



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Tipos alimenticios de *Chaetodipterus faber*
(Ephippidae: Percifomes) en la costa del estado de
Veracruz

TESIS

Que para obtener el título de

Bióloga

P R E S E N T A

Yareli Hernández Álvarez

DIRECTOR DE TESIS

José Antonio Martínez Pérez

Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



Índice

Introducción	3
Antecedentes	9
Objetivos	11
Objetivo general.....	11
Objetivos particulares.....	11
Material y método	12
1.- Recolecta de material biológico	12
2.- Métodos de laboratorio	13
Composición de la dieta	13
Nivel trófico.....	16
Morfología del sistema digestivo.....	17
Resultados	18
Distribución de tallas	18
1.- Composición de la dieta	20
Grado de repleción	20
Métodos de análisis de contenido estomacal.....	21
• Índice numérico	26
• Frecuencia de ocurrencia.....	27
• Método gravimétrico.....	28
• Índice de importancia relativa.....	29
Índice de importancia relativa por tallas.....	30
Temporalidad.....	30
• Método gráfico de Costello.....	32
• Nivel trófico.....	33
2.- Aparato digestivo.....	34
Discusión	37
Conclusiones	41
Literatura citada	42



Introducción

El Golfo de México es un sistema ambiental muy diverso y una de las regiones biológicamente más productivas del Atlántico tropical (Toledo-Ocampo, 2005). Veracruz es estado con mayor área costera dentro del Golfo de México, con aproximadamente 700 km de extensión, actualmente ocupa el quinto lugar en pesca comercial para todo el país (CONAPESCA, 2012).

Veracruz tiene diversas zonas ecológicamente importantes a lo largo de su litoral, como lo son la plataforma continental, humedales, lagunas costeras, estuarios, ríos y manglares, que sirven de hábitat para una enorme cantidad de especies entre las cuales se encuentran los peces (Actinopterygii) (Bedia-Sánchez, 2014), los cuales son considerados de inmenso valor para la humanidad, ya que durante mucho tiempo han sido un alimento básico en la dieta del hombre y actualmente forman un elemento importante en la economía de muchos países, además de tener valor recreativo en la pesca deportiva y la acuariofilia (Mohanty, 2011).

Los peces actinopterigios se caracterizan por ser dependientes del agua, poiquilotermos, con espinas óseas en las aletas, cuyo órgano principal de respiración son las branquias y usualmente con el cuerpo cubierto por escamas (Helfman *et al.*, 2009); además, son el grupo más grande de vertebrados con 30,500 especies, en 4,440 géneros, 469 familias y 67 órdenes. El orden más diverso es Perciformes, de acuerdo con Nelson (2006); con cerca de 10,033 especies, 1,539 géneros y 160 familias, dentro de las cuales encontramos a la familia Ehippidae (Nelson *et al.*, 2016).

Los representantes de esta familia son principalmente marinos, mientras que los juveniles son de aguas salobres, se encuentran ampliamente distribuidos en



regiones costeras tropicales y subtropicales; se distinguen por tener un cuerpo comprimido y bastante elevado; tienen una boca pequeña y terminal; presentan series de largas branquiespinas en el primer epibranchial, con terminación en forma roma; membranas branquiostegas unidas al istmo. Es una familia poco diversa, engloba 8 géneros con 16 especies; *Platax* es el género más , seguido de *Chaetodipterus*, este último con 2 especies en México; *Chaetodipterus zonatus*, en el Pacífico oriental y *Chaetodipterus faber* en todo el Golfo de México y mar Caribe (Zarco-Perello *et al.*, 2014).

Chaetodipterus faber es la única especie de efípido que se encuentra extensamente distribuida en el Océano Atlántico occidental, desde el sur de Carolina hasta el sur de Brasil. Se distribuye en una gran variedad de hábitats a lo largo de las aguas costeras, incluidos los arrecifes de coral, manglares y playas arenosas. Los representantes de esta especie se distinguen por tener boca pequeña con dientes setiformes, distribuidos en bandas; la porción espinosa, de la aleta dorsal en adultos, es corta, mientras que en juveniles la tercera espina es alargada; la porción blanda de las aletas dorsal y anal presenta filamentos prolongados hacia la parte anterior; muestran una coloración gris plateada con 3 o 4 bandas verticales de coloración oscura, que atraviesan el cuerpo y se desvanecen con el crecimiento, mientras que los juveniles presentan una coloración críptica café oscuro con motas blancas, debido a que se mimetizan, simulando una hoja de mangle al nadar recostados, flotando en la superficie del agua (Ditty *et al.*, 1994; Barros *et al.*, 2015). Estos frecuentemente son solitarios y pueden cambiar de hábitat, los adultos generalmente son demersales y en ocasiones forman cardúmenes de al menos 500 individuos (Robaina y Salaya, 1993).

C. faber ha sido utilizada exitosamente en algunos países para acuicultura y pesca deportiva. Además, se reporta como un alimento de alta calidad; es un organismo comúnmente capturado como pesca acompañante y comercializado a



pequeña escala, con potencial para su utilización como recurso pesquero (Trushenski *et al.*, 2012). Pero para poder explotar racionalmente una especie se requiere conocer aspectos biológicos, como lo son: su estrategia reproductiva, percepción de su entorno, forma de comunicación y tipo de alimentación (INAPESCA, 2006).

La alimentación es el eslabón más importante para la supervivencia, crecimiento y reproducción de los peces, ya que estos procesos dependen en gran medida del consumo de energía y nutrientes generados por las actividades de alimentación (Nikolsky, 1963; Wootton, 1990). Los peces presentan una alimentación altamente variada, algunos organismos exhiben ontogenia trófica o cambios en los tipos y tamaños de los alimentos en diferentes etapas de su ciclo de vida (Rodríguez-Preciado 2008), por lo que han desarrollado muchas maneras de adquirirlas, gracias a los complejos sistemas de palancas de sus mandíbulas que les ha permitido la evolución de variaciones tanto físicas como mecánicas, generando diversos estilos de alimentación (Allen *et al.*, 2006; Bone y Monroe, 2008).

Posterior a la captura, el alimento debe orientarse de manera que pueda ingerirse para posteriormente ser procesado y reducido en nutrientes. Esta función es trabajo del sistema digestivo, que puede considerarse en una serie de tubos interconectados, que comienzan en la boca y terminan en el recto, cada uno con características anatómicas y fisiológicas especializadas, con órganos secundarios asociados que proporcionan los medios de digestión mecánica y química para la absorción de nutrientes y la eliminación final de materiales no digeridos. Los estudios sobre el sistema digestivo y mecanismos de alimentación, son una herramienta eficaz para comprender mejor la ingestión, digestión, absorción de los alimentos, además de proporcionar información sobre la correlación existente entre la morfología del tracto digestivo y el tipo de presas consumidas (Dos Santos *et al.*, 2014).



Las enzimas digestivas son las encargadas de descomponer las presas en moléculas más pequeñas, para después ser asimiladas y utilizadas en el metabolismo del pez. El contenido preciso de nutrientes o energía requerida en la dieta del organismo depende de su tamaño, estadio y especie. El conocimiento concerniente a los requerimientos energéticos, en la dieta de los peces, proviene de estudios experimentales de nutrición realizados en especies de cultivo. En cambio, en peces silvestres este conocimiento está basado en el análisis de contenidos estomacales, el cual se ha convertido en una práctica estándar en el estudio de su ecología (Moyle *et al.*, 1988; Eddy y Handy, 2013).

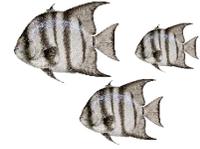
El análisis de contenido estomacal tiene como finalidad determinar la importancia relativa de diferentes alimentos, para la nutrición de los peces y cuantificar la tasa de consumo de las presas individuales a partir de la descripción de las dietas, ya que estas proporcionan la base para comprender las interacciones tróficas en redes alimentarias acuáticas (Manko, 2016). El análisis del contenido estomacal se utiliza en la comprensión de muchos aspectos de la ecología de los peces, desde el nivel individual, poblacional, comunitario y ecosistémico; además, proporciona información importante sobre patrones de alimentación, posición trófica que ocupa la especie en estudio y la evaluación cuantitativa de los tipos alimenticios (Llamazares-Vegh, 2014).

La evaluación de los elementos alimenticios es un aspecto importante para la industria pesquera, ya que su abundancia puede afectar los patrones de distribución de las especies y nos proporcionan información sobre la utilización de los recursos energéticos de un ecosistema. Las presas o tipos alimenticios presentan distintos grados de movilidad, se ubican en diversos hábitats, con tamaños, estructuras, digestibilidad y contenido nutricional variado. Han sido clasificados por Nickolsky (1963) en cuatro grupos: alimento básico, secundario, incidental y obligatorio.



Debido a que la asociación de alimentos en peces es generalmente ecológica, se vuelve fácil agrupar los diversos elementos en los siguientes componentes: (a) fitoplancton, (b) zooplancton, (c) detritus suspendido, (d) animales pelágicos, (e) animales demersales, (f) detritus sedimentado, (g) animales bentónicos y (h) plantas (Nikolsky, 1963). En estos grupos, la mayor dificultad surge al identificar claramente las diversas categorías, ya que los peces frecuentemente combinan los diferentes componentes, debido a cambios en el tamaño, la temporada, el lugar y la profundidad (Qasim *et al.*, 1972). Es por ello que para contrarrestar esta dificultad se hace uso de las categorías tróficas o gremios, en donde se agrupan los peces que comparten características dietéticas similares, entre las más comunes se encuentran: carnívoros, que se alimentan de otros animales marinos y también de otros peces (piscívoros); filtradores de plancton y zooplancton; herbívoros, se alimentan de material vegetal como fitoplancton, macroalgas y pastos marinos; detritívoros, comen lo que se encuentra en el fondo marino, llevando también parte del detritus; y omnívoros, que pueden consumir una gran variedad de presas (Allen *et al.*, 2006).

Para saber qué posición ocupa un organismo dentro de la red trófica y cómo fluye la energía dentro de un ecosistema, se hace uso de los niveles tróficos. En el primer nivel se encuentran los productores primarios, se caracterizan por convertir la energía solar en energía orgánica; seguidos de los herbívoros; consumidores secundarios, predominantemente carnívoros; consumidores terciarios, carnívoros que comen otros carnívoros; depredadores tope y descomponedores que utilizan la energía almacenada en tejidos ya muertos. Dentro de los ecosistemas marinos el nivel trófico predominante, para la mayoría de los peces, oscila en un valor entre 2 y 4 (Zacharia, 2015). Todos los organismos en sus respectivos niveles tróficos están unidos entre sí para conformar un ecosistema funcional, esto es a lo que llamamos redes tróficas que son las que nos muestran el flujo de energía que existe entre los niveles



tróficos, las relaciones depredador-presa y la disponibilidad de alimento, ya que la mayoría de los peces están adaptados, de forma tal que aprovechan los alimentos que tienen a su disposición; las presas no siempre estarán disponibles en una forma constante, debido a la fluctuación en su distribución y abundancia; la disponibilidad efectiva de los recursos varía espaciotemporalmente, de acuerdo a la conducta y a las actividades de consumidores y presas (Winemiller y Pianka, 1990), al presentarse condiciones estables de alimentación, se reduce el espectro trófico, mientras que entre más variable sea el alimento disponible, mayor será la diversidad de categorías alimentarias ingeridas por los peces (Magallanes y Tabarez, 1998).



Antecedentes

Rodrigues *et al.* (1980), analizaron la composición de la dieta y madurez sexual de *Chaetodipterus faber*, en Pernambuco, Brasil. Encontraron que los crustáceos e hidroides son los principales componentes de la dieta.

Hayse (1990), analiza los tipos alimenticios, edad, crecimiento y reproducción de *C. faber*, donde encontró que los cnidarios son el alimento dominante, predominando los hidroides, seguido de las medusas y las anémonas.

Robaina y Salaya (1993), evaluaron el crecimiento, tasa de conversión y sobrevivencia de *C. faber* bajo diferentes dietas, encontraron que la dieta de arenque y la combinación camarón/arenque son las que mejor relación alimento/precio/producción ofrecen.

Barros *et al.* (2013a), estudiaron la adaptabilidad trófica de juveniles tardíos de *C. faber*, relacionada a las preferencias de hábitat en un estuario en el noreste de Brasil, en donde concluyeron que su dieta es predominantemente omnívora.

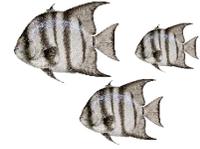
Barros *et al.* (2013b), realizaron una revisión bibliográfica sobre los hábitos de herbivoría en cuatro especies de efípidos, incluida *C. faber*, en donde concluyen que el hábito herbívoro se encuentra como una de sus principales estrategias.

En México, *Chaetodipterus faber* ha sido pobremente estudiada, su conocimiento se limita a menciones, listas o notas, donde se reporta su presencia en el país. Ejemplo de ello lo encontramos en Reséndez-Medina (1970), presenta el primer reporte de aparición para el estado de Veracruz (Laguna de Tamiahua); Chávez (1972) en Tuxpan, Veracruz y finalmente Castro-Aguirre *et al.*, 1999) hace su mención en diversas costas y estuarios del



Golfo de México. Aunado a lo anterior, también se han realizado otros estudios que aportan información en distintos campos para la especie como: redescrición de su larva en el Golfo de México (Ditty *et al.*, 1994); realización de cultivos para lograr reproducción controlada (Gómez, 1998); evaluación de los efectos de la temperatura en el crecimiento y composición de los ácidos grasos en tejido de sus juveniles (Trushensky *et al.*, 2012); visualización del color agonístico en juveniles miméticos (Barros *et al.*, 2012) y una comparación del crecimiento alométrico en juveniles miméticos (Barros *et al.*, 2015).

Como puede observarse, es escasa la información acerca de los tipos alimenticios de la especie y debido a que no existe ningún estudio sobre *Chaetodipterus faber* en México, se hace necesaria la obtención de nueva información que aporte conocimientos actuales, contribuyendo así al entendimiento de la ecología trófica de esta especie.



Objetivos

Objetivo General

Conocer los tipos alimenticios de *Chaetodipterus faber* que habita en la costa suroccidental del Golfo de México.

Objetivos Particulares

- Identificar y categorizar los tipos alimenticios que componen la dieta de *C. faber*.
- Analizar la composición de la dieta de *C. faber*, su frecuencia de aparición, abundancia numérica, importancia gravimétrica e índice de importancia relativa.
- Distinguir si existen diferencias tróficas conforme a la variación ontogénica de *C. faber*.
- Distinguir el gremio alimenticio al que pertenece *C. faber*.
- Establecer el nivel trófico que ocupa *C. faber* en su entorno.
- Relacionar la morfología del sistema digestivo y el tipo de alimento capturado por *C. faber*.



Materiales y Método

1. Recolecta del Material Biológico

Se realizaron cinco muestreos para obtener ejemplares de *C. faber* en distintas localidades de la costa del estado de Veracruz (Mayo 2015, agosto 2015, marzo 2016, mayo 2016 y agosto 2015). Las recolectas fueron realizadas durante la noche y madrugada, se empleó un chinchorro playero de 800 m con una abertura de malla de dos pulgadas. Los sitios de recolecta se caracterizaron por ser playas arenosas con zonas de entre 3 y 12 m de profundidad (Fig. 1).

Los organismos capturados se depositaron en hieleras para su traslado en fresco al Laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.



Figura 1.- Mapa del Estado de Veracruz que indica los sitios de recolecta para *C. faber*.



2. Métodos de laboratorio

Los peces fueron identificados con literatura especializada (Carpenter, 2002). Se obtuvo la longitud patrón (LP) de cada organismo, con la cual se realizó la elaboración de un histograma para determinar la distribución de tallas de acuerdo con Duran Días *et al.* (2011).

Posteriormente se procedió con la disección de los organismos para la obtención de los tractos digestivos y se realizó el registro de su grado de repleción según la escala de Stillwell y Kohler (1982), que a continuación se describe:

Tabla 1.- Escala de repleción para peces presentada por Stillwell *et al.*, (1982).

76 a 100 %	Lleno
51 a 75 %	Semi-lleno
26 a 50 %	Semi-vacío
1 a 25 %	Vacío

Finalmente los contenidos estomacales fueron preservados en formol al 4% para su posterior análisis.

Composición de la dieta

Los contenidos estomacales fueron analizados bajo el microscopio estereoscópico y óptico. Los tipos alimenticios fueron determinados hasta el nivel que lo permitió su estado de degradación, con base en bibliografía



especializada. Para categorizar y cuantificar la dieta de *C. faber* se utilizaron distintos métodos, los cuales se describen a continuación:

- Índice numérico (N)

El número de individuos de cada tipo de alimento, en cada estómago, fue contado y expresado como un porcentaje del número total de los diversos alimentos. Este método proporciona una forma de obtener la abundancia relativa de la presa, estimando el número de organismos por tipo alimenticio (Hyslop, 1980).

- Frecuencia de ocurrencia (FO)

Este análisis consistió en clasificar e identificar los elementos de la dieta y contabilizar el número de estómagos en los que se encontraba cada componente, el cual es registrado y expresado como un porcentaje del número total de estómagos examinados.

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

n= número de veces que aparece una presa

N= el número total de los tractos o estómagos analizados.

- Método Gravimétrico (P)

Consistió en separar los componentes de la dieta y obtener el peso seco de cada uno, el cual se obtuvo por medio de la deshidratación de las muestras. Este método es usualmente expresado como porcentaje de peso del total de contenidos estomacales.



- Índice de importancia relativa

Debido a que los métodos anteriores pueden presentar sesgos y sobreestimar o subestimar la abundancia de los componentes, se aplicó un método de mediciones combinadas de los mismos, el cual contiene el conteo numérico de presas, frecuencia de ocurrencia y el índice gravimétrico, todos en porcentaje.

Las mediciones anteriores permiten inferir la importancia de los elementos del contenido estomacal en la dieta de la especie en estudio, y de esta forma determinar presas importantes y poco frecuentes/accidentales (Hyslop, 1980).

$$IIR = (\%N_i + \%P_i)\%FO_i$$

N= % Total de conteo numérico

FO=% Frecuencia de ocurrencia

P= % Peso seco total de cada presa

Para poder dar interpretación al índice de importancia relativa se utilizó la escala evaluativa usada por Yáñez-Arancibia (1975) (Tabla 2).

Tabla 2.- Escala evaluativa del IIR para peces presentada por Yáñez-Arancibia (1975).

Valor de IIR%	Tipo de alimento
41 a 100 %	Primario
11 a 40 %	Secundario
0 a 10 %	Incidental

- Método Gráfico de Costello (1990)

Para conocer la preferencia y estrategia alimenticia de *C. faber* se utilizó el método gráfico de Costello, en el cual se utiliza el porcentaje de frecuencia de ocurrencia (FO) contra el porcentaje de peso de cada tipo alimenticio



encontrado, dando como resultado una distribución de cada componente de la dieta, que se interpreta con respecto a su posición en la gráfica (Fig. 2).

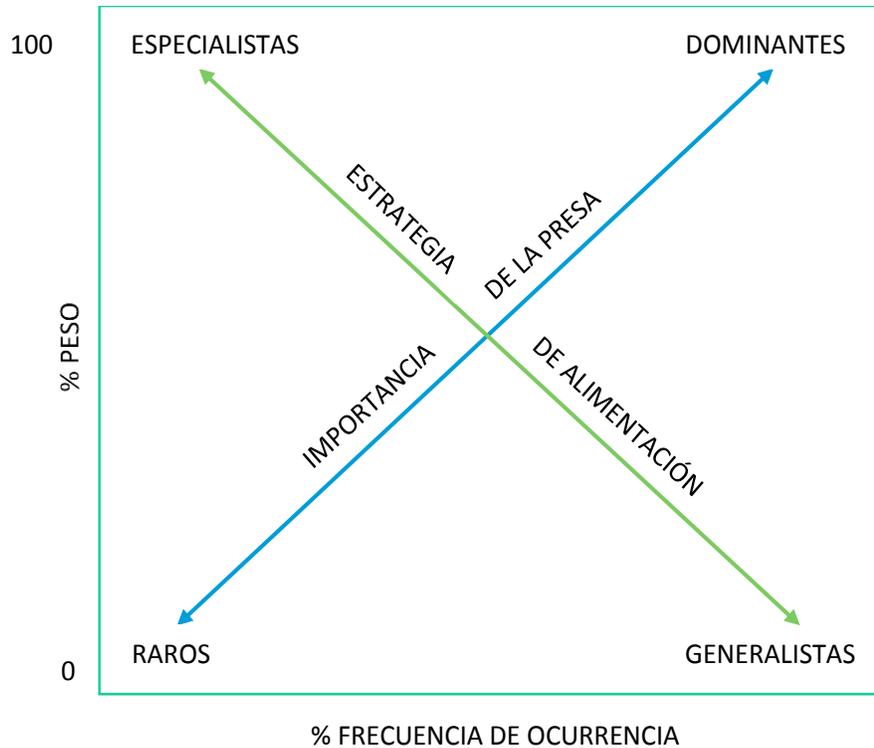


Figura 2.- Guía para la interpretación del método gráfico de Costello (1990).

Nivel trófico

Indica la posición trófica del organismo dentro de una red alimenticia, tomando en cuenta los componentes de la dieta y el valor trófico de cada presa, el resultado de esta ecuación se expresa como un nivel trófico o posición específica, entre 1 y 5 (Mar *et al*, 2014).

El nivel 1 corresponde a organismos autótrofos llamados productores primarios; en el 2 se encuentran especies herbívoras también conocidas como consumidores primarios; el nivel 3 consta de carnívoros que consumen herbívoros; mientras que en el 4 se localizan los carnívoros que comen otros



carnívoros y finalmente en el nivel 5 corresponde a especies tope (Zachavaria, 2015).

Stergiou y Vasiliki (2002) encontró los siguientes niveles tróficos para cada preferencia alimenticia: organismos herbívoros ($2.0 < TROPH < 2.1$); clasificó a los omnívoros dentro de dos grupos: omnívoros con preferencia por vegetales ($2.1 < TROPH < 2.9$) y omnívoros con preferencia por animales ($2.9 < TROPH < 3.7$) y carnívoros ($3.7 < TROPH < 4.5$).

$$TROPH_i = 1 + \sum_{j=1}^G DC_{ij} + TROPH_j$$

Dónde:

$TROPH_j$ = posición trófica de la presa

DC_{ij} = fracción de la presa J en la dieta de i

G= número total de presas en la dieta i

El nivel trófico de *C. faber* se estimó mediante el uso del programa TROPHLAB.

Morfología del sistema digestivo

En el momento de la disección, los órganos que conforman el sistema digestivo fueron descritos brevemente para poder relacionar su morfología con el tipo de alimento capturado.



Resultados

Durante los cinco muestreos se capturaron un total de 54 organismos, de los cuales 45 fueron adultos y 9 juveniles (Fig. 3).

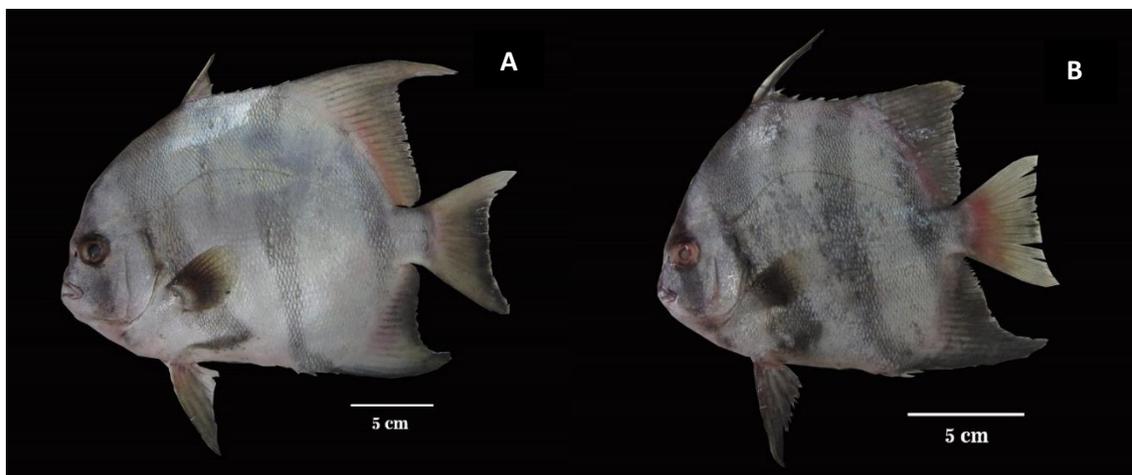


Figura 3.- A) Ejemplar adulto de *Chaetodipterus faber*, B) Ejemplar juvenil de *C. faber*.
Organismos capturados en la costa del estado de Veracruz

El mayor número de ejemplares se capturó en mayo 2016, en el puerto de Veracruz, con 19 ejemplares; seguido de agosto 2016 con 13 ejemplares. Mayo fue el mes con mayor número de ejemplares en ambos años (Tabla 3).



Tabla 3. Número de organismos capturados para los diferentes muestreos

	Mayo 2015	Agosto 2015	Marzo 2016	Mayo 2016	Agosto 2016
Puerto Veracruz	10	3	----	19	-----
Antón Lizardo	----	----	9	-----	-----
Tuxpan	-----	----	----	-----	13

Distribución de tallas

La distribución de tallas osciló entre los 67 y 230 mm de longitud patrón; la talla promedio fue 161 mm, mientras que la clase de talla con mayor número de organismos fue de 163-187 mm (Fig. 4).

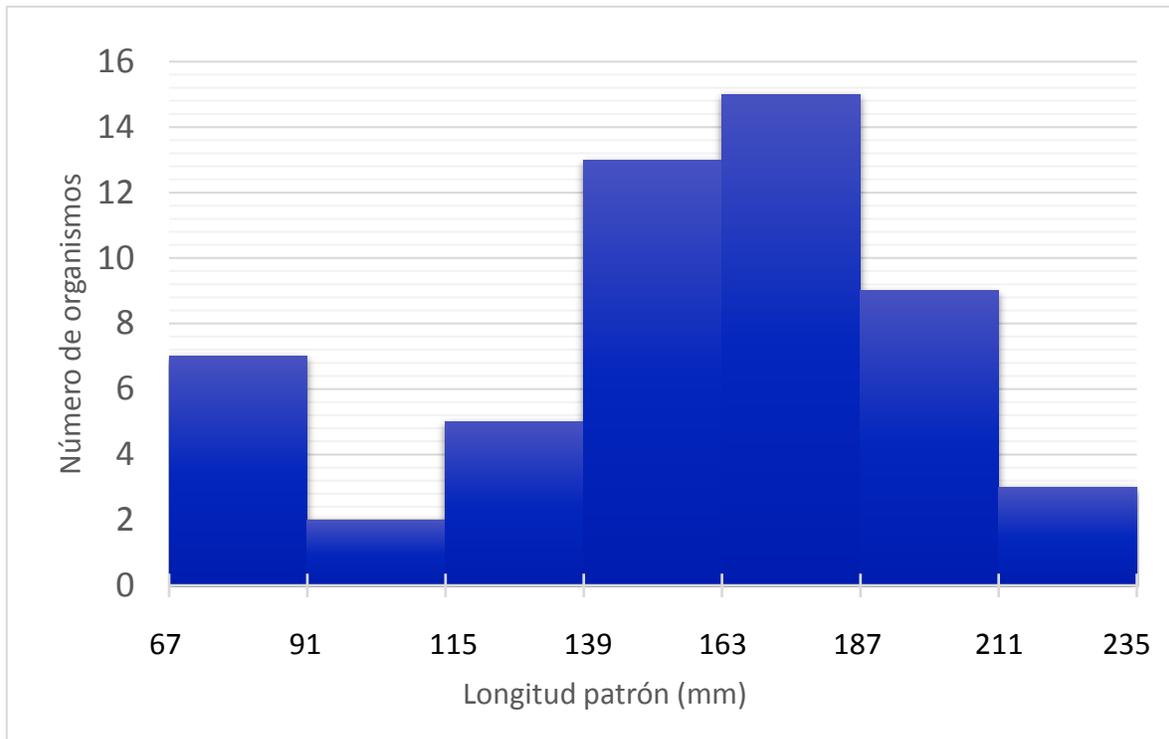


Figura 4.- Distribución de tallas de los organismos de *C. faber* capturados en Veracruz.

1. Composición de la dieta

Grado de repleción

Se analizaron un total de 54 tractos digestivos de *Chaetodipterus faber*. Del total de estómagos, el 16.7% corresponde a estómagos con un porcentaje de llenado de 0-25%, el 46.3% pertenece a estómagos semi-vacíos, el 24.08% corresponde a los individuos con valores de repleción de 50-75% y únicamente un 12.96% de los organismos presentaron estómagos llenos, es decir, más de la mitad de todos los ejemplares presentaron estómagos con poco alimento, lo cual posiblemente está directamente relacionado con la hora en la que se



alimentaron los organismos, la hora en la que fueron recolectados y el método de captura utilizado (Fig. 5).

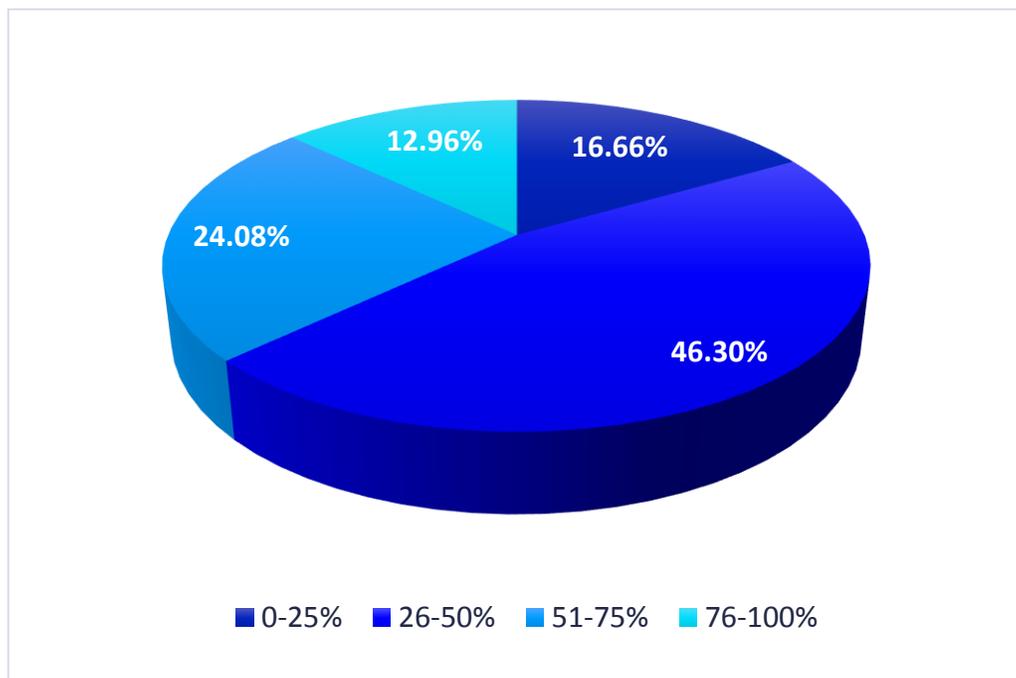


Figura 5.- Proporción de estómagos con diferentes grados de repleción en *C. faber*.

Métodos de Análisis de Contenido Estomacal

Con base en los resultados, se determinaron un total de 19 tipos alimenticios, los taxa encontrados fueron agrupados en 10 grupos tróficos (Tabla 4).



Tabla 4.- Tipos alimenticios encontrados en *Chaetodipterus faber*, agrupados en sus respectivos grupos tróficos. Resultados obtenidos de los análisis de frecuencia de ocurrencia, conteo numérico, método gravimétrico e índice de importancia relativa (%IRI), para los contenidos estomacales de *C. faber*.

Grupo trófico	Tipo alimentario	%Conteo numérico	%Peso Seco	%Frecuencia de ocurrencia	%IRI
Algas	Gracilariaceae	4.42	0.79	20.40	1.50
	Dictyota	10.32	1.84	66.70	11.45
Restos Vegetales		0.38	0.43	16.67	0.19
Porifera		1.55	24.81	20.37	7.58
Cnidaria	Hydrozoa	69.34	3.41	31.48	32.34
	Actinaria	0.98	33.37	46.30	22.46
	<i>Renilla</i> sp.	0.83	15.62	22.20	5.16
Annelida	Polychaeta	3.69	5.55	66.67	8.70
Mollusca	Polyplocophora	0.01	0.01	1.85	0.001
	Bivalvia	4.13	1.08	35.18	2.59
	Gastropoda	0.22	0.06	9.26	0.04
Echinodermata	Echinoidea	0.03	0.025	1.85	0.001
Arthropoda	<i>Pycnogonum</i> sp.	0.01	0.002	1.85	0.0003
	Ostracoda	0.01	0.001	1.40	0.0001
	Calanoida	0.01	0.001	1.60	0.0002
	<i>Caprella</i> sp	3.84	0.091	32.45	1.80
	Gammaridea	0.01	0.001	1.60	0.0002
Bryozoa		0.02	0.001	9.26	0.003
MONI		0.21	12.92	33.30	6.17



Dentro del grupo de las algas, se logró identificar a los filos Rhodophyta y Heterokontophyta con la familia Gracilariaceae y el género *Dictyota* respectivamente (León-Álvarez y Nuñez, 2011; León-Álvarez *et al.*, 2016) (Fig. 7 A, B). Entre los elementos vegetales presentes con escasa frecuencia fueron los fragmentos de hoja, posiblemente de árboles de mangle (Fig. 6 C, D).

Los elementos alimenticios encontrados con mayor regularidad fueron organismos invertebrados, como lo son: esponjas, que se lograron reconocer gracias a las espículas características de este grupo (Fig. 6 E, F); cnidarios, de los cuales se hallaron tres tipos diferentes: hidrozoo en su forma de pólipo, restos de anémonas, determinadas gracias al tipo de cnidocito, y el penatulaceo *Renilla* (Fig. 6 G-L).

Otros animales invertebrados encontrados fueron: gusanos poliquetos, que se lograron distinguir debido a la presencia de los tubos en los que viven y restos de sus cuerpos (Fig. 7 M, N); equinodermos, de los cuales únicamente se distinguieron algunas espinas (Fig. 7 Ñ); moluscos, usualmente fragmentados y con elevada frecuencia en los muestreos, dentro del grupo Mollusca se hallaron las clases Polyplacophora, Gastropoda y Bivalvia (Fig. 7 O-R).

De igual manera, los artrópodos estuvieron presentes a lo largo de todos los muestreos, en donde hallamos picnogónidos y anfípodos, pertenecientes a los subórdenes Gammaridea y Caprellidea (Fig. 7 S-V). Y finalmente los bryozoos que resultaron escasos en los contenidos estomacales de *C. faber* (Fig. 7 W).

Toda la materia orgánica que no pudo ser identificada debido a su grado de degradación fue colocada en un grupo independiente llamado: materia orgánica no identificada (MONI).

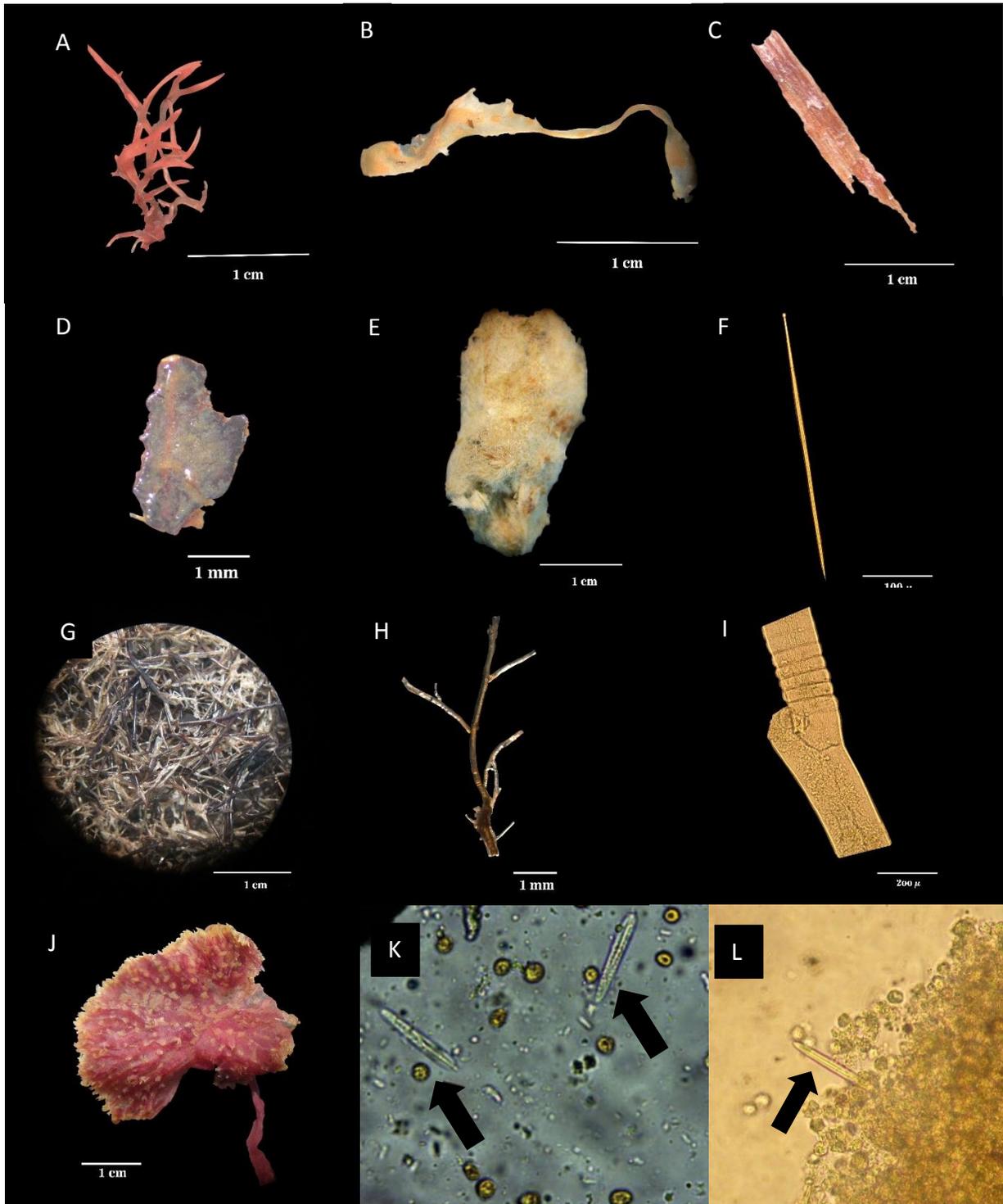


Figura 6. Tipos Alimentarios encontrados en *Chaetodipterus faber*, A) *Gracilaria*, B) *Dycotoma*, C y D) restos vegetales, E) Porifera, F) espícula Porifera, G,H,I) Hydrozoa, J) *Renilla*. K,L) Cnidocitos de Anthozoa.

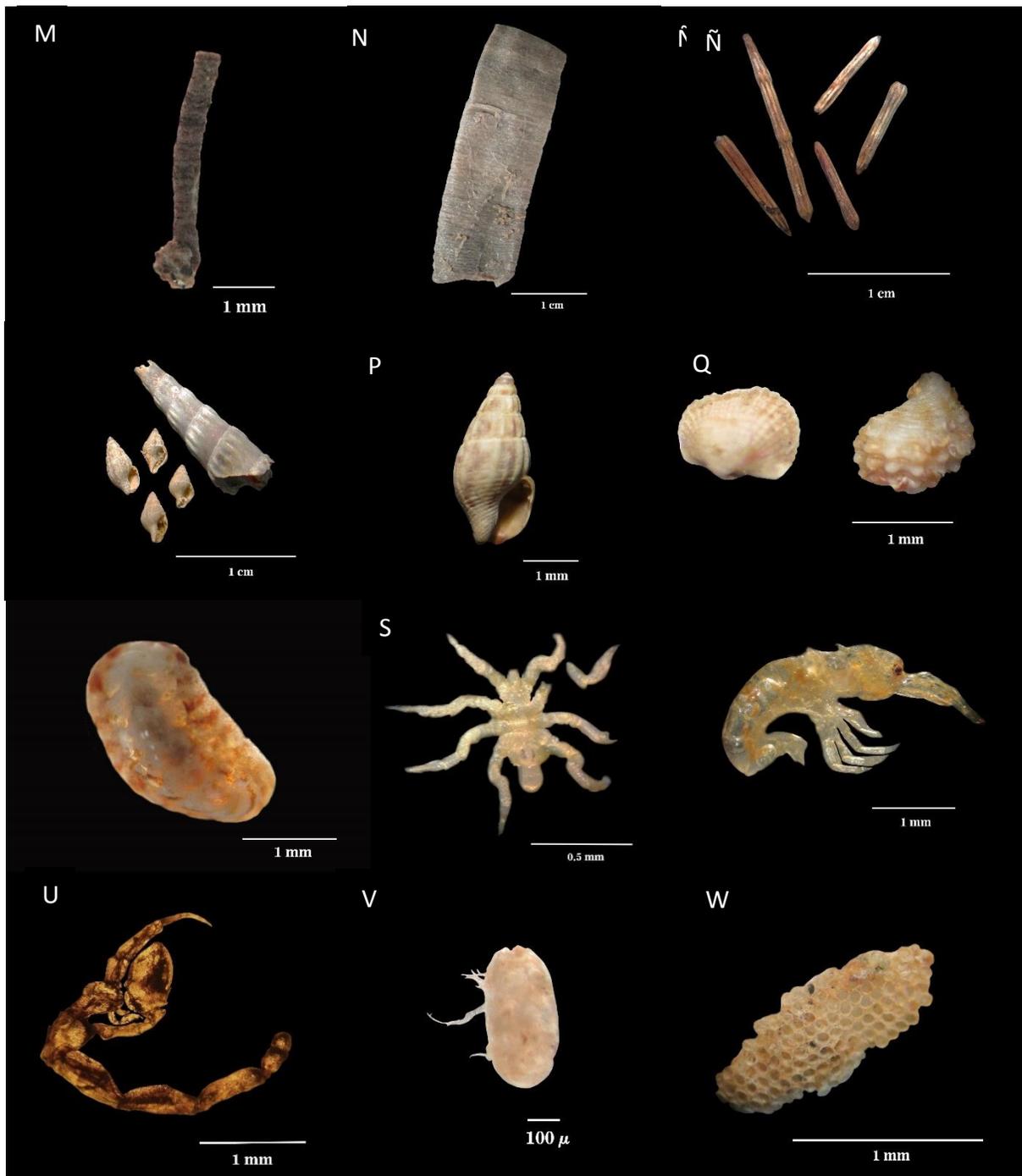


Figura 7. Tipos alimenticios de *Chaetopterus faber*, M,N) Tubo de Annelida, Ñ) Espinas de Echinodermata, O, P) Gastropoda, Q) Bivalvia, R) Polyplacophora S) Pycnogonida T) Gammaridea, U) *Caprellidae*, V) Ostracoda, X) Bryozoa,



- Índice numérico (N)

Los resultados del índice numérico indicaron que los Cnidarios fueron el tipo alimenticio más abundante con un 71.09%, predominando los hidrozooos con 69.34%. Las algas fueron el segundo elemento alimenticio más abundante con 14.7% (Fig. 8).

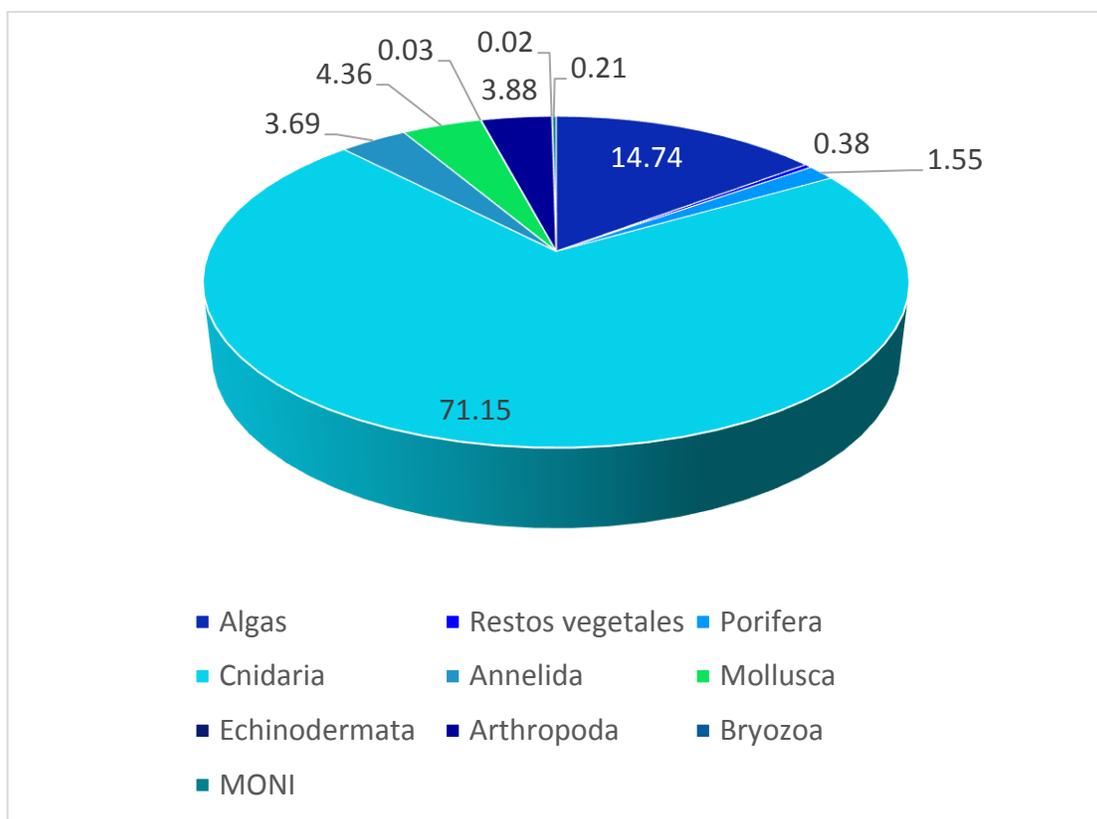


Figura 8.- Porcentaje según el conteo numérico de cada tipo alimenticio de *C. faber*.



- Frecuencia de ocurrencia (FO)

Mediante este método se determinó que los cnidarios fueron el tipo alimentario predominante, ya que se encontraron presentes en el 98.15% de los tractos digestivos. También se observa que las algas, crustáceos, anélidos y moluscos estuvieron bastante presentes, en comparación con los demás grupos (Fig. 9).

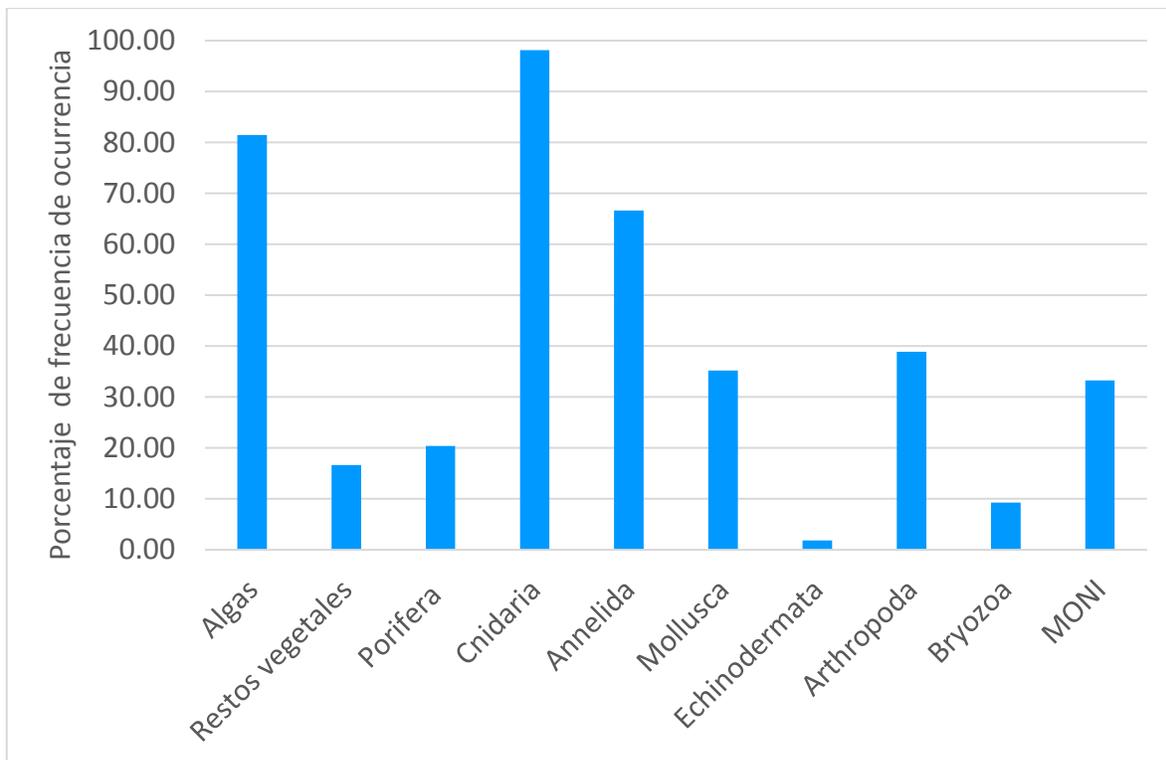


Figura 9.- Porcentaje según la frecuencia de ocurrencia de cada tipo alimenticio de *C. faber*.



- Método Gravimétrico(P)

Con respecto al análisis gravimétrico, se encontró que los cnidarios son la presa con mayor porcentaje de peso: con 52.4%, seguido de esponjas con 24.81%, posteriormente la materia orgánica no identificada con 12.91%, anélidos con 5.55% y algas con 2.62% (Fig.10).

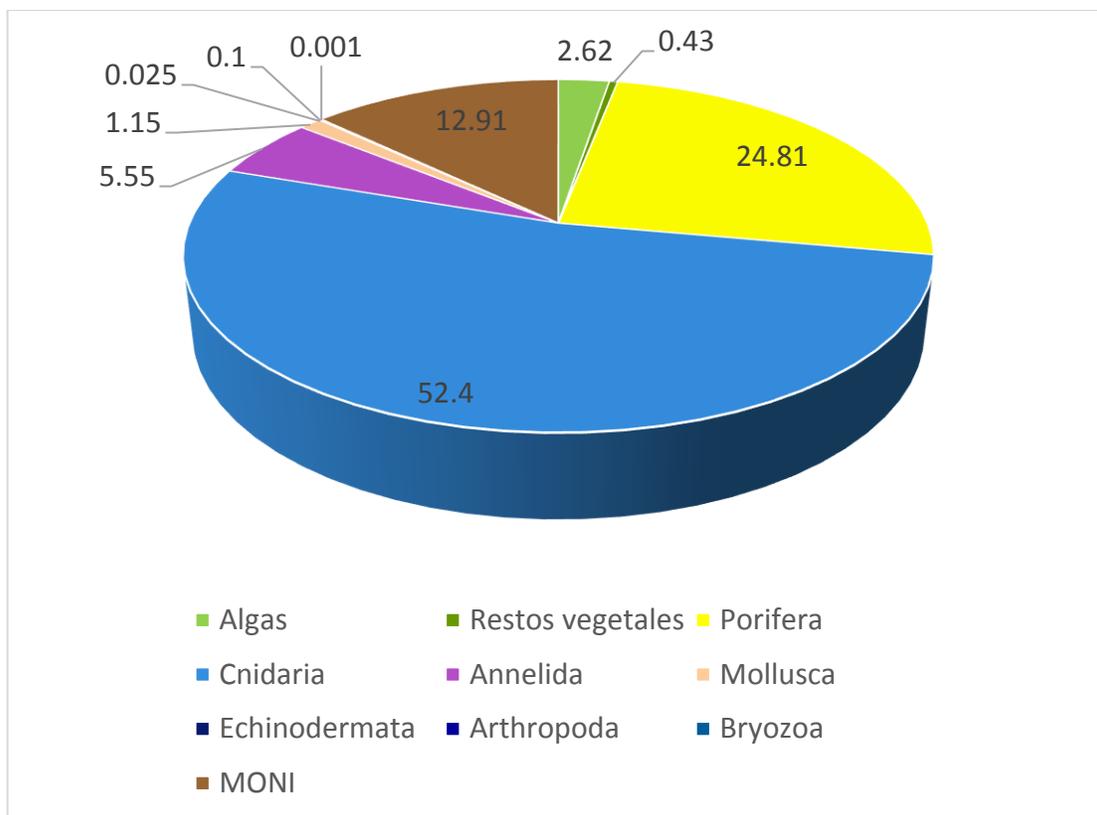


Figura 10. Porcentaje de peso seco para cada tipo alimenticio de *C. faber*.



- Índice de Importancia Relativa (IIR)

El resultado de este índice concuerda con los análisis anteriores: los elementos alimenticios más importantes resultaron ser los cnidarios, con un 78.30% fueron el alimento primario (de los que destaca la Clase Hydrozoa con 32.24%), mientras que los alimentos incidentales fueron las algas con 9.12%, anélidos con 3.94%, esponjas con 3.47%, moluscos con 1.25%, artrópodos con 0.99%, restos de materia vegetal con 0.09% y la materia orgánica no identificada con 2.829% (Fig. 11).

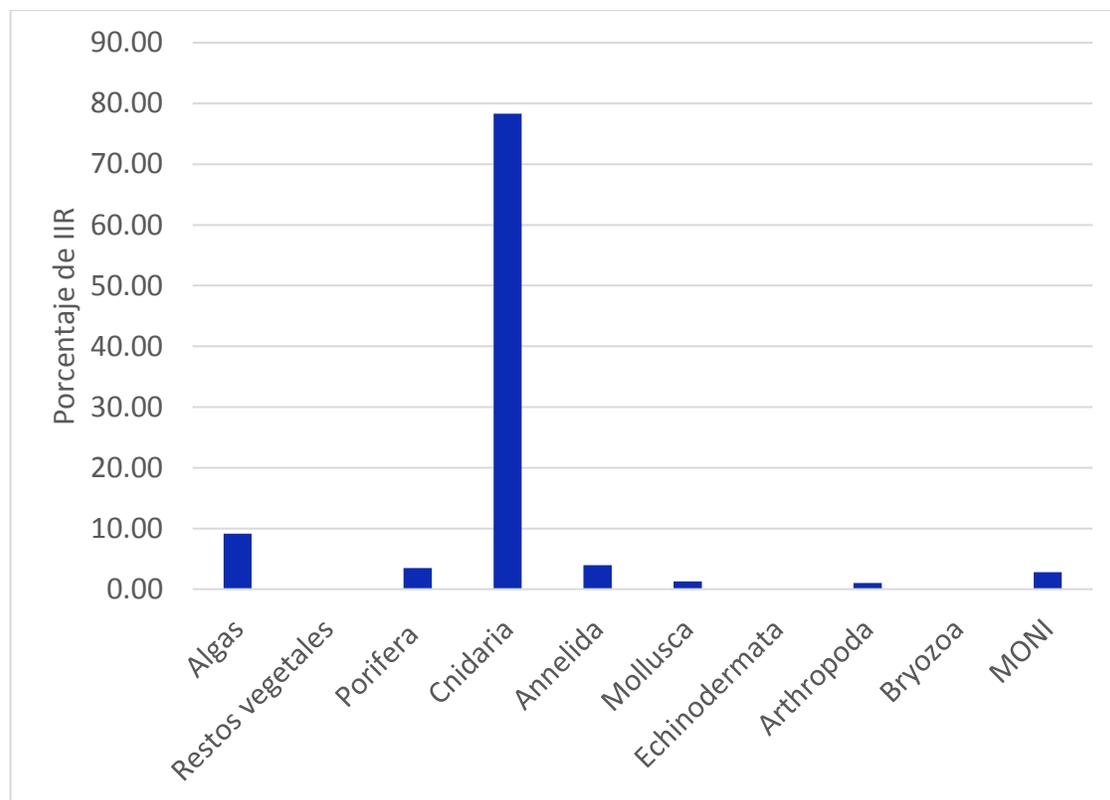


Figura 11.- Valores del índice de importancia relativa (IRI%) de los componentes tróficos encontrados para *C. faber*.



Índice de importancia relativa por tallas

Complementariamente se calculó el porcentaje de IRI por distribución de tallas, para poder observar el comportamiento alimenticio de acuerdo al tamaño de los organismos. En los organismos más pequeños representados por las dos primeras tallas, predominaron las algas como alimento primario; mientras que en el resto de las tallas se encontró una marcada inclinación por los cnidarios como alimento primario, aunque en las dos últimas dos tallas aparecen nuevamente las algas pero como alimento secundario (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de Índice de importancia relativa (IRI) de los tipos alimenticios de *C. faber* con respecto a la distribución de tallas (LP).

Tipo alimenticio / Talla (LP cm).	67-91	91-115	115-139	139-163	163-187	187-211	211-235
Algas	54.265	43.310	3.236	2.392	5.257	34.888	20.466
Restos vegetales	0	0	0	0	0.267	1.037	0.393
Porifera	0	0	0	7.743	14.847	0	0
Cnidaria	39.183	0	87.756	78.080	61.995	62.291	71.855
Annelida	0.005	0.332	2.818	5.734	9.947	1.013	0
Mollusca	0.682	0	5.880	1.589	0.869	0.009	1.914
Echinodermata	0	0	0	0	0.010	0	0
Arthropoda	0.265	0.222	0.310	1.883	1.209	0.004	0
Bryozoa	0	0	0	0.001	0.245	0	0
MONI	5.600	56.135	0	2.578	5.354	0.758	5.371

Variación alimenticia de acuerdo a los muestreos

Así mismo se realizó el cálculo del porcentaje de IRI de cada elemento alimenticio por recolecta, para obtener la variación del alimento en *Chaetodipterus faber* de acuerdo al periodo de muestreo. Se destaca el consumo constante de Cnidarios en todas las recolectas. Para el mes de mayo



(2015), se registró la ingesta de artrópodos (0.6% IIR), algas (5% IIR), anélidos (6.2% IIR), moluscos (8.4% IIR) y en mayor proporción los cnidarios como alimento primario (79.6%).

Para el mes de agosto (2015), se encontró la aparición de otros organismos invertebrados, restos de equinodermo (0.4% IIR) y bryozoa (5.9% IIR); mientras que el consumo de artrópodos aumento (1.4% IIR), así como el de moluscos (9.8% IIR) y algas que toman importancia como alimento secundario (15.9% IIR); también se apreció la notable disminución en la ingesta de anélidos (1.5% IIR) y cnidarios que disminuyen su importancia a alimento secundario (32.5% IIR).

En marzo (2016), se apreció el notorio aumento de las algas (48.2% IIR); mientras fue considerable la disminución en la ingesta de cnidarios (21% IIR), moluscos (8.3% IIR), artrópodos (0.2% IIR) y anélidos (0.08% IIR). Para el mes de mayo (2016), incrementó el consumó de cnidarios nuevamente como alimento principal (87.5% IIR) y disminuye el de algas (9.64), los resultados de este mes son similares a mayo del año anterior. Mientras que sucede lo mismo en el mes de agosto (2016), el comportamiento alimenticio es similar a agosto de 2015, pero hacen aparición las esponjas como alimento secundario (29.8% IIR).

En todos los muestreos los cnidarios obtuvieron valores elevados de IIR, excepto en el mes de marzo (2016), en donde las algas obtuvieron el mayor porcentaje. El mes de agosto (2015), obtuvo el mayor porcentaje en MONI (32.5 % IIR) (Tabla 6).



Tabla 6.- Variación del espectro trófico (IIR) entre los meses de muestreo de *C. faber* en la costa de Veracruz.

	IRI				
	may-15	ago-15	mar-16	may-16	ago-16
Algas	5.080	15.958	48.212	9.648	2.266
Restos vegetales	0	0	0	0.551	0.008
Porifera	0	0	0	0	29.854
Cnidaria	79.622	32.466	21.034	87.479	49.247
Annelida	6.182	1.471	0.083	0.342	11.129
Mollusca	8.456	9.824	8.263	0.001	0.904
Echinodermata	0	0.408	0	0	0
Arthropoda	0.660	1.374	0.282	0.021	2.417
Bryozoa	0	5.953	0	0	0.012
MONI	0	32.545	22.126	1.957	4.162

- Método Gráfico de Costello

Con respecto al método gráfico de Costello, se observó que la estrategia alimenticia de *C. faber* es especialista. Se pudo ver que los cnidarios se presentan como un alimento dominante ante los demás, lo que indica que estos organismos buscan alimentarse predominantemente de este recurso, y una buena parte de las presas son incidentales (Fig. 12).

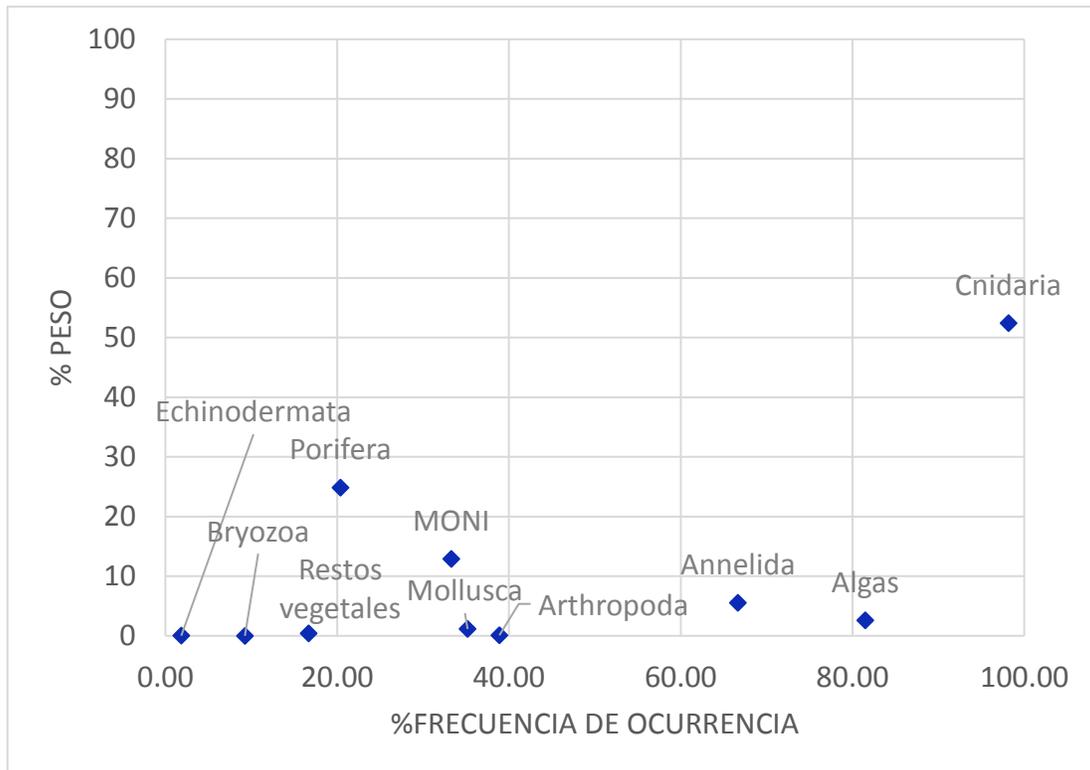


Figura 12.- Comportamiento alimenticio de *C. faber* determinado por el método gráfico de Costello.

- Nivel Trófico

El programa TrobhLab arrojó un Nivel Trófico de 3.33 (error estándar = 0.35); lo cual posiciona a *C. faber* como un organismo omnívoro con marcada preferencia hacia alimentos animales.



2. Aparato digestivo.

El aparato digestivo comienza por el aparato bucal, en *Chaetodipterus faber* la boca es pequeña, poco protráctil, de posición terminal y con mediana capacidad de apertura, la cual está estrechamente relacionada con el tamaño de la presa (Wootton 1990). Presenta dientes en el premaxilar y dentario, de tipo setiformes (Fig.13).



Figura 13.- Vista frontal y lateral de la boca y dientes Setiformes de *Chaetodipterus faber*.

Debido a que el aparato branquial influye en la alimentación de algunas especies, también fue tomado en cuenta y se observó que el primer arco branquial cuenta con diecinueve branquiespinas diminutas, casi reminiscentes (Fig. 14).



Figura 14.- Vista interna y externa del primer arco branquial de *Chaetodipterus faber*

Al llevar a cabo la disección se observa que los órganos se encuentran en posición antero ventral, dentro de la cavidad abdominal de los ejemplares, y que poseen un sistema digestivo con órganos característicos de peces óseos; boca, cavidad bucal, faringe, esófago, estómago, intestino, ciegos pilóricos, hígado y páncreas (Fig. 15).



Figura 15.- Anatomía interna de *Chaetodipteru faber*. 1)Boca, 2)Hígado, 3)Vejiga natatoria, 4) Estómago, 5) Intestino, 6) Gónada, 7) Columna vertebral



Como señas particulares *C. faber* posee un estómago bien definido, de tamaño medio, y en forma de saco; en la unión estómago-intestino se localizan cuatro ciegos pilóricos alargados; el intestino es tan alargado como su longitud patrón; hígado bifurcado de gran tamaño, localizado ventralmente a la vejiga natatoria (Fig. 16).

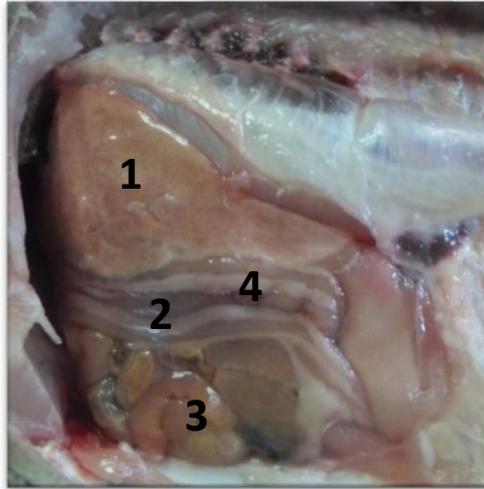


Figura 16. Composición y acomodo del sistema digestivo en la cavidad visceral de *C. faber*.

1) Hígado, 2) Estómago, 3) Intestino, 4) Ciegos pilóricos



Discusión

El número de organismos encontrados en el presente estudio fue menor al de otras investigaciones, probablemente debido al método de captura, así como la distribución de la especie en diferentes hábitats.

Las tallas de los organismos capturados fueron más pequeñas, en comparación a los obtenidos en los mismos meses en Brasil (Rodrigues *et al.*, 1980). Esto puede deberse a que el tamaño de las especies depende en gran medida de la disponibilidad de alimento y las diferentes condiciones ambientales que existen en la zona donde se encuentran (Peter, 1991).

Composición de la dieta

Concerniente al grado de repleción, el 16.6% de estómagos se encontraban vacíos, lo que puede ser producto de la expulsión violenta del alimento, causada por la contracción de los músculos esofágicos como reacción del organismo a la violencia de la captura (Rojas, 1997).

No es clara la posición trófica que ocupa *C. faber* y tampoco las interacciones biológicas que sostiene con otros organismos, por lo que sus tipos alimenticios, cómo ya se ha mencionado, resultan controversiales debido a su clasificación por diversos autores en diferentes gremios; tanto herbívoro, como omnívoro y carnívoro, (Bittencourt, 1990; Hayse, 1990; y Barros *et al.*, 2013b).

Para poder aportar más información trófica sobre esta especie, en el presente estudio se utilizaron diferentes métodos de análisis y se usaron otros que no habían sido aplicados tomando en cuenta sus diversas limitantes. Como resultado de todos los métodos aplicados, se encontró que el tipo alimenticio



predominante fue el de los cnidarios, con lo cual son considerados como el alimento primario, esto concuerda con el estudio realizado por Hayse (1990), en donde *C. faber* es determinada como una especie carnívora, algunas investigaciones han reportado la presencia de cnidarios en los estómagos de estos organismos (Linton, 1905; Townsend, 1929; Randall, 1967; Barros *et al.*, 2013 a, b).

Pearce y Stillway (1979), reportaron la presencia de un inusual ácido graso en *C. faber* y la fuente son los cnidarios, este ácido que se encuentra comúnmente en algunos peces y tortugas marinas que los consumen, lo cual nos indica que estas presas forman parte esencial de la dieta de *C. faber*.

Dentro de los cnidarios encontramos: hidrozooos, restos de anémonas con las cuales fue indispensable acudir a la microscopia para poder observar los cnidocitos y finalmente también fue observado el penatulaceo *Renilla*. Los cnidarios aquí hallados viven anclados al bentos debido a su forma de vida sésil, además comúnmente sostienen importantes asociaciones con otros organismos marinos, por lo que no es extraño que al alimentarse esta especie del alimento primario se lleve consigo otros organismos de manera incidental; este es el caso de los picnogónidos que llegan a vivir sobre hidroides, corales blandos y anémonas, así como también es el caso de los anfípodos Caprellidos que habitan sustratos como hidrozooos, algas, octocorales y esponjas; así mismo también resulta lógico encontrar elementos que se distribuyan en el bentos como algunos anfípodos, moluscos, esponjas, anélidos y briozooos (Barnes, 1980; Boero y Bouillon 2004; Brusca *et al.*, 2016). De acuerdo al tipo de presas, se observa que *C. faber* es una especie principalmente demersal, que baja al bentos para alimentarse.

Otras investigaciones reportan la presencia frecuente de medusas, en este estudio no fue posible observarlas lo cual se atribuye a la rápida desintegración en la digestión debido a su composición gelatinosa, incluso Randal (1967)



afirma que los pescadores en Trinidad capturan este pez con trozos de *Physalia* como cebo, también existe evidencia grabada en video en donde capturan a este pez en pesca deportiva con medusas *Stomolophidae* y *Aurelia* como cebo, otras evidencias en video. Con respecto a otros peces que se alimenten de cnidarios existe poca literatura que hable sobre ello, pero se sabe que los peces fungen como importantes controladores en las poblaciones de estos organismos (Ates, 1988).

Uno de los elementos alimenticios destacables son las algas, que estuvieron presentes en el 82% de los estómagos analizados pero con respecto al IIR son un alimento incidental, aunque de acuerdo a la distribución de tallas y la temporalidad, resultan ser el alimento primario en las tallas pequeñas y tomaron importancia en el mes de marzo cuando disminuye la incidencia de cnidarios; lo antes mencionado puede ser un indicador de su preferencia por las algas en etapas juveniles,, aunado a lo anterior se retoma que el desarrollo de esta especie en estadios juveniles se da en hábitats estuarinos, lo que nos señala que probablemente este recurso es el de mejor disponibilidad para ellos en estas etapas. Mientras que esta adaptación también les permite alimentarse en su fase adulta de este recurso cuando el alimento primario no está disponible. Barros (2013a) menciona que esta especie posee un dieta plástica, que puede transitar entre omnívora y carnívora, lo que le confiere ventaja sobre especies especialistas, otros estudios en efípidos mencionan que su tipo de alimentación puede cambiar de acuerdo a las horas del día y la edad de los organismos, por lo que es probable que *C. faber* también pueda realizar estos cambios en su alimentación, (Myers, 1991; Kuitert y Debelius, 2001; Barros *et al.*, 2008; Barros *et al.*, 2013a)

Así mismo las algas son el elemento alimenticio que ha generado mayor controversia debido a su gran aparición en la mayoría de efípidos, en el caso particular de *C. faber* las algas se han mencionado como un alimento de importancia (Hildebrand y Goslow, 1928.). Barros (2013b) basó su



investigación en juveniles tardíos y posicionó a esta especie como herbívora, mientras que Barros (2013a), ha indicado que la dieta herbívora figura entre las principales estrategias usadas por esta especie aunque esté sea un alimento incidental.

Con respecto al espectro trófico, fueron 9 los grupos taxonómicos que componen la dieta de *C. faber* en la costa del estado de Veracruz y concuerdan con lo indicado por otros autores pero principalmente con los señalados por Hayse (1990).

De acuerdo con el método gráfico de Costello, *C. faber* es una especie especialista en cnidarios y la mayoría de las demás presas consumidas son incidentales; mientras que las algas tienen tendencia a ser un recurso importante. Con base en el resultado de TrophLab, el nivel trófico que ocupa esta especie es omnívoro con tendencia a alimentarse de animales, este resultado se debe a la presencia constante de las algas en los contenidos estomacales, y lo podemos atribuir al probable cambio de dieta que ocurre en estos organismos, así como a la disponibilidad del alimento primario.

.

Aparato Digestivo

De acuerdo a las características del sistema digestivo en *C. faber* podemos resaltar que: los dientes de tipo setiformes se encuentran frecuentemente en omnívoros generalizados (Zárate *et al.*, 2007); un número reducido de branquiespinas es común en organismos carnívoros y omnívoros (Nadir *et al.*, 2005); estómago en forma de saco es característica de organismos omnívoros (Lagler *et al.*, 1997); el número reducido de ciegos gástricos indica mayores tendencias carnívoras (Zárate *et al.*, 2007); intestino es tan alargado como su longitud patrón, típico de organismos que se alimentan de detritus y algas, y de algunos carnívoros de especies pequeñas (Moyle *et al.*, 2000).



Las características morfológicas de cada órgano del sistema digestivo de *C. faber*, nos indican que esta especie tiene tendencia tanto a una dieta omnívora como carnívora, probablemente de especies pequeñas, lo cual puede atribuirse al probable cambio de hábitos alimenticios que ocurren a lo largo de su vida debido a la disponibilidad de los recursos así como a la ingesta incidental de materia vegetal.

Conclusiones

El análisis de la composición de la dieta de *C. faber* indica que el elemento de mayor importancia, dentro de la alimentación de esta especie en las costas de Veracruz, son los cnidarios.

Organismos en fases juveniles tienen mayor tendencia a alimentarse de algas.

El método gráfico de Costello apunta hacia una estrategia de alimentación generalista y sólo los cnidarios fungen como una presa dominante.

El nivel trófico de *C. faber* (3.3) lo posiciona dentro del gremio alimenticio de los omnívoros, con preferencia por alimentos animales.

El hábito bentónico de todas las presas encontradas señalan que *C. faber* es una especie principalmente demersal.

Las características morfológicas del tracto digestivo de *C. faber* reflejan una dieta omnívora, con mayor inclinación hacia la carnivoría de especies pequeñas.



Literatura citada

- Allen, L., Pondella, D., & Horn, M. 2006. *The Ecology of Marine Fishes: California and Adjacent Waters*. University of California Press. 387-407 pp.
- Ates R.M.L. 1988. Medusivorous fishes, a review. *Zool. Med. Leiden*. 62:3. 29-42pp.
- Barnes R.D., 1980. *Invertebrate zoology*. 4ed. Saunders College.
- Barros B., Y. Sakai., H. Hashimoto., K. Gushima., Y. Oliveira., F. A. Abrunhosa., M. Vallinoto. 2013a. Are Ephippid Fish a “Sleeping Functional Group”? – Herbivory Habits by Four Ephippidae Species Based on Stomach Contents Analysis. *In: Intech*. (3): 33-43
- Barros B., Y. Sakai., H. Hashimoto., K. Gushima., Y. Oliveira., F. A. Abrunhosa., M. Vallinoto. 2013b. Trophic adaptability of late juvenile Atlantic spadefish *Chaetodipterus faber* (Teleostei: Ephippidae) related to habitat preferences in an estuary in northeastern Brazil. *Springer*,(717): 161-167.
- Barros B, Sakai Y, Hashimoto H, Gushima K, Vallinoto M., 2012. ‘Better of alone than in bad Company’ Agonistic colour display in mimetic juveniles of two ephippid species. *Journal of Fish Biology* 81:1032-1042.
- Barros B, Sakai Y, Pereira H.C.P, Gasset E, Buchet V, Maaamaatuaiahuatapu M, Ready S.J, Oliveira Y, Giarrizzo T, Vallinoto M., 2015. Comparative allometric growth of the mimetic ephippid reef fishes *Chaetodipterus faber* and *platax orbicularis*. *PLoS ONE* 10(12).
- Bedia Sánchez C. M., Franco L. J. 2014. *Peces de los sistemas costeros del Estado de Veracruz*, Segunda Edición, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 367-544 pp
- Bester C., 2017. “*Chaetodipterus faber*”. Florida Museum disponible en <https://www.floridamuseum.ufl.edu/fish/discover/species-profiles/chaetodipterus-faber/>. Consultada el 28 de marzo de 2018.



- Bittencourt M. L., 1990. Preliminary investigations about trophic relations of Atlantic-spadefish *Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782), (Pisces, Ehippidae) in the Guaraquecaba Bay, estuarine complex of Paranagua (Parana State, Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 33:1. 195-203pp.
- Bone Q., H. Morroe., 2008. *Biology of fishes*. Taylor and Francis Group. Terceira Edition. 189-213 pp.
- Boero, F., J. Bouillon. 2004. Hydrozoa. In B. Grzimek, D.G. Kleiman, V. Geist, and M.C. McDade. 2004. Grzimek's *Animal Life Encyclopedia*. Detroit: Thomson.
- Burgess, W. & Fischer, W. (eds) 1978. *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Western Central Atlantic (Fishing Area 31), Vol. 2, FAO, Rome.
- Brusca R.C., Brusca G.J. 1990, *Invertebrates*. 2ed. McGraw-Hill. 1105 pp.
- Brusca R.C., Moore W., Shuster M., S., 2016. *Invertebrates*. 3ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts. 955-961pp.
- Castro-Aguirre J.L., Espinosa-Pérez S.H., Schmitter-Soto J.J., 1990. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Limusa Noriega Editores. Primera Edición. 455-457 pp.
- Carpenter, K.E., 2002. *The living marine resources of the western central Atlantic*. Volume 3. 1799-1800 pp.
- Chávez, E.A. 1972. Notas acerca de la ictiofauna del estuario del río Tuxpan y sus relaciones con la temperatura y la salinidad. In: J. Carranza (Ed.) Memoria IV Congreso Nacional de Oceanografía. México. 177-198pp.
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), 2012. *Anuario estadístico de acuacultura y pesca 2012*. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. México. 105-124pp.
- Costello M. J. 1990. Predator feeding strategies and prey importance; a new graphical analysis. *J. Fish Biol.* 36. 261-263pp.



- Ditty J.G., Shaw R.F., Cope J.S., 1994. A re-description of Atlantic spadefish larvae. *Chaetodipterus faber* (family: Ehippidae), and their distribution, abundance, and seasonal occurrence in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 92:262-274.
- Dos Santos M. L., Arantes P. F., Santiago B.K., Dos Santos E. J. 2014. Morphological characteristics of the digestive tract of *Schizodon knerii* (Steindachner, 1875), (Characiformes: Anostomidae): An anatomical, histological and histochemical study. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (2015) 87(2):867-878 pp.
- Durán Días A., Cisneros C. A. E., Vargas V. A., 2011. *Bioestadística. Técnicas no-paramétricas*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 2da Ed. 235-239 pp.
- Eddy F.B., Handy R.D. 2013. *Ecological and environmental physiology of fishes*. Oxford University Press. 46-57pp.
- Gersenowies R. J. R., 2015. *Alometría*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Primera Edición. 142pp.
- Gómez G. A., 1984. Inducción del desove, desarrollo embrionario y larval de *Chaetodipterus faber* (Broussonet) (Pisces, Ehippidae) en la Isla Margarita, Venezuela. *An. Inst. Inv. Mar. Punta de Betín* (14): 85-104 pp.
- Gómez G. A., 1998. Selección de peces marinos para cultivos intensivos en el Nororiente de Venezuela. *GCFI*: 50: 503-512 pp.
- Granado L. C., 1996. *Ecología de peces*. Capítulo 1. Introducción, la ictiología un concepto histórico. 17-20 pp.
- Hayse J., 1990. Feeding habits, age, growth and reproduction of Atlantic Spadefish *Chaetodipterus faber* (Pisces: Ehippidae) in South Carolina. *Fishery Bulletin*. 88(1): 67-83 pp.
- Helfman S.G., Collete B.B., Facey E.D., Bowen W.B., 2009. *Diversity of fishes*. Wiley-Blackwell. Second Edition. 3-9 pp.



- Hildebrand M, Goslow G., 1998. *Analysis of Vertebrate Structure*. London, UK: Wiley. 660p.
- Hyslop E.J., 1980. Stomach contents analysis- a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17, 411-429.
- Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA). 2006. *Sustentabilidad y pesca responsable en México*. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). 560pp.
- Kuitert, R y Debelius, H. 2001. *Surgeonfishes, Rabbitfishes and their relatives: A comprehensive guide to Acanthuroidei*, TMC publishing, Chorleywood, UK.
- Lagler F.J., Bandach M. M., May Passino D. 1977. *Ictiología* AGT Editor S.A, México D.F. 489pp.
- León-Alvarez D. y Núñez Resendiz M.L., 2011. *Clave interactiva de identificación de géneros de algas marinas tropicales de México: II. Algas pardas*. Ed. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.
- León-Alvarez D., Rodríguez Vargas D., López Gómez N.A., Ponce Márquez M.E., Fragoso Tejas D., Candelaria Silva C., Núñez Reséndiz M.L. Cruz Rodríguez A., 2016. *Clave interactiva de identificación de géneros de algas marinas tropicales de México: III. Algas rojas*. Ed. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM
- Levinton, J.S. 2001. *Marine Biology*, 2da Edición. Oxford: Oxford University Press.
- Linton E., 1905. Parasites of fishes of Beaufort, North Carolina. *Bulletin of the bureau of fisheries*. 21. 321-428.pp.
- Llamazares Vegh, S. 2014. Análisis de Contenidos Estomacales de las Especies de Interés Deportivo y Comercial. Informe Primera Etapa. Dirección de Pesca Continental, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Argentina, MAGyP. Bs. As., Informe Técnico n° 10: 1-15.



- Magallanes H. & M.P. Tabarez, Los peces del río Porce y la Quebrada la Cancana EEPPM. Serie Monitoreo físico biótico. Porce II. No. 3.1998.
- Manko, P. 2016. *Stomach content analysis in freshwater fish feeding ecology*. University of Prešov.
- Mar Silva V., Hernández M.R., Medina N.M., 2014. Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. Ciencias Biológico Agropecuarias. *Biológicas*. 16(2):13-16pp.
- Mohanty, B.P. 2011. Fish as Health Food. Ch. 35, pp. 843-861, In: *Handbook of Fisheries and Aquaculture*, 2nd edn ICA-DKMA, New Delhi.
- Moyle, P. B., & Cech, J.J. 1988. *Fishes: an introduction to ichthyology*, Englewood Cliffs, N.J; Prentice Hall. 90-95 pp.
- Moyle, P. B. & J. J. Cech. 2000. *Fishes. An introduction to Ichthyology*. 4th Ed. Prentice Hall. New Jersey. USA. 612 pp
- Myers R.F. 1991. *Micronesian reef fishes*. Second Ed. Coral Graphics, Barrigada, Guam.
- Nadir A. S., Ghaith J. A., Hasssan M.A.H., 2005. Gill rakers morphometry and filtering mechanism in some marine teleosts from red sea coast of Yemen. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 31: 286-296pp.
- Nelson S.J., Grande C.T., Wilson V.M.M., 2016. *Fishes of the world*. Wiley. Fifth Edition. 1-12 pp.
- Nelson S.J., 2006. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, Inc. Fourth Edition. 339-341 pp.
- Nikolsky, G.V., 1963, *The ecology of fishes*, 6 ed., London, Academic Press, 353pp.
- Parce R.E., and L.W. Stillway. 1976. Trans-6-hexadecanoic acid in the spadefish *Chaetodipterus faber*. *Lipids*. 11. 248:249.
- Qasim S.M., Bhattathiri P.M.A., Reddy C.V.G., 1972. Primaty Production of an Atoll in the Laccadives. Biological Oceanography Division.



Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie.52:2. 207-225pp.

- Randall J. E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *In:* Hawaii Institute of Marine Biology, University of Hawaii, Honolulu and Berenice P. Bishop Museum, Honolulu. 664-758pp.
- Reséndez Medina, A. 1970. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales Inst. Biol., Unam, Ser. Cienc. Del Mar y Limnol.* 41(1):79-146.
- Ribeiro J, Carmona de Sao C.S., Silva L.M.L., Knoff M., 2013. Nematode larvae of hygienic importance infecting *Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782) and *Trachinotus carolinus* (Linnaeus, 1766) (Pisces: Teleostei) in Brazil. *Revista Brasileña Medico Veterinaria*, 36(2):121-124 pp.
- Robaina G., Salaya J.J., 1993. Crecimiento, sobrevivencia, tasa de conversión y eficiencia alimentaria de la paguara *Chaetodipterus faber* (pisces: ephippidae) bajo diferentes dietas. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 22:1. 69-76pp.
- Rodrigues Couto M M L, Vasconcelos Filho AL., 1980. Estuo ecológico da regioao de Itamaracá, Pernambuco, Brasil. VIII sobre a biología de *Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782), pisces Eppiphidae, no canal de Santa Cruz. (1). Recife, 15: 311-322 pp. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE. Recife.* 15. 311-322.
- Rodríguez-Preciado J.A., 2008. Hábitos alimenticios de *Pomadasy panamensis* (Steindachner, 1875) y *Haemulopsis leuciscus* (Günther, 1864) (Pisces: Haemulidae) en la costa de Sinaloa, México. Tesis de Grado, UNAM, Mazatlán, 2008.
- Rojas M.J. 1997. Hábitos alimenticios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 45:3. 471-476pp.
- Ruppert, E. E., Barnes, R. D., & Barnes, R. D. 1994. *Invertebrate zoology*. 6ed. Mc Graw-Hill. 1114pp.



- Stergiou, K., Vasiliki K., 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 11: 217-274 pp.
- Stillwell, C.E. y N.E. Kohler. 1982. Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish Aquat. Sci*, 39: 407-414.
- Toledo Ocampo, A., 2005. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México, p. 25-52. In: A. V. Botello, J. Rendón-von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). *Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*, 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Townsend C.H. 1929. Record of changes in color among fishes. *Zoologica; N. Y. Zoological Society*. Vol. IX: 9. 321: 378pp.
- Trushenski, J, T., M.H. Schawarts., J. Bowzer, B. Gause, B. Delbos, and T. Fenn., 2012. Temperature Affects Growth and Tissue Fatty Acid Composition of Juvenile Atlantic Spadefish. *North American Journal of Aquaculture* 74: 338-346 pp.
- Winemiller, K. O., y Pianka, E.R., 1990. Organization in natural assemblages of desert Lizards and tropical fishes. *Ecological Monographs*, 60(1), 27-55pp.
- Wootton, R.J., 1990. *Biology of teleost fishes*. Chapman & Hall. London. Great Britain. 404 pp.
- Yáñez-Arancibia A., 1975. Relaciones tróficas de la fauna ictiológica del sistema lagunar costero de guerrero y aspectos parciales de la dinámica de poblaciones de los peces de importancia comercial. 280p. *In: Informe final del programa de investigación del uso de la zona costera de los estados de Michoacán y Guerrero. Convenio comisión del Río Balsas, S.R.H y Centro de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. México, 750pp.*
- Zachavaria P.U. 2015. Trophic levels and food chain. *Central Marine Fisheries Reseach Institute. Demersal Fisheries Division*. 36pp.



- Zarate, R; Aguirre, A; Ortiz, S y Castillo, M. (2007). *Ecomorfología de peces estuarinos del Golfo de México*. Laboratorio de Peces, Depto. de Biología y Laboratorio Ecología Costera y Pesquerías. UAM-I. 16 pp.
- Zarco-Perello S, Moreno-Mendoza R, Simões N., (2014) Checklist of Fishes from Madagascar Reef, Campeche Bank, Mexico. *Biodiversity Data Journal* 2, 1100: 1100-1100, [URL:http://dx.doi.org/10.3897/BDJ.2.e1100](http://dx.doi.org/10.3897/BDJ.2.e1100).