Las entidades alimentarias que se hallaron formando parte de su espectro trófico presentaron un elevado grado de degradación, esto puede deberse a que esta familia muele el alimento con sus dientes faríngeos en forma de placas, por lo que este se encuentra en sus intestinos en fragmentos o formando una

Chevalier, 2009; Cobián et al. 2011), making them easy lionfish prey. In Pomacentridae, representatives of the genus *Chromis* are usually found in the water column, so greater mobility is required for their capture, especially adults, which explains why they are not among the most abundant in the lionfish diet despite being highly abundant in the studied reefs. However, species of the genus *Stegastes* have benthic habits and constituted one of the most important items in the lionfish diet in Guanahacabibes and La Habana, confirming that in addition to abundance, prey habits are also important (Green et al., 2011).

The diet composition of each family of native fishes was similar among localities. The families Lutjanidae and Serranidae are carnivores that consume large amounts of fish and a wide variety of benthic organisms, mainly crustaceans (Sierra et al., 2001; Claro and Robertson, 2010), and the species in these families exhibit bottom-feeding habits (Sierra et al., 2001), explaining why Labridae and Scaridae, which are also associated with the bottom, are the most important items in their diets, respectively. In contrast, Haemulidae and Holocentridae are carnivorous, but they rarely consume fish and generally feed on small benthic organisms (Sierra et al., 2001; Claro and Robertson, 2010).

In Guanahacabibes, although fish were the most important items in the diet of the family Serranidae, it was not possible to identify food items at the generic and specific levels, and in Cayo Las Brujas, only one fish genus and two species were identified in the diet of the family Lutjanidae. In both cases, the inability to identify food items was due to the degradation of the stomach contents because catches occurred too long after feeding. In contrast, the family Clupeidae may have been overestimated by the volumetric method in Guanahacabibes because some large specimens were found in the stomachs of snappers (Lutjanidae). Large schools of sardines (Clupeidae) were observed near the sampled reefs in this locality, where different predators could be seen feeding on them.

The broadest trophic spectrum was observed in Haemulidae due to the wide variety of invertebrates found in the diet, but the observed food items showed high degradation. This might be because members of this family grind their food with pharyngeal tooth plates so that only fragments or heterogeneous masses are found in their intestines, which makes it difficult to identify prey

masa heterogénea. Esto dificulta notablemente la identificación de las presas y la cuantificación de cada una por su peso o volumen (Sierra et al., 1994).

A pesar de que *Cephalopholis cruentata* y *Haemulon sciurus* fueron consideradas en esta investigación como depredadores de nivel trófico similar al del pez león, fueron encontrados juveniles formando parte del contenido estomacal del pez león. De manera que, además de una posible afectación en la competencia por los recursos alimentarios, el pez león podría provocar afectaciones en los representantes de estas familias mediante depredación directa.

En el análisis de la dieta según la talla del pez león, no existió correlación entre el consumo de peces y crustáceos con el aumento de la talla. Estos resultados coinciden con los registrados en Cuba por Cabrera-Guerra (2014). Sin embargo, no corresponden con los resultados registrados en Bahamas (Morris y Akins, 2009), en el Caribe (McCleery, 2011) y en Cuba (García, 2015). Estos autores plantean que hay un aumento proporcional del consumo de peces según crece el pez león, por lo que la ingesta de crustáceos deja de ser relevante en la dieta. A pesar de que la mayoría de los autores plantean que al aumentar la talla del pez león aumenta el consumo de peces y disminuye el de crustáceos, otros autores como Chevalier et al. (2014) capturaron ejemplares de gran tamaño en praderas de *Thalassia* y manglares donde los camarones del infraorden Penaeidae alcanzan grandes tallas. En los estómagos analizados en esas estaciones se observó que estos camarones eran muy comunes en su dieta y los resultados según las variables número, frecuencia y volumen eran muy similares entre ellos. El hecho de que no exista diferencia en la dieta del pez león con el crecimiento, indica que las magnitudes de superposición entre las dietas del león y los peces nativos no van a depender de las tallas de esta especie invasora, al menos en la localidad de La Habana. De manera que, la existencia de una competencia a nivel trófico no va a estar influenciada por la talla del pez león, ya que en La Habana los juveniles de pez león tienen dieta similar a la de los adultos.

El Índice de Morisita-Horn entre la dieta del pez león y los peces nativos varió según la localidad, el biotopo marino (arrecife y pastos marinos) y las características propias de cada familia. En Guanahacabibes la superposición entre las dietas del pez león y las familias Haemulidae, Holocentridae y Serranidae fueron bajas. En el caso de Haemulidae y Holocentridae se debe a que estas familias se alimentan principalmente de pequeños invertebrados bentónicos, mientras que el pez león se alimenta esencialmente de peces. A pesar de que Serranidae se alimenta de gran cantidad de peces, la imposibilidad de clasificar las entidades alimentarias hasta taxones bajos pudo ser la causa principal de la baja superposición trófica.

organisms and measure their weight or volume (Sierra et al., 1994).

Although *C. cruentata* and *H. sciurus* were considered predators at a similar trophic level of lionfish, juveniles were found in lionfish stomach contents. Therefore, in addition to possible population impacts through competition for food, lionfish could affect these families through direct predation.

The analysis of diet in relation to lionfish size found no correlation between the consumption of fish and crustaceans and increased size, which is consistent with the results of Cabrera-Guerra (2014) in Cuba. However, this result does not correspond to those recorded in the Bahamas (Morris and Akins, 2009), the Caribbean (McCleery, 2011) and by other studies in Cuba (García, 2015). These previous studies suggest that there is a proportional increase in the consumption of fish as lionfish grow; therefore, the consumption of crustaceans declines. Most authors suggest that the increase in the size of lionfish increases the consumption of fish and decreases that of crustaceans. However, other authors such as Chevalier et al. (2014) captured large lionfish specimens on *Thalassia* meadows and mangroves, where shrimp of the infraorder Penaeidae reach large sizes, and these shrimp were found to be very common in the diet of lionfish at these locations based on the number, frequency and volume of items. That lionfish diets do not vary with growth suggests that the degree of overlap between the diets of lionfish and those of native fishes will not depend on the size of this invasive species, at least in La Habana. Thus, trophic-level competition will not be influenced by lionfish size because juvenile and adult lionfish have similar diets in La Habana.

The Morisita-Horn index comparing the diets of lionfish and native fishes varied according to locality, marine biotope (reef and seagrasses) and the characteristics of each family. In Guanahacabibes, dietary overlap between lionfish and the families Haemulidae, Holocentridae and Serranidae was low, and for Haemulidae and Holocentridae, this is attributable to these families feeding mainly on small benthic invertebrates while lionfish feed mainly on fish. Although Serranidae species feed on large numbers of fish, the inability to classify food items to the lowest taxonomic level could be the main explanation for the low dietary overlap.

In La Habana, Serranidae had high dietary overlap with lionfish; both were found to mainly feed

En la localidad de La Habana Serranidae mostró una superposición alta de su dieta con respecto a la del pez león, esto se debe a que ambos se alimentaron principalmente de peces en esta investigación. Las familias Haemulidae y Holocentridae mostraron una superposición media debido a que los taxa de peces y crustáceos presentes en la dieta de estas familias coinciden con los presentes en la dieta del pez león. Por otro lado, la superposición entre la dieta del pez león y Lutjanidae fue baja. La mayoría de las especies capturadas en esta localidad pertenecen a la especie *Lutjanus synagris*, la cual presentó un elevado número de crustáceos en su dieta, esto coincide con lo obtenido por Sierra et al. (2001). De manera que, el elevado número de crustáceos presentes en el espectro alimentario de *L. synagris* determina el bajo nivel de superposición entre la dieta de esta familia y el pez león. Además, en La Habana existe un gran deterioro de hábitats y un elevado nivel de contaminación, debido a la antropización existente en dicha localidad (Guardia y González-Sansón, 2000; Alcolado-Prieto et al., 2012), por lo que la diversidad de especies ícticas tanto presas como competidores y la disponibilidad de ellas en el medio natural es menor con respecto a otras localidades (Betancourt y González-Sansón, 2007; Cobián y Chevalier, 2009).

En la localidad de Cayo Las Brujas, el índice de superposición entre la familia Haemulidae y el pez león fue medio, aunque esta familia se alimenta principalmente de pequeños invertebrados las capturas en esta localidad fueron realizadas en pastos marinos donde la abundancia y diversidad de especies disponibles es diferente que en los arrecifes. Por otro lado, en dicha localidad y en Guanahacabibes la superposición de la dieta del pez león con Lutjanidae fue alta. Esto se debe a que la mayoría de los individuos capturados pertenecen a las especies *Lutjanus apodus* y *Lutjanus griseus*, las cuales son se alimentaron fundamentalmente de peces en dicha localidad, al igual que el pez león.

## CONCLUSIONES

El pez león y las familias Lutjanidae y Serranidae se alimentaron principalmente de peces mientras que Haemulidae y Holocentridae consumieron fundamentalmente pequeños invertebrados bentónicos.

Las variaciones en la talla del pez león no tienen influencia en la composición de su dieta en la localidad de La Habana.

El nivel de superposición entre la dieta del pez león y los peces nativos varía según la localidad, la zona ecológica, la disponibilidad y abundancia de las presas en el medio natural y según las características propias de cada familia.

La disponibilidad de alimento no constituye un factor limitante para el pez león y los peces nativos, por lo que no hay evidencia de que exista competencia trófica entre estos grupos.

on fish in this research. The families Haemulidae and Holocentridae exhibited moderate overlap because the fish and crustacean taxa present in the diets of these families coincided with those in the lionfish diet. In contrast, there was low dietary overlap between lionfish and members of the family Lutjanidae. Most fish captured in this locality belonged to the species *L. synagris*, which had many crustaceans in its diet; this is consistent with the results obtained by Sierra et al. (2001). Thus, the large number of crustaceans present in the food spectrum of *L. synagris* determines the low dietary overlap between this family and lionfish. Additionally, La Habana is subject to habitat deterioration and high levels of pollution caused by anthropization of the environment (Guardia and González-Sansón, 2000; Alcolado-Prieto et al., 2012); therefore, the diversity of fish species, both predators and prey, and their abundance in the natural environment are lower than in other localities (Betancourt and González-Sansón, 2007; Cobián and Chevalier, 2009).

In Cayo Las Brujas, there was moderate dietary overlap between the family Haemulidae and lionfish. Members of this family mainly feed on small invertebrates, but fish in this locality were caught in seagrasses, where the abundance and diversity of the available species differ from that on reefs. In contrast, in this locality and in Guanahacabibes, there was high dietary overlap between lionfish and members of the family Lutjanidae because most of the captured individuals were *Lutjanus apodus* and *L. griseus*, which similar to lionfish, mainly feed on fish.

## CONCLUSIONS

Lionfish and members of the families Lutjanidae and Serranidae mainly fed on fish, whereas those of Haemulidae and Holocentridae mainly consumed small benthic invertebrates.

Lionfish size had no influence on diet composition in La Habana.

The degree of dietary overlap between lionfish and native fishes varied according to locality and ecological zone, the availability and abundance of prey in the natural environment and the characteristics of each family.

There was no evidence of trophic competition between lionfish and native fishes, so food availability is not a limiting factor for these groups.

## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Aguilar, C. y G. González-Sansón. 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.
- Albins, M. A. 2013. Effects of invasive Pacific red lionfish *Pterois volitans* versus a native predator on Bahamian coral-reef fish communities. *Biol. Inv.*, 15: 29-43.
- Albins, M. A. and M. A. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 367: 233-238.
- Albins, M. A. and M. A. Hixon. 2011. Worst case scenario: potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans*) on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environ. Biol. Fish.*, Doi 10.1007/s10641-011-9795-1.
- Albins, M. A. and P. J. Lyons. 2012. Invasive red lionfish *Pterois volitans* blow directed jets of water at prey fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 448: 1-5.
- Alcolado, M. P., B. Martínez-Daranas, G. Menéndez-Macia, R. del Valle, M. Hernández and T. García. 2003. Rapid assessment of coral communities of María la Gorda, southeast Ensenada de Corrientes, Cuba (part 1: stony corals and algae). 268-277 p. In: Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA), Judith C. Lang (Ed.). Atoll Research. Bulletin. 496, 630 p.
- Alcolado-Prieto, P. 2012. Efectos de agentes estresantes múltiples sobre el reclutamiento de corales pétreos al noroeste de Cuba. Tesis Maestría Cienc. Biol. Mar. Acuic. ultura, Centro Invest. Mar., Univ. La Habana, Cuba. 111 p.
- Alexander, A. K. and J. M. Haynes. 2011. Red lionfish (*Pterois volitans*) invade San Salvador, Bahamas: No early effects on coral and fish communities. *Int. J. Bahamian Stud.*, 17(2): 50-66.
- Benkwitt, C. E. 2014. Non-linear effects of invasive lionfish density on native coral-reef fish communities. *Biol. Inv.*, Doi: 10.1007/s10530-014-0801-3.
- Betancourt, C. A. y G. González-Sansón. 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.
- Böhlke, J. E. and C. G. Chaplin. 1968. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. Academy Natural Sciences of Philadelphia, 771 p.
- Cabrera, E. 2011. Abundancia y dieta de *Pterois volitans/miles* (Teleostei: Scorpaenidae) en varias localidades de Cuba. Tesis Lic. Biol., Centro Invest. Mar., Univ. La Habana, Cuba. 46 p.
- Cabrera-Guerra, D. 2014. Caracterización de la dieta del pez león (Teleostei: Scorpaenidae: *Pterois* sp.) en cuatro localidades de Cuba. Tesis Lic. Biol., Centro Invest. Mar., Univ. La Habana, Cuba. 78 p.
- Chevalier, P. P. y A. L. Cárdenas. 2005. Variación espacio temporal de las asociaciones de peces en arrecifes costeros de la costa oriental de la bahía de Cochinos. I. Abundancia y diversidad. *Rev. Invest. Mar.*, 26(1): 45-57.
- Chevalier, P. P. y A. L. Cárdenas. 2006. Estudio diagnóstico del arrecife coralino del Rincón de Guanabo, Ciudad de La Habana, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 27: 2.
- Chevalier, P. P., E. Gutiérrez, D. Ibarzabal, S. Romero, V. Isla y E. Hernández. 2008. Primer registro de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) para aguas cubanas. *Solenodon*, 7: 37-40.
- Chevalier, P. P., E. Cabrera, H. Caballero, R. Corrada, A. Fernández, D. Cobián y A. García-Rodríguez. 2014. Distribución, abundancia y relaciones ecológicas del pez león (*Pterois volitans/miles*: Scorpaenidae) en Cuba. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 66: 178-179.
- Claro, R. y D. R. Robertson. 2010. Los peces de Cuba (CD-ROM). La Habana, Cuba. Instituto de Oceanología de Cuba, CITMA. ISBN. 978-959-298-019-8.
- Cobián, D. y P.P. Chevalier. 2009. Evaluación de las asociaciones de peces de los arrecifes coralinos del Centro Internacional de Buceo María la Gorda, Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 1(009): 111-125.
- Cobián, D., R. Claro, P. C. Chevalier, S. Perera y H. Caballero. 2011. Estructura de las asociaciones de peces en los arrecifes coralinos del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Rev. Mar. Cost.*, 3: 153-169.
- Cobián, D., P. Chevalier, J. J. Schmitter-Soto, R. I. Corrada, H. Salvat, E. Cabrera, A. García, A. Fernández Osorio, L. Espinosa, D. Cabrera Guerra, L. M. Pantoja, H. Caballero and S. Perera. 2016. Biology and ecology of lionfish (*Pterois volitans*) in Guanahacabibes National Park. *Aquat. Biol.*, 24: 219-226.
- Côté, I. M., S. J. Green and M.A. Hixon. 2013. Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biol. Conserv.*, 164: 50-61.
- Crooks, J. A. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos*, 97: 153-166.
- Cure, K., C. E. Benkwitt, T. L. Kindinger, E. A. Pickering, T. J. Pusack, J. L. McIlwain and M. A. Hixon. 2012. Comparative behavior of red lionfish *Pterois volitans* on native Pacific versus invaded Atlantic coral reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 467: 181-192.
- Dahl, K. A. and W. F. Patterson. 2014. Habitat-specific density and diet of rapidly expanding invasive red lionfish, *Pterois volitans*, populations in Northern Gulf of Mexico. *PLoS ONE*, 9(8), e105852, Doi:10.1371/journal.pone.0105852.
- García, A. 2015. Relación de *Pterois volitans/miles* (Teleostei: Scorpaenidae) con la ictiofauna de arrecifes del oeste de La Habana, Cuba. Tesis Maestría Cienc. Biol. Mar. Acuic., Centro Invest. Mar., Univ. La Habana, Cuba. 138 p.

- Gómez, O. 1980. Sistemática de los brachiuros (Crustacea, Decapoda, Brachiura) de Cuba. Tesis Doct. Cienc. Biol., Centro Invest. Mar., Univ. La Habana, Cuba. 240 p.
- González-Ferrer, S., H. Caballero, P. M. Alcolado, A. Jiménez, F. Martín, y D. Cobián. 2007. Diversidad de corales pétreos en once sitios de buceo recreativo de "María la Gorda", Cuba. *Rev. Invest. Mar.*, 28(2): 121-130.
- Gotera, G. G. 2005. Buceando en Cuba/ Diving in Cuba. Ediciones Niocia, S. L. Catalunya. Barcelona.
- Green, S.J. and I.M. Côté. 2010. Consumption potential of invasive lionfish (*Pterois volitans*) on Caribbean coral reefs. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 358-359.
- Green, S. J., J. L. Akins and I.M. Côté. 2011. Foraging behaviour and prey consumption in the Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 433: 159-167.
- Green, S. J., J. L. Akins, A. Maljković and I. M. Côté. 2012. Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PLoS ONE*, 7(3), e32596, Doi:10.1371/journal.pone.0032596.
- Guardia, E. y G. González-Sansón. 2000. Asociaciones de corales, gorgonias y esponjas del sublitoral habanero al oeste de la bahía de La Habana. II Índices ecológicos. *Rev. Invest. Mar.*, 21: 9-16.
- Guitart, D. 1974. Sinopsis de los peces marinos de Cuba, Volumen 1. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Oceanología, 881 p.
- Guitart, D. 1975. Sinopsis de los peces marinos de Cuba, Volumen 2. Academia de Ciencias de Cuba, Instituto de Oceanología, 881 p.
- Horn, H. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Am. Nat.*, 100: 419-424 p.
- Hyslop, E. J. 1980. Stomach contents analysis. A review of the methods and their application. *J. Fish. Biol.*, 7(4): 411-430.
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Res.*, 27: 209-220.
- Martínez-Daranas, B.R. 2007. Características y estados de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Tesis Doct. Cienc. Biol., Centro Invest. Mar., Univ. La Habana, Cuba. 136 p.
- Martínez-Iglesias, J.C. y O. Gómez. 1986. Los crustáceos decápodos del Golfo de Batabanó. *Brachyura. Poeyana*, 332: 1-91.
- McCleery, C. 2011. A comparative study of the feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Caribbean. *J. Mar. Sci.*, 9: 38-43.
- Metropolis, N. and S. Ulam. 1949. The Monte Carlo Method. *J. Am. Stat. Assoc.*, 44: 247.
- Molnar, J.L., R.L. Gamboa, C. Revenga and M.D. Spalding. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Front. Ecol. Environ.*, 6(9): 485-492.
- Morris, J.A. 2013. La invasión del pez león: pasado, presente y futuro. In: El pez león invasor: guía para su control y manejo (1-2), Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Special Publication Series Number 2, Marathon.
- Morris, J.A. and J.L. Akins. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environ. Biol. Fish.*, 86: 389-398.
- Morris, J. A. y S. J. Green. 2013. Las investigaciones sobre el pez león: resultados alcanzados y cuestiones pendientes. In J.A. Morris Jr. (Eds.), El pez león invasor: guía para su control y manejo (3-15), Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Special Publication Series Number 2, Marathon, EE.UU.
- Morris, J. A., J. L. Akins, A. Barse, D. Cerino, D. W. Freshwater, S. J. Green, R. C. Muñoz, C. Paris and P. E. Whitfield. 2009. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. 409-414.
- Muñoz, R. C., C. A. Currin and P. E. Whitfield. 2011. Diet of invasive lionfish on hard bottom reefs of the Southeast USA: Insights from stomach contents and stable isotope. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 432: 181-193.
- Ortiz, M., R. Lalana y C. Varela. 2012. Guía ilustrada para la identificación de los camarones comerciales (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeoidea) de Cuba. *Rev. Cub. Cien. Biol.*, 1 (1): 49-69.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant and J.L.K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, Bluefin tuna and bonito in California waters. *California Fish. Bull.*, 152: 1-105.
- Sierra, L.M., R. Claro y O.A. Papova. 1994. Ecología de los peces marinos de Cuba. In R. Claro (Eds.). Alimentación y relaciones tróficas Inst. Oceanol. y CIQRO, México.
- Sierra, L.M., R. Claro and O.A. Papova. 2001. Ecology of the marine fishes of Cuba. In R. Claro, K. C. Lindeman and L. R. Parenti. (Eds.) Trophic biology of the marine fishes of Cuba. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Valdez-Moreno, M., C. Quintal-Lizama, R. Gómez-Lozano and M. C. García-Rivas. 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.
- Whitfield, P.E., J.A. Hare, A. W. David, S. L. Harter, R. C. Muñoz and C. M. Addison. 2007. Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/miles* complex in the western North Atlantic. *Biol. Inv.*, 9: 53-64.

RECIBIDO/ RECEIVED: 14/03/2017

ACEPTADO/ ACCEPTED: 29/08/2017



## Invasión de un poliqueto nativo en una isla del Pacífico Oriental Tropical

### Invasion of a native polychaete in an Eastern Tropical Pacific island

Sandra Ramírez-Calero, Wilmar A. Torres-López, Lizeth López-Molina, Andrés J. López-Dávila and Edgardo Londoño-Cruz

0000-0002-5153-1042

Departamento de Biología, Universidad del Valle. Calle 13 No. 100-00, A.A. 25360, Cali, Colombia. sprc392@gmail.com, wilmar.alexander.torres@correounivalle.edu.co, lizeth.lopez.molina.b@gmail.com, andresjlopez25@gmail.com, edgardo.londono@correounivalle.edu.co

#### RESUMEN

Las fluctuaciones en la dinámica de poblaciones como las explosiones demográficas e invasiones, son relativamente comunes en los ecosistemas, y en ciertos casos pueden afectar la biodiversidad y otra serie de atributos ecológicos. En este artículo, reportamos la aparición y explosión demográfica de *Idanthyrus* cf. *cretus* (Chamberlin, 1919), un poliqueto constructor de arrecifes y describimos algunas de sus características ecológicas (abundancia y cobertura). Este estudio fue llevado a cabo en tres localidades de la Isla Gorgona, ubicada en el Pacífico colombiano. El muestreo se realizó de forma aleatoria en los niveles intermareales bajo, medio y alto con el fin de medir la densidad poblacional y la cobertura. La densidad fue medida utilizando muestras de 100 cm<sup>2</sup> de área de la colonia (N=37), mientras que la cobertura fue medida utilizando transectos aleatorios por localidad y nivel intermareal (20m largo x 2m ancho). Un total de 1904 individuos fueron colectados. La densidad media (73 ind./100cm<sup>2</sup>) fue estadísticamente similar entre las localidades. La cobertura fue estadísticamente diferente entre las zonas intermareales, reportando los valores más altos en el intermareal medio (11%). Las diferencias de cobertura de las colonias de *I. cf. cretus* entre las localidades se deben probablemente a las características físicas: disponibilidad adecuada de sustrato y sedimentos, los cuales pueden afectar la abundancia y el tamaño de la colonia. El sustrato y los materiales de construcción apropiados pueden favorecer una propagación rápida, llevando a la invasión local.

**Palabras clave:** Explosión demográfica, Ingenieros biológicos, Invasión, *Idanthyrus*.

#### ABSTRACT

Fluctuations in population dynamics, like demographic expansions and invasions, are relatively common in ecosystems, and in certain cases may affect biodiversity and a suite of other ecological attributes. In this paper, we report the appearance and population explosion of the reef-building polychaete (Sabellariidae) *Idanthyrus* cf. *cretus* in Gorgona Island (Eastern Tropical Pacific), describing some ecological characteristics (abundance and coverage). The survey was carried out in three study areas of Gorgona Island, located in the Colombian Pacific. Sampling was performed randomly at low, mid and high intertidal levels, in order to measure density and coverage. Density was measured randomly in three study areas at low, mid and high intertidal levels collecting samples (N=37) of 100 cm<sup>2</sup> from the colony. Coverage was measured using random transects (N=21) per locality and intertidal levels (20 m length x 1 m width). A total of 1,904 *I. cf. cretus* were collected with a mean density of 73 ind./100 cm<sup>2</sup>. Coverage was statistically different between intertidal zones, with the highest values in the mid-intertidal level (11%). Differences in coverage of *I. cf. cretus* colonies among study areas are probably due to differing intertidal physical characteristics: the availability of adequate substrate and building materials in the study areas sediments, which in turn might affect abundance and colony size. Suitable substrate and construction material might have favored the rapid spreading and local invasion of this species.

**Key words:** Demographic explosion, Biological engineer, Invasion, *Idanthyrus*.

DOI: 10.25268/bimc.invemar.2017.46.2.731

Publicado por INVEMAR

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by INVEMAR

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA