

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

**“Estudio biológico del belónido macho *Strongylura marina* del
Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I O L O G A
PRESENTA
SONIA TREJO RODRÍGUEZ**

DIRECTOR DE TESIS: Biol. José Antonio Martínez Pérez

Los Reyes Iztacala, Estado de México

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo estuvo a cargo de las siguientes personas:

M. en C. Jonathan Franco López
Biol. José Antonio Martínez Pérez
Biol. Teresa Ramírez Pérez
Biol. Ángel Morán Silva
Biol. Carlos Bedia Sánchez

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la invaluable asesoría y dirección del Biol. José Antonio Martínez Pérez, así como los meritorios comentarios de la Biol. Teresa Ramírez Pérez.

A los profesores Jonathan Franco López, Ángel Morán Silva, Carlos Bedia Sánchez, Felipe de Jesús Cruz López, José Luis Tello Musi y Angel Lara Rodríguez porque mientras duró la realización de este trabajo, mantuvieron su constante apoyo en los laboratorios de Ecología y Zoología.

Yola merece un reconocimiento especial por su asesoría en el trabajo de laboratorio de histología ya que su ayuda fue indispensable para la culminación de este estudio.

A mi familia, en especial Benita, Nidia, Osiris, Paz, Joao, Rigel y Altair por su grande apoyo y confianza.

Un agradecimiento personal para Gabriela Sánchez Díaz, así como para mis amigos Eduardo, Maricela, Delia y Guadalupe.

Indirectamente recibí ayuda y estímulo de muchas otras personas que sería imposible mencionar sin cometer alguna omisión, pero a todos ellos les quiero hacer llegar mi agradecido reconocimiento.

Es de importancia para quien desee
alcanzar una certeza en su investigación,
el saber dudar a tiempo.

Aristóteles

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	5
OBJETIVOS.....	7
ÁREA DE ESTUDIO.....	8
MÉTODO.....	10
POSICIÓN SISTEMÁTICA DE LA ESPECIE.....	13
RESULTADOS	
Redescripción de la especie.....	14
Descripción morfológica de órganos internos	
Otolitos.....	17
Vejiga gaseosa.....	22
Testículo.....	22
Relación peso-longitud de la especie.....	30
Aspectos alimenticios.....	31
Parámetros ambientales.....	36
DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	39
ANEXO.....	40
REFERENCIAS.....	42

INTRODUCCIÓN

Mucho se ha hablado de que México es un país megadiverso, pero la mayoría de los estudiosos de la materia hacen referencia a los ecosistemas terrestres, dejando un poco rezagado al acuático, el cual representa una gran importancia, ya que teóricamente la vida comenzó en el agua. Aunque los organismos han conquistado, desde hace tiempo la tierra, la mayor proporción de la biosfera consiste en los ambientes acuáticos, incluyendo los estuarios y sus habitantes. (Curtis y Barnes, 1993)

La palabra "estuario" se deriva del Latín *aestus* = marea. Son lugares de mucha variación (Colín, 2000). El estuario es una extensión de agua costera semicerrada, que tiene una comunicación libre con el alta mar, por lo que es afectada fuertemente por la actividad de las mareas; en él se mezcla agua marina con agua dulce de las corrientes terrestres (Odum, 1972); este doble reemplazamiento diario hace que el medio sea inestable, por lo tanto, es difícil que los organismos lleguen a adaptarse (López, 1993), pero ha sido utilizado por especies tanto marinas como dulceacuícolas y salobres, en alguna etapa de su ciclo biológico.

Las lagunas costeras generalmente se diferencian de los estuarios sobre bases geomorfológicas. Un estuario es considerado comúnmente como la boca de un río mientras que una laguna costera es un embahamiento separado del mar por islas de barrera.

El ambiente lagunar-estuarino se caracteriza por ser un cuerpo de agua somero, donde ocurren procesos químicos y orgánicos. Los primeros son originados por: reacciones químicas coloidales, reacciones fisicoquímicas relacionadas con la elevación de la temperatura y agitación de las aguas por el viento, que causan el escape de bióxido de carbono y la precipitación de carbonatos que se encuentran en solución. Los procesos orgánicos son importantes, tomando como base el material nutritivo y el oxígeno de sus aguas (Yáñez, 1975 y López, 1993).

Las aguas someras, dentro de la zona de agitación, son habitadas por moluscos y crustáceos. Las plantas prosperan en la zona de luz y las aguas abiertas contienen una gran población de peces, zooplancton, diatomeas y algas; por lo tanto, el estuario representa un potencial de

recursos pesqueros de considerable magnitud y la ictiología de estos ecosistemas es uno de los aspectos más importantes dentro de los estudios ecológicos y biológicos. Las aguas del fondo pueden contener una población bentónica muy limitada. El sedimento es derivado de las corrientes y/o el mar; consiste de arcillas, limos y arenas que contienen material orgánico en forma de cocolitos o cocoesferas, diatomeas y conchas generalmente rotas de otros invertebrados (López, 1993).

Por su capacidad de adaptación, los peces pueden vivir tanto en ecosistemas marinos como dulceacuícolas; estos últimos van desde aguas blanda hasta las duras, donde el nivel de salinidad es superior a la del mar; en corrientes fluviales, torrenciales y aguas quietas, profundas y oscuras, en donde las temperaturas van desde los cero hasta los 40 °C.

Los límites de distribución de los peces, en sentido vertical, son aproximadamente de 5 Km. sobre el nivel del mar, hasta cerca de los 11 Km. por debajo de este.

El interés por el estudio de los peces data, por lo menos desde el siglo X antes de Cristo, donde los chinos ya trataban de cultivarlos. Los egipcios, griegos y romanos hicieron registros de variedades, hábitos y cualidades de varias especies de estos organismos. La ictiología tuvo forma de disciplina científica, en Europa, hasta el siglo XVIII. Desde entonces, se han desarrollado disciplinas y departamentos de pesca en los diferentes países del mundo, por el amplio campo de estudio y aplicación de la ictiología como investigación, deporte, ornato, cebo, etc. (Lagler, y cols., 1984).

Para realizar un estudio ictiológico, se debe partir de la determinación adecuada de la especie y para esto se utilizan estructuras externas e internas; dentro de las primeras se encuentran: forma del cuerpo, número, forma y posición de las aletas, así como la cantidad de espinas y radios que las conforman; el número y tipo de escamas, etc. y en las segundas: branquias, vejiga natatoria y otolitos, principalmente (Hernández, 2001). Las aletas de los peces se pueden dividir en: aletas medias o impares (dorsal, anal y caudal) y aletas pares (pectorales y pélvicas). Las aletas pueden estar constituidas por radios y espinas, los primeros son elementos segmentados (con ramificaciones o no y habitualmente blandos); las espinas no tienen segmentaciones y suelen ser duras. (Martínez, 1998).

Las escamas son estructuras que se derivan de la dermis, cuya función principal es proteger al organismo. En los peces óseos pueden distinguirse

tres tipos estructurales de escamas: ganoideas, cicloideas y ctenoideas; cabe aclarar que un pez puede tener dos tipos y que su forma y tamaño varía en las diferentes partes del cuerpo. También hay escamas modificadas a manera de placas óseas, espinas y escudetes, así como escamas fusionadas (Martínez, 1998).

Por mencionar algunas de las estructuras internas que se analizan están los otolitos, que son concreciones calcáreas suspendidas en la endolinfa dentro de cada una de las tres cámaras del oído interno, éste es un órgano membranoso también llamado cámara ótica. Los otolitos reciben diferentes nombres dependiendo de la cámara que ocupen: el que se localiza en el utrículo se denomina lapillus; el del sáculo, sagita; y el de la lagena, asterisco (Lagler y cols., 1984).

La vejiga gaseosa desempeña un papel importante en la natación de los peces, la utilizan como órgano hidrostático que les permite flotar a un nivel determinado, sin hundirse ni ascender. Puede estar o no conectada con el tubo digestivo; así se dividen dos grupos de peces: *fisoclistos*, los que no tienen conectada la vejiga gaseosa con el tubo digestivo y *fisóstomos* los que presentan la conexión (Álvarez, 1977).

La biología de los peces se basa en un complejo de eslabones que interactúan entre sí. El eslabón esencial para la supervivencia de las especies es la alimentación. La ictiofauna presenta una amplia gama de hábitos alimenticios, así como una gran variedad de tipos alimenticios. Basados en la naturaleza del alimento ingerido, se pueden diferenciar tres categorías: herbívoro, carnívoro y omnívoro. Los hábitos alimenticios pueden cambiar en una misma especie, de acuerdo a las condiciones hidrológicas y estacionalidad de una localidad, así como la edad y el sexo (Prejs y Colomine, 1981).

El ciclo de vida de los peces comprende los períodos embrionario, larval, juvenil, adulto y senil. Cada período de desarrollo está caracterizado por poseer sus relaciones específicas de crecimiento; durante el período juvenil, el almacenamiento de energía tiene una significancia subsidiaria, ya que el volumen de los recursos energéticos es utilizado para el desarrollo de masa muscular, y en los períodos siguientes es para el desarrollo de gónadas y acumulación de material de reserva para el soporte del metabolismo durante el período de ayuno durante la época reproductiva (Nikolsky, 1963).

La madurez gonádica puede determinarse mediante la observación macroscópica y microscópica de las gónadas (Nikolsky, 1963); con procedimientos histológicos se pueden precisar, de una manera más exacta, los distintos grados de madurez, ciclo reproductivo, o incluso, alteraciones de tipo degenerativo, ya que se observan los distintos tipos celulares característicos de cada sexo (Benítez, 1992).

A los sistemas lagunares estuarinos penetran diversas familias de peces, para cumplir diferentes funciones (protección, reproducción y alimentación); entre ellas se encuentra la familia Belonidae, que está integrada por 10 géneros y 32 especies. Los miembros de esta familia se encuentran en aguas superficiales tropicales, tanto marinas, dulceacuícolas y estuarinas de todo el mundo (Hardy, 1978). En la Laguna de Alvarado, Veracruz, la familia Belonidae se encuentra, representada por tres especies, *Strongylura notata*, *Strongylura timucu* y *Strongylura marina*.

Strongylura marina es comúnmente llamado pez aguja. Su cuerpo es largo (de 30 a 60 cm de longitud, máximo 90 cm) y delgado, recubierto por escamas cicloideas; sus aletas, anal y dorsal están en la parte posterior, colocadas una por encima de la otra, y las aletas pectoral y pélvicas son relativamente cortas. Sus mandíbulas son alargadas y están equipadas con numerosos dientes. La mayoría de las especies tiene coloraciones verdes y azules en las partes supra-laterales y ventral. Esta especie se distribuye desde Massachussets hasta Brasil. (Hardy, 1978 y Pivniká y Černý, 1991).

ANTECEDENTES

Dentro de los estudios realizados con organismos del orden Beloniformes, están los realizados por Cressey y Collette (1970), que hicieron un estudio de la relación huésped-parásito entre peces aguja y copépodos.

Euzet y Ktari (1971), encontraron una nueva especie de parásito en branquias de *Strongylura*.

Parukhin (1973), realizó un análisis comparativo de parásitos asociados a cuatro familias de beloniformes, que incluye a la familia Belonidae.

Skinner (1982), analizó la interrelación de la calidad del agua, parásitos de branquias y patología de algunos peces del sur de la Bahía de Florida.

Abdul-Salam y Khalil (1987), reportaron dos especies de platelmintos en el intestino del pez aguja *Ablennes hians* (Valenciennes, 1846) en Kuwait.

Zeckua y Pineda (1989), describieron algunos aspectos de la biología y descripción local de *Strongylura marina* en Tecolutla, Veracruz.

Rountree y Able (1992), estudiaron la composición y abundancia de la fauna de la zona de inundación submareal polihalina, en el sur de Nueva Jersey, y vieron que *Strongylura marina* fue uno de los más importantes en primavera.

Zeckua y Martínez (1993), realizaron un estudio sobre el desarrollo ontogénico del pez aguja *Strongylura marina*, en el estuario de Tecolutla, Veracruz.

Sokolovskaya y Sokolovskii (1999), estudiaron la ontogénesis de *Strongylura anastomella* en el mar de Japón.

Liao (2002), describió la forma de desplazamiento de *Strongylura marina* por la relación anatómica del cuerpo y las aletas.

Reckel y cols. (2002), estudiaron los patrones y espectros sensitivos de los fotorreceptores de la retina de belónidos y otras cuatro familias de peces.



Para las especies *Strongylura marina* y *S. notata* de la familia Belontiidae, en la laguna de Alvarado, Arceo (2002), hizo una comparación trófica y determinó el status de *Strongylura marina* y *Strongylura notata*, como especies cíclicas o estacionales, mientras que el de *Strongylura timucu* como visitante ocasional.

Como se puede observar, son sumamente escasos los estudios biológicos relacionados con organismos de la especie *Strongylura marina*, pertenecientes a las costas del Golfo de México, por lo que para el presente estudio se establecieron los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al conocimiento de la biología del belónido macho, *Strongylura marina* de la Laguna de Alvarado, Veracruz.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar una redescrición del organismo, considerando estructuras externas como son: escamas y aletas.
- Realizar una descripción morfológica de estructuras internas como son: otolitos, vejiga gaseosa y gónada.
- Describir morfológica e histológicamente los testículos de *Strongylura marina*.
- Establecer la relación peso-longitud de la especie.
- Determinar los tipos alimenticios del pez.

ÁREA DE ESTUDIO

La laguna de Alvarado (Fig. 1) se ubica en la planicie costera del área central del Estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 52' 15" de longitud norte y 95° 57' 32" longitud oeste y los 18° 23' 00" latitud norte y 95° 42' 20" longitud oeste. Es una de las tres lagunas que conforman el Sistema Lagunar de Alvarado.

Entre los ríos que vierten sus aguas directamente a la laguna se encuentran el Papaloapan, el Acula, y el Blanco.

La laguna de Alvarado es somera. Su mayor profundidad se encuentra a lo largo del lecho del río Papaloapan, desde muy cerca del extremo occidental de la isla Vives, hasta su desembocadura, con una profundidad que varía de 9.0 m hasta 13.5 m. En cuanto a su menor profundidad oscila entre 0.5 y 1 m.

El tipo de sedimentos en el sistema lagunar es arenoso, limo-arcilloso y areno-limo-arcilloso.

El clima es Aw2 (i'), que corresponde a cálido húmedo con lluvias en verano de acuerdo a García (1973); su temperatura promedio anual es de 25.6 °C, con poca oscilación (entre 5 °C y 7 °C). Enero es el mes más frío y julio el más cálido. La precipitación media anual es de 2121 mm (Chávez, 1998).

La vegetación litoral está constituida por *Rhizophora mangle* "mangle rojo", *Avicenia germinans* "mangle negro" y *Laguncularia racemosa* "mangle blanco".

En las aguas someras con fondos lodosos, cerca de las desembocaduras de los ríos, se presentan con frecuencia praderas de *Valisneria americana*. En la época de lluvias invade a la laguna el lirio acuático *Eichornia crassipes*; en las aguas someras se presenta vegetación sumergida como praderas de pasto *Ruppia maritima*; ocasionalmente están presentes el carrizo *Spartina sp* y el tule *Tipha sp*. (García, 1973)

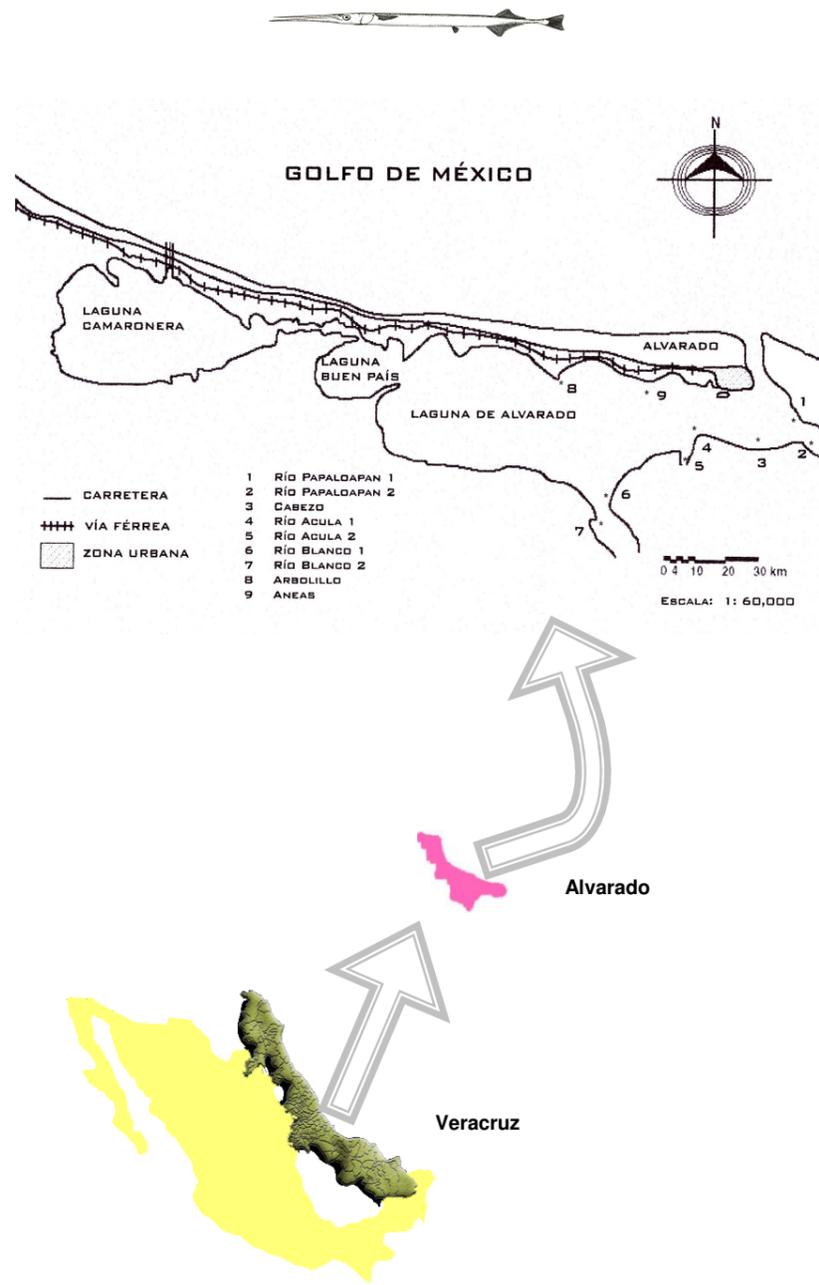


Fig. 1 Mapa de la ubicación de la Laguna de Alvarado, Veracruz, México. Se aprecian las estaciones de muestreo

METODO

TRABAJO DE CAMPO

Se realizaron 18 muestreos mensuales en 9 estaciones establecidas entre praderas de pastos, zonas de manglar, arrecifes de conchas y fondos lodosos, en la Laguna de Alvarado, Veracruz (fig. 1). Los peces se capturaron con un chinchorro playero de 40 m de largo por 1.5 m de ancho y apertura de malla de ¼ de pulgada; posteriormente con una jeringa hipodérmica se inyectó formol al 10%, en la cavidad celómica para fijarlos, después se colocaron en bolsas de plástico con los datos de colecta (fecha y estación).

TRABAJO DE LABORATORIO

Los organismos fueron lavados con agua corriente para quitarles el exceso de formol. Posteriormente se obtuvieron los datos morfométricos como son: longitud patrón, longitud cefálica y altura del cuerpo; para ello se utilizó un ictiómetro graduado. Se obtuvieron los principales datos merísticos (número de radios y espinas de las aletas, número de escamas en una línea longitudinal); tipo de escamas; relación de las membranas branquiostegas con el istmo; presencia de línea lateral; tamaño de las mandíbulas y forma de los dientes. Todo lo anterior se realizó con la finalidad de determinar la especie y poder describir a la misma. La determinación específica se llevó a cabo con las claves de Hoese y Moore (1998) y Castro–Aguirre (1978). Todos los peces capturados fueron pesados con una balanza granataria. Una vez terminada esta actividad, los organismos se preservaron en bolsas de plástico con alcohol al 70 %.

La relación peso–longitud de los organismos se calculó mediante la ecuación señalada por Le Creen (1951) en Pérez (2003).

$$W = aL^b$$

Donde:

- W = Peso de los ejemplares (gr)
- L = Longitud patrón (mm)
- a = Ordenada al origen (factor de condición)
- b = Pendiente (tipo de crecimiento o alometría)



Los parámetros a y b de la relación se estiman mediante una regresión potencial de talla contra peso.

Para la descripción de las escamas, primero se seleccionaron los mejores ejemplares y se les extrajeron escamas de cada una de las partes: anterior, media y posterior del cuerpo y se montaron entre dos portaobjetos, luego se observaron al microscopio óptico y se les tomaron fotografías con una cámara digital Cyber-Shot, modelo DSC-P9, montada en un microscopio estereoscópico.

Para realizar la descripción de aletas, primero se observó la presencia, forma y posición de cada una de ellas; después se observaron con un microscopio estereoscópico para contar el número de espinas y radios.

Para describir la ubicación y forma de los otolitos, primero fue necesario extraer las cámaras óticas; para este procedimiento se rompieron algunos huesos del área postorbital de la cabeza, con pinzas entomológicas, aguja de disección y bisturí, bajo la observación en un microscopio estereoscópico. Posteriormente se obtuvieron los otolitos, rompiendo las cámaras con pinzas de relojero. Ambas estructuras (cámara y otolitos) se fotografiaron con una cámara digital Cyber-Shot, modelo DSC-P9 montada en un microscopio estereoscópico.

Mas adelante, a cada pescado se le realizó la disección, para lo cual se efectuó una incisión longitudinal, desde el orificio anal hasta la altura del opérculo, para observar la posición tanto del tracto digestivo, vejiga gaseosa y gónadas dentro de la cavidad abdominal. Para la descripción morfológica de la vejiga gaseosa se extrajeron los órganos contiguos (tracto digestivo y gónadas) que inmediatamente fueron preservadas en frascos con alcohol al 70%.

Para la descripción morfológica e histológica de las gónadas, fueron medidas y posteriormente pesadas en una balanza semianalítica; después, por medio de la técnica squash, descrita por Gaviño-De la Torre y cols. (1996), se determinó el sexo de los organismos. Finalmente, los testículos que estuvieron en un intervalo de talla entre los 33 Y 85 mm de longitud, fueron sometidos a la técnica histológica de rutina (ver anexo) propuesta por Estrada y cols. (1992) y modificada por Verdín y cols. (1998), para describir los tipos celulares. A los cortes histológicos se les tomaron fotomicrografías a diferentes aumentos (28X, 38X, 58X y 108X) con una cámara fotográfica modelo FX-35DX, montada en un microscopio estereoscópico y óptico marca Nikon stereo photo.

Para el análisis del contenido estomacal, los tractos digestivos fueron colocados en cajas petri con agua destilada, para desgarrarlos longitudinalmente y obtener su contenido. Los tipos alimenticios se separaron empleando agujas de disección y pinzas de relojero, bajo la observación en un microscopio estereoscópico. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de frecuencia de ocurrencia y análisis numérico. El análisis de frecuencia de ocurrencia estima el porcentaje de aparición de un alimento y se expresa como un porcentaje del número total de estómagos examinados (Hyslop, 1980), esto es expresado con la fórmula siguiente:

$$N = ne / Ne (100)$$

Donde: N = Porcentaje de aparición de un tipo de alimento
ne = Número de estómagos con un tipo de alimento
Ne = Número total de estómagos revisados

El análisis numérico estima la abundancia relativa de un grupo trófico en la alimentación de una especie dada. Este método evalúa el porcentaje de los elementos de un trófico determinado, con relación al número total de elementos de todos los grupos tróficos identificados en los estómagos analizados. Esto es conocido como la composición porcentual por número, (Hyslop, 1980), expresado por la fórmula siguiente:

$$N = nee / Nee (100)$$

Donde: N = Porcentaje numérico de un grupo trófico dado
nee = Suma de los elementos de este grupo en todos los estómagos
Nee = Suma de los elementos de los grupos tróficos en todos los estómagos



POSICION SISTEMÁTICA DE *Strongylura marina*.
(De acuerdo a la clasificación de Nelson, 1994)

REINO	ANIMALIA
PHYLUM	CHORDATA
SUBPHYLUM	VERTEBRATA
CLASE	ACTINOPTERYGII
SUBCLASE	NEOPTERYGII
DIVISIÓN	TELEOSTEI
SUBDIVISIÓN	EUTELEOSTEI
SUPERORDEN	OSTARIOPHYSI
ORDEN	BELONIFORMES
SUBORDEN	BELONOIDAE
FAMILIA	BELONIDAE
GÉNERO	<i>Strongylura</i> (Van Hasselt, 1824)
ESPECIE	<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1972)

RESULTADOS

REDESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE *Strongylura marina*

Conforme a los resultados de este estudio, se observó que *S. marina* es un organismo que carece de dimorfismo sexual. El cuerpo de este pez tiene una forma atenuada, ya que la longitud de su eje cefálico-caudal es mayor a la del eje dorso-ventral (delgado y cilíndrico). La longitud de la cabeza abarca una tercera parte de la longitud total del organismo; sus mandíbulas son muy largas (longitud preorbital), ocupan aproximadamente dos terceras partes de la longitud de la cabeza, sin embargo, la mandíbula inferior es aproximadamente 1 mm más larga que la superior (Fig. 2); sus dientes son cónicos y están dispuestos en varias bandas a lo largo de los maxilares, los inmediatos a la cavidad bucal son un poco más puntiagudos.

Las aletas pectorales están situadas en la parte media lateral del cuerpo, inmediatamente por detrás del opérculo y por encima de la línea lateral; este par de aletas tiene de 10 a 13 radios. Las aletas pélvicas están situadas en posición abdominal en la región ventral, cercanas al orificio anal; cada una de estas dos aletas tiene 6 radios. La aleta dorsal está alineada con el eje antero-posterior del organismo, un poco hacia atrás, con respecto a la posición de la aleta anal, ambas se encuentran cerca del pedúnculo caudal. En la aleta dorsal se contaron de 14 a 17 radios mientras que en la anal, de 16 a 20. La aleta caudal es bifurcada y tiene 3 + 19 + 3 radios. (Fig. 3)

El cuerpo de *Strongylura marina* está cubierto por escamas de tipo cicloideo, la forma predominante es ovalada, midiendo 0.5 mm de ancho por 1.0 mm de largo (Fig. 5); las escamas de la región media conservan la forma oval, pero sus bordes son ligeramente ondulados (Fig. 4). También hay escamas circulares con un diámetro de 0.5 mm (Fig. 6), estas se encuentran en la región posterior del organismo. Siguiendo la línea lateral, se contaron entre 217 y 280 escamas.

La región dorsal del cuerpo de *S. marina* presenta una coloración verde mientras que la región lateral es plateada; la región ventral es clara o blanca, con una banda plateada o azulosa que se extiende a lo largo del



cuerpo, haciéndose más aparente hacia la parte cefálica y menos distinguible hacia la parte caudal. La aleta anal tiene una coloración naranja en las puntas de los radios, sin embargo, en la aleta dorsal es amarillo. Las mandíbulas son de color verde oscuro; las mejillas y preopérculos, plateados.

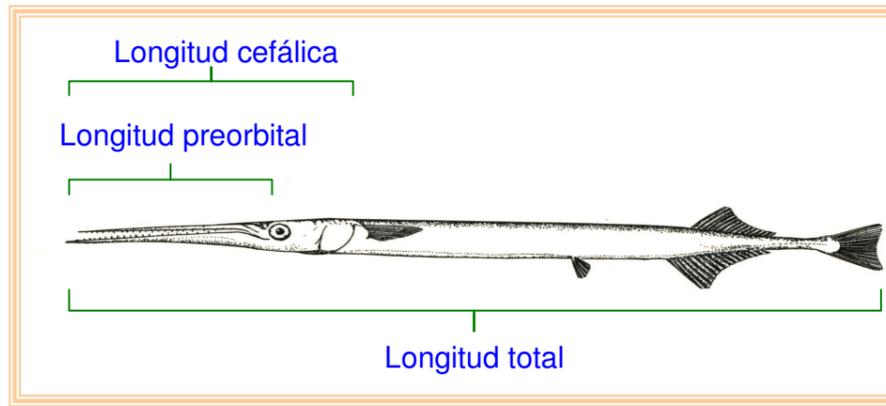


Fig. 2 Proporción de las longitudes cefálica, preorbital y total de *Strongylura marina*. La proporción fue constante en todas Las tallas estudiadas.

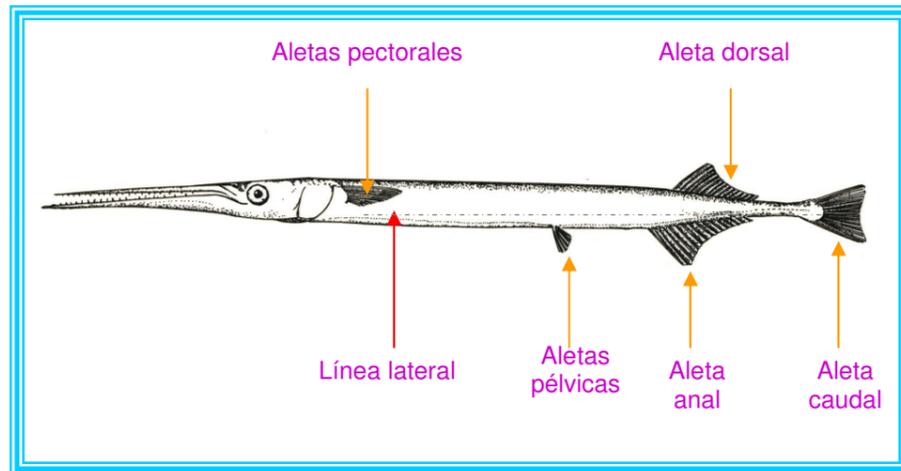


Fig. 3 Posición de las aletas y ubicación de la línea lateral de *Strongylura marina*.

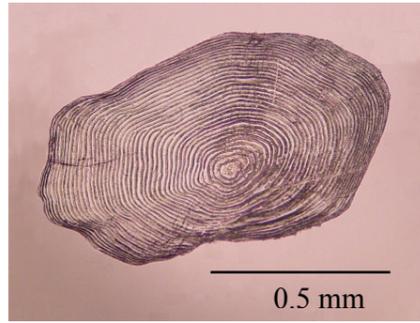


Fig. 4 Micrografía de una escama de la región anterior de *Strongylura marina*. Aumento 18 X



Fig. 5 Micrografía de una escama de la región media de *Strongylura marina*. Aumento 18 X

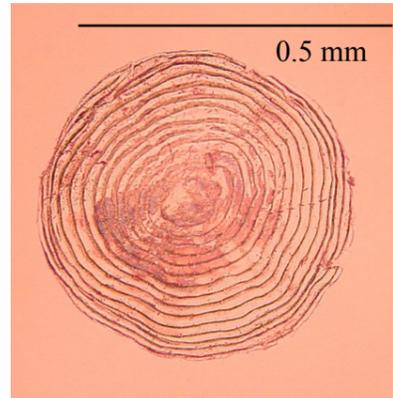


Fig. 6 Micrografía de una escama circular de la región posterior de *Strongylura marina*. Aumento 18X



DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE ÓRGANOS INTERNOS: oído interno (cámara ótica y otolitos), vejiga gaseosa y testículo

CÁMARA ÓTICA

El oído interno o cámara ótica de *Strongylura marina*, presenta una anatomía similar a la de cualquier pez óseo. El laberinto membranoso consiste de tres cámaras: utriculus, saculus y lagena, que contienen a los otolitos: lapillus, sagita y asteriscus, respectivamente (Fig. 7) y tres conductos o canales semicirculares: vertical anterior, vertical posterior y horizontal. Los conductos y el utriculus constituyen la parte superior del órgano mientras que el saculus y la lagena, la parte inferior.

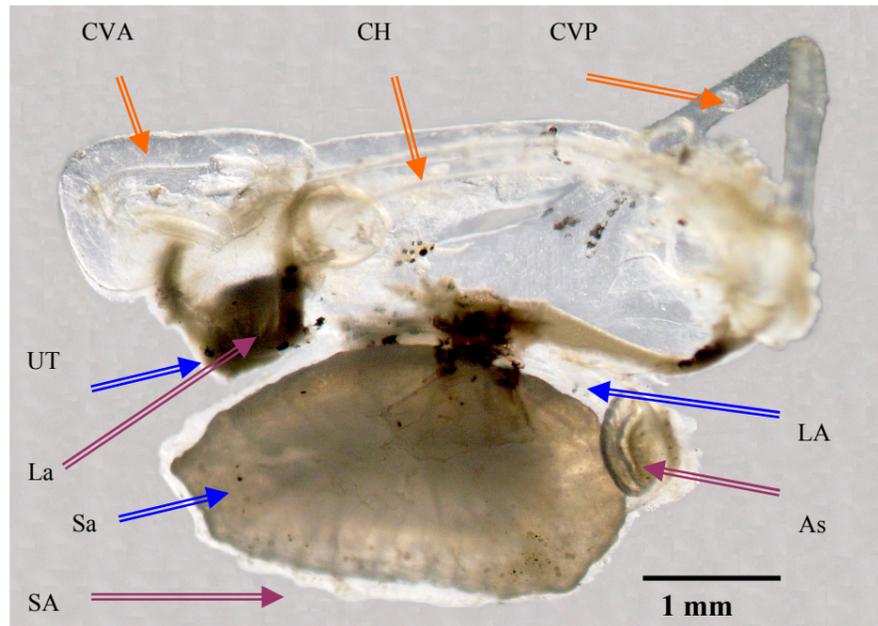


Fig. 7 Se muestra una micrografía de la cámara ótica derecha. La parte cefálica o anterior de la cámara está dirigida hacia la izquierda y la dorsal hacia arriba. Canal vertical anterior (CVA), canal horizontal (CH), canal vertical posterior (CVP), utriculus (UT), saculus (SA), lagena (LA), lapillus (La), sagita (Sa), y asterisco (As).

Las formas y tamaños de los tres otolitos del oído interno son diferentes (Fig.8).

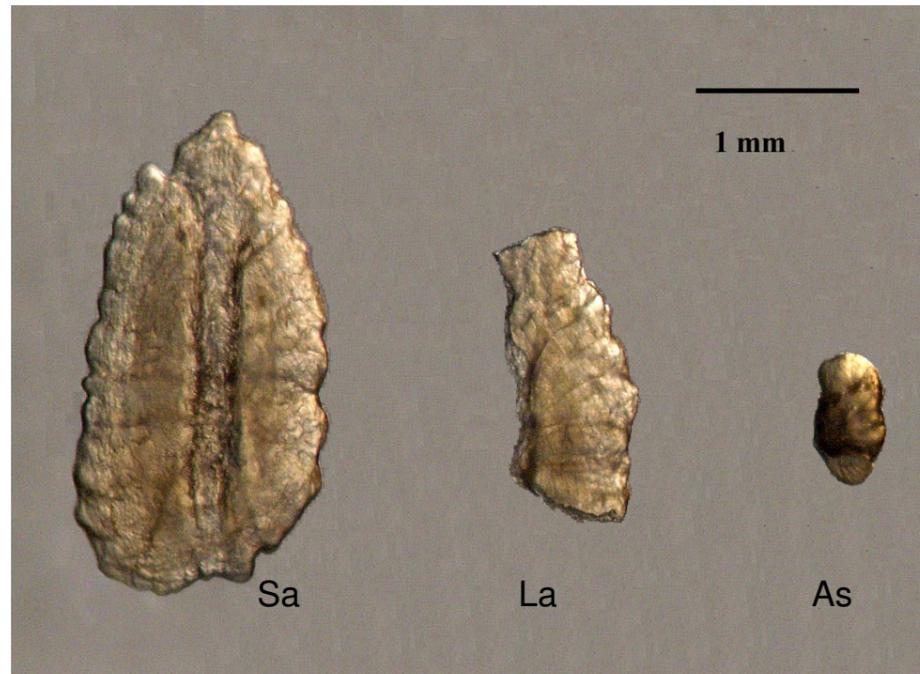


Fig. 8 Micrografía de los otolitos: sagita (Sa), lapillus (La), y asterisco (As).



Sagita:

El tamaño promedio de las sagitas analizadas fue de 1.5 mm de ancho por 3mm de largo; esta concreción calcárea es de forma ovalada (de nuez); presenta un sulcus marginal y el heterosulcus es profundo; el ostio es triangular y la cauda es recta, larga y angosta; la depresión areal ocupa el mismo largo que la cauda. El margen dorsal es ondulado hacia la parte posterior; el margen ventral es ondulado en todo lo largo. La región anterior es cónica y el margen posterior es truncado. No destacan las proyecciones que forman el rostro y el antirrosto. (Fig. 9)

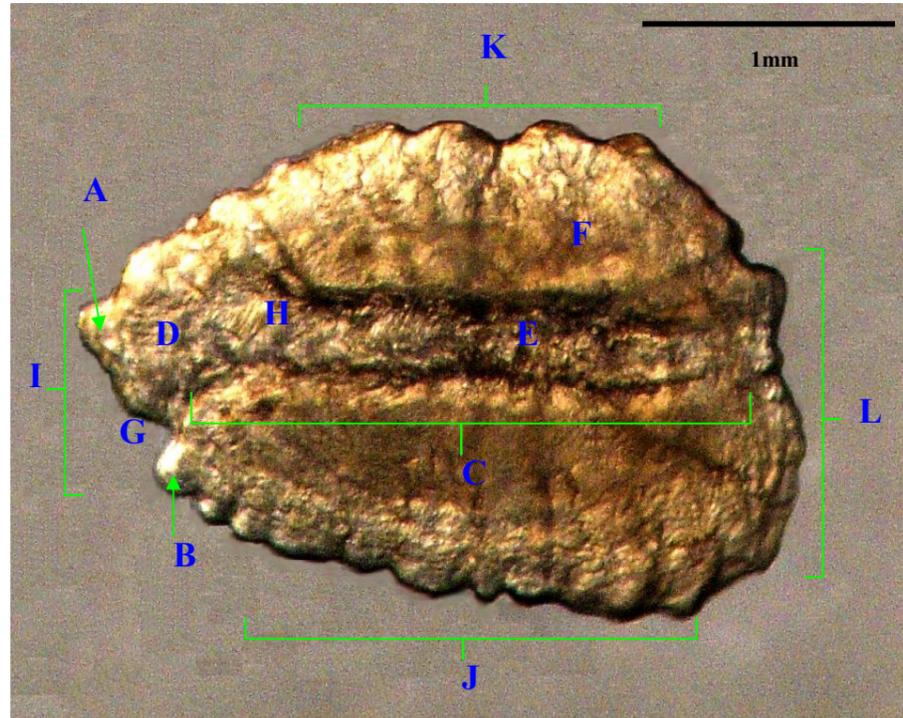


Fig. 9 Micrografía de la sagita. Antirrosto (A), rostro (B), sulcus (C), ostium (D), cauda (E), depresión areal (F), excisura (G), collum (H), borde anterior (I), borde ventral (J), borde dorsal (K), y borde posterior (L).

Lapillus:

El lapillus es de forma de paralelogramo rectangular, ya que tiene los bordes anterior y posterior truncados, el borde anterior es un medio más ancho que el posterior; hacia el extremo dorso-posterior presenta una concavidad semicircular muy profunda, en comparación con las que se encuentran en el resto de esta concreción calcárea; ambos bordes son lisos. El borde dorsal es convexo ondulado, mientras que el borde ventral presenta cuatro proyecciones; además, paralelamente se encuentra una depresión que se extiende desde el borde anterior hasta los dos tercios de longitud del otolito. El tamaño promedio de los lapillus analizados fue de 0.7 mm de ancho por 1.8 mm de largo. (Fig. 10)

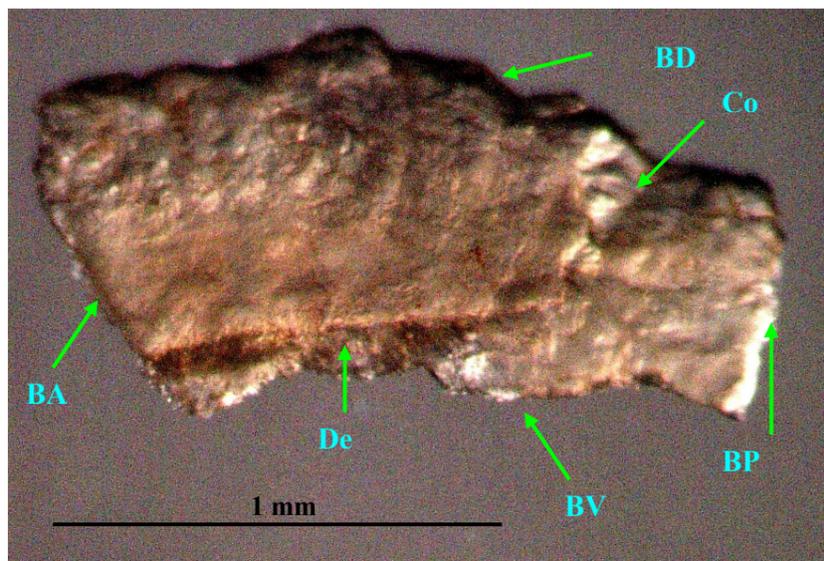


Fig. 10 Micrografía del lapillus. Borde dorsal (BD), borde ventral (BV), borde Anterior (BA), borde posterior (BP), concavidad (Co), y depresión (De).



Asterisco:

La forma del asterisco es pentagonal pero con los vértices redondeados; los bordes son lisos con leves curvaturas. En la parte central de esta estructura, hay una concavidad cuya área abarca un poco más de la mitad del área total este cuerpo; además, dicha concavidad presenta cuatro oquedades semicirculares. Es el otolito de menor tamaño, su talla promedio fue de 0.3 mm de ancho por 0.8 mm de largo. (Fig. 11)

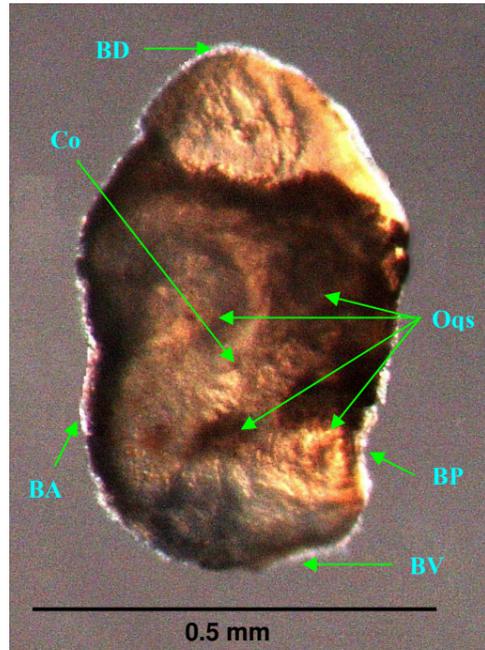


Fig. 11 Micrografía del asterisco. Borde dorsal (BD), borde ventral (BV), borde anterior (BA), borde posterior (BP), concavidad (Co), y oquedades (Oqs).

VEJIGA GASEOSA

La vejiga gaseosa de *Strongylura marina* es un órgano que se sitúa en la región dorsal de la cavidad celómica, adherida a las paredes abdominales por finos ligamentos. Es un órgano neumático de forma cilíndrica, el diámetro de su región caudal es un medio más angosto en relación con el diámetro de su región cefálica. La vejiga abarca casi la mitad de la longitud total del pez. Este órgano membranoso es transparente y su pared está rodeada de vasos sanguíneos, que permiten regular la cantidad de gases que entran y salen de ella. (Fig. 12)

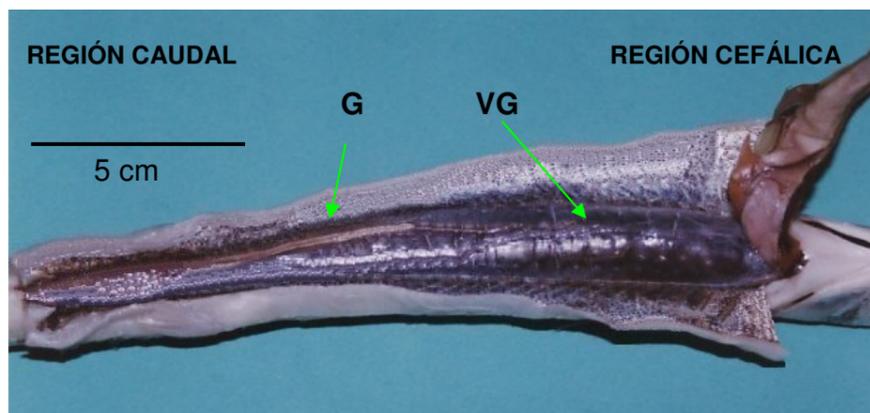


Fig. 12 Fotografía de la vejiga gaseosa (VG).
Ubicación del testículo (G) de *Strongylura marina*.

TESTÍCULO

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Strongylura marina es una especie dioica, que carece de dimorfismo sexual; presenta solamente un testículo, ubicado longitudinalmente en la parte lateral derecha del pez, colocado en posición dorsal sobre la vejiga gaseosa (Fig. 12); la región ventral es contigua al tracto digestivo y la región lateral derecha es adyacente a la pared abdominal. Es un órgano compacto de forma elongada, y triangular en un plano frontal (Fig. 14); sus aristas adquieren el aspecto de pequeños lóbulos. La coloración cambia al madurar, de un tono blanco transparente a un color blanco lechoso; (Fig. 13). Se encuentra suspendido por el mesenterio (mesorquio) en la pared de la cavidad celómica.

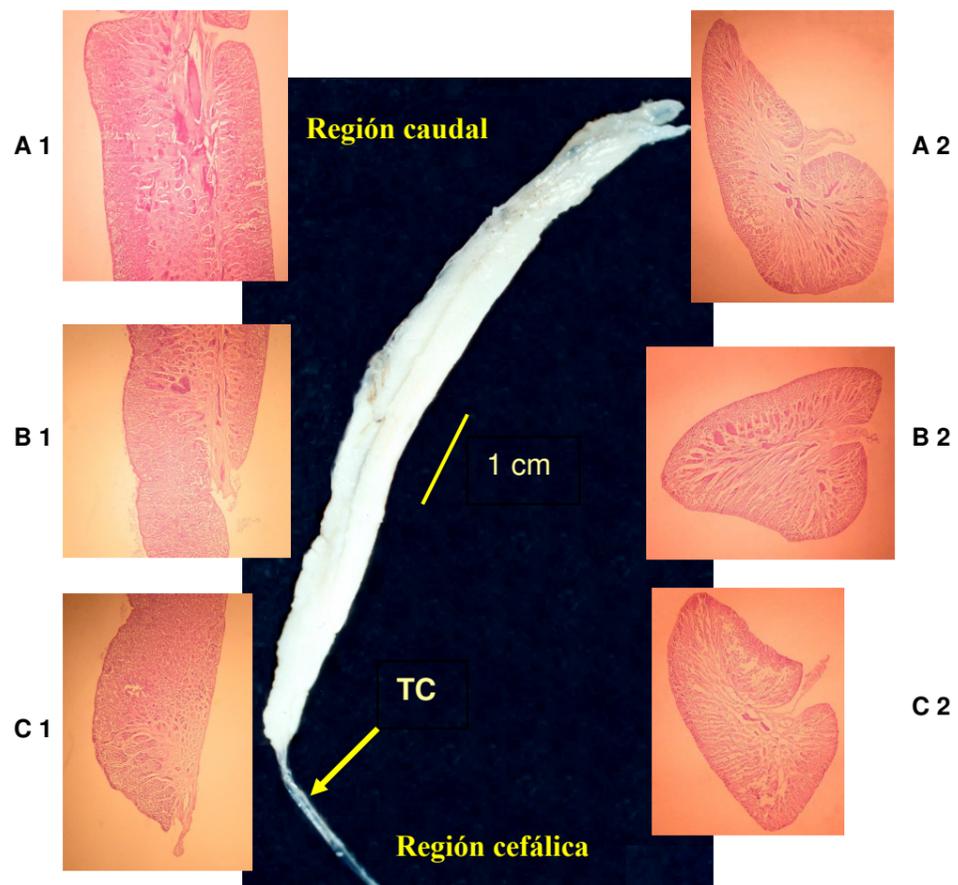


Fig. 13 Centro: Fotografía del testículo de *Stronylura marina*; tejido conectivo (TC). Parte izquierda; Cortes histológicos longitudinales de la gónada en las regiones: caudal (A 1), media (B 1) y cefálica (C 1). Parte derecha; Cortes histológicos transversales de la gónada en las regiones: caudal (A 2), media (B 2) y cefálica (C 2). Se aprecia la forma triangular del testículo. El aumento de las micrografías es de 18X.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Con la técnica histológica se pudieron distinguir, además de diferentes tipos celulares, algunas estructuras anatómicas del testículo como son la zona cortical y la zona medular (Fig. 14); el vaso sanguíneo testicular (Fig. 15) está ubicado en la parte ventral de la gónada, paralelo al conducto deferente (Fig. 16), éste tiene su lumen cubierto por microvellosidades, aquí se almacenan y transportan los espermatozoides.

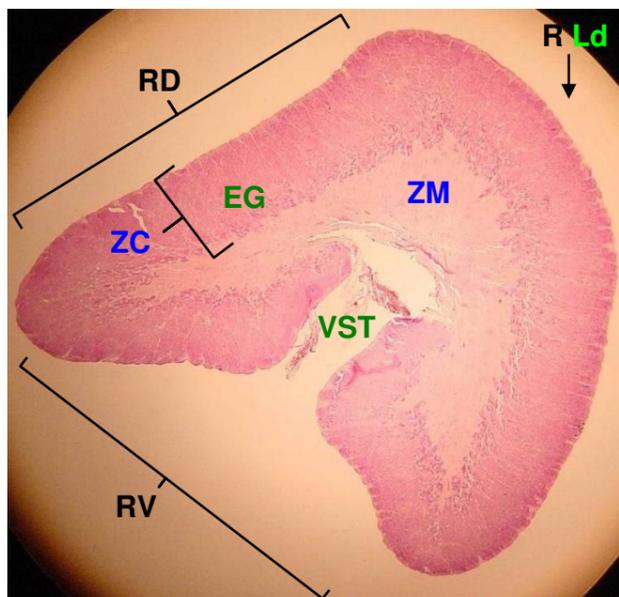


Fig. 14 Micrografía de un corte transversal del testículo de *S. marina*. Región dorsal (RD), región ventral (RV), región lateral derecha (RLd), zona medular (ZM), zona cortical (ZC) con los diferentes estadios celulares de la espermatogénesis (EC), y vaso sanguíneo testicular (VST). Aumento 18X.

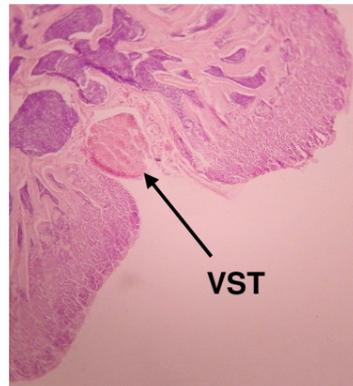


Fig. 15 Corte transversal del testículo donde se aprecia el vaso sanguíneo testicular (VST). Aumento 18X.

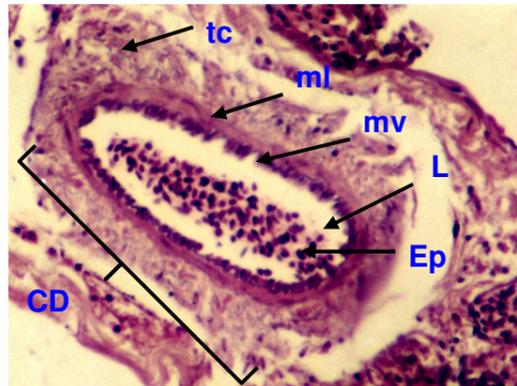


Fig. 16 Corte transversal del testículo donde se aprecia el conducto deferente (CD) con espermatozoides en la luz (Ep); luz del conducto (L), microvellosidades (mv), músculo liso (ml), y tejido conjuntivo (tc). Aumento 58X.

En el corte transversal del testículo se observan las secciones histológicas, en donde se aprecia claramente el arreglo testicular de tipo espermatogonial restringido o lobular restringido (Grier, 1993); se distinguen las espermatogonias restringidas hacia las partes distales de los lóbulos, también se observan los espermatocitos primarios, espermatocitos secundarios, espermátidas y espermatozoides. (Figs. 17 y 18)

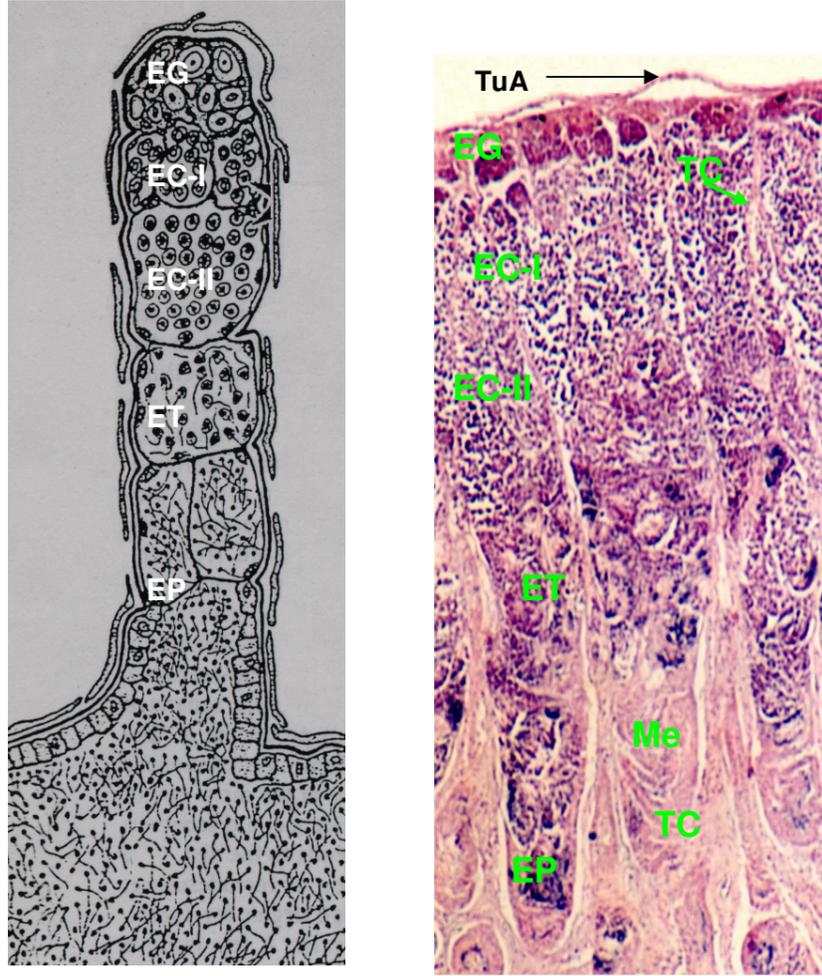


Fig. 17 IZQUIERDA Esquema del arreglo lobular restringido, de acuerdo a Grier (1993), del testículo de Cyprinodontidae. Se observan Espermatogonias (EG), Espermatocitos primarios (EC-I), Espermatocitos secundarios (EC-II), Espermatidas (ET) y Espermatozoides (EP).

Fig. 18 DERECHA Sección del testículo del belónido *Strongylura marina*. Corte histológico transversal donde se observa un arreglo similar al del esquema anterior. En este corte se aprecian Espermatogonias (EG), Espermatocitos primarios (EC-I), Espermatocitos secundarios (EC-II), Espermatidas (ET), Espermatozoides (EP), túnica albugínea (TuA), tejido conjuntivo (TC), y zoma medular (Me). Aumento 38X.



ESPERMATOGONIAS (EG)

En un corte histológico se reconocen porque son las células redondeadas más grandes, localizadas en la periferia del testículo, cerca de la túnica; sus núcleos son grandes, y con tinción H-E se observan acidófilas. (Fig. 19)

ESPERMATOCITOS PRIMARIOS (EC-I)

Son células cuyo tamaño es la mitad de el de las anteriores. El diámetro del núcleo es más pequeño, no es visible la membrana nuclear, y la cromatina que se encuentra en el núcleo ocupa prácticamente toda la célula; muestran menor afinidad por la eosina. (Fig. 19)

ESPERMATOCITOS SECUNDARIOS (EC-II)

Son un poco más pequeños que los espermatocitos primarios, casi no se observaron debido a que tienen vida muy corta.

ESPERMÁTIDAS (ET)

Son células muy pequeñas de formas esféricas y poligonales, y el tamaño del núcleo es menor. La cromatina se encuentra muy densa, es uniforme y condensada, con marcada tendencia hacia la hematoxilina. Ocasionalmente se observa una ligera protuberancia, lo que indica la fase de la formación del flagelo y la transformación general dentro del espermatozoide. Se encuentran ubicadas más hacia el centro de la gónada. A diferencia de los espermatozoides, las espermátidas son un poco más grandes y se encuentran más dispersos, aunque ya se presenta un arreglo en racimos (Fig. 21).

ESPERMATOZOIDES (EP)

Son células muy pequeñas y redondas, exageradamente basófilas, debido a que la cromatina ha alcanzado su grado máximo de concentración. Los cistos de espermatozoides se ubican hacia la zona medular de la gónada (Fig. 20). En los testículos maduros se pueden observar los flagelos (Fig. 21).



Fig. 19

Espermatogonias (EG),
espermátocitos
primarios (EC I),
espermátocitos
secundarios (EC II),
espermátidas (ET),
espermatozoides (EP), y
tejido conjuntivo (TC).
Aumento 58X.

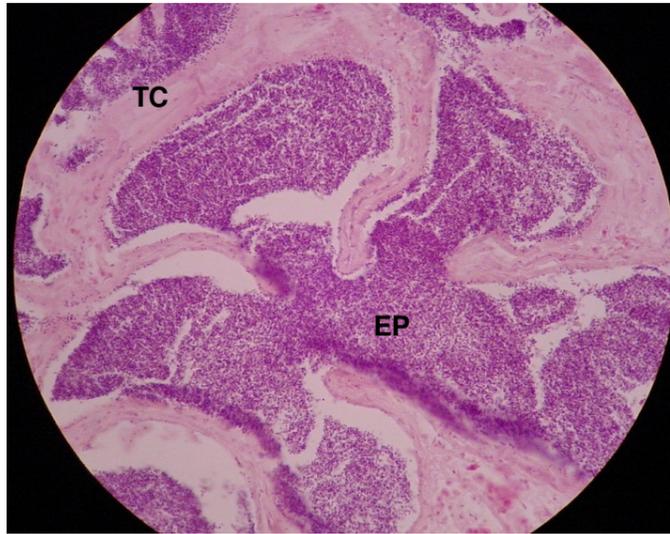


Fig. 20 Corte transversal del testículo, en donde se aprecia el seno espermático localizado hacia el centro de la gónada. Contiene una alta concentración de espermatozoides (EP). Tejido conjuntivo (TC). Aumento 28X

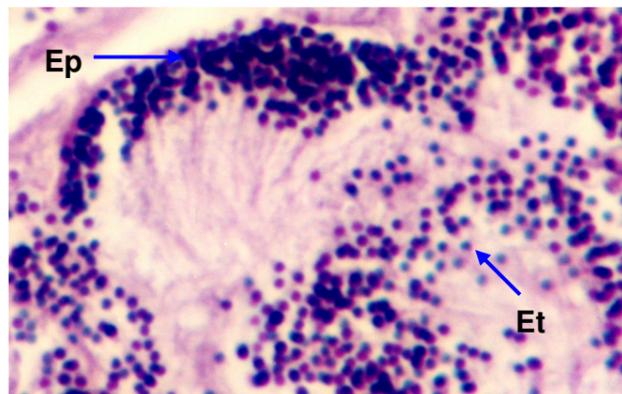


Fig. 21 Preparación donde se aprecian espermátides (Et) y espermatozoides (Ep). La coloración morada se debe a la alta concentración de ácidos nucleicos. Aumento 108X

RELACIÓN PESO-LONGITUD

Strongylura marina sólo se encontró durante los meses de febrero a junio, septiembre y noviembre en la laguna de Alvarado. En este trabajo, se capturaron 170 belónidos, de los cuales 51 fueron machos y 119 fueron hembras, representando así un porcentaje del 30 y 70% respectivamente. Las tallas registradas estuvieron entre los 50 y 450 mm de longitud patrón. El peso osciló entre los 0.2 y 102 gr.

En la relación talla-peso, el valor del coeficiente de determinación (r^2) fue de 0.88 (cercano a 1.0) lo que indica que entre las variables de peso y longitud existe una fuerte correlación. (Fig. 22)

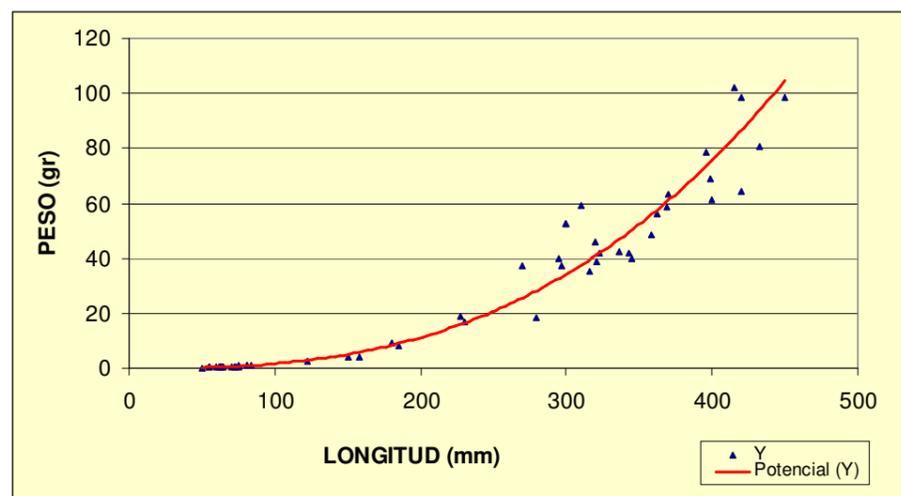


Fig. 22 Curva de relación Talla-peso de *S. marina*.



ASPECTOS ALIMENTICIOS

Se revisaron 51 estómagos y se encontró que 7 no tenían alimento, por lo tanto, para realizar el análisis de contenido estomacal se consideró un total de 44 estómagos revisados. Los tipos alimenticios observados fueron los siguientes: pastos, poliquetos, larvas de crustáceos, peneidos, restos de cangrejo, restos de copépodos, calanoideos, anfípodos, insectos (Coleoptera, Hemiptera, Isoptera y Diptera), y peces (Syngnathidae y Engraulidae); asimismo, se cuantificó la materia orgánica no identificada (MONI). (Tabla 2)

En la figura 23 se muestran los tipos alimenticios consumidos por *S. marina* a diferentes intervalos de talla. Como se puede ver, en los intervalos A y B, que corresponden a tallas que oscilan entre los 50 y 150 mm, los tipos de alimento predominantes fueron pastos, poliquetos, insectos y calanoideos, además de materia orgánica no identificada; los organismos que se encuentran en el intervalo C con tallas de 151 a 200 mm sólo consumieron poliquetos; y finalmente, los organismos cuyos intervalos de tallas son de 201 a 450 mm (D, E, F, G y H), su alimenticio predominante fueron los peces.

Con respecto al análisis de frecuencia de ocurrencia de aparición, de un alimento en el total de estómagos (Fig. 24), se observó que los tipos de alimentos presentes, en la mayoría de los estómagos revisados, fueron peces y poliquetos; así mismo, el análisis numérico (Fig. 25) mostró el mismo resultado, en el cual, el mayor porcentaje de alimento ingerido por *Strongylura marina* fueron peces con un 31% y poliquetos con un 28% de los estómagos revisados en la muestra.

Tabla 1. Tipos alimenticios de *Strongylura marina* y sus porcentajes en cada individuo.

EJEMPLARES	TIPOS ALIMENTICIOS										
	MONI	PASTOS	POLIQUETO	LARVAS DE CRUSTACEO	PENEIDEO	RESTOS DE CANGREJO	RESTOS DE COPEPODO	CALANOIDEO	ANFIPODO	INSECTO	PEZ
1				100							
2				100							
3		5									95
5								100			
6					20						80
7						25		60			15
8								100			
9	10					30					60
10		10			20		20	20			30
13			10		10						80
14						20		30			50
15	20		20	50					10		
16											100
17			80								20
19			50						50		
23			100								
24			90		5				5		
25			100								
26											100
27			60						30	10	
28	80						20				
29											100



Continuación de la tabla 1. Tipos alimenticios de *Strongylura marina* y sus porcentajes en cada individuo.

EJEMPLARES	TIPOS ALIMENTICIOS										
	MONI	PASTOS	POLIQUETO	LARVAS DE CRUSTACEO	PENEIDEO	RESTOS DE CANGREJO	RESTOS DE COPEPODO	CALANOIDEO	ANFIPODO	INSECTO	PEZ
30			100								
31											100
32		40						60			
33		70							30		
34	10	80						10			
35											100
36									10		90
37									10		90
38									10		90
39		70							30		
40	10	80						10			
41		40						60			
42			100								
43		45	45						10		
44			50						50		
45	20		80								
46	30	40							10		20
47	5		95								
48			100								
49		45	45	5							
50			90						10		
51									10		90

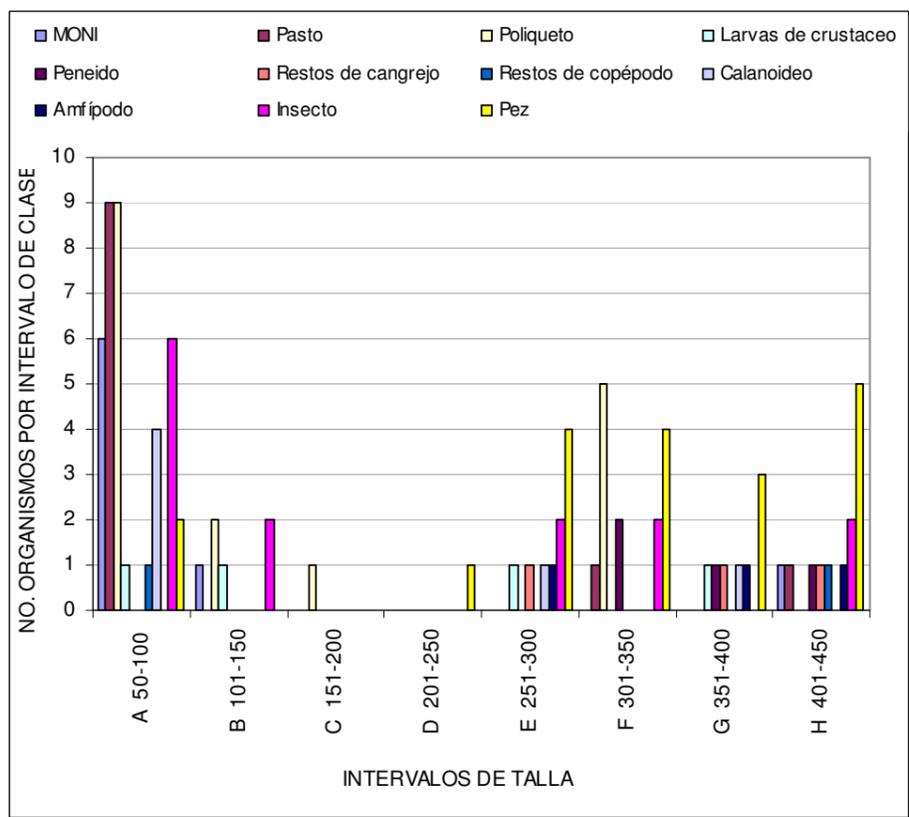


Fig. 23 Contenido estomacal de *S. marina* a diferentes intervalos de talla.

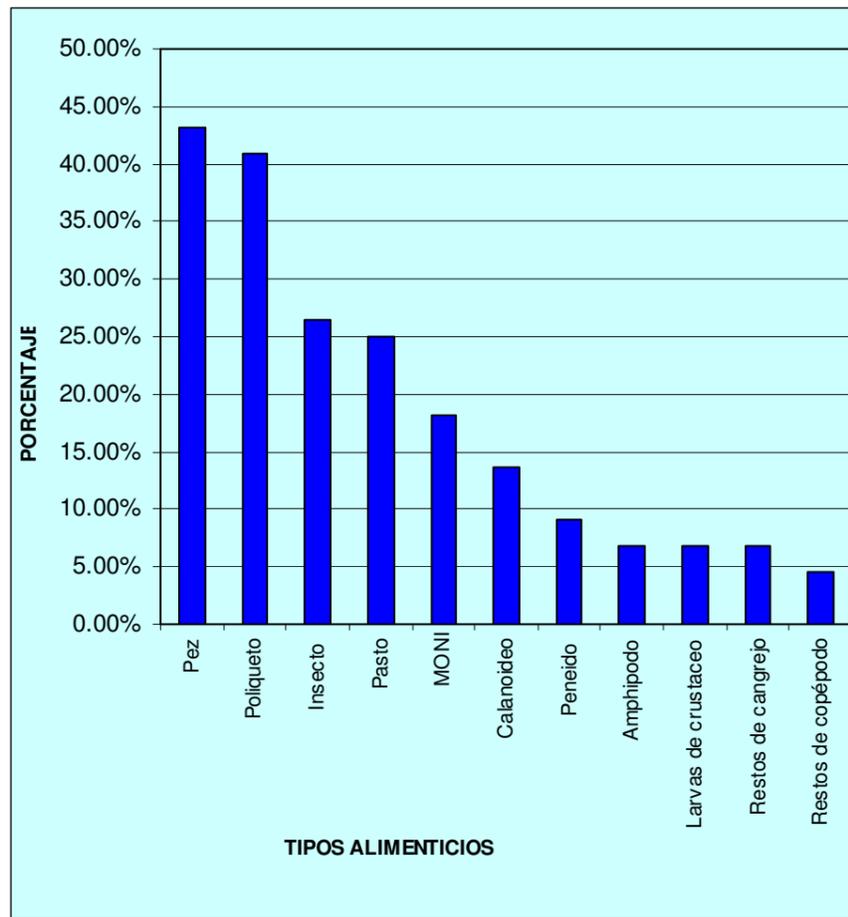


Fig. 24 Frecuencia de ocurrencia de los tipos alimenticios de *S. marina*.

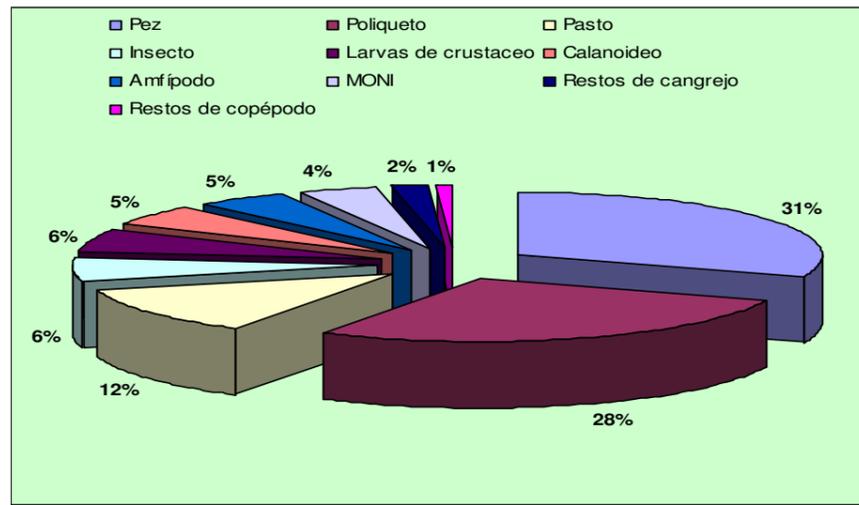


Fig. 25 Porcentaje del contenido estomacal de *S. marina*.

PARÁMETROS AMBIENTALES

En la laguna de Alvarado, la temporada de lluvias presentó una temperatura máxima de 34°C y una mínima de 25°C; la salinidad se encontró en un máximo de 20‰ y un mínimo de 0‰; y el oxígeno disuelto, estuvo entre 15.3 ppm y 3.7 ppm.

Durante la época de nortes, la temperatura fue de 33°C como máximo y 24°C como mínimo; en cuanto a la salinidad, los valores máximos fueron de 10.2‰ y los mínimos de 0‰; para la concentración de oxígeno disuelto el valor máximo fue de 14.2 ppm y el mínimo de 6.8 ppm.

Respecto a la temporada de secas la temperatura osciló entre los 32 y 26°C; el valor máximo de la salinidad fue de 36‰ y el valor mínimo de 3.9‰; finalmente la concentración de oxígeno disuelto fue de 14.9 ppm como valor máximo mientras que el fue de 7 ppm.

Como se puede ver, la salinidad cubrió un espectro que correspondió desde las más bajas concentraciones como sucede en las aguas dulces hasta concentraciones hipersalinas.



DISCUSIÓN

La laguna de Alvarado, es considerada como un estuario típico, en donde predomina una alta concentración de los nutrientes, por lo que muchas especies la utilizan para alimentarse, protegerse y reproducirse.

La forma atenuada del pez en estudio, le proporciona una motilidad bastante dinámica; esto, aunado con la modificación de sus mandíbulas, que son demasiado largas y que presentan dientes filiformes bastante desarrollados, le proporciona las características de un pez depredador muy rapaz. La morfología de su tracto digestivo (estómago largo y recto), también nos indica que es de un organismo carnívoro (Prejs, 1981). Según los resultados de contenido estomacal obtenidos, y comparados con los de Arceo (2002), se puede considerar a *Strongylura marina* como una especie carnívora, pues en ambos estudios de su dieta predominaron organismos animales.

Strongylura marina sólo se encontró durante algunos meses en la laguna de Alvarado porque es considerada como una especie temporal del sistema, esto coincide con la clasificación ecológica propuesta por Castro, et al (1999), donde la define como una “especie eurihalina del componente marino”, esto quiere decir que es un pez capaz de tolerar enormes cambios de salinidad; no obstante, su ciclo de vida no está relacionado obligatoriamente con la penetración hacia las aguas continentales, sino más bien con la búsqueda de alimento y protección característico de las zonas estuarinas o continentales en general; Zeckua y Pineda (1989) encontraron huevos de esta especie depositados en pastos del estuario de Tecolutla.

Para realizar este estudio piscícola, se consideraron estructuras externas como son la forma del cuerpo; número, forma y posición de aletas, así como la cantidad de radios que las conforman; y el número y tipo de escamas. Las estructuras internas examinadas fueron vejiga natatoria, otolitos y gónadas. De esta manera, la anatomía descrita por Hardy (1978), así como la histología de las gónadas de los ejemplares de *S. marina* encontrados, son característicos de un organismo adulto. Esto es, el tamaño de las mandíbulas, con relación a la longitud total del organismo en el adulto, no es el mismo para las etapas larvarias y juveniles. En tal

descripción no coincide el intervalo de talla de un pez adulto con las tallas aquí encontradas, ya que éstas últimas son mucho más pequeñas.

La formación y crecimiento de las escamas se debe a la depositación de estratos concéntricos de tejido óseo al rededor de un núcleo central (foco), formando una serie de anillos donde se pueden observar, intercaladas, zonas donde la depositación es mayor y más densa, y zonas donde es menor y se ve más clara. Un anillo denso y uno claro representan un año (Torres, 1991). Las escamas son útiles en diversos estudios ícticos; nos permiten determinar la edad de los peces, y establecer las clases de edad de una especie. Se observó que presentan diversas formas, dependiendo de su ubicación; no obstante, la mayoría de ellas es constante y se pueden utilizar para diferenciar especies, por lo que se consideran como estructuras análogas de las huellas dactilares.

También los otolitos son utilizados en trabajos de investigación relacionados con la determinación de la edad, clases de edad y en algunos casos de morfología. Generalmente la sagita es la concreción calcárea de mayor tamaño, por ello, es la más utilizada (Hernández, 2001). La forma del otolito para cada especie es única, por lo que es mejor utilizada para diferenciar especies. Por ser el asterisco y lapillus mucho más pequeños que la sagita, aún no hay una nomenclatura morfológica para éstos; sin embargo, en este estudio se consideraron algunos nombres de la descripción anatómica de la sagita para la descripción del lapillus y asterisco.

La forma y ubicación anatómica de la única gónada en la cavidad abdominal del organismo estudiado, es similar a la descripción que hizo Kobelkowsky (1999 y 2000). El análisis histológico del testículo nos arrojó una serie de estructuras, tipos celulares y arreglo testicular. La producción continua de espermatozoides, en teleósteos, es a través su epitelio germinal activo; este epitelio cumple con las características que comparten todos los epitelios; a saber, todos limitan una superficie del cuerpo, luz o conducto; sus células están unidas lateralmente por desmosomas, uniones estrechas, uniones comunicantes o nexos; son avasculares, y se caracterizan por estar apoyados en una membrana basal. Si alguna de estas características está ausente, entonces el tejido no es un epitelio. No todos los peces poseen un epitelio germinal. Una característica de los testículos de todos los ateriniformes (Poeciliidae, Goodeidae, Cyprinodontidae, Belonidae, etc.), es que las espermatogonias se encuentran completamente restringidas a la parte distal de los lóbulos y los estadios de desarrollo de las células germinales están localizados junto a



los conductos eferentes; el esperma es arrojado a dichos conductos para la espermiación. En estos peces, las células de Sertoli cubren todo el diámetro de los lóbulos, (no hay lumen); forman un arreglo celular epiteloide con las células germinales. A este tipo de testículo se le conoce como espermatogonial restringido o simplemente de tipo restringido (Grier y Lo Nostro, 2000). Cabe mencionar que dichos autores utilizan la sistematica de Hoese y Moore (1998) donde colocan a la familia Belonidae dentro del orden Atherinomorpha.

Todos los procesos de maduración, que conducen al desarrollo del esperma, ocasionan cambios en el epitelio germinal durante un ciclo reproductivo anual, pero estos cambios no ocurren en los atherinomorfos por la ausencia de dicho arreglo celular.

CONCLUSIONES:

- *Strongylura marina* es una especie eurihalina del componente marino.
- Esta especie utiliza el sistema para reproducirse y alimentarse.
- Es una especie carnívora.
- La especie tiene un crecimiento isométrico.
- Las escamas son de tipo cicloideo.
- Los otolitos son diferentes en forma y tamaño.
- Presenta solo una gónada en la región lateral derecha.
- El tipo de testículo es espermatogonial restringido.

ANEXO

TÉCNICA HISTOLÓGICA

Para demostrar la disposición estructural de los tejidos es necesario realizar una técnica que lleve a la conservación del tejido en preparaciones fijas. Dicha técnica consta de los siguientes pasos: fijación, deshidratación, aclaración, inclusión, corte al microtomo y tinción; para este último procedimiento existen diversas técnicas; es este caso sólo se menciona una.

TÉCNICA HISTOLÓGICA DE RUTINA

1. Fijar la gónada en formol al 10% durante 24 horas.
2. Lavar en agua corriente durante dos horas.
3. Deshidratar con alcoholes de concentración ascendente.

Concentración (%)	Tiempo (hrs.)
70	1
80	1
96	2 máximo
100	2 máximo

Nota: en tejidos muy duros se utilizan 9 partes de alcohol por 1 de glicerina en cada una de las concentraciones, para suavizarlos. En tejidos muy hidratados se puede iniciar la deshidratación con concentraciones de 15 o 30%.

4. Aclarar en alcohol amílico (mínimo 12 horas).

Nota: para que el cambio del aclarante a la parafina no sea tan brusco, se recomienda colocar la gónada en una solución 50:50 de alcohol amílico con parafina durante 30 ó 60 minutos.

5. Inclusión en parafina.

IMPREGNACIÓN	Parafina I	2 horas
	Parafina II	2 horas
BLOQUE	Paraplast	Hasta que solidifique

6. Cortar con el microtomo y colocar la serie de cortes en portaobjetos agregándoles solución Ruyter (para que estiren los tejidos); colocarlos en el horno para que se desparafinen.

TÉCNICA DE TINCIÓN DE HEMATOXILINA – EOSINA

Procedimiento	Reactivo	Tiempo (min.)
DESPARAFINAR	Xilol I	5
	Xilol II	5
HIDRATAR	Alcohol 96%	1 a 3
	Alcohol 90%	1 a 3
	Alcohol 80%	1 a 3
	Alcohol 70%	1 a 3
	Agua corriente	Paso rápido
	Hematoxilina de Harris	7 a 10
	Alcohol ácido	Paso rápido
	Agua corriente	Paso rápido
	Agua amoniacal	Paso rápido
	Agua corriente	Paso rápido
	Eosina	3 a 5
DESHIDRATAR	Alcohol 70%	1
	Alcohol 80%	1
	Alcohol 96%	1
	Alcohol 100%	1
	Xilol II	5

Resultados: Los núcleos se tiñen de azul intenso; de rosado y de rojo el citoplasma y tejido conectivo.



REFERENCIAS

- Alvarez, V.J. 1977. Los cordados; origen, evolución y hábitos de los vertebrados. CECSA. México. Pp 84.
- Arceo, C.D. 2002. Comparación trófica de la familia Belontiidae en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis de licenciatura. UNAM-FESI. México. Pp 65.
- Abdul – Salam, J. y L.F. Khalil. 1987. Two digeneans from the needlefish *Háblense hians* in Kuwait and the description of a new genus and species, *Neohaploplanchnus ablennis* (Haploplanchnidae). Systematic Parasitology. 10 (2): 149 – 158.
- Benítez, F.C. 1992. Estructura histológica de la gónada de los teleósteos. UNAM-ENEPI.
- Castro-Aguirre, J.L. (1978). Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca. México. 298 pp.
- Castro, A.J.L., H.S. Espinonosa, P. y Schmitter, S.J.J. (1999). Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Noriega-Limusa. México. 711 pp.
- Chávez, L.R. 1998. Caracterización ecológica de la comunidad de peces asociada a praderas de *Ruppia maritima* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Veracruz. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 145 p.
- Colin, L. 2000. The biology of soft shores and estuaries. Oxford University Press. New York. 252 pp.
- Cressey, R.F. y B.B. Collette. 1970. Copepods and needlefishes: a study in host – parasite relationships. Fishery Bulletin. 68 (3): 347 – 423.
- Curtís, H. y N.S. Barnes. 1993. Biología. 5ª edición. Panamericana. México. 1199 p.

Estrada, F.E., Z.L. Peralta y Rivas, M.P. 1992. Manual de técnicas histológicas. A.G.T. Editor. México. 140 p.

Euzet, L. y M.H., Ktari. 1971. *Aspina Trium Gallieni* N. sp. (Monogena, Polypisthocotylea) parasite of *Strongylura acus* lacepede 1803, (in French). Bull Soc. Zool. Fr. 96 (4): 509 – 517.

García, E. 1973. Modificación del Sistema de Clasificación Climática de Copen. Instituto de Geografía. UNAM. México.

Gaviño-De la Torre, G., C. Juárez, L y Figueroa, T.H.H.1996. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. 2ª edición. Limusa Noriega editores. México. 308 p.

Grier, H. 1993. Comparative organization of Sertoli cells including the Sertoli cell barrier. In: Russell, L.D., Griswold, M.D., editors) The Sertoli cell. Clearwater, FL: Cache River Press. Pp 704 – 739.

Grier, H. y F. Lo Nostro. 2000. The germinal epithelium in fish gonads: the unifying concept. In: Norberg, B., Kjesbu, O.S., Taranger, G.L., Andersson, E. y Stefansson, S.O., editors. Proceedings of the 6th Symposium on the Reproductive Physiology of Fish. Norway: University of Bergen. Pp 233 – 236.

Hardy, J.D. 1978. Development of fishes of the mid-Atlantic bight. An atlas of egg, larval and juvenile stages. Vol II. Fish and wild life service. U.S. Department of the interior. Pp 85 – 108.

Hernández, G.M.R. 2001. Estudio de los peces en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Tesis de licenciatura. UNAM-ENEPI. México. 84 pp.

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents análisis – a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411 – 429.

Hosse, H.D. y Moore, R.H. 1998. Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana and adjacent waters. 2a edition. Texas. A.R.M. University. Texas. 422 pp.

Kobelkowsky, D.A. 1999. El sistema urogenital de los géneros *Bardiella* y *Stellifer* (Pisces: Sciaenidae). Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 49: 153 – 162.



- Kobelkowsky, D.A. 2000. Anatomía sexual de *Gambusia regani* (Pises: Poeciliidae). Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología, 71 (2): 133 – 142.
- Lagler, F.K., E.I. Bardach, Miller R.R. y Passino R.M.D. 1984. Ictiología. AGT Editor. México. 489pp.
- Liao, J. 2002. Swimming in needlefish (Belonidae): locomotion with fins. Journal of Experimental Biology. Harvard University. USA. 205 (18): 2875 – 2884.
- López, R.E. 1993. Geología general y de México. 7ª edición. Trillas. México. 288 pp.
- Martínez, P.J.A. 1998. Identificación de peces. Guía ilustrada. 2ª edición. UNAM-ENEPI. 90 pp
- Nelson, J.S. 1994. Fishes of the world. 3a edición. John Wiley & Sons. New York. 600 pp.
- Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of the fishes. Academic press. New York. 352 pp.
- Odum, P.E. 1972. Ecología. 3ª edición. Interamericana. México. 639 pp.
- Parukhin, A.M. 1973. Helminth Fauna of Beloniform Fish, (In Russian). *Gidrobiol Zh.* 9(3): 58 - 64
- Pérez, A. S. S. 2003. Estudio de algunos aspectos de la biología de los peces centropómidos (róbalos) de Tecolutla, Veracruz. Tesis de licenciatura. UNAM-FESI. México. 62 pp.
- Pivnik K. y K. Černý. 1991. El gran libro de los peces. Especies de todo el mundo. Susaeta. Madrid. Pp 147.
- Preis, A. y G. Colomine. 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Universidad Central de Venezuela, Caracas. 129 pp.
- Reckel, F., R.R. Melzer, Parry, J.W.L. y Bowmaker, J.K. 2002. The retina of five atherinomorph teleosts: photoreceptors, patterns and spectral

sensitives. Brain Behavior and Evolution. Department Biologie II. Germany. 60 (5): 249 – 264.

Rountree, R.A. y K.W. Able. 1992. Fauna of Polyhaline subtidal marsh creeks in southern New Jersey: composition, abundance and biomass. Institute of Marine and Coastal Sciences, Rutgers University. New Jersey. 15 (2): 171 – 185.

Skinner, R.H. 1982. Interrelation of water quality, gill parasites, and gill pathology of some fishes from South Biscayne Bay, Florida. Fishery Bulletin. 80 (2): 269 – 280.

Sokolovskaya, T.G. y A.S. Sokolovskii. 1999. Short communications – early ontogenesis of *Strongylura anastomella* (Belonidae) from the waters of Peter the Great Bay (Sea of Japan). Journal of Ichthyology. 39 (5): 409 – 414.

Torres, O.B.R. 1991. Los peces de México. AGT Editor. México. 235 pp.

Verdín, T.L., J.F. Gómez-Clavel, González, R., y Aloy, M.P. (1998). Alcohol amílico como aclarante de la técnica histológica. XV Coloqui de Investigación, ENEPI. Memorias.

Yañez, A.A. 1975. Sobre el estudio de peces en las lagunas costeras: nota científica. An. Centro Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 2 (1): 53 – 60.

Zeckua, R.M.C. y A.M.R. Pineda. 1989. Algunos aspectos de la biología de *Strongylura marina* y descripción local de la especie en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Tesis de licenciatura. UNAM-ENEPI. 74 pp.

Zeckua, R.M.C. y J.A. Martínez. 1993. Estudio del desarrollo ontogenético del pez aguja *Strongylura marina* en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Revista de Zoología. 4: 7 – 22.