



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**“ESTUDIO DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LAS ESPECIES  
RESIDENTES (FRECUENTES Y PERMANENTES) DE UN  
HUMEDAL COSTERO TROPICAL”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS  
(BIOLOGÍA MARINA)**

PRESENTA:

**BIOL. ARIANA JOSELINE SOLÍS GÓMEZ**

**TUTOR(A) O TUTORES PRINCIPALES:  
DR. XAVIER CHIAPPA CARRARA**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES MÉRIDA/FACULTAD DE  
CIENCIAS UMDI SISAL, UNAM

**COMITÉ TUTOR:**

**DR. DANIEL ARCEO CARRANZA**

FACULTAD DE CIENCIAS UMDI SISAL, UNAM

**DRA. VANESA PAPIOL NIEVES**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES MÉRIDA, UNAM

**DR. LUIS ESCALERA VÁZQUEZ**

FACULTAD DE BIOLOGÍA, UMSNH

**DRA. MARIA EUGENIA VEGA CENDEJAS**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS MÉRIDA

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO | OCTUBRE, 2021**



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.



**ESTUDIO DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS DE LAS ESPECIES  
RESIDENTES (FRECUENTES Y PERMANENTES) DE UN  
HUMEDAL COSTERO TROPICAL**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRA EN CIENCIAS**

(BIOLOGÍA MARINA)

PRESENTA:

**BIOL. ARIANA JOSELINE SOLÍS GÓMEZ**

**TUTOR(A) O TUTORES PRINCIPALES:**

**DR. XAVIER CHIAPPA CARRARA**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES MÉRIDA/FACULTAD DE  
CIENCIAS UMDI SISAL, UNAM

**COMITÉ TUTOR:**

**DR. DANIEL ARCEO CARRANZA**

FACULTAD DE CIENCIAS UMDI SISAL, UNAM

**DRA. VANESA PAPIOL NIEVES**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES MÉRIDA, UNAM

**DR. LUIS ESCALERA VÁZQUEZ**

FACULTAD DE BIOLOGÍA, UMSNH

**DRA. MARIA EUGENIA VEGA CENDEJAS**

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS MÉRIDA

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO | OCTUBRE, 2021**

## Agradecimientos

Al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología y a la Universidad Nacional Autónoma de México por formarme académica y personalmente, por ser un espacio de crecimiento.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para poder realizar mis estudios de maestría. Así mismo al Programa de Apoyo a Proyectos de Innovación e Investigación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM **IN220318** e **IG201121**.

Al Dr. Xavier Chiappa Carrara, mi director en este proyecto y una persona admirable. Gracias por creer en mí y aceptarme en su equipo de trabajo, por siempre encontrar espacio para atender mis dudas por absurdas que estas fueran.

A los miembros de mi comité por sus valiosas contribuciones a este trabajo, por su apoyo, paciencia y consejos, por compartir conmigo su conocimiento y su tiempo: Dra. Vanesa Papiol, Dr. Luis Escalera, Dra. María Eugenia Vega y especialmente al Dr. Daniel Arceo, por toda su ayuda con los análisis estadísticos y por siempre tener tiempo para resolver mis dudas y ayudarme con mi proyecto.

De manera muy especial a la M. en C. Maribel Badillo Alemán por todo su apoyo en laboratorio, porque siempre se interesó en mi desarrollo académico y personal, pero sobre todo por su amistad y consejos, por las largas pláticas y hacerme sentir bien recibida desde la primera vez que estuve en Mérida.

A José Antonio Martínez, mi profe favorito, por enseñarme el camino y abrirme las puertas necesarias para alcanzar mis metas, por compartir conmigo de manera desinteresada todo su conocimiento y experiencia. Si a alguien le debo estar aquí es a usted, por confiar en mí, por guiarme y por enseñarme la importancia de ser agradecida. Gracias por todo.

De manera personal agradezco profundamente a cada persona que estuvo conmigo desde el inicio de este sueño, las que creyeron en mí siempre y me animaron en cada paso, a las personas que tengo la fortuna de poder llamar familia, sobre todo a Keiky por venir a visitarme y apoyarme tanto en la recta final.

A mis amigos, los que apenas llegaron y los que jamás se han ido de aquí: Sof, Ces, mi compi, mis amigos de Iztacala. Gracias a todos ellos, por las risas, las pláticas, las fiestas, por los momentos buenos y también por los malos. Principalmente a mi mejor amiga en el mundo, Tania. Me has acompañado en cada etapa y has creído en mí. Siempre has encontrado la forma de hacerme llegar tu apoyo y cariño sin importar los kilómetros de por medio. Eres la hermana que siempre quise y que la vida me obsequió. Eres mi persona.

Finalmente, gracias a la persona que me acompaña cada día, que me sostiene, que me guía y me entiende. Armando, gracias por quererme tanto, por tu paciencia, por las risas y por tus cuidados. Por cada mañana que te levantaste a hacerme el desayuno para que no me fuera sin comer a la escuela, por los días en que te quedaste despierto ayudándome con mis tareas, por compartirme a tu bonita familia y por la lista interminable de pequeñas acciones en las que me demostraste tu amor. Ahora sé que “aunque el frío queme, aunque el miedo muerda, aunque el sol se esconda y se calle el viento” si estás conmigo, todo es posible. La promesa de amor se cumplió.

## *Dedicatoria*

Para mi mamá, mi papá y mi hermano, porque este sueño es tan mío como suyo, porque es gracias a ustedes y por ustedes que he alcanzado cada meta. Por su apoyo invaluable, por su amor. Jamás me alcanzaré la vida o las palabras para agradecerles por cada sacrificio que han hecho por mí. Que ustedes sean mi familia es mi bendición y orgullo más grande. Gracias por las llamadas, los mensajes, por hacer que no se sintiera que hay tantos kilómetros entre nosotros. Gracias por todo lo que hacen por verme feliz, los quiero con todo mi corazón.

Papi: Aún a la distancia sigues haciéndome reír con tus chistes y tus historias. Gracias por siempre creer y confiar en mí, por apoyar mis sueños y no limitarme, por motivarme a siempre ir por más. Me siento orgullosa de ser tu hija, me siento orgullosa de que tú seas mi papá.

Mami: Sé que no fue fácil dejarme ir, extraño tus abrazos y contarte mis locuras, extraño tus consejos que nunca seguía y que siempre acababan con un “te lo dije”, porque mi consuelo al final del día eras tú y tus abrazos, y eso sana todo. Pero de cierta manera siempre estás aquí conmigo. Gracias por cuidarme desde lejos, por tu amor tan grande que alcanzo a sentir sin importar dónde esté.

Hermani: Eres mi mejor amigo y la persona que más quiero, nunca nada hará que me deje de preocupar por ti, aunque seas más grande y fuerte que tu hermana mayor. Para mí ya eres el mejor abogado del mundo, ojalá siempre creas y confíes en ti tanto como lo hago yo. Me siento muy orgullosa de ti y de ser tu hermana. Cuando no encuentres el camino, acuérdate que aquí estoy para ti. Somos tú yo contra el mundo.

*“The truth is: the natural world is changing. And we are totally dependent on that world, it provides our food, water, and air. It is the most precious thing we have, and we need to defend it” – Sir David Attenborough.*

---

*“Es importante adquirir el conocimiento de diferentes pensamientos, opiniones y puntos de vista. Si lo haces desde uno solo, te vuelves rígido y tedioso. Si entiendes al resto, serás alguien completo” – Iroh, TLA.*

## Contenido

Resumen .....	11
Abstract.....	12
I. Introducción.....	13
II. Antecedentes.....	16
III. Justificación.....	19
IV. Preguntas de investigación .....	19
V. Hipótesis .....	19
VI. Objetivos.....	20
General.....	20
Específicos.....	20
VII. Materiales y método .....	21
Área de estudio.....	21
Muestreo.....	22
Trabajo de laboratorio .....	22
<i>Análisis morfológico</i> .....	23
<i>Análisis ecomorfológico</i> .....	24
<i>Análisis alimentario</i> .....	25
<i>Análisis estadístico</i> .....	28
VIII. Resultados.....	29
Análisis morfológico .....	30
Análisis ecomorfológico .....	39
Análisis alimentario .....	43
IX. Discusión.....	51
Análisis alimenticio.....	51
Análisis morfológico y ecomorfológico.....	53
X. Conclusiones .....	58
XI. Referencias bibliográficas .....	59
XII. Anexo .....	65



## Índice de figuras

<i>Figura 1. Laguna de La Carbonera, ubicación de los puntos de muestreo.</i> .....	22
<i>Figura 2. Dientes mandibulares de las especies analizadas. A) Mandíbula superior S. foetens; B) S. timucu; C) Mandíbula superior S. barracuda; D) S. plagiusa; E) A. lineatus; F) F. polyommus; G) C. atherinodes; H) H. unifasciatus. (Ilustraciones: N. Armando Quijano-Reyes)</i> .....	32
<i>Figura 3. Ciegos gástricos presentes en las especies Sphyaena barracuda (A) y Synodus foetens (B).</i> .....	32
<i>Figura 4. Arcos branquiales de S. barracuda (A), S. timucu (B) y S. notata (C). A la derecha se muestran a detalle los dientes branquiales.</i> .....	34
<i>Figura 5. Dendograma de distancias entre especies de acuerdo con rasgos morfológicos. Se muestran los grupos generados por la rutina SIMPROF. St= S. timucu; Sn= S. notata; Fp= F. polyommus; Ca= C. atherinoides; Hu= H. unifasciatus; Sb= S. barracuda; Sf= S. foetens; Al= A. lineatus; Sp= S. plagiusa.</i> .....	38
<i>Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) para las especies analizadas de la laguna La Carbonera basado en sus rasgos morfológicos. St= S. timucu; Sn= S. notata; Fp= F. polyommus; Ca= C. atherinoides; Hu= H. unifasciatus; Sb= S. barracuda; Sf= S. foetens; Al= A. lineatus; Sp= S. plagiusa.</i> .....	39
<i>Figura 7. Se presentan las especies con mayor disimilitud y los índices ecomorfológicos que contribuyeron de manera más significativa a dicha disimilitud. St= S. timucu; Sn= S. notata; Fp= F. polyommus; Ca= C. atherinoides; Hu= H. unifasciatus; Sb= S. barracuda; Sf= S. foetens; Al= A. lineatus; Sp= S. plagiusa.</i> .....	42
<i>Figura 8. Índice de importancia relativa específico (%PSIRI) de las presas que formaron parte de la dieta de las especies analizadas de la laguna La Carbonera.</i> .....	45
<i>Figura 9. Dendograma de similitud de la dieta de las especies de peces analizadas. Se muestran los grupos generados por la rutina SIMPROF. St= S. timucu; Sn= S. notata; Fp= F. polyommus; Ca= C. atherinoides; Hu= H. unifasciatus; Sb= S. barracuda; Sf= S. foetens; Al= A. lineatus; Sp= S. plagiusa.</i> .....	48
<i>Figura 10. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) para un grupo de especies de la laguna La Carbonera basado en su alimentación.</i> .....	49

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Rasgos morfológicos medidos y su relación con algunas funciones de alimentación y uso de hábitat, en los ejemplares de peces obtenidos de los muestreos en la laguna La Carbonera, Yucatán, México. Modificado de Zamudio et al. (2015).</i> .....	23
<i>Tabla 2. Índices ecomorfológicos obtenidos mediante las mediciones de rasgos morfológicos efectuadas a los peces de la laguna La Carbonera, Yucatán, México. Tomado y modificado de Zamudio et al. (2015).</i> .....	25
<i>Tabla 3. Clasificación taxonómica de las especies analizadas en el presente estudio. Se presenta el número de organismos obtenidos por especie, sus intervalos de longitudes estándar (LE, cm), promedio y desviación estándar (LE <math>\bar{X}</math>, cm <math>\pm</math> DE).</i> .....	29
<i>Tabla 4. Descripción de la forma y posición de los dientes de las especies analizadas.</i> .....	30
<i>Tabla 5. Medidas de estructuras asociadas a la alimentación de las especies analizadas (cm). LTD= Longitud del tracto digestivo; LRTD= Longitud relativa del tracto digestivo; LCG= Longitud de los ciegos gástricos; LPBRi= Longitud del peine branquial rama inferior; LPBRs= Longitud del peine branquial rama superior; LB= Longitud de las branquiespinas.</i> .....	33
<i>Tabla 6. Medidas morfológicas obtenidas de los ejemplares de las especies analizadas. Se presenta el promedio de las medidas y su desviación estándar (expresadas en centímetros).</i> .....	35
<i>Tabla 7. Resultados del análisis SIMPER. Se presentan las especies con mayor disimilitud y los rasgos morfológicos que contribuyen de manera significativa a la disimilitud y su porcentaje de contribución. Sp= S. plagiosa; Sn= S. notata; St= S. timucu; Sf= S. foetens; Sb= S. barracuda; Al= A. lineatus; Fp= F. polyommus; Ca= C. atherinoides; Hu= H. unifasciatus</i> .....	37
<i>Tabla 8. Índices ecomorfológicos para las especies analizadas. Los valores más altos para cada índice se resaltan en negritas.</i> .....	40
<i>Tabla 9. Se presentan las especies con mayor disimilitud y los índices ecomorfológicos que contribuyeron de manera más significativa a dicha disimilitud y sus porcentajes de contribución. St= S. timucu; Fp= F. polyommus; Ca= C. atherinoides; Al= A. lineatus; Sn= S. notata; Sb= S. barracuda; Sf= S. foetens; Hu= H. unifasciatus.</i> .....	41
<i>Tabla 10. Número de estómagos revisados, categorías de llenado e índice de vacuidad por especie.</i> .....	43
<i>Tabla 11. Índice de importancia relativa específico (%PSIRI) de la presa para los ítems alimentarios de las especies analizadas (en negritas se resaltan los ítems con los valores más altos).</i> .....	46

*Tabla 12. Resultados del análisis SIMPER. Se presentan las especies con mayor disimilitud y los ítems alimentarios que contribuyen de manera más significativa y sus porcentajes de contribución. Todas las especies presentaron una disimilitud del 100%. ..... 47*

*Tabla 13. Resultados del análisis BEST. Se presentan los rasgos morfológicos y su correlación con la alimentación de las especies analizadas. .... 50*

*Tabla 14. Resultados del análisis BEST. Se presentan los índices ecomorfológicos y su correlación con la alimentación de las especies analizadas. .... 50*

## Resumen

Las lagunas costeras son sistemas acuáticos muy productivos y con alta variabilidad ambiental, lo que les permite albergar gran diversidad de flora y fauna. El funcionamiento trófico de estos ecosistemas es muy importante, pues de ello depende, en gran medida, la supervivencia de las especies. El presente estudio se realizó en la laguna La Carbonera, ubicada en la costa norte del estado de Yucatán. Se estudiaron los rasgos funcionales y hábitos alimentarios de nueve especies de peces residentes de la laguna con el fin de conocer qué recursos tróficos utilizan y cómo intervienen los rasgos morfológicos en la obtención de dichos recursos. Las especies analizadas fueron *Chriodorus atherinoides*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Floridichthys polyommus*, *Achirus lineatus*, *Symphurus plagiusa*, *Strongylura notata*, *S. timucu*, *Synodus foetens* y *Sphyræna barracuda*. Para el análisis de la morfología se midieron 30 rasgos morfológicos utilizados para calcular 13 índices ecomorfológicos que explicaran su función. Se identificó el tipo, número y disposición de los dientes, branquiespinas, ciegos gástricos y asas intestinales. El análisis de los hábitos alimentarios se realizó a través de la revisión de los contenidos estomacales y se calculó el índice de importancia relativa específico de la presa (PSIRI). El análisis de similitud (ANOSIM) mostró diferencias significativas en la dieta y rasgos morfológicos de las especies analizadas. El análisis de agrupación, basado en los datos de alimentación, permitió generar cuatro grupos, correspondientes a los siguientes gremios tróficos: herbívoros (*C. atherinoides*), piscívoros (*S. barracuda*, *S. foetens*, *S. timucu* y *S. notata*), omnívoros (*H. unifasciatus* y *F. polyommus*) y zoobentófagos (*A. lineatus* y *S. plagiusa*). El análisis de correlación (BEST) indicó que los rasgos funcionales que mejor se desempeñan como variables explicativas de la alimentación de estas especies son la longitud del peine branquial, el número y tamaño de las branquiespinas, el número de ciegos gástricos y asas, así como el tamaño del ojo, mientras que los rasgos ecomorfológicos que mejor se correlacionaron con la alimentación fueron aquellos asociados al tipo de hábitat que ocupan los organismos, su capacidad de detección de las presas, así como el tamaño y tipo de presas que pueden consumir (índice de compresión, posición del ojo, longitud relativa de la cabeza, índice de protrusión y longitud relativa del tracto digestivo). Se concluyó que la composición de la dieta de las especies estudiadas presentó variaciones de acuerdo con los rasgos funcionales de los organismos por lo que especies con rasgos funcionales similares se encontraron agrupadas en los mismos gremios tróficos.

## Abstract

Coastal lagoons are very productive aquatic systems with high environmental variability, which allows them to support a great diversity of flora and fauna. The survival of these species largely depends on the trophic functioning of these ecosystems. This study was carried out in La Carbonera lagoon, on the northern coast of Yucatán. Functional traits and feeding habits of nine resident fish species of the lagoon were studied to assess their diets and determine the role morphological traits play for obtaining these resources. The analyzed species were *Chriodorus atherinoides*, *Hyporhamphus unifasciatus*, *Floridichthys polyommus*, *Achirus lineatus*, *Symphurus plagiusa*, *Strongylura notata*, *S. timucu*, *Synodus foetens*, and *Sphyræna barracuda*. For the morphology analysis, 30 morphological traits were measured and used to calculate 13 ecomorphological indices related to functional characters. The type, number, and arrangement of teeth, gill plates, gastric caeca, and intestinal loops were identified. The analysis of feeding habits was carried out through the review of stomach contents. The prey-specific relative importance index (PSIRI) was calculated. The analysis of similarity (ANOSIM) showed significant differences in the diet and morphological traits of the species analyzed. Cluster analysis, based on the feeding data, formed four groups, corresponding to the following trophic guilds: herbivorous (*C. atherinoides*), piscivorous (*S. barracuda*, *S. foetens*, *S. timucu*, and *S. notata*), omnivorous (*H. unifasciatus* and *F. polyommus*) and zoobenthivorous (*A. lineatus* and *S. plagiusa*). Correlation analysis (BEST) indicated that the functional traits that perform best as explanatory variables for feeding in these species are gill comb length, number and size of gill plates, number of gastric caeca and loops, and eye size. The ecomorphological traits that best correlated with feeding were those associated with the type of habitat the organisms occupy, their ability to detect prey, as well as the size and type of prey they consume (compression index, eye position, relative head length, protrusion index and relative length of the digestive tract). It was concluded that the diet composition of the species studied varied according to the functional traits of the organisms so that species with similar functional traits can be grouped in the same trophic guilds.

## I. Introducción

Los humedales costeros son ambientes de transición entre los ecosistemas terrestres y acuáticos, tienen una gran importancia a nivel mundial por su alta productividad (la cual les permite albergar distintas especies de flora y fauna), por proveer diversos servicios ambientales, así como por su función en la regulación de los ciclos hidrológicos (Rojas-García y Vidal-Rodríguez, 2008). Se definen como sistemas acuáticos artificiales o naturales, de carácter permanente o temporal, estancados o corrientes, de agua dulce, salobre o salada, incluyendo extensiones de agua marina las cuales no excedan los seis metros de profundidad en marea baja (Ramsar, 2006).

El estado de Yucatán cuenta con un sistema de humedales costeros que forman parte de la Reserva Estatal de Ciénagas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (Guadarrama *et al.*, 2018) (RECMY). Aquí se encuentran incluidas las lagunas costeras, que son sistemas acuáticos conectados de manera temporal o permanente con el mar, caracterizados por presentar una barra que los separa del mismo, y que cuentan con aportes de agua dulce. Al ser ecotonos en los que interactúan varios ecosistemas (por ejemplo: mar, depósitos subterráneos de agua dulce, manglar, vegetación acuática sumergida, etc.), reciben, y acumulan, grandes cantidades de materia orgánica y nutrientes, lo que los vuelve espacios con una alta productividad. A su vez, su carácter somero que las hace susceptibles a los forzadores atmosféricos, así como la conexión entre sus fuentes de agua dulce y de agua salada, les proporciona una alta variabilidad ambiental. Estas características de las lagunas costeras les permiten albergar una gran diversidad de especies (Herrera-Silveira y Morales-Ojeda, 2010; Guadarrama *et al.*, 2018).

La Carbonera es una laguna costera ubicada en el área occidental de la RECMY. Uno de sus rasgos ecológicos más representativos corresponde a la presencia de un gran número de especies de peces. Se tienen reportadas entre 60 y 70 especies en este sistema lagunar (Gallardo-Torres *et al.*, 2012; Arceo-Carranza *et al.*, 2021) pertenecientes a 12 órdenes, 32 familias y 45 géneros. Además, estas especies se clasifican en cuatro categorías con base en su frecuencia de aparición en la laguna: especies permanentes, frecuentes, ocasionales y raras (Gallardo-Torres *et al.*, 2012)

Los peces son reconocidos como los vertebrados más abundantes y diversos del planeta. Son un grupo con una historia evolutiva única, altamente diversificados con respecto a sus formas corporales, comportamiento y uso de hábitat, entre otras características, lo que le ha permitido ocupar distintos nichos ecológicos (Espinoza-Pérez, 2013; Nelson, 2016).

Uno de los factores importantes en este grupo es la heterogeneidad alimentaria, esta característica posibilita la coexistencia de especies y ayuda a asegurar el éxito en la alimentación de los organismos, de la cual depende su supervivencia, crecimiento, desarrollo y reproducción (Nikolsky, 1963). Por ello, la supervivencia de las especies depende, en gran medida, del funcionamiento trófico del ecosistema y entenderlo resulta de importancia, sobre todo en ambientes cambiantes. Una buena aproximación al conocimiento de este funcionamiento trófico es a través del estudio de la dieta y los hábitos alimentarios (Pereira *et al.*, 2004; Wiedmann *et al.*, 2014).

Hay distintos métodos para la cuantificación y valoración de los elementos que componen la dieta de los peces. El más tradicional es el estudio del contenido estomacal, que se puede llevar a cabo a través de métodos gráficos e índices ecológicos simples como de frecuencia de ocurrencia, numéricos, volumétricos o gravimétricos. Así mismo pueden usarse índices compuestos como el índice de importancia relativa (IRI), que ha sido utilizado durante mucho tiempo en estudios ecológicos. Recientemente se ha propuesto el uso del índice específico de importancia relativa de la presa (PSIRI), el cual elimina los sesgos presentes en el IRI por la interdependencia de las medidas de la dieta usando medidas específicas de presas (Hyslop, 1980; Brown *et al.*, 2012; Mar-Silva *et al.*, 2014).

Un método auxiliar para entender el funcionamiento trófico es el análisis de los rasgos funcionales, los cuales se definen como atributos físicos o conductuales que influyen en la manera en que se desempeñan los organismos en su hábitat (Zamudio *et al.*, 2016). Los rasgos funcionales pueden ser usados como una herramienta para estimar las posibles respuestas de las especies y comunidades en distintos escenarios de cambio climático, extinciones o eventos de invasión de especies, así como para entender el ensamblaje de la comunidad desde un punto de vista trófico, relacionado con su funcionamiento y el del ecosistema. Además, existen especies poco descritas, de grupos taxonómicos con problemas o con variaciones geográficas, para las que la obtención de los rasgos funcionales representa una ventaja, pues estos se representan mediante un conjunto de caracteres morfológicos y su impacto ecológico, no a través de aproximaciones taxonómicas que, además, no proporcionan información acerca de las funciones de los organismos en los ecosistemas. En este sentido, la diversidad de rasgos funcionales es una de las piezas necesarias para sostener los procesos ecosistémicos (Zamora *et al.*, 2015).

Entre los rasgos funcionales se encuentran los caracteres morfológicos, que tienen la ventaja de ser medidos de manera individual en cada ejemplar, para posteriormente ser comparados entre

especies (Violle *et al.*, 2007). El análisis de estos rasgos funcionales en el estudio de los hábitos alimentarios nos puede brindar información valiosa acerca del tipo y tamaño de la presa que pueden consumir los organismos, el método de captura, la posición del depredador y la presa en la columna de agua, el nivel trófico y la capacidad de detección de las presas. Así mismo, es importante considerar elementos asociados directamente a la alimentación como son: dentadura, apertura y fuerza mandibular, morfología del aparato digestivo, entre otros; mismos que pueden ser relacionados entre sí para generar índices ecomorfológicos que puedan ayudar a entender mejor la utilidad de estos rasgos funcionales en el ambiente (Soares *et al.*, 2007; Bone y Moore, 2008; Villéger *et al.*, 2010, Córdova-Tapia y Zamora, 2015). Estos índices, en conjunto con el análisis de contenido estomacal, brindan información valiosa acerca de la estructura trófica del ecosistema.

Dada la diversidad de especies de peces que habitan en el sistema lagunar de La Carbonera y su importancia en el ecosistema, así como la falta de trabajos donde se conjunten estudios morfológicos y alimentarios, en este trabajo se plantea conocer los hábitos alimentarios de un grupo de especies residentes de la laguna basado en un análisis de contenidos estomacales. Así mismo, realizar una revisión de los rasgos morfológicos asociados a la alimentación y obtener los índices ecomorfológicos que permitan describir ecológicamente la función de dichos rasgos. La finalidad de este estudio es conocer qué recursos tróficos explotan las especies analizadas y de qué manera lo hacen, así como de qué manera intervienen sus caracteres morfológicos en dicho proceso. Este conocimiento podrá permitir entender mejor el papel que desempeñan las especies en el ecosistema y, con ello, plantear estrategias que coadyuven en su conservación.



## II. Antecedentes

Gallardo-Torres *et al.* (2012) reportaron que el sistema lagunar “La Carbonera” alberga un total de 60 especies de peces distribuidas en 12 órdenes, 32 familias y 45 géneros, siendo las familias Gerreidae, Poeciilidae y Carangidae las que presentaron mayor número de especies, con cuatro cada una. La mayor parte de la comunidad se compone de especies estuarinas, mientras que las dulceacuícolas se encuentran en menor proporción. El 23% de las especies que ahí habitan fueron consideradas como especies residentes (*Sphoeroides testudineus*, *Floridichthys polyommus*, *Chriodorus atherinoides*, *Lagodon rhomboides*, *Eucinostomus gula* y *Mugil trichodon*) de la laguna, pues se encontraron en todos los meses durante un ciclo anual, 31.7% fueron especies frecuentes, 20% especies ocasionales y el 25% corresponde a especies raras. Posteriormente, Arceo-Carranza *et al.* (2021) realizaron un análisis nictémero y reportaron la presencia de 70 especies en este sistema lagunar, incluyendo especies nocturnas y crepusculares.

Con relación a los hábitos alimentarios de los peces que habitan en este sistema lagunar, Arceo-Carranza y Chiappa-Carrara (2015) estudiaron las dietas de los juveniles de seis especies de peces marinos, analizando los gremios tróficos, amplitud de la dieta, estrategias alimentarias y superposición de dietas. Identificaron tres gremios alimentarios: peces ictiófagos (*Caranx latus*, *Oligoplites saurus*, *Synodus foetens* y *Strongylura notata*), consumidores de crustáceos (*Lutjanus griseus*) y consumidores de moluscos (*Trachinotus falcatus*). De acuerdo con los valores de amplitud de la dieta, determinaron que todas las especies muestran un tipo especializado de hábitos alimentarios. Además, de acuerdo con lo obtenido en el índice de Schoener (Schoener, 1970), obtuvieron que las especies piscívoras tuvieron una superposición de dietas importante.

Álvarez-Fuentes (2016) realizó un análisis de los hábitos alimentarios de *Fundulus persimilis* y *F. grandissimus* en la laguna de La Carbonera, encontrando que existen diferencias en las dietas de las especies: *F. grandissimus* es una especie carnívora, cuya alimentación consta principalmente de peces, aunque de manera ocasional puede alimentarse de otros grupos. Estas variaciones corresponden a variaciones en la disponibilidad de sus presas, así como a las diferentes tallas de los organismos. Por su parte, *F. persimilis* presentó como ítem alimentario más importante a los crustáceos peracáridos. Las variaciones en la dieta de esta especie se asocian, sobre todo, a sus tallas.

Arceo-Carranza *et al.* (2021), analizaron los cambios temporales en la abundancia de una comunidad de peces de La Carbonera, así como la alimentación de 10 especies de peces marinos en estadio juvenil en los cuales identificaron cuatro grupos tróficos: piscívoros, detritívoros, malacófagos y zoobentófagos). También encontraron que la alimentación de dichas especies mostró diferencias entre ciclos nictémeros y anuales, indicando una estrategia para reducir la competencia cuando hay una disminución de presas.

Los estudios de los rasgos funcionales se han centrado principalmente en organismos marinos, y son poco comunes para aquellos que habitan en humedales costeros. Dentro de los estudios que hay en este tipo de sistemas encontramos el de Córdova-Tapia y Zambrano (2016), quienes realizaron una caracterización de los rasgos funcionales de una comunidad de peces de un humedal perteneciente a la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, en hábitats permanentes y temporales, y en temporadas de lluvias y secas. Analizaron la manera en la que distintas especies obtienen el alimento a través de sus rasgos funcionales utilizando 10 medidas morfológicas (ancho y profundidad de la boca, ancho y profundidad del cuerpo, distancia desde la parte superior de la boca hasta la parte inferior de la cabeza, profundidad de la cabeza, longitud del arco branquial más largo, longitud del intestino, longitud estándar y diámetro del ojo) y con ello calcularon seis índices ecomorfológicos. A través de un análisis de componentes principales lograron determinar que de esos seis índices ecomorfológicos, únicamente tres bastan para describir el 77% de la variación funcional total de estos organismos: el primero con la longitud del intestino (asociado al procesamiento del alimento) y la apertura de la boca (asociado al método de captura del alimento), el segundo con la posición de la boca (se asocia al método de alimentación en la columna de agua) y tamaño del ojo (se relaciona con la detección de las presas), y el tercero con la longitud del peine branquial (relacionado con la habilidad de filtrar y la protección branquial).

Sánchez *et al.* (2003) estudiaron la relación entre las características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces por medio del análisis del contenido estomacal y de las estructuras asociadas a la alimentación (posición de la boca, forma del estómago y dientes, longitud del intestino y número de branquiespinas y ciegos pilóricos), relacionándolos con cuatro tipos alimentarios: detritívoros, herbívoros, perifitófagos y omnívoros. Encontraron que la forma de dientes y estómago son las que se relacionan mejor con la forma de alimentación.

Los hábitos alimentarios han sido estudiados en una porción pequeña del total de especies que habitan en la laguna de La Carbonera y pocos de estos trabajos conjuntan también el análisis de los rasgos funcionales asociados, los cuales se han estudiado más a profundidad en organismos marinos, lo que ha generado vacíos de información para las especies de humedales costeros. Con el fin de subsanar estos vacíos y dada la importancia de estos análisis en el entendimiento del funcionamiento trófico del ecosistema se determinó analizar nueve especies residentes de la laguna, las cuales carecen de estudios de este tipo, incluida una especie endémica de la región.

### III. Justificación

El conocimiento de los hábitos alimentarios de algunas de las especies de peces que habitan en la laguna “La Carbonera”, así como de las estructuras morfo-anatómicas asociadas a la alimentación, permitirá reconocer aquellos rasgos funcionales que influyen en la adquisición e ingesta del alimento.

Estudiar los hábitos alimentarios y los rasgos funcionales es un aspecto fundamental para conocer no solo qué recursos tróficos utilizan, sino también cómo es que intervienen los caracteres morfológicos en el proceso de obtención de dichos recursos y entender cuál es el papel que las diferentes especies de peces desempeñan en el ecosistema, así como inferir las relaciones inter e intraespecíficas. Ese conocimiento tiene, entre otras, la finalidad de llenar los vacíos de información existentes y servir como base para futuros estudios, incluidos aquellos que planteen estrategias que puedan auxiliar en su conservación.

### IV. Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los principales componentes de la dieta de las especies de peces estudiadas en el sistema lagunar de “La Carbonera”?
- ¿Cuáles son los principales rasgos funcionales de estas especies y cómo se relacionan con su alimentación?
- ¿Qué interpretación ecológica puede darse a estos rasgos funcionales a través de los índices ecomorfológicos?
- ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias de los rasgos funcionales entre las especies estudiadas que habitan en este sistema lagunar?

### V. Hipótesis

La composición de la dieta de las especies que habitan en el sistema lagunar de forma temporal o permanente presentará diferencias de acuerdo con los rasgos funcionales de los organismos, los cuales estarán relacionados de manera directa con la obtención y aprovechamiento del alimento. Las especies que presenten rasgos funcionales compartidos tienen la capacidad de explotar ciertos recursos tróficos del sistema cuando las abundancias poblacionales no resulten limitantes.

## VI. Objetivos

### General

- Conocer los hábitos alimentarios de un grupo de especies residentes (permanentes y temporales) que habitan en el sistema lagunar de “La Carbonera” y cuáles son los rasgos funcionales que se encuentran asociados con la alimentación.

### Específicos

- Determinar la dieta de cada una de las especies de peces a estudiar.
- Identificar y describir los rasgos funcionales asociados a la alimentación de las especies de peces en “La Carbonera”.
- Definir cuáles son los rasgos funcionales que tienen relación con los hábitos alimentarios de las especies estudiadas.
- Obtener los índices ecomorfológicos que mejor describan estos rasgos funcionales y su relación con los hábitos alimentarios.
- Comparar los rasgos funcionales de las especies de peces analizadas.

## VII. Materiales y método

### Área de estudio

Los muestreos se realizaron en cuatro estaciones de muestreo ubicadas dentro de la laguna costera “La Carbonera” (21°13'56" N, 89°53'30" O), entre los puertos de Sisal y Chuburná (Figura 1), en el área occidental de la Reserva Estatal de Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán (RECMY). Su formación se dio como resultado del impacto del huracán Gilberto en 1988, presenta una geología kárstica y cuenta con una conexión permanente con el mar por la que intercambia agua, materia y organismos. A diferencia de otros sistemas lagunares, La Carbonera recibe aportes de agua dulce de depósitos subterráneos, escurrimientos y lluvia (Palacios-Sánchez y Vega-Cendejas, 2010; Gallardo-Torres *et al.*, 2012; Guadarrama *et al.*, 2018).

Presenta aproximadamente 4.1 km de longitud en la sección paralela a la línea de costa y 3.5 km en dirección perpendicular a la costa, y sus aguas se caracterizan por ser muy someras (0.25-0.75 m). Con respecto a la salinidad, la laguna presenta una gran variación temporal relacionada a las tres temporadas climáticas a lo largo del año: secas (marzo-mayo), lluvias (junio-octubre), y nortes (noviembre-febrero). Las precipitaciones en la temporada de lluvias y nortes, promueven que los niveles de salinidad de la laguna presenten valores menores en comparación a la temporada de secas, cuando las altas temperaturas favorecen la evaporación y, aunado a las mínimas precipitaciones, ocurren valores de salinidad considerablemente mayores. Así mismo, existe una variabilidad espacial de la salinidad que se asocia a las distintas zonas de la laguna: la zona cercana a la boca, la cual presenta valores de salinidad influenciados por la presencia de agua marina, la zona cercana al manantial, que provee el agua dulce, una zona de mezcla y una hipersalina, situada al este de la laguna (Reyes Mendoza *et al.*, 2020).

Estas variaciones temporales y espaciales en las variables hidrológicas dan como resultado diferencias en la distribución de las especies que ahí habitan (Arceo-Carranza, 2009; Palacios-Sánchez y Vega-Cendejas, 2010; Jerónimo *et al.*, 2012).

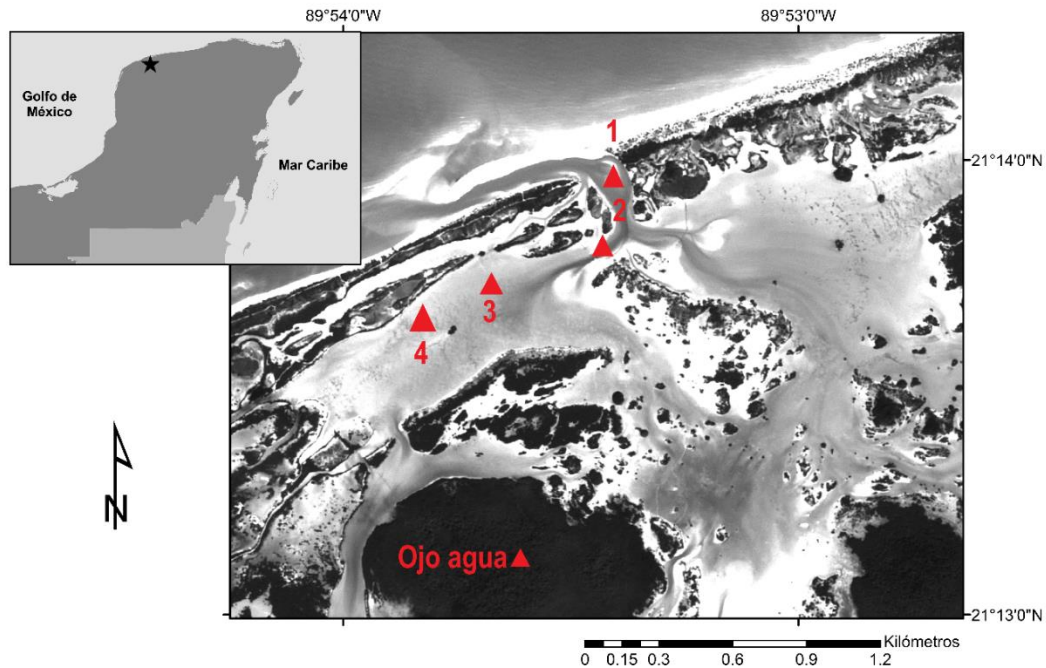


Figura 1. Laguna de La Carbonera, ubicación de los puntos de muestreo.

### Muestreo

Se realizó un muestreo por cada época climática (lluvias, nortes y secas) en cuatro estaciones de colecta abarcando el gradiente hidrológico de la laguna (Figura 1). Para la captura de los organismos se realizaron dos arrastres por sitio utilizando un chinchorro de 25 m de longitud y 1 m de altura con una apertura de malla de 3 mm. Los peces obtenidos se colocaron en bolsas, se fijaron con formaldehído al 10% y se etiquetaron con los datos de la colecta (fecha, hora, localidad y estación de muestreo). Posteriormente fueron transportados al laboratorio de Biología de la Conservación, Parque Científico y Tecnológico (Campus Yucatán) para su procesamiento.

### Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, los organismos se lavaron con agua corriente para eliminar el exceso de formol y se colocaron en alcohol al 70%. Fueron determinados hasta el nivel de especie siguiendo a Greenfield y Thomerson (1997), Schmitter-Soto (1998), Castro-Aguirre *et al.* (1999) Carpenter (2002), McEachran y Fechhelm (2005), Gallardo-Torres *et al.* (2012). Para el análisis se dio prioridad a las especies endémicas y a aquellas que no contaran con estudios previos en la región. Para aquellas especies que contaban con pocos ejemplares se utilizaron todos los peces obtenidos, mientras que para aquellas que contaban con un número mayor de ejemplares se tomó una muestra representativa de acuerdo con la estructura de tallas.

### Análisis morfológico

Para el análisis de la morfología de los organismos, se realizó una serie de mediciones de rasgos morfológicos externos e internos (Tabla 1). Además, se analizaron, midieron y describieron algunos otros elementos como: tipos, número y disposición de los dientes, branquiespinas, ciegos gástricos y asas intestinales.

Tabla 1. Rasgos morfológicos medidos y su relación con algunas funciones de alimentación y uso de hábitat, en los ejemplares de peces obtenidos de los muestreos en la laguna La Carbonera, Yucatán, México. Modificado de Zamudio *et al.* (2015).

Complejo	Rasgo	Relación
Cuerpo	Altura línea media del cuerpo (ALMC)	Locomoción y uso de hábitat.
	Altura máxima del cuerpo (AMC)	
	Ancho máximo del cuerpo (ANMC)	
	Longitud estándar (LE)	Uso de hábitat y alimentación.
Cabeza	Altura de la cabeza (ALC)	Uso del hábitat. Posición de la boca (Superior, terminal, subterminal, inferior/ventral) relación con alimentación y posición en la columna de agua.
	Ancho de la cabeza (ANC)	
	Longitud de la cabeza (LC)	
	Abertura de la boca (ALB)	
	Ancho de la boca (ANB)	
	Longitud de la boca (LH)	
	Protrusión de la boca (PRHO)	Alimentación y comportamiento de caza. Influencia en habilidad y capacidad de captura.
	Altura del ojo (ALO)	Uso del hábitat y comportamiento alimenticio. Influencia en detección de presas. Posición en la columna de agua.
	Diámetro del ojo (DO)	
	Altura pedúnculo caudal (APC)	



Pedúnculo caudal	Ancho pedúnculo caudal (ANPC)	Locomoción.
	Longitud pedúnculo caudal (LPC)	
Aletas	Altura aleta anal (ALAA)	Locomoción.
	Altura aleta caudal (ALAC)	
	Altura aleta dorsal (ALAD)	
	Altura aleta pectoral (AAP)	
	Altura aleta pélvica (AAV)	
	Longitud aleta anal (LAA)	
	Longitud aleta caudal (LAC)	
	Longitud aleta dorsal (LAD)	
	Longitud aleta pectoral (LAP)	
	Longitud aleta pélvica (LAV)	
	Estructuras internas	
Longitud ciegos gástricos (LCG)		
Longitud de la rama branquial (LPB)		
Longitud branquiespinas (LB)		

### *Análisis ecomorfológico*

Los rasgos morfométricos evaluados fueron utilizados para calcular los índices ecomorfológicos que sugieren la función de estos rasgos, los índices fueron utilizados para describir o inferir las estrategias que cada especie utiliza para la adquisición de alimentos (Tabla 2).

Tabla 2. Índices ecomorfológicos obtenidos mediante las mediciones de rasgos morfológicos efectuadas a los peces de la laguna La Carbonera, Yucatán, México. Tomado y modificado de Zamudio *et al.* (2015).

Relación	Índice	Fórmula
Hábitat	Índice de compresión	$IC=AMC/ANMC$
	Índice de depresión	$ID=ALMC/AMC$
	Profundidad relativa	$PR=AMC/LE$
	Longitud relativa pedúnculo caudal	$LRpd=LPC/LE$
	Posición del ojo	$PO=ALO/ALC$
Alimentación	Longitud relativa de la cabeza	$LRCa=LC/LE$
	Altura relativa de la cabeza	$ARCa=ALC/AMC$
	Área relativa del ojo	$AReO=AO/(LE)^2$ <small>AO=Área del ojo</small>
	Índice de protrusión	$IP=PRHO/LH$
	Longitud relativa tracto digestivo	$LRTD=LTD/LE^2$
Locomoción	Índice compresión pedúnculo caudal	$ICpd=APC/ANPC$
	Altura relativa pedúnculo caudal	$ARpd=APC/AMC$
	Ancho relativo pedúnculo caudal	$AnRpd=ANPC/ANMC$

### *Análisis alimentario*

El contenido de los estómagos obtenidos se analizó utilizando un microscopio estereoscópico, se separaron las distintas presas o ítems alimenticios, mismos que fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible. Así mismo, fueron contados y pesados ( $\pm 0.001g$ ).

Las presas fueron clasificadas de acuerdo con el grado de digestión que presentaron (Bohórquez, 2009):

1. Individuos que presentaron todas las características morfológicas
2. Individuos con poco grado de digestión, conservan algunas estructuras morfológicas
3. Individuos muy digeridos, incompletos
4. Restos muy digeridos, se incluyen estructuras duras como otolitos, conchas, etc.

De igual forma se calcularon los siguientes índices tróficos y se realizó una comparación de los valores obtenidos entre especies:

- **Índice de repleción (IR)**, el cual indica la cantidad de alimento presente en el estómago. (Franco y Bashirullah, 1992), los valores de  $IR < 0.5$  se consideran como estómago vacío,  $0.5 < IR < 1.0$  estómago semi lleno,  $IR > 1.0$  estómago lleno, y se calculó con la siguiente fórmula:

$$IR = (Pce \times 100) / Pp$$

Donde:

Pce= Peso contenido estomacal (g)

Pp= Peso del pez (g)

- **Índice de vacuidad (IV)**, el cual indica el porcentaje de estómagos vacíos del total de ejemplares capturados, se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$IV = (NeV \times 100) / NeT$$

Donde:

NeV: Número de estómagos vacíos

NeT: Número de estómagos totales

- **Porcentaje de frecuencia (%F)**, que indica la frecuencia de la aparición de determinado componente alimenticio con respecto a todos los estómagos analizados y que es definido por la siguiente expresión:

$$\%F = (Di / D) \times 100$$

Donde:

Di= número de individuos con la presa i en su contenido estomacal

D= número total de individuos con algún tipo de contenido estomacal

- **Porcentaje numérico (%N)** el cual indica el número de organismos por ítem alimenticio y se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$\%N = (Ni / NiT) \times 100$$

Donde:

Ni= número de individuos de la presa "x"

NiT= número total de individuos de todas las presas

- **Porcentaje gravimétrico (%P)** que indica el peso de cada ítem alimenticio y se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$\%P = (P_i / P_{iT}) \times 100$$

Donde:

P<sub>i</sub> = peso de individuos de la presa "x"

P<sub>iT</sub> = peso de individuos de todas las presas

- **Porcentaje área (%A)** que indica el área que ocupa un ítem alimenticio y se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$\%A = (A_i / A_{iT}) \times 100$$

Donde:

A<sub>i</sub> = área que ocupan los individuos de la presa "x"

A<sub>iT</sub> = área que ocupan los individuos de todas las presas

- **Índice de importancia relativa específico de la presa (%PSIRI) de Brown *et al.* (2011)**

En este índice se integran los métodos de porcentaje de frecuencia, numérico, gravimétrico y/o de área. El cálculo del Índice de importancia relativa específico de la presa (%PSIRI) es una modificación del índice de importancia relativa de Pinkas (Pinkas *et al.*, 1971), y de igual forma se utiliza para valorar la importancia de los diversos tipos de alimentos en las dietas de las especies analizadas. Sin embargo, da un tratamiento más equilibrado de las medidas implicadas pues elimina el sesgo ocasionado por la dependencia matemática los valores del porcentaje numérico (%N<sub>i</sub>) y gravimétrico (%P<sub>i</sub>) al porcentaje de frecuencia (%F<sub>i</sub>) y que sobrevaloraba los valores de la frecuencia de ocurrencia. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\%PSIRI_i = \frac{\%F_i \times (\%N_i + \%P_i)}{2}$$

Donde:

$$\%N_i = \frac{\%N}{\%F}$$

$$\%P_i = \frac{\%P}{\%F}$$

### *Análisis estadístico*

Se utilizaron los valores del porcentaje de área obtenidos a través de la revisión del contenido estomacal, esto debido a que fue el único índice obtenido para todos los ítems pues en algunos, debido a sus características, no fue posible obtener índices numéricos o de peso (por ejemplo, foraminíferos, micromoluscos, macrófitas). Estos datos fueron procesados en el programa PRIMER v7 (Clarke y Gorley, 2015), donde se estandarizaron por el total de todos los contenidos estomacales de cada una de las especies y se les aplicó una transformación de tipo raíz cuadrada, para posteriormente obtener una matriz de similitud de Bray Curtis.

Con el fin de determinar si existían diferencias significativas en cuanto a los ítems consumidos por las especies analizadas, se realizó un análisis de similitud (ANOSIM). Para identificar los ítems que contribuyen en más del 50% a la disimilitud en los grupos con diferencias significativas se realizó un análisis SIMPER (porcentajes de similitud). Se hizo un análisis de clasificación (clúster) con un método de agrupación de “promedio de grupos” y se aplicó un análisis de perfiles de similitud (Simprof) para medir la significancia estadística del clúster. Finalmente se obtuvo un análisis de escalamiento multidimensional (MDS), la veracidad de la representación gráfica obtenida en el MDS se obtuvo calculando el nivel de estrés de Kruskal (Kruskal y Wish, 1978).

A partir de los valores obtenidos de la medición de los rasgos morfológicos (tabla 1) y de los obtenidos en los índices ecomorfológicos se realizó una matriz de distancias euclidianas y a partir de ella se realizó un ANOSIM para determinar diferencias significativas entre las especies y un análisis SIMPER para identificar los rasgos morfológicos e índices ecomorfológicos que contribuyen en más del 50% a la disimilitud de grupos significativos. Así mismo se realizó un análisis clúster de promedio de grupos y un MDS, calculando la distancia entre centroides, para observar las agrupaciones de las especies de acuerdo con sus rasgos morfológicos.

Finalmente se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman, calculado con la rutina BEST, para determinar cuáles son los rasgos morfológicos que se encuentran más fuertemente correlacionados con la alimentación de las especies analizadas.

## VIII. Resultados

Se obtuvieron un total de 5,969 ejemplares correspondientes a 11 órdenes, 22 familias, 27 géneros y 35 especies de peces. Entre las especies elegidas para ser analizadas en el presente estudio hay especies residentes frecuentes y permanentes de la laguna, incluida una especie endémica de la región (*Floridichthys polyommus*), teniendo en total nueve especies, distribuidas en siete familias y seis órdenes (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación taxonómica de las especies analizadas en el presente estudio. Se presenta el número de organismos obtenidos por especie, sus intervalos de longitudes estándar (LE, cm), promedio y desviación estándar (LE  $\bar{x}$ , cm  $\pm$  DE).

Orden	Familia	Especies	Clasificación	No. Organismos	Intervalo LE (cm)	LE $\bar{x}$ (cm)
<b>Aulopiformes</b>	Synodontidae	<i>Synodus foetens</i>	Permanente	49	7.08-19.1	11.04 $\pm$ 2.36
<b>Beloniformes</b>	Belonidae	<i>Strongylura notata</i>	Permanente	66	22.7-46.8	33.34 $\pm$ 5.73
		<i>Strongylura timucu</i>	Frecuente	12	19.8-42	30.48 $\pm$ 6.75
	Hemiramphidae	<i>Chriodorus atherinoides</i>	Permanente	41	8.1-19.2	11.04 $\pm$ 2.36
		<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	Frecuente	9	13.3-23.2	17.9 $\pm$ 3.3
<b>Cyprinodontiformes</b>	Cyprinodontidae	<i>Floridichthys polyommus</i>	Permanente	535	1.88-8.32	5.16 $\pm$ 1.55
<b>Perciformes</b>	Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i>	Frecuente	9	11.4-20.6	16.67 $\pm$ 3.55
	Cynoglossidae	<i>Symphurus plagiusa</i>	Frecuente	13	6.08-10.34	7.48 $\pm$ 1.20
	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i>	Permanente	30	2.82-6.68	4.46 $\pm$ 0.99

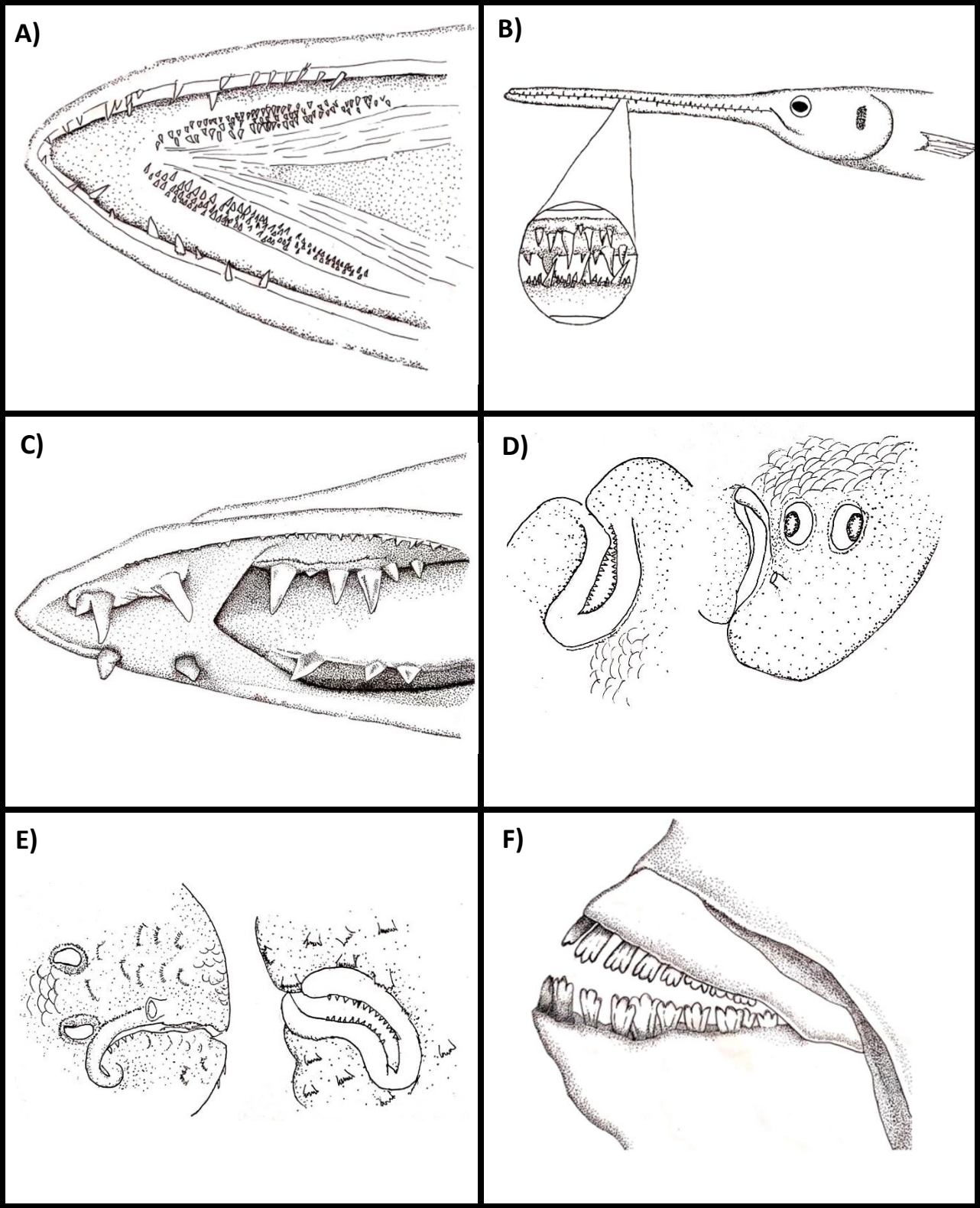
Tres especies fueron capturadas en todas las estaciones de muestreo (*Chriodorus atherinoides*, *Strongylura notata* y *Synodus foetens*), *Strongylura timucu* se capturó únicamente en las estaciones 1 y 2, mientras que *Symphurus plagiusa* e *Hyporhamphus unifasciatus* se encontraron únicamente en la estación 1. El resto de las especies se capturaron en tres de las cuatro estaciones muestreadas. Estas variaciones podrían corresponder a las variaciones de salinidad encontradas en el sitio de estudio y los rangos de tolerancia de cada una de las especies. *Strongylura timucu* fue la especie de mayor talla (30.48±6.75 cm), mientras que la especie más pequeña fue *Floridichthys polyommus*, con una longitud estándar promedio de 5.16±1.55 cm (Tabla 3).

### Análisis morfológico

Se observó la presencia de dos tipos de dientes mandibulares: dientes caninos y dientes tricúspides. También se observó en algunas especies la presencia de dientes en el vómer (*S. foetens*, *F. polyommus*, *H. unifasciatus*), en la lengua (*S. foetens*), en el palatino (*S. barracuda*) y dientes faríngeos (*S. notata*, *S. timucu*).

Tabla 4. Descripción de la forma y posición de los dientes de las especies analizadas.

<i>Especie</i>	<i>Dentición</i>
<i>S. foetens</i>	Dientes caninos finos en mandíbula, lengua y vómer.
<i>S. notata</i>	Dientes caninos en ambas mandíbulas y presencia de dientes faríngeos.
<i>S. timucu</i>	Dientes caninos en ambas mandíbulas, presencia de dientes faríngeos.
<i>S. barracuda</i>	Dientes caninos en ambas mandíbulas y en el palatino.
<i>S. plagiusa</i>	Dientes afilados, en premaxilares y dentario del lado ciego. No hay dientes en el lado ocular.
<i>A. lineatus</i>	Dientes afilados, en premaxilar y dentario del lado ciego. No hay dientes en el lado ocular.
<i>F. polyommus</i>	Dientes tricúspides en ambas mandíbulas, dientes en vómer y pterigoides.
<i>C. atherinoides</i>	Dientes tricúspides en ambas mandíbulas.
<i>H. unifasciatus</i>	Dientes tricúspides en ambas mandíbulas, dientes delgados y redondeados en el vómer.





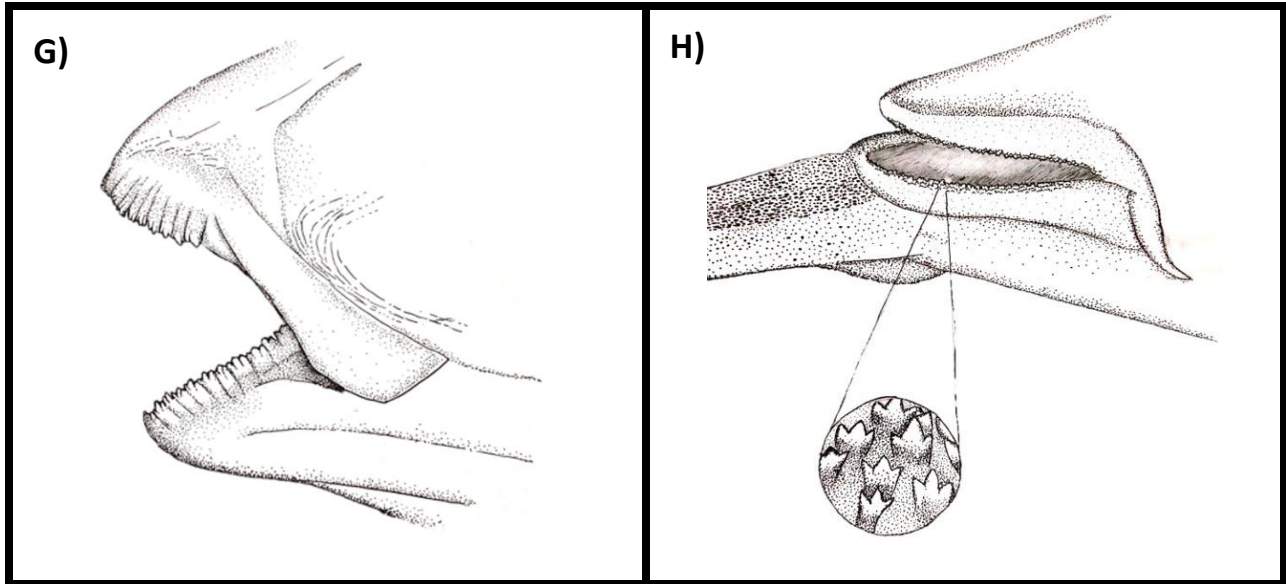


Figura 2. Dientes mandibulares de las especies analizadas. A) Mandíbula superior *S. foetens*; B) *S. timucu*; C) Mandíbula superior *S. barracuda*; D) *S. plagiusa*; E) *A. lineatus*; F) *F. polyommus*; G) *C. atherinodes*; H) *H. unifasciatus* (Ilustraciones: N. Armando Quijano-Reyes).

Únicamente dos especies presentaron ciegos gástricos: *S. barracuda* y *S. foetens* (Figura 3), especies típicamente consideradas como carnívoras, con >100 y >50 ciegos respectivamente.

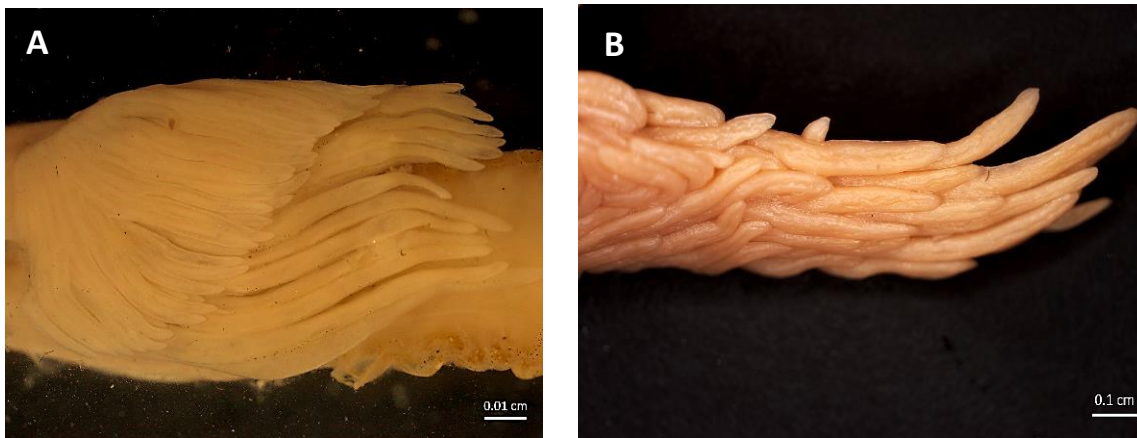


Figura 3. Ciegos gástricos presentes en las especies *Sphyraena barracuda* (A) y *Synodus foetens* (B).

Se observó que la especie con el tracto digestivo más largo, en proporción a la longitud estándar (LRTD), fue *F. polyommus*, mientras que la especie con el tracto digestivo proporcionalmente más corto fue *S. notata* (Tabla 5). Las especies que presentaron las ramas branquiales más largas fueron *S. barracuda*, *S. timucu* y *S. notata*, mientras que las branquiespinas se presentaron únicamente en tres especies: *C. atherinoides*, *F. polyommus* e *H. unifasciatus*, siendo esta última la que presentó las branquiespinas de mayor longitud (Figura 4).

Tabla 5. Medidas de estructuras asociadas a la alimentación de las especies analizadas (cm). LTD= Longitud del tracto digestivo; LRTD= Longitud relativa del tracto digestivo; LCG= Longitud de los ciegos gástricos; LPBRi= Longitud del peine branquial rama inferior; LPBRs= Longitud del peine branquial rama superior; LB= Longitud de las branquiespinas.

	LTD	LRTD	LCG	No. Ciegos	No. Asas	LPBRi	LPBRs	LB
<i>C. atherinoides</i>	5.83±1.26	0.047	-	-	-	0.90±0.17	0.37±0.09	0.13±0.03
<i>F. polyommus</i>	9.13±3.86	0.276	-	-	5	0.36±0.12	0.66±0.21	0.11±0.02
<i>H. unifasciatus</i>	8.07±1.12	0.025	-	-	-	1.39±0.27	0.62±0.10	0.27±0.06
<i>S. barracuda</i>	5.2±1.15	0.018	1.45±0.41	>100	-	2.58±0.46	0.88±0.17	-
<i>S. foetens</i>	5.27±1.49	0.035	0.50±0.16	>50	2	1.43±0.31	0.81±0.23	-
<i>S. timucu</i>	12.85±2.93	0.013	-	-	-	2.17±0.50	0.62±0.18	-
<i>S. notata</i>	11.42±2.14	0.010	-	-	-	2.22±0.48	0.73±0.21	-
<i>S. plagiusa</i>	2.80±0.68	0.050	-	-	4	0.34±0.15	0.15±0.05	-
<i>A. lineatus</i>	6.26±2.75	0.327	-	-	3	0.25±0.11	0.54±0.14	-

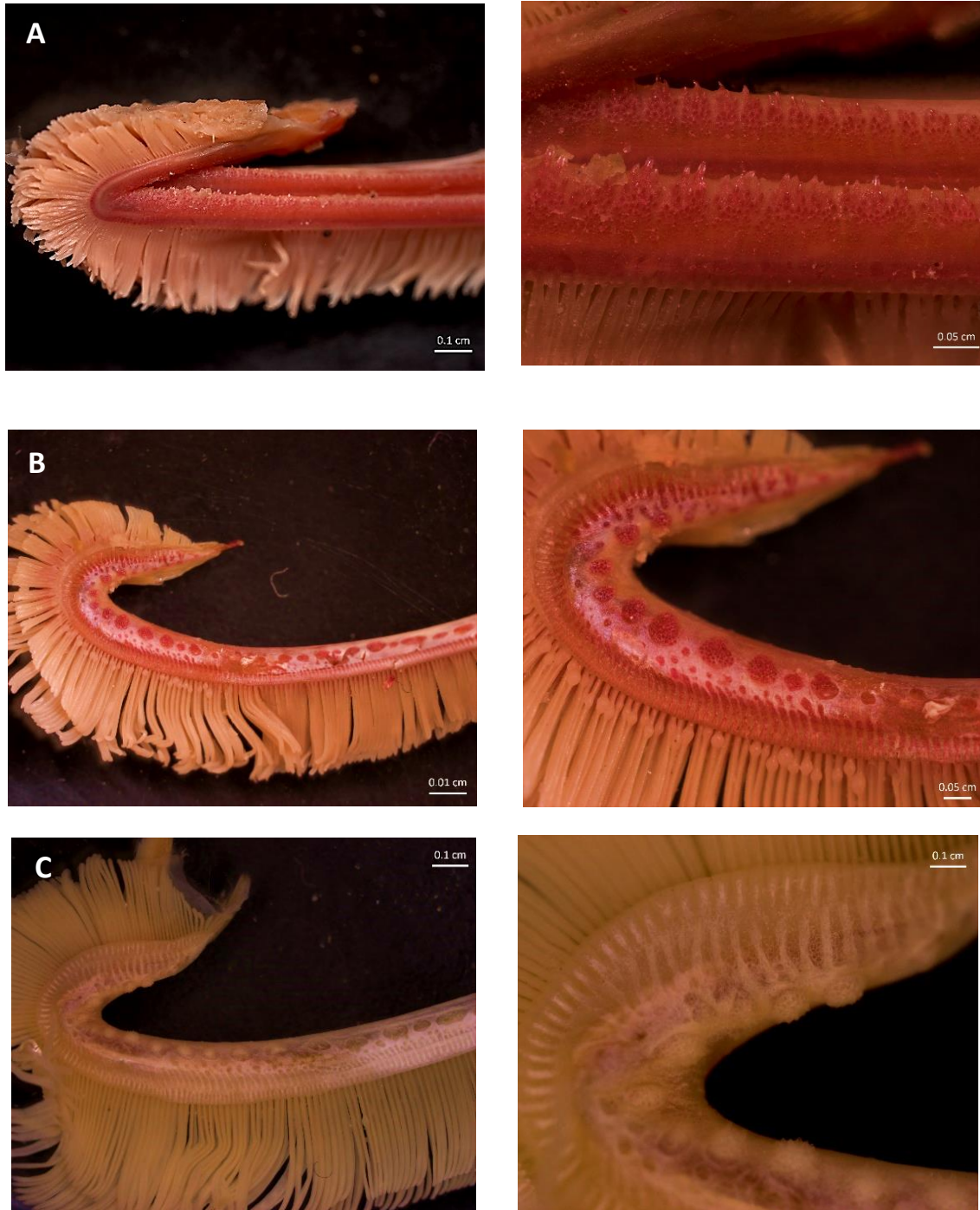


Figura 4. Arcos branquiales de *S. barracuda* (A), *S. timucu* (B) y *S. notata* (C). A la derecha se muestran a detalle los dientes branquiales.

Los resultados de las mediciones de los rasgos morfológicos de todas las especies, su promedio y desviación estándar se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Medidas morfológicas obtenidas de los ejemplares de las especies analizadas. Se presenta el promedio de las medidas y su desviación estándar (expresadas en centímetros).

	<i>C. atherinoides</i>	<i>F. polyommus</i>	<i>H. unifasciatus</i>	<i>A. lineatus</i>	<i>S. barracuda</i>	<i>S. foetens</i>	<i>S. plagiusa</i>	<i>S. timucu</i>	<i>S. notata</i>
<b>LE</b>	11.05±2.36	5.84±1.05	17.9±3.30	4.46±0.98	16.68±3.55	12.27±2.36	7.49±1.20	30.48±6.75	33.34±5.73
<b>ALMC</b>	0.81±0.25	1.23±0.28	1.03±0.19	1.46±0.42	1.34±0.40	0.68±0.17	1.07±0.31	0.81±0.23	0.95±0.29
<b>AMC</b>	1.44±0.38	2.39±0.55	2.14±0.55	2.81±0.85	2.44±0.64	1.42±0.39	2.34±0.43	1.49±0.42	1.74±0.42
<b>ANMC</b>	0.88±0.25	1.13±0.31	1.36±0.36	0.34±0.10	1.39±0.38	1.43±0.39	0.35±0.13	1.46±0.37	1.94±0.50
<b>ALC</b>	1.19±0.26	1.62±0.34	1.65±0.31	1.47±0.30	1.93±0.43	1.16±0.23	1.47±0.40	1.50±0.44	1.81±0.35
<b>ANC</b>	0.97±0.21	1.14±0.26	1.24±0.24	0.51±0.39	1.38±0.32	1.27±0.32	0.30±0.12	1.26±0.26	1.40±0.26
<b>LC</b>	2.39±0.38	1.87±0.39	3.70±0.80	1.40±0.27	5.62±0.94	3.03±0.55	1.46±0.27	10.41±1.69	11.54±1.77
<b>ALB</b>	0.61±0.15	0.54±0.10	1.08±0.14	0.45±0.13	1.49±0.29	1.88±0.36	0.44±0.23	1.28±1.01	1.68±0.55
<b>ANB</b>	0.55±0.12	0.53±0.12	0.80±0.21	0.38±0.08	0.87±0.21	0.84±0.24	0.33±0.10	0.78±0.16	0.84±0.18
<b>LH</b>	0.84±0.17	0.72±0.20	3.33±1.70	0.49±0.10	2.81±0.45	0.92±0.13	0.41±0.11	7.22±1.57	7.82±1.14
<b>PRHO</b>	-	0.50±0.16	-	-	-	-	-	-	-
<b>ALO</b>	0.35±0.08	0.76±0.19	0.47±0.10	0.59±0.12	0.84±0.22	0.64±0.12	0.48±0.18	0.52±0.15	0.54±0.13
<b>DO</b>	0.69±0.08	0.57±0.08	0.96±0.14	0.23±0.04	0.97±0.13	0.50±0.06	0.21±0.02	0.97±0.15	1.10±0.16
<b>APC</b>	0.62±0.14	1.22±0.30	0.85±0.15	0.80±0.21	1.17±0.37	0.63±0.13	0.34±0.18	0.59±0.16	0.73±0.14

<b>ANPC</b>	0.30±0.10	0.27±0.21	0.44±0.17	0.10±0.02	0.62±0.23	0.46±0.17	0.07±0.03	0.49±0.19	0.46±0.13
<b>LPC</b>	1.04±0.35	0.99±0.39	0.87±0.27	-	1.75±0.31	0.99±0.30	-	1.34±0.32	1.23±0.39
<b>ALAA</b>	0.27±0.07	0.41±0.18	0.40±0.13	-	0.57±0.26	0.36±0.18	-	0.56±0.15	0.80±0.16
<b>ALAC</b>	1.02±0.31	1.26±0.37	1.55±0.38	1.01±0.30	1.64±0.62	0.98±0.28	0.25±0.07	1.35±0.35	1.66±0.45
<b>ALAD</b>	0.29±0.14	0.43±0.27	0.45±0.17	-	0.74±0.44	0.83±0.25	-	0.47±0.12	0.69±0.24
<b>AAP</b>	0.58±0.17	0.57±0.13	0.82±0.19	-	0.58±0.15	0.43±0.16	-	0.72±0.20	0.84±0.21
<b>AAV</b>	0.30±0.06	0.21±0.07	0.41±0.08	-	0.47±0.19	0.50±0.14	-	0.37±0.07	0.47±0.08
<b>LAA</b>	1.63±0.37	1.35±1.07	2.19±0.40	-	2.36±0.45	2.04±0.54	-	3.53±1.23	3.53±0.80
<b>LAC</b>	2.15±0.53	1.35±0.27	2.82±0.48	1.36±0.23	3.44±0.77	1.94±0.43	0.65±0.19	2.69±0.50	3.29±0.61
<b>LAD</b>	1.88±0.39	1.97±0.68	2.48±0.53	-	2.58±0.45	2.06±0.38	-	3.44±1.33	3.30±1.01
<b>LAP</b>	1.45±0.38	1.31±0.24	2.07±0.38	-	1.71±0.41	1.41±0.27	-	2.46±0.58	2.72±0.66
<b>LAPV</b>	1.09±0.22	0.96±0.25	1.17±0.14	-	1.65±0.27	2.41±0.42	-	1.22±0.30	1.37±1.26

El análisis de similitud (ANOSIM) mostró diferencias significativas en los rasgos morfológicos entre las especies analizadas ( $R=0.825$ ;  $p=0.01\%$ ). El análisis SIMPER mostró que las especies con la mayor disimilitud (distancia cuadrática media  $>100$ ) fueron *S. plagiosa* con *S. notata*, *S. foetens*, *H. unifasciatus*, *S. timucu* y *S. barracuda*; *A. lineatus* con *S. timucu*, *S. barracuda*, *S. notata* e *H. unifasciatus* y *F. polyommus* con *S. notata*. Algunos de los rasgos que contribuyen de manera significativa a la disimilitud entre especies fueron el número de branquiespinas, el número de asas gástricas, la longitud del peine branquial (LPB), la longitud del tracto digestivo (LTD), la longitud de la cabeza (LC), la longitud del hocico (LH), la longitud de las branquiespinas (LB) y la longitud estándar (LE) (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados del análisis SIMPER. Se presentan las especies con mayor disimilitud y los rasgos morfológicos que contribuyen de manera significativa a la disimilitud y su porcentaje de contribución. *Sp*= *S. plagiosa*; *Sn*= *S. notata*; *St*= *S. timucu*; *Sf*= *S. foetens*; *Sb*= *S. barracuda*; *Al*= *A. lineatus*; *Fp*= *F. polyommus*; *Ca*= *C. atherinoides*; *Hu*= *H. unifasciatus*

	<i>Sp-Sn</i>	<i>Sp-Sf</i>	<i>Sp-Hu</i>	<i>Sp-St</i>	<i>Sp-Sb</i>	<i>Al-St</i>	<i>Al-Sb</i>	<i>Al-Sn</i>	<i>Al-Hu</i>	<i>Fp-Sn</i>
<i>LE</i>	5.57	-	-	-	-	5.99	-	9.57	-	11.37
<b>#Branquiespinas</b>	-	-	6.24	-	-	-	-	-	8.27	-
<b>#Asas</b>	-	11.69	8.77	7.87	7.02	5.38	5.11	-	5.93	-
<i>LPB</i>	-	4.69	-	-	5.33	5.97	8.94	6.08	-	4.78
<i>LTD</i>	5.39	-	-	5.86	-	-	-	-	-	-
<i>LC</i>	5.56	-	-	5.78	-	7.65	-	8.11	-	9.57
<i>LH</i>	5.05	-	-	5.21	-	6.83	-	7.3	-	8.56
<i>LB</i>	-	-	7.54	-	-	-	-	-	10	-

El análisis clúster, que utilizó como criterio de enlace el promedio de las distancias entre los grupos, arrojó el dendograma presentado en la figura 5 con una significancia del  $p<0.05$ . De acuerdo con el perfil de similitud (SIMPROF), se formaron cuatro grupos:

Grupo **a**, conformado por las especies *S. timucu* y *S. notata*, que fueron las especies con la menor distancia promedio entre sí; grupo **b**, conformado por *F. polyommus* y un subgrupo conformado por *C. atherinoides* e *H. unifasciatus*, especies que compartieron la presencia de branquiespinas; el grupo **c**, formado por *S. barracuda* y *S. foetens*, las únicas especies que contaron con la presencia de ciegos gástricos y finalmente el grupo **d**, conformado por las especies *S. plagiosa* y *A. lineatus*.

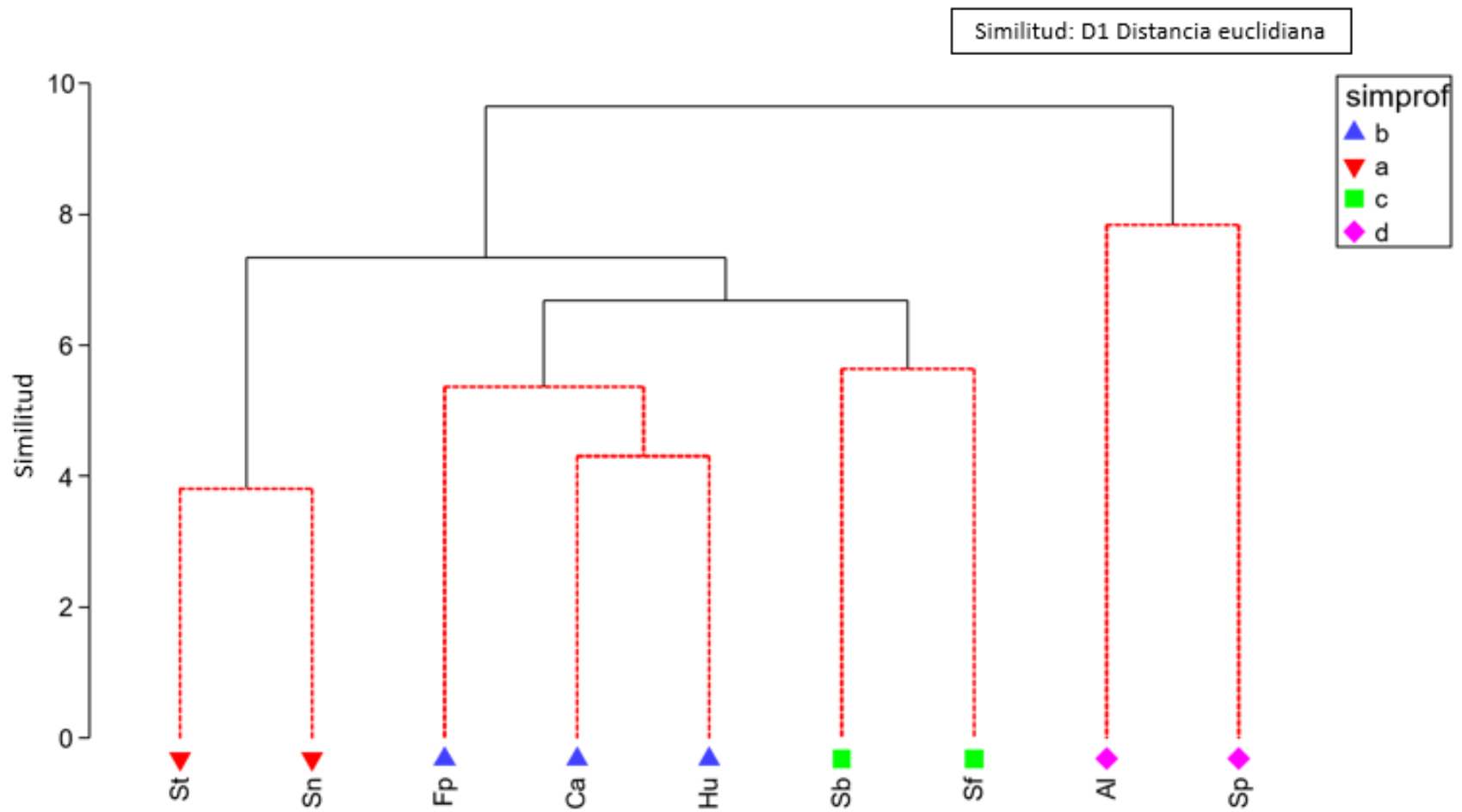


Figura 5. Dendrograma de distancias entre especies de acuerdo con rasgos morfológicos. Se muestran los grupos generados por la rutina SIMPROF. St= *S. timucu*; Sn= *S. notata*; Fp= *F. polyommus*; Ca= *C. atherinoides*; Hu= *H. unifasciatus*; Sb= *S. barracuda*; Sf= *S. foetens*; Al= *A. lineatus*; Sp= *S. plagiusa*.

El MDS realizado arrojó un stress de 0.04, que indica una buena representación gráfica del agrupamiento de las especies analizadas de acuerdo con sus rasgos morfológicos (Figura 6). En el lado izquierdo se forman dos grupos: *S. timucu* y *S. notata*, que compartieron características del tamaño y forma de la cabeza y cuerpo, y *S. barracuda* y *S. foetens*, que compartieron la presencia de ciegos gástricos. En el centro se agrupan *H. unifasciatus*, *C. atheronoides* y *F. polyommu*, que comparten la presencia de branquiespinas y finalmente, al extremo derecho, se agrupan *A. lineatus* y *S. plagiusa*, que comparten características de la forma del cuerpo y posición de la boca.

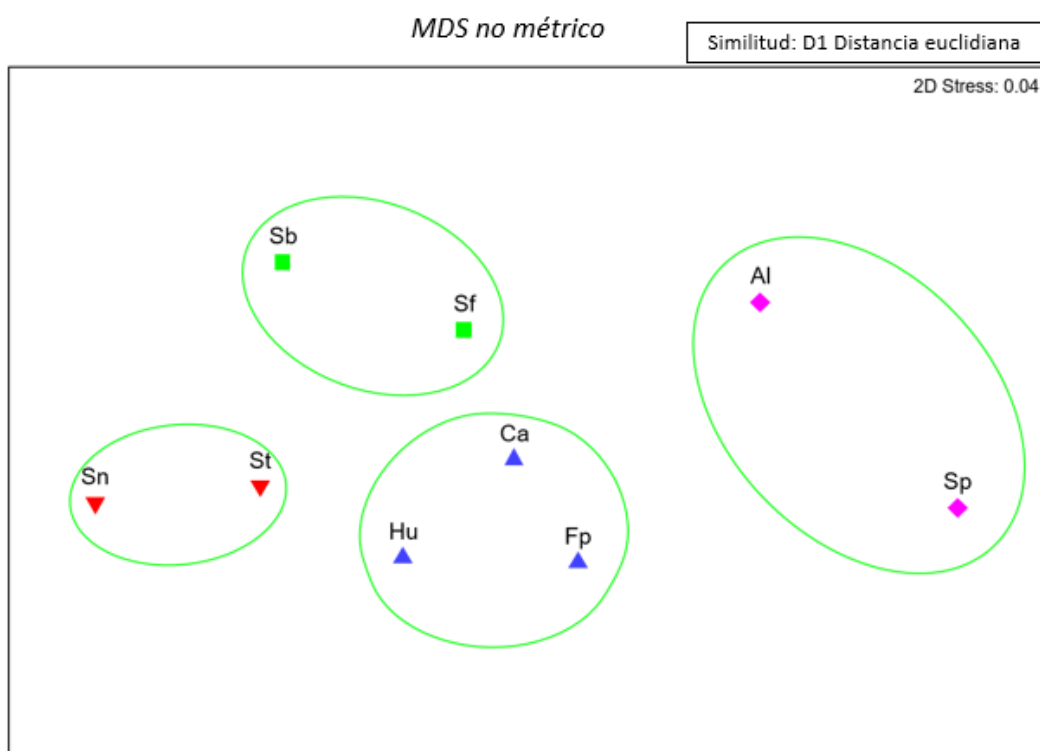


Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) para las especies analizadas de la laguna La Carbonera basado en sus rasgos morfológicos. St= *S. timucu*; Sn= *S. notata*; Fp= *F. polyommu*; Ca= *C. atherinoides*; Hu= *H. unifasciatus*; Sb= *S. barracuda*; Sf= *S. foetens*; Al= *A. lineatus*; Sp= *S. plagiusa*.

### Análisis ecomorfológico

Con respecto a los índices ecomorfológicos calculados, la especie con el valor más alto en el índice de compresión (IC) fue *S. plagiusa* y la que presentó el valor más bajo fue *S. notata*. Las especies con el valor más alto y bajo de depresión (ID) fueron *S. barracuda* y *S. plagiusa* respectivamente. En el caso de la profundidad relativa (PR), *A. lineatus* presentó el valor más alto y *S. timucu* el más bajo (tabla 8). En cuanto a los rasgos asociados al pedúnculo caudal, *F. polyommu* presentó el valor más



alto de longitud relativa del pedúnculo caudal (LRPD) mientras que en el ancho relativo del pedúnculo caudal (ANRPD), *S. barracuda* presentó el valor más alto. Por su parte los valores más altos en el índice de compresión (ICPD) y altura relativa del pedúnculo caudal (ARPD) ocurrieron en *A. lineatus*, *S. plagiosa* y *F. polyommus*.

La posición del ojo (PO) presentó los valores más altos en *C. atherinoides* y los más bajos en *S. notata* y el área relativa del ojo fue mayor en *F. polyommus* con respecto a las demás especies. Por otra parte, las especies del género *Strongylura* presentaron los valores de longitud y altura relativa de la cabeza (LRCA y ARCA) más altos en comparación al resto de las especies, mientras que el índice de protrusión (IP) tuvo el valor más alto en *F. polyommus*. Finalmente, *F. polyommus* fue la especie que tuvo la mayor longitud relativa del tracto digestivo.

Tabla 8. Índices ecomorfológicos para las especies analizadas. Los valores más altos para cada índice se resaltan en negritas.

	IC	ID	PR	LRPD	ANRPD	ARPD	ICPD	PO	AREO	LRCA	ARCA	IP	LRTD
<i>C. atherinoides</i>	1.641	0.561	0.13	0.217	0.342	0.43	2.063	<b>0.829</b>	0.094	0.003	0.293	-	0.047
<i>F. polyommus</i>	2.116	0.518	0.409	<b>0.32</b>	0.246	0.513	4.405	0.677	<b>0.17</b>	0.008	0.475	0.694	<b>0.276</b>
<i>H. unifasciatus</i>	1.574	0.483	0.12	0.207	0.324	0.398	1.935	0.771	0.049	0.002	0.288	-	0.025
<i>S. barracuda</i>	1.67	<b>0.64</b>	0.18	0.266	<b>0.604</b>	<b>0.58</b>	1.605	0.666	0.09	0.003	0.53	-	0.018
<i>S. foetens</i>	1	0.476	0.116	0.247	0.321	0.444	1.381	0.813	0.081	0.001	0.552	-	0.035
<i>S. notata</i>	0.902	0.545	0.052	0.036	0.241	0.419	1.567	0.301	0.001	<b>0.346</b>	<b>1.036</b>	-	0.010
<i>S. timucu</i>	1.016	0.548	0.049	0.044	0.340	0.402	1.202	0.348	0.001	0.341	1.010	-	0.013
<i>S. plagiosa</i>	<b>6.758</b>	0.455	0.313	-	0.222	0.146	4.460	0.329	0.001	0.195	0.627	-	0.050
<i>Achirus lineatus</i>	6.617	0.524	<b>0.624</b>	0	0.304	0.338	<b>7.983</b>	0.657	0.023	0.007	0.408	-	0.327

Los resultados obtenidos en el análisis de similitud ANOSIM nos indican que sí hay diferencias significativas en cuanto a los valores obtenidos de los índices ecomorfológicos entre las especies analizadas ( $R=0.732$ ;  $p=0.01\%$ ). En el caso del análisis SIMPER, se obtuvo que las especies con mayor disimilitud fueron: *A. lineatus* con *C. atherinoides*, *S. timucu*, *S. notata*, *S. barracuda*, *Synodus foetens* e *H. unifasciatus*; *S. plagiosa* con *S. timucu*, *S. barracuda*; *F. polyommus* con *S. plagiosa* y *S. timucu*.

Así mismo se observó que los índices que contribuyen más a la disimilitud entre especies fueron el ancho relativo del pedúnculo caudal (ANRPD), el índice de depresión (ID), la altura y la longitud relativa de la cabeza (ARCA Y LRCA) y la longitud relativa del tracto digestivo (LRTD) (Tabla 9).

Tabla 9. Se presentan las especies con mayor disimilitud y los índices ecomorfológicos que contribuyeron de manera más significativa a dicha disimilitud y sus porcentajes de contribución. *St*= *S. timucu*; *Fp*= *F. polyommus*; *Ca*= *C. atherinoides*; *Al*= *A. lineatus*; *Sn*= *S. notata*; *Sb*= *S. barracuda*; *Sf*= *S. foetens*; *Hu*= *H. unifasciatus*.

	<i>St-Fp</i> (42.6)	<i>Ca-Al</i> (48.49)	<i>St-Al</i> (78.61)	<i>Sn-Al</i> (69.7)	<i>Sb-Al</i> (59.02)	<i>Sf-Al</i> (53.34)	<i>Hu-Al</i> (51.1)	<i>St-Sp</i> (51.68)	<i>Sb-Sp</i> (43.1)	<i>Fp-Sp</i> (48.11)
ARCa	12.32	10.18	15.86	14.48	8.64	8.64	8.59	14.86	5.08	-
AnRpd	-	-	-	-	6.67	-	-	8.71	17.49	5.07
ID	-	-	-	4.53	-	-	-	4.8	4.45	-
LRCa	-	-	14.11	9.72	20.77	10.2	9.65	7.47	10.81	5.59
LRTD	12.73	5.81	4.59	5.46	5.77	5.8	6.02	-	-	8.47

El dendograma obtenido a través del análisis clúster (Figura 7), presentó una significancia  $p < 0.05$ . Con el SIMPROF se obtuvieron tres grupos: Grupo **a** conformado por las especies *A. lineatus* y *S. plagiosa*. Grupo **b** conformado por *F. polyommus* y el grupo **c** que incluye a las especies *C. atherinoides* e *H. unifasciatus* en un primer subgrupo, *S. timucu* y *S. notata* en el segundo subgrupo y finalmente el tercer subgrupo conformado por *S. barracuda* y *S. foetens*.

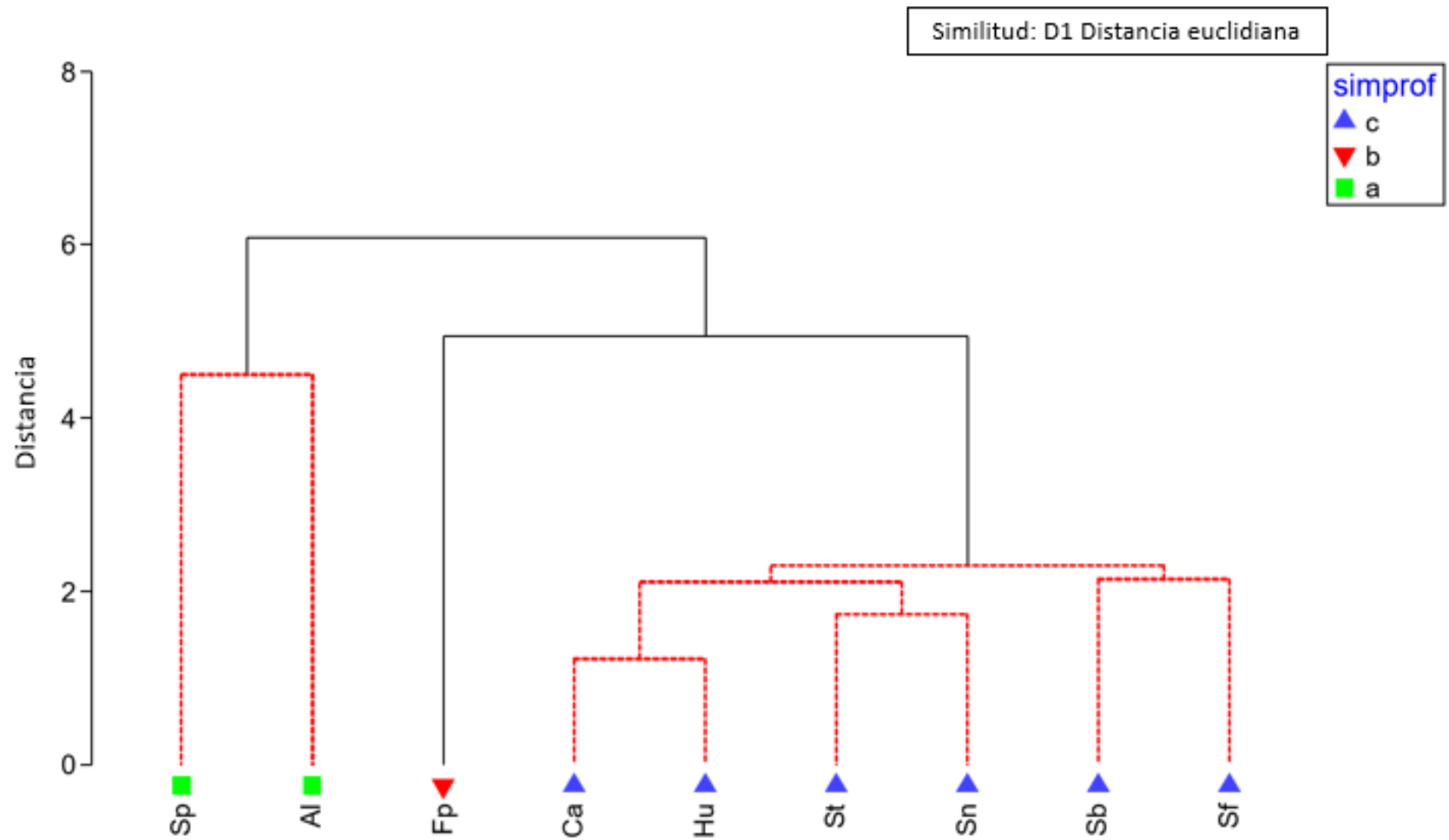


Figura 7. Dendrograma de disimilitud basado en distancias euclidianas calculado con base en los valores de los índices ecomorfológicos que contribuyeron de manera más significativa a dicha disimilitud. *St*= *S. timucu*; *Sn*= *S. notata*; *Fp*= *F. polyommus*; *Ca*= *C. atherinoides*; *Hu*= *H. unifasciatus*; *Sb*= *S. barracuda*; *Sf*= *S. foetens*; *Al*= *A. lineatus*; *Sp*= *S. plagiosa*.

## Análisis alimentario

Se revisaron un total de 294 estómagos pertenecientes a las nueve especies analizadas (Tabla 10). De acuerdo con el índice de repleción, la mayoría de los estómagos de las especies cayeron en la categoría de lleno y semi lleno, a excepción de los estómagos de las especies *C. atherinoides*, *S. timucu* y *S. notata*. Esto quedó demostrado con los valores del índice de vacuidad, en el cual estas tres especies tuvieron los valores más altos. Por el contrario, las especies con valores de vacuidad considerablemente más bajos fueron *F. polyommus*, *S. barracuda* e *H. unifasciatus*.

Tabla 10. Número de estómagos revisados, categorías de llenado e índice de vacuidad por especie.

	Estómagos revisados	Estómagos vacíos	Estómagos semillenos	Estómagos Llenos	Índice de vacuidad (%)
<i>C. atherinoides</i>	42	22	1	19	52.38
<i>S. timucu</i>	12	6	2	4	50
<i>S. notata</i>	29	16	8	6	53.33
<i>S. barracuda</i>	11	2	1	8	18.18
<i>S. foetens</i>	40	8	2	30	30.95
<i>F. polyommus</i>	106	12	12	82	11.36
<i>H. unifasciatus</i>	11	2	1	8	18.18
<i>S. plagiosa</i>	13	6	2	5	46.2
<i>A. lineatus</i>	30	9	7	14	30
<b>TOTAL</b>	294	83	36	176	*

Con respecto a la composición de las dietas, se identificaron 19 ítems alimentarios distribuidos en nueve grupos: pastos marinos, algas macrófitas, hexápodos, foraminíferos, micromoluscos, anélidos, crustáceos, peces y detritus. De acuerdo con los valores del PSIRI (Tabla 11) los ítems alimentarios más importantes para *S. notata*, *S. timucu*, *S. barracuda* y *S. foetens* fueron los peces. Para *C. atherinoides*, los pastos marinos, las algas macrófitas para *F. polyommus* e *H. unifasciatus*, los anfípodos para *S. plagiosa* y los poliquetos para *A. lineatus*. Estos ítems fueron predominantes también en el resto de los métodos que componen el PSIRI (Anexo 1). Se presenta de forma detallada los resultados del PSIRI en la figura 8 y tabla 11.

***Chriodorus atherinoides***: El alimento encontrado en los tractos digestivos de los ejemplares (incluye el intervalo de tamaños y el número de organismos, en todos los casos) de esta especie estaba totalmente digerido, por lo que solo se pudo determinar la presencia de pastos marinos.

***Strongylura timucu***: Los ejemplares de esta especie se alimentaron principalmente de peces, sin embargo, el grado de digestión en el que fueron encontrados fue muy avanzado, por lo que no se logró determinar a qué grupo pertenecían, a excepción de unos cuantos de la familia Cyprinodontidae. También se encontraron restos de insectos de la familia Formicidae.

***Strongylura notata***: El contenido estomacal de esta especie se encontró compuesto principalmente de peces en alto grado de degradación, camarones peneidos, peces del género *Eucinostomus*, insectos de la familia Formicidae, así como decápodos del infraorden Brachyura.

***Sphyraena barracuda***: Esta especie se alimentó exclusivamente de peces, mientras que el grado de digestión de algunos no permitió identificarlos, el resto fueron clasificados en las familias Poecilidae y Cyprinodontidae.

***Synodus foetens***: Su alimentación consistió principalmente en peces no identificados por el alto grado de degradación. Sin embargo, se pudieron identificar peces de las familias Cyprinodontidae, Poecilidae, Hemiramphidae, Atherinopsidae y Fundulidae. Se encontraron también restos de camarones peneidos.

***Floridichthys polyommus***: El grado de digestión que presentaron los contenidos estomacales de los organismos de esta especie fue muy alto. El ítem predominante fueron las algas macrófitas y el detrito. También se encontraron, aunque en menor proporción, micromoluscos, foraminíferos, anélidos y, finalmente, camarones peneidos.

***Hyporhamphus unifasciatus***: La alimentación de estos organismos consistió principalmente en algas macrófitas y peces de la especie *Menidia colei* y de la familia Cyprinodontidae.

***Symphurus plagiusa***: Los ejemplares de esta especie consumieron en mayor cantidad anfípodos e isópodos, camarones peneidos y decápodos del infraorden Brachyura.

***Achirus lineatus***: Esta especie se alimentó predominantemente de peces. Se encontraron también restos de poliquetos y anfípodos. Una pequeña porción del contenido estomacal no pudo ser determinada por el avanzado grado de digestión.

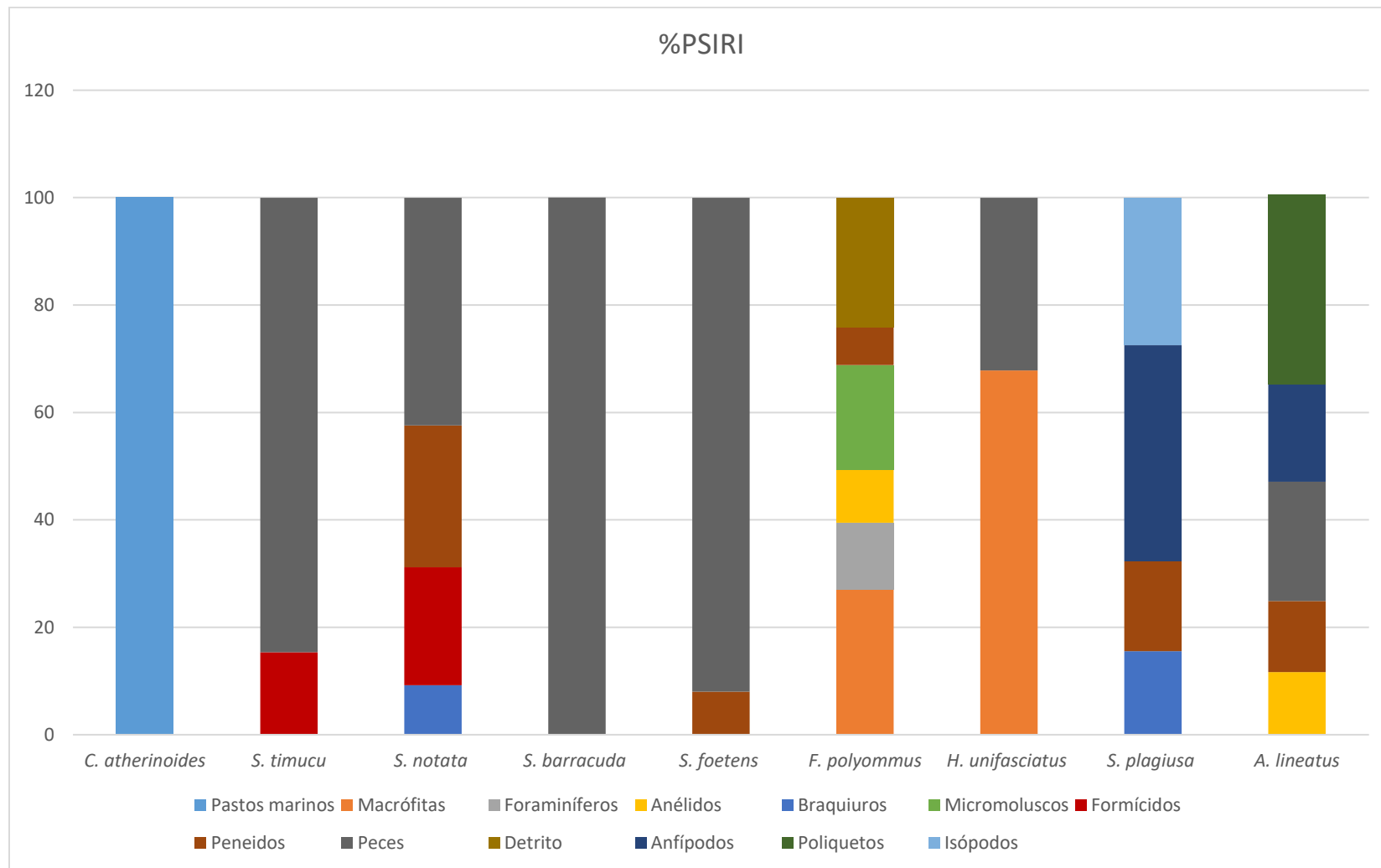


Figura 8. Índice de importancia relativa específico (%PSIRI) de las presas que formaron parte de la dieta de las especies analizadas de la laguna La Carbonera.

Tabla 11. Índice de importancia relativa específico (%PSIRI) de la presa para los ítems alimentarios de las especies analizadas (en negritas se resaltan los ítems con los valores más altos).

	<i>C. atherinoides</i>	<i>S. timucu</i>	<i>S. notata</i>	<i>S. barracuda</i>	<i>S. foetens</i>	<i>F. polyommus</i>	<i>H. unifasciatus</i>	<i>S. plagiosa</i>	<i>A. lineatus</i>
<i>Pastos marinos</i>	<b>100</b>	0	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>Macrófitas</i>	0	0	0	0	0	<b>27.04</b>	<b>67.85</b>	0	0
<i>Foraminíferos</i>	0	0	0	0	0	12.45	0	0	0
<i>Anélidos</i>	0	0	0	0	0	9.84	0	0	11.65
<i>Braquiuros</i>	0	0	9.23	0	0	0	0	15.54	0
<i>Micromoluscos</i>	0	0	0	0	0	19.47	0	0	0
<i>Formícidos</i>	0	15.34	21.94	0	0	0	0	0	0
<i>Peneidos</i>	0	0	26.41	0	8.01	7.05	0	16.74	13.25
<i>Peces</i>	0	<b>84.65</b>	<b>42.4</b>	<b>100</b>	<b>91.95</b>	0	32.14	0	22.19
<i>Detrito</i>	0	0	0	0	0	24.12	0	0	0
<i>Anfípodos</i>	0	0	0	0	0	0	0	<b>40.23</b>	18.13
<i>Poliquetos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>35.33</b>
<i>Isópodos</i>	0	0	0	0	0	0	0	27.35	0

Se observaron diferencias significativas en la composición de las dietas de las especies analizadas ( $R= 0.704$ ,  $p = 0.01\%$ ).

El análisis SIMPER permitió observar que los componentes de la dieta que más contribuyeron a la disimilitud de manera significativa fueron los pastos marinos, los peces, las macrófitas, los poliquetos y los anfípodos, correspondiendo a los ítems más importantes de acuerdo con el PSIRI. La especie más disímil con respecto al resto fue *C. atherinoides*, así mismo *F. polyommus* con *S. timucu* y *S. barracuda*. Finalmente *S. plagiosa* con *S. timucu*, *S. barracuda* e *H. unifasciatus* (Tabla 12).

Tabla 12. Resultados del análisis SIMPER. Se presentan las especies con mayor disimilitud y los ítems alimentarios que contribuyen de manera más significativa y sus porcentajes de contribución. Todas las especies presentaron una disimilitud del 100%.

Especies	Pastos marinos	Peces	Macrófitas	Polichaeta	Anfípoda
<i>Ca-St</i>	49.16	48.84	-	-	-
<i>Ca-Sn</i>	46.93	33.41	-	-	-
<i>Ca-Sb</i>	50	-	-	-	-
<i>Ca-Sf</i>	49.19	47.4	-	-	-
<i>Ca-Fp</i>	43.57		30.8	-	-
<i>St-Fp</i>	-	42.64	30.33	-	-
<i>Sb-Fp</i>	-	43.57	30.8	-	-
<i>Ca-Hu</i>	-	-	50	-	-
<i>Ca-Al</i>	48.44	-	-	35.62	-
<i>Ca-Sp</i>	47.6	-	-	-	32.21
<i>St-Sp</i>	-	46.52	-	-	32.21
<i>Sb-Sp</i>	-	47.6	-	-	32.21
<i>Hu-Sp</i>	-	-	33.32	-	32.21

El análisis de clasificación dio como resultado la formación de cuatro grupos de especies de acuerdo con su alimentación (Figura 9). El primer grupo conformado por *C. atherinoides*, una especie herbívora que se alimentó principalmente de pastos marinos, el segundo grupo constituido por especies zoobentófagas (*S. plagiosa* y *A. lineatus*). En el tercer grupo encontramos a *S. notata*, esta especie se alimenta principalmente de peces, sin embargo, dentro de su dieta encontramos también invertebrados. El cuarto grupo incluye a *S. foetens* y en un subgrupo a *S. timucu* y *S. barracuda*, todas ellas especies piscívoras. Finalmente encontramos un grupo conformado por *F. polyommus* e *H. unifasciatus*, dos especies omnívoras cuyo ítem principal fueron las macrófitas.



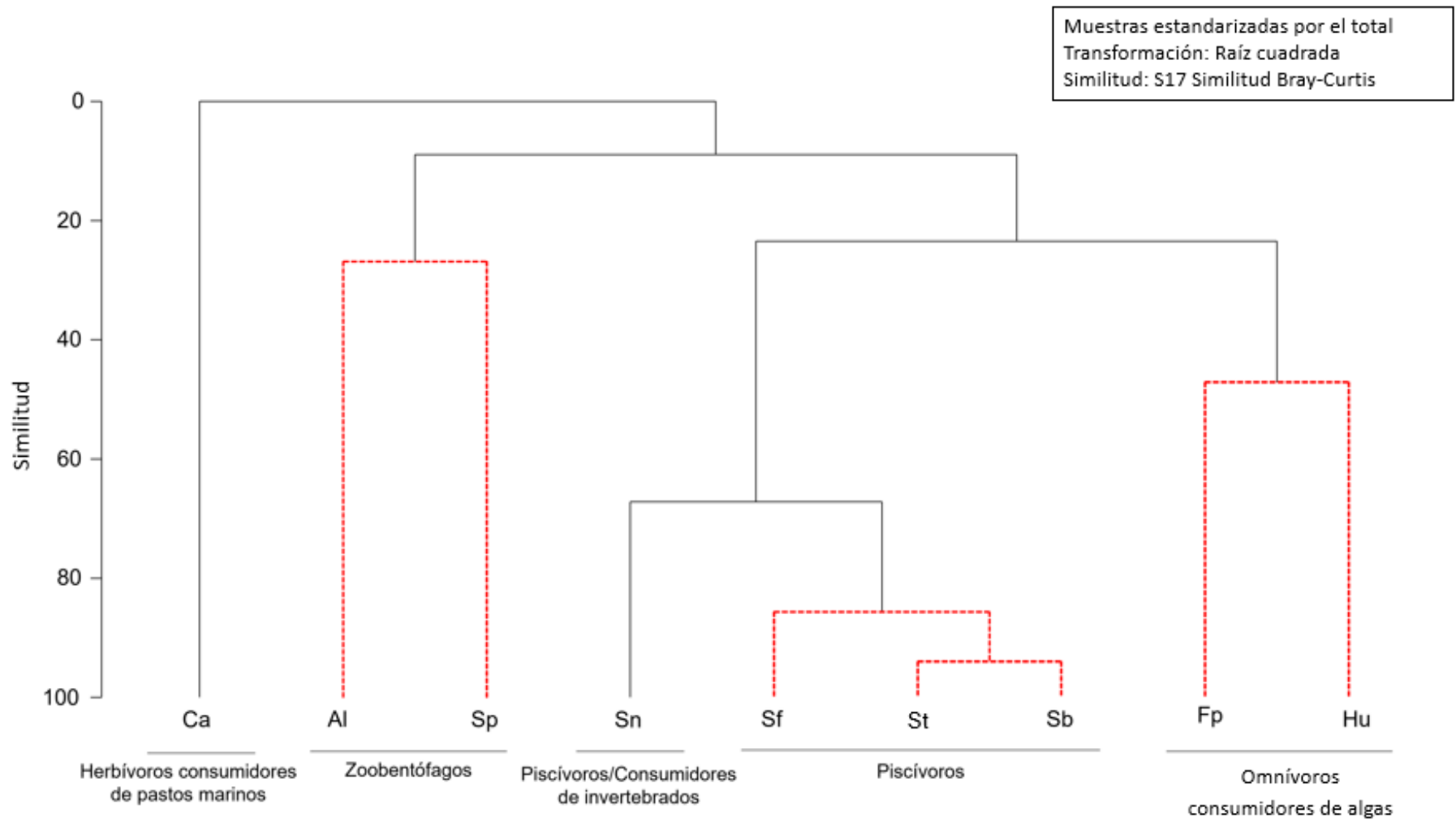


Figura 9. Dendrograma de similitud de la dieta de las especies de peces analizadas. Se muestran los grupos generados por la rutina SIMPROF. *St*= *S. timucu*; *Sn*= *S. notata*; *Fp*= *F. polyommus*; *Ca*= *C. atherinoides*; *Hu*= *H. unifasciatus*; *Sb*= *S. barracuda*; *Sf*= *S. foetens*; *Al*= *A. lineatus*; *Sp*= *S. plagiosa*.

El análisis de escalamiento multidimensional MDS (Figura 10) ofreció un buen nivel de stress (0.02) y mostró la misma agrupación de especies que el análisis clúster. Al extremo izquierdo se encuentra *C. atherinoides*, que se alimentó exclusivamente de pastos marinos. Al centro se observan dos grupos: *A. lineatus* y *S. palgiusa*, que se alimentaron de invertebrados bentónicos, y *H. unifasciatus* y *F. polyommus*, cuyo ítem principal fueron las algas macrófitas. En el extremo derecho encontramos un grupo conformado por las especies cuyo ítem más importante fueron los peces (*S. barracuda*, *S. foetens*, *S. timucu* y *S. notata*).

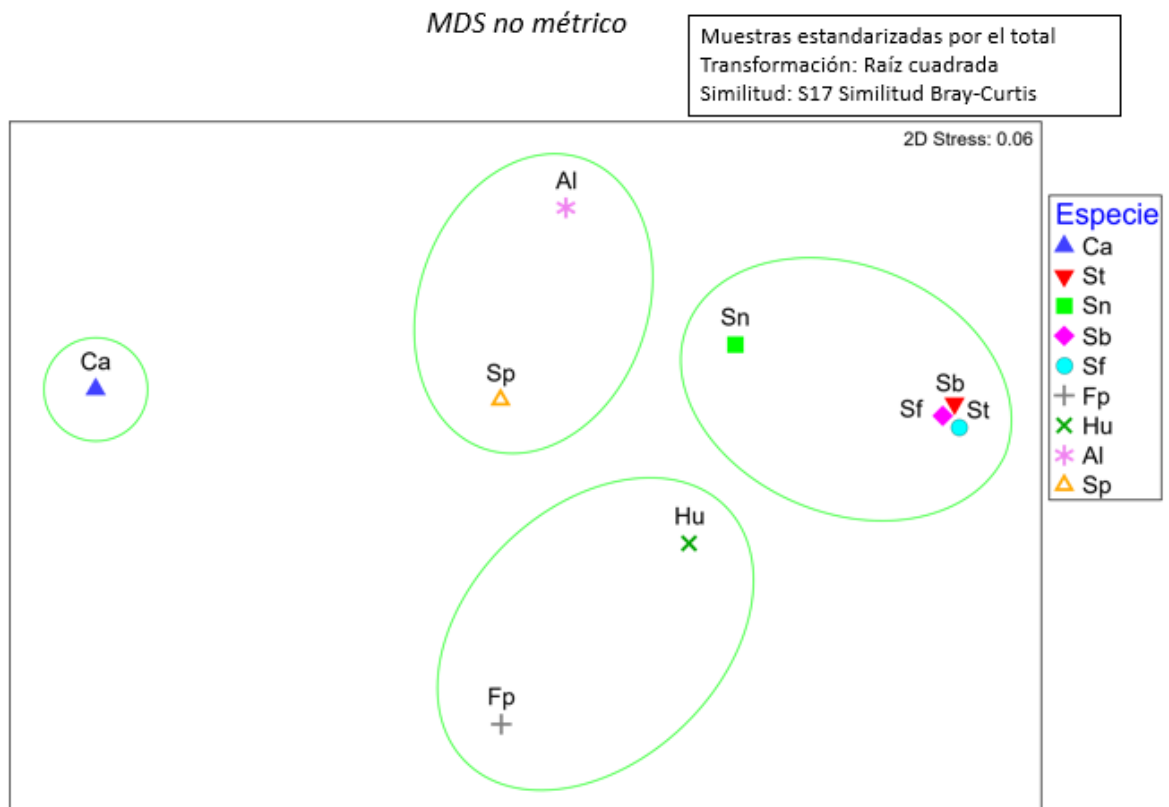


Figura 10. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) para un grupo de especies de la laguna La Carbonera basado en su alimentación.

A través de la rutina BEST se obtuvieron aquellos rasgos morfológicos que presentaron una mejor correlación con las dietas de las especies analizadas (Tabla 13). El valor obtenido fue de  $Rho = 0.620$ , es decir, que el 62% de las variaciones observadas en las dietas de estas especies estarían explicadas con estos tres rasgos morfológicos: boca protractil, longitud de las branquiespinas y número de asas gástricas. Es destacable la alta correlación del número de asas gástricas con la alimentación de las especies, ya que se encuentra en todas las combinaciones posibles de caracteres de los modelos.

Así mismo se puede resaltar la importancia del número de branquiespinas, carácter que por sí solo tiene una Rho de 0.440.

Tabla 13. Resultados del análisis BEST. Se presentan los rasgos morfológicos y su correlación con la alimentación de las especies analizadas.

<i>No. Variables</i>	<i>Correlación</i>	<i>Rasgos</i>
3	<b>0.62</b>	PrHo, LB, #asas
2	<b>0.586</b>	LB, #asas
5	<b>0.565</b>	ALO, ALAA, AAP, #branquiesp, #asas
5	<b>0.565</b>	PrHo, ALO, ALAA, #branquiesp, #asas
5	<b>0.565</b>	PrHo, ALAA, AAP, #branquiesp, #asas
5	<b>0.564</b>	ALO, ALAA, LB, #branquiesp, #asas
4	<b>0.564</b>	ALO, ALAA, #branquiesp, #asas
4	<b>0.564</b>	PrHo, LPB, LB, #asas
5	<b>0.564</b>	ALM, ALO, ALAA, #branquiesp, #asas
5	<b>0.564</b>	ALM, ALO, AAP, #branquiesp, #asas

Así mismo, a través de la misma rutina, se obtuvieron los cinco índices ecomorfológicos que mejor correlación tuvieron con la alimentación de los ejemplares analizados (Tabla 14). El valor de Rho obtenido fue de 0.505, por lo que el 50.5% de las variaciones observadas en las dietas de estas especies se explicarían con estos índices ecomorfológicos: Índice de compresión (IC), profundidad relativa (PR), longitud relativa de la cabeza (LRCa), el índice de protrusión (IP) y la longitud relativa del tracto digestivo. El IP contó con una alta correlación con la alimentación de las especies al estar presente en todas las combinaciones de los modelos. Situación similar ocurrió con características asociadas al uso de hábitat (IC y PR, esta última además presentó por sí sola el nivel de correlación más alto con una Rho = 0.455) y la LRTD.

Tabla 14. Resultados del análisis BEST. Se presentan los índices ecomorfológicos y su correlación con la alimentación de las especies analizadas.

<i>No. Variables</i>	<i>Correlación</i>	<i>Índices</i>
5	0.505	IC, PR, LRCa, IP, LRTD
5	0.502	IC, PR, LRpd, IP, LRTD
5	0.5	IC, LRpd, LRCa, IP, LRTD
5	0.5	IC, PR, IP, ARE, LRTD
4	0.5	IC, PR, IP, LRTD
5	0.5	IC, PR, LRpd, LRCa, IP
5	0.499	IC, PR, IP, Arpd, LRTD
5	0.499	IC, ID, PR, IP, LRTD
5	0.498	IC, PR, LRCa, IP, Are
5	0.498	IC, LRCa, IP, Are, LRTD

## IX. Discusión

### Análisis alimenticio

Los análisis de contenido estomacal brindan información valiosa para conocer las interacciones de los peces con el entorno, la manera en la que usan los recursos y su posición en la red trófica. Las diferencias en la alimentación de los organismos se encuentran asociadas a las características morfológicas y determinan en gran medida el tipo de alimento que puede ser ingerido. Estas variaciones morfológicas pueden parecer menores y aún con ello ser significativas, por lo que resulta importante que los estudios de alimentación vayan complementados con estudios morfológicos (Hyslop, 1980; Ruíz *et al.*, 2001; Mar-Silva *et al.*, 2014).

Uno de los principales problemas del análisis de contenido estomacal es la determinación taxonómica de las presas, pues requiere una formación especializada y puede tornarse complicada cuando el grado de digestión de las presas es avanzado. La mayor parte del contenido estomacal revisado en los ejemplares analizados en este trabajo se encontraba en un grado de digestión muy avanzado, esto puede encontrarse relacionado con la hora en la que ingirieron el alimento los organismos, así como las condiciones en las que pudieron encontrarse los ejemplares desde el momento de su captura y hasta su procesamiento (Ruiz *et al.*, 2001). Por estas razones, no se logró alcanzar un nivel de identificación específico. Esto, aunado a la posible sobreestimación o subestimación de los ítems en algunos de los índices utilizados de manera convencional, podría generar un error grande. Es por ello por lo que, con el fin de reducir estos errores, se eligió utilizar el índice de importancia relativa de presas específicas (%PSIRI) como reemplazo al índice de importancia relativa tradicional (%IIR), pues proporciona resultados más homogéneos de las medidas relativas de abundancia del alimento al eliminar el sesgo asociado a la sobreestimación de los valores de frecuencia de ocurrencia (Brown *et al.*, 2012).

De acuerdo con Elliot *et al.* (2007), los peces pueden clasificarse en distintos gremios de acuerdo con su alimentación. En función de los valores obtenidos del PSIRI, las especies analizadas en el presente estudio se pueden clasificar en los siguientes gremios tróficos: a) Herbívoros, organismos que se alimentan predominantemente de pastos, macroalgas, macrófitas o fitoplancton; b) Omnívoros, que se alimentan principalmente de algas filamentosas, macrófitas, perifiton, epifauna e infauna; c) Piscívoros, organismos que se alimentan principalmente de peces, pero su dieta puede incluir a muchos otros invertebrados, principalmente nectónicos; d) Zoobentófagos, que se

alimentan predominantemente de invertebrados asociados al sustrato. Estas agrupaciones son consistentes a las obtenidas a través del análisis clúster.

De acuerdo con lo reportado por Bonilla-Gómez (2004), *C. atherinoides* es una especie omnívora que presenta cambios ontogénicos en su dieta, donde los peces de tallas menores (<8cm) consumieron principalmente isópodos, tanaidáceos y detrito, mientras que los de tallas mayores (>24 cm) consumieron principalmente pastos marinos. Los peces revisados en este estudio presentaron tallas menores a los 20 cm, sin embargo, el grado de digestión en el que se encontraba el alimento no permitió determinar a qué grupo pertenecía la materia orgánica encontrada por lo que el pasto marino fue el único ítem identificado. Las variaciones en las horas de alimentación de esta especie, así como los cambios temporales en la disponibilidad de alimento en la laguna podrían estar influyendo en las diferencias con respecto al estudio previo.

Dentro de las especies que han sido catalogadas como omnívoras encontramos a *H. unifasciatus* y *F. polyommus*. Pese a que los estudios alimentarios en estas dos especies son escasos, Jason *et al.* (2011) reportaron para otras especies del género *Hyporhamphus* una alimentación compuesta por pastos marinos, crustáceos e insectos. En este estudio se observó que la alimentación de *H. unifasciatus* estuvo constituida por algas macrófitas y peces, siendo catalogada como una especie omnívora. Por su parte, se ha observado que *F. polyommus* cuenta con una dieta más amplia que incluye microinvertebrados, invertebrados bentónicos y detrito (Poot-Salazar *et al.*, 2005). Los resultados en este estudio son consistentes con lo reportado en estudios previos, pues se observó la presencia de detrito, micromoluscos, foraminíferos, anélidos y camarones peneidos, además de una gran cantidad de algas macrófitas, por lo que se clasificó como una especie omnívora.

En el gremio de los piscívoros encontramos cuatro especies que, si bien sus presas principales son los peces, presentaron algunas diferencias: *Sphyraena barracuda* es una especie que ha sido ampliamente reconocida por ser piscívora, oportunista y un depredador tope en los ecosistemas (Hooker *et al.*, 2007; Torres-Chávez *et al.*, 2018). *Strongylura notata* y *S. timucu* se han caracterizado por consumir, además de peces, invertebrados. Ambas especies obtienen sus presas a lo largo de la columna de agua, así como en el fondo, lo que queda demostrado por la presencia de componentes demersales/bentónicos y pelágicos en su dieta (Carr y Adams, 1973; Arceo-Carranza *et al.*, 2004). De acuerdo con Arceo-Carranza (2004), otros de los componentes alimentarios de estas especies son los crustáceos e insectos. Esto le permitió clasificar a las especies del género *Strongylura* como depredadores activos con una gran plasticidad trófica para explotar los recursos disponibles en el ambiente. Los resultados de Arceo-Carranza (2004) corresponden con las observaciones realizadas

en el presente trabajo, pues los ejemplares de estas especies analizados incluyeron en su dieta, además de peces, invertebrados terrestres y marinos, lo que demuestra su capacidad de explotar distintos recursos tróficos en distintas partes de la columna de agua y del fondo.

En este mismo gremio se encuentra *S. foetens*, un depredador costero demersal y depredador tope. Esta especie incluye en su dieta, además de peces, otros invertebrados marinos como los crustáceos (Cruz-Escalona *et al.*, 2005; Arceo-Carranza y Chiappa-Carrara, 2015; Arceo-Carranza *et al.*, 2021). De acuerdo con lo observado *S. foetens* es una especie voraz, cuyo componente alimentario más importante fueron los peces, nuestros resultados son consistentes con la alimentación reportada previamente.

Finalmente, en el gremio de los zoobentófagos, se encuentran *S. plagiosa* y *A. lineatus*. La primera especie, como otras de su mismo género, cuenta con pocos estudios acerca de su alimentación, sin embargo, se ha reportado que es una especie carnívora que se alimenta de invertebrados bentónicos pequeños como anélidos, crustáceos y moluscos (Paiva *et al.*, 2008). Por su parte, *A. lineatus* cuenta con pocos estudios que abordan su alimentación, algunos autores la reportan como una especie carnívora, cuya dieta se compone principalmente de poliquetos y camarones (Duarte, 2003), lo que corresponde a lo reportado en este estudio, donde se observó la presencia de invertebrados bentónicos como crustáceos (camarones peneidos, braquiuros, isópodos), anélidos y poliquetos.

Diversos estudios (Arceo-Carranza y Chiappa-Carrara, 2015; Álvarez-Fuentes, 2016; Arceo-Carranza *et al.*, 2021) han destacado la importancia de lagunas costeras como La Carbonera como espacio importante de alimentación de diversas especies. Este trabajo proporciona información de la dieta de especies que no contaban con estudios de este tipo en la región (*A. lineatus*, *S. plagiosa*, *H. unifasciatus*) o que contaban con pocos estudios (*S. foetens*, *C. atherinoides*) y que ocupan este sistema lagunar para su alimentación.

### Análisis morfológico y ecomorfológico

Los rasgos funcionales son características biológicas relacionadas a la forma en que los organismos se desarrollan en su medio, y son la base para entender, describir y explicar la diversidad funcional (Villéger, 2010; Cordova-Tapia, 2015). Los caracteres morfológicos son un tipo de rasgo funcional, y pueden ser asociados con factores como la alimentación y así generar una idea más clara de la función ecológica de los organismos (Violle *et al.*, 2007; Villéger, 2010; Wright *et al.*, 2016; Gómez-Ortiz y Moreno, 2017).

Para este estudio se consideraron dos funciones clave en la caracterización funcional de las especies: adquisición de alimento y locomoción. La primer función clave considera rasgos morfológicos asociados al tamaño de ítems alimentarios, método de alimentación en la columna de agua, la habilidad de filtrar, la detección de presas y la posición trófica. Por su parte la locomoción se asocia con la posición de los organismos en la columna de agua y cómo se desplazan en ella. Así mismo, ambas funciones clave tienen estrecha relación con el uso de hábitat (Villéger *et al.*, 2010).

Diversos estudios han señalado que características tales como la posición, tamaño y forma de la boca, dentición, características de las branquiespinas y del tracto digestivo, así como la posición que ocupan los organismos en la columna de agua determinan en gran medida los hábitos alimentarios de los organismos (Ruiz *et al.*, 2001; Zárate-Hernández *et al.*, 2007; Konow *et al.*, 2008; Bohórquez, 2009; Morales y García-Alzate, 2018).

Las branquiespinas han sido reportadas como estructuras asociadas a la alimentación, su forma, número y desarrollo pueden dar indicios de la dieta de las especies, cuya función principal es la de “atrapar” alimento y evitar que salga por la boca o las aberturas branquiales (Sampaio y Goulart, 2011; Fugí, 2001). En este estudio, en *C. atherinoides*, *H. unifasciatus* y *F. polyommus* fueron observadas branquiespinas con características similares (numerosas, bien desarrolladas y alargadas, separadas entre sí), lo que corresponde con el tipo de ítems que consumen estas especies como el detrito o pequeños invertebrados.

En el caso de la boca, encontramos distintas posiciones, formas, tamaños y aberturas. Estos factores determinan en gran medida la forma en que los organismos explotan los recursos, la zona de alimentación en la columna de agua, el tamaño de las presas que pueden consumir y la manera en que atrapan a sus presas (Sampaio y Goulart, 2011). Aunque la mayoría de las especies analizadas tienen la boca en posición terminal o subterminal tienen características distintivas que les permite explotar diferentes recursos, como la boca protractil de *F. polyommus* que le permite extender la distancia de captura, pero limita el tamaño de presas que puede consumir, ejemplo de ello fue la presencia de microinvertebrados. La gran capacidad de apertura de *S. foetens* que le permite alimentarse de organismos grandes, o la forma de la boca de las especies del género *Strongylura*, que les permite explotar distintos recursos como lo reporta Arceo-Carranza *et al.* (2004). Evidencia de esto fueron los peces de gran tamaño que se encontraron en el tracto digestivo de los individuos de *S. foetens*, en los que se presentaron, además, componentes tanto pelágicos como demersales,

incluidos algunos invertebrados terrestres que también fueron consumidos por *S. notata* y *S. timucu*.

Los dientes son estructuras especializadas para cumplir distintas funciones y varias de sus características pueden relacionarse directamente con la dieta de las especies de peces estudiadas en este trabajo. De acuerdo con las observaciones realizadas, las especies con dientes caninos (cónicos y punzantes) se alimentaron principalmente de peces e invertebrados (*S. barracuda*, *S. foetens*, *S. timucu*, *S. notata*, *S. plagiusa*, *A. lineatus*), mientras que las especies cuyo componente principal de la dieta fueron las algas y pastos marinos contaron con dientes tricúspides (*F. polyommus*, *H. unifasciatus*, *C. atherinoides*). Las especies del género *Strongylura* presentaron dientes faríngeos, los cuales ayudan al procesamiento del alimento y a dirigirlo hacia el esófago, lo que hace más eficiente el proceso de alimentación (Burres, 2015). Algo similar ocurre con los dientes observados en la lengua de *S. foetens*. Estas características podrían estar permitiéndoles consumir presas de gran tamaño como las encontradas en sus tractos digestivos.

El tamaño del ojo es un rasgo importante en cuanto a la capacidad de percepción de presas, como ocurre en *F. polyommus*, y su posición en la cabeza es un buen indicador de la posición que ocupan los peces en la columna de agua, como en *Chriodorus atherinoides* e *H. unifasciatus* clasificadas como especies pelágicas (Zamudio *et al.*, 2015).

El tracto digestivo es una de las estructuras asociada de manera importante con la alimentación de las especies. El tamaño, número de asas gástricas, así como la presencia de estructuras accesorias como los ciegos gástricos son características necesarias para digerir distintos tipos de alimento (Sampaio y Goulart, 2011). Las especies piscívoras como *S. barracuda* y *S. foetes* presentaron tractos digestivos cortos y con un gran número de ciegos gástricos, que se relacionan con dietas carnívoras y cuya función consiste en aumentar la superficie de absorción de nutrientes (Bone y Moore, 2008; Sampaio y Goulart, 2011). En contraste, las especies con alimentación herbívora y zoobentófaga presentaron tractos digestivos alargados, pues tienden a consumir presas de difícil digestión.

En cuanto a las estructuras asociadas a la locomoción se encuentra el pedúnculo caudal, una estructura determinante que se relaciona con funciones ecológicas como la capacidad de captura de las presas o de evasión de los depredadores (Zamudio *et al.*, 2015).

*Floridichthys polyommus* presentó un pedúnculo caudal ancho y robusto, características que indican una buena capacidad de nado contracorriente, aunque una baja maniobrabilidad. En cambio, *S. notata* y *S. timucu* son especies con buena capacidad de nado y de maniobra lo que les permite



desplazarse con facilidad tanto en la columna de agua como en el fondo, y de esta manera explotar recursos en distintos ambientes.

Por su parte, *S. barracuda* tiene un pedúnculo caudal ancho y alto, característico de especies nectónicas asociadas a ambientes con flujos de agua elevados y con buena capacidad de nado, característica que le permite desempeñarse como depredador (Hooker *et al.*, 2007). Pese a que *S. foetens* presenta características como la forma del cuerpo, el pedúnculo caudal alargado y la posición de los ojos que tienden a asociarse con organismos de la zona pelágica, es una especie demersal y en ese ambiente obtiene la mayor parte de los componentes de su dieta. Los resultados de este trabajo muestran que se alimentó de invertebrados bentónicos y peces demersales como *F. polyommus*.

Las especies que presentan valores de compresión altos, como *S. plagiusa* y *A. lineatus*, ocuparon hábitats bentónicos. Así mismo se asociaron a una alta compresión del pedúnculo caudal, lo que indica una baja capacidad de maniobrabilidad en el nado (Zamudio *et al.*, 2015)

Los rasgos funcionales analizados tienen una estrecha relación con funciones clave como la alimentación. El estudio de la morfología permitió obtener aproximaciones acerca de la estructura de la comunidad y del reparto de los recursos en el mismo. En este caso se identificaron cuatro gremios tróficos: herbívoros, zoobentófagos, ictiófagos y omnívoros. Si bien las especies que conformaron dichos gremios tienen algunos rasgos morfológicos similares, se encontraron algunas excepciones de especies que compartieron rasgos ecomorfológicos relacionadas al tamaño y forma de la cabeza y del tamaño y forma del cuerpo (*C. atherinoides* e *H. unifasciatus* con *S. notata*, *S. timucu*, *S. foetens* y *S. barracuda*) que explotaron recursos alimentarios distintos. Estas diferencias en la alimentación podrían depender de otras características distintivas de cada una de las especies como el tamaño y la apertura de la boca que, en los ejemplares analizados en este trabajo, resultaron menores en *C. atherinoides* e *H. unifasciatus*, además de presentar un patrón de dentición particular y ciertas características del tracto digestivo, como la ausencia de ciegos gástricos. Es por ello que resulta ventajoso realizar las agrupaciones de manera independiente (rasgos funcionales y alimentación) para lograr un mayor detalle y capacidad interpretativa sobre el tipo de recursos alimentarios que explotan las especies y de qué manera influyen los caracteres morfológicos en dicho proceso, pues diferentes especies pueden tener las mismas características en algún aspecto funcional, pero pueden diferir en otras.

Ramírez *et al.* (2015) y Morales y García-Alzate (2018) señalan la necesidad de conjuntar el estudio de la dieta y la morfología para conocer las relaciones entre los organismos y su ambiente, y poder definir cómo influye la morfología en la explotación de los recursos. Los rasgos funcionales y ecomorfológicos que utilizaron, así como las metodologías de análisis de la alimentación coinciden parcialmente con las utilizadas en el presente estudio. Por ejemplo, coinciden en que las características de la boca, branquiespinas y del tracto digestivo brindan indicios de la alimentación de los organismos, señalando así la importancia de realizar estudios descriptivos para relacionar la dieta y los rasgos funcionales a fin de que sirvan como herramienta para analizar las relaciones ecológicas de los peces.

Los estudios que conjuntan el análisis alimenticio y morfológico de las especies permiten inferir la relación existente entre la forma en la que ocurre la explotación de los recursos y los rasgos funcionales que intervienen en dicho proceso. Si bien a través de los rasgos funcionales de los organismos no es posible predecir de manera exacta la alimentación, sí pueden establecerse buenas correlaciones entre aquellos rasgos con mayor asociación a la alimentación de los organismos. Estos resultados permiten reconocer que especies con dietas similares tienden a presentar rasgos funcionales similares. Entre ellos, destacan algunas estructuras tales como la longitud del peine branquial, el número y tamaño de las branquiespinas, número de ciegos gástricos y asas, así como el tamaño del ojo, y en el caso de los rasgos ecomorfológicos el índice de compresión, la posición del ojo, tamaño de la cabeza y del pedúnculo caudal, el índice de protrusión y la longitud relativa del tracto digestivo. Los resultados de este trabajo muestran que su análisis puede proporcionar buenas aproximaciones a los hábitos alimentarios de las especies.

## X. Conclusiones

- Se agruparon a las especies estudiadas en cuatro gremios tróficos: herbívoros, piscívoros, omnívoros y zoobentófagos.
- *Achirus lineatus* y *Symphurus plagiusa* son especies zoobentófagas, el componente principal de sus dietas fueron los poliquetos y los anfípodos, respectivamente.
- *Sphyraena barracuda* es una especie piscívora al igual que *Synodus foetens*, *S. timucu* y *S. notata*. Estas tres incluyeron en su dieta invertebrados bentónicos como crustáceos y las especies del género *Strongylura* incluyeron también insectos de la familia Formicidae.
- *Hiporamphus unifasciatus* y *Floridichthys polyommus* son especies omnívoras que tuvieron como principal componente de la dieta a las algas macrófitas.
- *Chriodorus atherinoides* es una especie que se alimentó de pastos marinos por lo que se clasificó como herbívora.
- Los rasgos funcionales que mejor se desempeñan como variables explicativas de la alimentación de estas especies son la longitud del peine branquial, el número y tamaño de las branquiespinas, el número de ciegos gástricos y asas, así como el tamaño del ojo.
- Los rasgos ecomorfológicos que mejor se correlacionaron con la alimentación fueron el índice de compresión, la posición del ojo, la longitud relativa de la cabeza, el índice de protrusión y la longitud relativa del tracto digestivo. Estos rasgos se asocian al tipo de hábitat que ocupan los organismos, su capacidad en la detección de las presas, así como el tamaño y tipo de presas que pueden consumir.
- La composición de la dieta de las especies estudiadas presentó variaciones de acuerdo con los rasgos funcionales de los organismos, especies con rasgos funcionales similares se encontraron agrupadas en los mismos gremios tróficos.

## XI. Referencias bibliográficas

- Álvarez-Fuentes, C.J. 2016. *Hábitos alimentarios de Fundulus persimilis* Milles 1955 y *Fundulus grandissimus* Hubbs 1936 en la costa norte de Yucatán, México. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Arceo-Carranza, D., Franco-López, J., Waggy, G.L. y Chávez-López R. 2004. Trophic Comparison of Two Species of Needlefish (Belonidae) in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, Mexico. *Gulf and Caribbean Research*. 16 (1): 81-88. Obtenido de <http://aquila.usm.edu/gcr/vol16/iss1/14>
- Arceo-Carranza D. y Vega-Cendejas M.E. 2009. Spatial and temporal characterization of fish assemblages in a tropical coastal system influenced by freshwater inputs: northwestern Yucatan Peninsula. *Revista de Biología Tropical*, 57: 89-103.
- Arceo-Carranza, D., y Chiappa-Carrara, X., 2015. Feeding ecology of juvenile marine fish in a shallow coastal lagoon of southeastern Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 43(4), 621-631.
- Arceo-Carranza, D., Dorantes, A.E.A, Hernández-Mendoza, L.C. y Chiappa-Carrara, X., 2021. Temporal shifts in the abundance and feeding of a marine fish community in a coastal lagoon in southeastern Mexico. *Ciencias marinas*, 47(1), 17-32.
- Brown S.C., Bizarro, J.J., Cailliet, G.M. y Ebert, D.A., 2012. Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental Biology of Fishes*, 95: 3-20.
- Bohórquez-Herrera, J., 2009. *Ecomorfología alimentaria de algunas especies de peces asociados a fondos blandos*. (Tesis de doctorado). Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Bone, Q. y Moore, R.H., 2008. *Biology of fishes*. Abingdon, Oxon: Taylor & Francis. 3 ed. 478 pp.
- Bonilla-Gómez, J.L., 2014. *Distribución espacio-temporal y estructura trófica de peces costeros en relación a la dinámica ambiental en la laguna de la carbonera, Península de Yucatán*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Clarke, K.R., 1993, Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>

- Clarke, K.R. y Gorley, R.N., 2015. PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Plymouth.
- Córdova-Tapia, F. y Zambrano, L., 2015. La diversidad funcional en la ecología de comunidades. *Ecosistemas*. 24(3): 78-87.
- Córdova-Tapia, F. y Zambrano, L., 2016. Fish functional groups in a tropical wetland of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Neotropical ichthyology*. 14(2): e150162.
- Cruz-Escalona, V.H., Peterson, M.S., Campos-Dávila, L. y Zetina-Rejón, M., 2005. Feeding habits and trophic morphology of inshore lizardfish (*Synodus foetens*) on the central continental shelf off Veracruz, Gulf of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology*. 21: 525-530.
- Duarte, G., 2003. Hábito alimentar das espécies de Achiridae e Cynoglossidae que ocorrem na Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Bioikos*. 17. 39-48.
- Esposito, V., Pietro, B., Castriota, L., Grazia, M., Scotti, G. y Andaloro, F., 2009. Diet of Atlantic lizardfish, *Synodus saurus* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Synodontidae) in the central Mediterranean Sea. *Scientia Marina* 73(2): 369-376.
- Franco, L. y Bashirullah, K.M., 1992. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) del Golfo de Cariaco–Estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 10 (2): 219–238.
- Fugi, R., Agostinho, A.A., y Hann, N.S. 2001. Trophic morphology of five benthic feeding fish species of a tropical floodplain. *Revista brasileira de biología*. 61(1): 27-33
- Giberto, D. A. (2008) Estructura de la comunidad bentónica y ecología trófica de Sciaenidae (Pisces: Osteichthyes) en el estuario del Río de la Plata (tesis doctoral). Universidad Nacional del Comahue, Bariloche, Argentina.
- Gallardo-Torres, A., Badillo-Alemán, M., Rivera-Felix, V., Rubio-Molina, J., Galindo de Santiago C., Loera-Pérez, J., García-Galano, T. y Chiappa-Carrara, X., 2014. *Catálogo de los peces de la costa norte de Yucatán*. Segunda edición. CONACYT, Mexico.
- Gallardo-Torres, A., Badillo-Alemán, M., Galindo-de Santiago, C., Loera-Pérez, J., Rioja-Nieto, R. y Chiappa-Carrara, X., 2012. Listado taxonómico de los peces de la laguna boca de la Carbonera, Yucatán: un primer paso para el manejo y evaluación de los recursos costeros del norte de Yucatán. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste*, Vol. II (pp. 270–288). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- Gómez–Ortiz, Y. y Moreno, C. E., 2017. La diversidad funcional en comunidades animales: una revisión que hace énfasis en los vertebrados. *Animal Biodiversity and Conservation*. 40.2: 165–174, <https://doi.org/10.32800/abc.2017.40.0165>

- Guadarrama, P., Salinas-Peba, L., Chiappa-Carrara, X y Ramos-Zapata, J.A., 2018. Florística, composición y estructura de las comunidades vegetales de la porción occidental de la Reserva Estatal Ciénegas y Manglares de la Costa Norte de Yucatán. *Revista mexicana de biodiversidad*. 89(3): 784-805.
- Herrera-Silveira, J. y Morales Ojeda, S., 2010. Lagunas costeras. En Durán R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.
- Hooker, H. B., Castro-González, E., Howard, A. A., Quintero, J. A. y Sanabria, M. P. (2007). Hábitos tróficos de la gran barracuda, *Sphyraena barracuda* (Walbaum, 1792) (Pisces: Perciformes: Sphyraenidae) en la Isla de San Andrés, Cayos Bolívar y Albuquerque, Reserva de la Biosfera Sea Flower. *Proceedings of the 58th Gulf and Caribbean Fisheries Institute* (pp. 217–224).
- Hyslop, E. J., 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. 17: 411–429.
- Earl, J., Fowler, A. y Dittmann, S. (2011). Temporal variation in feeding behaviour and trophic ecology of the temperate hemiramphid, *Hyporhamphus melanochir*. *Environmental Biology of Fishes*. 90. 71-83. 10.1007/s10641-010-9719-5.
- Jerónimo, G., Gómez-Valdés, J., Badillo, M., López-Aguiar, K., Galindo, C., Gallardo, A. et al., 2012. Variación estacional de temperatura y salinidad en la laguna La Carbonera, Yucatán, 2009-2010. En A. J. Sánchez, X. Chiappa-Carrara y R. Brito-Pérez (Eds.), *Recursos acuáticos costeros del sureste, Vol. II* (pp. 71–88). Mérida: CONCIYTEY, UNAM.
- Konown, N., Bellwood, D.R., Wainwright, P.C. y Kerr, A.M., 2008. Evolution of novel jaw joints promote trophic diversity in coral reef fishes. *Biological Journal of the Linnean Society*, 93: 545–555.
- Kruskal, J.B. y Wish, M., 1978. *Multidimensional Scaling*. Sage University Paper Series. Quantitative Applications in the Social Sciences, No. 07-011, Sage Publications, Newbury Park. <http://dx.doi.org/10.4135/9781412985130>
- Mar-Silva, V., Hernández, M.R. y Medina, N.M., 2014. Métodos clásicos para el análisis del contenido estomacal en peces. *Biológicas*, 16(2): 13-16.
- Morales, J.J. y García-Alzate, C.A., 2018. Ecología trófica y rasgos ecomorfológicos del pez *Triportheus magdalenae* (Characiformes: Triportheidae) en el embalse El Guájaro, río Magdalena, Colombia. *Revista de biología tropical*. 66(3): 1208-1222.

- Pinkas, L., Oliphant, M.S. y Iverson, I.L.K., 1971. Food Habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in California Waters. *Fish. Bulletin*, 152: 83-105
- Paiva, A.C., Chaves, P. y Araújo, M. 2008. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25 (4), 647-661.
- Palacios-Sánchez, S.E. y Vega-Cendejas, M.E., 2010. Cambios alimenticios en tres especies de *Sphoeroides* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) posterior al huracán Isidoro en bocana de la Carbonera, sureste del golfo de México. *Revista de biología trópica*. 58(4): 1223-1235.
- Pereira C.C.G.F., Smith, W.S. y Espíndola, E.L.G., 2004. Hábitos alimenticios de nueve especies de peces del embalse de Três Irmãos, São Paulo, Brasil. *Universidad y ciencia*. Número especial 1: 33-38.
- Poot-Salazar, A.V., Canto-Maza, W.G. y Vega-Cendejas, M.E., 2005. Hábitos alimenticios de *Floridichthys polyommus* Hubbs, 1936 (Pisces: Cyprinodontidae) en dos sistemas lagunares costeros. *Hidrobiológica*. 15 (2): pp. 183-194
- Ramírez, F., Davenport, T.L. y Mojica, J.I., 2015. Dietary-morphological relationships of nineteen fish species from an Amazonian *terra firme* blackwater stream in Colombia. *Limnologica*. 52:89-102.
- Reyes-Mendoza, O., Alvarez-Silva, O., Chiappa-Carrara, X. y Enriquez, C., 2020. Variability of the thermohaline structure of a coastal hypersaline lagoon and the implications for salinity gradient energy harvesting. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 38: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100645>
- Ruiz, L.J., Prieto, A.A. y Lemus M., 2001. Morfología bucofaríngea y hábitos alimentarios de *Micropogonias furnieri* (Pisces: Sciaenidae) en la costa norte del Estado Sucre, Venezuela. *Revista de biología tropical*. 49 (3-4): 903-913.
- Schoener, T. W., 1970. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185: 27–39.
- Sampaio, A.L.A. y Goulart E., 2011. Ciclídeos neotropicais: ecomorfología trófica. *Oecologia australis*, 15 (4).
- Sánchez, R.M., Galvis, G. y Victoriano, P.F., 2003. Relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río Meta (Colombia). *Gayana*, 67(1): 75-86.

- Secretaría de la Convención de Ramsar, 2006. *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*, 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Shoener, T.W. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 2: 369-404.
- Soares, B.E., Ruffeil, T.O.B. y 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.
- Torres-Chávez, P., Schmitter-Soto, J.J., Mercado-Silva, N. y Valdés-Moreno, M.E., 2018. Movimiento entre hábitats de la barracuda *Sphyraena barracuda*, determinado por aproximaciones tróficas en el caribe occidental. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89: 865 - 872 <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2038>
- Tse, P., Nip, T.H.M. y Wong, C.K., 2008. Nursery function of mangrove: a comparison with mudflat in terms of fish species composition and fish diet. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 80: 235-242.
- Vega-Cendejas, M.E. y Hernández, M., 2004. Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Río Lagartos, Yucatán, México. *Estuarine, coastal and shelf science*. 60: 285-299.
- Villéger, S., Miranda, J.R., Hernández, D.F., Mouillot, D. 2010. Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. *Ecological Applications*. 20: 1512-1522.
- Violle, C., Navas, M.L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., Garnier, E., 2007. Let the concept of trait be functional. *Oikos*. 116: 882-892.
- Wiedmann, M., Aschan, M., Certain, G., Dolgov, A., Greenacre, M., Johannesen, E., Planque, B., 2014. Functional diversity of the Barents Sea fish community. *Marine Ecology Progress Series*. 495: 205–218.
- Wright, J. P., Naeem, S., Hector, A., Lehman, C., Reich, P. B., Schmid, B. y Tilman, D., 2006. Conventional functional classification schemes underestimate the relationship with ecosystem functioning. *Ecology Letters*. 9: 111–120.
- Zamudio, J.E., Herrera Collazos, E. E., Maldonado Ocampo, J.A., y DoNascimento, C., 2015. *Protocolo para la medición de rasgos funcionales en peces dulceacuícolas*. pp 180-212. En: Salgado-Negret, B. (ed). La ecología funcional como aproximación al estudio, manejo y



conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp.

- Zárate-Hernández R., Aguirre-León A., Ortiz-Burgos, S. y Castillo-Rivera M., 2007. Ecomorfología de peces estuarinos del Golfo de México. *ContactoS*. 66: 12-20.



	<i>S. barracuda</i>					<i>S. foetens</i>					<i>F. polyommus</i>				
	%N	A%	%P	%FO	%PSIRI	%N	A%	%P	%FO	%PSIRI	%N	A%	%P	%FO	%PSIRI
Macrófitas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	59.93	47.92	38.18	27.04
Foraminifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	8.36	10.02	14.54	12.45
Annelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	0.42	0.31	1.81	9.84
Brachyura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Micromoluscos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	6.02	8.04	16.36	19.47
Formicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penaeidae	0	0	0	0	0	6.12	6.32	2.8	7.5	8.01	*	0.69	0.7	1.81	7.05
Peces	100	100	100	100	100	93.86	93.65	97.22	92.5	91.95	0	0	0	0	0
Detrito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*	29.58	32.98	27.27	24.12
Anfípoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polichaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isópodos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	<i>H. unifasciatus</i>					<i>S. plagiusa</i>					<i>A. lineatus</i>				
	%N	A%	%P	%FO	%PSIRI	%N	A%	%P	%FO	%PSIRI	%N	A%	%P	%FO	%PSIRI
Macrófitas	70	61.03	54.05	63.63	67.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Foraminifera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Annelida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.98	36.01	6.03	10.63	11.65
Brachyura	0	0	0	0	0	25	58.55	58.55	24.98	15.54	0	0	0	0	0
Micromoluscos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Formicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penaeidae	0	0	0	0	0	25	8.55	8.55	24.98	16.74	19.98	7.72	4.93	10.17	13.25
Peces sin id.	30	38.73	45.94	27.27	32.14	0	0	0	0	0	19.98	6.34	2.83	10.17	22.19
Detrito	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anfípoda	0	0	0	0	0	25	27.34	27.32	54.89	40.23	19.98	13.59	44.79	22.26	18.13
Polichaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.98	38.07	40.35	46.36	35.33
Isópodos	0	0	0	0	0	25	5.42	5.32	24.98	27.35	0	0	0	0	0

