

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE BIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA Y LIMNOLOGÍA, Y BIOLOGÍA
AMBIENTAL
“Ecología trófica y morfometría del pez león (*Pterois volitans*, Linnaeus, 1759) en
Portobelo, Colón”.

Elaborado por:

IRIS DEL CARMEN VITAL ACOSTA

8-936-2095

ANAITZEL DEL ROSARIO DÍAZ GONZÁLEZ

8-935-2424

Trabajo de graduación presentado a la
Escuela de Biología, Facultad de
Ciencias Naturales, Exactas y
Tecnología, como requisito parcial para
optar por el título de Licenciadas en
biología con orientación en Biología
marina y Limnología y en Biología
ambiental

PANAMÁ. REPUBLICA DE PANAMA

DEDICATORIA

IRIS DEL CARMEN VITAL ACOSTA

Primeramente, gracias a Dios por darme la fuerza para llegar hasta aquí. Dedico este trabajo a mis amados padres, Juan Vital y Anabel Acosta de Vital, cuyo amor incondicional, sacrificio constante y confianza en mí ha sido la base sobre la que he construido cada sueño mío.

Asimismo, a Jean Carlos Vital, por estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo en cada momento en que lo necesite gracias por siempre confiar en mí.

A mi compañera Anaitzel que todo este trabajo fue una aventura de muchas dedicación y esfuerzo de cada una día a día.

ANAITZEL DEL ROSARIO DÍAZ GONZÁLEZ

Dedico este trabajo en primer lugar, a Dios y a nuestra madre María por ser mi guía constante y por brindarme la fuerza que necesitaba en los momentos difíciles y por permitirme avanzar para que este sueño el día de hoy sea una realidad.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo incansable y por enseñarme constantemente que todo esfuerzo tiene su recompensa. Su confianza ha sido para mí el motor que me impulsó a seguir adelante incluso cuando yo sentía que no lo podría lograr. A mis hermanos, por su comprensión, apoyo y por siempre estar a mi lado. Gracias por ser parte de este camino. A mis amigos Gisela y José quienes han sido apoyo a lo largo de la vida y crecimiento personal y profesional.

A mi compañera de tesis, Iris, con quien compartí cada reto, logro y aprendizaje durante esta etapa, por darme la oportunidad de colaborar en este arduo trabajo, fue hermoso vivir contigo esta etapa. Gracias por tu entrega, tu compromiso y motivación constante, cuando incluso ni yo creía en mí. Este logro es aún más tuyo. Ha sido un verdadero honor trabajar a tu lado y crecer en este proceso académico.

AGRADECIMIENTO

IRIS DEL CARMEN VITAL ACOSTA

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los profesores asesores Aramis A. Averza, Edgardo Muñoz y Manuel A. Grimaldo, quienes han guiado esta travesía académica. Su apoyo inicial fue fundamental para construir las bases de este trabajo.

Mi gratitud se extiende profundamente a mis profesores, Víctor Martínez, Juan Antonio Gómez y Marcelo Mark cuya orientación fue crucial en los momentos de dificultad y su apoyo permitió encontrar el camino a seguir.

Un agradecimiento muy especial y lleno de amor a mi amigo, prometido y compañero de vida, Luis Ríos. Tu presencia constante desde el inicio de mi carrera ha sido un pilar fundamental. Gracias por tu apoyo incondicional en los momentos de frustración y estrés, por compartir las alegrías de las giras y por tu invaluable ayuda en la confección de los materiales que enriquecieron esta tesis. Tu compañía ha hecho este camino mucho más significativo.

A mi querida madre postiza, Heidy Macías, mi profundo agradecimiento por tu apoyo constante y por brindarme una perspectiva más clara y el ánimo necesario para culminar este trabajo de grado. Tu aliento fue un motor esencial en la recta final.

A mis entrañables amigos, Athiar, Gabriela y Angeliz, gracias por ser mi refugio en los momentos más oscuros y por ofrecerme una guía clara cuando la frustración amenazaba con nublar mi visión. Su apoyo incondicional fue un gran sostén.

Finalmente, mi agradecimiento a mi profesora de buceo y tía, Gilma, gracias a quien pude llevar a cabo todas las inmersiones de manera segura y enriquecedora, aportando una dimensión única y valiosa a esta investigación.

ANAITZEL DEL ROSARIO DÍAZ GONZÁLEZ

Primeramente, quiero agradecerle a Dios y a la Virgen María infinitamente por brindarnos fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para poder culminar esta etapa tan importante de nuestra vida, su guía ha sido constante, iluminando cada uno de nuestros pasos, incluso en los días difíciles, permitiéndonos avanzar con fe y determinación, también agradecerles por permitir que llegáramos hasta donde estamos hoy.

Le agradezco inmensamente a mis padres Rogelio Díaz y Vielka de Díaz quienes han dado su amor y apoyo incondicional, que han sido pilares en mi vida. Gracias por ser mi motor, por estar presente y siempre decirme que los sueños se pueden lograr con esfuerzo y constancia, este logro es suyo también. A mis hermanos Layreth, Rogelio, Maritzeliz y Yartzelys, quienes me han animado y motivado con palabras de aliento durante este camino, su presencia y ánimos constante a lo largo de mi vida, han sido fuente de apoyo para mí, el agradecimiento con ustedes es eterno, gracias por celebrar siempre mis logros como suyos.

Un gran agradecimiento a nuestros profesores asesores, Aramis Averza, Edgardo Muñoz y Manuel Grimaldo, por su valiosa orientación y su compromiso que contribuyeron como nuestros guías y compartir todos sus conocimientos en los temas y estar constantemente presentes durante el proceso de investigación. Gracias por acompañarnos, por brindar su tiempo y dedicación que contribuyeron a la realización de este trabajo, sus observaciones y sugerencias fueron pilares esenciales para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco al profesor Marcelo por ser nuestro guía durante todo este proceso de investigación, que de manera desinteresada tuvo una disposición constante y los conocimientos claves que nos brindó, los cuales, fueron esenciales para la culminación de esta investigación. Le estamos inmensamente agradecidas.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE.....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	IX
CAPÍTULO I	
1. Introducción.....	1
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Importancia ecológica.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Hipótesis.....	4
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	
Materiales y Métodos.....	6
2. Materiales y métodos.....	7
2.1 Descripción del área de estudio.....	7
2.2 Metodología de campo.....	7
2.3 Captura y análisis del Pez León.....	9
2.4 Metodología de laboratorio.....	10
2.5 Extracción del Estómago.....	11
2.6 Análisis de datos.....	11
CAPÍTULO III	
Resultados y Discusión.....	12
3. Resultados y discusión.....	13
3.1 Tamaño de los peces capturados.....	13
3.2 Peces reportados por puntos de muestreo.....	14
3.3 Análisis del contenido estomacal del pez león.....	15
3.4 Parámetros fisicoquímicos en la zona de estudio.....	16
3.5 Coeficientes de correlación (parámetros ambientales versus riqueza de especies encontradas en los estómagos del pez león).....	17
3.6 Coeficiente de correlación (parámetros ambientales vs cantidad de organismos en los estómagos).....	18
3.7 Resultados por puntos de muestreo.....	18
3.7.1 Análisis de la riqueza de especies encontradas en estómagos del pez león en los diferentes sitios de muestreo.....	19
3.7.2. Análisis de la diversidad a través de los muestreos.....	20
3.7.3 Análisis de la diversidad de organismos de acuerdo con los puntos de muestreo.....	21

3.8 Características morfométricas del pez león <i>P. volitans</i>	22
3.9 Características alimenticias relacionadas con la longitud del pez.....	24
CAPÍTULO IV	
4. Conclusiones.....	27
CAPÍTULO V	
5. Recomendaciones.....	30
CAPÍTULO VI	
Referencias bibliográficas.....	32
Anexos.....	36
Fotos de los 40 peces (<i>Pterois volitans</i>) capturados durante las giras en Portobelo.....	38
Foto en el laboratorio.....	39
Foto en el campo.	40
Fotos de especies encontradas en el estómago (<i>Palaemonidae</i>) y <i>Haemulon aurolineatum</i>	41
Fotos de otolitos encontrados en especies de Pez león pequeños.....	43
7.Foto de escama del pez león.....	44
8. Tabla de datos colectados por peces durante los muestreos.....	45

RESUMEN

El pez león (*Pterois volitans*) una especie invasora proveniente del Indo -Pacífico, ha ocupado gran parte del Caribe y constituye una grave amenaza para los ecosistemas oceánicos. Su veloz difusión se debe a su elevada tasa de reproducción, falta de depredadores naturales y gran habilidad de adaptación. En Panamá, su aparición ha aumentado la presión sobre peces de arrecife, crustáceos y especies de valor comercial.

Este análisis examinó la ecología trófica y la morfometría del pez león en Portobelo Colón, a través de la recolección de 40 individuos entre octubre de 2024 y junio de 2025 en doce sitios de muestreo. Se tomaron medidas morfométricas y se examinó el contenido del estómago de cada ejemplar.

Los hallazgos revelaron que el 45% de los peces eran jóvenes, lo que sugiere una población en aumento y con actividad reproductiva en el área. La longitud y el peso mostraron una correlación sólida, lo que valida que el tamaño es un buen indicador de la biomasa. Respecto a su alimentación, el pez león exhibe comportamientos alimenticios generales y oportunistas, alimentándose principalmente de peces óseos como *Ocyurus chrysurus*, *Haemulon aurolineatum* y *Haemulon plumieri*, así como de camarones de la familia Palaemonidae. Se identificaron presas desmenuzadas y sedimentos, lo que refleja su comportamiento bentónico y diversidad en la alimentación.

Las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos y la diversidad de presas fueron, en líneas generales, bajas a moderadas, resaltando el pH como el elemento más relacionado tanto con la riqueza como con el número de organismos consumidos. Los análisis en el tiempo y el espacio indicaron que la diversidad de presas fue superior en diciembre y en los sitios de muestreo 1, 2 y 6.

En conjunto, los hallazgos revelan que el pez león en Portobelo cuenta con una población activa y estable, cuya dieta variada impacta directamente la biodiversidad marina del área. Estos datos son fundamentales para crear tácticas

de gestión y control que contribuyan a reducir su efecto en los ecosistemas de los arrecifes del Caribe panameño.

ABSTRACT

The lionfish (*Pterois volitans*), an invasive species from the Indo-Pacific, has occupied much of the Caribbean and poses a serious threat to ocean ecosystems. Its rapid spread is due to its high reproduction rate, lack of natural predators, and great ability to adapt. In Panama, its appearance has increased pressure on reef fish, crustaceans, and commercially valuable species.

This analysis examined the trophic ecology and morphometry of lionfish in Portobelo Colón, through the collection of 40 individuals between October 2024 and June 2025 at twelve sampling sites. Morphometric measurements were taken and the stomach contents of each individual were examined.

The findings revealed that 45% of the fish were juveniles, suggesting a growing population with reproductive activity in the area. Length and weight showed a strong correlation, validating that size is a good indicator of biomass. With regard to their diet, lionfish exhibit generalist and opportunistic feeding behaviors, feeding mainly on bony fish such as *Ocyurus chrysurus*, *Haemulon aurolineatum*, and *Haemulon plumierii*, as well as shrimp of the family Palaemonidae. Shredded prey and sediments were identified, reflecting their benthic behavior and diversity in feeding.

The relationships between physicochemical parameters and prey diversity were generally low to moderate, with pH standing out as the element most closely related to both the richness and number of organisms consumed. Analyses over time and space indicated that prey diversity was higher in December and at sampling sites 1, 2, and 6.

Overall, the findings show that lionfish in Portobelo have an active and stable population, whose varied diet directly impacts the marine biodiversity of the area. These data are essential for creating management and control tactics that contribute to reducing their effect on the ecosystems of the Panamanian Caribbean reefs.

CAPÍTULO I

Introducción

1. Introducción

1.1 Generalidades.

El pez león (*Pterois volitans* y *Pterois miles*), perteneciente a la familia Scorpaenidae, es un pez venenoso originario del Indo-Pacífico. Esta familia incluye 56 géneros y 388 especies, agrupadas según su aparato venenoso en tres tipos: peces piedra (*Synanceja*), escorpiones (*Scorpaena zebra*) y peces león (*Pterois*). Según Field-Cortázar et al. (2008), actualmente, el pez león es una de las especies invasoras más preocupantes en el Caribe y el Atlántico occidental. Fue detectado por primera vez en Florida en 1985, sin embargo, para el 2001 ya se había establecido en toda la costa Este de Estados Unidos con densidades superiores a 100 individuos por área. En algunas zonas del Atlántico occidental, su población supera hasta cuatro veces la de su hábitat original. Su introducción se atribuye a liberaciones accidentales o intencionales, incluyendo el paso del huracán Andrew en 1992. En Panamá, fue registrado en 2009, afectando especies comerciales como la langosta espinosa, el camarón rojo y peces arrecifales. (Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, 2015).

Desova cada 2–3 días, liberando entre 15,000 y 30,000 huevos por puesta, lo que equivale a más de dos millones al año por individuo. Los huevos flotan en una matriz gelatinosa que facilita su dispersión pasiva por corrientes marinas. La ausencia de depredadores naturales en el Atlántico, a diferencia del Indo-Pacífico, favorece su supervivencia y expansión. (Aguilar-Medrano et al., 2020).

Posee 18 espinas con glándulas apocrinas que secretan entre 3 y 10 mg de veneno por espina. Una dosis letal para humanos se estima en 21 mg. El veneno, liberado por presión sobre las espinas, causa dolor intenso, inflamación y necrosis. (Warrell, 2012). Contiene neurotoxinas como acetilcolina, que afectan la transmisión neuromuscular. Su toxicidad disminuye 30 minutos después de la muerte del pez.

1.2 Importancia ecológica

Es un depredador voraz que consume más de 50 especies de peces tropicales y diversos crustáceos. Su presencia puede reducir hasta en un 90% la abundancia de peces de arrecife, alterando la biodiversidad y el equilibrio trófico. La invasión del pez león representa una amenaza ecológica y económica para los ecosistemas marinos del Caribe. Aunque su erradicación es improbable, el control local, la investigación continua y la educación ambiental son claves para mitigar su impacto y proteger la biodiversidad y los medios de vida costeros.

Su capacidad de adaptación le permite habitar arrecifes, manglares, praderas marinas y aguas profundas (hasta 300 m), tolerando temperaturas entre 18–30 °C, pH de 8–8.5 y salinidad de 30–40 ppm. Incluso se ha observado en aguas salobres y dulces. (Gutiérrez et al., 2010).

1.3 Justificación

La expansión del pez león en el Caribe representa una amenaza creciente para los ecosistemas marinos tropicales y subtropicales, especialmente los arrecifes de coral y las especies autóctonas. Su rápida proliferación, iniciada en América en 1985, específicamente en Dania Beach, Florida, ha sido favorecida por la ausencia de depredadores naturales, una alta tasa reproductiva y una notable capacidad de adaptación a diversos hábitats. (Morris, 2013). Desde su identificación como especie invasora en 2000, el pez león ha colonizado amplias zonas del Caribe y el Atlántico occidental, incluyendo el Caribe panameño. Su distribución continúa ampliándose hasta alcanzar límites térmicos que restringen su supervivencia. En Colón, Panamá, ha colonizado no solo arrecifes coralinos, sino también manglares, zonas costeras someras y fondos arenosos, mostrando una dieta generalista que incluye peces óseos, crustáceos y moluscos. (National Geographic, 2023.)

Se ha documentado la depredación de al menos 167 especies, muchas de ellas de valor ecológico y comercial. Su capacidad para ingerir presas de gran tamaño y su voracidad alteran la cadena trófica y el equilibrio ecológico local. Aunque algunos meros han mostrado la capacidad para cazar al pez león en otras regiones del Atlántico; en el Caribe de Colón, esta regulación es débil debido al menor tamaño de los depredadores nativos. Incluso especies como el pez loro (*Scarus altipinnis*), que consume sus huevos, no ejercen suficiente presión para frenar su expansión.

La falta de control biológico efectivo en el Caribe, sumada a su agresiva estrategia de caza y reproducción, exige el desarrollo de métodos alternativos como: pesca dirigida con participación comunitaria, promoción de su consumo como recurso pesquero y monitoreo científico para evaluar su impacto y distribución.

Investigar la biología, ecología y dinámica poblacional del Pez León es crucial para comprender su comportamiento en ecosistemas invadidos, evaluar su impacto sobre especies nativas y servicios ecosistémicos y diseñar planes de manejo adaptativos y sostenibles para mitigar sus efectos.

1.4 Hipótesis

- ❖ Las medidas morfométricas y la dieta del Pez León están influenciadas por los parámetros fisicoquímicos de las zonas de muestreo, así como por la disponibilidad de presas, variando entre los periodos de veda y no veda.
- ❖ La preferencia alimenticia del Pez León varía en función de la disponibilidad de presas dependiendo de los parámetros fisicoquímicos de las distintas zonas de muestreo.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Evaluar la composición de la dieta y comparar las medidas morfométricas del Pez León (*Pterois volitans*) en la zona de Portobelo, Provincia de Colón.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Identificar las especies de organismos que son consumidos por el Pez León (*Pterois volitans*).
- Registrar los parámetros fisicoquímicos en la zona de estudio donde se encuentra el *P. volitans*, utilizando sondas multiparamétricas, Evaluando las condiciones ambientales asociadas a su presencia.

CAPÍTULO II

Materiales y Métodos

2. Materiales y métodos

2.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza en la zona de Portobelo, Colón, caracterizada por la presencia de ecosistemas como arrecifes de corales, manglares, playas de arena blanca y praderas de hierbas marinas. El estudio se centra en la región Norte frente a la comunidad de Portobelo, siguiendo el contorno de la costa (Figura 1).



Figura 1: Recorrido de los puntos de muestreo desde Portobelo hasta Playa Huerta.

2.2 Metodología de campo

Se seleccionaron doce sitios de muestreo denominados: Punto 1, Punto 2, Punto 3 hasta el Punto 12, desde el puerto de Portobelo, en dirección Oeste siguiendo el contorno de la costa hasta Playa Huerta (Figura no. 1) con una separación entre sitios de unos 100 metros. Todas las estaciones fueron georreferenciadas utilizando un GPS marca Garmin. En la Tabla 1, se detallan las coordenadas de

cada punto de colecta. Las colectas se llevaron a cabo entre octubre de 2024 y junio de 2025.

Datos de parámetros ambientales	Coordenadas
Punto 1: Inicio	79.6682550"W 9.5595400"N
Punto 2	79.6689840"W 9.5587950"N
Punto 3	79.6711580"W 9.5575800"N
Punto 4	79.6726560"W 9.5570080"N
Punto 5	79.6738700"W 9.5568120"N
Punto 6	79.6750300"W 9.5566880"N
Punto 7	79.6760660"W 9.5568570"N
Punto 8	79.6777235"W 9.5573740"N
Punto 9	79.6781570"W 9.5579710"N
Punto 10	79.6790180"W 9.5584310"N
Punto 11	79.6824140"W 9.5619450"N
Punto 12	79.6829770"W 9.5633550" N

Tabla 1. Coordenadas geográficas de las 12 estaciones de muestreo seleccionadas en Portobelo, Provincia de Colón.

Los muestreos se realizaron utilizando un equipo de buceo autónomo (SCUBA). Como se detalló anteriormente, los recorridos se iniciaron desde el puerto de Portobelo con un descenso que comenzó a 35 pies hasta alcanzar una profundidad de 60 pies; en el Fuerte de San Fernando (ubicado en frente de Portobelo), la inmersión partió desde la boya 1 con un descenso inicial de 25 pies, alcanzando una profundidad máxima de 60 pies. En Playa Huerta el buceo se realizó desde la orilla descendiendo hasta los 45 pies, donde se llevó a cabo la colecta.

2.3 Captura y análisis del Pez León

Para la captura del Pez León se utilizaron arpones de 1.5 a 2 metros de longitud, con una punta de acero inoxidable y una varilla de fibra de vidrio. Además del arpón, se emplearon trampas tipo nasa, diseñadas específicamente para la captura de Pez León, permitiendo capturar múltiples ejemplares sin afectar a otras especies del ecosistema marino.

Cada Pez León capturado fue identificado y registrado, anotando datos como su tamaño, peso y ubicación exacta de captura. Dado que el pez león posee espinas venenosas, fue fundamental utilizar un tanque especializado para su traslado. Este pudo ser adquirido o fabricado con materiales resistentes que garantizaron la seguridad de los colectores durante el manejo del organismo (Figura 2).



Figura 2: Contenedor de transporte del pez

2.4 Metodología de laboratorio

Se realizaron mediciones morfométricas de los peces colectados siguiendo los protocolos de Aguilar-Medrano et al. (2020).

- Proceder a la extracción de los estómagos con el objetivo de analizar su contenido y determinar la dieta.
- Colocar el contenido en envases debidamente identificados.
- Realizar mediciones morfométricas siguiendo protocolos establecidos.
- Utilizar instrumentos adecuados para ancho, longitud y peso.

La medición del ancho del cuerpo se realizó utilizando un caliper digital (Figura 3), para la longitud estándar se usó un ictiómetro (Figura 4), mientras que el peso se obtuvo utilizando una balanza digital Casbee, con precisión de 0.1 gramos (Figura 5).

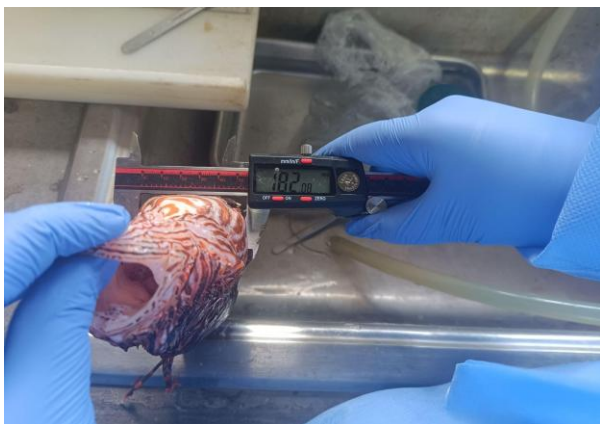


Figura 3. Caliper digital



Figura 4. Ictiómetro



Figura 5. Pesa digital Casbee.

2.5 Extracción del Estómago

- Realizar la extracción del estómago mediante una incisión ventral.
- Retirar y pesar el estómago inmediatamente.
- Extraer el contenido para determinar peso de restos alimenticios.
- Preservar el contenido en soluciones adecuadas o congelar. (Figura 6).



Figura 6. Extracción del estómago y contenido.

El contenido estomacal fue preservado en formalina al 10% o en alcohol al 70% o en su defecto algunos especímenes fueron congelados para su posterior revisión. La revisión del contenido estomacal se realizó utilizando un estereoscopio marca Nikon. Los restos encontrados fueron comparados con guías de identificación para determinar las especies consumidas. Se registraron los resultados en una base de datos, incluyendo detalles sobre las presas identificadas y su frecuencia en la dieta del pez.

2.6 Análisis de datos

Realizar pruebas estadísticas para evaluar correlaciones entre parámetros fisicoquímicos y organismos identificados.

CAPÍTULO III

Resultados y Discusión

3. Resultados y discusión

3.1 Tamaño de los peces capturados

Los datos de tamaño de Pez León recolectados ofrecen una visión sobre la estructura poblacional de esta especie invasora en la región. La relación longitud-peso constituye una herramienta fundamental para evaluar la dinámica poblacional y establecer categorías de tamaño en peces. Rivera- Velásquez (2023). El hecho de que el 45% de los individuos registrados sean juveniles (5–15 cm) sugiere una alta tasa de reproducción reciente y una dinámica poblacional activa. Esto indica que el pez león no solo está establecido en el área, sino que continúa expandiéndose, lo que refuerza la necesidad de monitoreo constante y estrategias de control adaptativas

La presencia equilibrada de peces medianos (27.5%) y grandes (27.5%) revela que la población incluye individuos en diferentes etapas de desarrollo, lo que puede tener implicaciones ecológicas importantes. Los peces grandes, por ejemplo, tienen mayor capacidad de depredación y reproducción, lo que intensifica su impacto sobre las especies nativas y la cadena trófica marina. Además, su capacidad para consumir presas de gran tamaño y desovar en pocos días los convierte en un factor de presión constante sobre el ecosistema (Tabla 2).

Categoría	Longitud aproximada	Cantidad	Porcentaje
Peces pequeños	5 - 14 cm	18	45
Peces medianos	15 - 25 cm	11	27.5
Peces grandes	26 - 30 cm+	11	27.5
Total		40	100

Tabla 2: Número y porcentaje de tamaños de pez león colectados en el estudio.

3.2 Peces reportados por puntos de muestreo

Los datos revelan una estructura poblacional diversa del pez león en los 12 puntos de muestreo evaluados en la zona de Portobelo. La presencia simultánea de individuos pequeños, medianos y grandes en varios puntos indica que la especie no solo está establecida, sino que mantiene un ciclo reproductivo activo y continuo en estos ecosistemas. Por ejemplo, los puntos 1 y 2, al igual que el 6 y 7 ejemplar respectivamente, muestran una distribución equilibrada entre juveniles, subadultos y adultos, lo que sugiere zonas de alta productividad y condiciones ambientales favorables para su desarrollo.

En contraste, los puntos con menor número de individuos (como los puntos 5 al 12) presentan una tendencia hacia tamaños pequeños y medianos, lo que podría reflejar áreas de reciente colonización o menor disponibilidad de presas y refugio. La escasa presencia de peces grandes en estos sitios también puede estar relacionada con una mayor presión de pesca o con características del hábitat menos propicias para el crecimiento de individuos adultos.

La distribución de tallas por punto permite inferir patrones de uso del hábitat por parte del pez león. Los juveniles predominan en zonas someras y protegidas, mientras que los adultos tienden a ocupar áreas más estructuradas o profundas. Además, el hecho de que todos los puntos con presencia de peces grandes también registren juveniles y subadultos refuerza la idea de que el pez león está reproduciéndose localmente, sin depender exclusivamente de la dispersión larval desde otras regiones (Tabla 3).

Punto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pequeño	3	3	3	2	1	1	1	1	1			
Mediano	1	2		2	1	1	2	1	1	1	1	1
Grande	2	2	1				1	1		1	1	1
Total	6	7	4	4	2	2	4	3	2	2	2	2

Tabla 3: Tamaño de los peces león capturados en los puntos de colecta.

3.3 Análisis del contenido estomacal del pez león.

El análisis del contenido estomacal de los 40 ejemplares de Pez León colectados revela una dieta heterogénea y altamente oportunista, característica de esta especie. Los resultados muestran que el pez león se alimenta principalmente de peces óseos, como *Ocyurus chrysurus* (6 estómagos), *Haemulon aurolineatum* (6 estómagos) y *Haemulon plumierii* (5 estómagos), todos ellos especies de importancia ecológica y algunas de valor comercial. Esta preferencia por peces de arrecife evidencia su impacto directo sobre la biodiversidad local y la estructura de las comunidades marinas.

También, se identificó la presencia de crustáceos del grupo Palaemonidae en 5 estómagos, lo que confirma su capacidad para explotar distintos niveles tróficos. La inclusión de *Balistes capriscus* en un estómago sugiere que el pez león puede capturar presas de mayor tamaño o comportamiento defensivo, lo que resalta su habilidad como depredador eficiente.

Por otro lado, seis estómagos estaban vacíos, lo que podría deberse a procesos de digestión avanzada, ayuno reciente o variabilidad en los hábitos alimentarios. Además, cinco estómagos contenían sedimentos, posiblemente ingeridos accidentalmente durante la captura de presas bentónicas. Seis estómagos presentaban contenido triturado no identificable, lo que limita la precisión taxonómica, pero indica una actividad alimentaria reciente (Tabla 4).

En conjunto, estos resultados confirman que el pez león en Portobelo posee una dieta variada, capaz de adaptarse a la disponibilidad de presas en distintos hábitats. Esta flexibilidad alimentaria, sumada a su voracidad, representa una amenaza significativa para las especies nativas.

Contenido del estómago	Cantidad de estómagos
<i>Ocyurus chrysurus</i>	6
<i>Balistes capriscus</i>	1
<i>Haemulon aurolineatum</i>	6
<i>Haemulon plumierii</i>	5
<i>Palaemonidae (sp.1)</i>	5
vacíos	6
sedimentos	5
Triturado (sin identificar)	6

Tabla 4. Contenidos estomacales reportados en los peces león colectados.

3.4 Parámetros fisicoquímicos en la zona de estudio

El análisis de los parámetros fisicoquímicos promedios registrados en la zona de Portobelo, Panamá, entre agosto de 2024 y marzo de 2025, muestra una relativa estabilidad con ligeras variaciones estacionales. El oxígeno disuelto (OD) presentó un incremento progresivo desde 5.2 mg/L en agosto hasta 6.2 mg/L en enero y febrero, lo que podría estar asociado a una mayor actividad fotosintética o a cambios en la dinámica de mezcla de aguas durante los meses más frescos. El pH se mantuvo estable en 8.1 durante los primeros meses, aumentando a 8.3 en diciembre, enero y febrero, lo que sugiere condiciones ligeramente más alcalinas en la temporada seca, posiblemente vinculadas a menor influencia de aguas continentales o mayor actividad biológica.

La salinidad osciló entre 33 y 34.3 PSU, con valores más bajos en octubre (33 PSU) y más altos en febrero (34.3 PSU), lo que refleja una influencia estacional del régimen de lluvias y evaporación, siendo más salina la columna de agua en los meses secos. La temperatura media del agua mostró una tendencia descendente, pasando de 29.3 °C en octubre a 26.8 °C en febrero, lo que coincide con la transición hacia la estación seca y menor radiación solar directa. Estos patrones sugieren una dinámica costera influenciada por factores climáticos regionales, con implicaciones ecológicas para la distribución de especies bentónicas y pelágicas,

así como para la interpretación de datos tróficos y de biodiversidad en estudios como los realizados con el pez león.

Fecha	OD	pH	Salinidad	Temperatura
04/08/2024	5.2	8.1	33.5	28.7
12/08/2024	5.2	8.1	33.5	28.7
19/10/2024	5.3	8.1	33	29.3
20/10/2024	5.3	8.1	33	29.3
16/12/2024	6	8.3	34	27.9
17/12/2024	6	8.3	34	27.9
05/01/2025	6.2	8.3	34.2	27.3
21/02/2025	6.2	8.3	34.3	26.8
08/03/2025	6.1	8.2	34.1	27.3

Tabla 5. Coeficientes de correlación (Parámetros ambientales versus riqueza)

3.5 Coeficientes de correlación (parámetros ambientales versus riqueza de especies encontradas en los estómagos del pez león)

Los resultados del análisis de correlación entre parámetros ambientales y la riqueza de especies encontradas en los estómagos de peces león revelan patrones de asociación débiles a moderados. El pH mostró la correlación positiva más alta ($r = 0.393$), lo que sugiere que ambientes con valores de pH más elevados podrían estar relacionados con una mayor diversidad de presas consumidas. La salinidad también presentó una correlación positiva ($r = 0.325$), indicando una posible influencia de este parámetro en la disponibilidad o variedad de especies ingeridas. Por otro lado, el oxígeno disuelto mostró una correlación muy débil ($r = 0.140$), lo que sugiere una relación poco significativa con la riqueza

de especies. Finalmente, la temperatura fue el único parámetro con correlación negativa ($r = -0.175$), lo que podría implicar que en ambientes más cálidos disminuye la diversidad de presas disponibles para el pez león. En conjunto, estos resultados permiten inferir que ciertos factores fisicoquímicos del agua podrían influir parcialmente en la composición trófica del pez león, aunque las correlaciones observadas no son lo suficientemente fuertes como para establecer relaciones causales directas (tabla 6).

Correlaciones	Coefficiente de correlación
Oxígeno disuelto vs riqueza	0.140182575
pH vs riqueza	0.393106814
salinidad vs riqueza	0.324968299
temperatura vs riqueza	-0.175472919

Tabla 6. Correlación entre factores fisicoquímicos y los organismos presos encontrados en los estómagos del pez león.

3.6 Coeficiente de correlación (parámetros ambientales vs cantidad de organismos en los estómagos)

Los coeficientes de correlación entre parámetros ambientales y la cantidad de organismos encontrados en los estómagos de peces león revela asociaciones de intensidad variable. El pH presenta la correlación más alta ($r = 0.519$), lo que indica una relación moderadamente fuerte y positiva: a medida que el pH aumenta, también lo hace la cantidad de presas ingeridas, lo que sugiere que ambientes con pH más elevado podrían favorecer una mayor disponibilidad o captura de organismos por parte del pez león. La salinidad muestra una correlación positiva de menor magnitud ($r = 0.369$), lo que apunta a una posible influencia de este parámetro en la abundancia de presas, aunque con menor peso explicativo. El oxígeno disuelto también presenta una correlación positiva ($r = 0.304$), indicando una relación débil, pero consistente entre niveles de oxígeno y cantidad de organismos consumidos. Por otro lado, la temperatura muestra una correlación negativa con la salinidad ($r = -0.250$), lo que sugiere que a medida que

la temperatura aumenta, la salinidad tiende a disminuir, lo cual podría tener implicaciones indirectas sobre la estructura trófica del ecosistema. En conjunto, estos resultados permiten inferir que ciertos parámetros fisicoquímicos del agua, especialmente el pH, podrían estar relacionados con la abundancia de presas disponibles para el pez león (tabla 7).

Correlaciones	Coeficiente de correlación
OD vs cantidad	0.303668606
pH vs cantidad	0.519476734
salinidad vs cantidad	0.369405677
temperatura vs salinidad	-0.249620798

Tabla 7. Correlaciones entre parámetros ambientales y la cantidad de organismos presa que puede consumir/capturar el pez león.

3.7 Resultados por puntos de muestreo

3.7.1 Análisis de la riqueza de especies encontradas en estómagos del pez león en los diferentes sitios de muestreo.

El análisis de los contenidos estomacales del pez león en los doce puntos de muestreo en el área de Portobelo revela una dieta variada con predominancia de peces y crustáceos, además de una proporción significativa de estómagos vacíos, con sedimentos o restos no identificables. La especie más frecuentemente registrada fue *Ocyurus chrysurus*, presente en seis estómagos distribuidos entre los puntos 1, 2, 3, 6 y 7, lo que indica una posible preferencia o disponibilidad local. Le siguen *Haemulon aurolineatum* y *Haemulon plumieri*, con cinco y cuatro registros respectivamente, mostrando una distribución más dispersa entre los puntos 1, 4, 5, 6, 8, 10 y 11. El crustáceo de la familia Palaemonidae (color rojo) fue detectado en cinco ocasiones, concentrado en los puntos 1, 2 y 6, lo que sugiere una fuente alimenticia importante en zonas específicas. *Balistes capriscus* fue registrado una sola vez en el punto 2, lo que podría indicar una captura ocasional o baja disponibilidad.

Además, se identificaron cinco estómagos vacíos, distribuidos en los puntos 1, 5, 7 y 12, lo que representa una proporción relevante que podría estar asociada a

variaciones en el comportamiento de caza, tiempo de captura o digestión avanzada. Se encontraron sedimentos en siete estómagos, especialmente en los puntos 3, 4, 6, 8, 9, 10 y 11, lo que podría reflejar hábitos de alimentación bentónica o interferencias en el proceso de captura. Finalmente, se registraron siete casos con restos triturados no identificables, presentes en los puntos 1, 6, 7, 9, 10, 11 y 12, lo que evidencia la dificultad de identificación taxonómica en presas altamente digeridas y la necesidad de métodos complementarios como análisis genético o morfológico detallado (Tabla 8).

Estaciones	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10	Punto 11	Punto 12	total
<i>Ocyurus chrysurus</i>	1	2	2				1						6
<i>Balistes capricus</i>		1											1
<i>Haemulon aurolineatum</i>	1			2		2		1					6
<i>Haemulon plumierii</i>			1	1		1			1	1			5
Palaemonidae (Rojo)	2	2				1							5
Vacios	1				2			1				1	5
Sedimentacion				1	1		1		1	1	1		6
Triturado (S.I)	1						1	1		1	1	1	6
													40

Tabla 8. Cantidad de especies colectadas por puntos de muestreo

3.7.2. Análisis de la diversidad a través de los muestreos

El análisis de la diversidad de organismos encontrados en los estómagos de peces león colectados muestra variaciones significativas en la riqueza, abundancia y equitatividad de las presas consumidas. En la primera fecha (04/08/2024), se registró un único organismo perteneciente a una sola especie, lo que se traduce en valores nulos para los índices de diversidad de Simpson y Shannon, reflejando una dieta extremadamente limitada en ese momento.

A partir del 12/08/2024, se observa un aumento en la riqueza ($Taxa_S = 3$) y en el número de individuos ($n = 3$), con una equitatividad perfecta ($J = 1$), lo que indica una distribución uniforme entre las especies presentes. Esta tendencia se mantiene en diciembre, con una riqueza constante ($Taxa_S = 3$ y 4) y un aumento notable en la abundancia (hasta 11 individuos el 17/12/2024), lo que se refleja en

los valores más altos de diversidad: Simpson (0.7107) y Shannon (1.295), junto con una equitabilidad elevada ($J \approx 0.93$), lo que sugiere una dieta más variada y balanceada en ese periodo. En febrero (21/02/2025), aunque se mantiene una abundancia moderada ($n = 4$), la riqueza disminuye ($Taxa_S = 2$) y los índices de diversidad baja (Simpson = 0.5; Shannon = 0.6931), lo que indica una menor heterogeneidad en la dieta. Sin embargo, la equitabilidad vuelve a ser perfecta ($J = 1$), lo que sugiere que las especies presentes fueron consumidas en proporciones similares.

Estaciones	04 /0 8/ 24	12 /0 8/ 24	19 /1 0/ 24	20 /1 0/ 24	16 /1 2/ 24	17 /1 2/ 24	05 /0 1/ 25	21/ 02/ 25	08 /0 3/ 25
<i>Ocyurus chrysurus</i>					1	3		2	
<i>Balistes capriscus</i>		1							
<i>Haemulon aurolineatum</i>		1				3		2	
<i>Haemulon plumierii</i>					1	4			
Palaemonidae (Rojo)	1	1			2	1			
vacíos		1				3		2	
Sedimentación		1				2		2	
Triturado (S.I)		1				4		1	

Tabla 9. Análisis de la diversidad a través del muestreo.

En conjunto, los datos reflejan una dieta más diversa y abundante en los meses de diciembre, posiblemente influenciada por cambios estacionales en la disponibilidad de presas o en el comportamiento del Pez León. Estos patrones pueden ser útiles para construir matrices comparativas, temporalidad y parámetros ambientales en el análisis trófico de especies invasoras.

	04/08/24	12/08/24	16/12/24	17/12/24	21/02/25	Total
Taxones_S	1	3	3	4	2	5
Individuos	1	3	4	11	4	23
Simpson_1-D	0	0.6667	0.625	0.7107	0.5	0.7675
Shannon H	0	1.099	1.04	1.295	0.6931	1.501
Equidad J		1	0.9464	0.9338	1	0.9326

Tabla 10. Diversidad temporal de especies encontradas en estómagos del pez león.

3.7.3 Análisis de la diversidad de organismos de acuerdo con los puntos de muestreo.

El análisis de la diversidad de organismos encontrados en los estómagos de peces león en distintos puntos de muestreo en el área marino-costera de Portobelo revela una marcada variabilidad en la riqueza específica, abundancia y equitabilidad entre sitios. Los puntos 1, 2 y 6 destacan por presentar mayor riqueza ($Taxa_S = 3$) y abundancia (4 a 5 individuos), acompañados de índices de diversidad de baja a media: Simpson ($\approx 0.625\text{--}0.64$) y Shannon ($\approx 1.04\text{--}1.055$), lo que indica una dieta más heterogénea y balanceada en estos sectores. Además, la equitabilidad ($J \approx 0.946\text{--}0.960$) sugiere que las especies consumidas en estos puntos fueron ingeridas en proporciones similares, lo cual refuerza la idea de una distribución equitativa de presas.

Estos resultados sugieren que la diversidad trófica del Pez León varía espacialmente en Portobelo, posiblemente influenciada por la disponibilidad de presas, la estructura del hábitat o el comportamiento de caza. La información obtenida puede ser integrada en matrices comparativas, mapas temáticos o actividades didácticas para explorar el impacto ecológico de esta especie invasora y fomentar el análisis crítico de patrones de alimentación en contextos marino-costeros (tabla 10).

	P 1	P 2	P 3	P 4	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10
Taxones	3	3	2	2	3	1	1	1	1
Individuos	4	5	3	3	4	1	1	1	1
Simpson_1-D	0.625	0.64	0.444	0.444	0.625	0	0	0	0
Shannon_H	1.04	1.055	0.636	0.636	1.04	0	0	0	0
Equidad_J	0.946	0.960	0.918	0.918	0.946				
Tabla 11. Análisis de la diversidad de organismos de acuerdo con los puntos de muestreo.									

3.8 Características morfométricas del pez león *P. volitans*

El análisis de correlación entre variables morfométricas de 40 especímenes de pez león (*Pterois volitans*) colectados en la zona de Portobelo revela patrones significativos en la relación entre longitud, ancho y peso. Estos coeficientes permiten comprender cómo se vinculan estructuralmente las dimensiones corporales del pez, lo cual es útil tanto para estudios ecológicos como para estimaciones biométricas en campo.

La correlación entre longitud y ancho es moderada (0.496698037), la cual indica que, aunque existe una tendencia a que peces más largos presenten mayor ancho corporal, esta relación no es estrictamente proporcional. Esto podría reflejar variaciones en la forma corporal entre individuos, posiblemente influenciadas por factores como edad, sexo o condiciones ambientales.

Por otro lado, la correlación entre ancho y peso es más débil (0.33278264), sugiriendo que el ancho por sí solo no es un buen predictor del peso total del pez. Esta baja asociación puede deberse a que el peso está influenciado por otros factores como la densidad muscular, contenido visceral o estado reproductivo, que no se capturan completamente con la medida de ancho.

Finalmente, la relación entre longitud y peso muestra una correlación fuerte (0.778757545), lo que confirma que la longitud es un excelente predictor del peso en el *P. volitans*. Este resultado es coherente con modelos alométricos ampliamente utilizados en ictiología, donde el crecimiento en longitud se asocia

directamente con el incremento en masa corporal. Esta correlación robusta respalda el uso de la longitud como variable base para estimar biomasa en estudios poblacionales y de impacto ecológico.

El coeficiente de correlación entre la longitud del Pez León (*Pterois volitans*) y el peso del estómago disectado es de (0.564077204), lo que indica una relación moderada positiva entre ambas variables. Esto sugiere que, en general, los individuos de mayor longitud tienden a presentar estómagos más pesados, aunque esta relación no es completamente fuerte ni determinante. Al comparar este resultado con las correlaciones previamente analizadas, se observa que la relación longitud/peso corporal total fue más alta, lo que confirma que la longitud es un mejor predictor del peso total del organismo que del peso del contenido estomacal. Esta diferencia puede explicarse por la variedad del contenido estomacal, influenciada por factores como el momento de captura, la actividad alimenticia reciente, la disponibilidad de presas y el estado de digestión. En cambio, el peso corporal refleja un crecimiento acumulativo más estable. Por tanto, aunque existe una tendencia general entre el tamaño del pez y la masa estomacal, esta no es suficientemente fuerte como para estimar el contenido trófico únicamente a partir de la longitud. Este hallazgo es relevante para estudios ecológicos y de monitoreo trófico, ya que destaca la necesidad de considerar múltiples variables al evaluar hábitos alimenticios y presión predatoria en especies invasoras como el Pez León.

Correlaciones	Coeficiente de correlación
Longitud/ancho	0.496697037
Ancho/Peso	0.33278264
Longitud/Peso	0.778757545
Longitud/peso del estómago	0.564077204

Tabla 12. Correlaciones entre medidas morfométricas del *Pterois volitans*

3.9 Características alimenticias relacionadas con la longitud del pez

El análisis de los datos que relacionan la longitud en milímetros del Pez León (*Pterois volitans*) con el contenido estomacal observado tras la disección permite identificar patrones tróficos vinculados al tamaño corporal. A partir de esta información, se pueden inferir tendencias sobre la dieta, la capacidad predatoria y el estado alimenticio de los individuos en función de su desarrollo.

Los peces con longitudes menores o iguales a 200 mm muestran una alta frecuencia de estómagos con sedimentos, camarones triturados, peces triturados y varios casos de contenido vacío. Esta tendencia sugiere que los individuos más pequeños presentan una dieta compuesta por presas de menor tamaño o parcialmente digeridas, posiblemente debido a limitaciones en su capacidad de captura o a una menor eficiencia trófica. La presencia de sedimentos podría indicar ingestión incidental durante la búsqueda de alimento o una baja actividad alimenticia reciente. También, se registran presas como alevines de peces, lo que indica que incluso los individuos pequeños pueden ejercer presión sobre etapas juveniles de otras especies.

En el rango de 210 a 260 mm, se observa una mayor diversidad de contenidos, incluyendo camarones completos, peces triturados y combinaciones de sedimentos con presas. Aunque algunos estómagos están vacíos, la variedad de presas sugiere una dieta más activa y posiblemente una mayor capacidad de selección trófica. Estos individuos podrían estar en una etapa de crecimiento donde se amplía el espectro alimenticio y se incrementa la eficiencia de captura.

Los peces de mayor longitud (≥ 300 mm) tienden a presentar estómagos con peces enteros, combinaciones de camarones, peces triturados y en algunos casos presas diferentes, lo que indica una capacidad predatoria más desarrollada. Sin embargo, también se registran estómagos vacíos en este grupo, lo que sugiere que el tamaño corporal no garantiza actividad alimenticia constante. Factores como el momento de captura, la competencia intraespecífica o la disponibilidad de presas pueden influir en estos resultados.

En conjunto, los datos reflejan que la longitud del pez león está asociada con la complejidad y volumen del contenido estomacal, aunque con variabilidad individual.

Muestra	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Peso (g)	Peso estomago (g)	Condición organismos encontrados
1	240	67.69	n.d.	n.d.	vacío
2	210	50.72	145.4	12.6	camarón
3	180	40.06	83.4	1.2	sedimentos y camarones triturados
4	240	69.07	201.5	7.1	sedimentos y camarones triturados
5	270	76.02	307.7	3.8	vacío
6	210	58.44	134.3	10.9	sedimentos
7	280	76.08	308	3.5	sedimentos
8	190	158.18	101.5	3.1	sedimentos
9	220	157.78	171	7.5	alevines de peces
10	260	63.11	248.1	9.01	sedimentos y peces triturados
11	200	50.77	122.5	9.3	sedimentos y peces triturados
12	320	182.08	502.4	4.1	sedimentos
13	340	83.03	684.2	38.9	sedimentos, camarones y peces triturados
14	320	92.52	552.6	28.2	sedimentos
15	190	58.59	90.1	5.9	camarones
16	190	68.92	101.2	6	sedimentos y camarones triturados
17	190	71.78	107.9	9.3	camarones
18	260	95.4	288.5	8.4	camarones, peces triturados
19	200	79.61	96.7	4.6	sedimentos y camarones triturados
20	210	58.45	148.7	12.6	sedimentos, camarones y peces triturados
21	180	46.65	81.5	1.4	pez
22	200	45.46	123.9	3.8	pez
23	320	92.02	647.8	9.1	peces triturados
24	260	67.19	264.4	2.6	sedimentos
25	300	87.85	508.4	14.2	pez
26	260	89.09	540.2	11.1	pez
27	190	42.43	90.7	2.6	sedimentos
28	200	58.82	116.5	3.4	peces triturados
29	190	45.84	105	3	sedimentos y peces triturados
30	310	92.92	482	5.6	vacío
31	320	89.05	508.7	4.9	vacío
32	190	42.5	105	5.4	pez
33	280	76.75	314.8	4.7	vacío
34	200	41.68	887.6	2.7	sedimentos
35	200	44.11	104.3	2.1	camarones
36	190	43.06	84.6	1.8	vacío
37	200	48.08	111.4	3	sedimentos, camarones y peces triturados
38	190	46.55	90.1	2.5	sedimentos, camarones y peces triturados
39	270	66.05	291.2	13.9	pez no. 5 diferente
40	330	95.34	607.1	19.8	pez no. 2 diferente

Tabla 13: Características alimenticias relacionadas con las medidas morfométricas de los peces León

CAPÍTULO IV

Conclusiones

4. Conclusiones

El análisis realizado de los ejemplares de *Pterois volitans* permitió demostrar que esta especie presenta una dieta oportunista y homogénea donde su alimentación se caracteriza por depredar peces óseos como *Ocyurus chrysurus*, *Haemulon aurolineatum* y *Haemulon plumierii*, crustáceos de la familia Palaemonidae, incluyendo especies de grandes tamaños como especies del género *Balistes*, junto con la presencia de estómagos vacíos y algunos con sedimentos demostrando así su eficiencia al momento de alimentarse y su notable capacidad de adaptación a distintos hábitats, incluyendo las zonas bentónicas. Esta flexibilidad alimentaria, sumada a su voracidad, representa una amenaza significativa para las especies nativas.

En cuanto a las medidas morfométricas se obtuvieron resultados donde el 45% de los individuos colectados corresponden a especies juveniles, en la cual demuestra una alta tasa de reproducción reciente y una dinámica poblacional activa, lo que debería mantenerse en un constante monitoreo y buscar estrategias de control, ya que esto podría favorecer a futuro una rápida expansión.

Las correlaciones realizadas entre las variables morfométricas demostraron que la relación entre el ancho y la longitud de la especie no es proporcional, lo que podría verse influenciada a factores como edad, sexo o condiciones ambientales. Así mismo, la débil correlación que existe entre el ancho y el peso indican que el ancho corporal de la especie, por sí solo, no es un buen indicador del peso total, posiblemente debido a la influencia de variables internas como la densidad muscular o el estado reproductivo. A su vez la fuerte correlación existente entre la longitud y el peso demuestra el uso de la longitud como un indicador de la asociación que se tiene entre la longitud y el incremento de la masa corporal de la especie, demostrando que estos datos son de gran utilidad para estudios de dinámica poblacional y evaluación del impacto ecológico de esta especie invasora.

Con respecto a los parámetros ambientales, se demostró que el pH y la salinidad se encuentran positivamente relacionadas con la cantidad y diversidad de presas

consumidas, mientras que la temperatura mostró una correlación negativa, indicando una menor disponibilidad trófica en ambientes más cálidos.

Por otro lado, los estudios realizados de índices de diversidad de Shannon y Simpson demostraron una mayor variedad trófica durante los meses de diciembre, coincidiendo con condiciones ambientales más estables y niveles más altos de oxígeno disuelto. Estas observaciones comprueban que los factores ambientales pueden influir en el comportamiento alimentario y la estructura de la población del pez león.

Finalmente, al relacionar los parámetros ambientales con el tamaño y la alimentación, los datos muestran que la disponibilidad de presas y las condiciones fisicoquímicas podrían favorecer la abundancia y desarrollo del pez león.

CAPÍTULO V

Recomendaciones

5. Recomendaciones

- Ampliar el tamaño de la muestra y aumentar la frecuencia de muestreos a lo largo del año. Esto permitirá obtener una visión más completa de las variaciones estacionales en la dieta, la estructura poblacional y el uso del hábitat.
- Realizar muestreos a mayor profundidad o zonas adicionales lo que contribuirá a comprender mejor la distribución espacial y el comportamiento ecológico de la especie.
- Incorporar herramientas complementarias de identificación alimentarias, como análisis genéticos y técnicas histológicas. Esta metodología ayudaría a identificar presas altamente digeridas que no puede determinar mediante observación morfológica, aumentando la precisión del análisis trófica.
- Registrar parámetros fisicoquímicos con equipo automatizado o sondas multiparamétrica para obtener datos más continuos y exactos, lo que fortalecería los análisis de correlación ambiental.
- Implementar programas de educación ambiental dirigido tanto a los pescadores como a los turistas con el objetivo de generar conciencia sobre el impacto ecológico de la especie en los ecosistemas marinos.

CAPÍTULO VI
Referencias Bibliográficas

Referencias bibliográficas

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

Aguilar-Medrano, R., Vega-Cendejas, Ma. E., Aguilar-Medrano, R., & Vega-Cendejas, Ma. E. (2020). Size, weight, and diet of the invasive lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) on the southern coast of Veracruz, Gulf of Mexico. *Ciencias Marinas*, 46(1), 57–64. <https://doi.org/10.7773/CM.V46I1.3012>

Análisis del contenido estomacal y la ecología trófica de la *Triportheus auritus* (Jolombo) REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 17, núm. 11, noviembre, pp. 1-9

Análisis, U. (1982). Los peces de las lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca. México, y sus relaciones con la temperatura y salinidad.

Arbeláez, N. y A. Acero. 2011. Presencia del pez león *Pterois volitans* (Linnaeus) en el manglar de la Bahía de Chengue, Caribe Colombiano. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 40 (2): 431–435.

Arredondo-Chávez, A. T., Sánchez-Jimenez, J., Ávila-Morales, O., Torres-Chávez, P., Herreras-Diego, Y., Medina-Nava, M., Madrigal-Guridi, X., Campos-Mendoza, A., Domínguez-Domínguez, O., & Caballero-Vázquez, J. A. (2016). Spatio-temporal variation in the diet composition of red lionfish, *Pterois volitans* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae), in the Mexican Caribbean: Insights into the ecological effect of the alien invasion. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 46(3): 182-200, 46(3), 182–200. <https://doi.org/10.3750/AIP2016.46.3.03>

Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá. | Realizan torneo de captura de Pez León en conmemoración del Mes de Los Océanos. (2020). Retrieved July 6, 2024, from <https://arap.gob.pa/realizan-torneo-de-captura-de-pe-leon-en-conmemoracion-del-mes-de-los-oceanos/>

Barbour, A. B., Montgomery, M. L., Adamson, A. A., Díaz-Ferguson, E., & Silliman, B. R. (2010). Mangrove use by the invasive lionfish *Pterois volitans*. *Marine Ecology Progress Series*, 401, 291–294. <https://doi.org/10.3354/MEPS08373>

Betancur, R., Hines, A., Acero, A., Ortí, G., Wilbur, A.E. y D.W. Freshwater. 2011. Reconstructing the lionfish invasion: insights into Greater Caribbean biogeography. *Journal of Biogeography*, 38(7): 1281-1293.

Cailliet, Gregor. 1977. Several approaches to the feeding ecology of fishes. in fish food habits studies. 1st Pacific Northwest Technical Workshop Proceedings. 1-13.

Chan, E. ;, Moreno, A., Andrés, ;, & Arencibia, G. (n.d.). El Pez León (Pterois volitans/miles) un invasor: revisión. Item Type Journal Contribution. Retrieved July 6, 2024, from <http://hdl.handle.net/1834/42081>

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

Desarrollo de gangrena en paciente inoculado por Pterois. (2014).

Descartan que la dieta del pez león amenace a otras especies - EFEverde. (n.d.). Retrieved July 6, 2024, from <https://efeverde.com/descartan-la-dieta-del-pez-leon-amenace-otras-especies/>

Green, S. J., N. K. Dulvy, A. M. L. Brooks, J. L. Akins, A. B. Cooper, S. Miller y I. M. Coté. 2014. Linking removal targets to the ecological effects of invaders: a predictive model and field test. Ecological Applications, 24(6): 1311-1322

González-C. J. D., A. Acero, A. Serrat-LI y R. Betancur-R. 2011. Caracterización taxonómica de la población del pez león, Pterois volitans (Linnaeus 1758) (Scorpaenidae) residente en el Caribe Colombiano: merística y morfometría. Biota Colombiana 12(2):2011. Pp: 15–22.

El pez león, un enigmático depredador que invade el Mediterráneo. (n.d.). Retrieved July 6, 2024, from <https://theconversation.com/el-pez-leon-un-enigmatico-depredador-que-invade-el-mediterraneo-122216#:~:text=Tras%20llegar%20a%20nuevas%20aguas,de%20asentarse%20en%20los%20arrecifes>

Field-cortazares, J., Calderón-campos, R., & Moreno, J. L. S. (2008). Envenenamiento por Picadura de Pez León. Por Picadura de Pez León , 5(2).

Figueroa-López, N. N., Rodríguez-Quintal, J. G., Brante, A., Figueroa-López, N. N., Rodríguez-Quintal, J. G., & Brante, A. (2021). Abundancia y ecología trófica del pez león, Pterois volitans, en el Parque Nacional Morrocoy, Venezuela, mar Caribe Sur. Revista de Biología Marina y Oceanografía, 56(2), 134–144. <https://doi.org/10.22370/RBMO.2021.56.2.3057>

Folleto Informativo Oxígeno Disuelto (OD) ¿Qué es el oxígeno disuelto (2020).

Gracia, A., Medellín-Mora, J., GilAgudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). 2011. Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 23. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 136 p

Green, S.J., Akins, J.L., and J.A. Morris, Jr. 2012. Lionfish dissection: Techniques and applications. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 139, 24 pp.

Guerrero, K.A. y A.L. Franco. 2008. First record of the Indo-Pacific red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) for the Dominican Republic. *Aquatic Invasions*, 3: 255-256.

Kimball, M.E., Miller, J.M., Whitfield, P.E. y J.A. Hare. 2004. Thermal tolerance and potential distribution of invasive lionfish (*Pterois volitans*/miles complex) on the east coast of the United States. *Marine Ecology Progress Series*, 283: 269-278

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS José Benito Vives De Andrés-INVEMAR Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Programa CALIDAD AMBIENTAL MARINA-CAM. (n.d.). www.invemar.org.co

La invasión del colorido pez león. (n.d.). Retrieved July 6, 2024, from https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/invasion-colorido-pez-leon_14556

Lasso-Alcala, O. Revista Rio Verde # 003. 2010. y modificada por Parques Nacionales Naturales de Colombia para guía interna, 2011

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

Morris, J.A. y A.K. Whitfield. 2009. Biology, ecology, control and management of the invasive Indo-Pacific lionfish: an updated integrated assessment. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS, No. 99. NOAA, Beaufort, NC. 57 p

Morris, J., Akins, J., Barse, A., Cerino, D., Freshwater, D., Green, S., Muñoz, R., Paris, C. y P. Whitfield. 2009. Biology and ecology of the invasive lionfishes, *Pterois miles* and *Pterois volitans*. 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute - GCFI. Guadalupe, 6

Lasso-Alcalá. (2013). El pez león, crónica de una invasión anunciada. 210.

Morris, J. A. (2013). El pez león invasor: guía para su control y manejo Editor.

Muñoz-Escobar, L., & Gil-Agudelo, D. L. (2012). COMPOSICIÓN DIETARIA DEL PEZ LEÓN, *PTEROIS VOLITANS* (PISCES: SCORPAENIDAE), EN SANTA MARTA Y EL PARQUE NACIONAL NATURAL TAYRONA*.

Pez león | National Geographic. (n.d.). Retrieved July 6, 2024, from <https://www.nationalgeographic.es/animales/pez-leon>

Pez león (*Pterois volitans*) y su impacto en la salud humana. (n.d.). Retrieved July 6, 2024, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1608-89212015000100009&script=sci_arttext&tlng=pt

Plan de acción nacional para el manejo y control del pez león en México. (2023)

Sancho, G., P.R. Kingsley-Smith, J.A. Morris, C.A. Toline, V. McDonough y S.M. Doty. 2018. Invasive lionfish (*Pterois volitans*/miles) feeding ecology in Biscayne National Park, Florida, USA. *Biol. Invasions*, 20(9): 2343-2361.

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.

Schultz, E.T. 1986. *Pterois volitans* and *Pterois miles*: two valid species. *Copeia*, 3: 686-690. USGS-NAS. 2011. United States Geological Survey - Nonindigenous Aquatic Species database (USGS-NAS). <http://nas.er.usgs.gov> (Fecha de consulta: 01/08/2011).

Smith, E. P. 1985. Estimating the reliability of diet overlap measures. *Environ. Biol. Fishes*, 13: 125–138.

Smith, N. 2010. Lionfish invasion in nearshore waters of the Bahamas: an examination of the effects of artificial structures and invader versus native species colonization rates. M.Sc. thesis. University of British Columbia. Vancouver, Canada.

Trujillo Rojas, Wilber; Rodríguez Betancourt, Camila Andrea; Reyes Rengifo, Oscar. (2016).

Warrell, D. A. (2012). Venomous Bites, Stings, and Poisoning. *Infectious Disease Clinics of North America*, 26(2), 207–223. <https://doi.org/10.1016/J.IDC.2012.03.006>

Anexos

1.Confección de tanque y arpones



2.Fotos de los 40 peces (Pterois volitans) capturados durante las giras en Portobelo.



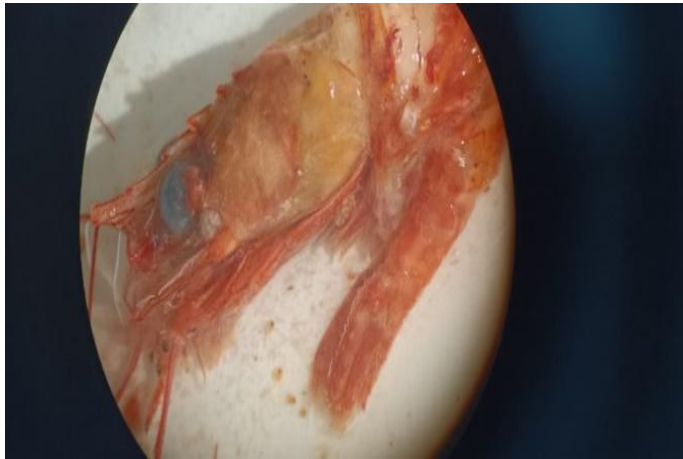
3.Foto en el laboratorio.



4.Foto en el campo.



**5.Fotos de especies encontradas en el estómago (Palaemonidae) y
Haemulon aurolineatum**



(Palaemonidae)

Camarón triturado



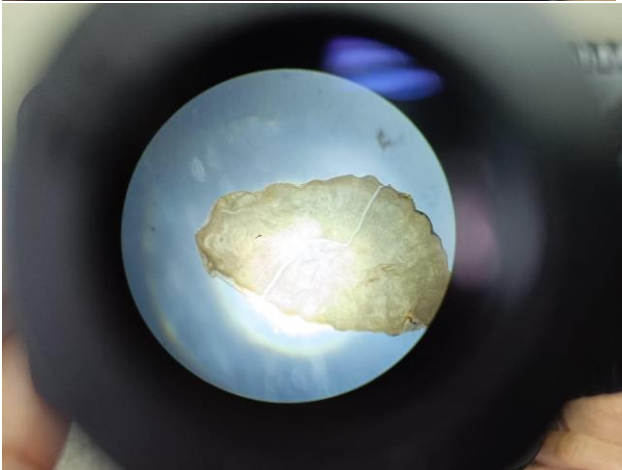
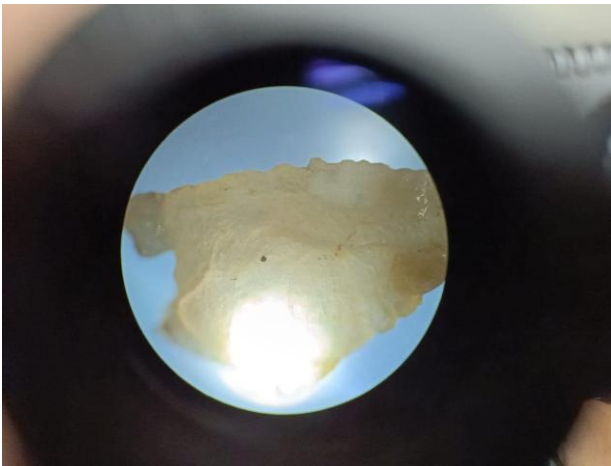
Haemulon aurolineatum



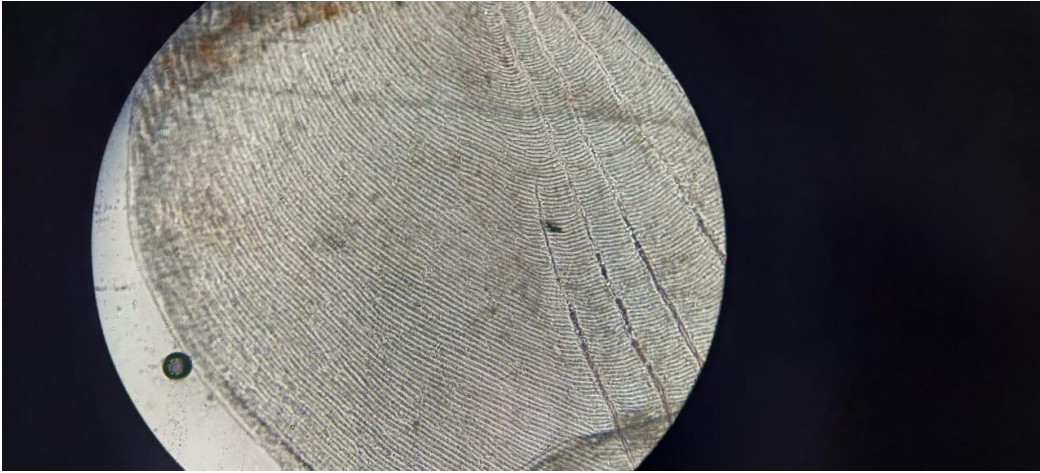
6. Revisión de sedimento dentro del estómago



7. Fotos de otolitos encontrados en especies de Pez león pequeños



8.Foto de escama del pez león



9. Tabla de datos colectados por peces durante los muestreos

Peces	Largo	Ancho	Peso	Peso del estómago g	Estómago	tamaño
Muestra #1	24	67.69	*	*	vacío	Mediano
Muestra #2	21	50.72	145.4g	12.6g	Camarones	Mediano
Muestra #3	18	40.06	83.4g	1.2g	Sed. y camarones trit.	Pequeño
Muestra #4	24	69.07	201.5g	7.1g	Sed. y camarones tri	Grande
Muestra #5	27	76.02	307.7g	3.8g	vacío	Grande
Muestra #6	21	58.44	134.3g	10.9g	Sedimentos	Mediano
Muestra #7	28	76.08	308.00g	3.5g	Sedimentos	grande
Muestra #8	19	158.18	101.5g	3.1g	Sedimentos	Pequeño
Muestra #9	22	157.78	171.0g	7.5g	Alevines	Pequeño
Muestra #10	26	63.11	248.1g	9.01g	Sedimentos y Peces trit.	Mediano
Muestra #11	20	50.77	122.5g	9.3g	Sedimentos y Peces trit.	Mediano
Muestra #12	32	182.08	502.4g	4.1g	Sedimentos	Grande
Muestra #13	34	83.03	684.2g	38.9g	Sed. y Camarones , Peces trit	Grande
Muestra #14	32	92.52	552.6g	28.2g	Sedimentos	Grande
Muestra #15	19	58.59	90.1g	5.9g	Camarones	Pequeño
Muestra #16	19	68.92	101.2g	6.0g	Sed. y camarones trit.	Pequeño
Muestra #17	19	71.78	107.9g	9.3g	Camarones	Pequeño
Muestra #18	26	95.4	288.5g	8.4g	Camarones, Peces trit	Mediano
Muestra #19	20	79.61	96.7g	4.6g	Sed y camarones trit.	Pequeño
Muestra #20	21	58.45	148.7g	12.6g	Sed. y Camarones Peces trit.	Pequeño
Muestra #21	18	46.65	81.5g	1.4g	Pez	Pequeño
Muestra #22	20	45.46	123.9g	3.8g	Pez	Pequeño
Muestra #23	32	92.02	647.8g	9.1g	Peces triturados	Grande
Muestra #24	26	67.19	264.4g	2.6g	Sedimentos	Pequeño
Muestra #25	30	87.85	508.4g	14.2g	Pez	Grande
Muestra #26	26	89.09	540.2g	11.1g	Pez	Grande
Muestra #27	19	42.43	90.7g	2.6g	Sedimentos	Pequeño
Muestra #28	20	58.82	116.5g	3.4g	Peces triturados	Mediano
Muestra #29	19	45.84	105.0g	3.0g	Sed. y Peces trit	Pequeño
Muestra #30	31	92.92	482.g	5.6g	vacío	Mediano
Muestra #31	32	89.05	508.7g	4.9g	vacío	Mediano
Muestra #32	19	42.5	105.0g	5.4g	Pez	Mediano
Muestra #33	28	76.75	314.8g	4.7g	vacío	Mediano
Muestra #34	20	41.68	87.6g	2.7g	Sedimentos	Pequeño
Muestra #35	20	44.11	104.3g	2.1g	Camarones	Pequeño
Muestra #36	19	43.06	84.6g	1.8g	vacío	Pequeño
Muestra #37	20	48.08	111.4g	3.0g	Sed. y Camarones Peces trit.	Pequeño
Muestra #38	19	46.55	90.1g	2.5g	Sed. y camarones triturados	Pequeño
Muestra #39	27	66.05	291.2g	13.9g	Pez 5 Diferente	Grande
Muestra #40	33	95.34	607.1g	19.8g	Pez 2 Diferente	Grande