

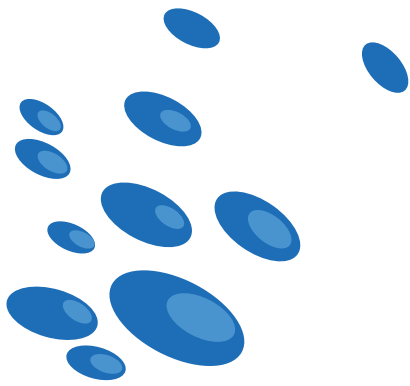
Evaluación de las diferencias entre las dietas diurna y nocturna del pez león (*Pterois volitans*) en el arrecife Laberinto del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba.

TESIS DE DIPLOMA

Autor : Rachel Serrano Veitía

Universidad de La Habana 2019





Evaluación de las diferencias entre las dietas diurna y nocturna del pez león (*Pterois volitans*) en el arrecife Laberinto del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba.

TESIS DE DIPLOMA

Autor : Rachel Serrano Veitía

Tutor : Dr. Pedro Pablo Chevalier Monteagudo



*A mis padres Nini y Migue...
A mi tía Tere...*

Resumen

El pez león (*Pterois volitans*), oriundo del Indo Pacífico, ha protagonizado una de las invasiones de peces marinos más rápidas de la historia en el Atlántico occidental tropical y subtropical. En su dieta se incluyen especies de interés comercial y otras de vital importancia en el funcionamiento del ecosistema marino, por lo que su presencia en aguas cubanas podría conducir a graves pérdidas para la economía del país. Debido a esto se han realizado numerosos estudios para caracterizar la dieta del pez león, sin embargo en la mayoría de ellos las muestras han sido tomadas durante el día, por lo que hay muy poco conocimiento acerca de su actividad alimentaria durante la noche. Por esta razón el objetivo de esta investigación es evaluar la diferencia entre la dieta diurna y la dieta nocturna del pez león en el Parque Nacional Guanahacabibes. Con este fin se capturaron en el punto de buceo Laberinto 122 peces león y a partir de los horarios de extracción de las muestras se conformaron dos grupos, Diurno (82 muestras) y Nocturno (40 muestras). Se midieron las tallas de los ejemplares y se extrajeron los estómagos. El contenido estomacal se analizó utilizando los métodos frecuencial y numérico. La dieta nocturna estuvo compuesta fundamentalmente por peces y crustáceos y fue mayoritariamente piscívora. En este horario se observó mayor diversidad en cuanto a la composición de la dieta que en el horario diurno. La principal diferencia entre ambas dietas estuvo dada por el incremento del consumo de peces en horario nocturno, a expensas esencialmente de las entidades *Apogon sp* y *Clepticus parrae*. Los principales factores que modularon esta diferencia fueron la disponibilidad de presas y las condiciones ambientales del horario crepuscular que favorecen al depredador.

Palabras Claves: Pez león, Contenido estomacal, Dieta nocturna

Agradecimientos

En primer lugar a mi tutor Pedro Chevalier (Pedry), por aceptarme como su alumna desde tercer año, por su infinita paciencia; su ayuda, sus conocimientos, su tiempo; por poner a mi disposición sus ideas y su genial perspectiva, sin las cuales este trabajo no habría sido posible. También por sus llamados de atención en los momentos precisos y sobre todo por ser para mí, además de un gran profesor, un gran amigo.

A mis hermanos Javi, Yuli, Terian, Gaby, Yojan y Angelito, por estar siempre conmigo, por preocuparse, por cuidarme y socorrerme cada vez que tengo un problema.

A Javi por ayudarme con todo el diseño de este trabajo y de la presentación en ppt; por pasar horas arreglando tablas, gráficos y fotos; por todos los clics que tuvo que dar para que las imágenes no se pixelaran y por ser el hermano menor más lindo del mundo mundial.

A Yuli porque a pesar de no vivir cerca, no hubo semana que no llamara para preguntar cómo iban mis estudios, cuando aún estaba estudiando y si adelantaba o no la tesis en esta última etapa; por ser un hermano maravilloso y darme la sobrina hermosa que tengo.

A Zuki por acompañarme siempre en mis graduaciones, ya que siempre se gradúa junto conmigo; por pasar madrugadas estudiando a mi lado o en la habitación contigua; por mandarme para el surco cada vez que me dissociaba mucho; por escucharme exponer una y otra y otra y otra vez hasta el cansancio; por cuidarme, aconsejarme y hacerse la mamá; y por ser mi hermana del alma.

A Stierki por ayudarme con la impresión de la tesis; por resolver cada cosa que le pedí en mi etapa de estudiante, desde una calculadora, una regla,

un libro o un compás el día antes de una prueba, hasta los códigos para los trabajos de programación; por enseñarme cosas que nunca olvidaré como montar bicicleta; por mimarme y reírse de todas mis boberías; por ser mi compañero de juegos, de deportes, de baile, de canto; y por ser un hermano extraordinario y mi cielito lindo forever.

A Floo Onichan por ser mi caballero de regia armadura y ser el primero en salir siempre al rescate; por repasarme programación, por arreglar mi laptop cuando no estaba funcionando bien, por ayudarme con la impresión de la tesis, por enseñarme a hacer las búsquedas en internet y actualizarme con la tecnología; por hacerme sentir segura cada vez que me da su palabra y por ser mi ejemplo a seguir desde que tengo memoria.

A Tata por enseñarme a bucear y hacer siempre todo lo que está en sus manos para ayudarme, por buscar todos los animales marinos que necesité para el primer trabajo de campo, por seguirme en todas mis ideas locas y arriesgadas; por cuidarme, celarme, amenazar de muerte a cualquiera que él crea que me puede hacer daño y por ser el mejor hermano mayor del planeta planetario.

A mi Rarito por aceptar el exilio sin quejarse para que yo pudiera trabajar sin distracciones, por darme todo su apoyo, comprensión y por llenar mi vida de felicidad con todo su amor.

A todos mis primos desde la Habana hasta Santa Clara. A mi Charly Boy por ayudarme con la redacción y revisión de este trabajo, por repasarme fisiología y hacerme dibujitos para que entendiera bien las cosas, pero sobre todo por enseñarme siempre ese montón de cosas “inútiles” y hacer de mí una persona menos ignorantes cada vez que nos reunimos. A Cami por ayudarme a asegurar que todas las citas estuvieran en la Bibliografía. A Ray y Noel por hacerme las tareas del francés. A mi koala precioso por ser mi cámara hiperbárica y quitarme todo el estrés con sus carcajadas y su amor. A Yoana, Susi, Sandry, Rocio, Leidys, Gidney, Rostiziña, Mañy, Yayi, Mi Pulgosito, Ramses, Osqui, Liz Marien y Liz Sheymi por llamarme, preocuparse y animarme a continuar.

A mis tíos Day, Patry, Maruchi, Mimu, Xiomy, Nena, Mary, Tioté y Migue por estar pendientes de mí y apoyarme siempre en los buenos y malos momentos.

A Mimi y a mi abue Rauly por alegrarme con sus mimos, llenarme de elogios incluso cuando no los merezco y darme esa satisfacción y alegría que solo los abuelos saben dar. También a Martica que a pesar de no ser mi abuela, me ha acogido siempre como una más de sus nietas y yo le tengo un cariño inmenso y especial, además gracias a ella me entero de todas las veces que subo o bajo de peso.

A todos mis amigos, los de la Lenin y los que conocí en la universidad. A mi Nashe Cuki por su ayuda, preocupación y regaños, desde que estábamos en el pre hasta el último día de universidad, por acompañarme en todos los momentos importantes, en los tristes, en los estresantes y en los divertidos, y por ser esa amiga a la que con el mayor orgullo siento como mi hermana. A Dayi, Frank Daddy, Alainsin y Reicito por todos los trabajos de campo, pruebas, trabajos prácticos, PI, TC y laboratorios que hicimos juntos, por ayudarme a estudiar y hacerme reír cada día de nuestra carrera. A Ismavy, Sandrita y Yanni por todo el tiempo de estudio que compartimos y por ayudarme tanto en estos últimos 2 años en la facultad. A Clau, Any, Arli, Vane, Ruki, Ale, Fide, Rony, Markito y Robert por ser unos amigos tan maravillosos, por la preocupación, el apoyo y todo el cariño que siempre me han dado.

A todos mis compañeros de aula, especialmente a Ángel, Beatriz Medina y Laura del Río.

A Luisy por incentivarirme a hacer las prácticas en el acuario e interceder en mi lugar para que me aceptaran en el centro; por enseñarme todo lo que sabía de especies marinas, por ayudarme a desarrollar y perfeccionar mis habilidades de buceo autónomo; por su preocupación por mis estudios y por su apoyo, amistad y cariño.

A todos los trabajadores del Acuario Nacional de Cuba por su contribución en mis prácticas laborales y en la realización de este trabajo. A la tutora de mi corazón Isis Laura por enseñarme todo lo que sabía del pez león y hacerme planes de trabajo para que pudiera terminar las cosas en tiempo. A Delmis, Lali, Victor Isla, Miraisi, Yusi, El Chino, Marla, Ernesto, Daniela, Sandra, Vity, Raidel y Camilo por toda la ayuda que mi brindaron.

A mi oponente Zenaida Navarro por su tiempo.

A todos los profesores de la facultad de biología y del Centro de Investigaciones Marinas que de una forma u otra han contribuido a mi formación profesional. Especialmente a la profesora Marta Pérez por enseñarme que sin saber fisiología no iba a salir nunca de la facultad.

A los compañeros de trabajo de mi querida Mu, Maria Rosa, Rafa, Nelson, Jesus, Sofi, Elizabeth y Rosendo por sufrir junto con ella todos estos años, desde que aún estaba en la secundaria hasta la licenciatura, por su preocupación constante y por hacer todo lo que está a su alcance en pos de mi bienestar.

Como lo mejor se deja para el final, en último lugar me gustaría agradecer a mis ángeles guardianes, a los que va dedicada esta tesis. Mamá, papá, tía Tere, ustedes han sido la mejor guía que cualquier persona podría desear. Gracias por estar conmigo en todos los momentos importantes de mi vida, por darme su apoyo y su amor incondicional, por defenderme, por creer en mí y ayudarme a conseguir mis sueños sin importar costo ni sacrificios, por celebrar mis victorias y no dejarme caer cuando tocaban a la puerta los fracasos. Por ser el puerto seguro y a la vez el motor impulsor de este barco. Por no decepcionarse nunca a pesar de haberles dado motivos de sobra y por ser las personas más amorosas, más comprensivas y más quemonas que conozco. Nunca serán suficientes las palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mi desde el día en que abrí los ojos por primera vez a este mundo. A ustedes les debo todo lo que tengo y lo que soy.

Índice

1 Introducción / 01

2 Revisión bibliográfica / 04

2.1 Taxonomía y características generales de la especie / 04

2.2 Origen, distribución e invasión / 06

2.3 Hábitos de alimentación / 07

2.4 Control y manejo / 10

2.5 Métodos de estudio de contenido estomacal / 12

2.5.1 Método de frecuencia de ocurrencia / 12

2.5.2 Método numérico / 13

3 Materiales y métodos / 15

3.1 Área de estudio / 15

3.2 Obtención y análisis de las muestras / 17

3.3 Identificación del contenido estomacal / 17

3.4 Análisis estadístico / 18

3.4.1 Análisis del contenido estomacal / 18

3.4.2 Análisis multivariados / 18

4 Resultados / 20

4.1 Composición de la dieta / 20

5 Discusión / 32

6 Conclusiones /36

7 Recomendaciones /37

8 Referencias bibliográficas / 38

Introducción

El pez león es el primer pez no nativo que logra invadir el Atlántico Occidental tropical y subtropical, constituyendo una de las invasiones de peces marinos más rápida de la historia (Morris *et al.*, 2009). Desde 1994 fue observado esporádicamente en la costa atlántica de Estados Unidos (Whitfield *et al.*, 2002). Fue reportado oficialmente para Cuba en el año 2007 (Chevalier *et al.*, 2008) y en el año 2010 se consideró distribuido por todo el archipiélago cubano según Chevalier *et al.* (2013). En Cuba solo se ha comprobado la existencia de *P. volitans* (Labastida *et al.*, 2015), al cual se hará referencia, a partir de este momento, como “pez león”.

Según Mendoza y Koleff (2011), una Especie Exótica Invasora (EEI) es aquella que se establece exitosamente en un ecosistema natural o seminatural fuera de su área de distribución original y constituye un agente de cambio y de amenaza a la diversidad biológica nativa. Para que una especie no nativa se convierta en invasora debe superar una serie de etapas, las cuales incluyen la introducción en un hábitat nuevo, la colonización inicial, el establecimiento exitoso y por último la dispersión secundaria a nuevos hábitats (Sakai *et al.*, 2001). Los principales impactos ecológicos que pueden producir son: degradación de hábitats, desequilibrio ecosistémico, desplazamiento y extinción de la flora y fauna nativa, facilitación de invasiones subsiguientes y transmisión de enfermedades (Sakai *et al.*, 2001; Arim *et al.*, 2005; Gutiérrez, 2006; Mendoza y Koleff, 2011). Las EEI son consideradas la segunda causa de amenaza y extinción de la diversidad biológica, precedida tan solo por la pérdida del hábitat (Vilá, 2008).

El pez león es considerado como un invasor exitoso en el Atlántico y el Caribe (Albins, 2013) ya que se ha establecido rápidamente, es capaz de colonizar y residir en diferentes zonas ecológicas (ceibadal, arrecife, manglar) (Morris *et al.*, 2011 a), presenta un régimen alimentario amplio (Morris *et al.*, 2011 b), una escasa competencia, una elevada capacidad de dispersión y una

alta tasa de reproducción que ocurre durante todo el año. En la región del Caribe una sola hembra puede engendrar aproximadamente 30 000 huevos. (Fishelson, 1975). Debido a estas características, puede afectar la estructura y funcionamiento de las poblaciones nativas de peces e invertebrados en estas zonas.

La presencia del pez león podría dañar la salud de los arrecifes cubanos, al afectar a los peces e invertebrados nativos mediante la depredación directa (Albins y Hixon, 2008; Valdez-Moreno *et al.*, 2012) y la competencia (Arias-González *et al.*, 2011). Su alimentación es esencialmente piscívora, pero también se alimenta de crustáceos y ocasionalmente de moluscos; dependiendo de la disponibilidad de presas, la talla y el hábitat (Morris *et al.*, 2009; Cabrera, 2014).

En su dieta se incluyen especies de interés comercial y otras de vital importancia en el funcionamiento del ecosistema marino, como son los peces loros y otros herbívoros, cuya disminución o eliminación en los arrecifes de coral, favorece el crecimiento de algas, aumentando la competencia con los corales y disminuyendo su reclutamiento (Quan-Young y Espinoza-Avalos, 2006; Mumby *et al.*, 2006; Mumby y Steneck, 2008). Esto podría conducir a graves pérdidas económicas para el país debido a las posibles afectaciones en las actividades de pesca comercial y a la disminución de las actividades de buceo por riesgo de envenenamiento (Morris *et al.*, 2009) y pérdida del atractivo de los arrecifes, por lo que el estudio de la dieta y hábitos alimentarios del pez león es de suma importancia.

Esta especie exhibe un patrón conductual crepuscular, con picos de actividad alimentaria al amanecer y al anochecer (Cure *et al.*, 2012.), sin embargo en la mayoría de los estudios que se han realizado acerca de la composición de la dieta del pez león, las muestras han sido tomadas durante el día,

por lo que hay muy poco conocimiento acerca de su actividad alimentaria durante la noche. En Cuba no encontramos ningún estudio publicado sobre la alimentación nocturna de esta especie (Cabrera, 2014; García, 2015; Pantoja, 2016; Pantoja *et al.*, 2017; Chevalier, 2017; del Río, 2019), es por ello que este trabajo se propone como:

Objetivo general

» Evaluar las diferencias entre las dietas diurna y nocturna del pez león (*Pterois volitans*) en el arrecife Laberinto del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba.

Objetivos específicos:

» Caracterizar la composición de la dieta diurna del pez león en el arrecife Laberinto del Parque Nacional Guanahacabibes.

» Caracterizar la composición de la dieta nocturna del pez león en el arrecife Laberinto del Parque Nacional Guanahacabibes.

2

Revisión bibliográfica

2.1 Taxonomía y características generales de la especie

Según los criterios de Nelson (2016):

Reino Animalia
Subreino Metazoa
Filo Chordata
Subfilo Vertebrata
Clase Osteichthyes
Subclase Actinopterygii
Superorden Teleostei
Orden Scorpaeniformes
Suborden Scorpaenoidei
Familia Scorpaenidae
Subfamilia Pteroinae
Género Pterois

Schultz (1986) considera al pez león (*Pterois volitans/miles*) como dos especies válidas que comparten caracteres. Ambas presentan 13 espinas en la aleta dorsal, 3 espinas en la aleta anal y 14 radios en las aletas pectorales. Las escamas son cicloideas. Presentan una hilera de 90 a 120 escamas por debajo de la línea lateral. Se caracterizan por tener en la cabeza y el cuerpo líneas verticales rojas, negras y cafés en un fondo blanco a lo largo de todo su cuerpo, aunque los tonos varían en función del hábitat. El número de franjas aumenta según el tamaño. Las aletas pectorales tienen forma de abanico. Presentan apéndices carnosos arriba de los ojos y debajo de la boca. En la línea lateral tienen de uno a siete pequeños lunares blancos sobre todo en los especímenes de gran tamaño. En las axilas de las aletas pectorales poseen un prominente lunar blanco, a menudo presentan rayas o lunares adicionales debajo de los radios superiores y en la base interior de las mismas. En las espinas de la aleta dorsal y los radios pectorales presentan bandas o rayas oscuras alternando con pálido. Las aletas verticales son de dos

tipos, duras con presencia de espinas dorsales y suaves con lunares negros. Las aletas pélvicas son variables, a menudo oscuras en la mitad inferior con puntos blancos prominentes, negras completas o con áreas distantes pálidas y blancas.

Existen características morfométricas que separan a *Pterois volitans* de *Pterois miles*. Schultz (1986) plantea que estas dos especies difieren significativamente en el número de radios de la aleta dorsal y anal. *P. volitans* tiene normalmente un radio más en cada aleta mientras que *P. miles* tiene generalmente las aletas pectorales más pequeñas. Las diferencias en el tamaño de los lunares de las aletas verticales son evidentes. El aumento de tamaño de los lunares con respecto al aumento de la longitud del cuerpo es muy notable para *P. volitans* mientras que en *P. miles* no se comporta de igual forma. Existen también diferencias genéticas en el ADN mitocondrial de las dos especies que prueban una divergencia evolutiva de 2,4-8,3 millones de años lo que demuestra la existencia de dos especies por separado (Kochzius *et al.*, 2003).

Para identificar las especies del pez león que existen en el Atlántico y el Caribe, se han realizado varios estudios genéticos. Gracias a estos estudios se determinó que las poblaciones en el Atlántico están dominadas por la especie *P. volitans* con un 93% y en mucha menor cantidad *P. miles* con un 7% (n=172) (Hamner *et al.*, 2007).

Morris y Akins (2009) plantean que el pez león suele ser lento, exhibe una tendencia al gregarismo y tiene hábitos tanto diurnos como nocturnos. Alcanza como promedio, una talla máxima de 42 cm de largo y puede pesar más de 1kg. Presenta muy poco dimorfismo sexual. Los machos alcanzan su madurez sexual al llegar a 10 cm y las hembras al llegar a 17,5 cm de largo total (Morris *et al.*, 2009).

2.2 Origen, distribución e invasión

El hábitat original de *Pterois volitans* se extiende desde Australia occidental y Malasia, en el oeste, hasta la Polinesia Francesa y las islas Pitcairn (Reino Unido) en el este. En el norte, desde las zonas meridionales de Japón y Corea del Sur, hasta la isla de Lord Howe (al este de Australia) y las islas Kermadec (a la altura de Nueva Zelanda) en el sur. En medio de esta zona, el pez león se halla también en toda Micronesia. Por otro lado, la distribución original de *Pterois miles* se encuentra desde el Océano Índico, el Golfo de Adén y el Mar Rojo (Gómez et al., 2013).

El pez león es una especie de aguas tropicales por lo que la temperatura juega un papel fundamental en su rango de distribución. La temperatura mínima registrada para esta especie es de 10° C, a la cual el ejemplar muere; mientras que a los 16° C el animal deja de alimentarse (Morris, 2013). Se pueden localizar en diversas zonas ecológicas como arrecifes, pastos marinos, fondos blandos-fangosos, manglares y hasta cerca de los estuarios. Generalmente se encuentran asociados a rocas, corales y sustratos arenosos, aunque prefieren las oquedades rocosas que le sirven de refugio. Pueden hallarse desde la superficie hasta profundidades superiores a los 300 m (Morris, 2013).

En el Océano Atlántico se reconoce la existencia de las dos especies (*Pterois volitans/miles*). Su expansión llegó hasta la costa sureste de Estados Unidos en el 2002 (Schofield, 2009) y posteriormente al mar Caribe, gran parte del Golfo de México y algunas zonas de América del Sur (Schofield, 2010; Schofield et al., 2012, Santander-Monsalvo et al., 2012; Gómez-Lozano et al., 2013; Aguilar-Perera y Carrillo, 2014; Fortunato y Avigliano, 2014; Reyes et al., 2014).

Desde comienzos de la década de los 90' el pez león fue observado esporádicamente por pescadores y buzos en la costa atlántica de Estados

Unidos (Hare y Whitfield, 2003). Courtenay (1995) reportó la liberación de seis ejemplares al medio natural en la bahía de Biscayne, Florida; a causa de un acuario privado que había sido devastado por el huracán Andrew en 1992. Whitfield *et al.* (2002) confirman la presencia del pez león en la costa este de EUA con 19 avistamientos en 8 localidades diferentes. Estos autores registraron la presencia de ejemplares adultos en Bermudas y juveniles en las costas de Long Island (New York), mostrando así la gran capacidad de dispersión de la especie. Según Schofield (2009) en el 2004 apareció por primera vez en Nassau (Bahamas) y en el 2005 fue observado en varias localidades de este país. Whitfield *et al.* (2006) publica que en Bahamas se habían registrado ejemplares en 10 localidades diferentes. La expansión del pez león por aguas americanas continuó en el 2007, año en el cual se confirma la presencia en las islas Turks y Caicos (Schofield, 2009), así como en Cuba (Chevalier *et al.*, 2008). En el año 2008 fue también registrada la presencia del pez león en varios países del Caribe, tales como: Islas Caimán, Jamaica, República Dominicana, Haití, Puerto Rico, Islas Vírgenes y Belize. Según Schofield (2009) en el 2009 continuó la expansión por las aguas americanas y fue registrado en: México, Honduras, Costa Rica y Panamá.

2.3 Hábitos de alimentación

Cure *et al.* (2012) comprobaron mediante un estudio comparativo que el pez león en los arrecifes invadidos del Atlántico, presenta una dieta más amplia y compuesta por presas dos veces más grandes que en el Pacífico, a pesar que en ambos océanos presenta una conducta de caza similar. Según Morris y Akins (2009) esta gran capacidad predatoria del pez león puede deberse a sus estrategias de caza poco conocidas por las presas en aguas americanas, ya que al ser una especie nueva en el ecosistema invadido, presenta características y hábitos conductuales desconocidos para estas.

Algunas de las tácticas de caza del pez león consisten en acorralar a sus presas (fundamentalmente peces) con sus grandes aletas pectorales en forma de abanico, las cuales también utilizan para palpar el fondo desenterrando pequeños invertebrados (Morris y Akins, 2009). Albins y Lyons (2012) realizaron un estudio sobre la conducta predatoria del pez león, donde observaron que esta especie soltaba rápidos chorros de agua. Estos autores plantean que dicha conducta podría aumentar la eficiencia de la captura de las presas, ya que provocaba un desorden en el sistema de la línea lateral de los peces y creaba una pequeña corriente que engañaba a los peces presa haciéndolos orientarse hacia ella, directamente a la boca del pez león. También comentan el hecho de que muchos piscívoros prefieren atrapar a sus presas por la cabeza tragándoselas más fácil y evitando posibles accidentes con las espinas. Sin embargo, esta conducta de soltar el chorro de agua se observó más en los ejemplares juveniles que en los adultos, lo que quizás se deba al alto costo energético que exige esta actividad.

Por otra parte, Green *et al.* (2011) en el arrecife Eleuthera de las Bahamas, observaron que los hábitos alimentarios de este pez estaban divididos en dos períodos durante el día: uno en el amanecer y otro en el atardecer.

Hay tres patrones de conducta que pudieran explicar la variación temporal de su actividad predatoria. En primer lugar, el pez león se alimenta cuando las presas son fáciles de cazar. En segundo lugar, captura a sus presas en los horarios crepusculares cuando los niveles de luz son bajos, lo que facilita la caza y, en tercer lugar, si el tiempo de digestión de la presa es más largo que el período entre el amanecer y el atardecer entonces el pez león no come hasta saciarse (Green *et al.*, 2011).

Diversos estudios realizados tanto en las áreas de distribución original como en las invadidas, han documentado los hábitos de alimentación generalistas

y oportunistas del pez león (Morris y Akins 2009; Cure *et al.*, 2012; Eddy *et al.*, 2016; Peake *et al.*, 2018). Su dieta se compone fundamentalmente de peces (Chevalier *et al.*, 2008; Albins y Hixon, 2008; Green *et al.*, 2011; Pantoja *et al.*, 2017), aunque también se alimenta de crustáceos y otros invertebrados (Dahl y Patterson III, 2014; Villaseñor-Derbez y Herrera-Pérez, 2014; Chevalier, 2017). A pesar de ello los crustáceos pueden llegar a ser más importantes que los peces en la dieta del pez león (Dahl y Patterson III, 2014; Villaseñor-Derbez y Herrera-Pérez, 2014) ya que la importancia proporcional de los crustáceos en la dieta está inversamente relacionada con el tamaño de este depredador (Morris y Akins 2009). Es decir, que el tamaño de la presa aumenta a medida que el pez león es más grande y los de tallas más pequeñas prefieren alimentarse de crustáceos, fundamentalmente camarones (Morris y Akins, 2009; Muñoz *et al.*, 2011; McCleery, 2011).

En el Mar Rojo el pez león suele alimentarse de doncellas (Labridae), cardenales (Apogonidae), gobios (Gobiidae) y bagres (Plotosidae) (Cure *et al.*, 2012), mientras que en el Atlántico tiene una dieta más amplia, compuesta fundamentalmente por peces y crustáceos (Albins y Hixon, 2008; Morris y Akins, 2009; Muñoz *et al.*, 2011; Sandel, 2011; McCleery, 2011; Pantoja *et al.*, 2017; Chevalier, 2017; Peake *et al.*, 2018; del Río, 2019). También puede alimentarse de equinodermos (Muñoz *et al.*, 2011) y moluscos (Muñoz *et al.*, 2011; García, 2015; Pantoja, 2016; Chevalier, 2017), aunque estos casos son muy raros.

En América se han realizado un mayor número de trabajos acerca de la composición de la dieta del pez león, debido a los disturbios que ha traído consigo la invasión en estas aguas (Albins y Lyons, 2012)

En estudios realizados en diferentes lugares del Atlántico se han encontrado entre 19 y 25 familias de peces formando parte de la dieta del pez león

(Morris y Akins, 2009; Muñoz *et al.*, 2011; Albins 2015). Entre las familias mejor representadas se encuentran: Pomacentridae, Acanthuridae, Blennidae, Labridae, Serranidae, Gobiidae, Grammatidae, Apogonidae, Atherinidae, Mullidae, Monacanthidae, Scaridae, Haemulidae y Carangidae (Morris y Akins, 2009; Sandel, 2011; Muñoz *et al.*, 2011; McCleery, 2011; Hackerot *et al.*, 2017; Peake *et al.*, 2018).

En Cuba también se han desarrollado estudios encaminados a conocer los principales componentes de la dieta del pez león (Cabrera, 2014; García, 2015; Pantoja, 2016; Pantoja *et al.*, 2017; Chevalier, 2017; del Río, 2019). Dichos estudios se han llevado a cabo mediante el análisis de los estómagos de peces león recolectados en distintas localidades del país. Según Del Río (2019), las entidades alimentarias identificadas se encuentran incluidas en tres grupos principales: peces, crustáceos y moluscos, en ese orden de abundancia. Las familias de peces de mayor importancia para la dieta han sido Pomacentridae, Gobiidae, Scaridae, Holocentridae, Mullidae, Labridae y Acanthuridae. Las dos primeras se encontraron entre las familias mejor representadas en la dieta del pez león en todos los trabajos. En el caso de los crustáceos predominaron los órdenes Decapoda, Mysida, Stomatopoda e Isopoda, el infraorden Brachyura y los camarones (infraordenes Stenopodidea y Caridea y la superfamilia Penaeoidea).

2.4 Control y manejo

El pez león, en todas sus espinas posee glándulas del tipo apocrina, en las cuales contiene un fuerte veneno (Morris *et al.*, 2009). A consecuencia de ello, sus depredadores potenciales como tiburones, barracudas, pargos, morenas y fundamentalmente los meros, no lo reconocen como presa. Maljkovi (2008) encontró un ejemplar de un pez león en el estómago de dos especies de meros, lo que los ubica como posibles depredadores en aguas americanas. Sin embargo, estudios han demostrado que en el Caribe

la abundancia de pez león, la de meros de gran talla, así como la de otros depredadores, no estuvieron relacionadas negativamente (Cobián *et al.*, 2017; Valdivia *et al.*, 2014). En su lugar, la abundancia de pez león estuvo controlada por diferentes características físicas de los sitios y por la pesca (Valdivia *et al.*, 2014).

La pesca se considera el mejor método (o el único) para controlar las cantidades de pez león (Côté *et al.*, 2014). En varios países del Caribe, se ha oficializado su captura y se han entregado licencias a los pescadores para la pesca, tal es el caso de Bahamas en el 2007 y de Bermuda en el 2008 (Morris *et al.*, 2009). A pesar de ello la completa erradicación de pez león mediante la pesca, a escala de toda la región, es muy improbable (Akins, 2013; Barbour *et al.*, 2011). También existen criterios que las extracciones parciales son a menudo tan efectivas como las erradicaciones completas a escala local y requieren menos tiempo y esfuerzo (Côté *et al.*, 2014; Green *et al.*, 2014). Este tipo de control local puede dar muy buenos resultados en el manejo de la densidad de pez león y la mitigación de sus impactos (Akins, 2013; Alemu, 2016; de León, 2013; Frazer *et al.*, 2012; Henly, 2017; Sandel *et al.*, 2015)

En Cuba, desde que se reportó el primer avistamiento en el 2007, se comenzó un extenso programa de educación ambiental hacia la población y en especial a las comunidades costeras. El Acuario Nacional de Cuba inició, además, un proyecto de investigación para conocer aspectos de la ecología del pez león con el objetivo de ampliar los conocimientos sobre esta especie a nivel regional para mejorar la eficiencia de los planes de control y manejo en las áreas afectadas (Pantoja, 2016).

En el Parque Nacional Guanahacabibes, desde el año 2010 hasta el 2015 solo se habían realizado capturas con fines científicos (Cobián *et al.*, 2016).

En octubre del 2015 se realizó el I Torneo Internacional de Pesca del Pez León en Cuba, que tuvo lugar en el Centro Internacional de Buceo de María la Gorda. A partir de entonces, este evento se ha celebrado anualmente, con el objetivo de reducir la población de pez león en esta área. Según Cobián *et al.* (2017) los torneos de pesca constituyen un eficiente programa de manejo.

2.5 Métodos de estudio de contenido estomacal

La composición del alimento de una especie de pez brinda información acerca del nicho que la especie ocupa en su hábitat. La naturaleza del alimento ingerido depende primariamente de la morfología y del comportamiento alimentario del pez y en segundo lugar de la composición y cantidad del alimento disponible (Pillay, 1952). A diferencia de los animales terrestres, en la mayoría de los casos no es posible observar la alimentación de un pez en su entorno natural y por lo tanto, determinar exactamente de que se alimenta. Es por ello que el mejor método para determinar de que se alimenta, es el examen de su contenido estomacal (Pillay, 1952).

La mayoría de los métodos comúnmente aceptados para evaluar la composición de la dieta deben producir sustancialmente los mismos resultados. Aquellas entidades alimentarias importantes en la dieta serán claramente distinguibles de las que son ocasionales, raras o de poca importancia y la variación entre diferentes métodos probablemente no sea mayor que entre diferentes muestras de peces (Hynes, 1950).

2.5.1 Método de frecuencia de ocurrencia

Se realiza anotando el número de estómagos que contienen uno o más individuos de cada categoría alimentaria. Este número, según Hyslop (1980),

se puede expresar de dos formas: como un porcentaje del total de estómagos o sólo de aquellos estómagos que contienen alimento. Las ventajas del método de frecuencia de ocurrencia son que, siempre que los alimentos se identifiquen fácilmente, es rápido y requiere un mínimo de equipamiento. Su desventaja radica en que brinda poca información acerca de la cantidad relativa o el volumen de cada categoría alimentaria presente en el estómago. A pesar de esto Hyslop (1980) señala que el método ofrece una información cualitativa del espectro alimentario de la especie. Al respecto Hynes (1950) señala su utilidad, al combinarlo con otros métodos de medición exacta (peso o volumen) y que para los peces con dieta generalizada es posible obtener resultados similares usando cualquiera de estos métodos individualmente.

Frecuencial o de frecuencia de ocurrencia (% F). Definido por Rosecchi y Novaze (1987) como:

$$\% F = \frac{100 * Fi}{\# \text{ total de estómagos analizados para esa muestra}}$$

Donde fi es el número de estómagos donde se encontró la entidad i.

2.5.2 Método numérico

En este método se cuenta el número de individuos de cada categoría alimentaria en un estómago y se expresa como porcentaje del número total de individuos de todas las categorías alimentarias de ese estómago (Hyslop, 1980).

Las ventajas del método numérico son que es relativamente rápido y simple de operar, siempre que sea factible una clara identificación de las muestras. El método además de ser laborioso, tiene otras limitaciones que

evitan su utilización como método único para determinar un índice de importancia dietética. En primer lugar, se ha reconocido generalmente en la literatura que los estimados numéricos sobrevaloran la importancia de pequeños elementos de presa tomados en gran número. En segundo lugar, para muchos estómagos es difícil estimar los números en cada categoría a causa de la masticación del alimento antes de que alcance el estómago y luego los efectos del proceso digestivo. Para contrarrestar estos efectos se deben recolectar las muestras durante la alimentación o justo después, contando sólo las partes duras (Pillay, 1952). En tercer lugar, y por último, este método no es adecuado para analizar entidades que no aparecen en unidades discretas tales como las macroalgas y el detrito (Hyslop, 1980).

Numérico (%N). Definido por Hyslop (1980) como:

$$\% N = \frac{100 * N_i}{N}$$

N_i es el número de individuos de cada categoría alimentaria en un estómago.

N es el número total de entidades alimentarias encontradas en esa muestra.

3

Materiales y métodos

3.1 Área de estudio

Las capturas fueron realizadas en María la Gorda, en el Parque Nacional Guanahacabibes (PNG), en el punto de buceo “Laberinto”, el cual se encuentra a los 21°49'17.8"N y los 84°29'57.9"W. El PNG se ubica en la provincia de Pinar del Río, en el extremo occidental de Cuba y constituye la zona núcleo más importante de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes. Posee una extensión de 15 950 ha (Cobián y Chevalier, 2009) y se extienden por toda la costa sur de la península, desde Jaimanitas al este de Cabo Corrientes hasta el Cabo de San Antonio (Cuba, 2001b).

El parque fue declarado legalmente como parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba el 14 de diciembre del 2001, por sus altos niveles de diversidad biológica y conservación. Las regulaciones existentes permiten que los arrecifes del área se encuentran entre los de mayor belleza y mejor estado de conservación de Cuba (Alcolado *et al.*, 2003; Gotera, 2005; González-Ferrer *et al.*, 2007). Los arrecifes de los puntos de buceo de María la Gorda, solo representan el 15% de los arrecifes del área protegida. 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. A esto contribuye también la conformación cársica de la península, que minimiza los impactos asociados a las descargas de aguas fluviales y a la sedimentación por fuentes terrígenas (Cobián *et al.* 2011; Perera-Valderrama 2013).

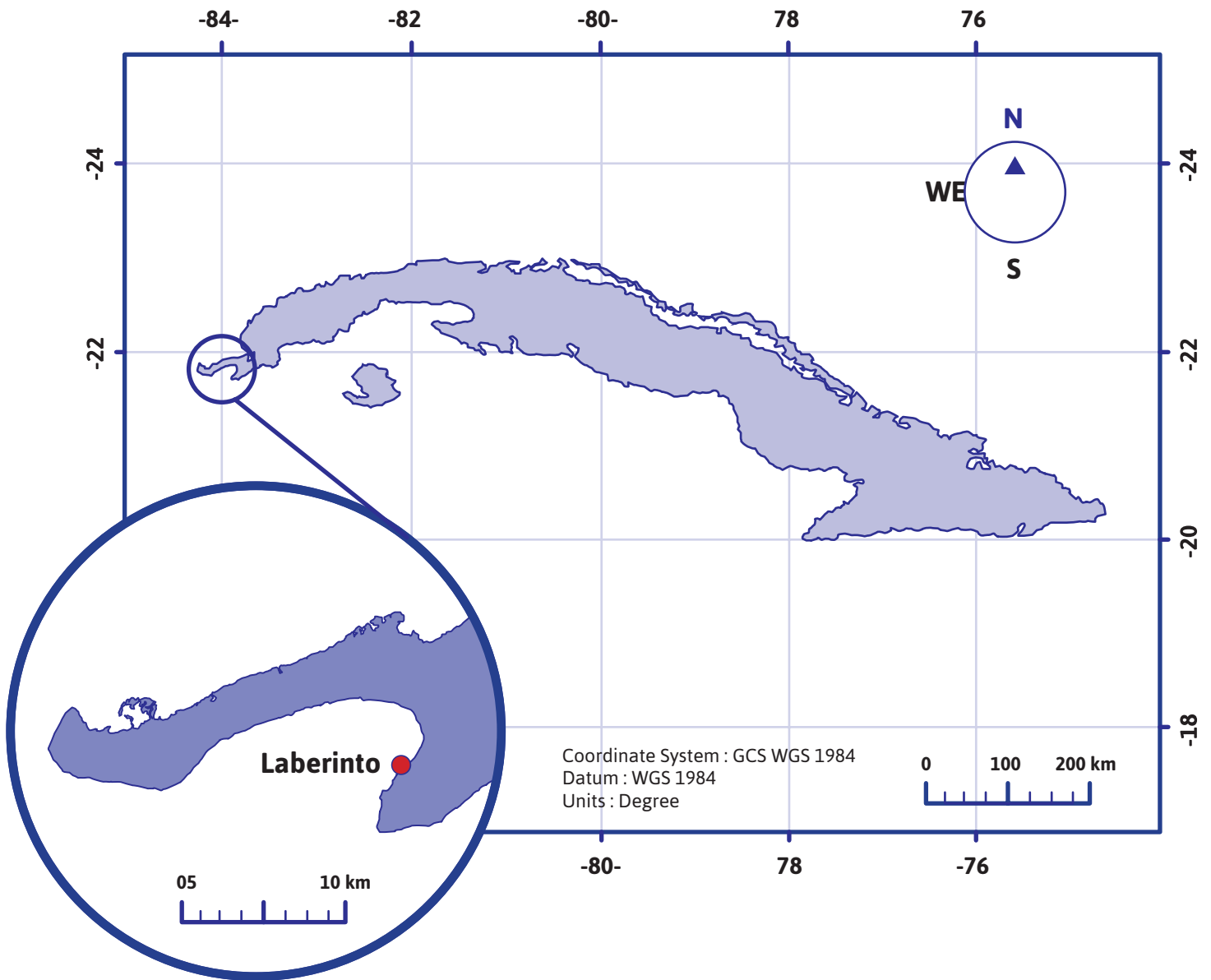


Figura1. En el círculo azul se encuentra señalado el Parque Nacional Guanahacabibes. El punto rojo señala el sitio de buceo donde se capturaron ejemplares de peces león para estudiar la dieta.

3.2 Obtención y análisis de las muestras

Se capturaron todos los ejemplares observados, a una profundidad de 15m, con redes de mano y arpones hawaianos y se transportaron utilizando bolsas de nylon, bolsas de malla y/o bolsas plásticas. Las capturas se realizaron en dos horarios, diurno (entre las 9:00 y las 16:00 horas) y nocturno (entre 21:00 y 23:00 horas). Las muestras de horario diurno fueron tomadas en los años 2012, 2013 y 2014 mientras que las de horario nocturno se tomaron en el 2015. Se removieron las espinas de las aletas dorsales, pélvicas y anales de los individuos capturados empleando tijeras, para evitar el riesgo de lesiones y/o envenenamiento de los investigadores. Se midió el largo total (centímetros) con una regla de 0,1 milímetros de precisión.

Los peces que llegaron vivos al laboratorio se sacrificaron mediante un corte cervical. La disección se realizó mediante un corte longitudinal en la región ventral desde el ano hasta el opérculo y se retiró parte de la pared abdominal del lado izquierdo, quedando expuestos los órganos internos (Moravec *et al.*, 1992). El estómago se retiró cortando ambos extremos y su contenido se analizó visualmente o con la ayuda de un microscopio estereoscópico y/o un microscopio biológico (40X). Las entidades alimentarias encontradas se clasificaron hasta el taxón más bajo posible que permitió su estado de digestión.

3.3 Identificación del contenido estomacal

Las entidades encontradas en los estómagos de los individuos, fueron listadas teniendo en cuenta la clasificación taxonómica más exacta posible. Para la identificación de los peces se emplearon los criterios de Bohlke y Chaplin, (1968) de Guitart (1985 a, 1985 b) y Claro (2001). En el caso de las entidades que pertenecen al orden Decapoda se utilizaron las publicaciones de Gómez (1980), de De Grave *et al.*, (2009) y de Martínez-Iglesias y Gómez (1986). Para el infraorden Brachyura se utilizaron las publicaciones de de

de Chace (1972) y de Martínez-Iglesias (1986). Para los ejemplares pertenecientes al suborden Dendrobranchiata se utilizó la publicación de Ortiz *et al.*, (2010). También fueron utilizados los criterios taxonómicos de la base de datos WoRMS Editorial Board (2019).

3.4 Análisis estadístico

3.4.1 Análisis del contenido estomacal

La totalidad de las muestras se organizaron en dos grandes grupos horarios, “diurno” para las muestras tomadas de día y “nocturno” para las muestras tomadas durante la noche. Para el estudio de la composición de la dieta fueron utilizados dos métodos, el método numérico y el de frecuencia de ocurrencia o frecuencial.

Con el total de entidades halladas por grupos horarios, se organizaron en dos grandes grupos, “peces” y “crustáceos” con el fin de hacer un análisis comparativo con otros estudios.

3.4.2 Análisis multivariados

Para explorar la existencia de patrones de similitud y diferencias a través de las muestras se analizaron los datos utilizando un método multivariado. El análisis consistió en un ordenamiento mediante escalado multidimensional no métrico (nmMDS, por sus siglas en inglés), que ofreció un mapa bidimensional donde la ubicación de las muestras es un reflejo de la similitud de su composición por entidades. Fueron excluidas las entidades: “Peces” y “Materia orgánica” de la matriz de datos utilizada para el análisis multivariado, ya que aportaban altos valores de incertidumbre y no contribuían al análisis cualitativo de la dieta.

Para el cálculo de la matriz de disimilitud mediante el índice de Bray Curtis, fue necesario agregar una ocurrencia ficticia de valor 1 generalizada para todas las entidades, ya que el Estándar Bray-Curtis no está definido para dos muestras que no contienen ninguna especie (es decir de valor 0). A partir de la matriz de disimilitud se desarrolló el análisis de ordenamiento mediante nmMDS y como medida de la calidad del mismo, se utilizó el valor de estrés asociado.

La contribución de cada entidad a cada grupo horario fue evaluada mediante una prueba de SIMPER (Clarke y Warwick, 2001). En la prueba se muestran los valores de porcentaje de contribución de las principales entidades, a la similitud dentro de cada grupo horario y a la disimilitud entre ellos. Los grupos se formaron a partir del análisis de agrupamiento teniendo en cuenta el número de entidades.

El procesamiento de datos se realizó utilizando los programas Microsoft Excel y PRIMER 6.1.15

4

Resultados

4.1 Composición de la dieta

Se analizaron un total de 122 estómagos, de peces león cuyas tallas estuvieron entre 5,4 y 40,3 cm. De ellos 82, pertenecientes a muestras extraídas en horario diurno y 40 a muestras extraídas en horario nocturno. En las muestras nocturnas se encontraron 3 estómagos vacíos, representando solo un 7,50% del total (37 llenos, representando un 92,50% del total) mientras que en las muestras diurnas fueron encontrados 17 estómagos vacíos, representando un 20,73% del total (65 estómagos llenos, representando un 79,27% del total).

De manera general, se encontraron un total de 27 entidades alimentarias agrupadas en 2 órdenes (Isopoda y Stomatopoda), 3 infraórdenes (Caridea, Brachyura y Anomura) y 12 familias (Pomacentridae, Scaridae, Labridae, Grammatidae, Apogonidae, Serranidae, Chaenopsidae, Labrisomidae, Monacanthidae, Gobiidae, Synodontidae, Mysidae); además de una entidad que se denominó "materia orgánica" debido a su estado de digestión, la cual se tuvo en cuenta para calcular la cantidad de estómagos llenos y vacíos pero no fue incluida en el análisis realizado con los métodos numérico y frecuencial.

En las muestras de horario nocturno se encontraron 21 entidades agrupadas en 4 categorías taxonómicas (especie, género, familia e infraorden), siendo los peces el grupo mejor representado con 13 especies, 14 géneros y 10 familias, mientras que los crustáceos encontrados estuvieron restringidos al infraorden Caridea (Tabla 1).

En este grupo horario las entidades de mayores índices de porcentaje numérico y frecuencial fueron: *Stegastes partitus* (N= 16,19% y F= 40,66%), *Halichoeres* (N= 5,28% y F= 21,98%), *Clepticus parrae* (N= 21,38% y F= 25,27%) y *Apogon* sp (N= 18,72% y F= 29,67%), pertenecientes a grupos de peces; y Caridea (N= 11,60% y F= 26,37%) que constituyó la única entidad perteneciente a crustáceos. Todas ellas con una frecuencia de aparición superior al 20,00%.

De igual forma las familias mejor representadas fueron Pomacentridae (N= 24,77% y F= 69,79%), Labridae (N= 29,3% y F= 58,24%) y Apogonidae (N= 20,21% y F= 33,52%), todas pertenecientes al grupo peces, con una frecuencia de aparición superior al 30,00% (Tabla 1).

En las muestras de horario diurno, fueron encontradas 13 entidades agrupadas en 5 categorías taxonómicas (especie, género, familia, infraorden y orden). En este grupo horario, al igual que en el nocturno, los peces fueron el grupo mejor representado con 5 especies, 6 géneros y 6 familias, mientras que los crustáceos estuvieron representados por un género, una familia, 2 órdenes y 3 infraórdenes (Tabla 2).

En el horario diurno las entidades que reportaron mayores índices de porcentaje numérico y frecuencial, fueron *Halichoeres* (N= 16,67% y F= 33,33%), *Coryphopterus personatus* (N= 75,00% y F= 25,00%), pertenecientes al grupo peces; y Caridea (N= 53,92% y F= 44,14%) y Brachyura (N= 18,70% y F= 35,34%), pertenecientes al grupo crustáceos. Todas ellas con una frecuencia de aparición superior al 20,00%. De igual forma las categorías taxonómicas mejor representadas fueron los Infraórdenes Caridea y Brachyura pertenecientes al grupo crustáceos y la familia Labridae (N= 29,3% y F= 58,24%), perteneciente a peces. Todas con una frecuencia de aparición superior al 30,00%. Sin embargo la familia Gobiidae presentó el mayor porcentaje numérico encontrado para este grupo horario, con un 75,00% (Tabla 2).

Los grupos taxonómicos comunes para ambos horarios fueron el infraorden Caridea y las familias Pomacentridae, Scaridae, Labridae, Grammatidae y Gobiidae. También se observa que todas las entidades de peces que se encontraron en el horario diurno, con excepción de *Synodus synodus*, también fueron halladas en el horario nocturno.

Tabla 1. Entidades encontradas en la dieta del pez león, en horario nocturno, con sus respectivos índices de porcentaje numérico N (%) y frecuencial F (%).

Categoría taxonómica	Entidades	N (%)	F (%)
Familia Pomacentridae		24,77	69,79
	<i>Stegastes sp.</i>	1,49	3,85
	<i>Stegastes partitus</i> (Poey, 1868)	16,19	40,66
	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	3,30	14,29
	<i>Chromis cynea</i> (Poey, 1860)	3,79	10,99
Familia Scaridae		5,63	18,68
	<i>Scarus</i>	2,64	10,99
	<i>Sparisoma automarium</i> (Poey, 1861)	2,99	7,69
Familia Labridae		29,3	58,24
	Labridae	1,49	3,85
	<i>Halichoeres</i>	5,28	21,98
	<i>Clepticus parrae</i> (Bloch y Schneider, 1801)	21,38	25,27
	<i>Bodianus rufus</i> (Linneus, 1758)	1,15	7,14

Tabla 1. Continuación

Categoría taxonómica	Entidades	N (%)	F (%)
Familia Grammatidae		7,47	15,38
	<i>Gramma loreto</i> (Poey, 1868)	4,48	7,69
	<i>Gramma melacara</i> (Böhlke y Randall, 1963)	2,99	7,69
Familia Apogonidae		20,21	33,52
	<i>Apogon sp</i>	18,72	29,67
	<i>Apogon maculatus</i> (Poey, 1860)	1,49	3,85
Familia Serranidae	<i>Serranus tigrinus</i> (Bloch, 1790)	1,49	3,85
Familia Chaenopsidae		4,48	11,54
	<i>Lucayablennius zingaro</i> (Böhlke, 1957)	1,49	3,85
	<i>Stathmonotus</i>	2,99	7,69
Familia Labrisomidae	<i>Malacoctenus</i>	1,49	3,85
Familia Monacanthidae	<i>Monacanthus tuckeri</i> (Bean, 1906)	1,15	7,14
Familia Gobiidae	<i>Coryphopterus personatus</i> (Jordan, 1905)	1,49	3,85
Infraorden Caridea	Caridea	11,60	26,37

Tabla 2. Entidades encontradas en la dieta del pez león, en horario diurno, con sus respectivos índices de porcentaje numérico N (%) y frecuencial F (%).

Categoría taxonómica	Entidades	N (%)	F (%)
Familia Pomacentridae	<i>Stegastes partitus</i> (Poey, 1868)	2,13	4,17
Familia Synodontidae	<i>Synodus synodus</i> (Linnaeus, 1758)	1,47	4,55
Familia Scaridae	<i>Scarus</i>	1,47	4,55
Familia Labridae	<i>Halichoeres</i>	16,67	33,33
Familia Grammatidae		5,82	11,44
	<i>Gramma loreto</i> (Poey, 1868)	4,35	6,90
	<i>Gramma melacara</i> (Böhlke y Randall, 1963)	1,47	4,55
Familia Gobiidae	<i>Coryphopterus personatus</i>	75,00	25,00
Infraorden Caridea	Caridea	53,92	44,14
Infraorden Brachyura	Brachyura	18,70	35,34
Orden Isopoda	Isopoda	5,12	9,09
Orden Stomatopoda	Stomatopoda	4,35	6,90
Familia Mysidae	<i>Mysidium</i>	1,47	4,55
Infraorden Anomura	Anomura	1,47	4,55

El porcentaje numérico en el horario nocturno para el grupo peces resultó 19 veces mayor que para el grupo crustáceos, mostrando valores de 94,70% y 5,29%, respectivamente. En el horario diurno, aunque el comportamiento fue similar, la diferencia entre los grupos fue solo tres veces mayor, siendo los valores 75,00% para peces y 25,00% para crustáceos (Figura 2).

Mediante el método numérico se observó que en el horario nocturno hubo un incremento de aproximadamente 20,00% en el consumo de peces con respecto a lo observado en el horario diurno, así como una disminución de igual porcentaje en el consumo de crustáceos (Figura 2).

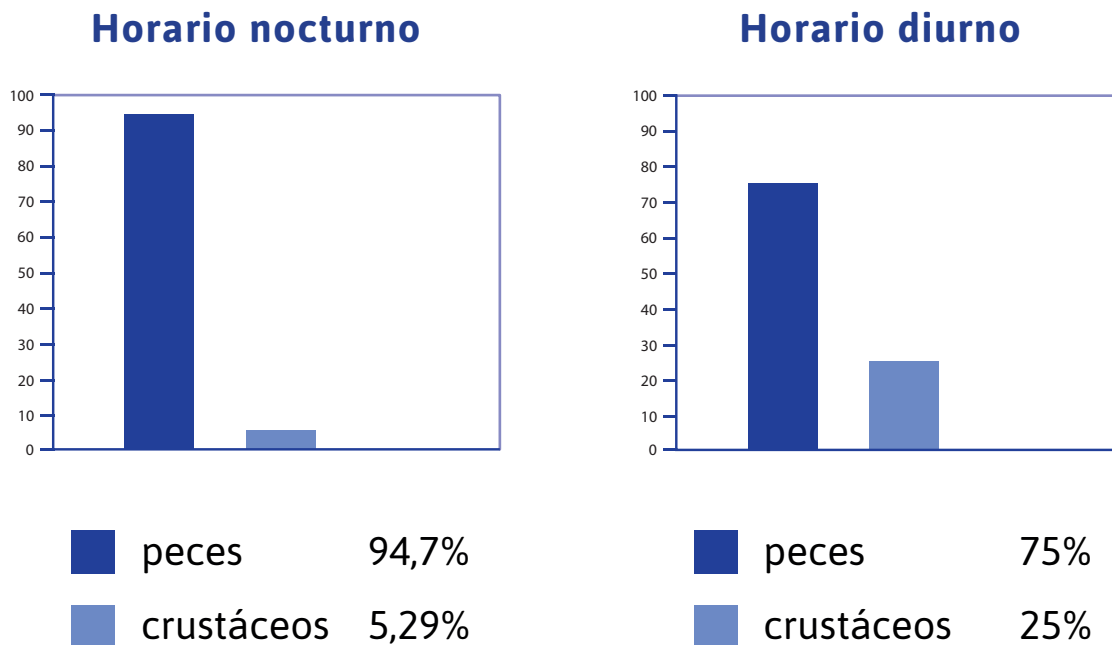


Figura 2. Porcentaje numérico calculado para los principales grupos que componen la dieta del pez león en cada grupo horario.

Por su parte el porcentaje frecuencial mostró la misma tendencia que el numérico, ya que también se observa una clara dominancia en la frecuencia de aparición de peces con respecto a la de crustáceos. En el horario nocturno los valores porcentuales resultaron ser 87,50 % para peces y 15,00% para crustáceos, lo cual indica que aparecieron 5 veces más peces que crustáceos. Por otro lado, en el horario diurno los valores observados fueron de 52,43% para peces y 29,26% para crustáceos, siendo esta la menor diferencia hallada entre los dos grupos (Figura 3).

Mediante el método frecuencial, se observó que la frecuencia de aparición de peces en el horario nocturno superó en más de un 30% a la observada en el diurno, mientras que la frecuencia de aparición de crustáceos disminuyó en un 14% (Figura 3).

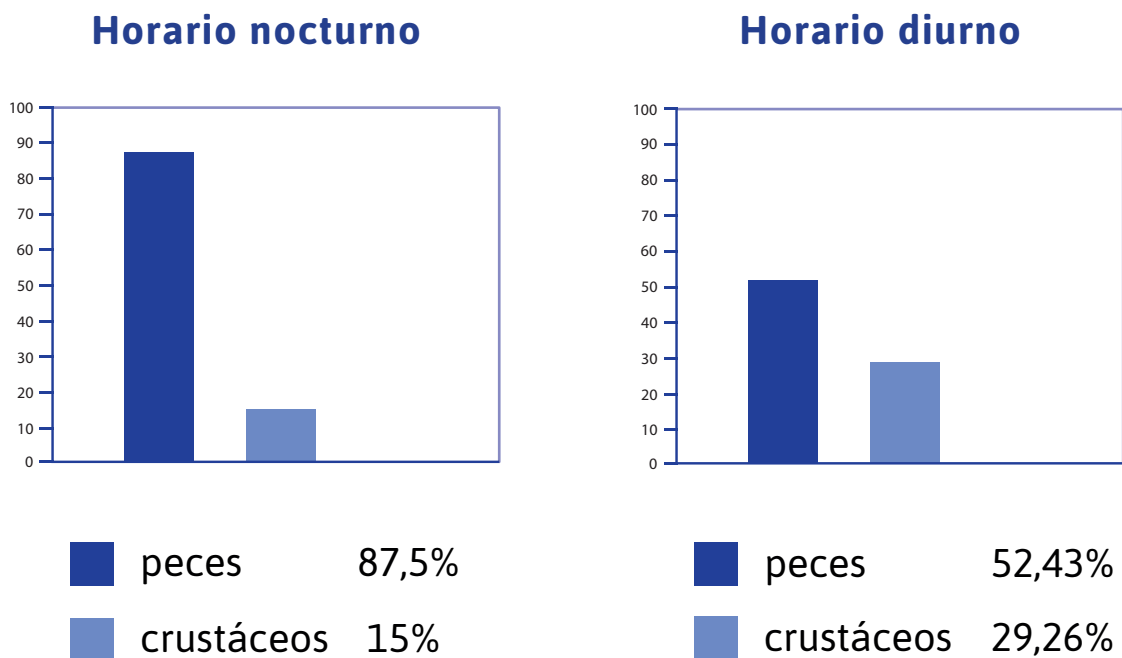


Figura 3. Porcentaje frecuencial calculado para los principales grupos que componen la dieta del pez león en cada grupo horario.

El test de Simper realizado a partir de los grupos horarios conformados, reveló que las entidades que más contribuyeron a la similitud dentro del grupo nocturno fueron *Stegastes partitus*, *Caridea*, *Apogon sp*, *Halichoeres*, y *Clepticus parrae*, las cuales constituyeron el 93,44% de la similitud en este grupo. No obstante, *Stegastes partitus* y *Caridea* fueron las de mayor contribución ya que entre ambas aportaron más de un 50 % de dicha similitud (Tabla 3).

Por su parte las entidades que tributaron a un mayor porcentaje de similitud dentro del grupo diurno fueron *Caridea* y *Brachyura*, que constituyeron un 91,69%, siendo *Caridea* la de mayor aporte con un 79,16% (Tabla 3).

Según la prueba de Simper, el 90,52% de las diferencias entre los grupos horarios estuvo dado por 18 entidades alimentarias. De ellas las de mayor contribución fueron *Caridea*, *Stegastes partitus*, *Apogon sp* y *Clepticus parrae*, ya que entre las cuatro aportaron más del 50% de la disimilitud entre los grupos (Tabla 3).

Tabla 3. Resultado de la prueba de Simper donde se muestran las entidades que componen la dieta del pez león, que más contribuyen a los porcentajes de similitud dentro y disimilitud entre los grupos horarios (D=Diurno y N=Nocturno). Entre paréntesis se presenta el valor de similitud promedio de cada grupo y el valor de disimilitud promedio entre ambos grupos.

Grupos	Especies	Contribución (%)	Acumulado (%)
D (2,61)	Caridea	79,16	79,16
	Brachyura	12,53	91,69
N (4,86)	<i>Stegastes partitus</i>	39,70	39,70
	Caridea	20,89	60,59
	<i>Apogon sp</i>	16,41	77,00
	<i>Halichoeres</i>	9,71	86,71
	<i>Clepticus parrae</i>	6,72	93,43

Tabla 3. Continuación

Grupos	Especies	Contribución (%)	Acumulado (%)
N-D (98,05)	Caridea	19,781	9,78
	<i>Stegastes partitus</i>	14,723	4,50
	<i>Apogon sp</i>	10,574	5,07
	<i>Clepticus parrae</i>	7,75	52,82
	<i>Halichoeres</i> 7	,356	0,17
	<i>Gramma loreto</i>	6,31	66,49
	Brachyura	3,44	69,93
	<i>Scarus</i>	2,98	72,91
	<i>Serranus tigrinus</i>	2,38	75,29
	<i>Coriphopteru personatus</i>	2,00	77,28
	<i>Chromis cynea</i>	1,99	79,27
	Isopoda	1,96	81,23
	<i>Stathmonotus</i>	1,96	83,19
	<i>Sparisoma automarium</i>	1,56	84,19
	<i>Chromis multilineata</i>	1,52	86,27
	Stomatopoda	1,50	87,77
	<i>Gramma melacara</i>	1,47	89,24
	Labridae	1,28	90,52

Al realizar una representación bidimensional mediante nmMDS, se observa un solapamiento de la mayoría de las muestras de horario diurno con una parte de las del horario nocturno, donde las entidades *Halichoeres* y *Stegastes partitus* tienen una Influencia notable (Figura 4).

En el eje horizontal se manifiesta un desplazamiento de las muestras del grupo nocturno hacia la izquierda, influenciadas por las entidades *Clepticus parrae* y *Apogon sp*; mientras que las muestras de horario diurno se desplazan hacia la derecha, influenciadas en menor medida por la entidad *Halichoeres* (Figura 4). En este eje se observa una muestra de horario nocturno aislada hacia la izquierda y una muestra de horario diurno aislada hacia la derecha. En este eje se observan dos muestras aisladas, una de horario nocturno desplazada hacia la izquierda y otra de horario diurno desplazada hacia la derecha.

En el eje vertical existe un mayor solapamiento de las muestras de ambos horarios, aunque se puede observar que una de las muestras de horario diurno se encuentra muy desplazada hacia la parte superior del eje, debido a la influencia de la entidad *Caridea*. Por otro lado, en las muestras de horario nocturno se observa una tendencia de desplazamiento de las muestras hacia la parte inferior del eje, determinado fundamentalmente por las entidades *Apogon sp* y *Stegastes partitus*. También se puede apreciar y una muestra de horario nocturno muy desplazada hacia abajo (Figura 4).

El valor de estrés asociado de 0,1 indica un buen ordenamiento de los datos, al llevar las interacciones multidimensionales que normalmente presentan las muestras a un plano bidimensional.

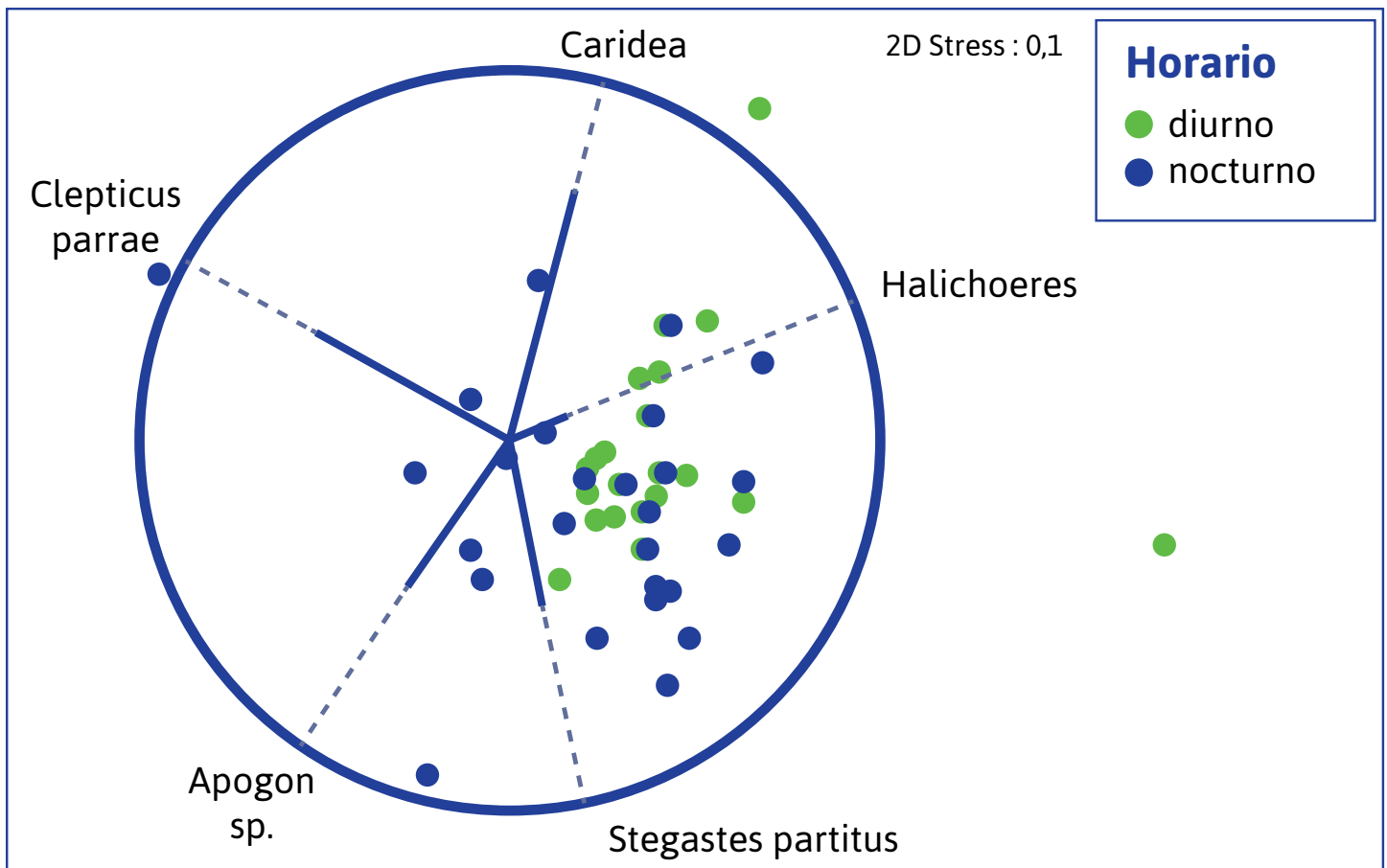


Figura 4. Configuración de las muestras obtenida mediante el análisis de escalado multidimensional (nmMDS) a partir de la matriz de disimilitud de los datos del número de entidades. Se muestra el valor del estrés asociado.

En el presente estudio se lograron identificar un total de 27 entidades alimentarias en los 122 estómagos de peces león analizados. En otros trabajos realizados en el Caribe, con tamaños de muestras similares o mayores, también se ha podido identificar una gran diversidad de entidades. Layman y Allegeier (2012), hallaron 21 entidades en 122 estómagos examinados; Chevalier (2017), encontró 75 entidades en un total de 777 estómagos y del Río (2019) halló 28 entidades en 629 estómagos. Todos estos resultados, incluyendo los obtenidos en esta investigación, constituyen una evidencia más de que el pez león es un depredador generalista capaz de consumir una amplia gama de organismos.

Los principales grupos encontrados en la dieta diurna fueron los peces y crustáceos, resultado que coincide con los hallados por otros autores (Morris y Akins, 2009; Sandel, 2011; McCleery, 2011; Chevalier, 2017; Pantoja *et al.*, 2017; Peake *et al.*, 2018; del Río, 2019). Sin embargo, a diferencia de otros estudios (Cobián *et al.*, 2016; Chevalier, 2017; Pantoja *et al.*, 2017; Peake *et al.*, 2018; del Río, 2019), no se encontraron moluscos. Esto podría deberse a que en los trabajos donde se ha podido documentar la presencia de moluscos en la dieta del pez león, los tamaños de muestra han sido superiores y los sitios de captura más numerosos. Además la captura de ejemplares se ha realizado en distintos biotopos, por lo que no ha estado restringida únicamente a ecosistemas arrecifales, como es el caso de esta investigación. A pesar de ello, en la mayoría de los reportes la ocurrencia de moluscos resultó aislada y/o referida como “rara”.

Aunque las entidades de crustáceos estuvieron bien representadas, la dieta diurna resultó esencialmente piscívora. Asimismo el rango de tallas (5,4 – 40,3 cm) de los ejemplares colectados fue similar al de otras investigaciones. Ambos resultados coinciden con lo encontrado en el Atlántico, Bahamas, el Caribe, Sureste de Estados Unidos, México y Cuba (Albins y Hixon, 2008; Morris y Akins, 2009; Cabrera, 2011; McCleery, 2011; Muñoz *et al.*, 2011; Green

et al., 2012; Côté *et al.*, 2013; Cabrera, 2014; Dahl y Patterson, 2014; Chevalier *et al.*, 2014; Cobián *et al.*, 2016; Chevalier, 2017; Pantoja *et al.*, 2017; Peake *et al.*, 2018; del Rio, 2019). El predominio de peces observado en la dieta diurna podría deberse a que los cangrejos, camarones y sus afines, presentan un exosqueleto muy complejo para la digestión y muy poco asimilable en términos de biomasa, al contrario de los peces (Cabrera, 2014). Sin embargo, este hecho debe estar más asociado a factores como la disponibilidad, los rasgos de comportamiento y a otras características morfológicas de las presas.

Ha sido bien documentado que la entidad más frecuente en la composición de la dieta del pez león, se encuentra directamente relacionada, por lo general, con la presa más disponible (Muñoz *et al.*, 2011; Layman y Allgeier, 2012; Eddy *et al.*, 2016; Peake *et al.*, 2018). En un estudio realizado por Cobián y Chevalier (2009) en el Parque Nacional Guanahacabibes, estos autores reportaron que los valores de abundancia de las familias de peces Labridae y Gobiidae, se encontraban entre los más altos. Por otro lado, Green y Côté (2014) plantean que las presas seleccionadas por el pez león, presentan una serie de características morfológicas y conductuales comunes, tales como: cuerpos pequeños, de poca altura y hábitos bentónicos o bentopelágicos. Tal es el caso de las entidades *Halichoeres* (Familia Labridae) y *Coryphopterus personatus* (Familia Gobiidae), cuyos rasgos determinan que sean más vulnerables a la depredación por parte del pez león. Todo lo planteado anteriormente podría explicar que estas entidades sean las de mayor abundancia dentro de la dieta diurna.

Es importante destacar que las entidades de crustáceos más frecuentes, halladas en horario diurno fueron Caridea y Brachyura. Resultado que coincide con los obtenidos en otras investigaciones realizadas en Cuba, en las que también se identificaron estos infraórdenes como los más abundantes dentro de la dieta del pez león (Cabrera, 2014; García, 2015; Pantoja, 2016).

Por otra parte la dieta nocturna, al igual que la diurna, fue predominantemente piscívora y los principales grupos hallados en su composición fueron además de los peces, los crustáceos. Aunque los crustáceos estuvieron restringidos al infraorden Caridea.

En la dieta nocturna se observa una disminución en el consumo de crustáceos, respecto a la diurna. No obstante, la principal diferencia entre ambas dietas, está dada por el incremento en el consumo de peces, observado en el horario nocturno. Esto podría estar relacionado con factores como el éxito de captura, los niveles de luz y el tiempo de digestión.

Durante el día, cuando la intensidad de luz es mayor, las presas tienen una mejor visibilidad para detectar a los depredadores y pueden evadirlos con mayor facilidad. Sin embargo, en horario crepuscular, la visibilidad en el arrecife disminuye y se incrementa la vulnerabilidad de las presas al no poder distinguir adecuadamente a sus depredadores. Se ha evidenciado que la actividad depredadora del pez león es mayor durante los períodos crepusculares, puesto que su éxito de caza es relativamente alto a bajos niveles de luz. Incluso en días nublados su actividad de caza se extiende a toda la jornada, ya que las condiciones son similares al crepúsculo (Côté y Maljkovic, 2010). A causa de ello, en horario nocturno muchas entidades aumentan su aparición y frecuencia como parte de la dieta del pez león; tal es el caso de *Stegastes partitus*, que a pesar de ser una especie activa durante el día, tener un tamaño pequeño y presentar hábitos bentónicos, su frecuencia de aparición es mayor en horario nocturno.

Clepticus parrae solo se encontró en los estómagos de los peces león capturados durante la noche. A pesar que esta especie se mantiene durante el día en la columna de agua alimentándose de plancton, en el horario

crepuscular desciende al arrecife para guarecerse (DeLoch y Humann, 1999), momento en el cual el pez león tiene más oportunidades de capturarla.

Estudios preliminares sobre las tasas de digestión del pez león han revelado que las presas no se digieren completamente hasta después de ocho horas en el estómago (Green, 2011). De ahí que algunas presas de hábitos diurnos, pudieron haber sido cazadas por el pez león antes o durante el horario crepuscular. Al no estar completamente digeridas, estas presas pudieron ser identificadas como parte de la dieta nocturna como son los casos de *Stegastes partitus* y *Clepticus parrae*. Los individuos pertenecientes al género *Apogon* son inactivos durante el día, refugiándose en cuevas o zonas cubiertas de arrecifes coralinos (Carpenter, 2002). En la noche esta especie abandona su refugio y sale a alimentarse, momento en que es más vulnerable a la depredación por parte del pez león. Por esta razón este género sólo se encontró en la dieta durante el horario nocturno.

Esta diferencia entre ambas dietas se ve condicionada por la transición ambiental que impone el crepúsculo, que permite una ampliación de las presas asequibles para el pez león. Esto se refleja en la mayor diversidad de entidades encontradas en la dieta nocturna, en la cual están incluidas la mayoría de las entidades diurnas pertenecientes al grupo peces. Además, en contraste con los hábitos crepusculares y nocturnos referidos para el pez león en el Indo-Pacífico, en el Atlántico la ausencia de depredadores y competidores le permite ampliar sus horarios de caza a las horas de mayor iluminación. No obstante, el presente estudio refleja su mayor efectividad como depredador durante el crepúsculo y las horas inmediatas antes del anochecer. Todo ello señala este horario como un modulador determinante, junto a la disponibilidad de presas, de la composición de la dieta nocturna del pez león.

6

Conclusiones

- 1.** En el arrecife Laberinto del Parque Nacional Guanahacabibes, el pez león durante el horario diurno se ratifica como un generalista carnívoro, con una dieta esencialmente compuesta por peces y crustáceos, aunque con predominio del primer grupo, siendo las entidades *Halichoeres*, *Coryphopterus personatus*, Caridea y Brachyura las más abundantes.
- 2.** La dieta nocturna del pez león también estuvo compuesta fundamentalmente por peces y crustáceos y fue mayoritariamente piscívora, aunque más diversa con respecto a la composición que la dieta diurna, incluyendo especies tanto de hábitos diurnos como nocturnos, sobresaliendo las entidades *Apogon* sp, *Halichoeres*, *Clepticus parrae* y Caridea.
- 3.** La principal diferencia entre ambas dietas fue el incremento del consumo de peces en horario nocturno, a expensas esencialmente de las entidades *Apogon* sp y *Clepticus parrae*, encontradas exclusivamente en dicho horario; frente a la disminución del consumo de crustáceos, únicamente representados por el infraorden Caridea. Los principales factores que modulan esta diferencia son la disponibilidad de presas y las condiciones ambientales del horario crepuscular que favorecen al depredador.

7

Recomendaciones

- 1.** Extender estos estudios a otros arrecifes y a otras zonas ecológicas como los manglares y seibadales.
- 2.** Ampliar los muestreos a horarios post crepusculares (luego del anochecer) y pre crepusculares (antes del amanecer).
- 3.** Incluir análisis de la dieta teniendo en cuenta la composición por tallas de la muestra.

Referencias Bibliográficas

- » Aguilar-Perera, A., Carrillo, E. (2014). Revisión sobre la invasión del pez león en el Sureste del Golfo de México. En: *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México* (Low, A., Quijón, P., Peters, E., eds), Formato electrónico, México. 119-141 pp.
- » Akins, J.L. (2013): Estrategias de control: herramientas y técnicas de control local. En: J.A. Morris Jr. (ed.) *El pez león invasor: guía para su control y manejo*. pp. 27-58. GCFI. Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.
- » Albins, M.A. (2013): Effects of invasive Pacific red lionfish *Pterois volitans* versus a native predator on Bahamian coral-reef fish communities. *Biol. Invasions*. 15: 29–43.
- » Albins, M.A. (2015): Invasive Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce abundance and species richness of native Bahamian coral-reef fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 522: 231–243.
- » Albins, M.A. y 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. y 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., Martínez-Daranas, B., Menéndez-Macía, G., del Valle, R., Hernández, M., García, T. (2003). Rapid assessment of coral communities of María la Gorda, southeast Ensenada de Corrientes, Cuba (part 1: stony corals and algae). Pp. 268-277. En *Status of Coral Reefs in the Western Atlantic: Results of Initial Surveys*, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA),

Judith C. Lang (ed.). Program.

» Alemu I. (2016). The status and management of the lionfish, *Pterois* sp. In Trinidad and Tobago. Marine Pollution Bulletin, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.05.042>.

» Arias – González, J. E., C. González – Gándara, J. L. Cabrera y V. Christensen (2011) Predicted impact of the invasive lionfish *Pterois volitans* on the food web of a Caribbean coral reef. *Env Res.* 07.008: 1-9.

» Arim M, Abades SR, Neill PE, Lima M, Marquet PA. 2005. Spread dynamics of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103 (2): 374-378.

» Barbour, A. B., M. S. Allen, T. K. Frazer, K. D. Sherman (2011) Evaluating the Potential Efficacy of Invasive Lionfish (*Pterois volitans*) Removals. *PLoS ONE* 6(5): e19666. DOI:10.1371/journal.pone.0019666.

» Bohlke, J. E. Chaplin, Ch.C.G. (1968). Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. Academy Natural Sciences of Philadelphia, U.S.A.

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

» Cabrera-Guerra, D. (2014). Caracterización de la dieta del pez león (Teleostei: Scorpaenidae: *Pterois* sp.) en cuatro localidades de Cuba. Tesis de Diploma, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba. 57 pp.

» Carpenter, K. E. (Ed.). 2002. The living marine resources of the Western

central Atlantic. Volume 3 Bony Fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO species identification guide for fishery purposes and American society of ichthyologists and herpetologists special publication, 5: 1375-2127.

» Chace, F. A. Jr. (1972). The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a summary of the West Indian shallow water species (Crustacea: decapoda: Natantia). Smithsonian Contributions to zoology, 98: 1-179.

» Chevalier, P. P. (2017): Efecto de las poblaciones de *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae) sobre sus principales presas y competidores entre los peces de arrecifes en varias localidades en Cuba. Tesis de Doctorado. Acuario Nacional de Cuba. La Habana, Cuba. 117 pp.

» 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.

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

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

- » Clarke, R.K. y R.M. Warwick (2001) Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. PRIMER-E Ltd. Plymouth, U.K., 5: 5-12.
- » Claro, R. (2001). Características generales de la ictiofauna. En: Claro, R. (ed.) Ecología de los peces marinos de Cuba. Inst. Oceanol. y CIQRO, México. 55-70 pp.
- » Cobián, D., Chevalier, P.P. (2009). Evaluación de las asociaciones de peces de los arrecifes coralinos del Centro Internacional de Buceo María la Gorda, Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. REVMAR. 1(009): 111-125.
- » Cobián, D., Claro, R., Chevalier, P. C., Perera, S., & Caballero, H. (2011). Estructura de las asociaciones de peces en los arrecifes coralinos del Parque Nacional Guanahacabibes. Cuba. Revista Ciencias Marinas y Costeras, 3,153-169.
- » Cobián, D., J. J. Schmitter-Soto, A. Aguilar-Perera, C. M. Aguilar, M. Á. Ruiz-Zárate, G. González, P. P. Chevalier, A. García, R. Herrera, S. Perera, H. Caballero y E. Guardia (2017): Diversidad de las comunidades de peces en dos áreas marinas protegidas del Caribe y su relación con el pez león. Rev. Biol. Trop. 66(1): 189-203.
- » Cobián-Rojas, D., Chevalier, P., Schmitter-Soto, J. J., Wong, R. I. C., Torres, H. S., Sansón, E. C., & Perera-Valderrama, S. (2016). Density, size, biomass, and diet of lionfish in Guanahacabibes National Park, western Cuba. Aquatic Biology, 24(3), 219-226. DOI:10.3354/ab00651.
- » Coté, I. M. y A. Maljkovic (2010): Predation rates of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. Mar. Ecol. Prog. Ser. 404: 219-225.

- » Côté, I. M., L. Akins, E. Underwood, J. Curtis-Quick, S. J. Green. (2014) Setting the record straight on invasive lionfish control: Culling works. PeerJ 'PrePrints' 2,e398v1.
- » Côté, I.M., Green, S.J., Hixon, M.A. (2013). Predatory fish invaders: Insights from Indo-Pacific lionfish in the western Atlantic and Caribbean. *Biol. Conserv.* 164: 50–61.
- » Courtenay, W. R. (1995) Marine fish introductions in southeastern Florida. *American Fisheries Society Introduced Fish Section Newsletter*, 14: 2–3.
- Cowen, R.K., C.B. Paris y A. Srinivasan (2006) Scaling of connectivity in marine populations. *Science*, 311: 522–527.
- » Cuba. (2001b). Acuerdo Legal 4262 /2001, de 14 de diciembre, por el que se declaran 32 áreas del territorio nacional como áreas protegidas. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. 091, 21-39.
- » Cure, K., Benkwitt, C.E., Kindinger, T.L., Pickering, E.A., Pusack, T.J., Mcilwain, J.L., Hixon, M.A. (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. y W.F. Patterson III (2014): Habitat-specific density and diet of rapidly expanding invasive red lionfish, *Pterois volitans*, populations in the Northern Gulf of Mexico. *PLoS ONE*. 9(8): e105852. doi: 10.1371/journal.pone.0105852.
- » De Grave, S., N. D. Pentcheff, S. T. Ahyong, T. Chan, K. A. Crandall, P. C. Dworschak, D. L. Felder, R. M. Feldmann, C.H. J. M. Franssen, L. Y. D. Goulding,

R. Lemaitre, M. E. Y. Low, J. W. Martin, P. K. L. Ng, Carrie E. Schweitzer, S. H. Tan, D. Tshudy y R. Wetzer (2009) A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles bulletin of zoology*, 21: 1–109.

» de León, R., K. Vane, P. Bertuol, V. C. Chamberland, F. Simal, E. Imms y M. J. A. Vermeij (2013) Effectiveness of lionfish removal efforts in the southern Caribbean. *Endang Species Res.*, 22: 175–182.

» Del Río, L. (2019). Aspectos morfométricos del pez león *Pterois volitans* / *Pterois miles* y su relación con la dieta en Punta Francés, Cuba. Tesis de diploma, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba. 60 pp.

» DeLoch, N., Humann, P. (1999). Reef fish behavior: Florida, Caribbean, Bahamas. New World Publication, INC. Jacksonville: 322-343 doi:10.1371/journal.pone.0075781

» Eddy C, Pitt J, Morris JA Jr, Smith S, Goodbody-Gringley G, Bernal D (2016) Diet of invasive lionfish (*Pterois volitans* and *P. miles*) in Bermuda. *Mar Ecol Prog Ser* 558:193–206.

» Fishelson, L. (1975) Ethology and reproduction of pteroid fishes found in the Gulf of Agaba (Red Sea), especially *Dendrochirus brachypterus* (Cuvier), (Pteroidae, Teleostei). *Pubblicazioni de lla Stazione zoologica di Napoli* 39: 635-656

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

- » Frazer, T. K., C. A. Jacoby, M. A. Edwards, S. C. Barry y C. M. Manfrino (2012). Coping with the lionfish invasion: Can targeted removals yield beneficial effects? *Rev. Fish. Sci.*, 20: 185–191.
- » García A. (2015): Principales relaciones ecológicas del pez león (*Pterois volitans/miles*) en arrecifes de La Habana, Cuba. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biología Marina y Acuicultura con Mención en Ecología Marina Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba. 57 pp.
- » Gómez Lozano, R., L. Anderson, J. L. Akins, D.S.A. Buddo, G. García-Moliner, F. Gourdin, M. Laurent, C. Lilyestrom, J. A. Morris, Jr., N. Ramnanan y R. Torres (2013) Estrategia regional para el control del Pez León invasor en el Gran Caribe. Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes Coralinos. 32 pp.
- » González-Ferrer, S., Caballero, H., Alcolado, P. M., Jiménez, A., Martín, F. y Cobián, D. (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, España. 146 pp.
- » Green, S. J. y I. M. Côté. (2014). Trait-based diet selection: prey behaviour and morphology predict vulnerability to predation in reef fish communities. *Journal of Animal Ecology*, 83: 1451–1460.
- » Green, S. J., J. L. Akins y I. M. Coté (2011): Foraging behavior and prey consumption in the Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 433: 159-167.

- » Green, S.J., Akins, J.L., Maljković, A., Côté, I.M. (2012). Invasive Lionfish Drive Atlantic Coral Reef Fish Declines. PLoS ONE, 7(3), e32596, doi:10.1371/journal.pone.0032596.
- » Green, S.J., N. K. Dulvy, A. L. M Brooks, J. L. Akins, A. B. Cooper, S. Miller y I. M. Côté (2014) Linking removal targets to the ecological effects of invaders: a predictive model and field test. Ecol Appl. 24:1311–1322.
- » Guitart, D. (1985a). Sinopsis de los peces marinos de Cuba. (1), 2da edición, Editorial Científico-Técnica, Ciudad de la Habana, Cuba.
- » Guitart, D. (1985b). Sinopsis de los peces marinos de Cuba. (2), 2da edición, Editorial Científico-Técnica, Ciudad de la Habana, Cuba.
- » Gutiérrez, F. (2006). Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, D.C. Colombia. 156 pp.
- » Hackerott, S., A. Valdivia, C. E. Cox, N. J. Silbiger, J. F. Bruno (2017) Invasive lionfish had no measurable effect on prey fish community structure across the Belizean Barrier Reef. PeerJ 5:e3270 <https://doi.org/10.7717/peerj.3270>.
- » Hamner, R. M., D. W. Freshwater y P. E. Whitfield (2007): Mitochondrial cytochrome b analysis reveals two invasive lionfish species with strong founder effects in the western Atlantic. J. Fish. Biol. 71(B): 214-222.
- » Hare, J.A., y P. E. Whitfield. (2003). An integrated assessment of the introduction of lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) to the western Atlantic Ocean. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS, 2: 21 pp.

- » Henly, L. (2017) Impacts of culling invasive lionfish (*Pterois* spp.) on native reef fish assemblages in Honduras. *The Plymouth Student Scientist*, 10(1): 22-40.
- » Hynes, H. B. N. (1950): The food of the fresh-water slipebacks (*Gasterosteus aculeatus* y *Pygosteus Pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *J. Anim. Ecol.* 19(1): 36-58.
- » Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis. A review of the methods and their application. *J. Fish. Biol.* 7(4): 411-430.
- » Kochzius, M. R.S., M. A. Khalaf y D. Blohmb (2003): Molecular phylogeny of the lionfish genera *Dendrochirus* and *Pterois* (Scorpaenidae, Pteroinae) based on mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 28: 396–403.
- » Labastida, E., Cobián D., Hénaut Y., García, M.C.R., Chevalier P.P., Machkour, S. (2015). The use of ISSR markers for species determination and a genetic study of the invasive lionfish in Guanahacabibes, Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research* 43(5): 1011-1018.
- » Layman, C.A, Allgeier, J.E. (2012). Characterizing trophic ecology of generalist consumers: a case study of the invasive lionfish in The Bahamas. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 448: 134-141.
- » Maljkovi , A., van Leeuwen, T. E., Cove, S.N. (2008). Predation on the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae), by native groupers in the Bahamas. *Coral Reefs* 27, 501.
- » Martinez-Iglesias, J. C., Gómez O. (1986). Los crustáceos decápodos del Golfo

de Batabanó. *Brachyura. Poeyana* 332: 1-91.

» McCleery, Ch. (2011). A comparative study of the feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Caribbean. Keene State University. 38 - 43

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

» Moravec, F, Nasincová, V., Scholz, T. (1992). Methods of investigating metazoan parasites. Training course of fish parasites. Institute of Parasitology. Czechoslovak Academy of Science. 54 pp.

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

» Morris, J. A., C. V. Sullivan y J. J. Govoni (2011a): Oogenesis and spawn formation in the invasive lionfish, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. *Scientia Marina*. 75(1): 147-154.

» Morris, J. A., K. W. Shertzer y J. A. Rice (2011b): A stage-based matrix population model of invasive lionfish with implications for control. *Biol Invasions*. 13:7–12.

» Morris, J.A. (2013): La invasión del pez león: pasado, presente y futuro, en: J.A. Morris Jr. (ed.) *El pez león invasor: guía para su control y manejo*. GCFI Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, USA. 126 pp.

- » Morris, J.A., Jr., Akins, J.L. (2009). Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environ. Biol. Fishes.* 86: 389-398.
- » Mumby PJ, Dahlgren CP, Harborne AR, Kappel CV, Micheli F, Brumbaugh DR, Holmes KE, Mendes MJ, Broad K. (2006). Fishing, trophic cascades, and the process of grazing on coral reefs. *Science* 311(5757):98-101.
- » Mumby PJ, Steneck RS. (2008). Coral reef management and conservation in light of rapidly evolving ecological paradigms. *Trends in ecology & evolution* 23(10):555-563.
- » Muñoz, R.C., C. A. Currin, y P.E. Whitfield (2011): Diet of invasive lionfish on hard bottom reefs of the Southeast USA: insights from stomach contents and stable isotopes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 432: 181-193.
- » Nelson, J. S., Grande T. C. y. Wilson M. V. H. (2016): *Fishes of the World*. John Wiley y Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, E.E. U.U.
- » Ortiz, M.; R. Lalana y C. Varela (2010). Guía ilustrada para la identificación de los camarones comerciales (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeoidea) de Cuba. *Revista Biología*.
- » Pantoja L. (2016): Superposición de la dieta del pez león *Pterois volitans*/miles (Teleostei: Scorpaenidae) con la de peces nativos de nivel trófico similar en tres localidades de Cuba. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Biología Marina y Acuicultura con Mención en Ecología Marina Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba. 78 pp.}
- » Pantoja L., P. P. Chevalier, D. Cabrera, R. I. Corrada, C. Cobián, H. Caballero, A. García y R. A. Fernández. (2017): Superposición de la dieta del pez león

Pterois volitans (Teleostei: Scorpaenidae) con la de peces nativos de nivel trófico similar en Cuba. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. 46 (2), 115-134.

» Peake J, Bogdanoff AK, Layman CA, Castillo B, Reale-Munroe K, Chapman J, Dahl K, Patterson WF, Eddy C, Ellis RD, Faletti M, Higgs N, Johnston MA, Muñoz RC, Sandel V, Villasenor-Derbez JC, Morris JA (2018) Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans* and *Pterois miles*) in the temperate and tropical western Atlantic. *Biol Invasions* 20:2567–2597.

» Perera-Valderrama, S., P. M. Alcolado, H. Caballero, E. de la Guardia, D. C. Rojas (2013) Condición de los arrecifes coralinos del Parque Nacional Guanahacabibes, Cuba. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 5: 69-86. Pimentel, D., R. Zuniga y D. Morrison (2005) Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*, 52: 273–288.

» Pillay, T. V. R. (1952) A critique of the methods of study of food of fishes. *J. Zool. Soc. of India*. 4(2): 185-200.

» Quan-Young LI, Espinoza-Avalos J. (2006). Reduction of zooxanthellae density, chlorophyll a concentration, and tissue thickness of the coral *Montastraea faveolata* (Scleractinia) when competing with mixed turf algae. *Limnology and Oceanography* 51(2):1159-1166.

» Reyes, B., Petatán, D., Melo, S.M., Pérez, H. (2014). Análisis del nicho ecológico y la distribución geográfica del pez león *Pterois volitans/miles*, en el Atlántico occidental. En: *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México* (Low, A., Quijón, P., Peters, E., eds), Formato electrónico, México. 253-271 pp.

- » Rosecchi, E., Novaze, Y. (1987). Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l`analyse des contenus stomacaux. Rev. Trav. Inst. Peches Marit. 49 (3-4): 11-123.
- » Sakai AK, Allendorf FW, Holt JS, Lodge DM, Molofsky J, With KA, Baughman S, Cabin R, Cohen JE, et al. 2001. The population biology of invasive species. Annual Review of Ecology and Systematics 305-332.
- » Sandel, V. M. (2011): El pez león (*Pterois volitans/miles* complex) en el Área de Conservación La Amistad-Caribe, Costa Rica- estado actual de la población invasiva y perspectivas para su manejo. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Heredia. Costa Rica. 82 pp.
- » Sandel, V., D. Martínez-Fernández, D. Wangpraseurt y L. Sierra (2015) Ecology and management of the invasive lionfish *Pterois volitans/miles* complex (Perciformes: Scorpaenidae) in Southern Costa Rica. Rev. Biol. Trop. Vol. 63 (1): 213-221
- » Santander-Monsalvo, J., López-Huerta, I., Aguilar-Perera, A., Tuz-Sulub, A. (2012). First record of the red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]) off the coast of Veracruz, Mexico. Wildlife Research, 1(2), 131-134.
- » Schofield, P. J. (2009): Geographic extent and chronology of the invasion of non-native lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus 1758] and *P. miles* [Bennett 1828]) in the Western North Atlantic and Caribbean Sea. Aquatic Invasions. 4(3): 473-479.
- » Schofield, P.J, Morris, J.A., Jr., Langston, J.N., Fuller, P.L. (2012). *Pterois volitans/miles* Factsheet. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gaines-ville, Florida, USA. Last access date: August 1, 2012.

- » Schofield, P.J. (2010): Update on geographic spread of invasive lionfishes (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758] and *P. miles* [Bennett, 1828]) in the Western North Atlantic Ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico. *Aquatic. Invasions*. 5(1): 117-122.
- » Schultz, E. (1986): *Pterois volitans* and *Pterois miles*: Two valid species. *Copeia*. 3: 686-690.
- » Valdez-Moreno, M., C. Quintal-Lizama, R. Gómez-Lozano, 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.
- » Valdivia A., J. F. Bruno, C. E. Cox, S. Hackerott y S. J. Green (2014): Re-examining the relationship between invasive lionfish and native grouper in the Caribbean. *PeerJ*. (2): e348.
- » Vilá, M., Valladares, F. (2008). *Invasiones Biológicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). 216 pp.
- » Villaseñor-Derbez, J. y R. Herrera-Perez, (2014): Brief description of prey selectivity and ontogenetic changes in the diet of the invasive lionfish *Pterois volitans* (Actinopterygii, Scorpaenidae) in the Mexican Caribbean. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 9(2): 131-135.
- » Whitfield, P. E., J. A. Hare, A. W. David, S. L. Harter, R. C. Muñoz, C. M. Addison (2006) Abundance estimates of the Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans/miles* complex in the Western North Atlantic. *Biol Invasions* DOI 10.1007/s10530-006-9005-9

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

» WoRMS Editorial Board (2019): World Register of Marine Species. Disponible en <http://www.marinespecies.org> en VLIZ. Accedido: 2019-11-08. doi: 10.14284/170. Akins, J. L. (2013) Estrategias de control: herramientas y técnicas de control local, Páginas 27-58 en: J.A. Morris Jr. (ed.) *El pez león invasor: guía para su control y manejo.* Gulf and Caribbean Fisheries Institute Special Publication Series Number 2, Marathon, Florida, U.S.A.: 126 pp.