



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL  
DE *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758):  
SCORPENIDAE EN XCALAK, BANCO  
CHINCHORRO Y PUNTA CANCÚN,  
QUINTANA ROO.**

**T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A :**

**MAYRA CEBALLOS APOLINAR**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. DANIEL ARCEO CARRANZA**

**Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de  
Mexico2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se llevó a cabo bajo el marco del proyecto PROCER/CCER/RBSK/04/2016. Distribución y abundancia del pez león (*Pterois volitans/ miles* complex) En la reserva de la biosfera Banco Chinchorro y Parque Nacional Arrecifes de Xcalak.

Agradecimiento a la Comisión Nacional de Áreas Naturales por el apoyo recibido en las ANP Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro y Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancun y Punta Nizuc.

Al M. en C. Johnny Valdéz luit por el apoyo técnico en la colecta de muestras y en el desarrollo general del proyecto.

Al Dr. Armín Tuz Sulub por el apoyo en campo, en la colecta de muestras y en el desarrollo del proyecto.

A la M. en C. Maribel Badillo Alemán por el apoyo y logística en el trabajo de laboratorio

## ÍNDICE

1.- Introducción.....	1
2.- Antecedentes.....	4
3.- Objetivos.....	5
3.1.- Objetivo general.....	5
3.2.- Objetivo particular.....	5
4.- Área de estudio.....	6
4.1.- Parque marino arrecifes de Xcalak.....	6
4.2.- Reserva de la biosfera de Banco Chinchorro.....	6
4.3.- Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.....	7
5.- Materiales y métodos.....	8
5.1.- Trabajo de campo y laboratorio.....	8
6.- Resultados.....	15
6.1.- Tallas.....	16
6.1.1.- Xcalak.....	16
6.1.2.- Banco Chinchorro.....	17
6.1.3.- Punta Cancún.....	18
6.2.- Repleción gástrica y grado de digestión.....	19
6.2.1.- Xcalak.....	19
6.2.2.- Banco Chinchorro.....	21
6.2.3.- Punta Cancún.....	23
6.3.- Composición de dieta.....	25
6.3.1.- Xcalak.....	25
6.3.2.- Banco Chinchorro.....	26
6.3.3.- Punta Cancún.....	27
6.4.- Índice de Importancia Relativa.....	28

6.4.1.- Xcalak.....	28
6.4.2.- Banco Chinchorro.....	29
6.4.3.- Punta Cancún.....	30
6.5.- Análisis de similitud.....	31
6.6 Análisis por tallas.....	35
7.- Discusión.....	37
8.- Conclusiones.....	42
9.- Recomendaciones.....	43
9.- Literatura citada.....	44
10-. Anexos.....	<u>50</u>

## Lista de figuras

Figura 1. Morfología externa del pez león.....	3
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.....	7
Figura 3. Captura con arpón tipo hawaiana.....	9
Figura 4. Medición de los ejemplares con ictiómetro.....	9
Figura 5. Eviscerado de los peces capturados.....	10
Figura 6. Intervalo de tallas de los organismos analizados en Xcalak.....	16
Figura 7. Intervalo de tallas de los organismos analizados en Banco Chinchorro.....	17
Figura 8. Intervalo de tallas de los organismos analizados en Punta Cancún.....	18
Figura 9. Porcentaje de la repleción gástrica de los estómagos analizados en Xcalak.....	19
Figura 10. Porcentaje del grado de digestión de los estómagos analizados en Xcalak.....	20
Figura 11. Porcentaje de la repleción gástrica de los estómagos analizados en Banco Chinchorro.....	21
Figura 12. Porcentaje del grado de digestión de los estómagos analizados en Banco Chinchorro.....	22
Figura 13. Porcentaje de la repleción gástrica de los estómagos analizados en Punta Cancún.....	23
Figura 14. Grado de digestión de los estómagos analizados en Punta Cancún.....	24

Figura 15. Índice de Importancia Relativa por grupo taxonómico para los estómagos analizados de Xcalak.....	28
Figura 16. Abundancia relativa de las presas con más depredadas para los estómagos analizados de Xcalak.....	28
Figura 17. Índice de Importancia Relativa por grupo taxonómico para los estómagos analizados de Banco Chinchorro.....	29
Figura 18. Abundancia relativa de las presas con más depredadas para los estómagos analizados de Banco Chinchorro.....	29
Figura 19. Índice de Importancia Relativa por grupo taxonómico para los estómagos analizados de Punta Cancún.....	30
Figura 20. Índice de Importancia Relativa para los estómagos analizados de Punta Cancún.....	30
Figura 21. Escalado multidimensional no métrico (MDS) entre tallas y composición de dieta.....	33
Figura 22. Análisis cluster basado en la dieta de <i>P. volitans</i> , los factores son sitios y estadio de vida (juvenil/adulto).....	34
Figura 23. Variación por tallas en la alimentación de <i>P. volitans</i> en Xcalak, Quintana Roo.....	35
Figura 24. Variación por tallas en la alimentación de <i>P. volitans</i> en Banco Chinchorro, Quintana Roo.....	36
Figura 25. Variación por tallas en la alimentación de <i>P. volitans</i> en Punta Cancún, Quintana Roo.....	36

## Lista de tablas

Tabla 1. Clases de talla para <i>P. volitans</i> en Xcalak.....	11
Tabla 2. Clases de talla para <i>P. volitans</i> en Banco Chinchorro.....	11
Tabla 3. Clases de talla para <i>P. volitans</i> en Punta Cancún.....	12
Tabla 4. Número de organismos capturados, estómagos analizados, sitio e intervalo de tallas.....	13
Tabla 5. Análisis cualitativo y cuantitativo de la dieta de <i>Pterois volitans</i> en Xcalak.....	25
Tabla 6. Análisis cualitativo y cuantitativo de la dieta de <i>Pterois volitans</i> en Banco Chinchorro.....	26
Tabla 7. Análisis cualitativo y cuantitativo de la dieta de <i>Pterois volitans</i> en Punta Cancún.....	27
Tabla 8. Análisis de similitud entre Xcalak y Punta Cancún.....	31
Tabla 9. Análisis de similitud entre Xcalak y Banco Chinchorro.....	32
Tabla 10. Análisis de similitud entre Punta Cancún y Banco Chinchorro.....	32

## Lista de anexos

Anexo 1. Registro fotográfico de las presas encontradas en estómagos de <i>P. volitans</i> colectados en Xcalak.....	49
Anexo 2. Registro fotográfico de las presas encontradas en estómagos de <i>P. volitans</i> colectados en Banco Chinchorro.....	50
Anexo 3. Registro fotográfico de las presas encontradas en estómagos de <i>P. volitans</i> colectados en Punta Cancún.....	51



## RESUMEN

Las especies invasoras son aquellas que han sido introducidas a otra región ecológica fuera de su distribución natural alterando la dinámica ecológica del lugar.

*Pterois volitans* mejor conocido como Pez León, es un ejemplo de esto, perteneciente a la familia Scorpenidae, distribuido naturalmente en el Indo-Pacífico. En el océano Atlántico se registró por primera vez en 1992, logrando invadir todo el caribe 20 años después. Se conoce que las especies invasoras pueden causar cambios perjudiciales en el ecosistema, poniendo en riesgo la comunidad de peces nativos ya sea por competencia, desplazamiento o depredación, dada esta situación es importante su estudio, ya que se considera un depredador muy eficaz.

En el presente estudio se analizó la alimentación de *P. volitans* en tres zonas del caribe mexicano, "Parque Marino arrecifes de Xcalak" "Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro", y "Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc". Se recolectaron los organismos mediante buceo autónomo con arpones tipo hawaianas, capturando un total de 451 organismos, 107 en Xcalak, 143 en Banco Chinchorro y 122 en Punta Cancún. Se analizó el contenido estomacal de los organismos capturados. Se identificaron las presas por medio de claves taxonómicas especializadas. En el grado de llenado el mayor porcentaje correspondió a estómagos llenos, aunque en el grado de digestión el mayor porcentaje correspondió a contenido estomacal totalmente digerido. La mayoría de organismos capturados en Xcalak y Punta Cancún se clasificaron con talla juvenil, en Banco Chinchorro la mayoría correspondieron a tallas adultas. Se identificaron un total de 13 familias de peces y 4 familias de crustáceos. Para Xcalak, las presas con mayor índice de importancia relativa fueron los carideos de la familia Palaemonidae. Para Banco Chinchorro las presas con mayor índice de importancia fueron los peces de la familia Scaridae, Apogonidae, Labrisomidae, Gobiidae. Para Punta Cancún los peces de la familia Scaridae. Se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) para identificar diferencias en la dieta de *P. volitans* entre sitios (Xcalak/Punta Cancún/Banco Chinchorro) y entre tallas (juvenil/adulto). Los resultados indican que hay diferencias en la composición de presas encontradas en los estómagos del pez león entre sitios ( $R= 0.103$ ;  $ns = 0.1\%$ ), pero no entre tallas ( $R= 0.02$ ;  $ns = 25\%$ ).

## INTRODUCCIÓN

México cuenta con un área estimada de 1,780 kilómetros cuadrados de arrecifes, distribuidos en tres zonas: la costa del Pacífico, las costas de Veracruz-Campeche y la costa oriental de la Península de Yucatán. Dentro de esta última zona se encuentra una parte de la segunda barrera arrecifal más grande del mundo, el Sistema Arrecifal Mesoamericano conocido como SAM (CONABIO, 2016), sin duda el mayor sistema arrecifal del Atlántico, con un área total de aproximadamente 700 kilómetros cuadrados (Godás, 2006). Es un ecosistema extenso y complejo, con alta biodiversidad, único en el hemisferio occidental debido a su longitud, a la composición de tipos de arrecifes y al diverso conjunto de corales y especies relacionadas (Almada *et al.* 2003).

Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos tropicales con alta biodiversidad y energéticamente autosuficientes (Horta y Carricart, 1993); son ecosistemas complejos debido a que múltiples factores determinan su salud, como la estructura física, la dinámica de los corales y de otras especies, así como procesos físicos, químicos y bióticos (Sotomayor *et al.* 2011). Son sitios de gran importancia ecológica ya que sirven para la crianza, refugio, alimentación y reproducción de muchas especies, de importancia comercial y de importancia ecológica (CONABIO, 2016). Además, protegen contra la erosión natural de la costa por el oleaje y por eventos meteorológicos, controlan el dióxido de carbono y brindan la materia prima para la construcción y compuestos químicos (Torruco y González, 2010). Actualmente los arrecifes enfrentan distintas amenazas de tipo antropológico, como es la extracción y sobreexplotación de especies de importancia comercial, actividades turísticas y contaminación; así como de tipo biológico, como son enfermedades en los corales, “blanqueamiento” que es la pérdida de las microalgas simbiotas que proveen alimento y eliminan desechos de los pólipos (Reyes y Rodríguez, 2005), extinción y la invasión de especies exóticas.

Las especies exóticas invasoras son organismos que han sido introducidos deliberada o accidentalmente a ecosistemas fuera de su distribución natural, capaces de establecerse y causar daños a los ecosistemas invadidos (Mendoza *et*

al. 2011). La invasión de especies exóticas es una de las principales amenazas biológicas, ya que representan un alto riesgo para la diversidad de los ecosistemas invadidos, puesto que las especies locales no han estado expuestas al contacto con esas especies ajenas y pueden resultar depredadas, desplazadas por competencia ecológica o, incluso, contagiadas con enfermedades que no existían originalmente en el sitio (Sánchez *et al.* 2007). En los arrecifes de coral las especies invasoras pueden ser una de las principales causas en la pérdida de la biodiversidad, ya que, pueden establecer una nueva población, la cual afectará y modificará drásticamente los sitios invadidos poniendo en riesgo a las especies nativas (Koleff, 2011).

Se atribuye que el 60% de la extinción de los peces mexicanos es debido a la presencia de especies exóticas, ya que afectan por distintos mecanismos, biológicos y ecológicos, entre los cuales destacan: hibridación, competencia por alimento y espacio, depredación, alteración del hábitat de las especies nativas y su desplazamiento, alteración de la estructura de los niveles tróficos, introducción de parásitos y enfermedades (Mendoza *et al.* 2011). Una de las especies exóticas en el Mar Caribe, es el pez león.

El pez león (*Pterois volitans*) pertenece a la familia Scorpaenidae, es una especie originaria del océano Indo-Pacífico que habita en aguas cálidas (mayor a 15°) de arrecifes coralinos (Schultz, 1986), regularmente son solitarios, se esconden en lugares no expuestos, a menudo se colocan con la cabeza hacia abajo y se quedan inmóviles durante el día (Kuitert y Tonozuka, 2001). Por la noche caza pequeños peces, cangrejos y camarones, utilizando sus aletas pectorales para aturdirlos y después tragarlos en un solo movimiento. Las aletas dorsales contienen veneno (Corcic, 1987), puede llegar a crecer hasta 38 cm de longitud, es de color rojizo o marrón, los adultos pueden tener manchas blancas a lo largo de la línea lateral. Tienen 13 espinas en la aleta dorsal y 14 rayos pectorales largos como un abanico. La aleta anal tiene 3 espinas y de 6 a 7 radios. Puede estar presente un tentáculo por encima de los ojos y la nariz, que es variable en tamaño y forma, por lo general largo en los juveniles y en forma de hoja en los adultos y tienen una cresta ósea en cada mejilla (Figura 1) (WAZA, 2017).



Figura 1. Morfología externa del pez león (*Pterois volitans*).

Foto recuperada de WAZA, 2017

*Pterois volitans* actualmente se considera una especie exótica invasora importante para el Océano Atlántico, aunque no se conoce con certeza cuál es su origen de llegada, se tiene la teoría que a finales del siglo XX ejemplares de pez león llegaron de manera accidental en la Bahía de Biscayne, al ser liberados seis ejemplares tras el paso del huracán Andrew en 1992 (Lasso y Posada, 2010). Posterior a esto, se establecieron como una especie exótica invasora y problemática para los ecosistemas de arrecifes coralinos (Gómez *et al.* 2013), debido al alto consumo de peces y crustáceos que cumplen funciones vitales para el ecosistema, (Albins y Hixon, 2008).

Ante el establecimiento de una especie exótica invasora es importante analizar el potencial de riesgo, de propagación y de impacto que pudiera tener, con el fin de conocer las consecuencias de la especie invasora hacia el ecosistema invadido.

Debido a esto, es de gran importancia identificar los impactos ecológicos que tiene *P. volitans* sobre las comunidades que habitan los ecosistemas invadidos, es por esta razón que en el presente trabajo se analizarán los contenidos estomacales del pez león en tres localidades (Xcalak, Banco Chinchorro y Punta Cancún).

## ANTECEDENTES

Las investigaciones sobre *P. volitans* en el Caribe mexicano han sido cada vez más recurrentes debido a la velocidad de invasión, los registros muestran que en 20 años consiguió invadir todo el Caribe (Lasso y Posada, 2010). Debido a esto, se han realizado estudios en varias temáticas para conocer la distribución de *P. volitans*.

Schofield (2009) realiza un estudio de la extensión geográfica y cronológica de la invasión en el Occidente del Atlántico Norte y Caribe, en donde reportan 28 ejemplares de *P. volitans*. Un año más tarde, Aguilar y Tuz (2010), registran por primera vez *P. volitans* en el sur del Golfo de México y norte de la Península de Yucatán, en su estudio reportan solo un ejemplar inmaduro en el sur del Golfo, también registran más de 100 ejemplares en distintos puntos del caribe mexicano (Akumal, Playa del Carmen, Xel-ha y Banco Chinchorro).

Santander (*et al.* 2012), reportaron el primer registro de *P. volitans* frente a la costa de Veracruz, encontrando un ejemplar de mayor tamaño que el capturado en el norte de la Península de Yucatán.

Wakida y del Angel (2015), registran por primera vez la presencia del pez león en la costa de Tabasco.

Respecto a la alimentación, Quijano *et al.* (2012), realizaron un estudio sobre la dieta del pez león en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, capturando un total de 217 organismos, de los cuales solo 72 contenían productos identificables a nivel de familia, 91 estómagos contenían peces teleósteos y 54 no presentaban ningún contenido. Se identificaron 19 especies en 13 familias de peces teleósteos, siendo Labrisomidae, Pomacentridae, Blennidae y Labridae, las que presentaron un mayor número de presas, y 1 familia de crustáceos decápodos todos Peneidos. Quijano *et al.* (2012), realizaron un estudio sobre la ecología alimenticia de *P. volitans* en la

misma zona de estudio, donde el 79% fueron peces teleósteos y 21% crustáceos Peneidos. Los peces más consumidos fueron: Pomacentridae, Labridae, Haemulidae, Gobiidae, Blennidae y Labrisomidae. En ese mismo año, Quijano *et al.* (2012), analizaron contenidos estomacales de *P. volitans* y encontraron presas de las siguientes familias: Pomacentridae, Labridae, Haemulidae, Gobiidae, Blennidae y Labrisomidae.

Ávila (2014), realizó un estudio para determinar los hábitos alimenticios de *P. volitans* en el Parque Nacional Isla Contoy, los componentes alimenticios correspondieron a crustáceos (55%), peces (40%) y moluscos (5%).

En otro tipo de estudios biológicos, Aguilar *et al.* (2010), realizaron un estudio sobre el registro de la talla del pez león en el sur del Golfo de México, encontrando el ejemplar más grande registrado en la zona, midiendo 390 mm LT y 1090 PT. Sabido (2016) realizó un estudio para definir la estructura de tallas de *P. volitans* y así confirmó su establecimiento en el Caribe mexicano. En este estudio se comprobó la presencia de tallas juveniles (20 mm Lt) hasta organismos adultos (375 mm Lt).

## **OBJETIVO GENERAL**

- Analizar la alimentación de *P. volitans* en las áreas marinas protegidas “Parque Marino arrecifes de Xcalak” “Reserva de la Biosfera de Banco Chinchorro”, y Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Clasificar el estadio de vida de los ejemplares de *P. volitans* de acuerdo con la talla.
- Aplicar el índice de vacuidad y repleción gástrica de los organismos.
- Caracterizar la dieta de *P. volitans* en cada sitio de muestreo.
- Cuantificar la dieta de *P. volitans* en cada sitio de muestreo.
- Comparar la dieta de *P. volitans* entre los diferentes sitios de muestreo.

## **UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **PARQUE MARINO ARRECIFES DE XCALAK**

Se localiza en la costa sur del estado de Quintana Roo, en el municipio Othon P. Blanco, en las coordenadas  $18^{\circ}16'17''$  N  $87^{\circ}50'09''$  O.

Abarca una superficie aproximadamente de 17,949.456 ha de las cuales, 13,495 ha corresponden a ecosistemas marinos. Generalmente todas las rocas superficiales son carbonatos con características kársticas (Figura 2).

### **RESERVA DE LA BIOSFERA DE BANCO CHINCHORRO**

Se localiza en mar abierto, a 30.8 km del poblado costero de Mahahual, punto continental más cercano, las coordenadas que delimitan el sitio son  $18^{\circ}48'44.24''$  N,  $87^{\circ}28'28.27''$  W;  $18^{\circ}48'46.03''$  N,  $87^{\circ}12'01.85''$  W;  $18^{\circ}21'39.10''$  N,  $87^{\circ}11'59.95''$  W;  $18^{\circ}21'37.36''$  N,  $87^{\circ}28'23.77''$  W. Pertenece al municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo. Está formado por calizas coralíferas postpliocénicas del Pleistoceno superior y sedimentos del carbonato del Holoceno. A menos de 10 km mar adentro, presenta una barrera arrecifal discontinua. Se apoya sobre una cordillera submarina, originada por fallas naturales (Figura 2).

## Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc

Se localiza en la zona norte del estado de Quintana Roo, en las coordenadas  $21^{\circ} 17' 56''$  N,  $86^{\circ} 44' 1''$  W, sobre el litoral del mar del Caribe. Se encuentra formada por tres tipos de arrecifes coralinos: costeros, llanura de gorgonáceos y macizos (Figura 2).



Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio.

1. Ubicación geográfica de Parque Marino Xcalak.
2. Ubicación geográfica de Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro.
3. Ubicación geográfica de Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Foto recuperada de Google Maps, 2018



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Trabajo de campo y laboratorio**

En cada sitio de muestreo los peces se capturaron por medio de buceo scuba a distintas profundidades, con arpones tipo hawaiana (Figura 3), en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. De cada organismo se registraron datos biométricos de talla en cm (longitud estándar LE) y peso en gramos (Figura 4). Se diseccionaron y se retiró el tracto digestivo (Figura 6), conservándolos en frascos plásticos debidamente etiquetados con formol al 4%.

Las muestras fueron transportadas para su análisis al laboratorio de Ecología de Zonas Costeras de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la UNAM en Sisal Yucatán.

En el laboratorio, los tractos digestivos se lavaron con agua corriente para retirar el formol y se preservaron en alcohol al 70%.

Para el análisis del contenido estomacal, se separaron e identificaron las presas al taxón más bajo posible. La identificación de las presas se realizó con ayuda de claves específicas y catálogos ilustrados FishBase (2016), Humman (2003), FAO (2002), Familias de peces óseos del golfo de México (2016).

Además, se realizó un registro fotográfico de las presas encontradas en los contenidos estomacales (Anexo 1).



Figura 3. Captura con arpón tipo hawaiana de *Pterois volitans*



Figura 4. Medición de los ejemplares de *P. volitans*.



Figura 5. Eviscerado de los peces capturados.

### Tallas

Los peces se midieron en centímetros considerando la longitud estándar (LE) y se clasificaron en juveniles y adultos de acuerdo con la talla de primera madurez sexual (190 mm) reportada por Sabido *et al.* (2016). Así mismo se establecieron intervalos de tallas de acuerdo con Sturges (1926) para los espectros tróficos.

Tabla 1. Clases de talla para *P. volitans* en Xcalak.

Intervalo de tallas (cm)		Frecuencia
5.00	7.36	4
7.37	9.73	7
9.74	12.10	14
12.11	14.47	10
14.48	16.84	18
16.85	19.21	19
19.22	21.58	10
21.59	23.95	6
23.96	26.32	11
26.33	28.69	5
28.70	31.06	3

Tabla 2. Clases de talla para *P. volitans* en Banco Chinchorro.

Intervalo de tallas (cm)		Frecuencia
9.00	10.64	5
10.65	12.28	7
12.29	13.93	16
13.94	15.57	13
15.58	17.22	9
17.23	18.87	6
18.88	20.51	11
20.52	22.16	16
22.17	23.81	13
23.82	25.45	20
25.46	27.10	16
27.11	28.74	5
28.75	30.39	5
30.40	32.04	1

Tabla 3. Clases de talla para *P. volitans* en Punta Cancún.

Intervalo de tallas (cm)		Frecuencias
8.00	9.66	5
9.67	11.33	15
11.34	13.00	23
13.01	14.67	22
14.68	16.34	11
16.35	18.01	3
18.02	19.68	5
19.69	21.35	0
21.36	23.02	3
23.03	24.69	2
24.70	26.36	1
26.37	28.03	2

### Repleción gástrica

Se determinó mediante el método propuesto por Franco y Bashirullah (1992), que indica que tan lleno o vacío se encuentran los estómagos. Se obtiene tomando el peso del contenido estomacal en relación con el peso del pez.

$$IR = (Pce/Pp) * 100$$

Donde:

Pce: peso del contenido estomacal

Pp: peso del pez

Obteniendo así la siguiente escala:

IR < 0,5= estómagos vacíos.

0,5 < IR < 1,0 = estómagos poco llenos.

IR < 1,0= estómagos llenos.

## **Grado de digestión**

Se determinó mediante la escala de Laevastu (1980), la cual clasifica el contenido estomacal como: Fresco, Parcialmente digerido y totalmente digerido.

*Fresco:* Totalmente reconocible, se encuentran tejidos completos

*Parcialmente digerido:* Se encuentran los tejidos incompletos, pero aún puede identificarse

*Totalmente digerido:* Se observan pedazos de hueso, tejidos digeridos, la materia no puede ser identificada

## **Importancia Relativa**

Se utilizó el Índice de Importancia Relativa (IIR) para conocer las presas de mayor importancia en la dieta de *P. volitans*, este índice conjunta los índices de área (tamaño de las presas), gravimétrico (peso de cada presa) y de frecuencia de ocurrencia (porcentaje de aparición de cada presa) (Silva et al., 2015).

$$\text{IIR} = (\%A + \%G) \times \%F.O.$$

Donde FO corresponde a la frecuencia de ocurrencia y A al porcentaje de área para cada presa y G al porcentaje de peso.

### ***Método de área***

El índice de área se midió con una hoja milimétrica tomando en cuenta los centímetros ocupados por cada presa. Se expresa en cm, es una modificación del método volumétrico propuesto por Hyslop (1980) (Canto, 2008 y Vega, 1990)

### ***Método gravimétrico***

Este método se basa en el peso de cada una de las presas, utilizando una balanza analítica, se expresa como porcentaje:

$$G = pe/Pe (100)$$

Donde G= porcentaje en peso de un grupo de alimento en particular; pe= suma del peso de este grupo en todos los estómagos; y Pe= suma del peso del contenido estomacal de todos los estómagos.

### ***Método de frecuencia de ocurrencia***

Este método se basa en la frecuencia de aparición de cada presa en el total de estómagos analizados, se expresa en porcentaje:

$$FO = (n/N) (100)$$

Donde n representa el número de veces que aparece una presa o componente de la dieta y N el número total de los estómagos analizados

### **Análisis estadísticos**

Para analizar la dieta de *P. volitans* se elaboró una matriz de similitud de Bray Curtis basada en datos de abundancia de las presas, con ella se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) de dos vías con 999 permutaciones, los factores fueron sitios (Xcalak, Punta Cancún y Banco Chinchorro) y tallas (Como no había suficientes organismos por cada intervalo de talla, se decidió realizar es análisis estadístico entre Juveniles y adultos), posteriormente se realizó un análisis SIMPER para identificar las presas con mayor contribución a la disimilitud entre muestras.

Un análisis de cluster fue realizado a partir de la matriz de Bray Curtis para identificar la agrupación de las muestras, para este fin se utilizó el método de agrupamiento promedio, también se realizó un análisis multidimensional no métrico (MDS) para identificar espacialmente el ordenamiento de las muestras. Los análisis fueron realizados con el programa Primer 6 (Clarke y Warwick, 2001).

## RESULTADOS

Se capturaron un total de 451 organismos, de los cuales se revisaron 359 estómagos (Tabla 4).

Tabla 4. Organismos capturados, analizados y sitio de muestreo.

<b>Organismos capturados</b>	<b>Estómagos analizados</b>	<b>Sitio</b>
107	107	Xcalak
143	143	Banco Chinchorro
201	97	Punta Cancún



### Clasificación de estadio de acuerdo con la talla

De los organismos colectados y analizados en Xcalak, se determinó una talla mínima de 5 cm y máxima de 31 cm, el promedio fue de 17.2 cm. Los peces se clasificaron como juveniles de 5 a 19 cm con 59 individuos y adultos con tallas mayores a 19 cm, registrando 48 individuos, de acuerdo con la talla de primera madurez reportada por Sabido *et al.* (2016) (Figura 6).

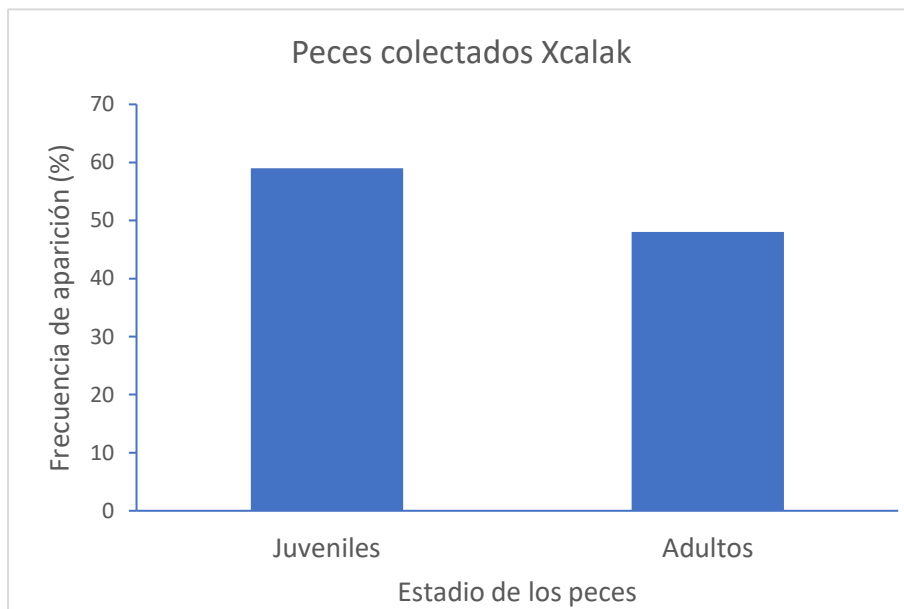


Figura 6. Clasificación de los organismos analizados en Xcalak.

De los organismos colectados y analizados en Banco Chinchorro se determinó un valor mínimo de talla de 9 cm y un máximo de 31.2 cm, el promedio fue de 20 cm. Los peces se clasificaron como juveniles de 9 cm a 19 cm, registrando 64 organismos y los adultos con longitud mayor a 19 cm, registrando 79 organismos, de acuerdo con la talla de primera madurez reportada por Sabido *et al.* (2016). (Figura 7).

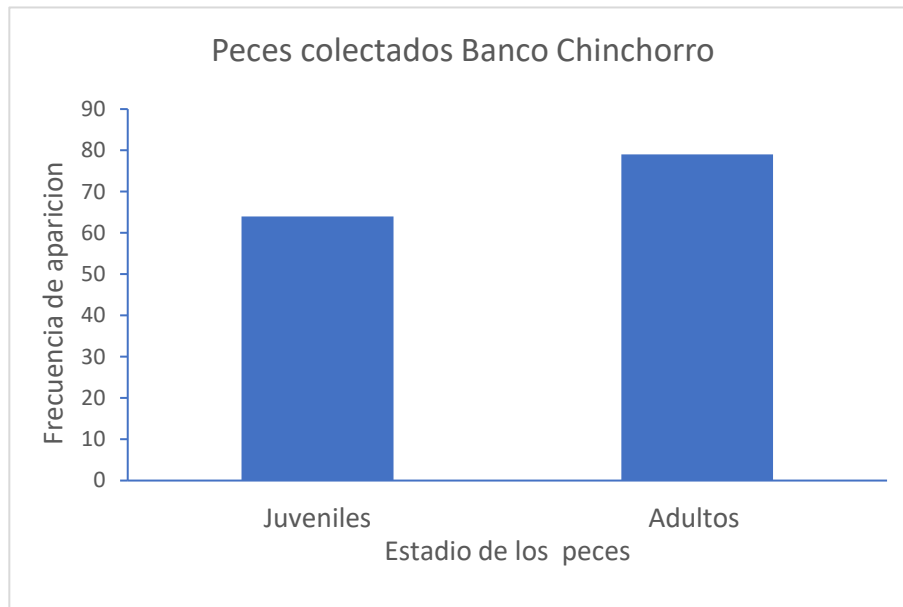


Figura 7. Clasificación de los organismos analizados en Banco Chinchorro.

De los organismos colectados y analizados en Punta Cancún se determinó un valor mínimo de talla de 8 cm y un máximo de 30.4 cm, el promedio fue de 14 cm. Los peces se clasificaron como juveniles de 8 cm a 19 cm, registrando 53 organismos y adultos mayor a 19 cm, registrando 39 organismos, de acuerdo con la talla de primera madurez reportada por Sabido *et al.* (2016). (Figura 8).

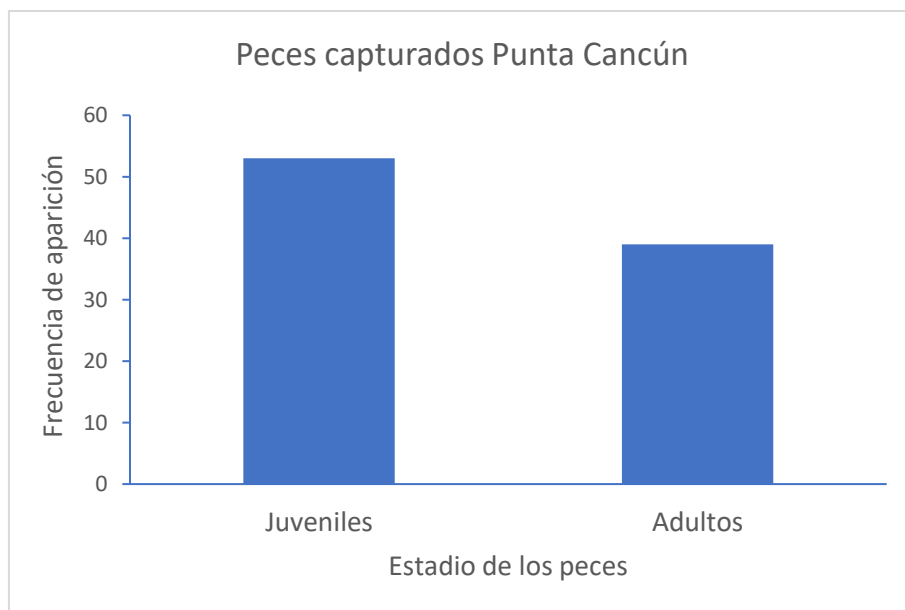


Figura 8. Clasificación de los organismos analizados en Punta Cancún.

## Alimentación

### Repleción gástrica y grado de digestión

De los estómagos analizados en Xcalak, el 49% se encontraban llenos, el 25 % poco llenos y el 26% vacíos. De los estómagos que presentaban algún tipo de alimento, solo el 28 % se encontraban en estado identificable, el 37% se encontraban parcialmente digerido, y el 37% se encontraban totalmente digeridos (Figura 9 y 10).

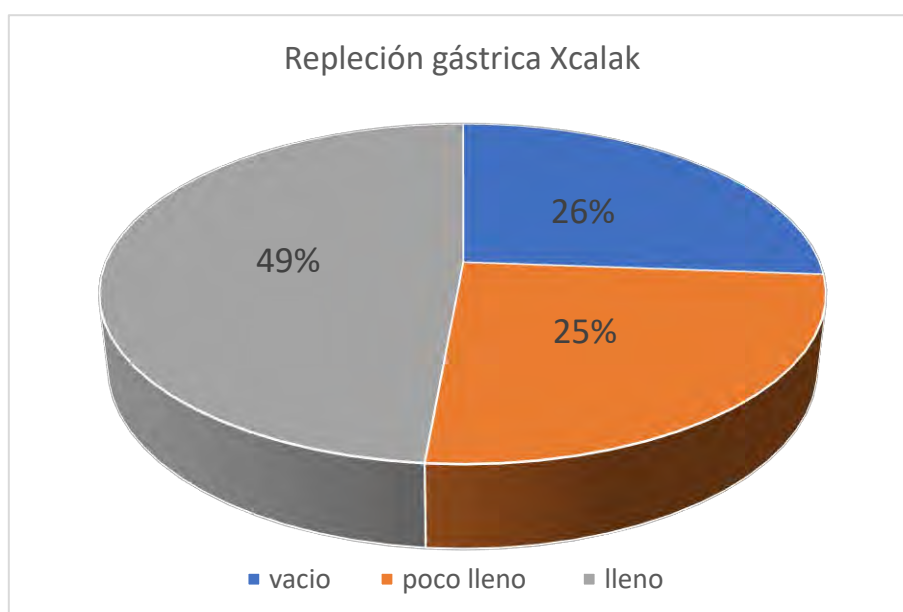


Figura 9. Porcentaje de la repleción gástrica de los estómagos analizados en Xcalak.

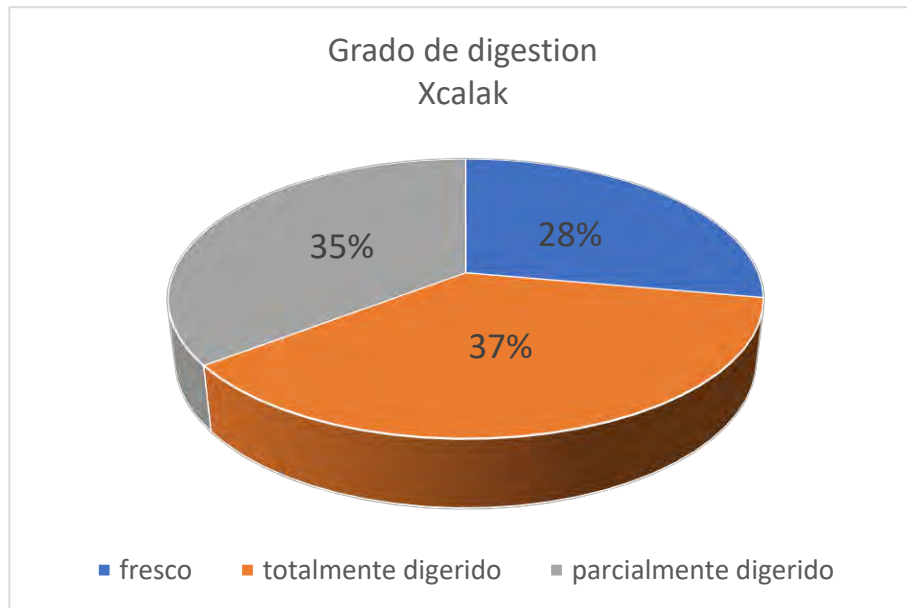


Figura 10. Porcentaje del grado de digestión de los estómagos analizados en Xcalak.

De los estómagos analizados en Banco Chinchorro, el 37% se encontraban llenos, el 41 % poco llenos y el 22% vacíos. De los estómagos que presentaban algún tipo de alimento, solo el 19 % se encontraban en estado identificable (fresco), el 36% se encontraban parcialmente digerido, y el 45% se encontraban totalmente digeridos (Figura 11 y 12).

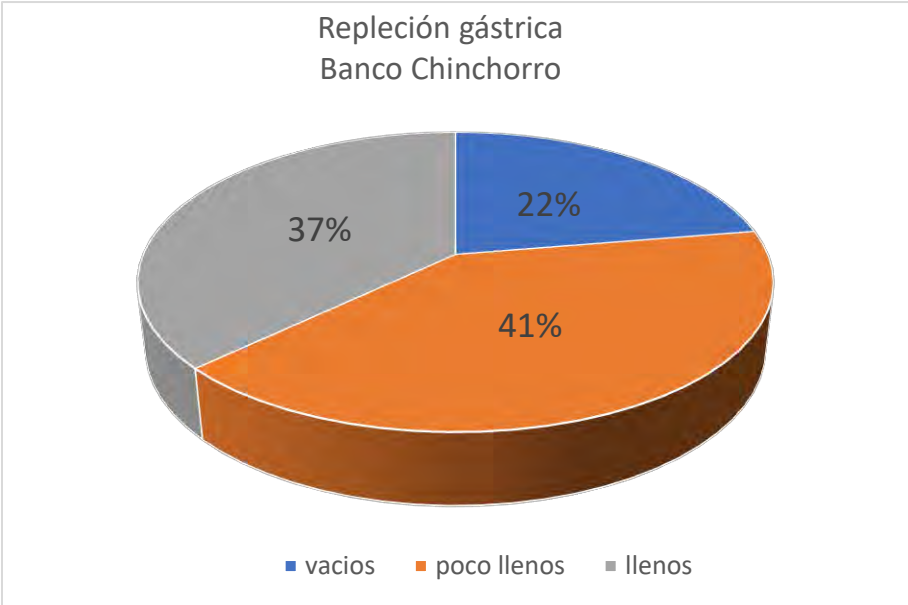


Figura 11. Porcentaje de la repleción gástrica de los estómagos analizados en Banco Chinchorro.

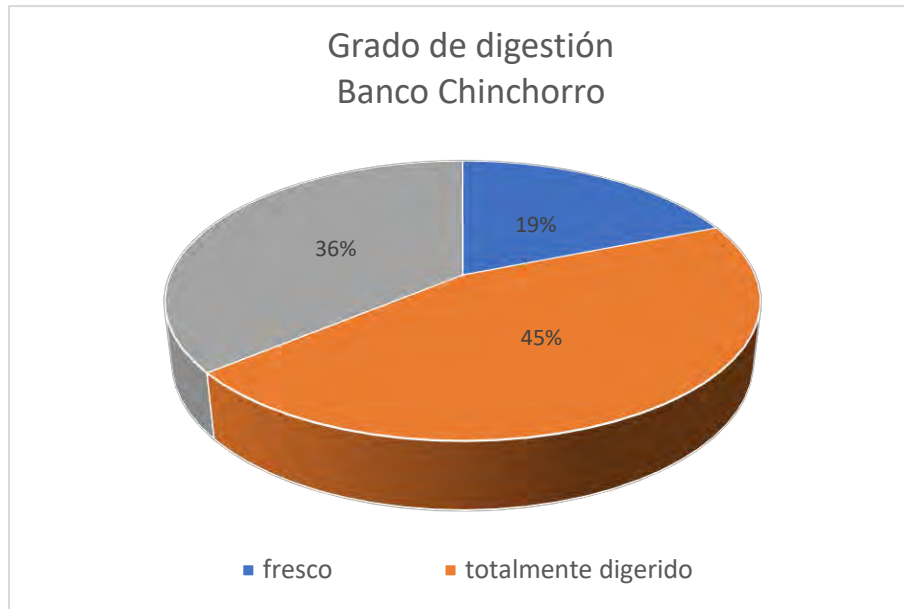


Figura 12. Porcentaje del grado de digestión de los estómagos analizados en Banco Chinchorro.

De los estómagos analizados en Punta Cancún, el 30% se encontraban llenos, el 37 % poco llenos y el 30% vacíos. De los estómagos que presentaban algún tipo de alimento, solo el 20 % se encontraban en estado identificable (fresco), el 33% se encontraban parcialmente digerido, y el 47% se encontraban totalmente digeridos (Figura 13 y 14).

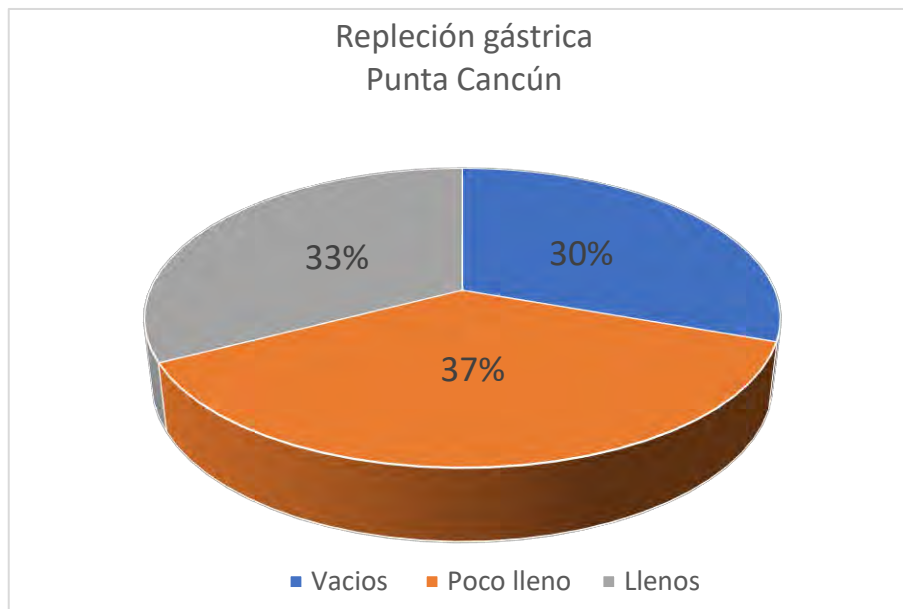


Figura 13. Porcentaje de la repleción gástrica de los estómagos analizados en Punta Cancún.



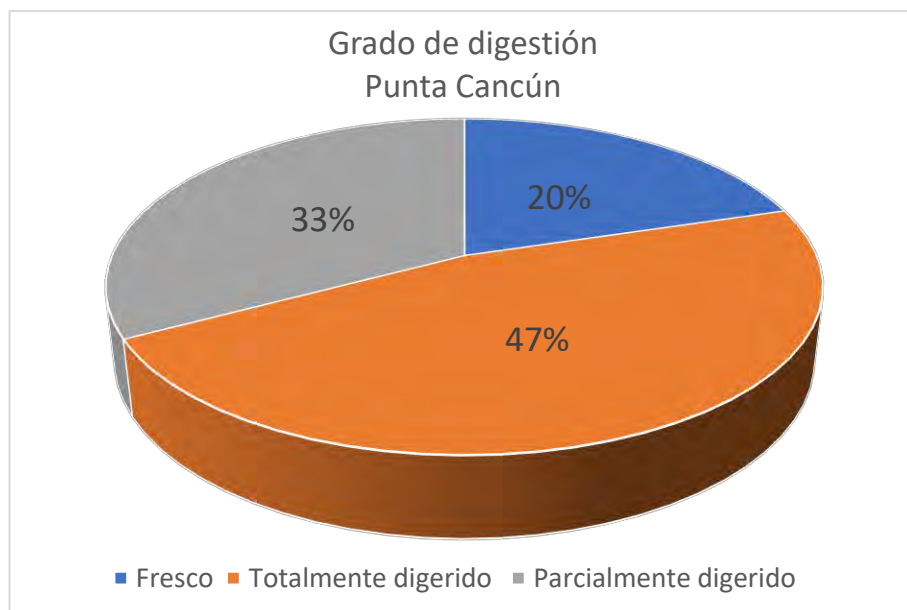


Figura 14. Grado de digestión de los estómagos analizados en Punta Cancún.

## Composición de dietas

En los peces de Xcalak se identificó un total de 14 familias y 1 género, 11 familias perteneciente a peces y 3 familias y 1 género a crustáceos, además de 2 moluscos (Tabla 4).

Tabla 5. Listado de presas de la dieta de *Pterois volitans* en Xcalak (se presentan datos de FO, área, pesos e %IIR).

PRESA	Peces no id.	FAMILIA	GÉNERO	FO	ÁREA	PESO	IIR	%IIR
PECES		Pomacentridae		28	25.27	24.98	1291.00	30.95
		Monacanthidae		1	0.53	0.82	1.24	0.03
		Apogonidae		4	3.50	3.62	26.09	0.63
		Gobiidae		3	2.92	2.85	15.88	0.38
		Serranidae		4	1.53	2.19	13.66	0.33
		Labrisomidae		1	1.07	0.30	1.26	0.03
		Pomacanthidae		1	0.39	0.98	1.26	0.03
		Scaridae		2	0.74	1.05	3.29	0.08
		Haemulidae		3	3.74	3.64	20.30	0.49
		Lujtjanidae		1	1.27	1.27	2.32	0.06
		Labridae		1	0.82	1.07	1.73	0.04
				1	0.38	0.51	0.81	0.02
				28	26.98	26.18	1365.69	32.74
				27	28.74	28.69	1422.71	34.11
Crustáceos	Carídea	Palaemonidae						
		Portunidae	<i>Portunus</i>	1	0.58	0.51	1.00	0.02
		Hepatidae		1	0.88	1.04	1.76	0.04
		Gasterópodo		1	0.29	0.10	0.36	0.01
MOLUSCOS		Cefalópodo		1	0.37	0.20	0.52	0.01

En Banco Chinchorro se identificó un total de 12 familias, 5 géneros y 5 especies, 10 familias, 3 géneros y 3 especies pertenecientes a peces, 2 familias y 1 genero pertenecientes a crustáceos, además de 2 gasterópodos (Tabla 5).

Tabla 6. Listado de presas de la dieta de *Pterois volitans* en Banco Chinchorro (se presentan datos de FO, área, pesos e %IIR).

PRESA	FO	ÁREA	PESO	IIR	%IIR
Peces no id.	97	53.29	55.61	6250.12	89.66
	5	3.20	2.71	17.47	0.25
	2	1.33	0.92	2.66	0.04
	1	0.29	0.29	0.35	0.00
	1	0.88	0.88	1.04	0.01
	1	0.40	0.23	0.37	0.01
	3	2.63	2.63	9.34	0.13
	4	2.88	2.73	13.27	0.19
	4	2.41	1.82	10.01	0.14
	1	0.83	0.73	0.92	0.01
	2	1.03	1.01	2.41	0.03
	1	0.48	0.34	0.48	0.01
	1	0.04	0.09	0.07	0.00
	23	15.07	15.13	410.99	5.90
	19	12.54	12.15	245.27	3.51
	2	0.96	1.00	2.31	0.03
	2	1.75	1.75	4.15	0.06

En Punta Cancún se identificaron un total de 12 familias, 8 géneros y 8 especies, además de 1 gasterópodo y 1 isópodo. 9 familias, 7 géneros y 7 especies pertenecientes a peces, 3 familias, 1 género y 1 especie perteneciente a crustáceos (Tabla 6).

Tabla 7. Listado de presas de la dieta de *Pterois volitans* en Punta Cancún (se presentan datos de FO, área, pesos e %IIR).

PRESA	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	FO	ÁREA	PESO	IIR	%IIR		
PECES	Peces no id.			40	50.45	50.53	4642.9	91.33		
			Labrisomidae		2	2.60	2.34	11.37	0.22	
				<i>Starksia</i>		1	0.26	1.30	1.80	0.04
			Serranidae		1	0.89	1.28	2.50	0.05	
				<i>Serranus</i>		1	0.63	1.49	2.43	0.05
			Scaridae		7	8.67	8.40	137.32	2.70	
				<i>Nicholsina</i>		4	5.99	4.95	50.29	0.99
				<i>Scarus</i>		1	1.20	1.28	2.85	0.06
			Monacanthidae		3	3.30	3.24	22.53	0.44	
				<i>Monacanthus</i>		2	2.23	2.34	10.52	0.21
				<i>Stephanolepis</i>		1	0.89	0.78	1.92	0.04
			CRUSTACEOS	Caridea			1	1.56	1.56	3.59
Pomacanthidae		1				1.08	1.46	2.92	0.06	
Labridae		1				1.56	1.56	3.59	0.07	
Lujtanidae		1				1.56	1.56	3.59	0.07	
Pomacentridae		1				1.56	1.56	3.59	0.07	
Apogonidae		1				1.56	1.56	3.59	0.07	
	<i>Chromis</i>					8	7.77	7.59	141.27	2.78
	<i>Chromis cyanea</i>					3	2.23	2.24	15.39	0.30
	<i>Portunus</i>					3	1.52	1.47	10.30	0.20
	<i>Portunus</i>					3	2.59	2.20	10.50	0.21
	<i>Portunus</i> sp.					1	0.94	0.07	1.16	0.02
MOLLUSCOS	Isópodo						1	0.52	0.78	1.50
			Gasterópodo							

De acuerdo con el índice de importancia relativa en Xcalak el grupo taxonómico más explotado fue el de los crustáceos, siendo los carideos de la familia Palemonidae los más importantes (Figura 15 y 16).

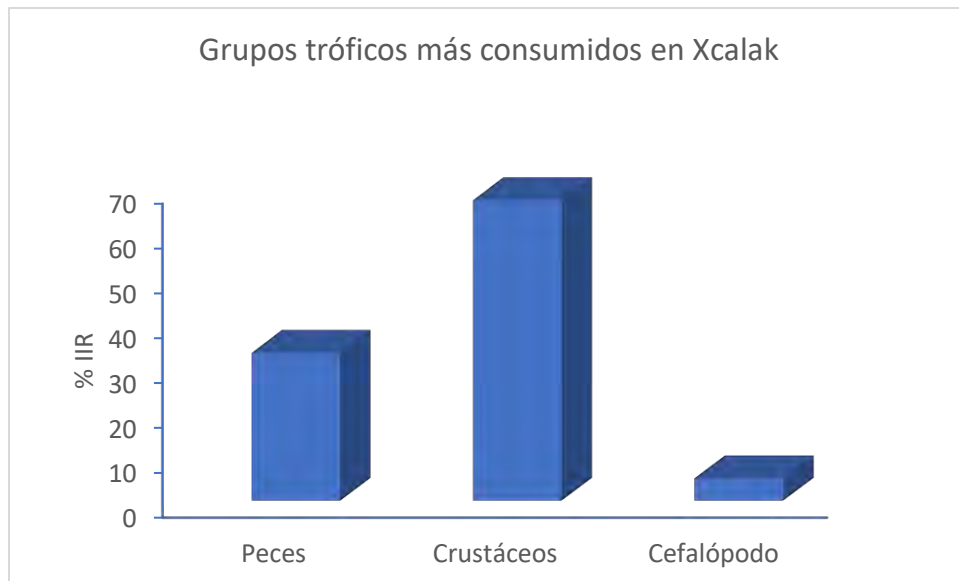


Figura 15. Índice de Importancia Relativa por grupo taxonómico para los estómagos analizados de Xcalak.

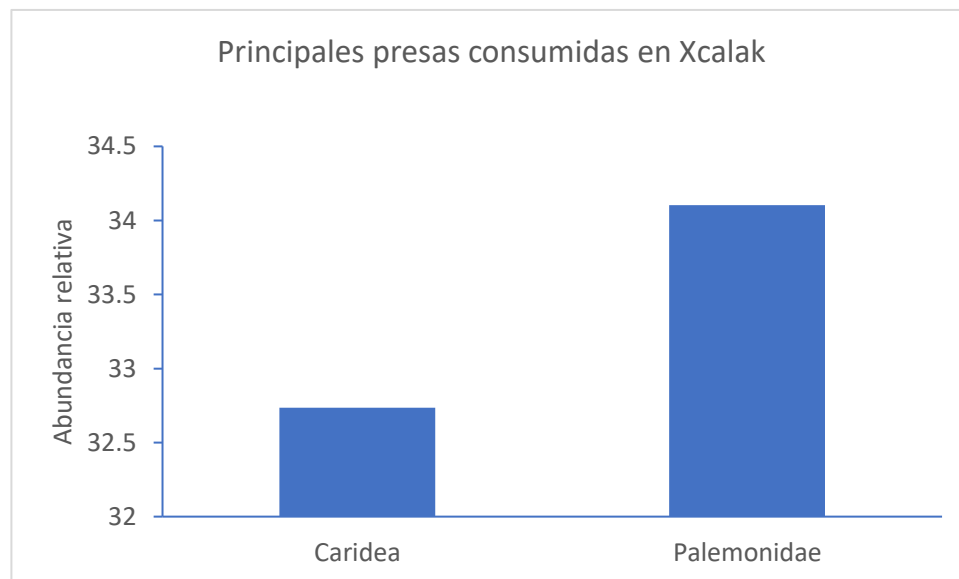


Figura 16. Abundancia relativa de las presas más depredadas de los estómagos analizados en Xcalak.

De acuerdo con el porcentaje del IIR en Banco Chinchorro el grupo taxonómico más consumido fueron los peces, siendo los de la familia Scaridae, Apogonidae, Labrisomidae, Gobiidae, los más consumidos (Figura 17 y 18).



Figura 17. Índice de Importancia Relativa por grupo taxonómico para los estómagos analizados de Banco Chinchorro.

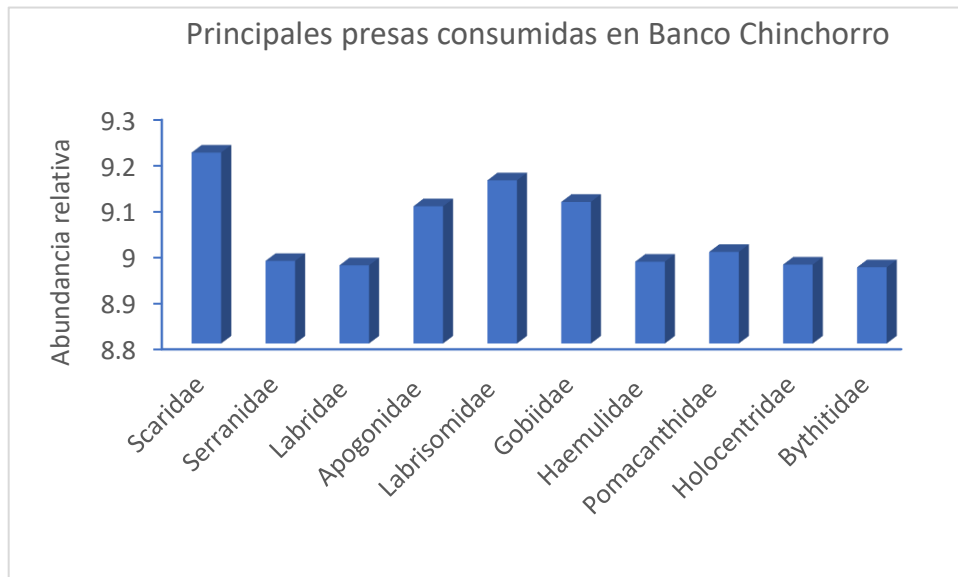


Figura 18. Abundancia relativa de las presas más depredadas de los estómagos analizados en Banco Chinchorro.

De acuerdo con el porcentaje de IIR en Punta Cancún el grupo taxonómico más consumido fueron los peces, siendo los de la familia Scaridae el más explotados (Figura 19 y 20).

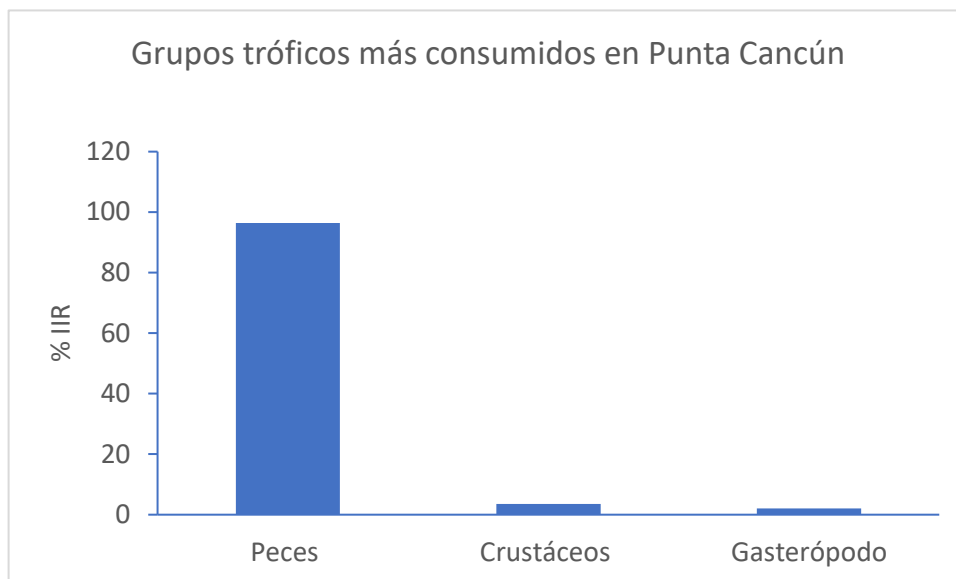


Figura 19. Índice de Importancia Relativa por grupo taxonómico para los estómagos analizados de Punta Cancún.

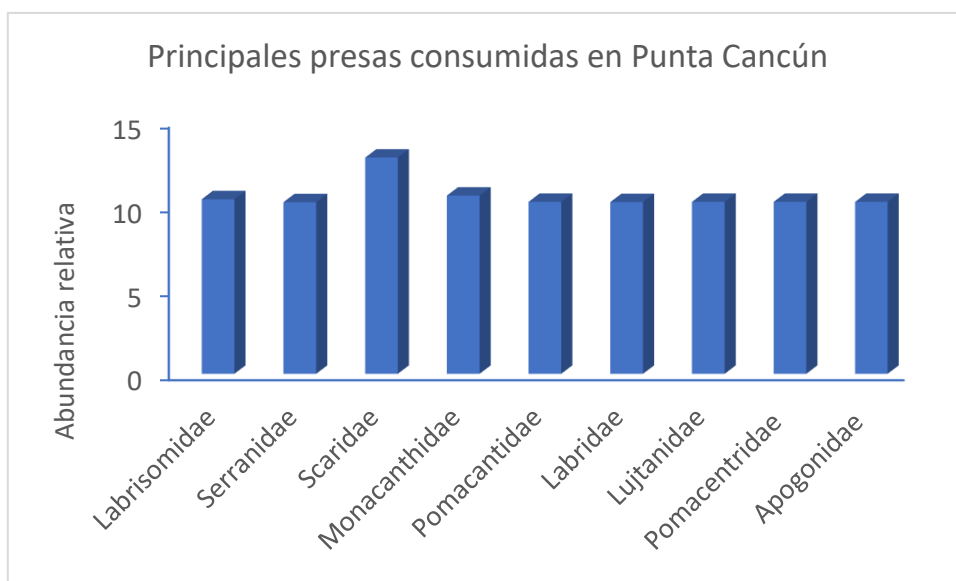


Figura 20. Abundancia relativa de las presas más depredadas de los estómagos analizados en Punta Cancún.

## Análisis de similitud

Se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) para identificar diferencias en la dieta de *P. volitans* entre sitios (Xcalak/Punta Cancún/Banco Chinchorro) y entre tallas (juvenil/adulto). Los resultados indican que hay diferencias en la composición de presas encontradas en los estómagos del pez león entre sitios ( $R= 0.103$ ;  $ns = 0.1\%$ ), más no entre tallas ( $R= 0.02$ ;  $ns = 25\%$ ).

Los resultados del análisis cluster y MDS refuerzan la semejanza en la composición de grupos tróficos que consume el pez león por sitios, este análisis muestra los grupos formados a 60% de similitud (Figura 6).

Con el análisis SIMPER se identificó que las diferencias principalmente se deben a que en Xcalak las presas que caracterizan la dieta son crustáceos palaemonidae, mientras que en punta Cancún y Banco chinchorro la dieta se caracteriza por el consumo de peces.

Tabla 8. Análisis de similitud entre Xcalak y Punta Cancún

ANOSIM  $R=0.108$ ,  $ns=0.1\%$  \*  
*Xcalak vs Punta Cancún*  
Disimilitud promedio = 82,19

PRESAS	XCALAK	PUNTA CANCÚN	Contribución acumulada %
	Abund promedio	Abund promedio	
Peces	25.27	54.89	31.34
Camarones no identificados	26.98	7.90	49.79
Penaeidae	28.74	2.06	67.79
Scaridae	3.74	9.56	75.45
Monacanthidae	3.50	3.64	79.63
Apogonidae	2.92	1.72	82.39



Tabla 9. Análisis de similitud entre Xcalak y Banco Chinchorro.

ANOSIM R=0.109, **ns=0.1%** \*  
*Xcalak & BCH*  
 Average dissimilarity = 77,74

PRESAS	XCALAK	BANCO CHINCHORRO	Contribución acumulada %
	Abund promedio	Abund promedio	
Peces	25.27	55.61	33.37
Camarones no identificados	26.98	15.13	55.04
Penaeidae	28.74	11.27	76.53
Scaridae	3.74	2.71	80.55

Tabla 10. Análisis de similitud entre Punta Cancún y Banco

ANOSIM R=0.018, ns=23.6%  
*Punta Cancún vs Bnaco Chinchorro*  
 Average dissimilarity = 66,89

PRESAS	PUNTA CANCÚN	BANCO CHINCHORRO	Contribución acumulada %
	Abund promedio	Abund promedio	
Peces	54.89	55.61	36.08
Camarones no identificados	7.90	15.13	51.35
Penaeidae	2.06	11.27	60.95
Scaridae	9.56	2.71	69.72
Labrisomidae	2.87	2.73	73.79
Apogonidae	1.72	2.63	76.98
Monacanthidae	3.64	0.00	79.70
Portunidae	2.59	1.00	82.34

Los resultados del análisis cluster y MDS refuerzan la semejanza en la composición de grupos tróficos que consume el pez león por sitios, este análisis muestra los grupos formados a 60% de similitud, la representación del MDS de dos dimensiones mostró un nivel de stress de 0, lo cual sugiere una buena representación gráfica de los datos.

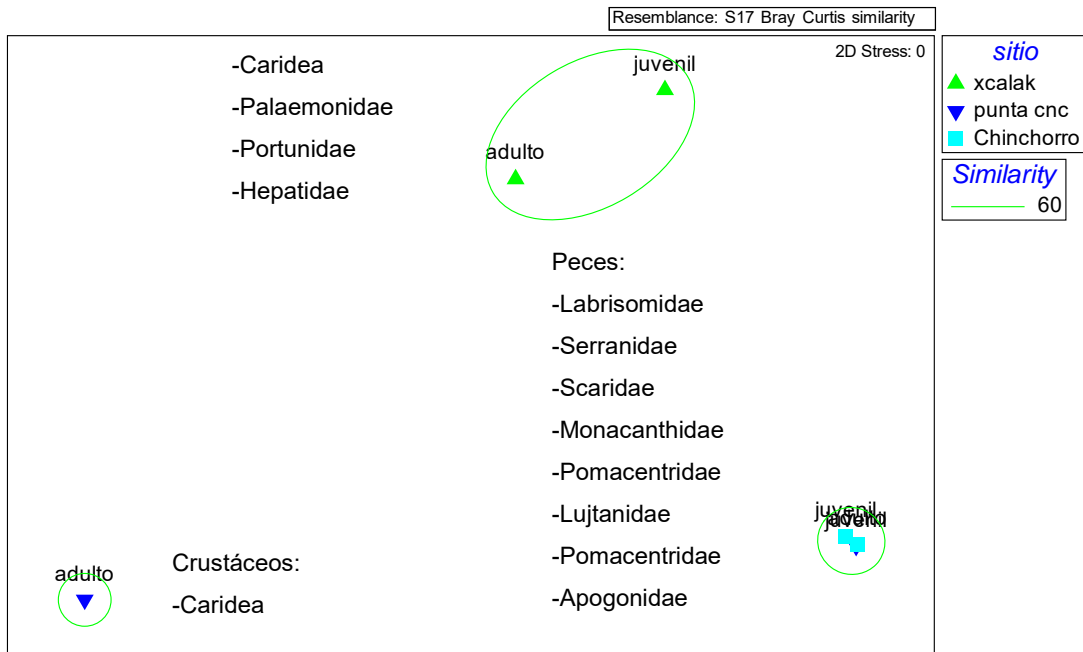


Figura 21. Escalado multidimensional no métrico (MDS) entre tallas y composición de dieta.

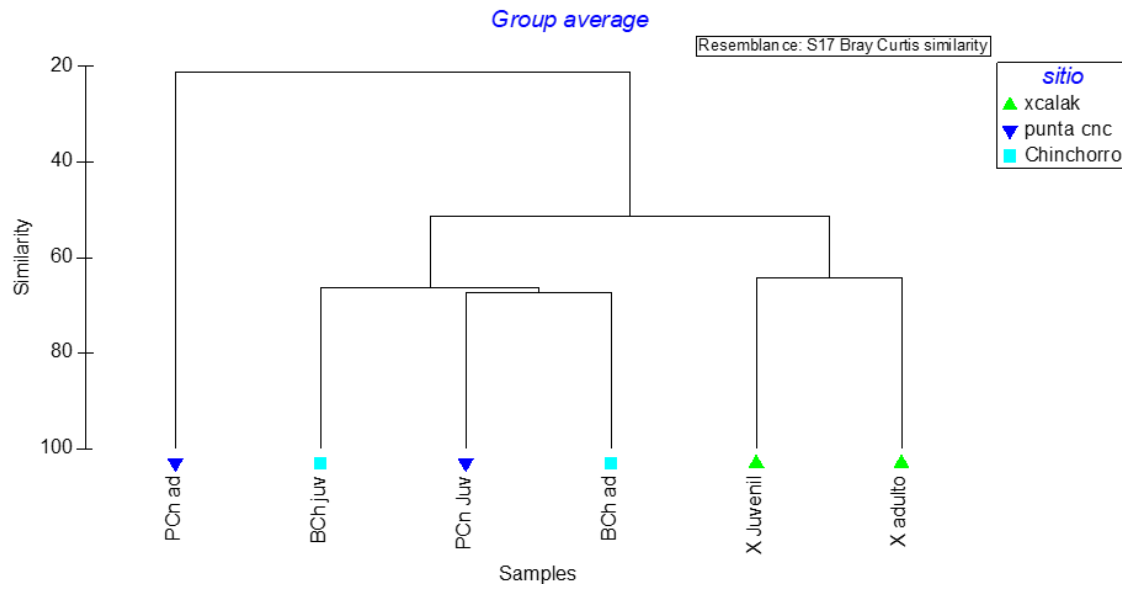


Figura 22. Análisis cluster basado en la dieta de *P. volitans*, los factores son sitios y estadio de vida (juvenil/adulto).

## Análisis por tallas

Se muestran los espectros tróficos de las especies por talla para los sitios de Banco Chinchorro, Xcalak y Punta Cancún, en los cuales no se observa un cambio conforme aumentan las tallas (Figuras 26, 27 y 28) y donde se aprecia la preferencia en el consumo de los peces en todas las tallas encontradas en Banco Chinchorro y Punta Cancún, mientras que en Xcalak el consumo de los crustáceos está presente en todas las tallas.

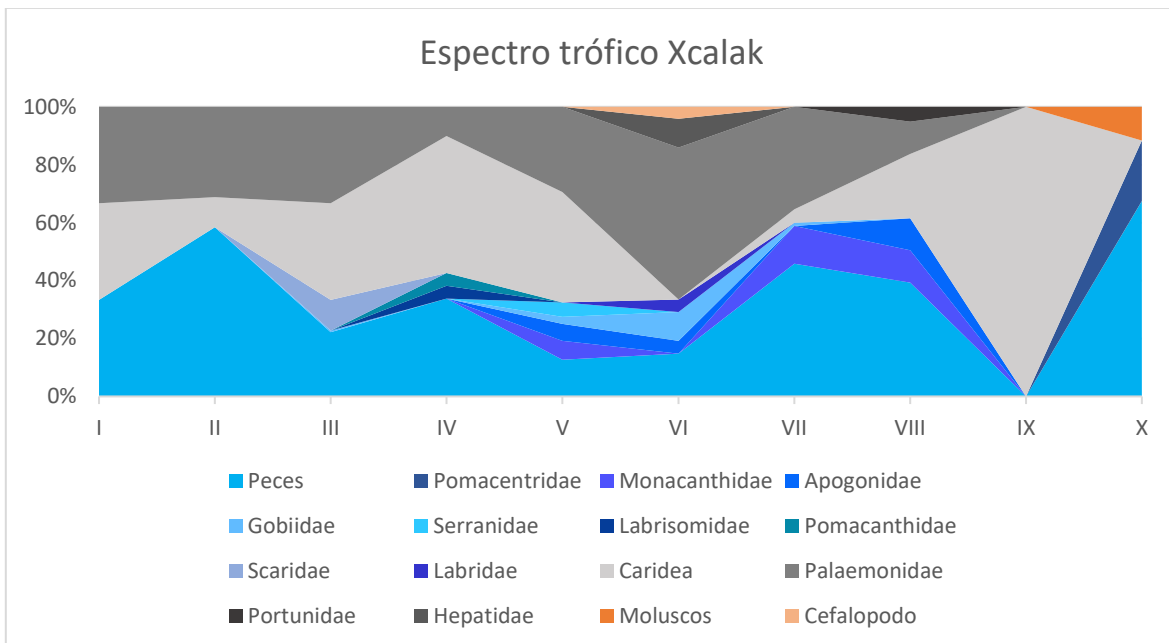


Figura 23. Variación por tallas en la alimentación de *P. volitans* en Xcalak, Quintana Roo.

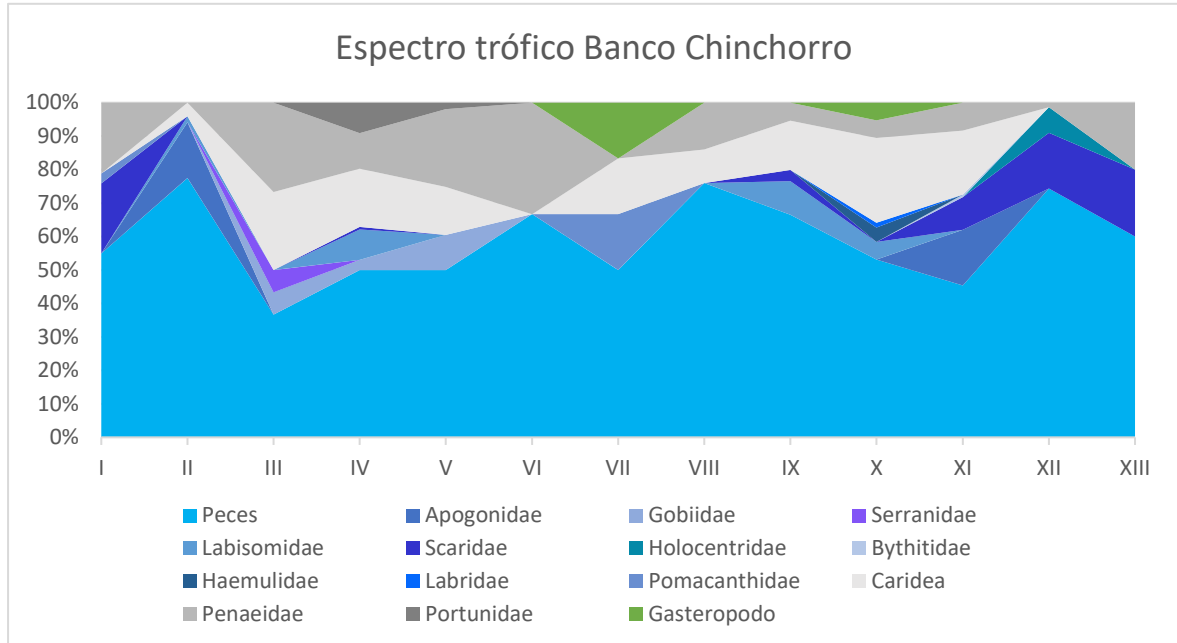


Figura 24. Variación por tallas en la alimentación de *P. volitans* en Banco Chinchorro, Quintana Roo.

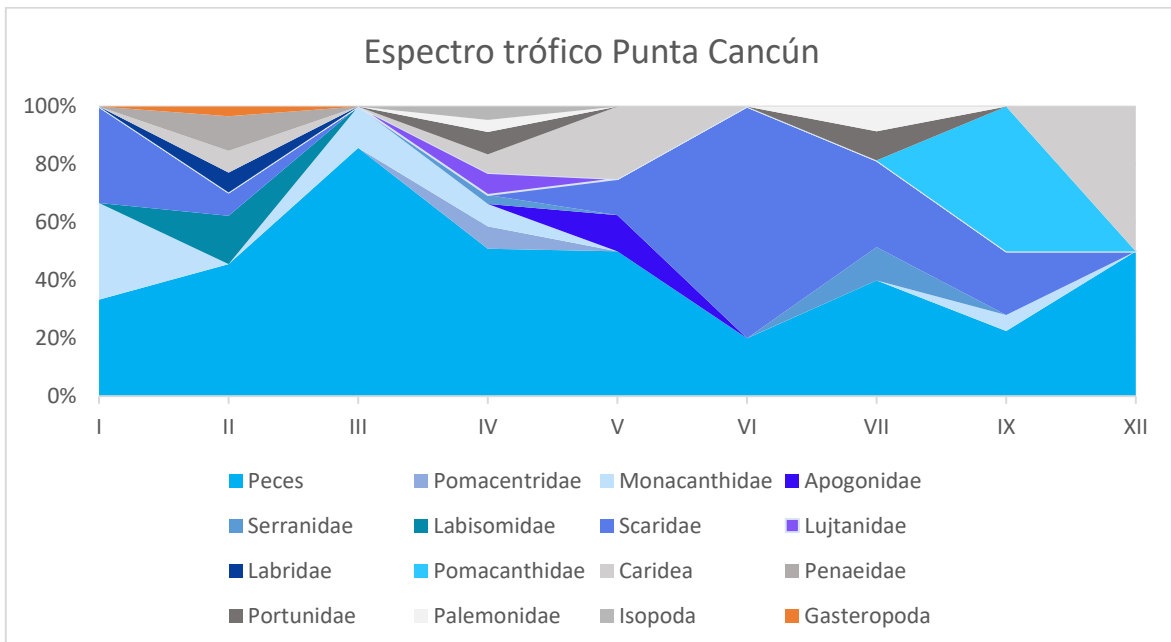


Figura 25. Variación por tallas en la alimentación de *P. volitans* en Punta Cancún, Quintana Roo.

## DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis morfométrico en cada sitio, se observa que la clasificación en el estadio de vida de los organismos analizados es distinta; en Xcalak el más frecuente fue de organismos juveniles (16.8 - 19.21), Zaldívar (2013), registra 5 cm como talla mínima para esta localidad, mientras que Sabido (2012), registra una longitud de 14.9 cm en promedio para Xcalak. Para Banco Chinchorro se registró una talla mínima de 9 cm y una máxima de 30.5 cm, la talla más frecuente fue de 23.8-25.4 cm, correspondiendo a organismos adultos, para el caribe mexicano zona sur, Sabido (2012), registra una talla máxima de 41.5 cm. En Punta Cancún se registró la talla mínima de 8 cm y máxima de 28 cm el rango más frecuente fue de 13-14.6 cm, correspondiendo a peces en estadio juvenil.

De los estómagos analizados en los tres sitios, la mayoría se clasificaron lleno y poco lleno, y en un porcentaje menor estómagos vacíos, a lo contrario de otros estudios realizados en el caribe mexicano (Arredondo, 2012; Sánchez, 2013; Ávila, 2014), donde reportan que la mayoría de estómagos analizados se encontraban casi vacíos y vacíos, esto puede deberse a que *Pterois volitans* presenta hábitos crepusculares y nocturnos para alimentarse en su hábitat natural (Fishelson, 1975), sin embargo, Ávila (2014), menciona en su estudio que *P. volitans* se comporta distinto a la hora de alimentarse como especie invasora, haciéndolo por las mañanas, este mismo patrón se observa en los estudios de Arredondo (2012), donde el porcentaje mayor de estómagos llenos correspondían de los organismos capturados por la mañana, además menciona que a la hora de alimentarse *P. volitans* es muy activo por las mañanas, disminuyendo su consumo a lo largo del día.

La mayoría de las capturas del presente estudio se realizaron en la mañana y a medio día, infiriendo que los peces tenían pocas horas de haberse alimentado, lo que explica el alto porcentaje de estómagos llenos, además de explicar el bajo porcentaje de estómagos con contenido identificable, de acuerdo con la escala de Laevastu. El porcentaje menor en los tres sitios de estudio corresponde a

contenidos en estado identificable (fresco), lo que concuerda con los estudios realizados por Sánchez (2013) y Arredondo (2012), clasificando así, como restos de crustáceos y peces, por encontrar quelas, antenas, escamas, otolitos, etc. Mientras que, en los tres sitios de estudios, predominaron los contenidos estomacales parcialmente y totalmente digeridos, de acuerdo con la escala de Laevastu.

Respecto al porcentaje del índice de importancia relativa analizado en cada sitio, se observa que la dieta de *Pterois volitans* en general está constituida por peces, crustáceos y en menor proporción moluscos lo que concuerda con los estudios realizados en el caribe por Morris y Akins, 2009; Muñoz *et al.* 2011; Arredondo, 2012; Ávila, 2014.

En el presente estudio fue posible identificar 13 familias de peces en los tres sitios de estudio. Zaldívar (2013), menciona en su estudio que los peces son el grupo más representativo, pero menos identificable, esto porque en el proceso digestivo pierden estructuras que sirven para su identificación, sin embargo, se deben clasificar como restos de peces y crustáceos, tomando en cuenta espinas, escamas, aletas, quelas, antenas y exoesqueletos, esto para conocer su espectro trófico general. En otros estudios, Arredondo (2012) y Muñoz *et al.* (2011), se apoyan de otras técnicas (isotópicas y moleculares) para identificar con mayor precisión las familias, géneros y especies de crustáceos y peces.

De acuerdo con el %IIR de Banco Chinchorro los peces de la familia Apogonidae Labrisomidae, Gobiidae son las más importantes. En el caso de los peces de la familia Scaridae son importantes tanto como en Banco Chinchorro y Punta Cancún. Arredondo (2012), logra identificar 10 familias de peces, siendo Scaridae, Pomacentridae, Gobiidae, Labridae y Serranidae, las predominantes. Sánchez (2013), identifica 16 familias de peces, predominando la familia Scaridae y Labridae. Ávila (2014), identifica 10 familias de peces, predominando Haemulidae, Labridae, Gobiidae y Pomacentridae. Las familias antes mencionadas concuerdan con el presente estudio.

Soto *et al.* (2000), realizaron un estudio sobre la estructura de la comunidad íctica del caribe mexicano, mencionan cinco familias mayormente representadas en su estudio, de las cuales tres son importantes en la dieta de *P. volitans*, Serranidae, Gobiidae y Labrisomidae.

Núñez (1998), menciona a los peces de la familia Labridae, Pomacentridae, Scaridae y Haemulidae, como los más representativos en la comunidad de peces del caribe mexicano, siendo también de las familias más consumidas por *P. volitans*.

Salazar *et al.* (1998), menciona a los peces de la familia Scaridae y Pomacentridae como importantes consumidores primarios, además de que en su estudio constituyen la más alta biomasa íctica en el caribe mexicano. En el presente estudio Scaridae es una familia consumida en los tres sitios de estudio, siendo de mayor importancia en Banco Chinchorro y Punta Cancún

De las familias de crustáceos en el presente estudio solo fue posible identificar cuatro que constituyen la dieta de *P. volitans* ya que casi siempre se encontraban en grado avanzado de digestión, lo que dificultaba su identificación, Sánchez (2013), solo reporta cinco familias de crustáceos, por otra parte, Ávila (2014), identifica 10 familias de crustáceos, siendo este grupo el preferencial, constituyendo el 69% de ocurrencia. En el estudio realizado por Zaldívar (2013), los crustáceos son la presa identificable más representativa en la dieta de *P. volitans*, esto porque son los que presentan menor grado de digestión y mayor número de estructuras identificables a comparación de los peces. Arredondo (2012), apoyándose de técnicas moleculares, logra identificar 21 familias de crustáceos. Los moluscos y gasterópodo no fue posible identificar a un nivel más bajo debido a su alto grado de digestión.

En el porcentaje del IIR en Xcalak, el alimento más representativo son los crustáceos de la familia Palaemonidae, los cuales ya había sido reportado anteriormente en estudios de alimentación de *P. volitans* en el caribe mexicano (Valdez *et al.* 2012, Arredondo, 2012; Ávila, 2014), lo que podría ser explicado por una preferencia hacia esta presa (Ávila, 2014), o abundancia del mismo en el sitio. Para Banco Chinchorro y Punta Cancún, el alimento más representativo son peces



de las siguientes familias: Scaridae, Serranidae, Labridae, Apogonidae, Labrisomidae, Gobiidae, Haemulidae, Pomacanthidae, Holocentridae, Monacanthidae y Bithitidae, la mayoría de estas familias ya habían sido reportadas en otros estudios en el caribe mexicano (Morris y Akins, 2009; Muñoz *et al.* 2011; Sánchez, 2013).

Green *et al.* (2012), en su estudio realizado en el caribe mexicano, menciona que en la dieta de *P. volitans* el 90% corresponde a peces juveniles. Cabe mencionar que peces consumidos por *P. volitans* son familias ecológicamente importantes, ya que, algunas son el principal alimento de peces de importancia comercial, como meros y pargos, causando así, traslape ecológico, por competencia de recursos (Ávila, 2014), mientras que otros regulan el crecimiento de las algas sobre los corales, como es el caso de los scaridos (Albins y Hixon, 2008; Molina, 2009; Sandel, 2011).

Las capturas en los tres sitios de muestreo se realizaron en distintas profundidades, para el caso de Xcalak y Punta Cancún las capturas que predominaron fueron en sitios poco profundos (menores a 20 metros) y de aguas tranquilas, que pueden funcionar como zonas de refugio y reclutamiento en estadios juveniles, en cambio en Banco Chinchorro predominaron las capturas en sitios profundos (mayores a 20 metros). Arredondo (2012), registra preferencia alimentaria entre juveniles y adultos, según su estudio, *P. volitans* en estadios juveniles consumen mayormente crustáceos, mientras que en estadios adultos lo que mayor consumen son peces, en el presente estudio se registraron tallas juveniles en Xcalak y Punta Cancún, sin embargo, la dieta fue distinta entre los sitios de captura, predominando crustáceos y peces, respectivamente. Para Banco Chinchorro se registraron tallas adultas de los peces capturados y en la alimentación predominaban peces.

De acuerdo con lo anterior y a los análisis realizados en este estudio, no se encuentran diferencias entre la alimentación de juveniles y adultos, lo que concuerda con los estudios realizados por Zaldívar (2013) y Sánchez (2013), en donde mencionan que solo existen diferencias en la composición de las presas

consumidas respecto a cada sitio. La dieta de los peces de Banco Chinchorro y Punta Cancún, se compone principalmente de peces teleósteos, sin presentar diferencias entre la dieta de estadios juveniles y adultos. Se ha registrado que *P. volitans* es un depredador generalista (Quijano *et al.*, 2012 y Sánchez, 2013) que se caracteriza por alimentarse dependiendo de los recursos disponibles en el medio, sin presentar una aparente selectividad (Palma *et al.*, 2002), además de comportarse como un depredador oportunista (Acevedo, 2015), lo que podría explicar las diferencias en la composición de la dieta por cada sitio

## CONCLUSIONES

- Fue posible la revisión de los contenidos estomacales en los tres sitios de estudio, sin embargo, la revisión por claves taxonómica limita la identificación de las presas, debido a que la digestión elimina estructuras esenciales para su mejor identificación.
- Se infiere que el horario de colecta afectó el grado de llenado y de digestión de los peces colectados, ya que en los tres sitios de muestreo se encontró un porcentaje bajo de presas identificables.
- De los peces capturados, en Xcalak y Punta Cancún predominan tallas juveniles con promedio de 17.2 cm y 14 cm respectivamente, mientras que en Banco Chinchorro predominan peces de talla adulta en promedio de 20 cm.
- En Xcalak las presas más consumidas son los crustáceos, principalmente palemonidos.
- En Banco chinchorro las principales presas fueron los peces de las familias Scaridae, Labrisomidae y Gobiidae.
- En Punta Cancún las principales presas fueron los peces de la familia Scaridae.
- Pese a que en Xcalak y Punta Cancún predominan los peces de tallas juveniles y en Banco Chinchorro los peces de tallas adultas, no se identificaron diferencias en la alimentación de *P. volitans* entre juveniles y adultos, ambos grupos de edad explotan los recursos peces y crustáceos.
- Espacialmente se encontraron diferencias, principalmente entre la dieta de los peces de Banco chinchorro (principalmente peces) y de Xcalak (consumo de crustáceos).
- *Pterois volitans* es una especie carnívora generalista, la cual se alimenta de peces, crustáceos o moluscos dependiendo de su disponibilidad en el medio.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar las capturas en horarios crepusculares con el fin de encontrar presas en estado fresco, es decir, poco digeridas, para una mejor identificación.
- Se sugiere realizar análisis moleculares de las presas, con el fin de tener un mejor registro de la dieta de *Pterois volitans*.
- Se recomienda un esfuerzo de muestro mayor y similar en todos los sitios de muestreo con el fin de profundizar el análisis de la dieta de *P. volitans* tomando en cuenta distintas clases de tallas.

## LITERATURA CITADA

1. Aguilar, P. A., y Tuz, S. A. 2010. Non-native, invasive red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]: Scorpaenidae), is first recorded in the southern Gulf of Mexico, off the northern Yucatan Peninsula, Mexico. *Aquatic Invasions*, 5(2): S9-S12.
2. Albins, M. A., y Hixon, M. A. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367: 233-238.
3. Almada, V. P. C., Sale, P. F., Gold, B. G., y Kjerfve, B. 2003. *Mesoamerican Barrier Reef Systems Project: Manual Of Methods For The Mbrs Synoptic Monitoring Program*. Selected Methods for Monitoring Physical and Biological Parameters for Use in the Mesoamerican Region.
4. Arredondo, C. A. T. 2012. *Hábitos alimentarios de la especie introducida Pterois volitans (Scorpaeniformes) en la región de Xpu-ha, Caribe Mexicano*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 80 pp.
5. Ávila, M. M. 2014. *Hábitos alimentarios de la especie introducida Pterois volitans (Lineaus 1758), en el Parque Nacional Isla Contoy, zona Norte del Caribe Mexicano*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 69 pp.
6. Canto, M., y Vega, C. E. 2008. Hábitos alimenticios del pez *Lagodon rhomboides* (Perciformes: Sparidae) en la laguna costera de Chelem, Yucatán, México. *Revista de biología tropical*, 56(4), 1837-1846.
7. Clarke, K. R. y Warwick, R. M. 2001. *Change in Marine Communities. An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. (176). Reino Unido: PRIMER-E Ltd.
8. Cornic, A. 1987. Poisson de l'Île Maurice. Editions de l'Océan Indien, Satanley Rose Hill, Ile Maurice. 355 pp.
9. CONABIO. 2016. Arrecife Mesoamericano. 2017, de CONABIO Sitio web: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/mares/arrecifesam>

10. De la Cruz, T. J., Martínez, P. J. A., Badillo, A. M., Del Moral, F. L. F., Franco, L. J. y Chiappa, C. X. 2016. *Familias de peces óseos del golfo de México*. Mérida, Yucatán, México: Universidad Nacional Autónoma de México. 187 pp.
11. FAO. 2002. The living marine resources of the western central Atlantic. FAO, Volumen I, II y III. Department of Biological Sciences old Dominion University Norfolk, Virginia, USA.
12. Fishelson, L. 1975. Ethology and reproduction of pteroid fishes found in the Gulf of Agaba (Red Sea), especially *Dendrochirus brachypterus* (Cuvier), (Pteroidae, Teleostei). PSZNI Mar Ecol 39:635–656.
13. Franco, L. y K. M. B. Bashirullah. 1992. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) del Golfo de Cariaco-Estado Sucre, Venezuela, Zootecnia Tropical, Vol 10 (2) 219-238.
14. Froese, R. y D. Pauly. Editors. 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Consultado en octubre 2017.
15. Godás, M. D. 2006. *El turismo costero en la ecorregión del sistema arrecifal mesoamericano*. UNAM.
16. Gómez, L. R., Anderson, L., Akins, J. L., Buddo, D. S. A., García, M. G., Gourdin, F., y Torres, R. (2013). Regional strategy for the control of invasive lionfish in the wider Caribbean. *International Coral Reef Initiative*.
17. Green, S. J., Akins, J. L., Maljković, A., y Côté, I. M. 2012. Invasive lionfish drive Atlantic coral reef fish declines. *PloS one*, 7(3), e32596.
18. Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. *Journal of fish biology*, 17(4): 411-429.
19. Horta, P. G. y J.P. Carricart, G. 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. p 66-80. In S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México.
20. Humman, P., y DeLoach, N. 2003. *Reef coral Identification: Florida, Caribbean, Bahamas*. New World Publication, Inc., FL. USA.

21. Koleff P. 2011. Diplomado fundamento para la prevención y manejo de especies exóticas invasoras en México. CONABIO.
22. Kuitert, R.H. y Tonozuka, T. 2001. Pictorial guide to Indonesian reef fishes. Part 1. Eels-Snappers, Muraenidae-Lujtanidae. *Zooenetics, Australia*. 1-302.
23. Laevastu T. 1980. *Manual de métodos de biología pesquera*. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 243.
24. Lasso, A. O. M. y J. M. Posada 2010. Presence of the invasive red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758), on the coast of Venezuela, southeastern Caribbean Sea. *Aquatic Invasions*, Vol. 5, Supplement 1: S53-S59.
25. Mendoza, A. R. E., Koleff, O. P., Ramírez, M. C., Álvarez, T. P., Arroyo, D. M., Escalera, G. C., y Orbe, M. A. 2011. La evaluación de riesgos por especies acuáticas exóticas invasoras: una visión compartida para Norteamérica. *Ciencia Pesquera*, 19(2), 65-75.
26. Morris, J. A. and Akins, J. L. 2009. Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago. *Environ, Biol. Fish.* 86:389-398.
27. Muñoz, R. C., Currin, C. A., y Whitfield, P. E. 2011. Diet of invasive lionfish on hard bottom reefs of the Southeast USA: insights from stomach contents and stable isotopes. *Marine Ecology Progress Series*, 432, 181-193.
28. Núñez, L. E. y Arias, G. J. E. 1998. Composición, biomasa y estructura trófica de la comunidad de peces arrecifales en tres áreas del sur del Caribe mexicano. *Proceedings of the 50th. Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 1003-1021.
29. Palma, A., Figueroa, R., Ruiz, V. H., Araya, E., y Berríos, P. 2002. Composición de la dieta de *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792) (Pisces: Salmonidae) en un sistema fluvial de baja intervención antrópica: estero Nonguen, VIII Region. *SciELO* 66(2), 129-139. Chile. Gayana Concepción.
30. Quijano, P. L., Perera, C. L., Aguilar, P. A., y Sulub, A. 2012. Dieta del Pez León Rojo, *Pterois volitans*, in el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Sureste del Golfo de México. *Proceedings of the 65th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. November 5 – 9, 2012 Santa Marta, Colombia.

31. Reyes, B. H., y Rodríguez M. R. 2005. Estado actual de los corales arrecifales en México: especies en riesgo. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento de Biología Marina. La Paz, Baja California Sur.
32. Sabido, I. M. M., Gómez, P. J. M., Medina, Q. A., García, R. M. C., y Hadad, L. W. 2012. Dinámica poblacional del pez león (*Pterois volitans*) en el Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX), Quintana Roo, Caribe mexicano. *In Proceedings Gulf Caribbean Fisheries Institute*, 64, 67-74.
33. Sabido, I. M. M., Medina, Q. A., de Jesús, N. A., y Manuel, J. 2016. La estructura de tallas como evidencia del establecimiento de *Pterois volitans* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) en el sur del Caribe mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 369-378.
34. Salazar, M. R., González, S. C., y Arias, G. J. E. 1998. Efectos de un Area Semiprotégida y No Protégida del Sur del Caribe Mexicano, sobre la Estructura Comunitaria de Peces Arrecifales. *Proceedings Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 50, 354-371.
35. Sánchez, O. 2007. Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos, problemática y conservación. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México, 11.
36. Sánchez J. J. 2013. *Hábitos alimentarios de la especie introducida Pterois volitans (Linnaeus, 1758) en sitios de Gran Bahía Príncipe y Akumal, zona centro del Caribe Mexicano*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 75 pp.
37. Santander, M. J., López, H. I., Aguilar, P. A., y Tuz, S. A. 2012. First record of the red lionfish (*Pterois volitans* [Linnaeus, 1758]) off the coast of Veracruz, Mexico. *BioInvasions Records*, 1(2), 121-124.
38. 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.

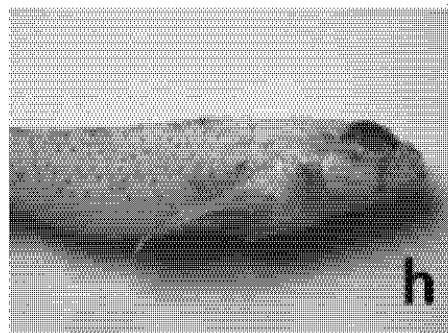
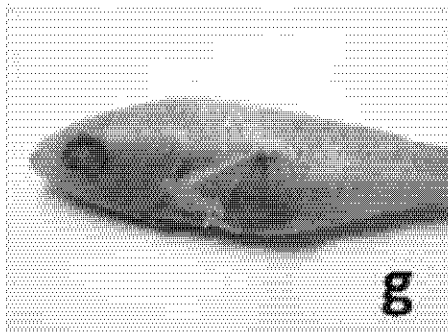
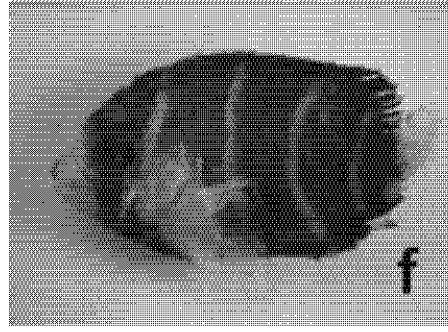
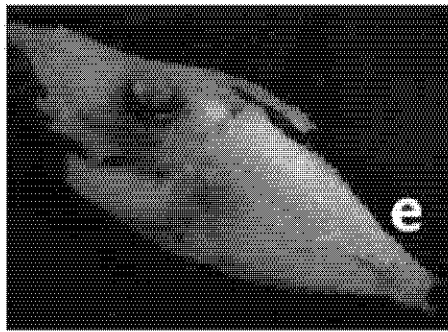
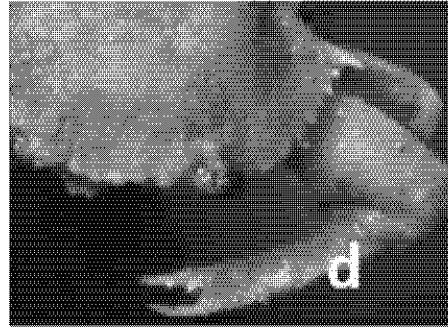
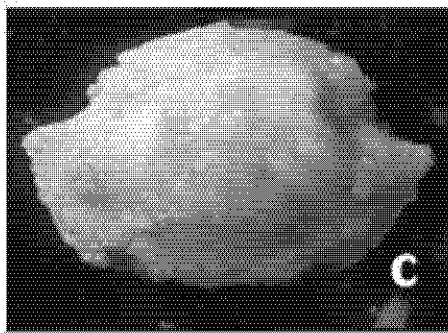
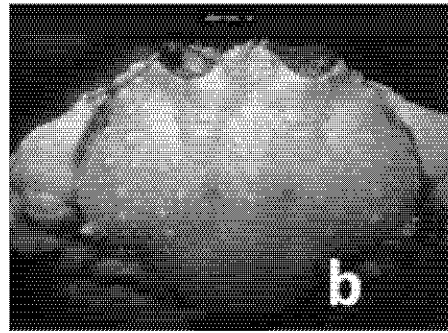
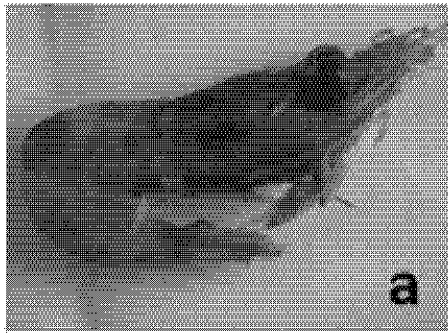


39. Schultz, E. T. 1986. *Pterois volitans* and *Pterois miles*: two valid species. *Copeia* 3: 685-690.
40. Silva, V. M., Morales, R. H., y Nava, M. M. 2015. Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, 16(2), 13-16.
41. Soto, J. J. S., Yeomans, L. V., Perera, A. A., Mondragón, C. C., y Vázquez, J. A. C. (2000). Lista de peces marinos del Caribe mexicano. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 71(2), 143-177.
42. Sotomayor, A. O., Torres, H. J. R., Corps, E. O., y Marrero, M. M. L. 2011. *Los arrecifes de coral*. Programa de Colegio Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.
43. Sturges, H. A. 1926. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21(153), 65-66.
44. Torruco, D. y M.A. González. 2010. Estado actual de los corales de Yucatán. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 204-209. 508 p.
45. Valdez, M. M., Quintal, L. C., Gómez-Lozano, R., y del Carmen García, R. M. (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), e36636.
46. Vega, C. M.E. 1990. Interacción trófica entre los bagres *Arius melanopus* (Agassiz, 1829) y *Arius felis* (Linnaeus, 1766) en las costas de Celestún, Yucatán, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* 15 (1): 185-194.
47. Wakida, K. A. T., y del Ángel, L. E. A. 2015. First record of the red lionfish, *Pterois volitans*, on the coast of Tabasco, Mexico. *Hidrobiológica*, 25(2), 307.

48. World Association of Zoos and Aquariums. 2018. Pez León. 2018, de WAZA  
Sitio web: <http://www.waza.org/es/zoo/elegir-una-especie/peces/peces-oseos/pterois-volitans>

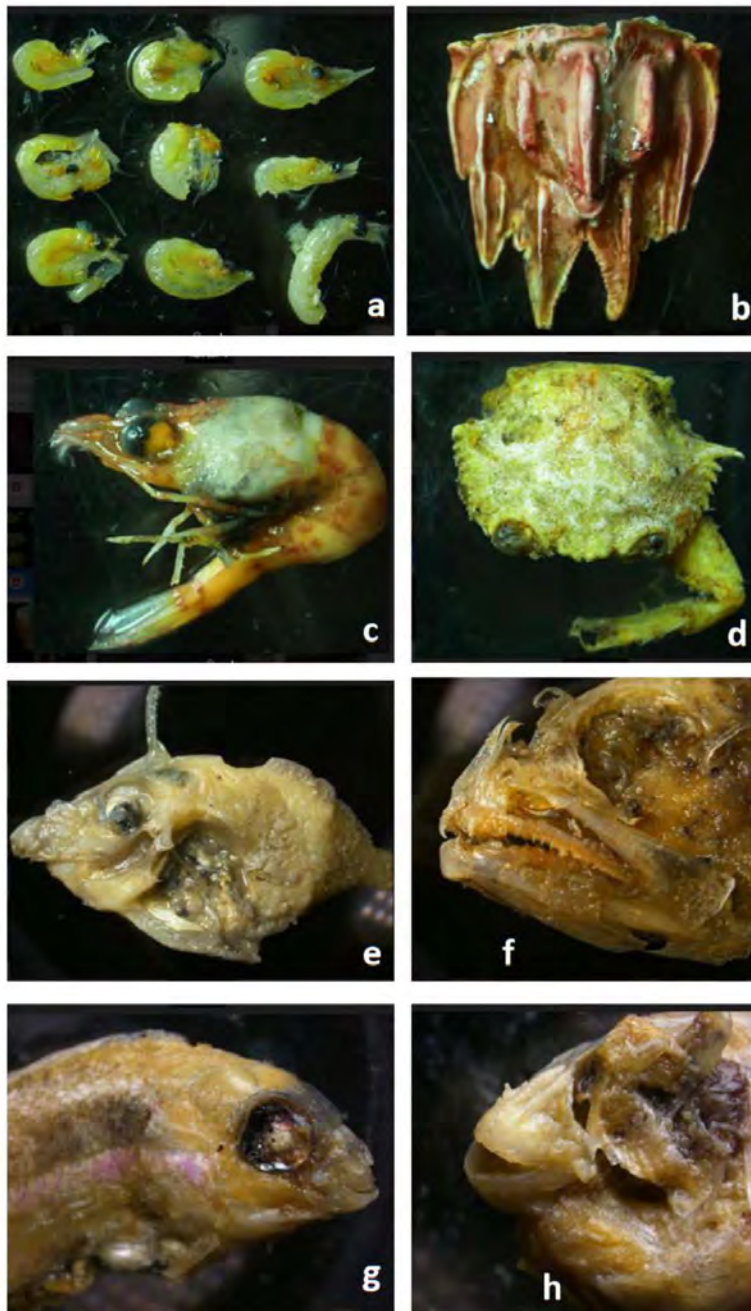
**Anexo 1. Registro fotográfico de las presas encontradas en estómagos de *P. volitans* colectados en Xcalak**

- a) Palaemonidae b) Hepatidae c) *Portunus* sp. d) *Portunus* sp. e) Monacanthidae  
f) Pomacanthidae g) Gobiidae h) Apogonidae



**Anexo 2. Registro fotográfico de las presas encontradas en estómagos de *P. volitans* colectados en Banco Chinchorro.**

- a) Camarones peneidos b) Restos de crustaceo c) Palaemonidae d) *Portunus sp.*  
e) Monacanthidae f) Serranidae g) Scaridae h) Dientes de scarido



**Anexo 3. Registro fotográfico de las presas encontradas en estómagos de *P. volitans* colectados en Punta Cancún.**

- a) *Portunus* sp. b) Palaemonidae c) Apogonidae d) *Portunus* sp. e) Pez sin indentificar f) Monacanthidae

