



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Ecomorfología alimentaria de tres especies de carángidos
Caranx hippos, *Caranx crysos* y *Trachinotus falcatus*
(CARANGIFORMES: CARANGIDAE), de la localidad de
Barrancas, Veracruz**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

CARLOS BLAS GARFIAS

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ PÉREZ

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, MAYO 2018





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.



DEDICATORIA

A mis padres Rafael Blas y Laura Garfias: Por brindarme siempre un apoyo incondicional, por confiar en mí, en mi carrera y siempre mostrar un constante interés por mi trabajo, por cuidarme y protegerme, por impulsar mis deseos de ser una mejor persona, por nunca darse por vencidos ante la adversidad y siempre luchar para seguir adelante. Papá gracias por todo el apoyo y confianza que me has brindado y por todo el trabajo que has realizado para que yo saliera adelante. Mamá, te agradezco por cada sacrificio que has hecho para lograr sacarme adelante. Este trabajo no es solo mío, este trabajo es más suyo que mío, porque sin ustedes nada de esto lo hubiera logrado.

A mi primo Víctor Manuel, que a pesar de que ya no te encuentres con nosotros, fuiste una gran persona con la cual compartí grandes momentos en mi niñez, gracias por compartir muchos de tus gustos y aventuras.

A una persona muy especial para mí, Ariana Solís, porque este trabajo nunca se hubiera logrado sin tu apoyo incondicional, por tus grandes consejos, porque siempre estuviste ahí en los peores momentos, por ayudarme a creer en mí, porque gracias a ti me di cuenta que no existe nada imposible, por cada aventura que compartimos en los últimos años, y que, a pesar de tomar caminos diferentes, sabes cuán importante eres para mí y que nunca habrá palabras suficientes para darte mi agradecimiento, te quiero por siempre.

*“Soy de las que piensan que la ciencia tiene una gran belleza.
Un científico en su laboratorio no es sólo un técnico: también es
un niño colocado ante fenómenos naturales que lo impresionan
como un cuento de hadas”*

-Marie Curie



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la FES-Iztacala, por brindarme la oportunidad de crecer como persona e instruirme con el gran conocimiento que muchos de sus docentes me compartieron.

En especial a José Antonio Martínez Pérez, que dedico gran cantidad de tiempo y esmero en pulir y mejorar este trabajo, además de ser una gran persona, con grandes cualidades, la cual admiro en diferentes facetas, gracias por todo su tiempo y esmero en tratar de transmitirnos el conocimiento, tanto científico como cultural, no hay manera posible de darle las gracias por estos años que hemos compartido, que mas que un profesor también es mi amigo.

A mis sinodales: Dra. Norma A. Navarrete, Mtro. Rafael Chávez y sobre todo a José L. Tello, por su tiempo prestado en la revisión de este trabajo, así como en las correcciones y recomendaciones para este trabajo.

Al Dr. Luis F. Del moral, por su apoyo en este trabajo, por sus grandes enseñanzas del mundo de los peces además de todas esas experiencias y convivencias que hemos tenido.

A mi familia en general, por alentarme en mi formación, por cuidar y apoyarme a continuar con mis sueños y metas, por siempre mostrar interés en mis actividades y aventuras; sobre todo a mi hermano que, aunque no seamos los mejores hermanos, ambos sabemos que siempre estaremos el uno para el otro, gracias por cada momento divertido que hemos compartido.

A mis amigos de la carrera: Alan, Carolina, Adrián, Zaze, Mel, Karen además de mis compañeros de laboratorio: Lalo, Tao, Sam, Karen, gracias a todos ustedes por alegrarme con sus risas y compañerismo, estos largos 4 años no hubieran sido los mismos sin ustedes, gracias.



INDICE

I. RESUMEN.....	9
II. INTRODUCCIÓN.....	10
III. ANTECEDENTES.....	14
IV. OBJETIVOS.....	18
Objetivo general.....	18
Objetivos particulares.....	18
V. MATERIALES Y MÉTODO.....	19
Trabajo de campo.....	19
Trabajo de laboratorio.....	20
Características morfológicas.....	20
Análisis trófico.....	22
VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	28
<i>Caranx crysos</i>	32
<i>Caranx hippos</i>	42
<i>Trachinotus falcatus</i>	51
ECOMORFOLOGÍA ALIMENTARIA.....	61
VII. DISCUSIÓN.....	64
VIII. CONCLUSIONES.....	76
IX. LITERATURA CITADA.....	77



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del punto de muestreo, donde fueron capturados los organismos.....	19
Figura 2. Esquema de medidas morfológicas propuestas por Albouy <i>et al.</i> (2011) y Soares <i>et al.</i> (2013) (Véase Tabla 1 para abreviaturas).....	21
Figura 3. Método de visualización gráfica de los ítems alimentarios. D: Presas dominantes, R: Presas raras, G: Dieta generalista, E: Dieta especialista (Tomado de Bohórquez, 2009).....	26
Figura 4. Ejemplar de <i>Caranx crysos</i> , colectado en la localidad de Las Barrancas, Veracruz.....	33
Figura 5. Vista lateral y superior del maxilar y dentario de <i>C. crysos</i>	34
Figura 6. Se observan los parches de dientes viliformes sobre la lengua de <i>C. crysos</i>	34
Figura 7. Dientes faríngeos inferiores o quinto ceratobranquial, pertenecientes a <i>C. crysos</i>	35
Figura 8. Placas faringobranquiales pares, donde se muestran los diversos tipos y tamaños de los dientes de <i>C. crysos</i> . (A), faringobranquial segundo, (B) faringobranquial tercero y (C) faringobranquial cuarto.	36
Figura 9. Fotografía y esquema del primer arco branquial de <i>C. crysos</i> . Se observa una gran cantidad de branquiespinas, además estas son demasiado largas.	36
Figura 10. Fotografía del segundo arco branquial de <i>C. crysos</i> ; (A) se muestran parches de dientes viliformes a lo largo del arco branquial.....	37
Figura 11. Fotografía del estómago sencillo en forma de Y de <i>C. crysos</i> , no se puede diferenciar la región fúndica de la pilórica.	38
Figura 12. Fotografía de los ciegos gástricos observados <i>C. crysos</i> , se observa gran número de ciegos gástricos además de delgados.	38
Figura 13. Fotografía del intestino observado en <i>C. crysos</i> , el intestino fue pequeño, de paredes delgadas y conto únicamente con dos asas intestinales.	39
Figura 14. Representación gráfica del IIR para las presas encontradas en <i>C. crysos</i> . Abreviaturas se tiene DEC, decápodos; PEL, pelecípodos; GAS, gasterópodos; ALG, algas; ANF, anfípodos; COP, copépodos; DET, detrito; MONI; materia orgánica no identificada; PEC, peces y PLA, platelmintos.	40
Figura 15. Representación tridimensional de la dieta de <i>C. crysos</i> ; se emplea como base los valores obtenidos del porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N) y porcentaje en peso (%P), el círculo rojo agrupa a los tipos alimentarios menos abundantes dentro de la dieta (PLA, DEC, ALG, ANF, PEL, GAS y COP. (Para abreviaturas véase figura 14)	41
Figura 16. Ejemplar de <i>Caranx hippos</i> colectado en la localidad de Las Barrancas, Veracruz.....	43
Figura 17. Vista lateral y superior del maxilar y dentario de <i>C. hippos</i>	44



Figura 18. Se observan parches de dientes, sobre la lengua de *C. hippos*..... 44

Figura 19. Dientes faríngeos inferiores de *C. hippos*, correspondientes al quinto ceratobranquial..... 45

Figura 20. Placas faringobranquiales pares, donde se muestran los diversos tipos y tamaños de los dientes de *C. hippos*. (A), faringobranquial segundo, (B) faringobranquial tercero y (C) faringobranquial cuarto. 46

Figura 21. Fotografía y esquema del primer arco branquial de *C. hippos*, se observan pocas branquiespinas además de no ser sumamente grandes..... 47

Figura 22. Fotografía del segundo arco branquial de *C. hippos*; (A) se muestran parches de dientes viliformes a lo largo del arco branquial. 47

Figura 23. Fotografía del estómago sencillo en forma de “Y” de *C. hippos*..... 48

Figura 24. Fotografía de los ciegos gástricos observados *C. hippos*, se observa gran número de ciegos gástricos además de delgados. 48

Figura 25. Fotografía del intestino de *C. hippos*, de un organismo de 150 mm.... 48

Figura 26. Representación gráfica del IIR para las presas encontradas en *C. hippos*. Abreviaturas: DEC, decápodos; PEL, pelecípodos; GAS, gasterópodos; ALG, algas; ANF, anfípodos; COP, copépodos; DET, detrito; MONI; materia orgánica no identificada; PEC, peces y PLA, platelmintos..... 49

Figura 27. Representación tridimensional de la dieta de *C. hippos*, a de los valores obtenidos del porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N) y porcentaje en peso (%P) el círculo rojo agrupa a los tipos alimentarios menos abundantes dentro de la dieta (para abreviaturas véase la tabla 26)..... 50

Figura 28. Ejemplar de *Trachinotus falcatus* colectado en la localidad de Las Barrancas, Veracruz..... 52

Figura 29. Esquema en vista lateral y superior de la mandíbula de *T. falcatus*.... 53

Figura 30. Dientes faríngeos inferiores de *T. falcatus*, a manera de placa correspondientes al quinto ceratobranquial..... 54

Figura 31. Placas faringobranquiales pares de *T. falcatus*, donde se muestra la fusión del segundo, tercero y cuarto faringobranquial..... 54

Figura 32. Fotografía y esquema del primer arco branquial de *T. falcatus*, las branquiespinas observadas son pequeñas y algunas de ellas rudimentarias. 55

Figura 33. Segundo arco branquial de *T. falcatus*, donde se muestra la ausencia de branquiespinas a lo largo del arco branquial, solamente se observan parches de dientes viliformes..... 56

Figura 34. Estomago de *T. falcatus*, en forma de “Y”, este se observa pequeño y simple..... 57

Figura 35. Ciegos gástricos presentes en *T. falcatus*, estos son largos..... 57

Figura 36. Intestino de *T. falcatus*, este es simple y pequeño, con dos asas intestinales además de presentar paredes delgadas. 58

Figura 37. Representación gráfica del IIR para las presas encontradas en *T. falcatus*. Abreviaturas: DEC, decápodos; PEL, pelecípodos; GAS, gasterópodos;



ALG, algas; ANF, anfípodos; COP, copépodos; DET, detrito; MONI; materia orgánica no identificada y POL, poliquetos. 59

Figura 38. Representación tridimensional de la dieta de *T. falcatus* con base en los valores obtenidos del porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N) y porcentaje en peso (%P), el círculo rojo agrupa a los tipos alimentarios menos abundantes dentro de la dieta (para las abreviaturas véase la figura 37). 60

Figura 39. Proyección de los valores del eje 1 y 2 del análisis de componentes principales (ACP) para la relación especie – dieta, para las 3 especies analizadas. Las especies están representadas por puntos y las dietas por líneas (para las abreviaturas véase la tabla 2). 62

Figura 40. Proyección de los valores del eje 1 y 2 del análisis de componentes principales (ACP) para los atributos ecomorfológicos de las 3 especies analizadas. Las especies están representadas por puntos y los atributos ecomorfológicos por líneas (para las abreviaturas véase la tabla 2). 63



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Mediciones corporales básicas tomadas de a los organismos bajo estudio.	20
Tabla 2. Índices ecomorfológicos, fórmulas y códigos utilizados.	21
Tabla 3. Características de los cuatro grados de digestión utilizados para catalogar las presas (Tomado de Bohórquez, 2009).	23
Tabla 4. Datos generales de las especies estudiadas.	29
Tabla 5. No. De ejemplares capturados, categorías de llenado y valores de repleción y vacuidad.	29
Tabla 6. Valores resultantes del coeficiente de succión propuesto por Carroll (2004).	30
Tabla 7. Longitud relativa del intestino y tipo de dieta.	30
Tabla 8. Medición de la rama inferior y superior, además del número de branquiespinas y valor promedio de estas.	31
Tabla 9. Medidas morfológicas de <i>Caranx crysos</i>	32
Tabla 10. Resultados de los índices ecomorfológicos para <i>Caranx crysos</i>	33
Tabla 11. Medidas morfológicas de <i>Caranx hippos</i>	42
Tabla 12. Resultados de los índices ecomorfológicos para <i>Caranx hippos</i>	43
Tabla 13. Medidas morfológicas de <i>Trachinotus falcatus</i>	51
Tabla 14. Resultados de los índices ecomorfológicos para <i>Trachinotus falcatus</i>	52
Tabla 15. Índices ecomorfológicos y sus abreviaturas utilizadas.	61



I. RESUMEN

El estudio ecomorfológico tiene como finalidad el análisis de la interacción entre la diversidad morfológica y la ecológica, explicando los mecanismos por los cuales las variaciones morfológicas resultan eficientes para el organismo. El presente estudio tiene como finalidad describir la ecomorfolología alimentaria de *Caranx hippos*, *C. crysos* y *Trachinotus falcatus*, mediante la descripción de las estructuras utilizadas para la captura y procesamiento del alimento; además de realizar un análisis de contenido estomacal y por último establecer relaciones morfológicas con la dieta encontrada. Los organismos se capturaron con un chinchorro playero, con apertura de dos pulgadas. En total se recolectaron 370 ejemplares; se identificaron los tipos de dentición; la forma, tamaño y características de las branquiespinas, así como en el estómago, ciegos gástricos e intestino; se realizaron mediciones de la cavidad bucal para determinar el índice de succión; se analizó el contenido estomacal mediante el método de índice de importancia relativa (IIR). Como resultado se obtuvo que tanto *C. crysos* y *C. hippos* tienen una mayor capacidad de succión, esto aunado al tamaño y posición de la boca, el tipo de dentición, tamaño y forma de las branquiespinas, estómago e intestino, se indica que son peces carnívoros ictiófagos. El gremio trófico se sustenta en el análisis de contenido estomacal, el cual demostró que los peces fueron la presa dominante. Por otra parte, las características morfológicas como una dentición especializada y el tipo de dieta (pelecípodos y gasterópodos) presentes en *T. falcatus* reflejaron una dieta durofaga-carnívora. Se concluye que las estructuras morfológicas observadas y la forma corporal guardan una relación con la alimentación encontrada tanto en *C. hippos* y *C. crysos* como en *T. falcatus*.



II. INTRODUCCIÓN

Los peces poseen una gran capacidad adaptativa, que les ha permitido habitar gran cantidad de ambientes acuáticos, esto debido principalmente a una gran diversidad morfológica, fisiológica y conductual. En los peces actuales, esto es producto de tres principales factores: el primero, su herencia evolutiva; el segundo, sus mecanismos estructurales, que pueden ser de tipo ontogenético o morfogenético; y, por último, su morfología funcional, que permite relacionar la forma de las estructuras con su función (Reecht *et al.*, 2013).

El actual recuento reconoce cerca de 33,600 especies de peces a nivel mundial (Nelson *et al.*, 2016), considerándose el grupo de vertebrados más próspero. De este número al menos 2,763 especies son registradas para México (Espinosa, 2014), es decir, que nuestro país alberga aproximadamente el 8.2% del total de las especies ícticas. Dentro de las especies reportadas para México se encuentra el grupo de los Carangiformes, comprendido por 6 familias, destacando la familia Carangidae por ser la más diversa, con 30 géneros y cerca de 147 especies.

Los peces de la familia Carangidae, conocidos como jureles, palometas, papelillos, pámpanos o corredores azules. Son una familia muy heterogénea en su morfología, encontrándose peces elongados, comprimidos, elevados, algunos con línea media modificada a manera de escudetes, boca terminal, mandíbula ligeramente protractil, un pedúnculo muy delgado. Algunas de estas características son observadas en peces de nado activo y una alimentación carnívora-piscívora (Nelson *et al.*, 2016)

La mayoría de los carángidos son especies eurihalinas, principalmente marinas costeras y estuario-lagunares, aunque debido a su capacidad eurihalina algunas se han adaptado al agua dulce. Esta familia se subdivide en 4 subfamilias, Scomberoidinae, Naucratinae, Trachinotinae y Caranginae, esta última a su vez se divide en 20 géneros, dentro de los cuales el género *Caranx* es uno de los más importantes, al comprender al menos 18 especies. Por otro lado, la subfamilia Trachinotinae se divide en 2 géneros, de los cuales el más representativo es *Trachinotus* al albergar al menos 20 especies (Nelson *et al.*, 2016).



Particularmente las especies *Caranx hippos*, *C. crysos* y *Trachinotus falcatus*, tienen importancia económica por ser objetivo de captura tanto en las pesquerías ribereñas como en la pesca deportiva (Arreguín & Arcos, 2011; Caiafa *et al.*, 2011; Davila, 2014), así como ecológicamente al considerarse parte del equilibrio ecológico y dinámico de los hábitats que ocupan. Estas especies llegan a formar cardúmenes medianos y grandes; durante su fase juvenil están asociados por lo general a aguas someras de suelos arenosos y lodosos, mientras que, en estadios adultos, se encuentran en mar abierto, en aguas profundas, a excepción de *T. falcatus* que prefiere aguas someras y únicamente en época reproductiva prefiere aguas profundas (Carpenter, 2002; Bone & Moore, 2008).

Una consecuencia directa de la gran heterogeneidad de la morfología de la familia Carangidae es la gran amplitud de nicho que esta llega a ocupar; por ejemplo, la gran diversidad alimentaria que poseen, es sumamente compleja, esto influido principalmente por la gran cantidad de ecosistemas en los que estos peces se encuentran y la gran diversidad morfológica que los mismos poseen. Siendo, la alimentación una de las funciones más importantes, ya que es el preámbulo para el crecimiento, desarrollo y reproducción de cualquier especie (Nikolsky, 1963).

En el grupo de los peces existen tres principales formas de alimentación: por succión, RAM y la alimentación por mordedura, siendo la primera, la más común y al mismo tiempo la más primitiva entre los peces (Bone & Moore, 2008). La correlación de la morfología con los hábitos y tipos alimentarios, tiene gran relevancia para comprender el papel ecológico, que un individuo o especie juega dentro del ecosistema (Sampaio & Goulart, 2011), además de que es una forma predictiva de entender la forma en que los organismos se desarrollan durante su ciclo de vida (Lagler *et al.*, 1984; Fernández *et al.*, 2012).

La correlación entre la morfología y la alimentación se encuentran influidas principalmente por el proceso de búsqueda e ingesta de los alimentos que, habitual o fortuitamente, llegan a consumir los organismos. Los alimentos consumidos llegan a presentar variaciones de acuerdo a la ontogenia, además de que el alimento estará influenciado “principalmente” por el hábitat, períodos estacionales y el tipo de



vida que desarrollen los organismos (Lagler *et al.*, 1984; Sánchez *et al.*, 2003; Guevara *et al.*, 2007; Bone & Moore, 2008).

El estudio del aparato alimentario y la mecánica alimentaria de los peces proporciona algunos de los mejores ejemplos del dicho "la forma sigue a la función" (Nikolsky, 1963; Bone & Moore, 2008). En los estudios donde se ha relacionado la dieta con la morfología, se observan variaciones en las características externas, como: la longitud estándar, longitud y altura de la cabeza, habilidad para el nado, así como el tamaño y posición de los ojos. Sin embargo, son más evidentes en las estructuras ligadas directamente con la alimentación, como la dentadura, tamaño, posición y tipo de los dientes, al igual que en la apertura mandibular y fuerza de la misma. Estas características tienen una fuerte relación con el tamaño de la presa, ya que de acuerdo a Ward Campbell *et al.* (2005) y Hulsey *et al.* (2010), el tamaño de las presas nunca supera el ancho de la boca del organismo; además de estas relaciones, se observan también relaciones con la longitud de los arcos branquiales, el número, longitud y distancia existente entre las branquiespinas, la forma, tamaño y modificaciones del esófago, estómago e intestino (Fugi *et al.*, 2001; Zárate *et al.*, 2007; Bone & Moore, 2008; Sley *et al.*, 2009; Bohorquez, 2009; Moreno, 2011; Soares *et al.*, 2013; Reece *et al.*, 2013). Todas estas características establecen los límites de los tipos y tamaños de las presas que pueden ser capturados, consumidos y digeridos (Nikolsky 1963; Lagler *et al.*, 1984; Wennhage & Pihl, 2002, Bone & Moore, 2008).

Una de las herramientas utilizadas para observar las relaciones existentes entre el papel que juega una especie con su forma, es la ecomorfología o morfología ecológica, la cual tiene como finalidad el análisis de la interacción entre la diversidad de las formas biológicas de los organismos y su actividad en el ambiente donde se desarrollan (Fernández *et al.*, 2012). Explicando así, los mecanismos por los cuales las variaciones morfológicas, similares o distintivas existentes en las especies o taxas superiores, resultan funcionales para su desempeño en el ambiente (Fernández *et al.*, 2012; Reece *et al.*, 2013;).



La ecomorfología se desarrolla en dos niveles: el primero relaciona a los organismos con sus características fenotípicas (por ejemplo, la morfología bucal), el segundo busca las relaciones en el uso de los recursos ecológicos en un ambiente particular (ejemplificado a través del análisis de sus dietas) (Bohorquez, 2009).

La ecomorfología se apoya de herramientas como la ecología y la fisiología de los organismos; además de ello, se ha implementado la morfometría (Volpedo & Echeverría, 2003). La morfometría se encarga de cuantificar los atributos morfológicos de los organismos, dando como resultado valores numéricos, los cuales se pueden emplear para calcular índices ecomorfológicos como los propuestos por Albouy *et al.* (2011) y Soares *et al.* (2013), que puede expresar las relaciones morfológicas con sus formas de vida y tipos o hábitos alimentarios.



III. ANTECEDENTES

Kwei (1978), llevó a cabo un trabajo sobre la alimentación de *Caranx hippos* en las costas de Ghana, reportando que esta especie se alimenta cuando los bancos de arena son revueltos por el agua o por otros organismos, además de presentar una alimentación en cardumen; reportan que tienen una alimentación predominantemente diurna.

Winemiller (1991), examinó 30 características morfológicas, relacionadas con la ecología de las especies de peces dominantes en cinco regiones geográficas distintas: Alaska, costa oriental de Estados Unidos, Costa Rica, Venezuela y Zambia. Obtuvo valores medios para la mayoría de los caracteres morfológicos, los cuales variaron poco entre regiones, menciona que existen “patrones faunísticos similares en el espacio morfológico”. Fugi y colaboradores (2001), describieron la morfología del aparato digestivo, el tamaño y el contenido orgánico de los alimentos ingeridos de cinco especies de peces. Estas especies tienen boca, dientes, branquiespinas, estómago e intestino diferentes, las cuales se relacionaron con el tipo, tamaño y calidad nutricional de los alimentos ingeridos.

Silvano (2001), realizó un estudio alimenticio de *Caranx latus*, en isla Buzios, Brasil. Esta especie tiende a alimentarse cuando se encuentra en movimiento o bien buscando presas entre rocas, además de aprovechar las perturbaciones del fondo, hechas por otros peces, para poder capturar organismos bentónicos.

Ward-Campell y colaboradores (2005), analizaron las características morfológicas y el contenido intestinal de cinco especies de peces de agua dulce coexistentes en Tailandia: Demostraron una variedad de dietas y su relación con la morfología del intestino, la altura de la boca, el ancho de la misma y su orientación, así como la posición del ojo.

Sley y colaboradores (2009), analizaron el tipo y hábito alimentario de *Caranx crysos*, en el Golfo de Gabés en Tunéz, mediante el índice de importancia relativa (IIR), determinando que las presas más importantes fueron los peces y



los crustáceos, mientras que los moluscos fueron un tipo alimentario poco frecuente, además de encontrar variaciones alimentarias ontogenéticas, y estacionales.

Cochran-Biederman y Winemiller (2010), investigaron las relaciones morfológicas y ecológicas interespecíficas dentro del ensamblaje de seis cíclidos en Belice. Las distribuciones de las especies arrojaron patrones consistentes entre las variables de dieta y hábitat, así como de los patrones morfológicos funcionales.

Fernández y colaboradores (2012), llevaron a cabo un trabajo referente a la dieta y ecomorfología de la ictiofauna del arroyo Manantiales, en Argentina. Establecieron atributos ecomorfológicos para agrupar a las especies en grupos tróficos, con el fin de distinguir entre las especies y sus hábitos y tipos alimentarios. Encontraron dietas de tipo carnívora, omnívora, detritívoras-alguívoras, estableciendo hábitos alimentarios, bentónicos, nectónicos, nectobentónicos y pelágicos.

Lawson y colaboradores (2013), realizaron un estudio en Lagos, Nigeria, de una pequeña población del jurel *Caranx hippos*; el trabajo proporcionó datos sobre la abundancia, patrones de crecimiento, morfometría, factor de condición, proporción de sexos, así como de hábitos alimentarios.

Soares y colaboradores (2013), llevaron a cabo un estudio relacionado con los patrones ecomorfológicos de los peces costeros amazónicos de Brasil. Tomaron en cuenta 23 atributos ecomorfológicos relacionados con la locomoción, posición en la columna de agua y el comportamiento de búsqueda de alimento; además, se evaluaron las correlaciones existentes entre los patrones morfológicos y la dieta encontrada en cada una de las especies, estableciendo correlaciones morfológicas ligadas a patrones y tipos alimentarios.

Reecht y colaboradores (2013), llevaron a cabo un trabajo sobre la relación existente entre la morfología de peces del mar céltico, con el tipo de depredación



que llevan a cabo. Encontraron 11 grupos funcionales de depredadores, siendo al tamaño de los organismos el factor condicionante dentro del tipo de depredación y el tamaño de la presa.

Sonnefeld y colaboradores (2014), realizaron un estudio en Florida, mediante un análisis multivariado, para determinar los componentes funcionales clave del mecanismo de alimentación que predice el modo de alimentación de los peces. Se analizaron dieciséis características relevantes para la alimentación de cada una de las 22 especies. El modelo reveló que el 91% de los modos de alimentación se predijeron correctamente por las propiedades del mecanismo de alimentación.

Neves y colaboradores (2015), realizaron un trabajo sobre las relaciones morfológicas y dietéticas del ensamblaje de peces en el parque nacional de Iguazú, analizando los contenidos estomacales pertenecientes a siete especies. Además, analizaron sus atributos ecomorfológicos, revelando una correlación significativa entre la dieta y la morfología, lo que indica la independencia de la filogenia de las especies.

Como puede observarse, existen bastantes trabajos a nivel mundial, que estudian y analizan las distintas estrategias alimentarias, los tipos alimentarios y la ecomorfología alimentaria de diversas especies de peces. Sin embargo, lo referente a la ecomorfología de peces óseos, en el territorio nacional, ha estado casi en el olvido. Entre los únicos trabajos encontrados se encuentran los siguientes:

Bohorquez (2009), realizó un trabajo sobre la ecomorfología alimentaria de algunas especies de peces asociadas a fondos blandos, en la costa de Nayarit. En el cual analizó, mediante el índice de importancia relativa (IIR), el espectro trófico que presenta cada una de las especies; la morfología fue analizada mediante técnicas de morfología geométrica, determinando que no existen variaciones morfológicas de forma entre las especies de las familias Lutjanidae y Haemulidae.



Moreno (2011), analizó la relación que existe entre la morfología craneal y mandibular con la dieta encontrada en seis especies de peces ictiófagos demersales, asociados a fondos blandos de Nayarit. Se determinó, con base a los análisis tróficos, que existe una relación morfológica, entre peces menos ictiófagos a peces estrictamente ictiófagos; además, se estableció una relación clara entre las variaciones morfológicas como la mandíbula o dientes, en relación a sus patrones y tipos alimentarios, los cuales juegan un papel fundamental en el desempeño de cada especie.

Melgarejo y colaboradores (2017), llevaron a cabo un trabajo mediante un modelo computacional para simular la dinámica mandibular, durante la alimentación de dos especies, de peces loro que habitan el Golfo de California e infirieron, el papel ecológico potencial de estas especies. Demostraron que, a pesar de tener una morfología similar, las diferencias en las cualidades de la mandíbula, pueden explotar diferentes recursos alimenticios.



Debido a los escasos trabajos ecomorfológicos y alimentarios, sobre la familia Carangidae, en el presente trabajo se pretendió realizar un análisis de la ecomorfología alimentaria en peces óseos, por lo que se establecieron los siguientes objetivos:

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar el estudio de la ecomorfología alimentaria de tres especies de carángidos: *Caranx hippos*, *C. crysos* y *Trachinotus falcatus*, del Golfo de México.

Objetivos particulares

- Describir la morfología ligada a la alimentación de las tres especies.
- Determinar el tipo de dieta para cada una de las tres especies
- Establecer las relaciones entre las estructuras morfológicas utilizadas para la captura del alimento y sus tipos alimentarios.
- Establecer las semejanzas y diferencias entre los caracteres morfológicos analizados para cada especie.



V. MATERIALES Y MÉTODO

Trabajo de campo

El estudio se llevó a cabo con organismos capturados en la localidad de Las Barrancas, perteneciente al municipio de Alvarado, Veracruz. Ubicado geográficamente en las coordenadas 19°00'02.3"N, 95°57'57.7"O (Fig. 1).

Los ejemplares se obtuvieron en muestreos realizados en el mes de febrero del 2017 y agosto del mismo año, empleando un chinchorro playero con una abertura de malla de 2 pulgadas y una longitud aproximada de 1 km.

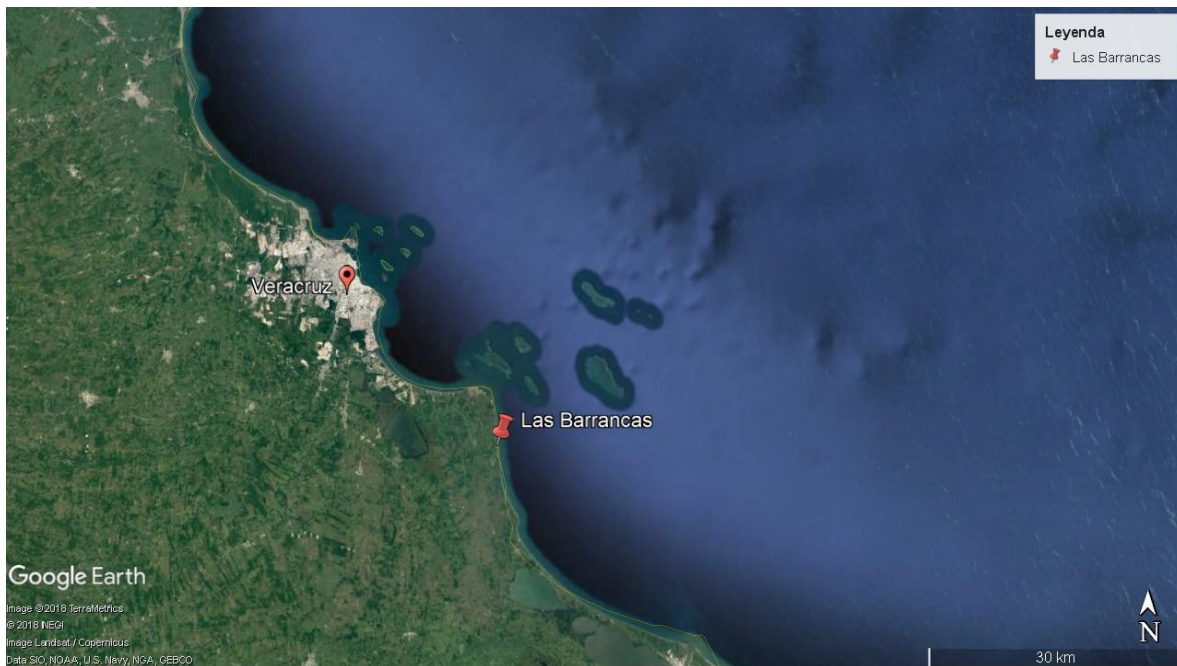


Figura 1. Localización del punto de muestreo, donde fueron capturados los organismos.

Los organismos capturados fueron almacenados y conservados en contenedores con hielo, alcohol y sal (Huss, 1998). Posteriormente fueron transportados al Laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.



Trabajo de laboratorio

Los organismos se determinaron hasta nivel de especie mediante claves especializadas (Carpenter, 2002).

A cada organismo le fue colocada una etiqueta en la apertura branquial, con una numeración continua para cada una de las especies. Posteriormente se procedió a obtener sus características morfológicas y merísticas.

Características morfológicas

Para el análisis de los caracteres morfológicos se registraron 22 medidas para cada uno de los organismos, de las 3 especies (Fig. 2), siguiendo lo propuesto por Albouy *et al.* (2011) y Soares *et al.* (2013), mediante el empleo de un vernier electrónico TRUPER de precisión 0.01 mm (Tabla 1).

Tabla 1. Mediciones corporales básicas tomadas de a los organismos bajo estudio.

MEDIDA	ABREVIATURA	MEDIDA	ABREVIATURA
<i>Ancho del pedúnculo caudal</i>	AnPC	<i>Longitud del hocico cerrado</i>	LHC
<i>Altura del pedúnculo caudal</i>	AIPC	<i>Longitud del hocico abierto</i>	LHA
<i>Longitud del pedúnculo caudal</i>	LPC	<i>Longitud de la aleta pectoral</i>	LAPec
<i>Ancho máximo del cuerpo</i>	AnMC	<i>Longitud de la aleta pélvica</i>	LAPelv
<i>Altura máxima del cuerpo</i>	AIMC	<i>Longitud de la aleta anal</i>	LAA
<i>Ancho de la cabeza</i>	AnC	<i>Altura de la aleta caudal</i>	AIAC
<i>Altura de la cabeza</i>	AIC	<i>Altura de la aleta dorsal</i>	AIAD
<i>Longitud de la cabeza</i>	LC	<i>Altura de la línea media</i>	ALM
<i>Altura de la boca</i>	AIB	<i>Longitud del tracto digestivo</i>	LTD
<i>Ancho de la boca</i>	AnB	<i>Altura del ojo</i>	AO
<i>Altura al ojo</i>	AIO	<i>Altura a la aleta pectoral</i>	AAP

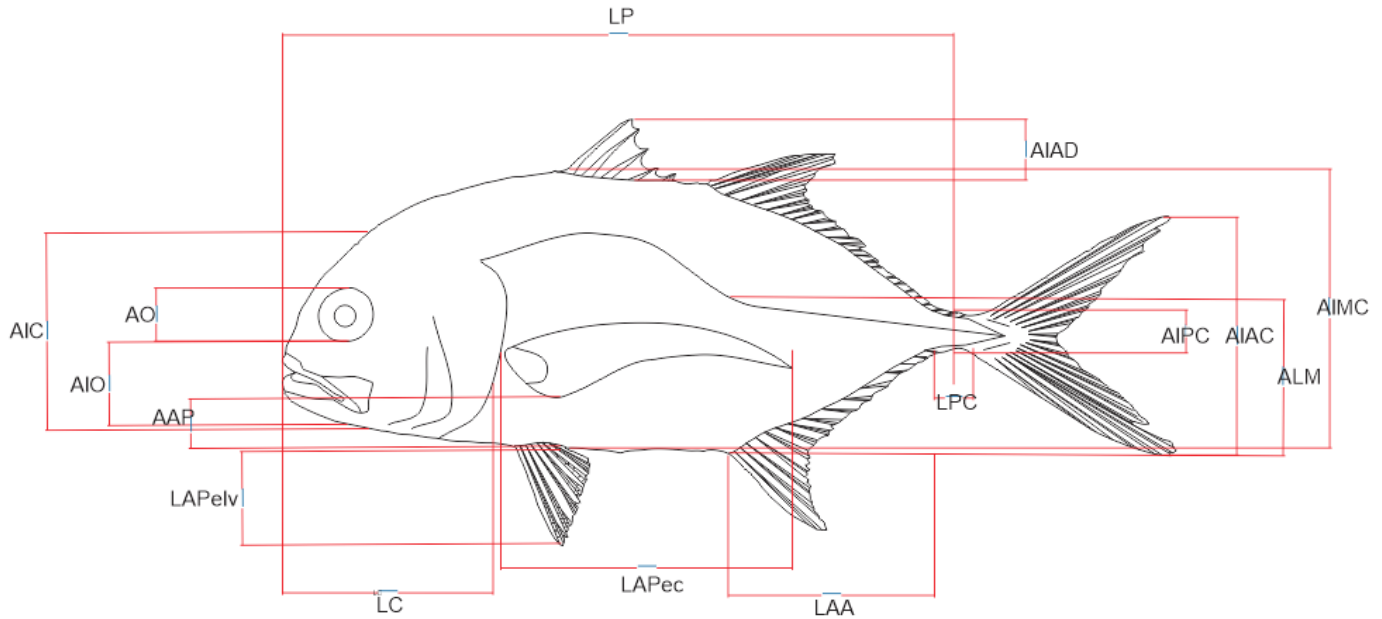


Figura 2. Esquema de medidas morfológicas propuestas por Albouy *et al.* (2011) y Soares *et al.* (2013) (Véase Tabla 1 para abreviaturas).

Mediante las medidas morfológicas tomadas, se calcularon 14 índices relacionados con la ecomorfología e implicaciones ecológicas, propuestos y recopilados por Soares *et al.* (2013) (Tabla 2).

Tabla 2. Índices ecomorfológicos, fórmulas y códigos utilizados.

Índices ecomorfológicos	Fórmula	Relación con
<i>Longitud relativa del pedúnculo caudal</i>	LRPC = LPC/LP	<i>Locomoción</i>
<i>Altura relativa del pedúnculo caudal</i>	AIRPC = AIPC / AIMC	<i>Locomoción</i>
<i>Anchura relativa del pedúnculo caudal</i>	AnRPC = AnPC / AnC	<i>Locomoción</i>
<i>Índice de compresión</i>	IC = AMC / AnC	<i>Posición</i>
<i>Índice de depresión</i>	ID = ALM / AIMC	<i>Posición</i>
<i>Posición del ojo</i>	PO = AO / AIC	<i>Posición</i>
<i>Longitud relativa de la cabeza</i>	LRC = LC/LP	<i>Alimentación</i>
<i>Altura relativa de la cabeza</i>	AIRC = AIC / AIMC	<i>Alimentación</i>
<i>Anchura relativa de la cabeza</i>	AnRC = AnC / AnMC	<i>Alimentación</i>
<i>Altura relativa de la boca</i>	AIRB = AIB / LP	<i>Alimentación</i>
<i>Ancho relativo de la boca</i>	AnRB = AnB / LP	<i>Alimentación</i>
<i>Índice de protrusión</i>	IP = LHA / LHC	<i>Alimentación</i>
<i>Área relativa del ojo</i>	ARO = (π*(AO / 2)²) / LP²	<i>Alimentación</i>
<i>Longitud relativa del tracto digestivo</i>	LTD = LTD / LP²	<i>Alimentación</i>



Adicionalmente se identificó, analizó y esquematizó el tipo de dentición presente en las tres especies (los dientes fueron teñidos con rojo de alizarina al 0.1% para una mejor visualización). Se realizaron mediciones de la cavidad bucal para determinar el índice de succión alimentario de cada una de las especies, mediante el método propuesto por Carroll (2004).

Subsecuentemente, se realizó una descripción de las branquiespinas, se contaron y se realizaron mediciones de las presentes en el primer arco branquial, estas fueron: longitud de la rama superior (**LRS**) e inferior del primer arco branquial (**LRI**), longitud promedio de las branquiespinas (**LBra**).

Los organismos fueron diseccionados y les fue extraído el tracto digestivo; se observó, analizó y esquematizó, la forma, tamaño y características del esófago, estómago, ciegos gástricos e intestino. Adicionalmente, se realizó una descripción interna del estómago e intestino y se tomaron las siguientes medidas: longitud del estómago (**LE**), longitud de los ciegos gástricos (**LCG**), longitud del intestino (**LI**), además, se registraron los pesos de cada organismo mediante una balanza semi-analítica con precisión de 0.01 g.

Análisis trófico

Se analizó el contenido estomacal de cada organismo, el cual posteriormente fue pesado en una balanza semi-analítica con 0.001g de precisión. Asimismo, se extrajo el contenido del tracto digestivo, el cual fue fijado con formol al 4% y conservado en alcohol al 70%, el tracto digestivo fue nuevamente pesado. El contenido estomacal fue examinado con un microscopio estereoscópico a aumentos de 2x y 4x, para determinar el tipo de organismos que formaban parte de la dieta. Dichos organismos fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible, esto de acuerdo al grado de digestión que presentaban, dichos organismos fueron determinados, con ayuda de literatura especializada de Wallace & Taylor (2003); Braga et al. (2005); Hartmann (2006); Tunnell (2010) y Robertson & Allen (2015).

Las presas se catalogaron de acuerdo a su grado de digestión en cuatro categorías, basado en lo propuesto por Bohórquez (2009), siendo las primeras, las presas que



se encontraban poco digeridas y las cuartas las que presentaban un elevado grado de digestión (Tabla 3).

Tabla 3. Características de los cuatro grados de digestión utilizados para catalogar las presas (Tomado de Bohórquez, 2009).

Grado de digestión	CARACTERÍSTICAS
1	Individuos que presentaron todas las características morfológicas completas, permitiendo una fácil identificación.
2	Individuos con poco grado de degradación, que aún conservaban cierto grado de estructuras físicas.
3	Individuos muy digeridos, que se encontraban fragmentados en diversas partes.
4	Restos totalmente digeridos, además de estructuras duras como otolitos, conchas o fragmentos duros.

Adicionalmente se aplicó el índice de repleción (IR), el cual indica la condición de llenado del estómago al momento de la captura, se expresa con la siguiente fórmula:

$$IR = \frac{Pc \times 100}{Pp}$$

Donde:

IR: Índice de repleción

Pc: Peso del contenido estomacal del pez "x"

Pp: Peso del pez "x"

Para determinar el estado de llenado del estómago, se tomó en cuenta la escala propuesta por Pineda *et al.* (2012). El cual considera como rango IR <0.5 estómago vacío, 0.5 < IR <1.0 estómago semilleno, IR >1.0 estómago lleno.



ÍNDICE DE VACUIDAD (IV) se aplicó la siguiente fórmula:

$$IV = \frac{NeV \times 100}{NeT}$$

Donde:

NeV: Número de estómagos vacíos

NeT: Número de estómagos examinados

Dicho índice indica el porcentaje de estómagos vacíos en el total de los organismos muestreados.

Para evaluar los hábitos alimentarios, se calcularon los índices propuestos por Cortés, 1997, para cada ítem presa.

FRECUENCIA DE OCURRENCIA (FO) de cada ítem mediante la fórmula:

$$\%FO = \left(\frac{Ne}{NeT} \right) \times 100$$

Donde:

%FO: Porcentaje de frecuencia de ocurrencia de cada ítem

Ne: Número de estómagos con la presa "x"

NeT: Número total de estómagos con presa

PORCENTAJE NUMÉRICO (%N) de cada ítem mediante la fórmula:

$$\%N = \left(\frac{Ni}{NiT} \right) \times 100$$

Donde:

%N: Porcentaje numérico de cada ítem

Ni: Número de individuos de la presa "x"

NiT: Número total de individuos de todas las presas



PORCENTAJE DE PESO (%P) de cada ítem mediante la fórmula:

$$\%P = \left(\frac{Pi}{PiT} \right) \times 100$$

Donde:

%P: Porcentaje de peso de cada ítem

Pi: Peso de individuos de la presa "x"

PiT: Peso total de individuos de todas las presas

INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971; Cortés, 1997), calculado mediante los valores antes mencionados, para valorar la importancia de los diversos tipos de alimentos en las dietas de las especies analizadas.

Mediante la fórmula:

$$IIR = \%FO (\%P + \%N)$$

Donde:

IIR: Índice de importancia relativa que tiene cada grupo alimenticio en particular.

%FO: Porcentaje de frecuencia de ocurrencia que tuvo cada tipo alimenticio.

%P: Porcentaje gravimétrico por tipo alimenticio. (g)

%N: Porcentaje numérico para cada tipo alimentario.

Para determinar el tipo alimentario de las especies se utilizó el método propuesto por Pineda *et al.*, (2012). Se calculó la longitud relativa del intestino, que establece el criterio: <1 indica una dieta carnívora, entre 1 y 3 omnívora y >3 herbívora, con énfasis en material vegetal o detritus. Dicho método se calculó mediante la fórmula:

$$LRI = \frac{Li}{LP}$$



Donde:

LRI = Longitud relativa del intestino

Li = Longitud del intestino

LP = Longitud patrón

Representación gráfica de las dietas

Para la representación gráfica de las dietas y los posteriores análisis, se construyeron diagramas de estrategias alimentarias propuestos y modificados por (Cortés, 1997), graficando en 3 ejes los valores de %FO, %N y %P para cada especie, dichos diagramas se elaboraron mediante el programa Grapher v.13.

Dichos gráficos permiten que los valores que están más cercanos al 100% representan el taxón dominante en las dietas en el caso contrario, se representan las dietas más raras, dichos gráficos también permiten determinar si los organismos son generalistas o especialistas, así como considerar si la dieta es homogénea o heterogénea (Fig. 3).

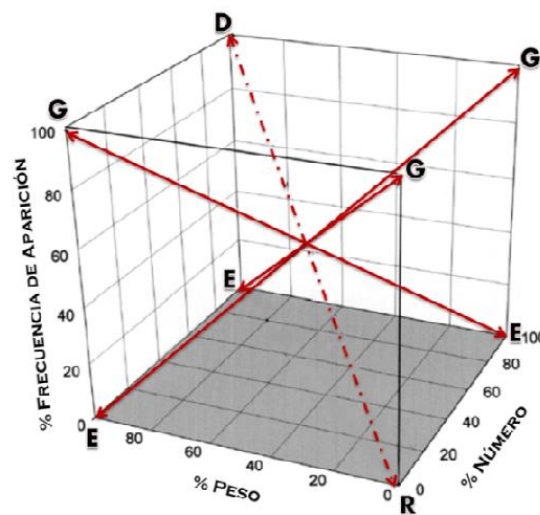


Figura 3. Método de visualización gráfica de los ítems alimentarios. **D:** Presas dominantes, **R:** Presas raras, **G:** Dieta generalista, **E:** Dieta especialista (Tomado de Bohórquez, 2009).



Dado que no todas las presas fueron identificadas hasta niveles taxonómicos bajos, por sus elevados grados de digestión, los gráficos fueron realizados tomando en cuenta taxas altos, tratando de evitar la pérdida de información.

Análisis de componentes principales

Con el fin de analizar las relaciones entre la morfología y la dieta de las especies, se llevó a cabo un análisis de componentes principales, mediante el programa XLSTAT v.18 y Minitab v.18; para dichos análisis se tomaron en cuenta los valores obtenidos de las medidas morfométricas (Tabla 1), así mismo de los obtenidos de los índices ecomorfológicos (Tabla 2) y los valores obtenidos del %IIR de cada ítem alimentario obtenido para cada especie.



VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Sistemática de las especies estudiadas (Nelson *et al.*, 2016)

- **Filo:** Chordata
 - **Clase:** Actinopterygii
 - **Subclase:** Neopterygii
 - **Superorden:** Acanthopterygii
 - **Orden:** Carangiformes
 - **Familia:** Carangidae
 - **Subfamilia:** Caranginae
 - **Género:** Caranx
 - *Caranx crysos* (Mitchill, 1815)
 - *Caranx hippos* (Linnaeus, 1766)
 - **Subfamilia:** Trachinotinae
 - **Género:** *Trachinotus*
 - *Trachinotus falcatus* (Linnaeus, 1766)



Se capturaron un total de 370 ejemplares, de los cuales 170 corresponden a *Caranx crysos*, 150 a *C. hippos* y 50 a *Trachinotus falcatus*. La longitud promedio (LP) para *C. crysos* fue de 151.26 mm \pm 43.74, para *C. hippos* fue de 154.72 mm \pm 27.38 y de 117.26 mm \pm 29.19, para *T. falcatus* (Tabla 4). No se pudieron diferenciar entre machos y hembras, debido a que no se encontró ningún ejemplar con gónadas bien desarrolladas.

Tabla 4. Datos generales de las especies estudiadas.

| Muestreo | # de organismos | Intervalo de tamaños (mm) | Longitud promedio LP (mm) |
|---------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <i>C. crysos</i> | 170 | 91.36 – 240.00 | 151.26 \pm 43.74 |
| <i>C. hippos</i> | 150 | 67.00 - 271.00 | 154.72 \pm 27.38 |
| <i>T. falcatus</i> | 50 | 42.94 - 221.06 | 117.26 \pm 29.19 |
| Total | 370 | 42.94 – 271.00 | 151.26 – 154.72 |

Se analizaron un total de 370 estómagos pertenecientes a las tres especies. De acuerdo a los resultados, se encontraron más estómagos llenos que vacíos en las tres especies; *C. crysos* fue la especie con más estómagos llenos con un valor de repleción de 65.88% y uno de vacuidad del 15.88%, mientras que *T. falcatus*, obtuvo un valor de 54% de repleción y 20% en el de vacuidad (Tabla 5). En cuanto al grado de digestión de las presas, para *C. crysos* la mayoría se encontraban en la categoría 2, 4 y 5 para *C. hippos* en el 4 y 5 y por último para *T. falcatus* en el 2, 3 y 5, esto de acuerdo a lo propuesto por Bohórquez (2009).

Tabla 5. No. De ejemplares capturados, categorías de llenado y valores de repleción y vacuidad.

| Especie | No de estómagos | No de | | | I. R | |
|---------------------------|------------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------|--------------|
| | | Llenos | Semillenos | Vacíos | % | I.V % |
| <i>C. hippos</i> | 150 | 95 | 26 | 29 | 63.33 | 19.33 |
| <i>C. crysos</i> | 170 | 112 | 31 | 27 | 65.88 | 15.88 |
| <i>T. falcatus</i> | 50 | 27 | 13 | 10 | 54 | 20 |



| | | | | |
|--------------|------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | | 234 | | 66 |
| Total | 370 | (63.24%) | 70 (18.91%) | (17.83%) |

Los resultados obtenidos del cálculo del coeficiente, estableció que *C. crysos* tiene un mayor valor de succión (0.19) mientras que *C. hippos* y *T. falcatus* obtuvieron un valor de (0.15) (Tabla 6).

Tabla 6. Valores resultantes del coeficiente de succión propuesto por Carroll (2004).

| Coeficiente de succión (Carroll, 2004) | | |
|---|------------------|--------------------|
| <i>C. hippos</i> | <i>C. crysos</i> | <i>T. falcatus</i> |
| 0.15 | 0.19 | 0.15 |

De acuerdo a lo establecido por Pineda *et al.*, (2012), para los valores obtenidos del cálculo de la longitud relativa del intestino, que establece: <1 indica una dieta carnívora, entre 1 y 3 omnívora y >3 herbívora. Con base en ello, se obtuvo que las tres especies son consideradas dentro del tipo de dieta carnívora al obtener valores menores a <1, siendo *C. crysos* el que obtuvo el menor valor 0.58, mientras que *T. falcatus* obtuvo el valor más alto 0.72 (Tabla 7).

Tabla 7. Longitud relativa del intestino y tipo de dieta.

| | Longitud \bar{X} del Intestino (mm) | Longitud relativa del intestino | Tipo de dieta |
|---------------------------|---|--|----------------------|
| <i>C. crysos</i> | 98.02 | 0.55 ± 0.10 | Carnívoro |
| <i>C. hippos</i> | 96.97 | 0.62 ± 0.14 | Carnívoro |
| <i>T. falcatus</i> | 83.46 | 0.72 ± 0.11 | Carnívoro |

A continuación, se observan los resultados obtenidos de la medición del primer arco branquial para las tres especies, se midieron 3 variables: Longitud de la rama inferior y rama superior además del promedio de longitud de las branquiespinas. De acuerdo a los resultados *C. crysos* presenta un mayor tamaño en promedio del primer arco branquial tanto en la rama inferior 12.5 mm como la rama superior 28.8



mm, así mismo se observa que las branquiespinas del mismo son más largas 7.5mm; por el contrario *T. falcatus* tuvo los valores más bajos al contar con una longitud de la rama superior de 9.12mm e inferior de 15.12mm y las branquiespinas tuvieron una longitud promedio de 2.6 mm (Tabla 8).

Tabla 8. Medición de la rama inferior y superior, además del número de branquiespinas y valor promedio de estas.

| Medida /
Sp | Rama
sup (mm) | Rama
inf (mm) | No. de
branquiespinas | \bar{X} de longitud de las
branquiespinas (mm) |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|--|
| <i>C. hippos</i> | 11.3 | 26.6 | 24 | 6.2 |
| <i>C. crysos</i> | 12.5 | 28.8 | 34 | 7.5 |
| <i>T. falcatus</i> | 9.12 | 15.12 | 17 | 2.6 |



Caranx crysos

Se observan los resultados obtenidos para las medidas morfológicas de *Caranx crysos*; se tomaron 22 variables, de las cuales se calculó el promedio y desviación estándar para cada medida; esta especie presento valores altos en la altura máxima del cuerpo $48.12 \text{ mm} \pm 11.63$, longitud de la cabeza $47.21 \text{ mm} \pm 13.40$, altura de la boca $19.51 \text{ mm} \pm 5.42$, así como en la longitud del tracto $151.74 \text{ mm} \pm 13.32$ (Tabla 9).

Tabla 9. Medidas morfológicas de *Caranx crysos*.

| MEDIDA | \bar{X} (mm) | MEDIDA | \bar{X} (mm) |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------|
| <i>Ancho del pedúnculo caudal</i> | 3.80 ± 1.09 | <i>Longitud del hocico cerrado</i> | 19.78 ± 5.51 |
| <i>Altura del pedúnculo caudal</i> | 6.49 ± 1.90 | <i>Longitud del hocico abierto</i> | 23.54 ± 7.22 |
| <i>Longitud del pedúnculo caudal</i> | 12.02 ± 3.23 | <i>Longitud de la aleta pectoral</i> | 44.94 ± 12.7 |
| <i>Ancho máximo del cuerpo</i> | 18.93 ± 4.87 | <i>Longitud de la aleta pélvica</i> | 22.13 ± 6.00 |
| <i>Altura máxima del cuerpo</i> | 48.12 ± 11.63 | <i>Longitud de la aleta anal</i> | 64.87 ± 18.2 |
| <i>Ancho de la cabeza</i> | 21.51 ± 5.87 | <i>Altura de la aleta caudal</i> | 47.21 ± 12.68 |
| <i>Altura de la cabeza</i> | 42.13 ± 11.92 | <i>Altura de la aleta dorsal</i> | 23.14 ± 7.42 |
| <i>Longitud de la cabeza</i> | 47.21 ± 13.40 | <i>Altura de la línea media</i> | 32.52 ± 9.55 |
| <i>Altura de la boca</i> | 27.99 ± 8.53 | <i>Longitud del tracto digestivo</i> | 151.74 ± 13.32 |
| <i>Ancho de la boca</i> | 19.51 ± 5.42 | <i>Altura del ojo</i> | 11.28 ± 3.24 |
| <i>Altura al ojo</i> | 17.46 ± 5.81 | <i>Altura a la aleta pectoral</i> | 15.32 ± 4.73 |

A continuación, se observan los valores obtenidos de los índices ecomorfológicos, dichos índices se calcularon de acuerdo a lo propuesto por Albouy *et al.* (2011) y Soares *et al.* (2013). Se tomaron 7 índices a partir de las medidas morfométricas (Tabla 9). Se obtuvieron valores altos en IC 2.26, AnRC 1.13, IP 1.19 y LTD 1.13 (Tabla 10). (Véase Tabla 1 para abreviaturas).



Tabla 10. Resultados de los índices ecomorfológicos para *Caranx crysos*.

| Índice | Valor | Índice | Valor |
|--------------|-------|-------------|-------|
| <i>LRPC</i> | 0.08 | <i>AIRC</i> | 0.87 |
| <i>AIRPC</i> | 0.13 | <i>AnRC</i> | 1.13 |
| <i>AnRPC</i> | 0.18 | <i>AIRB</i> | 0.13 |
| <i>IC</i> | 2.26 | <i>AnRB</i> | 0.13 |
| <i>ID</i> | 0.67 | <i>IP</i> | 1.19 |
| <i>PO</i> | 0.27 | <i>ARO</i> | 0.01 |
| <i>LRC</i> | 0.31 | <i>LTD</i> | 1.13 |

Se describen a continuación los resultados de la morfología obtenida, para cada región definida: (a) boca y dentición; (b) branquias y (c) tracto digestivo.



Figura 4. Ejemplar de *Caranx crysos*, colectado en la localidad de Las Barrancas, Veracruz.

Boca y dentición

Esta especie presenta una boca terminal, con un radio promedio de apertura de 27.99 ± 8.53 (Tabla 8), además de una capacidad de succión de 0.19 (Tabla 5); se observaron dientes tanto en el maxilar como el dentario, siendo muy pequeños,



unicúspides y de tipo canino, dispuestos en bandas (Fig. 5), la lengua presentó pequeños parches de dientes viliformes (Fig. 6).

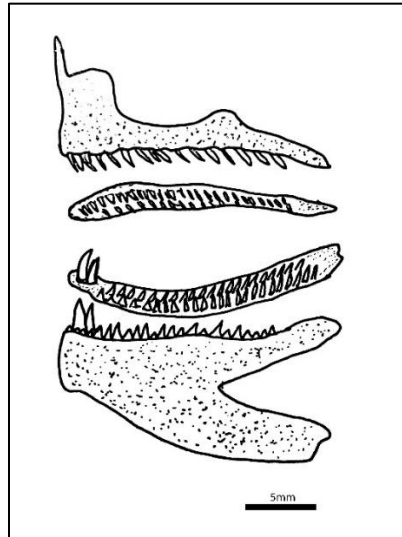


Figura 5. Vista lateral y superior del maxilar y dentario de *C. crysos*.

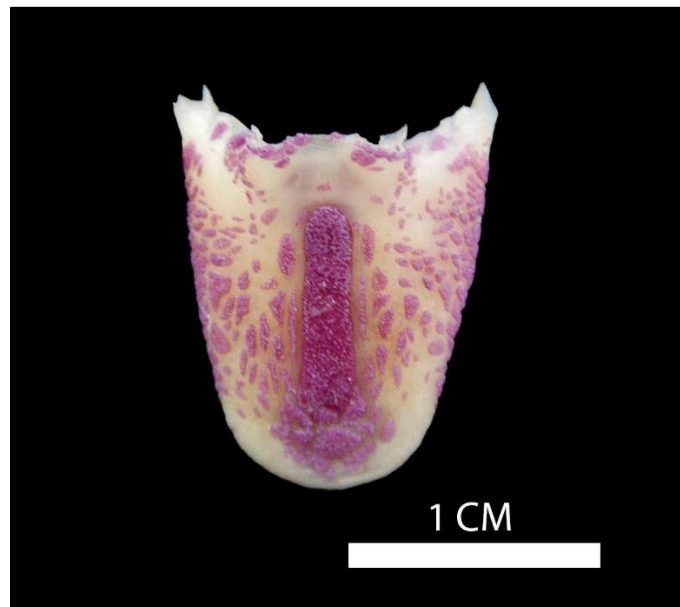


Figura 6. Se observan los parches de dientes viliformes sobre la lengua de *C. crysos*.

Además de estos, se encontraron dientes faringobranquiales, siendo estos de muy diversas formas. El quinto ceratobranquial o hueso faríngeo inferior (a manera de placa) es de forma triangular, con dos proyecciones posteriores muy alargadas a manera de cuernos; los dientes presentes en esta placa son variados: para la parte



central inferior son de tipo canino sumamente delgados, mientras que en región central los dientes son cónicos y robustos, algunos pocos son molariformes. El resto de la placa contiene dientes viliformes y caninos (Fig. 7).

Los dientes faríngeos superiores, constituidos por los faringobranquiales (segundo, tercero y cuarto) poseen, de igual manera, dientes de formas variadas, el faringobranquial cuarto es de forma ovalada con dientes filiformes a cónicos robustos; el faringobranquial tercero es el más grande, de forma ovalada que presenta dientes puntiagudos robustos; por último, el segundo faringobranquial es el de menor tamaño de forma ovalada que presenta únicamente dientes filiformes (Fig. 8).



Figura 7. Dientes faríngeos inferiores o quinto ceratobranquial, pertenecientes a *C. crysos*.

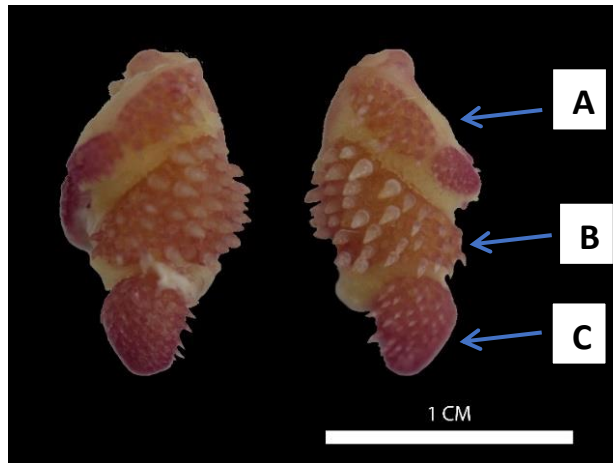


Figura 8. Placas faringobranquiales pares, donde se muestran los diversos tipos y tamaños de los dientes de *C. crysos*. (A), faringobranquial segundo, (B) faringobranquial tercero y (C) faringobranquial cuarto.

a) Branquias

El primer arco branquial presentó un promedio de 34 branquiespinas; éstas están bien desarrolladas, con una longitud promedio de 7.5 mm (Tabla 8); el tamaño de las branquiespinas es grande con relación al arco branquial (Fig. 9), el resto de los arcos branquiales no presentaron branquiespinas, siendo visibles únicamente parches de dientes viliformes a lo largo de los arcos branquiales (Fig. 10).

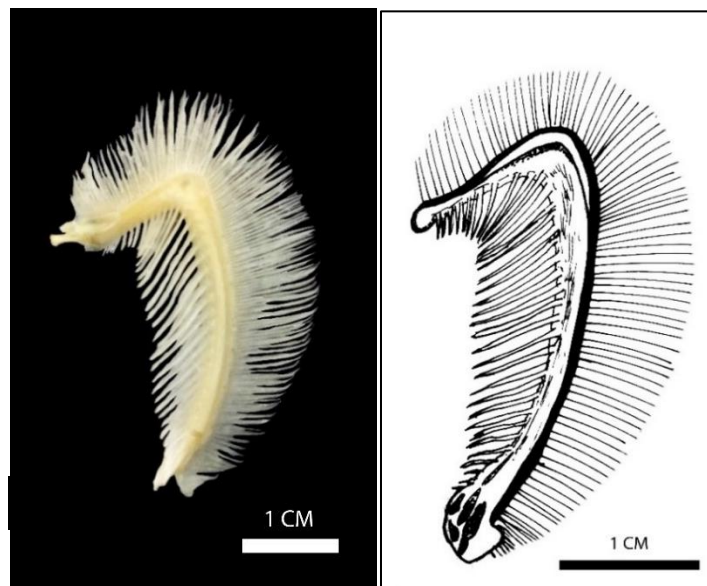


Figura 9. Fotografía y esquema del primer arco branquial de *C. crysos*. Se observa una gran cantidad de branquiespinas, además estas son demasiado largas.

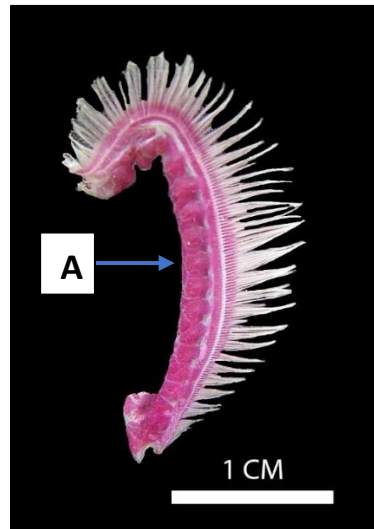


Figura 10. Fotografía del segundo arco branquial de *C. crysos*; (A) se muestran parches de dientes viliformes a lo largo del arco branquial.

b) Tracto digestivo

Presenta un tracto digestivo simple, con un promedio de longitud de $152.74 \text{ mm} \pm 13.32 \text{ mm}$ (Tabla 9); el esófago es de forma cilíndrica con gran cantidad de musculatura, el estómago es sencillo y pequeño, su luz presenta pliegues gástricos longitudinales, con capacidad dilatadora (Fig. 11). No se puede diferenciar claramente entre la región fúndica y pilórica; se presentaron numerosos ciegos gástricos de forma simple y monotubular (Fig. 12). El intestino tiene una longitud promedio de 98.02 mm (Tabla 7), éste contó únicamente con 2 asas intestinales, de paredes delgadas, sus paredes internas poseen pliegues gástricos poco pronunciados, además de una gran cantidad de vellosidades intestinales en la región terminal del intestino (Fig. 13); el índice de longitud relativa del intestino tuvo un valor de $0.58 \text{ mm} \pm 0.10 \text{ mm}$ (Tabla 7), este valor permite catalogar a la especie como carnívora.



Figura 11. Fotografía del estómago sencillo en forma de Y de *C. crysos*, no se puede diferenciar la región fúndica de la pilórica.

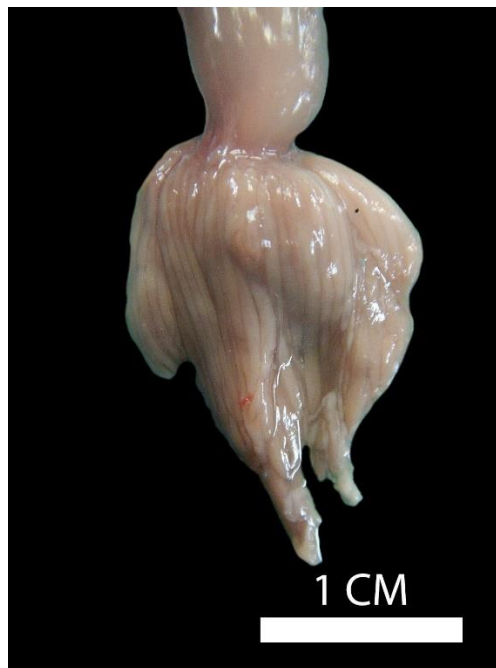


Figura 12. Fotografía de los ciegos gástricos observados *C. crysos*, se observa gran número de ciegos gástricos además de delgados.



Figura 13. Fotografía del intestino observado en *C. caryos*, el intestino fue pequeño, de paredes delgadas y conto únicamente con dos asas intestinales.

Se analizaron un total de 170 estómagos para *C. caryos*. Se obtuvo un valor de repleción del 63.3% y de vacuidad del 19.3% (Tabla 6), lo que nos indica que se encontraron más estómagos llenos que vacíos; de acuerdo a los análisis tróficos llevados a cabo, los peces fueron el alimento dominante 78% del IIR (FO= 31.19%, N= 33.48%, P= 57.47%); por último, los alimentos menos importantes de acuerdo a este índice, fueron los platelmintos, decápodos, pelecípodos, gasterópodos, anfípodos, copépodos y algas >2% (Fig. 14).

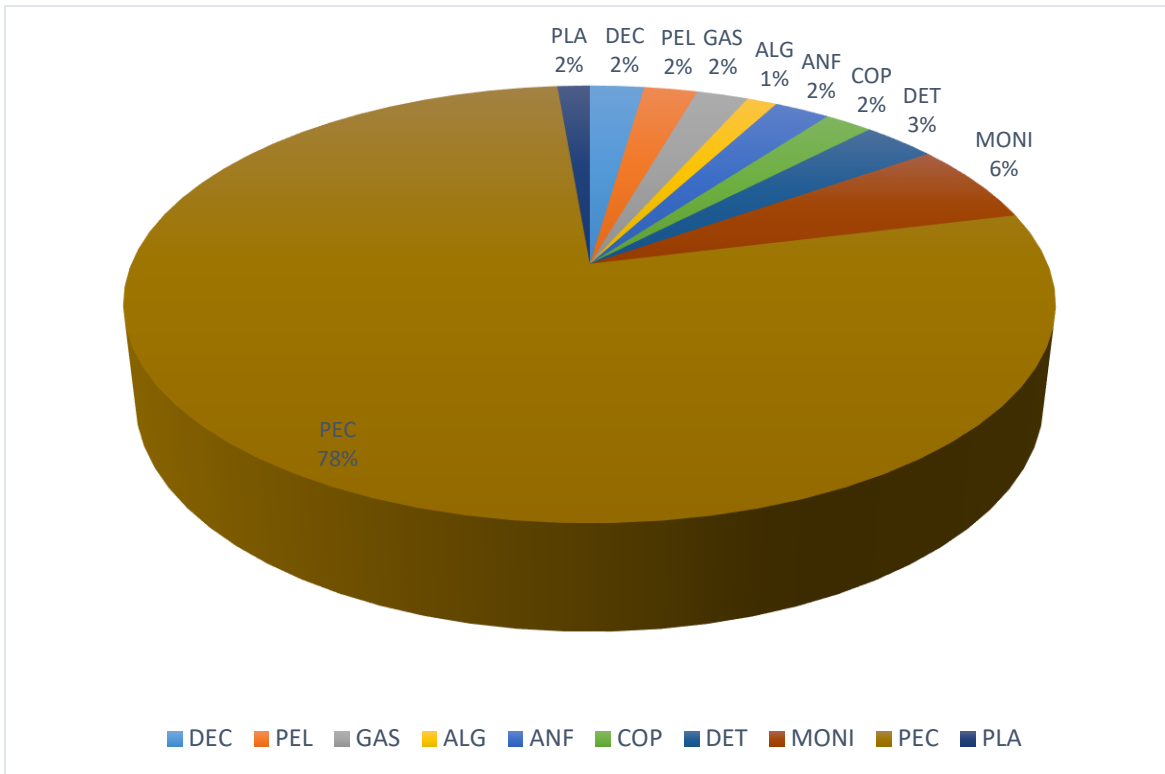


Figura 14. Representación gráfica del IIR para las presas encontradas en *C. crysos*. Abreviaturas se tiene DEC, decápodos; PEL, pelecípodos; GAS, gasterópodos; ALG, algas; ANF, anfípodos; COP, copépodos; DET, detrito; MONI; materia orgánica no identificada; PEC, peces y PLA, platelmintos.

De acuerdo al método gráfico tridimensional el taxón dominante para esta especie fueron los peces, ya que estos estuvieron ubicados más cerca del 100% de FO, P y N, aunque contribuye más en peso y en frecuencia de aparición que en el número de individuos. El resto de ítems alimentarios se observaron de manera agrupada, cerca del origen de los ejes de %P y %N y contribuye de manera escasa a la abundancia total de los estómagos (Fig. 15); con base a lo representado en la siguiente gráfica y de acuerdo al trabajo de Cortés, (1997), esta especie no es totalmente generalista, ya que los peces fueron el único tipo alimentario que presento una mayor frecuencia de ocurrencia, encontrándose el resto de las presas poco representadas, por lo cual son consideradas raras dentro de su dieta.

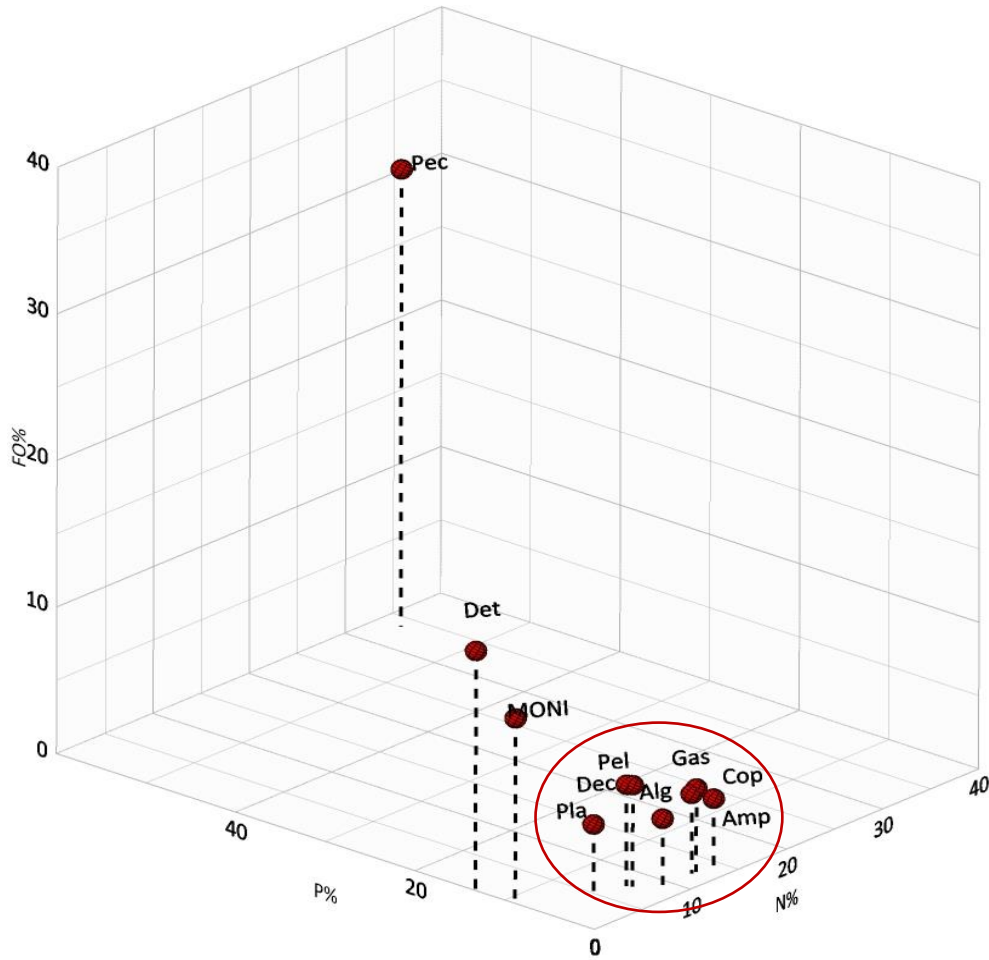


Figura 15. Representación tridimensional de la dieta de *C. crysos*; se emplea como base los valores obtenidos del porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N) y porcentaje en peso (%P), el círculo rojo agrupa a los tipos alimentarios menos abundantes dentro de la dieta (PLA, DEC, ALG, ANF, PEL, GAS y COP. (Para abreviaturas véase figura 14)



Caranx hippos

Se observan los resultados obtenidos para las medidas morfológicas de *Caranx hippos*; se tomaron 22 variables, de las cuales se calculó el promedio y desviación estándar para cada medida; esta especie presento valores altos en la altura máxima del cuerpo $56.61 \text{ mm} \pm 9.96$, longitud de la cabeza $47.85 \text{ mm} \pm 9.40$, altura de la boca $24.06 \text{ mm} \pm 4.10$, así como en la longitud del tracto $152.79 \text{ mm} \pm 12.82$ (Tabla 11).

Tabla 11. Medidas morfológicas de *Caranx hippos*.

| MEDIDA | \bar{X} (mm) | MEDIDA | \bar{X} (mm) |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Ancho del pedúnculo caudal</i> | 3.83 ± 0.64 | <i>Longitud del hocico cerrado</i> | 19.60 ± 3.37 |
| <i>Altura del pedúnculo caudal</i> | 6.65 ± 2.14 | <i>Longitud del hocico abierto</i> | 23.37 ± 4.05 |
| <i>Longitud del pedúnculo caudal</i> | 12.79 ± 3.93 | <i>Longitud de la aleta pectoral</i> | 55.21 ± 8.55 |
| <i>Ancho máximo del cuerpo</i> | 25.94 ± 6.33 | <i>Longitud de la aleta pélvica</i> | 23.55 ± 4.03 |
| <i>Altura máxima del cuerpo</i> | 56.61 ± 9.96 | <i>Longitud de la aleta anal</i> | 60.86 ± 9.60 |
| <i>Ancho de la cabeza</i> | 22.12 ± 3.81 | <i>Altura de la aleta caudal</i> | 67.00 ± 11.56 |
| <i>Altura de la cabeza</i> | 43.09 ± 10.0 | <i>Altura de la aleta dorsal</i> | 18.45 ± 3.15 |
| <i>Longitud de la cabeza</i> | 47.85 ± 9.40 | <i>Altura de la línea media</i> | 34.76 ± 5.93 |
| <i>Altura de la boca</i> | 24.06 ± 4.10 | <i>Longitud del tracto digestivo</i> | 152.79 ± 12.82 |
| <i>Ancho de la boca</i> | 23.02 ± 3.93 | <i>Altura del ojo</i> | 10.72 ± 1.87 |
| <i>Altura al ojo</i> | 14.84 ± 2.56 | <i>Altura a la aleta pectoral</i> | 17.14 ± 3.10 |

Valores de las medidas morfológicas de *C. hippos*, se presenta el promedio de las medidas, así como su desviación estándar.

A continuación, se observan los valores obtenidos de los índices ecomorfológicos, dichos índices se calcularon de acuerdo a lo propuesto por Albouy *et al.* (2011) y Soares *et al.* (2013). Se tomaron 7 índices a partir de las medidas morfométricas (Tabla 11). Se obtuvieron valores altos en IC 2.56, IP 1.19 y LTD 1.14 (Tabla 12). (Véase Tabla 1 para abreviaturas).



Tabla 12. Resultados de los índices ecomorfológicos para *Caranx hippos*.

| Índice | Valor | Índice | Valor |
|--------------|-------|-------------|-------|
| <i>LRPC</i> | 0.08 | <i>AIRC</i> | 0.76 |
| <i>AIRPC</i> | 0.12 | <i>AnRC</i> | 0.87 |
| <i>AnRPC</i> | 0.17 | <i>AIRB</i> | 0.15 |
| <i>IC</i> | 2.56 | <i>AnRB</i> | 0.15 |
| <i>ID</i> | 0.62 | <i>IP</i> | 1.19 |
| <i>PO</i> | 0.25 | <i>ARO</i> | 0.01 |
| <i>LRC</i> | 0.31 | <i>LTD</i> | 1.14 |

Se observan los valores obtenidos de los índices ecomorfológicos para *C. hippos* (Véase Tabla 1 para abreviaturas).

Se describen a continuación los resultados de la morfología obtenida para cada región definida: (a) boca y dentición; (b) branquias y (c) tracto digestivo



Figura 16 Ejemplar de *Caranx hippos* colectado en la localidad de Las Barrancas, Veracruz.

Boca y dentición

Esta especie presenta una boca terminal, con un promedio de apertura de 23.02 ± 3.93 (Tabla 6); además de una capacidad de succión de 0.15 (Tabla 7); se



observaron dientes tanto en el maxilar como en el dentario, siendo pequeños irregulares, unicúspides y de tipo canino los cuales se encuentran acomodados en bandas (Fig. 17), la lengua presentó pequeños parches de dientes (Fig. 18).

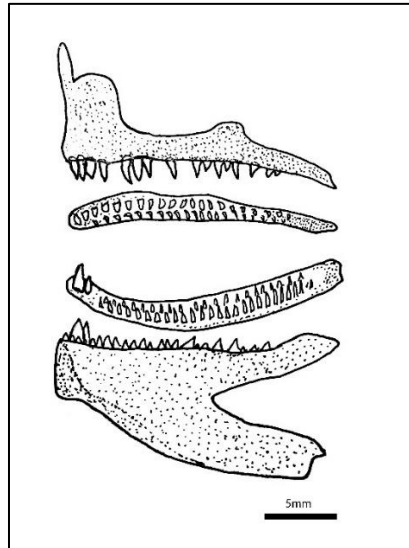


Figura 17. Vista lateral y superior del maxilar y dentario de *C. hippos*.



Figura 18. Se observan parches de dientes, sobre la lengua de *C. hippos*.



También se encontraron dientes faringobranquiales, siendo de diversas formas. El quinto ceratobranquial o hueso faríngeo inferior (a manera de placa) es de forma triangular, con dos proyecciones posteriores muy alargadas a manera de cuernos, los dientes presentes en esta placa son molariformes y de diversos tamaños; para la parte central inferior de las placas, los dientes son pequeños, mientras que en la región central superior son más robustos, algunos pocos son cónicos. El resto de la placa contiene dientes molariformes pequeños (Fig. 19).

Los dientes faríngeos superiores, constituidos por los faringobranquiales (segundo, tercero y cuarto) poseen, de igual manera, dientes de formas variadas. El cuarto faringobranquial es ovalado con dientes filiformes robustos puntiagudos. El tercero es el más amplio de forma piriforme y posee dientes robustos puntiagudos, por último, el segundo es el de menor tamaño, ovalado y presenta únicamente dientes viliformes de muy poco tamaño (Fig. 20).

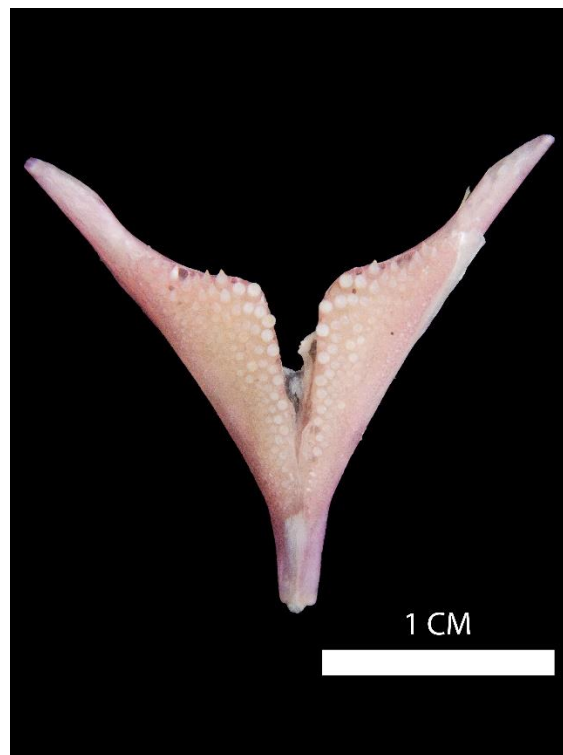


Figura 19. Dientes faríngeos inferiores de *C. hippos*, correspondientes al quinto ceratobranquial.



Figura 20. Placas faringobranquiales pares, donde se muestran los diversos tipos y tamaños de los dientes de *C. hippos*. (A), faringobranquial segundo, (B) faringobranquial tercero y (C) faringobranquial cuarto.

a) Branquias

El primer arco branquial presentó un promedio de 24 branquiespinas; estas están ligeramente bien desarrolladas, con una longitud promedio de 6.2 mm (Tabla 8), el tamaño de las branquiespinas es mediano con relación al arco branquial (Fig. 21). El resto de los arcos branquiales no presentaron branquiespinas, siendo únicamente visibles parches de dientes viliformes a lo largo de los arcos branquiales (Fig. 22).





Figura 21. Fotografía y esquema del primer arco branquial de *C. hippos*, se observan pocas branquiespinas además de no ser sumamente grandes.



Figura 22. Fotografía del segundo arco branquial de *C. hippos*; (A) se muestran parches de dientes viliformes a lo largo del arco branquial.

b) Tracto digestivo

Se presenta un tracto digestivo simple con una longitud promedio de $152.79 \text{ mm} \pm 12.82 \text{ mm}$ (Tabla 9). El esófago es pequeño y de forma cilíndrica, con una gran musculatura. El estómago es simple con una ligera proyección posterior (Fig. 23), este presenta pliegues gástricos longitudinales, con capacidad dilatadora (Fig. 24); se presentaron numerosos ciegos gástricos de forma simple y monotubulares. El intestino contó con una longitud promedio de 96.97 mm (Tabla 7), con 2 asas intestinales, de paredes delgadas, además se observaron pliegues musculares internos y gran cantidad de vellosidades intestinales, cerca de la región terminal del intestino (Fig. 25). El índice de longitud relativa del intestino tuvo un valor de 0.64 ± 0.14 (Tabla 7), el cual permite catalogar a la especie como carnívora (Tabla 10).



Figura 23. Fotografía del estómago sencillo en forma de "Y" de *C. hippos*.

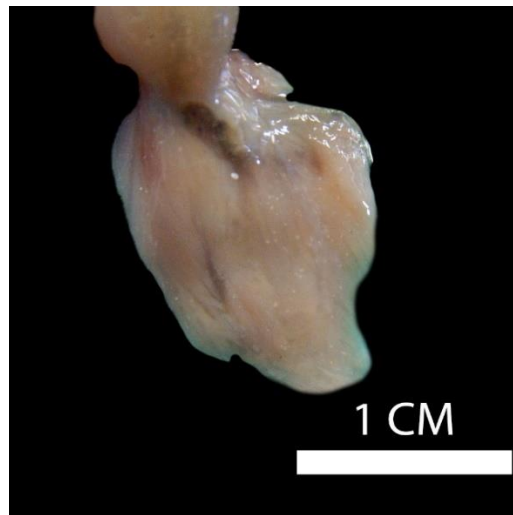


Figura 24. Fotografía de los ciegos gástricos observados *C. hippos*, se observa gran número de ciegos gástricos además de delgados.



Figura 25. Fotografía del intestino de *C. hippos*, de un organismo de 150 mm.



Se analizaron un total de 150 estómagos. Se obtuvo un valor de repleción del 65.88% y de vacuidad del 15.88% (Tabla 6). Los análisis tróficos indican que los peces fueron el alimento dominante 77.51% del IIR (FO= 28.04%, N= 16.31%, P= 34.63%); por último, los alimentos menos importantes de acuerdo a este índice, fueron los platelmintos, decápodos, pelecípodos, gasterópodos, anfípodos, copépodos y algas >2% (Fig. 26).

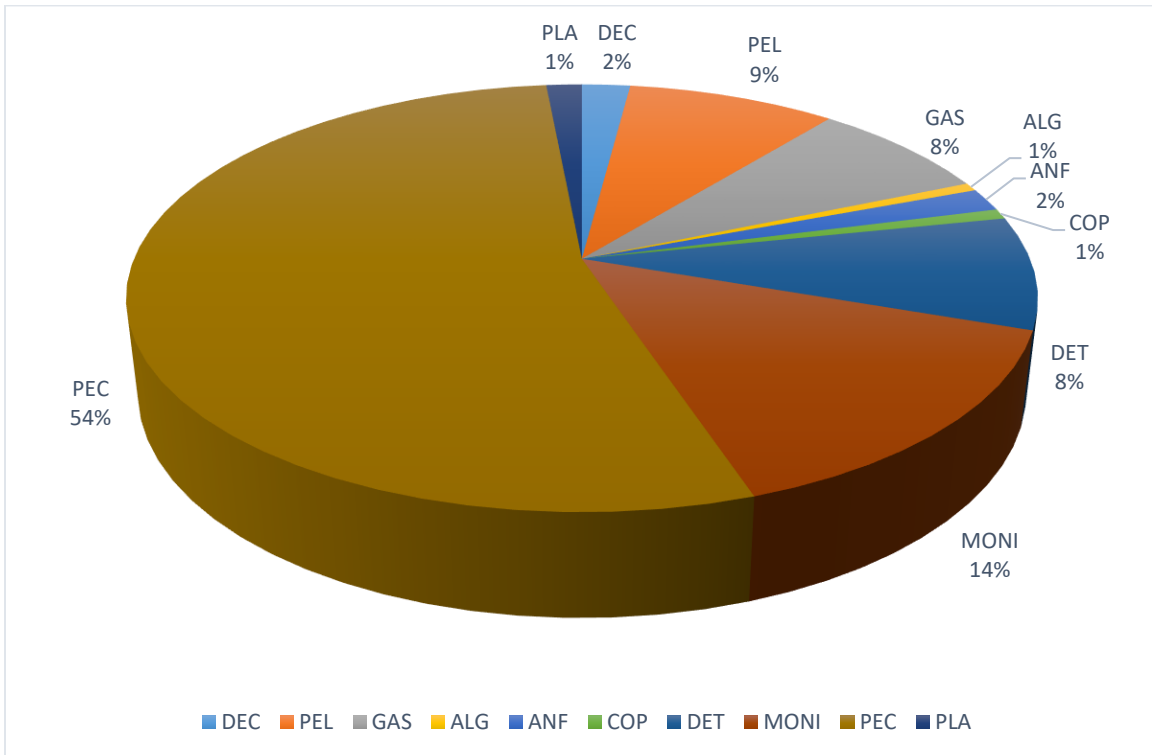


Figura 26. Representación gráfica del IIR para las presas encontradas en *C. hippos*. Abreviaturas: DEC, decápodos; PEL, pelecípodos; GAS, gasterópodos; ALG, algas; ANF, anfípodos; COP, copépodos; DET, detrito; MONI; materia orgánica no identificada; PEC, peces y PLA, platelmintos.

De acuerdo al método gráfico el taxón dominante para *C. hippos* fueron los peces, ubicado más cerca del 100% de FO, P y N, aunque contribuyen más en peso y en frecuencia de aparición que en el número de individuos. El resto de ítems alimentarios se observaron de manera agrupada cerca del origen de los ejes de P% y N%, contribuyen de manera escasa a la abundancia total de los estómagos,



incluyen a pelecípodos y gasterópodos que fueron más numerosos (Fig. 27). Con base a lo representado en la siguiente gráfica esta especie no es totalmente generalista, ya que los peces fueron el único tipo alimentario que presentó una mayor frecuencia de ocurrencia, encontrándose el resto de las presas poco representadas, por lo cual son consideradas raras dentro de su dieta.

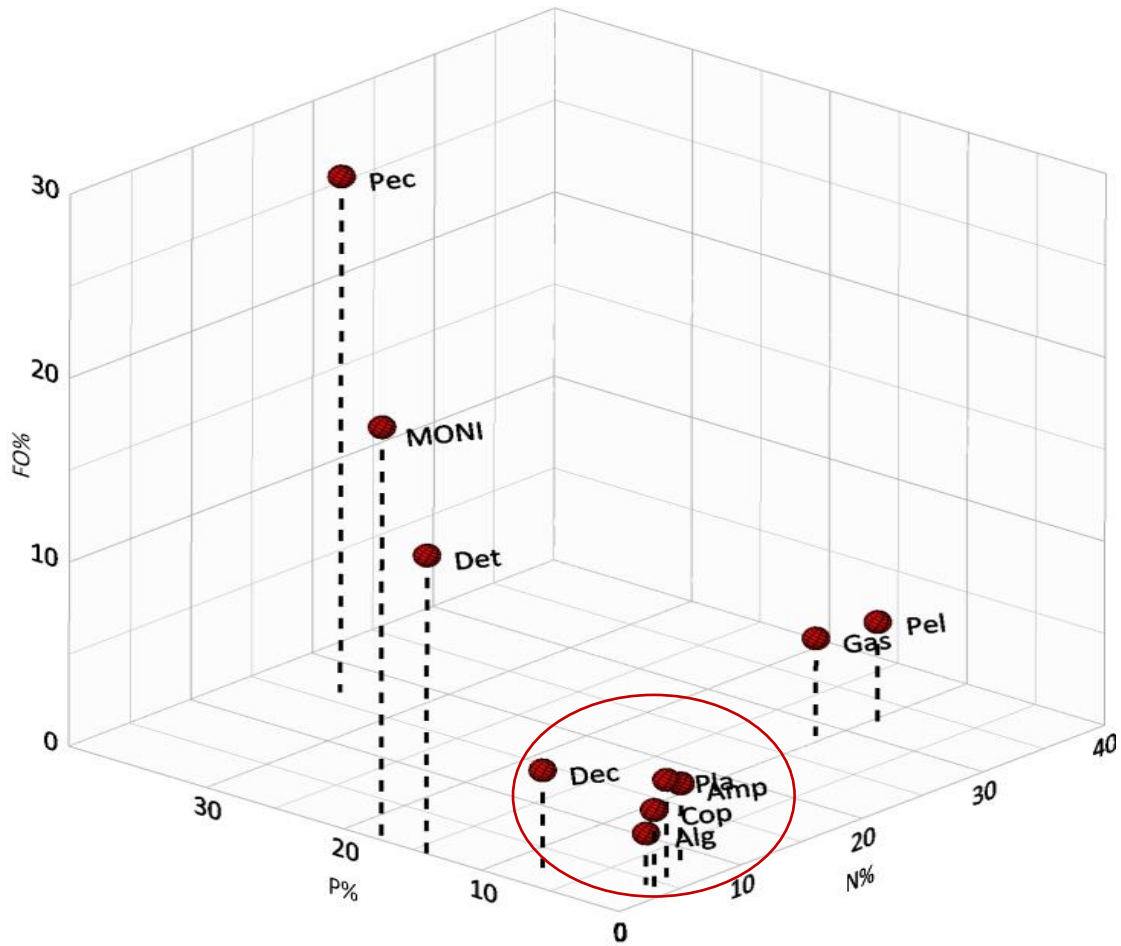


Figura 27. Representación tridimensional de la dieta de *C. hippos*, a de los valores obtenidos del porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N) y porcentaje en peso (%P) el círculo rojo agrupa a los tipos alimentarios menos abundantes dentro de la dieta (para abreviaturas véase la tabla 26).

**Trachinotus falcatus**

Se observan los resultados obtenidos para las medidas morfológicas de *Caranx hippos*; se tomaron 22 variables, de las cuales se calculó el promedio y desviación estándar para cada medida; esta especie presento valores altos en la altura máxima del cuerpo $75.72 \text{ mm} \pm 18.55$, altura de la cabeza $40.48 \text{ mm} \pm 9.28$, longitud de la cabeza $35.22 \text{ mm} \pm 9.67$, altura de la aleta caudal $53.02 \text{ mm} \pm 16.66$, así como en la longitud del tracto $114.93 \text{ mm} \pm 26.51$ (Tabla 13).

Tabla 13. Medidas morfológicas de *Trachinotus falcatus*

| MEDIDA | \bar{X} (mm) | MEDIDA | \bar{X} (mm) |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Ancho del pedúnculo caudal | 4.81 ± 1.50 | Longitud del hocico cerrado | 11.77 ± 1.33 |
| Altura del pedúnculo caudal | 9.96 ± 2.49 | Longitud del hocico abierto | 12.82 ± 1.31 |
| Longitud del pedúnculo caudal | 7.59 ± 2.10 | Longitud de la aleta pectoral | 27.86 ± 8.10 |
| Ancho máximo del cuerpo | 16.37 ± 4.13 | Longitud de la aleta pélvica | 13.76 ± 4.50 |
| Altura máxima del cuerpo | 75.72 ± 18.55 | Longitud de la aleta anal | 51.85 ± 13.67 |
| Ancho de la cabeza | 18.95 ± 2.15 | Altura de la aleta caudal | 53.02 ± 16.66 |
| Altura de la cabeza | 40.48 ± 9.28 | Altura de la aleta dorsal | 16.82 ± 6.30 |
| Longitud de la cabeza | 35.22 ± 9.67 | Altura de la línea media | 41.00 ± 9.28 |
| Altura de la boca | 12.66 ± 1.31 | Longitud del tracto digestivo | 114.93 ± 26.51 |
| Ancho de la boca | 11.44 ± 1.51 | Altura del ojo | 11.24 ± 2.63 |
| Altura al ojo | 9.97 ± 3.28 | Altura a la aleta pectoral | 19.20 ± 4.90 |

Valores de las medidas morfológicas de *T. falcatus*, se presenta el promedio de las medidas, así como su desviación estándar.

A continuación, se observan los valores obtenidos de los índices ecomorfológicos, dichos índices se calcularon de acuerdo a lo propuesto por Albouy *et al.* (2011) y Soares *et al.* (2013). Se tomaron 7 índices a partir de las medidas morfométricas (Tabla 13). Se obtuvieron valores altos en IC 3.98, AnRC 1.17, IP 1.09 y LTD 1.04 (Tabla 14). (Véase Tabla 1 para abreviaturas).



Tabla 14. Resultados de los índices ecomorfológicos para *Trachinotus falcatus*.

| Índice | Valor | Índice | Valor |
|--------------|-------|-------------|-------|
| <i>LRPC</i> | 0.06 | <i>AIRC</i> | 0.54 |
| <i>AIRPC</i> | 0.13 | <i>AnRC</i> | 1.17 |
| <i>AnRPC</i> | 0.25 | <i>AIRB</i> | 0.10 |
| <i>IC</i> | 3.98 | <i>AnRB</i> | 0.10 |
| <i>ID</i> | 0.54 | <i>IP</i> | 1.09 |
| <i>PO</i> | 0.28 | <i>ARO</i> | 0.01 |
| <i>LRC</i> | 0.30 | <i>LTD</i> | 1.04 |

Se observan los valores obtenidos de los índices ecomorfológicos para *T. falcatus* (Véase Tabla 1 para abreviaturas).

Se describen a continuación los resultados de la morfología obtenida para cada región definida: (a) boca y dentición; (b) branquias y (c) tracto digestivo.



Figura 28. Ejemplar de *Trachinotus falcatus* colectado en la localidad de Las Barrancas, Veracruz.

a) Boca y dentición

Esta especie presenta una boca terminal, con un radio de apertura promedio de $12.66 \text{ mm} \pm 1.31 \text{ mm}$ (Tabla 6), además de una capacidad de succión de 0.15 (Tabla



7). Se observaron dientes tanto en el maxilar como el dentario, siendo diminutos, unicúspides y de tipo canino (Fig. 29). No se observaron dientes en la lengua como en las otras dos especies.

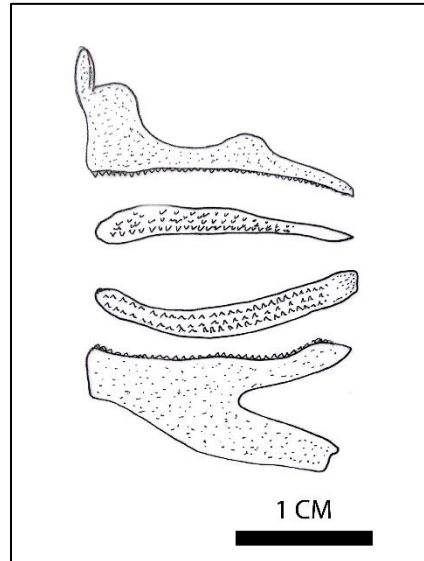


Figura 29. Esquema en vista lateral y superior de la mandíbula de *T. falcatus*.

Además de estos dientes, se encontraron dientes faringobranquiales, siendo de muy diversas formas. El quinto ceratobranquial o hueso faríngeo inferior (a manera de placa) es de forma piriforme, la región posterior de la placa, es más profunda que la anterior, no presentan dientes, siendo la placa plana con bordes irregulares (Fig. 30).

Los dientes faríngeos superiores constituidos por los faringobranquiales (segundo, tercero y cuarto), se encuentran fusionados, igualmente a manera de placa dentaria de forma piriforme, esta no posee dientes, únicamente posee bordes irregulares (Fig. 31).

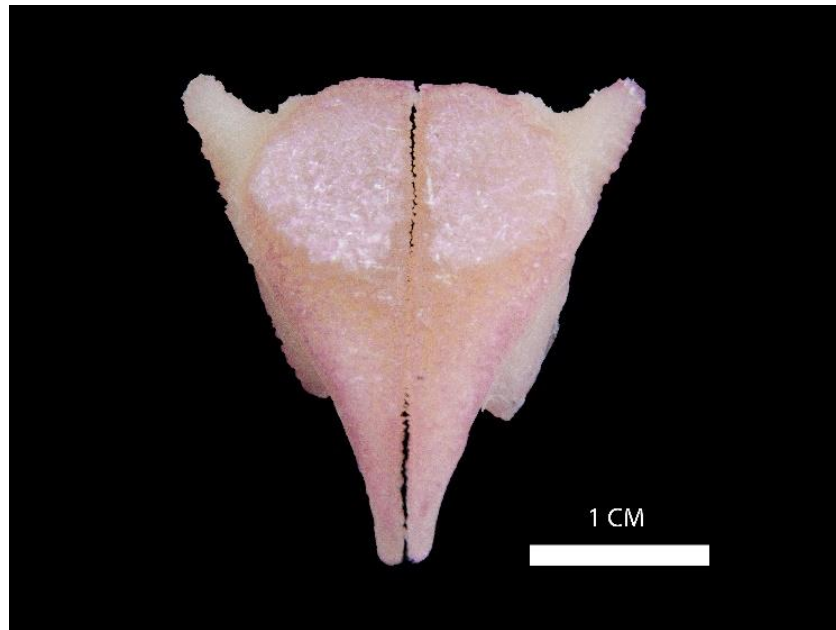


Figura 30. Dientes faríngeos inferiores de *T. falcatus*, a manera de placa correspondientes al quinto ceratobranquial

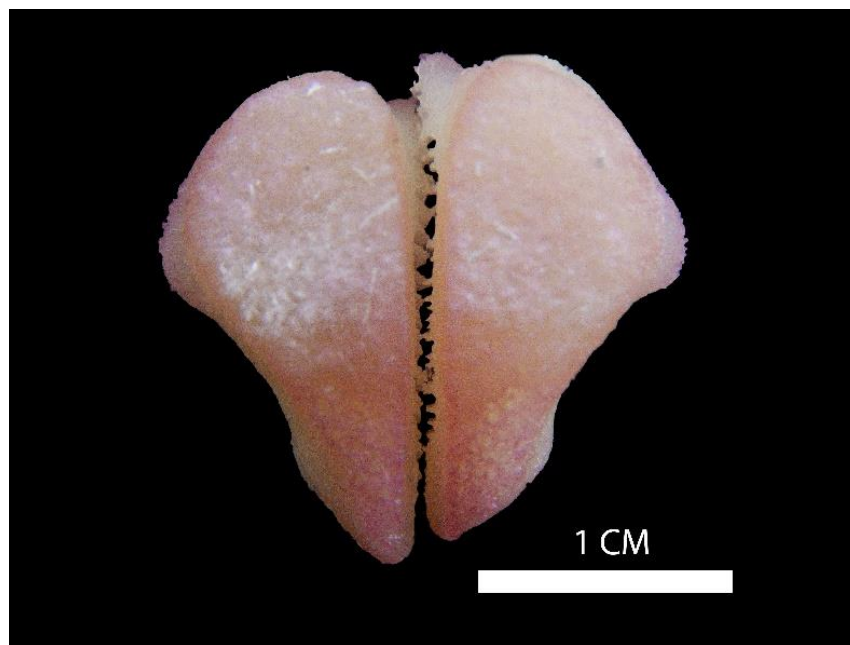


Figura 31. Placas faringobranquiales pares de *T. falcatus*, donde se muestra la fusión del segundo, tercero y cuarto faringobranquial.



b) Branquias

El primer arco branquial presento un promedio de 17 branquiespinas, aunque gran parte de ellas eran rudimentarias, con una longitud promedio de 2.6 mm (Tabla 8). El tamaño de las branquiespinas es pequeño comparado con el arco branquial (Fig. 33), el resto de los arcos branquiales no presentaron branquiespinas, siendo visibles únicamente parches de dientes viliformes a lo largo de los arcos branquiales (Fig. 34).

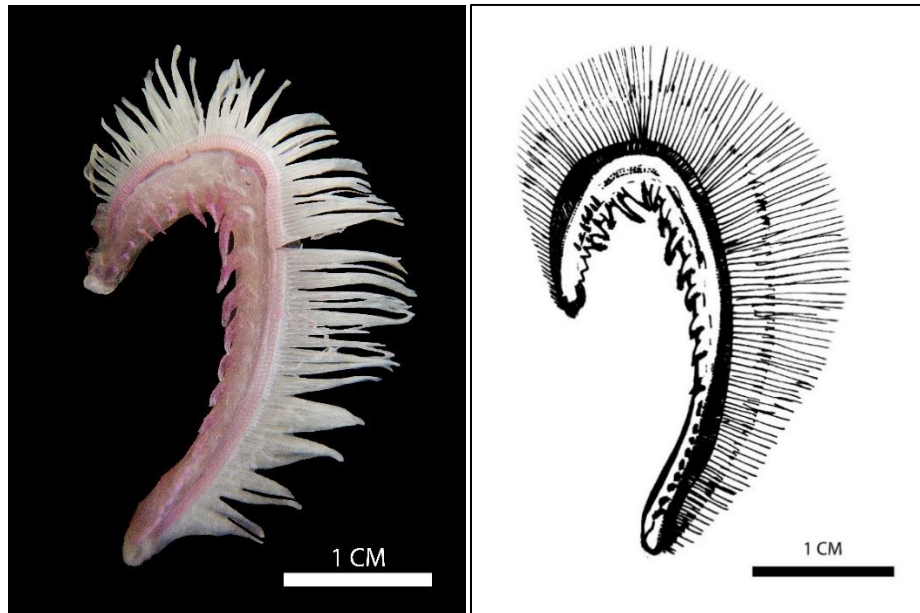


Figura 32. Fotografía y esquema del primer arco branquial de *T. falcatus*, las branquiespinas observadas son pequeñas y algunas de ellas rudimentarias.



Figura 33. Segundo arco branquial de *T. falcatus*, donde se muestra la ausencia de branquiespinas a lo largo del arco branquial, solamente se observan parches de dientes viliformes.

c) Tracto digestivo

Este presenta un tracto digestivo simple con una longitud promedio de 114.93 mm \pm 26.51 (Tabla 9). El esófago es pequeño y cilíndrico, con gran cantidad de musculatura; el estómago es sencillo y pequeño, su luz presenta fuertes pliegues gástricos longitudinales, con capacidad dilatadora (Fig. 35); se presentaron pocos ciegos gástricos monotubulares, aunque de gran longitud (Fig. 36). El intestino contó con una longitud promedio de 83.46 mm (Tabla 7), este contó únicamente con 2 asas intestinales, de paredes relativamente gruesas las cuales por dentro poseen gran cantidad de pliegues gástricos, además de una gran cantidad de vellosidades intestinales en la región terminal del intestino (Fig. 37), el índice de longitud relativa del intestino tuvo un valor de 0.74 ± 0.11 (Tabla 7), este valor permite catalogar a la especie como carnívora.



Figura 34. Estomago de *T. falcatus*, en forma de “Y”, este se observa pequeño y simple.



Figura 35. Ciegos gástricos presentes en *T. falcatus*, estos son largos.



Figura 36. Intestino de *T. falcatus*, este es simple y pequeño, con dos asas intestinales además de presentar paredes delgadas.

Se analizaron un total de 50 estómagos; se obtuvo un valor de repleción del 54% y de vacuidad del 20% (Tabla 6), lo que nos indica que se encontraron más estómagos llenos que vacíos. De acuerdo a los análisis tróficos, los gasterópodos fueron el alimento dominante 54% IIR (FO= 17.57%, N= 75.70%, P= 30.93%), seguido de los pelecípodos 37% IIR (FO= 25.00%, N= 23.17%, P= 28.18%), los alimentos menos importantes fueron los decápodos, pelecípodos, gasterópodos, anfípodos, copépodos y algas >4% (Fig. 14).

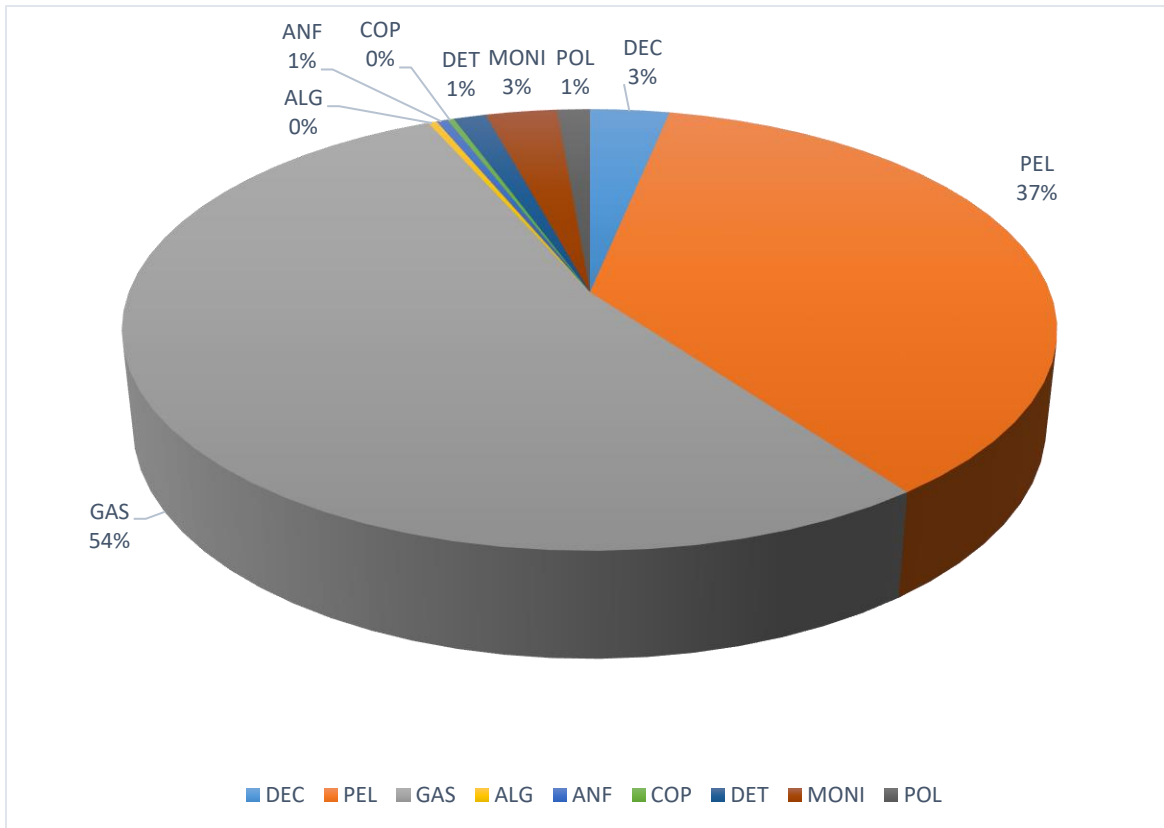


Figura 37. Representación gráfica del IIR para las presas encontradas en *T. falcatus*. Abreviaturas: DEC, decápodos; PEL, pelecípodos; GAS, gasterópodos; ALG, algas; ANF, anfípodos; COP, copépodos; DET, detrito; MONI; materia orgánica no identificada y POL, poliquetos.

De acuerdo al método gráfico el taxón dominante fue el de los gasterópodos seguido de los pelecípodos, ubicados más cerca del 100% de FO, P y N. El resto de ítems alimentarios se observaron de manera agrupada cerca del origen de los ejes de P% y N%, contribuyendo de manera escasa a la abundancia total de los estómagos (Fig. 13); con base en ello esta especie no es totalmente generalista, ya que los gasterópodos y pelecípodos fueron los únicos tipos alimentarios que presentaron una mayor frecuencia de ocurrencia, encontrándose el resto de las presas poco representadas, por lo cual son consideradas raras dentro de su dieta.

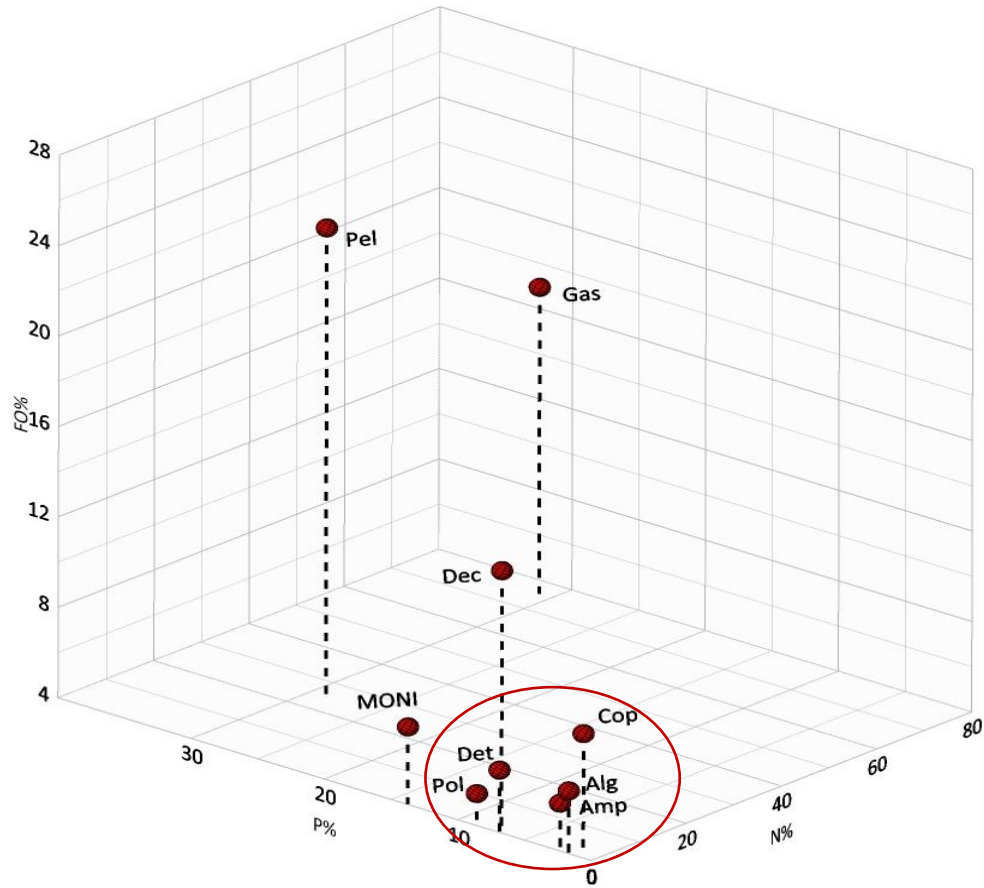


Figura 38. Representación tridimensional de la dieta de *T. falcatus* con base en los valores obtenidos del porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje numérico (%N) y porcentaje en peso (%P), el círculo rojo agrupa a los tipos alimentarios menos abundantes dentro de la dieta (para las abreviaturas véase la figura 37).



ECOMORFOLOGÍA ALIMENTARIA

Con base a los resultados obtenidos de los índices ecomorfológicos de cada especie (Tabla 10, 12 y 14) se realizó un análisis de componentes principales (ACP). A continuación, se presenta el nombre y abreviatura para cada índice utilizado.

Tabla 15. Índices ecomorfológicos y sus abreviaturas utilizadas.

| Índices ecomorfológicos | Abreviatura |
|---|--------------------|
| <i>Longitud relativa del pedúnculo caudal</i> | LRPC |
| <i>Altura relativa del pedúnculo caudal</i> | AIRPC |
| <i>Anchura relativa del pedúnculo caudal</i> | AnRPC |
| <i>Índice de compresión</i> | IC |
| <i>Índice de depresión</i> | ID |
| <i>Posición del ojo</i> | PO |
| <i>Longitud relativa de la cabeza</i> | LRC |
| <i>Altura relativa de la cabeza</i> | AIRC |
| <i>Anchura relativa de la cabeza</i> | AnRC |
| <i>Altura relativa de la boca</i> | AIRB |
| <i>Ancho relativo de la boca</i> | AnRB |
| <i>Índice de protrusión</i> | IP |
| <i>Área relativa del ojo</i> | ARO |
| <i>Longitud relativa del tracto digestivo</i> | LTD |

La representación de la relación especie – dieta (Fig. 40), indica que *C. crysos* se encuentra positivamente relacionado con una dieta en la que predominan: peces, anfípodos, algas y copépodos, y negativamente relacionadas con pelecípodos y gasterópodos. *C. hippos* se encuentra relacionado positivamente con los platelmintos, MONI y detrito, y negativamente con los poliquetos y decápodos. Por último, la dieta de *T. falcatus*, se relaciona positivamente con los pelecípodos, gasterópodos, poliquetos y decápodos, y negativamente con los platelmintos, anfípodos y peces.

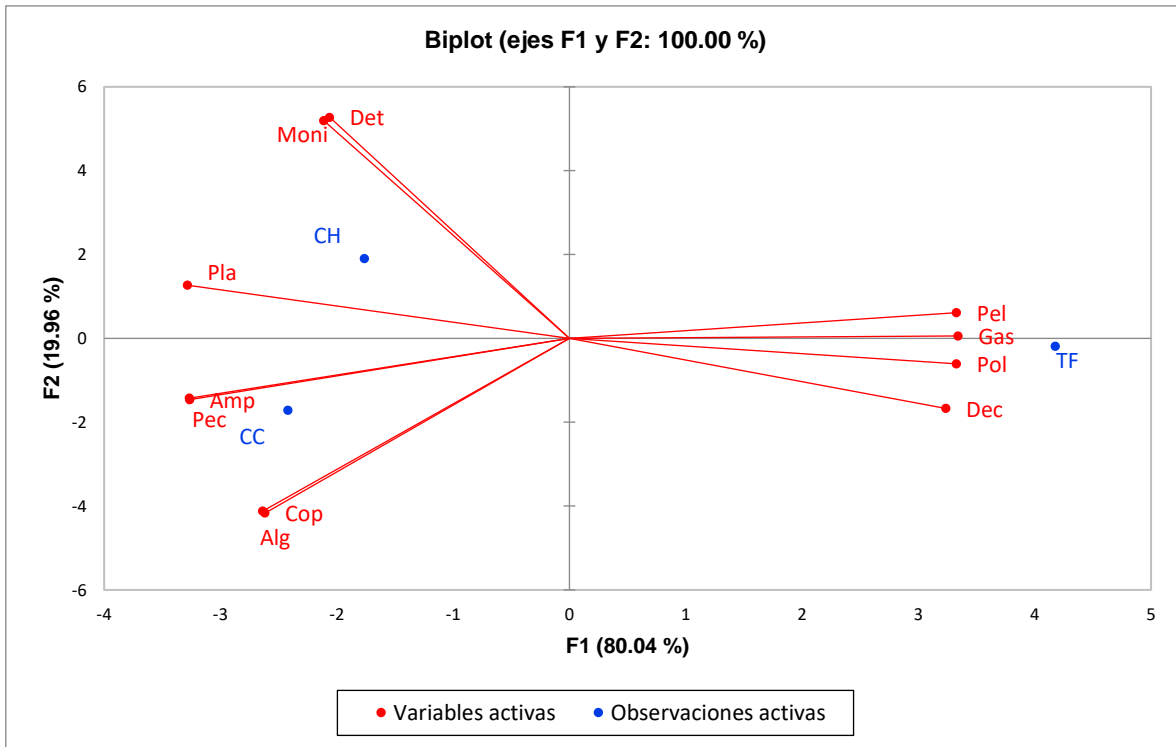


Figura 39. Proyección de los valores del eje 1 y 2 del análisis de componentes principales (ACP) para la relación especie – dieta, para las 3 especies analizadas. Las especies están representadas por puntos y las dietas por líneas (para las abreviaturas véase la tabla 2).

El ACP para los atributos ecomorfológicos de *C. crysos* mostró mayor afinidad hacia los atributos de IS, ID, AIRC, LRC, IP, LRPC y mostró menos relación con ARO, AnRPC, IC. Por otra parte, *C. hippos* tuvo mayor relación por el AnRB y AIRB y menor por la AIRPC, AnRC, LTD, PO. Por último, *T. falcatus*, tuvo una relación positiva hacia ARO, AnRPC, y IC, y menor afinidad por el IS, ID, AIRC, LRC, IP, LRPC.

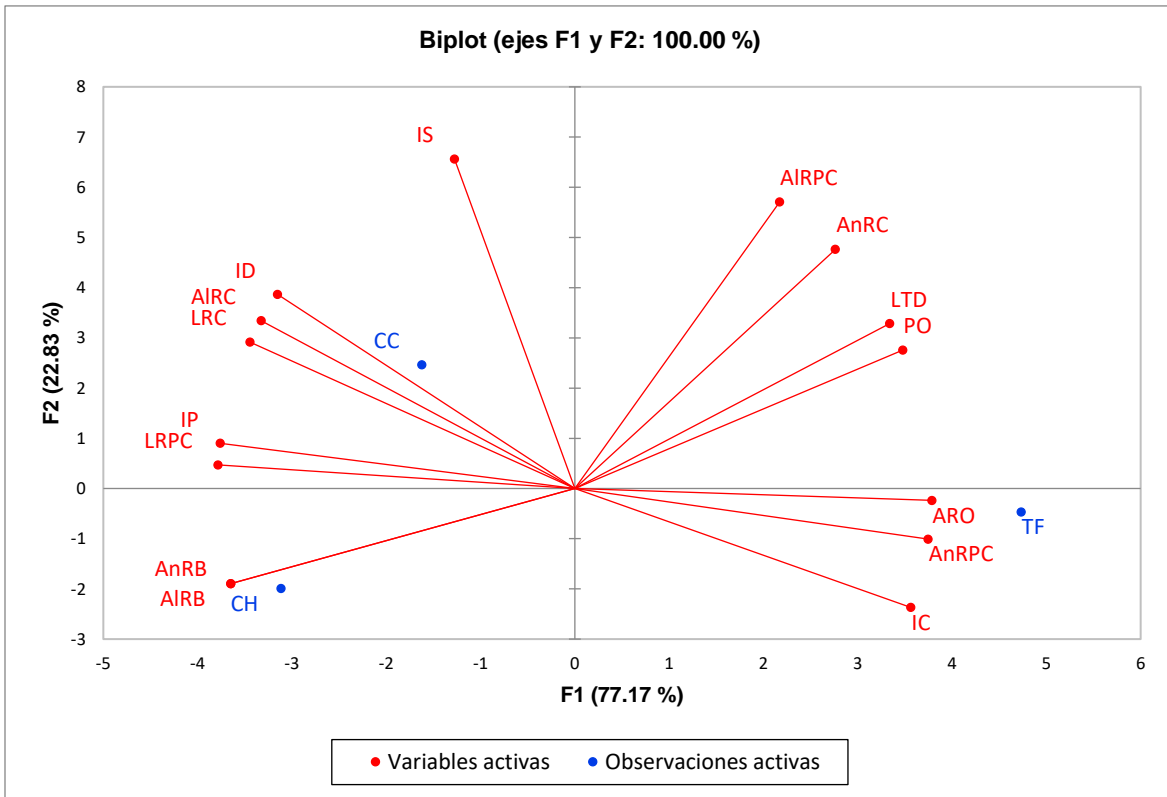


Figura 40. Proyección de los valores del eje 1 y 2 del análisis de componentes principales (ACP) para los atributos ecomorfológicos de las 3 especies analizadas. Las especies están representadas por puntos y los atributos ecomorfológicos por líneas (para las abreviaturas véase la tabla 2).



VII. DISCUSIÓN

Las adaptaciones en los peces al medio ambiente en que viven constituyen intereses muy antiguos y, en este contexto, la ecomorfología nos permite realizar inferencias sobre la forma de uso de los recursos de los individuos a partir de los aspectos morfológicos. Las estructuras morfológicas, relacionadas con la alimentación, presentan una estrecha relación con sus categorías tróficas. A partir de los estudios ecomorfológicos se pueden verificar patrones relacionados con la dieta y las estructuras, tales como: boca, dientes, branquiespinas, esófago, estómago e intestino; todas estas estructuras llegan a presentar gran diversidad de formas, posición y tamaño, las cuales se ligan directamente al tipo y hábitos alimentarios que tengan los diversos peces (Nikolsky 1963; Lagler *et al.*, 1984; Fugi *et al.*, 2001; Zárate *et al.*, 2007; Bone & Moore, 2008; Sley *et al.*, 2009; Bohorquez, 2009; Sampaio & Goulart, 2011; Albouy *et al.*, 2011; Moreno, 2011; Soares *et al.*, 2013; Reecht *et al.*, 2013; Soares *et al.*, 2013; Burress, 2015).

La gran diversidad de formas, posición y tamaño de la boca, es de suma importancia para comprender el tipo alimentario que tiene los peces, esto principalmente debido a que estas tres variables pueden permitirle a un pez explotar diversos recursos y ambientes. De acuerdo a Rodrigues *et al.* (2006) y Santos *et al.* (2015) en los peces teleósteos la posición de la boca se correlaciona directamente con el tipo alimentario, del cual se alimenten; esto aunado a la existencia de las tres formas principales de alimentación: Succión, RAM y por mordedura, que les permiten explotar diversos ambientes y alimentos (Sampaio y Goulart, 2011).

Las especies bajo análisis en el presente trabajo tienen la boca en posición terminal, infiriendo en un principio la posibilidad de que ellas compartan los mismos tipos alimentarios. Sin embargo, a pesar de la similitud en la posición y tamaño de la boca, pueden existir diferencias con respecto a la posición que guardan en la columna de agua y principalmente de lo que se alimentan (Sampaio & Goulart, 2011; Santos *et al.*, 2015). Las tres especies poseen una capacidad de protrusión de la mandíbula superior, esto es de importancia debido a que algunos peces han logrado modificar tanto la maxila como el dentario, para poder extender su boca y maximizar



la distancia de captura, esta modificación ayuda a su vez a aumentar la capacidad de succión, la cual es propiciada por la fuerza de los músculos craneales, los cuales a través de un sistema de enlaces y palancas expanden la cavidad bucal, creando un flujo de agua, ejerciendo una fuerza hidrodinámica sobre la presa, arrastrándola hacia la boca (Holzman *et al.*, 2008); estas dos características permiten a los peces capturar presas que sean más evasivas y/o más grandes, además de aumentar la distancia de captura de las mismas (Hulsey & García de León, 2005 y Hulsey, *et al.*, 2010). Al igual que les permite capturar a sus presas en diversos puntos de la columna de agua (Sampaio y Goulart, 2011).

En el caso de las especies analizadas; *Caranx crysos*, presentó la mayor capacidad de succión 0.19, frente al de las otras dos especies que fue de 0.15 (Tabla 6). Estos valores están influidos principalmente por el tamaño de la boca, ya que *C. crysos* tiene una boca más grande que las otras dos especies, siendo *T. falcatus* el que tiene la boca más pequeña. Los valores del IS indican que, al poseer una mayor capacidad de succión, *C. crysos* es mucho más eficiente para capturar presas con mayor movilidad, por ejemplo: peces o crustáceos, que generalmente tienen amplia habilidad para maniobrar y evadir a sus predadores (Wainwright *et al.*, 2004; Hulsey & García de León, 2005). Esto concuerda con el tipo alimentario encontrado en *C. crysos*, ya que los peces fueron el tipo alimentario dominante en su dieta. Por otra parte, *C. hippos*, a pesar de que en su dieta los peces fueron igualmente predominantes, con un valor menor de IS, podría atribuirse a que tiene menor capacidad para la captura de sus presas por succión, o bien se alimenta de organismos con una menor capacidad natatoria o de menor talla. Estos resultados concuerdan con los reportados por Hulsey & García de León (2005), para el cíclido *Petenia splendida*, quien presentó una gran capacidad de prutusión y succión, y su dieta predominante fueron los peces. En el caso de *Trachinotus falcatus*, no se encontraron peces en su dieta, por lo cual la capacidad de succión es baja, esto podría verse reflejada en facilitar la captura de organismos bentónicos, como lo son los decápodos, que tienen baja capacidad para evadir a sus predadores o bien para capturar gasterópodos y pelecípodos, que fueron los predominantes en su dieta. Sin embargo, no se encontraron trabajos que refuercen esta hipótesis.



Los peces pueden utilizar más de una forma para obtener su alimento, en algunos casos además de utilizar la succión como método de captura, pueden optar por la captura por mordedura o RAM (Bone & Moore, 2008).

La gran mayoría de la ictiofauna se caracteriza por presentar dientes, sin embargo, no todos están especializados para cumplir con la misma función durante la obtención del alimento. Trabajos como los propuestos por Hildebrand (1995), los peces poseen una alta diversidad en cuanto a dentición, principalmente en posición y forma, además de que estos mismos pueden ser correlacionados con su dieta. Para que los peces puedan utilizar la captura por mordedura, se deben poseer dientes adaptados para capturar o desgarrar a sus presas; en el caso de *C. crysos* y *C. hippos*, estos poseen dientes caninos pequeños sobre el dentario y maxilar, además de un par de dientes caninos más grandes en el dentario, lo cual podría ayudarlos en la captura de sus presas. Por otra parte *T. falcatus* presentó dientes diminutos en el dentario y maxilar, siendo pobremente utilizados en la captura de su alimento.

Adicionalmente, las tres especies presentaron dientes faríngeos o bien denominados dientes faringobranquiales, estos elementos son pobremente visibles y la mayor parte del tiempo pasan desapercibidos; sin embargo, se presentan propiamente en todos los teleósteos (Wainwright *et al.*, 2012; Burress, 2015). Estos dientes son los que desempeñan el papel más trascendental en el procesamiento del alimento, ya que su función consiste en dar inicio al proceso alimentario, ya sea para retener, triturar o macerar el alimento, o bien para dirigir el alimento hacia el esófago, además de su capacidad funcional, aumenta la eficiencia y versatilidad de la alimentación (Burress, 2015). Estos dientes pueden estar sumamente especializados en su forma, de acuerdo al alimento que el pez consuma: por ejemplo, una dieta basada en algas o plantas, una dieta especializada en detrito o en presas duras. En el caso de los peces estudiados, se observaron patrones similares en las dos especies del género *Caranx*, las placas faríngeas son pequeñas, con dientes principalmente caninos y filiformes, mientras que en *T.*



falcatus, las placas inferiores y superiores, están fusionadas), carecen de dientes y tienen forma de trabéculas, formando estructuras sumamente duras y rígidas.

De acuerdo a Lauder, 1982; Husley, 2008; Helling, 2010 y Burrell, 2015, los dientes están relacionadas con sus tipos alimentarios; mencionan que los organismos que se alimentan de presas que se mastican fácilmente o se tragan enteros rápidamente después de la captura, debido a que su estructura es blanda y maleable, tienden a necesitar poco esfuerzo mecánico para la masticación del alimento, lo cual requiere estructuras faríngeas más pequeñas y menos masivas; la diferencia se presenta con el aumento en el tamaño de los elementos faríngeos, la cual es una característica morfológica presente en las especies durófagas, en las cuales las placas faríngeas y los músculos que transmiten la fuerza de la mordida son significativamente más grandes y fuertes (la durofagia en los peces se define como la capacidad de comer presas duras como lo son los moluscos, pelecípodos, gasterópodos, decápodos, entre otros).

En el caso de *C. hippos* y *C. crysos*, las placas faríngeas no son grandes, por lo que, de acuerdo a los trabajos de Mittelbach, 1984; Meyer, 1989; Grubich, 2003; Husley *et al.*, 2008 y Burrell, 2015, además del tipo de dieta encontrada, estas especies se alimentan principalmente de peces, los cuales no requieren una trituración o maceración excesiva, siendo estos utilizados principalmente para dirigir el alimento hacia el esófago esto en relación a los dientes filiformes en los bordes de los dientes faríngeos, los cuales se encuentran orientados hacia el esófago, en el caso de *C. hippos* en los dientes faríngeos inferiores se observan dientes molariformes, los cuales pueden ayudarle a triturar en cierta medida organismos ligeramente duros como los encontrados en su dieta (pelecípodos y gasterópodos); en contraste, *T. falcatus* presentó placas faríngeas sumamente grandes y rígidas, las cuales se encuentran ligadas con su tipo de dieta durofágica, la cual estuvo predominada por organismos de consistencia dura; la eficacia en la alimentación de este tipo alimentario viene ligada a la trituración eficiente de los bivalvos, gasterópodos y decápodos, que están fuertemente blindados, por lo cual es necesaria una gran trituración mecánica del alimento, por lo que la presencia de



grandes placas faringobranquiales ayuda a una trituración eficiente de las presas (Wainwright, 1989; Fraser, 2009, Wainwright *et al.*, 2012 y Burrell, 2015).

Los pequeños parches de dientes sobre la lengua están pobremente desarrollados en las tres especies estudiadas; comúnmente estos diminutos dientes se emplean como auxiliares para retener a su presa, o bien dirigir su alimento hacia el esófago, evitando el escape del mismo.

Por otra parte, las branquiespinas son estructuras rígidas que se encuentran dirigidas hacia la cámara branquial; su forma y número se encuentran relacionados con la dieta de las especies (Mummert, 1986 y Sampaio y Goulart, 2011). Estas estructuras son principalmente las encargadas de retener, mediante la filtración, alimentos que podrían escapar por la boca o por las aperturas branquiales, además de dirigir el alimento capturado hacia los dientes faríngeos u/o hacia el esófago (Zavala-camin, 1996 y Fugí, 2001). Existe una relación directa entre la dimensión y el espaciamiento de las branquiespinas con el tamaño del alimento, en otras palabras, las especies que tienden a alimentarse de organismos pequeños como son los organismos plactívoros o detritívoros, tienden a tener branquiespinas largas, finas y próximas una de otra; por el contrario, organismos que se alimenten de presas más grandes como por ejemplo peces, exhiben branquiespinas más gruesas, más cortas y menos próximas entre sí, o incluso existen organismos que tienden a carecer de branquiespinas. Por lo tanto, de acuerdo a (Sampaio y Goulart, 2011 y Hyatt 1979, la distancia existente entre las branquias está relacionado principalmente con el tamaño del alimento. Sin embargo, las branquiespinas observadas en el primer arco branquial de las dos especies del género *Caranx*, fueron largas y numerosas sobre todo en *C. crysos*, donde se contabilizaron en promedio 34 branquiespinas; esto es poco común en organismos que se alimentan preferentemente de peces; existe la posibilidad de que el tamaño de las branquias y el número de las mismas le ayudan a retener los diversos tipos alimentarios como lo encontrado en las dietas de *C. crysos* y *C. hippos*, esto concuerda con lo reportado por Magnuson 1971, Lagler *et al.*, 1984 y Albrecht *et al.*, 2001. Además, la presencia de gran cantidad de detrito en la dieta de ambas especies, refleja que



debe existir cierto retenimiento de esas partículas por parte de las branquiespinas; solamente se encontraron branquiespinas en el primer arco branquial para ambas especies; el resto de los arcos branquiales únicamente tienen bordes internos con parches de dientes viliformes en algunos de ellos, todos estos orientados hacia la cavidad bucal. Para *T. falcatus*, el tipo y número de branquiespinas corresponde al tipo alimentario, dichas estructuras son diminutas y algunas de ellas rudimentarias; de la misma manera, sólo el primer arco branquial presentó branquiespinas, el resto presentó parches de dientes viliformes.

El tracto digestivo, comprendido esencialmente por el esófago, estómago e intestino, además de algunas estructuras accesorias como los ciegos gástricos, están estrechamente relacionados con el o los tipos y hábitos alimentarios que tengan las diversas especies; esto debido principalmente a que no todos los peces poseen las mismas estructuras, ni formas iguales de las mismas, lo cual les permite explotar diferentes recursos alimentarios en el ambiente en el que se desarrollan (Lagler *et al.*, 1984; Albrecht *et al.*, 2001 y Sampaio & Goulart, 2011).

El esófago de los teleósteos, en general, es cilíndrico, con una gran capacidad dilatadora que le permite distenderse para poder ingerir gran cantidad de alimento, además de que une a la región orofaríngea con el estómago. (Wilson & Castro, 2010). En el caso de las tres especies estudiadas, el esófago es pequeño y con una gran musculatura, sobre todo en *C. hippos* y *C. crysos*; esto concuerda con el trabajo de Gómez-Ramírez *et al.*, 2011; es posible que el fuerte desarrollo de la musculatura en el esófago permita la distensión para tragar presas de gran tamaño como lo son los peces; además de evitar que entre agua en exceso al tracto digestivo y permita regurgitar el alimento no deseado; por otra parte, *T. falcatus* no presentó organismos sumamente grandes en su dieta, por lo cual, aunado a su gran capacidad de trituración, difícilmente llegará a tragar presas vivas, por lo cual no requiere de gran musculatura en el esófago.

El estómago, principalmente dividido en dos regiones, la pilórica y la fúndica (Muñoz *et al.*, 2006), funge como almacenador del alimento a corto plazo y de realizar procesos digestivos primarios al secretar diversas enzimas digestivas (Lagler *et al.*,



1984; Gómez-Ramírez *et al.*, 2011 y Sampaio & Goulart, 2011). De acuerdo al tipo alimentario que tengan los peces, el estómago puede ser amplio y elástico o reducido (Lagler *et al.*, 1984 y Bone & Moore, 2008). Así, de manera general, dentro de las categorías tróficas los peces carnívoros tienden a presentar un estómago grande, mientras que los herbívoros llegan a presentar un estómago indistinto, lo que también puede ocurrir entre los detritívoros, omnívoros, planctívoros y bentófagos, o sea, aquellos que ingieren los alimentos con altos contenidos de sustancias alcalinas, indigeribles o de difícil digestión, como los vegetales y los desechos orgánicos, que son materiales difíciles de transportar y que pueden inviabilizar la digestión (Zavala-Camin 1996 y Wooton 2012). Bone & Moore, 2008, argumentan que los peces con hábitos predatorios también pueden presentar un estómago indistinguible y en este caso, generalmente, hay una porción del intestino expandido capaz de almacenar grandes pedazos de alimento a ser digeridos; esta región más grande del intestino es a menudo confundida con el estómago, ya que esta área realiza la función del mismo (Bone & Moore, 2008).

En caso de las tres especies estudiadas, no se pudo diferenciar entre la región fúndica y la pilórica, debido principalmente a que estas dos regiones son distinguibles esencialmente mediante técnicas histológicas (Muñoz *et al.*, 2006), (las cuales no se llevaron a cabo en este trabajo); el estómago es pequeño, esto de acuerdo a Rodrigues da Silva *et al.*, 2012, posiblemente esto se deba a que esta estructura se limita a cumplir la función de almacenamiento del alimento por un corto periodo de tiempo; además, el estómago está poco especializado, en los 3 casos tiene forma de “Y”, aunque en *T. falcatus* la proyección terminal es más grande que en las otras dos especies; en los tres casos el estómago presentó una gran cantidad de pliegues gástricos longitudinales, los cuales, de acuerdo a Albrecht *et al.*, 2001 y Rodrigues da Silva *et al.*, 2012, además de aumentar el área de absorción de los nutrientes, permiten distender el estómago para proporcionar un mayor almacenaje de alimento, esencialmente en peces carnívoros (Teixeira & Bennemann, 2007 y Sampaio & Goulart, 2011); así mismo, esta musculatura permite al organismo llevar a cabo movimientos peristálticos que favorecen la digestión del alimento, esto concuerda con lo reportado por Lagler *et al.*, 1984; Bone & Moore, 2008 y Gómez-



Ramírez *et al.*, 2011. El tamaño pequeño del estómago, en las tres especies, está relacionado con el alimento principal, basado en “carne” de distintos organismos, los cuales no necesitan de una gran capacidad digestiva, ni de enzimas sumamente especializadas para su degradación (Bairagi *et al.*, 2012; Bresler & Fishelson, 2006; Saha *et al.*, 2006 y Bone & Moore, 2008); como excepción, en la dieta de *T. falcatus* se encontraron restos sólidos de pelecípodos, gasterópodos y decápodos, los cuales presentaban poco grado de degradación, pero con un elevado grado de trituración, esto nos indica dos situaciones principales: la primera, el elevado grado de trituración de los ítems alimentarios está influido principalmente por la gran capacidad de trituración que posee esta especie, llevado a cabo por sus dientes faringobranquiales altamente especializados; en la segunda situación, el organismo no posee enzimas especializadas para la degradación de componentes duros como son los caparzones de los moluscos o decápodos, por lo cual depende exclusivamente de una buena trituración para su asimilación (Wainwright, 1989; Fraser, 2009, Wainwright *et al.*, 2012 y Burrell, 2015).

Además de esos elementos duros, un ítem que se encontró dentro de la dieta de las tres especies fueron las algas, éstas requieren de enzimas especializadas para su degradación (Saha *et al.*, 2006 y Bairagi *et al.*, 2012), esto principalmente debido a que la degradación de la celulosa (componente principal de las algas), es difícil, por lo cual diversos peces recurren a una actividad simbiótica con bacterias, las cuales pueden degradar la celulosa (Bresler & Fishelson, 2006), además de poseer una dentición especializada que cumpla una función mecánica de molienda, facilitando así la degradación subsecuente de la actividad bacteriana. Dichas características se pueden observar en el género *Acanthurus spp.* (Bresler & Fishelson, 2006), en la tilapia *Oreochromis mossambica* o la carpa *Ctenopharyngodon idella* (Saha *et al.*, 2006). Sin embargo, debido al grado de digestión observado en las algas, en las tres especies, y a la ausencia de dentición especializada para la masticación de este alimento, se puede inferir que estos organismos no son capaces de degradar, asimilar y aprovechar dicho tipo alimentario; consideramos la posibilidad de que las algas sean un alimento accidental, que es ingerido al alimentarse de otras presas, situación que coincide



con lo reportado por Andrades *et al.*, 2014, quien encontró como alimento accidental de *T. falcatus* algas macrófitas, en donde se establecen organismos como los anfípodos, de los cuales se nutre este carángido.

La presencia de los ciegos gástricos ha sido pobremente reportada en diversos trabajos, además de que se desconoce gran parte de la función de los mismos; estas estructuras se encuentran primordialmente presentes en organismos con una dieta carnívora (Bone & Moore, 2008). Una de las funciones conocidas de los ciegos gástricos es el de aumentar el área de absorción del intestino (Muñoz *et al.*, 2006 y Canan *et al.*, 2012), también se encargan de segregar “cocteles enzimáticos” sobre el alimento (Khojasteh, 2012). En las tres especies estudiadas, se encontraron ciegos gástricos, particularmente en *C. crysos* y *C. hippos*, estos fueron sumamente numerosos y de muy corto tamaño y diámetro, por el contrario, en *T. falcatus*, estos fueron poco numerosos, pero contaban con una longitud y diámetro mucho más grande que en las otras dos especies; esto lo explican Lagler *et al.*, 1984 y Albrecht *et al.*, 2001, quienes afirman que cuanto mayor es el número y tamaño de los ciegos, mejor es su eficacia funcional; por lo tanto, las especies con intestinos más cortos deberían presentar mayor número y más grandes ciegos pilóricos.

Está comprobado que en los peces existe una relación entre el tamaño del intestino con el tipo alimentario, lo que queda de manifiesto en los resultados emanados de esta investigación y que se refuerzan con lo reportado por (Santos *et al.*, 2015).

En las tres especies el intestino es corto, esto se ve apoyado por lo establecido por Sampaio & Goulart, 2011, y en la longitud relativa del intestino (Tabla 7), corroboramos que las 3 especies tienen hábitos carnívoros, al obtener valores menores a 1, que, de acuerdo a Pineda *et al.*, 2012 los catalogan en ese gremio alimentario. Las paredes musculares del intestino son delgadas, lo cual propician movimientos peristálticos lentos, lo cual aumenta el tiempo que el alimento pasa en el intestino y que coincide con lo referido por Olaya *et al.*, 2007 y Gómez-Ramírez *et al.*, 2011; además, la presencia de pliegues gástricos y vellosidades intestinales a lo largo del intestino, propician una mayor área de absorción del alimento (Albrecht *et al.*, 2001; Muñoz *et al.*, 2006; Olaya *et al.*, 2007; Sampaio & Goulart, 2011 y



Rodrigues da Silva *et al.*, 2012). Estas características, en peces carnívoros, son importantes ya que debido a que el estómago es corto, deben contar con estructuras que maximicen la absorción del alimento, sobre todo en el intestino, ya que allí es donde se lleva la mayor parte de la tarea de digestión y absorción (Muñoz *et al.*, 2006; Olaya *et al.*, 2007 y Gómez-Ramírez *et al.*, 2011).

Con base a las características morfológicas internas además del ACP alimentario, las 3 especies se pueden catalogar como carnívoras, aunque diferencias en el tamaño de la boca, capacidad de succión, dentición y los arcos branquiales, nos permiten diferenciarlas en dos grupos, el primero compuesto por *C. crysos* y *C. hippos*, que de acuerdo a su morfología interna se pueden catalogar como carnívoros ictiófagos; esto se corrobora con el ACP alimentario, donde se observa una clara afinidad de estas dos especies por elementos como los peces, copépodos, anfípodos y platelmintos, otros elementos como el detrito encontrado en sus estómagos, puede verse atribuido a que sus branquiespinas ligeramente desarrolladas facilitan la captación y la entrada de estos elementos al tracto, lo cual da la posibilidad de que se alimenten de peces, además de otros organismos que están ligados al fondo, que a la hora de ser capturados, son tragados con parte de detrito; otro ítem encontrado en el tracto digestivo son las algas, las cuales como ya se mencionó arriba, son más bien un alimento accidental el cual no es aprovechado por estos peces, ya que no poseen dientes, estómago o intestino adaptados para este tipo alimentario.

Estos resultados, aunados al ACP ecomorfológico y reforzado por lo establecido por Fernández *et al.*, 2012; Soares *et al.*, 2013 y Reecht *et al.*, 2013, valores altos en los atributos como: la relación tamaño de la cabeza – longitud patrón (AIRC-LRC), además del ancho de la boca – largo de la misma (AnRB-AIRB), son características observadas en organismos piscívoros, ya que estas características les permiten capturar presas de tamaño considerable, la capacidad de prutusión (IP), permite capturar organismos con mayor facilidad además de aumentar la distancia de captura, esta capacidad viene derivada del tamaño de la boca y la cabeza; así mismo un pedúnculo caudal largo y poco ancho (LRPC), además de



una ligera compresión (IP) y depresión del cuerpo, permite a los peces ser nadadores activos de gran velocidad y les facilita maniobrar en ambientes complejos, aunado al poseer un impulso natatorio más efectivo.

El segundo grupo, comprendido únicamente por *T. falcatus*, el cual de acuerdo a su morfología interna se cataloga como carnívoro – durofágico, concuerda con el ACP alimentario, en la cual se observa una clara relación positiva entre esta especie y alimentos duros (decápodos, gasterópodos y pelecípodos). Estos resultados, aunados al ACP ecomorfológico y reforzado por lo establecido por Fernández *et al.*, 2012; Soares *et al.*, 2013 y Reecht *et al.*, 2013, valores altos en los atributos como un pedúnculo caudal grueso y largo (AIRPC – AnRPC) se ven relacionado con peces ligados al fondo, además de ser peces que no poseen una gran capacidad natatoria y poco impulso al nadar; así mismo como lo propone Holzman *et al.*, 2008, características como compresión corporal (IC), que a su vez genera una mayor altura del cuerpo y por ende una mayor área muscular craneal, en adición de una cabeza ancha (AnRC), son características que favorecen a los peces con dietas durofágicas, ya que estas variaciones morfológicas les permiten ejercer una mayor fuerza mecánica de mordida, facilitando por ende la digestión del alimento.

A pesar de que *C. crysos* y *C. hippos*, tienen un gran parecido morfológico tanto interno como externo, en este trabajo se pudieron establecer diferencias en su dieta y en su morfología interna, por ejemplo en la forma de los dientes faríngeos o en las branquiespinas; este conjunto de diferencias, aunque mínimas, pueden permitir a las dos especies, aprovechar los recursos de diferente forma o bien explotar diferentes recursos, tal y como lo establecen (Abelha & Goulart 2004; Oliveira & Bennemann 2005 y Dias *et al.*, 2005), que en gran medida estarán influenciadas por el ambiente y la temporalidad (Lagler *et al.*, 1984; Sánchez *et al.*, 2003; Guevara *et al.*, 2007 y Bone & Moore, 2008). Además, concordando con los trabajos de Sampaio & Goulart, 2011; Fernández *et al.*, 2012 y Rodrigues da Silva *et al.*, 2012, especies con morfología similar, no presentan necesariamente la misma dieta; el parecido morfológico de ciertas especies es posiblemente debido a su filogenia (Antonucci *et al.*, 2012b), aunque la gran diversidad de hábitats que puede ocupar



una especie puede reflejar una gran heterogeneidad de las relaciones que se generan entre las especies y el uso de los recursos disponibles (Antonucci *et al.*, 2012a). Sin embargo, la morfología no es un predictor perfecto de la relación existente entre los organismos y su desempeño alimentario, esto debido a la gran diversidad morfológica de los peces y a su gran diversidad de linajes antiguos, que poseían formas biológicas ancestrales muy distintas a las actuales; no obstante, aunque los cambios evolutivos, con relación a los hábitos alimentarios, pueden correlacionarse generalmente con cambios en la morfología de ciertas estructuras, los linajes que convergen en un tipo de presa común, tienden a exhibir una forma de mandíbula y cuerpo similares, como por ejemplo: algunos grupos de peces arrecifales, en los cuales se incluyen miembros de las familias Labridae, Pomacentridae, Haemulidae, Lutjanidae, Acanthuridae, Chaetodontidae, Pomacanthidae, Carangidae y Balistidae, entre otros; en estos grupos algunos de sus miembros tienden a mostrar ciertos cambios consistentes en su morfología funcional alimentaria, al menos en la mayoría de sus representantes, como lo es: reducción del tamaño de la boca, protrusión de la boca, presencia de estructuras faríngeas, además de una mejor capacidad de natación sostenida (Wainwright *et al.*, 2007). Esto enfatiza, aún más, la necesidad de estudios ecomorfológicos de los peces, considerando aspectos relacionados al ambiente, fisiología, comportamiento, morfología funcional e interacciones con otras especies. La importancia de esto está relacionada con el hecho de que estos factores pueden influir en la dieta de los peces, haciendo necesario el análisis de una amplia gama de factores relacionados con la ecología de las especies.



VIII. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la ecomorfología, las tres especies se catalogan como carnívoras.
- Dentro del estudio ecomorfológico se evidenció la diferencia entre las especies basado en sus dientes faringobranquiales.
- *T. falcatus* se diferenció por presentar una dieta carnívora – durofaga.
- El tamaño de las branquiespinas en *C. crysos* y *C. hippos* podrían reflejar un tipo alimentario de tipo filtrador.
- Se demostró que la capacidad de succión en las 3 especies es de utilidad para la captura de su alimento.
- Los análisis tróficos (IIR, gráfica tridimensional y ACP alimentario) demuestran que son especies carnívoras.
- La presencia de musculatura, en el tracto digestivo, permite a las especies distender el tracto, para facilitar la captura de presas de gran tamaño, esencialmente en *C. crysos* y *C. hippos*.
- Las tres especies, a pesar de mostrar similitudes, denotan diferencias tanto en los tipos alimentarios como en su morfología interna, por lo que explotan diversos hábitats.



IX. LITERATURA CITADA

1. Abelha, M. C. F., & Goulart, E. (2004). Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado de Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 26(1), 37-45.
2. Albouy, C., Guilhaumon, F., Villéger, S., Mouchet, M., Mercier, L., Culioli, J. M., ... & Mouillot, D. (2011). Predicting trophic guild and diet overlap from functional traits: statistics, opportunities and limitations for marine ecology. *Marine Ecology Progress Series*, 436, 17-28.
3. Albrecht, M. P., Ferreira, M. F. N., & Caramaschi, E. P. (2001). Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes (Characiformes; Anostomidae). *Journal of Fish Biology*, 58(2), 419-430.
4. Andrades, R., Gomes, M. P., Pereira-Filho, G. H., Souza-Filho, J. F., Albuquerque, C. Q., & Martins, A. S. (2014). The influence of allochthonous macroalgae on the fish communities of tropical sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 144, 75-81.
5. Antonucci, F., Boglione, C., Cerasari, V., Caccia, E., & Costa, C. (2012b). External shape analyses in *Atherina boyeri* (Risso, 1810) from different environments. *Italian journal of zoology*, 79(1), 60-68.
6. Antonucci, F., Costa, C., Aguzzi, J., & Cataudella, S. (2012a). Ecomorphology of morpho-functional relationships in the family of sparidae: A quantitative statistic approach. *Journal of Morphology*, 270(7), 843-855.
7. Arreguín-Sánchez, F., & Arcos-Huitrón, E. (2011). La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*, 21(3), 431-462.
8. Bohórquez Herrera, J. (2009). *Ecomorfología alimentaria de algunas especies de peces asociadas a fondos blandos* (Doctoral dissertation). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas).
9. Bone, Q y Moore R.H. (2008). *Biology of fishes*. Taylor & Francis. 3ed. 478pp. ISBN 978-0-415-37562-7.
10. Braga, A. A., Fransozo, A., Bertini, G., & Fumis, P. B. (2005). Composition and abundance of the crabs (Decapoda, Brachyura) off Ubatuba and Caraguatatuba, northern coast of São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*, 5(2), 45-78.
11. Bresler, V., & Fishelson, L. (2006). Export pumps in *Epulopiscium fishelsoni*, the symbiotic giant gut bacterium in *Acanthurus nigrofuscus*. *Naturwissenschaften*, 93(4), 181-184.
12. Burress, E. D. (2015). Cichlid fishes as models of ecological diversification: patterns, mechanisms, and consequences. *Hydrobiologia*, 748(1), 7-27.
13. Caiafa, I., Narváez, J., & Borrero, S. (2011). Algunos aspectos de la dinámica poblacional del jurel *Caranx hippos* (Pisces: Carangidae) en Bocas de Ceniza, Caribe colombiano. *Revista MVZ Córdoba*, 16(1).
14. Canan, B., Nascimento, W. S. D., Silva, N. B. D., & Chellappa, S. (2012). Morphohistology of the digestive tract of the damsel fish *Stegastes fuscus* (Osteichthyes: Pomacentridae). *The Scientific World Journal*, 2012.
15. Carpenter K.E. (ed) (2002). *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Volume 3 Bony fishes part 2. FAQ Species Identification Guide for Fishery Purposes.*



16. Carroll, A. M. (2004). Muscle activation and strain during suction feeding in the largemouth bass *Micropterus salmoides*. *Journal of Experimental Biology*, 207: 983-991.
17. Cochran-Biederman, J. L., & Winemiller, K. O. (2010). Relationships among habitat, ecomorphology and diets of cichlids in the Bladen River, Belize. *Environmental Biology of Fishes*, 88(2), 143-152.
18. Cortés, E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 54: 726-738
19. Davila A.C. (2014). Diagnóstico de las pesquerías del Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano bajo un enfoque ecosistémico. Tesis de maestría en ecología y pesquerías. Universidad veracruzana. instituto de ciencias marinas y pesquerías.
20. Dias, A. C. M. I., Branco, C. W. C., & Lopes, V. G. (2005). Estudo da dieta natural de peixes no reservatório de Ribeirão das Lajes, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 27(4), 355-364.
21. Fernández. E.M; Ferriz. R.A; Bentos. C.A. y López. G.R. (2012). Dieta y ecomorfología de la ictiofauna del arroyo Manantiales, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 14(1), 1-13.
22. Franco Moreno, R. A. (2011). Morfología y desempeño del aparato mandibular de seis especies de peces ictiofagos demersales, asociados a los fondos blandos de la plataforma continental de Nayarit-Sinaloa.
23. Fraser, G. J., Hulseay, C. D., Bloomquist, R. F., Uyesugi, K., Manley, N. R., & Streelman, J. T. (2009). An ancient gene network is co-opted for teeth on old and new jaws. *PLoS biology*, 7(2), e1000031.
24. Fugi, R., Agostinho, A. A., & Hahn, N. S. (2001). Trophic morphology of five benthic-feeding fish species of a tropical floodplain. *Revista brasileira de biologia*, 61(1), 27-33.
25. Gómez-Ramírez, E., Obando, M. J., Tovar, M. O., Caldas, M. L., & Hurtado, H. (2011). Estudio histológico del tracto digestivo del neón cardenal *Paracheirodon axelrodi* (Characidae). *International Journal of Morphology*, 29(3), 782-786
26. Grubich, J. (2003). Morphological convergence of pharyngeal jaw structure in durophagous perciform fish. *Biological Journal of the Linnean Society*, 80(1), 147-165.
27. Guevara. E.A; Hernán. M. M; Rosas. C. y Sánchez. A. 2007. Hábitos alimenticios y ecología trófica del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) asociado a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical*, 55(3-4), 989-1004.
28. Hartmann, T. (2006). Bivalve Seashells of Florida: an identification guide to the common species of Florida and the Southeast. Anadara Press.
29. Hellig, C. J., Kerschbaumer, M., Sefc, K. M., & Koblmüller, S. (2010). Allometric shape change of the lower pharyngeal jaw correlates with a dietary shift to piscivory in a cichlid fish. *Naturwissenschaften*, 97(7), 663-672.
30. Holzman, R., Day, S. W., Mehta, R. S., & Wainwright, P. C. (2008). Integrating the determinants of suction feeding performance in centrarchid fishes. *Journal of Experimental Biology*, 211(20), 3296-3305.
31. Horn, M. H., Gawlicka, A. K., German, D. P., Logothetis, E. A., Cavanagh, J. W., & Boyle, K. S. (2006). Structure and function of the stomachless digestive system in three related species of New World silverside fishes (Atherinopsidae) representing herbivory, omnivory, and carnivory. *Marine Biology*, 149(5), 1237-1245.



32. Hulsey, C. D., & García de León, F. J. (2005). Cichlid jaw mechanics: linking morphology to feeding specialization. *Functional Ecology*, 19(3), 487-494.
33. Hulsey, C. D., Hollingsworth Jr, P. R., & Holzman, R. O. I. (2010). Co-evolution of the premaxilla and jaw protrusion in cichlid fishes (Heroine: Cichlidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 100(3), 619-629.
34. Hulsey, D. C., Roberts, R. J., Lin, A. S., Guldborg, R., & Streelman, T. J. (2008). Convergence in a mechanically complex phenotype: detecting structural adaptations for crushing in cichlid fish. *Evolution*, 62(7), 1587-1599.
35. Huss, H. H. (1998). *El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad*. FAO.
36. Hyatt, K. D. (1979). Feeding strategy. *Fish physiology*, 8, 71-119. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes (No. 597 ZAV).
37. Khojasteh, S. M. B. (2012). The morphology of the post-gastric alimentary canal in teleost fishes: a brief review. *International Journal of Aquatic Science*, 3(2), 71-88.
38. Kwei, E. A. (1978). Food and spawning activity of *Caranx hippos* (L.) off the coast of Ghana. *Journal of Natural History*, 12(2), 195-215.
39. Lagler, K.F.; Bardach J; Miller. R y May-Pasino D. (1984). *Ictiología*. 489 pp. AGT, México
40. Lauder, G.V. (1982). Patterns of evolution in the feeding mechanism of actinopterygian fishes. *American Zoology*. 22: 275–285.
41. Lawson E.O; Doseku P.A; Ajepe R.G y Adetiloye R.O. (2013). Some Biological Aspects of Crevale Jack, *Caranx hippos* (Linnaeus, 1766) from Majidun Creek, Lagos, Nigeria. *European Journal of Biological Sciences* 5 (3): 90-98, 2013.
42. Melgarejo-Damián, M. P., González-Acosta, A. F., Cruz-Escalona, V. H., & Moncayo-Estrada, R. (2018). A comparison of feeding biomechanics between two parrotfish species from the Gulf of California. *Zoomorphology*, 137(1), 165-176.
43. Meyer, A. (1989). Cost of morphological specialization: feeding performance of the two morphs in the trophically polymorphic cichlid fish, *Cichlasoma citrinellum*. *Oecologia*, 80(3), 431-436.
44. Mittelbach, G. G. (1984). Predation and resource partitioning in two sunfishes (Centrarchidae). *Ecology*, 65(2), 499-513.
45. Mountfort, D. O., Campbell, J., & Clements, K. D. (2002). Hindgut fermentation in three species of marine herbivorous fish. *Applied and environmental microbiology*, 68(3), 1374-1380.
46. Mummert, J. R., & Drenner, R. W. (1986). Effect of fish size on the filtering efficiency and selective particle ingestion of a filter-feeding clupeid. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115(4), 522-528.
47. Muñoz, A., Caldas, M. L., & Giraldo, H. H. (2006). Análisis histomorfológico del sistema digestivo y glándulas anexas en alevinos de cachama blanca, *Piaractus brachypomus* (Characidae: Piaractus). *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*. Universidad Militar Nueva Granada. Colombia. 2(1), 137-164.
48. Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
49. Neves, M. P., Delariva, R. L., & Wolff, L. L. (2015). Diet and ecomorphological relationships of an endemic, species-poor fish assemblage in a stream in the Iguazu National Park. *Neotropical Ichthyology*, 13(1), 245-254.
50. Nikolsky, G. V. (1963). *The ecology of fishes*. London.
51. Olaya, C. M., Ovalle, C. H., Gomez, E., Rodriguez, D., Caldas, M. L., & Hurtado, H. (2007). Histología y morfometría del sistema digestivo del Silurido bagre tigrado



- (*Pimelodus pictus*). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. Colombia. 54(II), 311-323.
52. Oliveira, D. C. D., & Bennemann, S. T. (2005). Ictiofauna, recursos alimentares e relações com as interferências antrópicas em um riacho urbano no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 5(1), 95-107.
53. Pineda Santis, H. R., Zuluaga Sepúlveda, C. A., & Vertel Betancur, D. A. (2012). Evaluación de la morfometría y del hábito alimentario en tilapia roja *Oreochromis sp.* y tilapia *Nilotica oreochromis niloticus* var. chitralada bajo diferentes condiciones de manejo en dos granjas piscícolas del occidente antioqueño. *Revista politécnica*. Colombia. 8(14).
54. Pinkas, L., M.S. Oliphant & I.L. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *California Department of Fish and Game: Fish Bulletin*. 152: 1-105.
55. Reecht, Y., Rochet, M. J., Trenkel, V. M., Jennings, S., & Pinnegar, J. K. (2013). Use of morphological characteristics to define functional groups of predatory fishes in the Celtic Sea. *Journal of Fish Biology*, 83(2), 355-377.
56. Robertson, D. R. y Allen, G. R. (2015). Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. <http://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages>.
57. Rodrigues da Silva, M., Marçal Natali, M. R., & Segatti Hahn, N. (2012). Histology of the digestive tract of *Satanoperca pappaterra* (Osteichthyes, Cichlidae). *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 34(3).
58. Rodrigues, S. S., Navarro, R. D., & Menin, E. (2008). Anatomia do tubo digestório de *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Characiformes, Anostomidae) em relação ao seu hábita alimentar. *Bioscience Journal*, 24(3).
59. Saha, S., Roy, R. N., Sen, S. K., & Ray, A. K. (2006). Characterization of cellulase-producing bacteria from the digestive tract of tilapia, *Oreochromis mossambica* (Peters) and grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes). *Aquaculture Research*, 37(4), 380-388.
60. Sampaio, A. L. A., & Goulart, E. (2011). Ciclideos neotropicales: ecomorfologia trófica. *Oecologia Australis*, 15(4).
61. Sánchez. R.M; Galvis. G y Victoriano. P.F. 2003. Relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del rio yucaoa, sistema del rio meta (Colombia). *Gayana (Concepción)*, 67(1), 75-86.
62. Santos, M. L. D., Arantes, F. P., Santiago, K. B., & Santos, J. E. D. (2015). 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*, 87(2), 867-878.
63. Silvano R.M. 2001. Feeding habits and interspecific feeding associations of *Caranx latus* (Carangidae) in a subtropical reef. *Environmental Biology of Fishes* 60: 465–470.
64. Sley, A., Jarboui, O., Ghorbel, M., & Bouain, A. (2009). Food and feeding habits of *Caranx crysos* from the Gulf of Gabes (Tunisia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89(7), 1375-1380.
65. Soares, B. E., Ruffeil, T. O. B., & Montag, L. F. D. A. (2013). Ecomorphological patterns of the fishes inhabiting the tide pools of the Amazonian Coastal Zone, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 11(4), 845-858.



66. Sonnefeld, M. J., Turingan, R. G., & Sloan, T. J. (2014). Functional morphological drivers of feeding mode in marine teleost fishes. *Advances in Zoology and Botany*, 2(1), 6-14.
67. Tunnell, J. W. (2010). *Encyclopedia of Texas seashells: identification, ecology, distribution, and history*. Texas A&M University Press.
68. Wainwright, P. C. (1989). Prey processing in haemulid fishes: patterns of variation in pharyngeal jaw muscle activity. *Journal of Experimental Biology*, 141(1), 359-375.
69. Wainwright, P. C., Bellwood, D. R., Westneat, M. W., Grubich, J. R., & Hoey, A. S. (2004). A functional morphospace for the skull of labrid fishes: patterns of diversity in a complex biomechanical system. *Biological Journal of the Linnean Society*, 82(1), 1-25.
70. Wainwright, P. C., Smith, W. L., Price, S. A., Tang, K. L., Sparks, J. S., Ferry, L. A., ... & Near, T. J. (2012). The evolution of pharyngognathy: a phylogenetic and functional appraisal of the pharyngeal jaw key innovation in labroid fishes and beyond. *Systematic Biology*, 61(6), 1001-1027.
71. Wainwright, P., Carroll, A. M., Collar, D. C., Day, S. W., Higham, T. E., & Holzman, R. A. (2007). Suction feeding mechanics, performance, and diversity in fishes. *Integrative and comparative biology*, 47(1), 96-106.
72. Wallace, R. L., & Taylor, W. K. (2003). *Invertebrate zoology laboratory manual* (No. 592 W3). 356pp.
73. Ward-Campbell, B. M. S., Beamish, F. W. H., & Kongchaiya, C. (2005). Morphological characteristics in relation to diet in five coexisting Thai fish species. *Journal of Fish Biology*, 67(5), 1266-1279.
74. Wennhage, H., & Pihl, L. (2002). Fish feeding guilds in shallow rocky and soft bottom areas on the Swedish west coast. *Journal of Fish Biology*, 61(sA), 207-228.
75. Wilson, J. M., & Castro, L. F. C. (2010). Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. In *Fish physiology* (Vol. 30, pp. 1-55
76. Winemiller, K. O. (1991). Ecomorphological diversification in lowland freshwater fish assemblages from five biotic regions. *Ecological Monographs*, 61(4), 343-365.
77. Volpedo, A., & Echeverría, D. D. (2003). Ecomorphological patterns of the sagitta in fish on the continental shelf off Argentina. *Fisheries Research*, 60(2-3), 551-560.
78. Zarate, R.; Aguirre, A., Ortiz, S, y M. Castillo. 2007. Ecomorfología de peces estuarinos del Golfo de México. Laboratorio de Peces, Depto. de Biología y Laboratorio Ecología Costera y Pesquerías. UAM-I. Pp.20.
79. Zavala-Camin, L. A. (1996). *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes* (No. 597 ZAV).