



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL CHARAL *Anchoa hepsetus* (LINNAEUS, 1758; PISCES: ENGRAULIDAE) DE LA PLAYA VILLA RICA, VERACRUZ.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

AURA ALETSE MORALES ARANDA



DIRECTOR DE TESIS: BIÓL. JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ PÉREZ

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2007



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA



Aspectos biológicos del charal *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758; Pisces: Engraulidae) de la Playa Villa Rica, Veracruz.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO

PRESENTA:

AURA ALETSE MORALES ARANDA

DIRECTOR DE TESIS: BIÓL. JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ PÉREZ

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2007

AGRADECIMIENTOS

A mí mamá Blanca Estela, por ser mi mejor ejemplo a seguir, ya que gracias a ti he aprendido a volar para alcanzar mis sueños, valorando el esfuerzo, dedicación, constancia y amor que implica cada uno de ellos. Gracias por caminar siempre a mi lado dejándome tomar mis propias decisiones ya que esto me ha permitido madurar cada día sintiéndome segura por estar junto a ti.

A mí papá Evaristo, porque siempre me has demostrado tu amor sobre todas las cosas y esto me ha impulsado a ser mejor persona cada día. Gracias por creer en mí brindándome tu paciencia y apoyo, pero sobre todo por enseñarme que cada inicio de día es una meta más, no importando si la del día anterior fue una experiencia mala o buena ya que de cualquier manera, cada una de ellas te deja momentos de enseñanza que son el mejor regalo para crecer y superarte.

A mí hermano Antonio, porque contigo he compartido gran parte de mi vida, has sido mi compañero de todos los días y tu alegría y buen humor hacen que en mis días nublados brille el sol. Gracias Tony porque juntos hemos aprendido que nuestro quehacer en la vida no consiste en superar a otros sino en superarnos a nosotros mismos, romper nuestros propios récords y sobrepasar nuestro pasado con nuestro presente.

A mí abuelito Evaristo †, porque siempre estás presente en mi mente y en mi corazón.

A mis amigos de toda la vida. Sandra, Soledad, Mimi, Sharon y Claudia por todas las experiencias divertidas que hemos vivido juntas y a ti Nelson, por que has pasado tiempo conmigo escuchando mis pensamientos a los que has dado valor y entendimiento, por tu apoyo desinteresado e incondicional que me hacen valorar el tesoro maravilloso que se llama amistad y por saber que siempre puedo contar contigo.

Es de suma importancia para mí agradecer a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala mi formación profesional y a la Universidad Nacional Autónoma de México el haberme permitido formar parte de la “Máxima casa de estudios”.

A mi director de Tesis el Biol. José Antonio Martínez Pérez, pues despertó en mí el interés por el estudio de la ictiología, por sus enseñanzas, paciencia, conocimientos y sobre todo por su amistad, brindados durante el tiempo en que se realizó este trabajo.

A mis revisores de Tesis:

Biol. José Luis Tello Musí, por todo el apoyo, la comprensión y sobre todo el tiempo que destinó tanto en campo como en el laboratorio para la realización de este trabajo. De igual modo, por todos sus consejos y amistad que han hecho grandes aportaciones durante mi formación profesional.

M. en C. Rafael Chávez López por su asesoría y comentarios, mismos que enriquecieron este trabajo. De igual manera, al M. en C. Jonathan Franco López y al M. en C. Mario Chávez Arteaga, por aceptar la revisión de esta tesis, pues con sus análisis y sugerencias contribuyeron a mejorar la calidad de esta investigación.

A los compañeros de trabajo del área de Zoología de La Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por los gratos momentos compartidos.

A mis amigos y compañeros de la carrera de Biología. Omar, Norberto, Cínthya, Marisol, María Elena, Rita, Teresa, Fernando, Áaron, Laura, Leopoldo, Raúl, Marco y Mainoel, por la cordialidad y apoyo que siempre encuentre en todos ellos.

A los pobladores de la comunidad de Playa Villa Rica, por su amabilidad y disposición.

Un agradecimiento muy especial a las personas que trabajaron arduamente en el campo para la obtención de los organismos. José Antonio, José Luis, Nacho, Fernando, Israel, Lupita, Andrea y Ricardo.

De igual modo agradezco a toda mi familia, quienes siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo y cariño.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. ANTECEDENTES.....	10
III. OBJETIVOS.....	12
IV. ÁREA DE ESTUDIO.....	13
V. METODOLOGÍA.....	16
VI. RESULTADOS	
POSICIÓN SISTEMÁTICA DE LA ESPECIE.....	20
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	21
DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE ÓRGANOS INTERNOS	
OÍDO INTERNO.....	23
SAGITA.....	24
VEJIGA GASEOSA.....	25
GÓNADAS.	
DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.....	26
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.....	27
PROPORCIÓN SEXUAL Y MADUREZ GONÁDICA.....	39
RELACIÓN PESO-LONGITUD.....	41
ASPECTOS ALIMENTICIOS.....	42
VII. DISCUSIÓN.....	45
VIII. CONCLUSIONES.....	52
IX. LITERATURA CITADA.....	53
X. ANEXO	
TÉCNICA HISTOLÓGICA.....	64
DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA ENGRAULIDAE.....	67

RESUMEN

Los peces mexicanos constituyen una de las faunas más variadas del mundo. Dentro de las zonas costeras del Golfo de México podemos encontrar miembros de la familia Engraulidae, conocidos comúnmente como anchovetas o anchoas, siendo la *Anchoa hepsetus* una de las especies que se encuentra en estas costas. El presente estudio proporciona una descripción morfológica considerando para esto estructuras internas de los organismos: otolitos, vejiga gaseosa y gónadas, así como estructuras externas: aletas y escamas. Se determinó el sexo y madurez gonádica de los organismos, se analizó macro y microscópicamente las gónadas, se estableció la relación peso-longitud y se determinaron los tipos alimenticios de los organismos. Para ello se efectuaron 8 colectas en los meses de enero-junio del 2006 y noviembre 2007. Las muestras se obtuvieron con la ayuda de un chinchorro de 25 metros de largo, por 1.5 metros de ancho, con apertura de malla de 0.5 pulgadas en Playa Villa Rica, Veracruz. Se colectó un total de 163 organismos de tallas entre 44.6 y 86.7 mm de longitud total, y pesos entre 0.6917 y 4.8783 gr. Para la descripción tanto interna como externa del organismo se tiene que la fórmula radial de las aletas es: D.14-17; A. 18-24; Pect 13-17; Pelv.7. Las escamas son de tipo cicloideas; la forma de las escamas varía dependiendo de la región en la que se encuentren. Los otolitos son de forma ovulada, con una hendidura que delimita al rostro del antirrostró. La vejiga gaseosa es un órgano neumático en forma de bota; el diámetro de la región dirigida hacia la parte celómica es muy angosto y este se va ensanchando conforme avanza hacia la región caudal. Macroscópicamente resulta posible diferenciar las gónadas de los machos y hembras. Tanto los ovarios como los testículos de cada uno de los organismos presentan diferencias en cuanto a su forma y tamaño. Microscópicamente las gónadas de las hembras presentan un desarrollo de tipo asincrónico, mientras que los machos presentan un arreglo testicular de tipo lobular. Para la proporción sexual y madurez gonádica se trabajó un total de 126 organismos. La proporción sexual mostró una relación de 1:1.8, a favor de las hembras. Mientras que para la madurez gonádica se observó que los organismos en estadio III fueron los que dominaron tanto para hembras como para machos. La relación peso longitud se explica con el modelo potencial con una pendiente de 3.9487 y un coeficiente de correlación de 0.9328 para longitud patrón, mientras que para la longitud total la pendiente es 3.5727 y su coeficiente de correlación es de 0.8751. En cuanto a los hábitos alimenticios, se determinó que *Anchoa hepsetus* es una especie zooplanctófaga.

Palabras clave: Anchoas, anchovetas, engráulidos, otolitos, gónadas.



I. INTRODUCCIÓN.

Aproximadamente un 70% de la superficie de la Tierra está cubierta por agua y más del 97% de esta agua se encuentra en los océanos, mismos que representan una gran importancia para el hombre, ya que no sólo controlan y regulan el clima de la Tierra, sino que le proporcionan aportaciones económicas (Bond, 1979).

La República Mexicana cuenta con una superficie total de 1,969,226 kms de litoral, y su situación geográfica la coloca en una situación privilegiada, en cuanto a recursos marinos se refiere (Ruíz, 1990), ya que México cuenta con aproximadamente el 10% de la ictiofauna marina mundial, 2,122 especies (Espinosa, 1993). Los peces forman el grupo de vertebrados más numeroso del océano constituyendo alrededor del 40% de las especies de vertebrados actuales (Bond, 1979), donde cerca de 21, 000 especies pertenecen a los peces óseos.

Por su capacidad de adaptación, los peces pueden vivir tanto en ecosistemas con muy poca salinidad hasta en aguas atalashalinas. En corrientes fluviales, torrenciales y aguas quietas, profundas y oscuras, en donde las temperaturas van desde los 0° C hasta los 40° C. Sus límites de distribución, en sentido vertical, son aproximadamente de 5 km sobre el nivel del mar hasta los 11 km por debajo de este.

Los peces son animales de sangre fría, llevan a cabo el intercambio gaseoso a través de unas estructuras denominadas branquias, su cuerpo generalmente está cubierto de escamas y se desplazan por medio de extremidades llamadas aletas.

El interés por el estudio de estos organismos data por lo menos desde el siglo X a.C., 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 áreas y departamentos de pesca en los diferentes países del mundo, por el amplio campo de estudio y aplicación de la



ictiología como alimentación, investigación, deporte, ornato, carnada, etc. (Lagler y col., 1984).

Para realizar un estudio ictiológico, se debe partir de la determinación adecuada de las especies, 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. En las segundas encontramos: branquias, vejiga gaseosa 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 radios 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 la de protección del organismo. En los peces óseos pueden distinguirse tres tipos estructurales de escamas: ganoideas, cicloideas y ctenoideas; las primeras tienen forma de diamante y su nombre es debido a la proteína ganoína que la conforma y es típica del peje-lagarto; las segundas se distinguen por su forma circular u ovoide y se encuentran en la mayoría de los peces con radios suaves, conocidos como Malacopterygii; el último tipo corresponde a las escamas cuya superficie o margen posterior presenta proyecciones a manera de dientes y las presentan los peces óseos de radios espinosos denominados Acanthopterygii (Lagler y col., 1984). Cabe aclarar que un pez puede tener dos tipos de escamas y que su forma y tamaño varían en las diferentes partes del cuerpo. También hay escamas modificadas a manera de placas óseas, espinas y escudetes, así como escamas fusionadas (Martínez, 1998).

Algunas de las estructuras internas que se analizan, son los otolitos. Se caracterizan por ser estructuras duras policristalinas especializadas, que forman parte del sistema



acústico-lateral de los peces actinopterigios y sarcopterigios. Se sitúan en los laberintos membranosos a cada lado del neurocráneo y actúan como órganos de equilibrio y audición (Harder, 1975; Smale y col., 1995; Popper y Lu., 2000). Los otolitos están compuestos principalmente de carbonato de calcio cristalizado en forma de aragonita o muy raramente de calcita y apatita (fosfato de calcio), insertados en una matriz proteínica. Esta proteína fibrosa es conocida como otolina y representa entre el 0.2% y el 10% del otolito, es similar a la concholina, que se encuentran en el exoesqueleto de los moluscos y en cierto grado, también es similar a la queratina (Harkonen, 1986; Morales, 1992; Moyle y Cech., 1996).

Los peces tienen tres pares de otolitos, situados cada uno en su respectiva cámara ótica. La sagita dentro del sáculo, el asterisco dentro de la lagena y el lapilus en el utrículo. Cada uno de ellos desempeña funciones en el equilibrio y en la percepción de la gravedad; mientras que la sagita junto con el asterisco, situados en la parte más posterior de los canales semicirculares, se relacionan más con la percepción del sonido (Harder, 1975; Campana y Neilson, 1985; Smale y col., 1995).

Debido a que la morfología de los otolitos varía con las diferentes presiones selectivas, relacionadas con los aspectos funcionales del sistema auditivo de cada taxa, ellos han sido utilizados como una herramienta para la identificación (determinación) de especies (Popper, 1976; Gauldie, 1988). La caracterización precisa de la morfología de estas estructuras permite discernir entre las diferentes especies, aún entre aquellas muy cercanas (Hecht, 1990; Volpedo y Echeverría, 1997).

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, por lo que puede estar o no conectada con el tubo digestivo. Debido a esta característica, los peces se dividen en dos grupos: fisoclistos, los que no tienen conectada la vejiga gaseosa con el tubo digestivo y fisóstomos, los que presentan la conexión con el tracto digestivo (Álvarez, 1977).



Aunque muchos investigadores sostienen que de todos los procesos fisiológicos la reproducción es el más importante, también es cierto que todos los procesos esenciales de la vida son igualmente indispensables e importantes; sin embargo, la reproducción ocupa un lugar único en la biología, debido a su papel en la conservación de las especies, la transmisión de los factores hereditarios y la evolución (Palomar, 1990).

Los peces se reproducen sexualmente. La mayoría de ellos son organismos dioicos. En pocas especies se aprecia un dimorfismo sexual, aunque casi nunca se nota la diferencia entre el macho y la hembra. Algunas especies son hermafroditas simultáneas y otras hermafroditas alternas. Dentro del hermafroditismo se reconocen organismos protándricos, los cuales en su primera etapa de vida son machos y luego cambian a hembras. Un grupo muy conocido con este comportamiento son los robalos, familia Centropomidae. Por el contrario, el hermafroditismo protogíneo ocurre en aquellas especies de peces que inicialmente son hembras y que en un momento de su vida cambian a machos. Entre este grupo se puede mencionar a las cabrillas, familia Serranidae, los peces loro, familia Scaridae y los peloteros, familia Labridae (Lagler y col., 1984).

La organización de la gónada de los peces es muy variada, por lo que es interesante observar su forma y particularidades a nivel macroscópico, en donde también puede determinarse su madurez gonádica mediante la observación física de la forma, tamaño y aspecto de las gónadas (Nikolsky, 1963); sin embargo, a este nivel los criterios, aunque útiles, no consideran la imagen microscópica. Esta también es importante, pues en una gónada no todos los elementos celulares son germinales y los germinales en ciertas condiciones no representan un gameto potencial.

Otra importancia de conocer la estructura microscópica de las gónadas, radica en que este órgano no está exento de desarrollar diversas alteraciones como respuesta a eventos internos o externos, y que sólo pueden ser destacados y definidos desde el punto de vista histológico. Al analizar histológicamente el testículo de los teleósteos se ha descubierto un hecho muy interesante y es que, aunque en todos existen cistos, la



manera en que estos se organizan no es igual, pudiéndose distinguir dos tipos básicos: el lobular y el tubular según Rodríguez (1992).

El tipo lobular o cístico, es típico de los teleósteos, está compuesto de numerosos lóbulos, que se encuentran separados unos de otros por una delgada capa de fibras de tejido conectivo. Cuando se da la espermatogénesis y la espermiogénesis, los cistos se expanden y habitualmente se rompen, liberando el esperma dentro del lumen lobular, el cual se continúa con el conducto espermático.

El tipo tubular está restringido al grupo ateriniforme. En este caso no existe lumen, y los cistos migran durante su diferenciación desde una terminación ciega próxima a la túnica albugínea hasta el conducto eferente. Esto quiere decir que en este tipo de organización las espermatogonias se localizan en las partes profundas, vecinas al conducto eferente. Esta distribución, restringida a las espermatogonias es la que ha servido de base para que Grier (1981) llame a este testículo como de tipo espermatogonial restringido.

En el caso de la gónada femenina, en los peces tenemos que se origina a partir de repliegues peritoneales, en los cuales están inmersas las células más primitivas de la estirpe del ovocito: las ovogonias. Estos repliegues son conocidos como pliegues ovígeros y a su vez se encuentran rodeados por una cubierta conjuntiva, que bien puede denominarse túnica albugínea. El ovario es hueco y el lumen está revestido por un epitelio que ha sido identificado como germinal.

Una de las adaptaciones que asegura la continuación de las especies de peces es el tipo de desarrollo que presenta la gónada de las hembras. En la mayoría de los peces, que tienen una sola puesta en su vida y que es seguida por la muerte, el ovario de la hembra tiene un desarrollo sincrónico, esto es, los ovocitos tienen el mismo grado de madurez (Evans, 1993). En el desarrollo sincrónico por grupos, se reconocen 2 estadios diferentes de maduración, en el primero se observan ovocitos maduros destinados a ser expulsados. El segundo grupo, se distingue por la presencia de ovocitos con muy poca



cantidad de vitelo e inmaduros, estos constituyen la reserva para la próxima temporada de desove. Estos peces generalmente desovan una vez al año. Sin embargo, como una estrategia para el ambiente, los peces mejor adaptados reproductivamente, son los que presentan un desarrollo asincrónico, en el cual el ovario aloja ovocitos en diferentes estadios de desarrollo, la ovulación y el desove ocurren a través de una larga etapa reproductiva y generalmente varias veces en la misma estación (Rodríguez, 1992).

Con lo anteriormente expuesto, queda claro que uno de los criterios más sobresalientes, con base a los cuales se puede valorar la condición reproductiva de peces, es el histológico, ya que a este nivel se evalúan, corroboran y complementan algunas de las observaciones realizadas macroscópicamente (Rodríguez, 1992).

Dentro de los estudios biológicos, recientemente se ha visto la necesidad de conocer la composición y la ecología trófica de los peces, ya que la ictiofauna presenta una amplia gama de hábitos alimenticios, así como una gran variedad de tipos alimenticios. Estos se basan en la naturaleza del alimento ingerido y se pueden diferenciar en 3 categorías: herbívoro, carnívoro y omnívoro. Los tipos alimenticios pueden cambiar en una misma especie, de acuerdo a las condiciones hidrológicas y estacionalidad de la localidad, así como la edad y el sexo (Prejs y Colomine, 1981).

Los estudios de los tipos alimenticios de peces son importantes por diversas razones: a) indican las relaciones tróficas de las diferentes especies e indirectamente un aspecto de flujo energético, b) permiten determinar relaciones ecológicas de depredador-presa y consumidor-productor, lo cual es especialmente valioso cuando existen en el ambiente otros grupos de importancia ecológica y c) proveen información sobre las relaciones ecológicas antes mencionadas, entre las especies estudiadas, lo cual nos ayuda a tener una mejor interpretación de la dinámica general (Yañez-Arancibia, 1975).

Los estudios sobre los hábitos alimenticios de peces son igualmente importantes para entender completamente el papel funcional de éstos en los ecosistemas acuáticos. Estudios en este campo han resuelto los papeles del reparto del hábitat, de acuerdo a



los hábitos alimenticios en la estructura de la comunidad. Las estrategias usadas por diversos grupos de animales en la obtención de sus alimentos son de constante interés en los estudios ecológicos y sistemáticos (Gillam, 1993).

Es por todas estas razones que el conocimiento de la biología íctica de los seres vivos del Golfo de México es importante, ya que estos estudios sirven como base para otros de carácter ecológico, sobre aprovechamiento que permita planear, utilizar y reglamentar el uso de los recursos pesqueros, fomento de pesquerías, piscicultura y pesca deportiva.

Y es aquí dentro de las zonas costeras del Golfo de México donde podemos encontrar miembros de la familia Engraulidae (Anexo), conocidos comúnmente como anchovetas o anchoas, están considerados como los peces pelágicos de cardumen más abundantes; son peces que se encuentran preferentemente en aguas costeras tropicales. Principalmente son marinos, pero son muy abundantes en las aguas estuarinas, e incluso algunas especies llegan a explorar el medio dulceacuícola. Esta familia comprende 16 géneros y 139 especies, de las cuales 17 se pueden encontrar en agua dulce (Nelson, 1994; Mc Eachran y Fechhelm, 1998). Algunas especies de engráulidos constituyen una importante riqueza, particularmente en aguas costeras representando un importante recurso económico para diversos países (Castro-Aguirre, 1978; Hoese y Moore, 1998; Álvarez del Villar, 1970), como es el caso de *Engraulis ringens* la anchoveta peruana, *Cetengraulis edentulous* en el Oriente de Venezuela y *Engraulis mordax* o anchoveta norteña en el noroeste de México (Flores, 1987).

La familia Engraulidae, para las costas del Golfo de México y Mar Caribe Mexicano, se encuentra representada por 9 especies, incluidas en cuatro géneros. Las especies son: *Anchoa cayorum*, *A. lamprotaenia*, *A. lyolepsis*, *A. cubana*, *A. hepsetus*, *A. mitchilli*, *Anchoiella perfasciata*, *Cetengraulis edentulous* y *Engraulis eurystole* (Hernández, 1987; Ocaña y col, 1987; Farooqui y col. 1995; Perdomo, 1996; Mc Eachran y Fechhelm, 1998; Sanvicente y col., 1999).



Wang y Kenehan (1979), señalan que algunas especies de engráulidos, por tener altos índices en abundancia, también son consideradas como valiosas, entre las que destaca *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758), la cual tiene una distribución muy amplia, ubicándola principalmente como especie costera.

Esta especie tiene un papel importante en la cadena alimentaria de las lagunas y zonas costeras, como forraje para peces de valor comercial y recreativo (Bigelow y col., 1963; Olney, 1983; Vouglitois y col, 1987). Además, por su talla pequeña no parecen tener importancia como alimento para el hombre, aunque si es muy probable que se les capture para utilizarlas como carnada (Bigelow y col., 1963; Reséndez-Medina, 1991). Vega-Cendejas y col., (1997), mencionan que también, de manera local, se les puede consumir secas y saladas como botana.

En general, en México se ha encontrado poca información sobre *A. hepsetus*, a pesar del papel tan importante que se le ha acreditado, poco se sabe de su biología. Por lo que en este estudio se pretende contribuir al conocimiento de algunos aspectos biológicos de la especie mencionada.



II. ANTECEDENTES.

Desde que Hildebrand (1943) hizo una revisión de las anchovetas americanas, ningún otro estudio sistemático de tal magnitud, ha sido realizado de esta importante familia en el Este de Norte América (Daly, 1970). Sin embargo, existen algunos trabajos que contribuyen a la identificación taxonómica y ecológica de las especies de engráulidos en el norte del Golfo de México, como los de Daly (1970); Lippson y Moran (1974); Jones y col. (1978); Castro-Aguirre (1978); Fahay (1983); Robinete, 1983; Faroqui y col. (1995); Hoese y Moore (1998); Mc Eachran y Fechhelm (1998).

Algunos otros trabajos se han enfocado a diversos aspectos de la biología de los engráulidos, tal es el caso de Abarca-González (1986), quien hizo un estudio de algunos aspectos biológicos de anchovetas, en el Estuario de Tecolutla, Veracruz. Mientras que de la Rosa Rojas (1986), hace su contribución a la biología del engráulido *Anchoa mitchilli*. Por otro lado, Iniestra-Gómez y Moreno-Alcuri (1991), estudiaron la alimentación, reproducción y abundancia de los engráulidos, durante la fase adulta en sistemas lagunares de Veracruz. En trabajos como los de Reséndez-Medina y Kobelkowsky-Díaz (1991), se observa que los engráulidos son una de las familias más comunes en los sistemas lagunares estuarinos del Golfo de México.

En México se encuentra poca información sobre *Anchoa hepsetus* y poco se sabe de su ciclo de vida, así como de su dinámica poblacional. Hasta el momento son pocos los trabajos que se han reportado, entre ellos están los de: Sánchez (1981), Yáñez (1985) y Yáñez y col. (1985), quienes han estudiado las poblaciones de peces en la plataforma continental y Sur del Golfo de México. Reportan para estas zonas la presencia de *Anchoa mitchilli*, *Anchoa lamprotaenia*, *Anchoa hepsetus*, *Anchoa lyolepsis* y *Centengraulis edentulus*, dando datos sobre su abundancia, explotación, distribución, frecuencia, potencialidad y aprovechamiento, sobre todo para las últimas tres especies.



Bravo y Yánez (1979), realizaron un análisis estructural de las comunidades de peces en la Boca de Puerto Rea, Laguna de Términos, Campeche. Establecieron que *Anchoa* sp., *Anchoa hepsetus* y *Anchoviella* sp., se comportan como componentes comunitarios ocasionales de los sistemas estudiados y los consideran como consumidores de primer orden.

Olvera y Cid (1983), indican la presencia de *Anchoa cubana*, *Anchoa hepsetus* y *Cetengraulis edentulus* en las costas de Yucatán, en el área aledaña a las costas de Celestún, señalando además que estas especies están consideradas como recursos pesqueros potenciales, los cuales pueden llegar a constituir pesquerías que ofrezcan posibilidades de diversificar la pesca en esa región, ya que a la fecha la explotación es a nivel regional e incide sobre larvas y juveniles, vendiéndose el producto secado y salado en forma de charal o como harina de pescado.

Hernández (1987), realizó un estudio comparativo del desarrollo larval de algunas especies de engráulidos, en las que incluye a *A. hepsetus*. Ocaña-Luna y col. (1987), investigaron la distribución y abundancia de huevos de *A. hepsetus*, entre otros engráulidos, de la Laguna de Términos, mientras que Perdomo (1996), aportó información sobre algunos aspectos de su ecología trófica.

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



III. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL:

- ✱ Analizar los aspectos biológicos: escamas, aletas, otolitos, vejiga gaseosa, gónadas, relación peso longitud y tipos alimenticios de *Anchoa hepsetus* en la zona costera de Playa Villa Rica, Veracruz.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✱ Describir morfológicamente tanto estructuras externas: escamas y aletas como internas: otolitos; vejiga gaseosa y gónadas.
- ✱ Determinar el sexo y estadio de madurez de los organismos.
- ✱ Analizar macro y microscópicamente las gónadas.
- ✱ Determinar la relación peso-longitud.
- ✱ Determinar los tipos alimenticios del pez.



IV. ÁREA DE ESTUDIO.

El estudio sobre la *Anchoa hepsetus*, fue realizado en la localidad de Villa Rica (Fig. 1), situada a los 19° 40' 45" latitud norte y a los 96° 23' 30" longitud oeste. Pertenece al municipio de Actopan, del estado de Veracruz, por lo que forma parte de la llanura costera del Golfo de México.



Fig. 1. Mapa de ubicación de Playa Villa Rica, Veracruz, México.

El clima es de tipo Aw, de acuerdo al sistema de clasificación climática de Köppen y modificado por García, el cual se caracteriza por ser cálido subhúmedo, con régimen de lluvias en verano (Travieso, 2000). El promedio de precipitación anual es de 1,300 mm, marcándose dos estaciones (seca y húmeda); la temperatura anual promedio es de 24 °C (Infante y col., 2003 y Herrera y col., 2003). En la región hay dominancia de vientos del norte hacia el oeste (INEGI, 1984).



Esta zona se caracteriza por presentar playas arenosas con gran cantidad de dunas y lagunas costeras (Molina-Herrera y col.,2003), algunas de ellas no tienen salida y permanecen quietas, conservando su naturaleza de agua dulce, tal es el caso de las lagunas El Farallón y El Llano. En la parte norte de Villa Rica, se encuentran Laguna Verde y Laguna Salada. Explorando los alrededores de la playa de Villa Rica, podemos encontrar La Piedra, El Turrón, El Morro, Los Muñecos, Punta Delgada, entre otros arrecifes y farallones.

La población más cercana de Villa Rica es el Viejón. En este punto geográfico se dividen dos provincias fisiográficas y existe un angosto camino de terracería, que sube un peñón conocido como el Cerro de los Metates y al pie de éste se encuentra el cementerio prehispánico del mundo totonaco: Quiahuiztlán.

La playa de Villa Rica (Fig. 2), es de superficie irregular, con aproximadamente 500 mts de largo, la cual se interrumpe al empezar el litoral rocoso compuesto por rocas de origen volcánico en su forma de andesitas, tobas y areniscas. Estas últimas se han depositado en el mar de forma aislada, debido a derrumbes de montañas adyacentes. Esta área es considerada como estribaciones de la Cordillera Neovolcánica.



Fig. 2. Playa Villa Rica, Veracruz.



De manera general, se puede decir que el Sistema de Playa Villa Rica, Veracruz, muestra un claro patrón de zonación. Así se puede observar que ésta se divide en tres áreas, la cual se refleja en el tipo de vegetación.

La primera zona (0-100 mts) se conforma por la playa y dunas embrionarias o predunas, la cual presenta un suelo arenoso con partículas de 0.1 mm de diámetro, vegetación inexistente en la playa y plantas que son pioneras en los procesos de sucesión forestal.

La segunda zona (100-400 mts) abarca los cordones litorales, los cuales se caracterizan por presentar tipos de ambientes conformados por tres crestas y dos hondonadas. Las dos crestas más altas están cubiertas por vegetaciones arbustivas y arbóreas; mientras que la de menor altura presenta vegetación que indica que allí existió un bosque de selva baja tropical. El ambiente de la hondonada está formado por dos áreas, cubiertas de vegetación de tipo herbácea. El hecho de que la primera hondonada esté ubicada por debajo del nivel del mar, propicia un ambiente que favorece el desarrollo de especies vegetales, tales como *Cyperus elegans*, típica de humedales.

La tercera zona (400-500 mts) tiene una topografía que permite la inundación por parte de la laguna El Llano, la cual unido a las propiedades del suelo, permite el mantenimiento del bosque del manglar, compuesto por *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*. El suelo de esta área presenta un alto contenido de materia orgánica y presencia de carbonatos (Herrera y col., 2003).



V. METODOLOGÍA.

TRABAJO DE CAMPO

Para la obtención del material biológico, se realizaron 8 salidas de campo durante los meses de diciembre 2005, enero-junio y noviembre de 2006, a la zona costera de Playa Villa Rica, Veracruz. Sin embargo solamente se encontraron organismos en los meses de enero-marzo y noviembre del 2006.

Los organismos se colectaron con un chinchorro playero de 14 mts de largo, 1.5 mts de altura y luz de malla de 0.5 pulgadas. El material obtenido se preservó con formol al 10% y se colocó en frascos de plástico, con todos los datos pertinentes a la colecta, para su posterior traslado al laboratorio de Zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

TRABAJO EN LABORATORIO.

En el laboratorio los peces se lavaron con agua corriente, para quitar los excesos de formol y se preservaron en alcohol al 70%. Posteriormente se determinaron a nivel específico, empleando literatura especializada (Álvarez del Villar, 1970; Fischer, 1978; Hildebrand; 1943; Hoese y More 1998; Castro y col, 1999). A los organismos obtenidos se les tomaron las medidas morfométricas de longitud total (mm), longitud patrón (mm), longitud cefálica (mm) y altura del cuerpo (mm) con la ayuda de un ictiómetro convencional con +/- 0.5 mm de precisión. Además, se obtuvo el peso total de los organismos, mediante el uso de una balanza analítica tipo sartorius, con cuatro dígitos después del punto decimal.

Posteriormente se realizó una descripción externa de los organismos. Para esto se procedió de la siguiente manera: se seleccionaron los ejemplares mejor conservados y se les extrajeron escamas de cada una de las partes, anterior, media y posterior del cuerpo, las cuales se colocaron entre dos portaobjetos, luego se observaron en un microscopio óptico y se les tomaron fotografías con una cámara digital Cyber-shot,



modelo DSC-P73 4.1 mega píxeles de resolución, montada en un microscopio estereoscópico marca Nykon SMZ-10A.

Para realizar la descripción de las aletas y de algunas otras estructuras esqueléticas, se procedió a realizar la técnica de transparentación, con la finalidad de ver las estructuras óseas sin problemas.

Una vez terminada la técnica se procedió a observar la presencia, forma y posición de cada una de las aletas, después se observaron en un microscopio estereoscópico para determinar sus fórmulas radiales y posteriormente se tomaron fotografías con una cámara digital Cyber-shot, modelo DSC-P73.

Para la descripción interna se procedió a la extracción de los otolitos. Para ello se levantó el opérculo y se localizó la cámara ótica, una vez detectada se rompió empleando pinzas de punta fina del número 5 y agujas de disección, todo ello bajo la observación de un microscopio estereoscópico. Posteriormente, se obtuvieron los otolitos con la ayuda de pinzas, ubicando la posición de las caras, tanto interna como externa. Las estructuras fueron fotografiadas con una cámara digital Cyber-shot, modelo DSC-P73 montada en un microscopio estereoscópico. La descripción de lo otolitos (sagita) se estandarizó mediante la elaboración de una ficha descriptiva según Mascareñas y col. (2003).

Posteriormente a los organismos se les realizó una disección, para lo cual se efectuó una incisión longitudinal, desde el mentón hasta el ano, 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 y de las gónadas, se procedió a observarlas en un microscopio estereoscópico y posteriormente se tomaron fotografías con una cámara digital Cyber-shot, modelo DSC-P73.

A las gónadas se les aplico la técnica histológica (Ver anexo) propuesta por Garrido y Cornejo (2000), mediante un método de inclusión en parafina para diagnóstico rápido



por medio de microondas. Los cortes histológicos se montaron en resina sintética, para posteriormente poderlos observar al microscopio óptico marca MOTIC modelo BI-223A. Se buscaron los mejores campos para tomar microfotografías a diferentes aumentos (10X, 40X y 100X) con una cámara modelo Moticom 2000 2.0 mega píxeles y de esta manera poder describir los diferentes estadios celulares.

Para la determinación del sexo y madurez gonádica, se abrieron la mayoría de los organismos y se extrajeron las gónadas, a las cuales se les cortó una pequeña fracción para observarlas al microscopio óptico por medio de la técnica de squash, descrita por Gaviño de la Torre y col. (1996). Las muestras se observaron al microscopio óptico para determinar el sexo de cada organismo; la madurez gonádica se calculó con base a la escala propuesta por Nikolsky (1963) en (Rodríguez, 1992). La proporción de sexos se calculó de manera general, para la especie, por medio de la siguiente relación:

No. de hembras / No. de machos

Relación Talla-Peso.

La relación peso (g) - longitud (mm) se calculó mediante la ecuación de Le Creen (1951) en Bagenal (1978), expresada matemáticamente como una función de peso (g) contra la longitud (mm), según la ecuación:

$$W = aL^b$$

Donde:

W= Peso en gramos

L = Longitud en milímetros.

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.



Análisis del tracto digestivo.

Se hicieron disecciones con la finalidad de retirar el tracto digestivo, para ésto se colocó a cada uno de los organismos en una charola de disección y se hizo una incisión longitudinal (cortando a nivel del esófago inmediatamente por detrás de la cavidad branquial, hasta la altura de la terminación del ano), con tijeras de punta fina. Después se removió el tubo digestivo de la cavidad abdominal, usando agujas de disección y pinzas de relojero. El contenido estomacal fue depositado en cajas Petri con agua destilada, con el fin de evitar su desecación.

El análisis alimenticio se efectuó a partir del contenido estomacal con tipos alimenticios identificables, los cuales se separaron empleando un microscopio estereoscópico Nykon SMZ-10A, el método de análisis empleado fue el de frecuencia de ocurrencia.

El análisis de frecuencia de ocurrencia estima el porcentaje de aparición de un alimento determinado, se registra el número de estómagos examinados (Hyslop, 1980), esto es expresado en la siguiente fórmula:

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

En 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.



VI. RESULTADOS.

POSICIÓN SISTEMÁTICA DE LA ESPECIE.

La siguiente ordenación sistemática es de acuerdo a los criterios de Hildebrand (1943), Hildebrand y Carvalho (1948), para categorías genérica y específica, así como los de, Nelson (1994), y Mc Eachran y Fechhelm (1998) para categorías supragenéricas.

FILO: Chordata

SUBFILO: Vertebrata

SUPERCLASE: Gnathostomata

CLASE: Actinopterygii

DIVISIÓN: Teleostei

SUBDIVISIÓN: Clupeomorpha

ORDEN: Clupeiformes

FAMILIA: Engraulidae

GÉNERO: *Anchoa* (Jordan and Everman, 1927)

ESPECIE: *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758)



DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Anchoa hepsetus

Conforme a los resultados de este estudio, se observó que *Anchoa hepsetus* es un organismo dioico, que carece de dimorfismo sexual. El cuerpo de este pez es fusiforme, poco comprimido. Tiene el hocico puntiagudo; los ojos son muy grandes, abarcan una tercera parte de la longitud cefálica y un tejido adiposo los cubre completamente (Fig. 4); el maxilar es demasiado largo y puntiagudo en su parte posterior, alcanza el margen del opérculo.

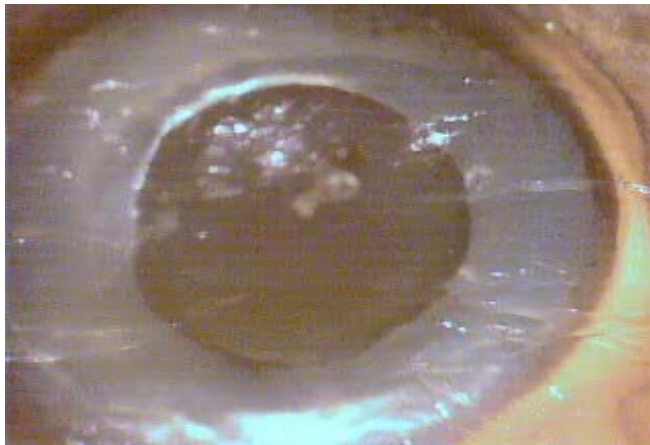


Fig. 4. Se observa como el tejido adiposo recubre el ojo.

Las aletas de este pez son todas blandas; las pectorales están implantadas cerca del perfil ventral y presentan de 13 a 17 radios. Las aletas pélvicas están ubicadas en posición ventral y se encuentran equidistantes entre las pectorales y la anal. Cada una de estas aletas tiene 7 radios. La aleta anal es bastante corta, presenta de 18 a 24 radios y comienza al nivel de los últimos radios de la dorsal. La aleta dorsal tiene de 14 a 17 radios, se origina entre la mitad del ojo y la base de la caudal. La aleta caudal es bifurcada (Fig 5).



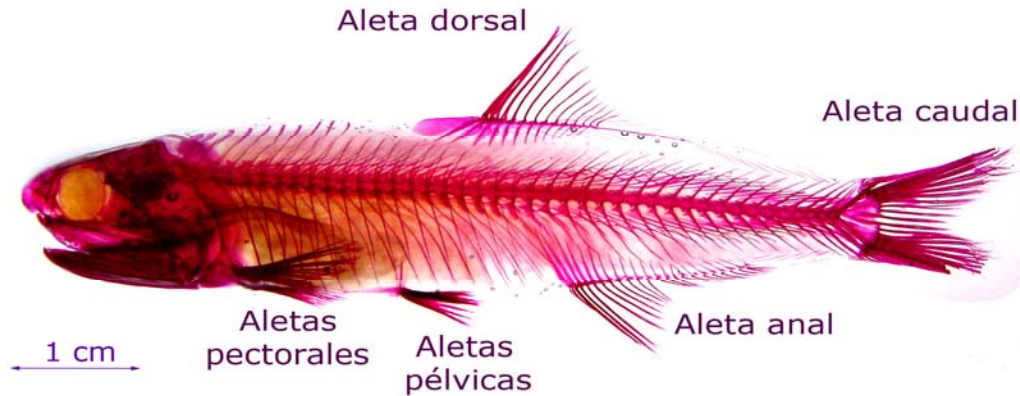


Fig. 5. Posición de las aletas de *Anchoa hepsetus*.

El cuerpo de *Anchoa hepsetus* está cubierto por escamas de tipo cicloideas. La forma de las escamas varía dependiendo de la región en la que se encuentren. Las escamas de la parte anterior (Fig. 6 A) y media (Fig. 6 B) tienen forma de media luna y en ellas se observa que la región posterior es convexa, mientras que la región anterior presenta tres lobulaciones conspicuas. La escama posterior (Fig 6 C) tiene forma de estrella y tanto su parte anterior como posterior presentan una lobulación bien delimitada en la parte central de la escama. Todas las escamas carecen de anillos concéntricos bien definidos; sin embargo presentan bastantes radios dispersos, que van desde la periferia hacia el foco central, pero éstos sin un patrón específico. La mayoría de las escamas presentan manchas de pigmento, sin un patrón definido, presentándose con mayor evidencia en las escamas de la región central.

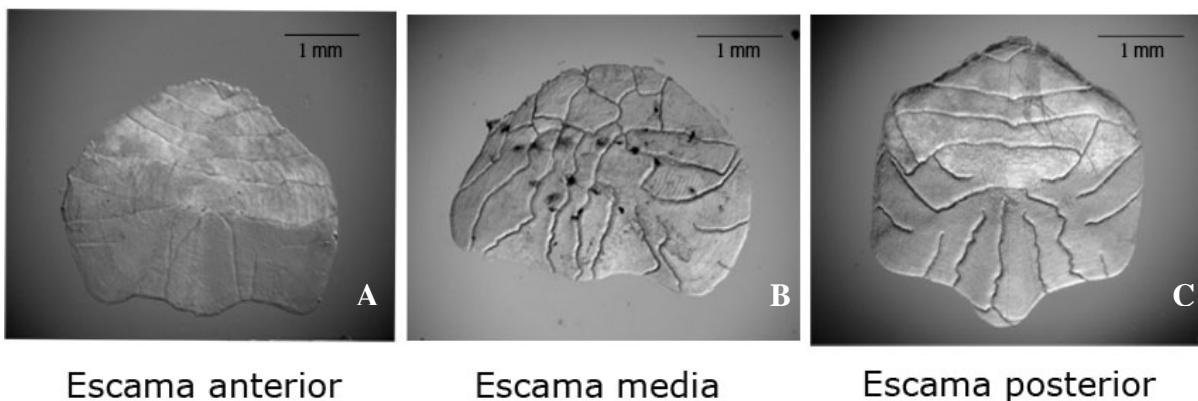


Fig. 6. Microfotografías de escamas de la región anterior, media y posterior de *Anchoa hepsetus*.



El número de escamas, en una serie longitudinal es de 37 a 43. El número de branquiespinas es de 34 a 44. La coloración de *Anchoa hepsetus* en vivo, es café tenue con una banda brillante de color plateado que se extiende a lo largo del cuerpo; presenta pigmento oscuro sobre el cerebro y la parte superior de cada órbita, así como dos manchas ovales sobre la nuca. Las aletas tienen una pigmentación de color negro en las puntas de los radios.

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE ÓRGANOS INTERNOS.

OÍDO INTERNO.

Los otolitos en los peces son parte del oído interno o laberinto membranoso. Cada uno de los dos laberintos se encuentra próximo al cerebro y están protegidos por los huesos craneales.

Anatómicamente los laberintos membranosos están compuestos de tres cámaras: utriculus, saculus y lagena, que contienen a los otolitos: lapillus, sagita y asteriscus, respectivamente 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.

Normalmente la sagita es el otolito de mayor tamaño y por esta razón es el que siempre se utiliza en la determinación de la edad e identificación (Fig. 7).



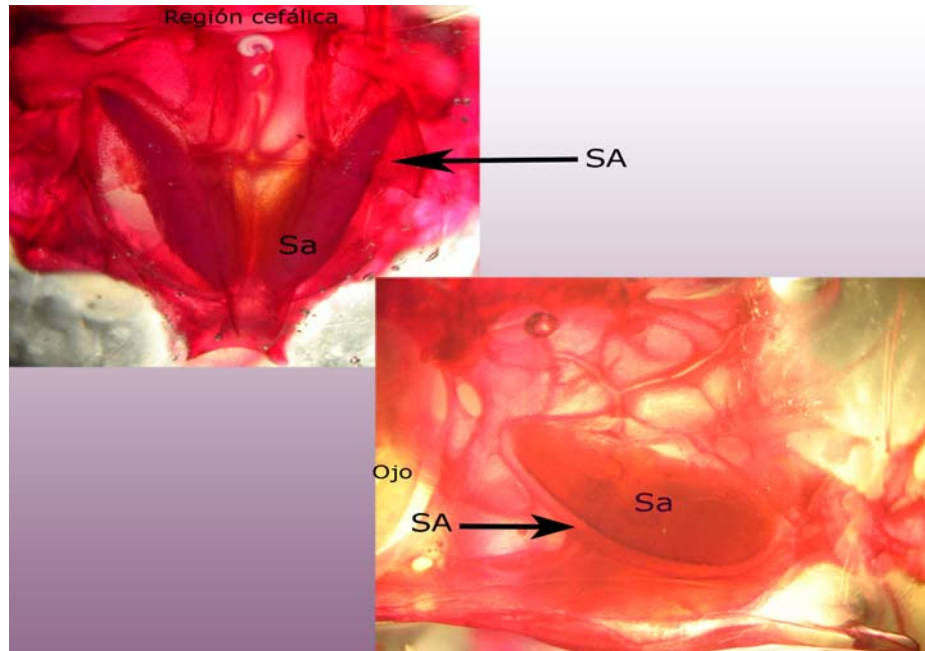


Fig. 7. Se muestra una microfotografía de la cámara ótica de *Anchoa hepsetus*. En la microfotografía superior-izquierda, la cámara ótica se encuentra descubierta por la parte dorsal y la región cefálica se encuentra dirigida hacia arriba. En la microfotografía inferior-derecha, la parte cefálica o anterior de la cámara está dirigida hacia la izquierda y la parte dorsal hacia arriba. Saculus (Sa) y sagita (sa).

SAGITA.

Estos otolitos son de forma ovulada (Fig. 8), con una hendidura que delimita el rostro del antirrostro. Su ornamentación en el borde dorsal es irregular mientras que en el borde ventral es de tipo cincuado. El margen posterior es redondeado, mientras que en el margen anterior se presentan dos proyecciones que dan lugar al rostro y al antirrostro. El rostro es grande, ancho y forma un pico en la parte terminal. El antirrostro es demasiado pequeño, ancho y su terminación es redondeada. El sulco acústico es de tipo heterosulcoide, ostial. El ostio es deltoide, ovalado, alongado, hacia su parte posterior cierra bruscamente para dar lugar a la cauda y hacia su parte anterior se continúa hasta la parte del rostro. La depresión areal tiene forma ovalada, con las paredes bien marcadas. La cisura es estrecha y anterodorsal, en forma de V. La cauda es recta, profunda, ensanchada en la última sección y ligeramente encorvada hacia el borde ventral. Tanto la crista superior como la crista inferior están bien desarrolladas en todo el sulco. Presentan concreciones calcáreas que se localizan en diferentes lugares de la cara externa.



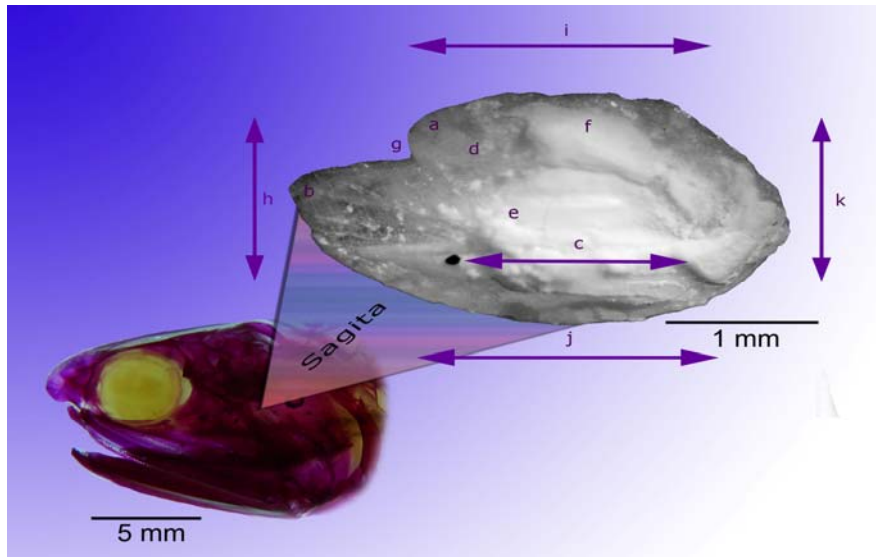


Fig. 8. Microfotografía de la sagita (cara interna del lado derecho). a:antorrostro; b:rostro; c:sulcus; d:ostium; e:cauda; f:depresión areal; g:excisura; h:borde anterior; i:borde dorsal; j:borde ventral; k:borde posterior.

VEJIGA GASEOSA.

La vejiga gaseosa de *Anchoa hepsetus* 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 en forma de bota. El diámetro de la región dirigida hacia la parte celómica es muy angosto y éste se va ensanchando conforme avanza hacia la región caudal. 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. 9).

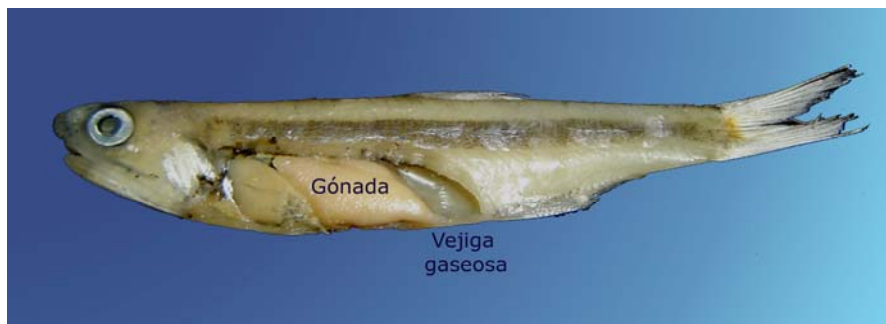


Fig. 9. Microfotografía de *Anchoa hepsetus*. Ubicación de la gónada y de la vejiga gaseosa.



GÓNADAS.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA.

Las gónadas de las hembras se localizan entre la vejiga gaseosa y el tracto digestivo. Son estructuras pareadas cuya forma y tamaño varía entre ellas. La derecha es más elongada que la izquierda, esta última tiene un mayor tamaño y la parte más ancha se encuentra orientada hacia la región anterior. Estas se fusionan en el extremo terminal para formar un corto oviducto que desemboca en el ano (Fig. 10).

Las gónadas de los machos se localizan por debajo de la vejiga gaseosa y por encima del tracto digestivo. La derecha suele ser más pequeña que la izquierda. Son estructuras pareadas, con morfología variable, en el extremo terminal se fusionan para formar un corto espermiducto que desemboca en el ano. A simple vista resulta posible apreciar los túbulos seminíferos (Fig. 10).

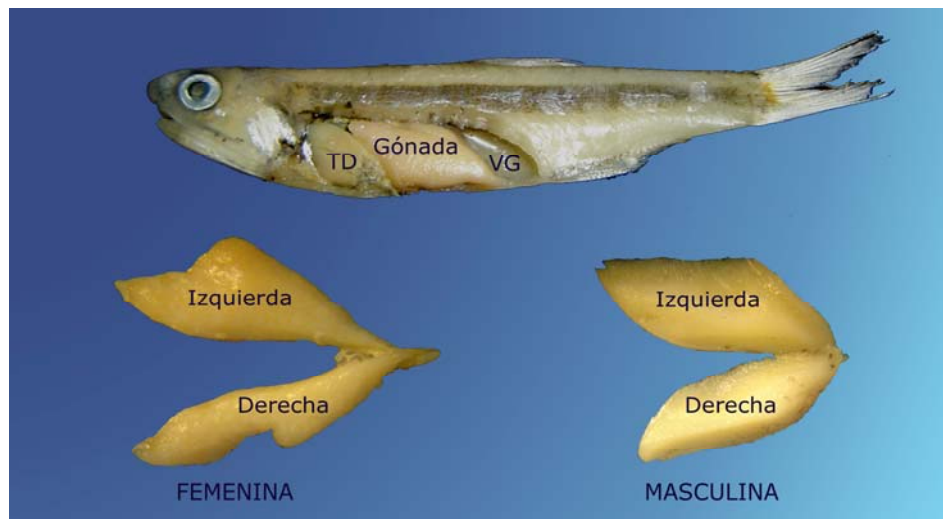


Fig. 10. La gónada se localiza entre la vejiga gaseosa (VG) y el tracto digestivo (TD). Abajo se observan dos pares de gónadas; femenina (izquierda) y masculina (derecha).

Macroscópicamente fue posible diferenciar a las hembras de los machos, ya que en las primeras, se pueden ver los ovocitos a través de la membrana ovárica y en los segundos, se observan los túbulos seminíferos. Microscópicamente se confirmó lo anterior.



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA.

HEMBRAS

Las gónadas de *Anchoa hepsetus* presentan un desarrollo de tipo asincrónico, ya que se observaron ovocitos en diferentes estadios de desarrollo (Fig. 11 y 12), con cambios a nivel nuclear y citoplasmático.

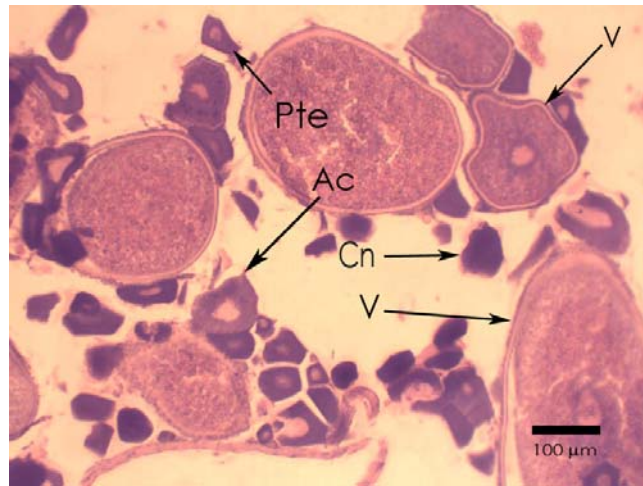


Fig. 11. Corte transversal en donde se aprecian ovocitos en diferentes grados de desarrollo: cromatina nucleolar (Cn), perinuclear temprano (Pte), alveolos corticales (Ac), vitelogénesis (V).

H-E.10 X, 5 μ.

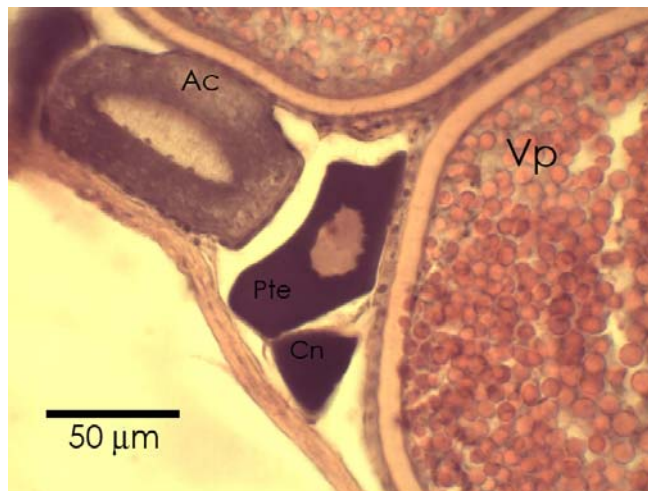


Fig. 12. Corte transversal en donde se aprecian ovocitos en diferentes grados de desarrollo: cromatina nucleolar (Cn), perinuclear temprano (Pte), alveolos corticales (Ac) y ovocito con vitelo proteínico (Vp). H-E. 40 X, 5μ.



Durante el desarrollo de los ovocitos se aprecian dos fases de crecimiento.

PRIMERA FASE DE CRECIMIENTO

Los ovocitos, en la primera fase de crecimiento, son también conocidos como previtelogénicos. Se caracterizan por ser de pequeño tamaño y no acumular vitelo en su interior. Se reconocen tres estadios en esta primera fase: cromatina nucleolar, perinuclear temprano y perinuclear tardío.

Cromatina nucleolar

Son células de tamaño muy pequeño, con forma triangular, presentan un citoplasma compacto muy afín a la hematoxilina. Tienen una delgada capa de citoplasma, y en esta etapa su núcleo no es sobresaliente (Fig. 13).

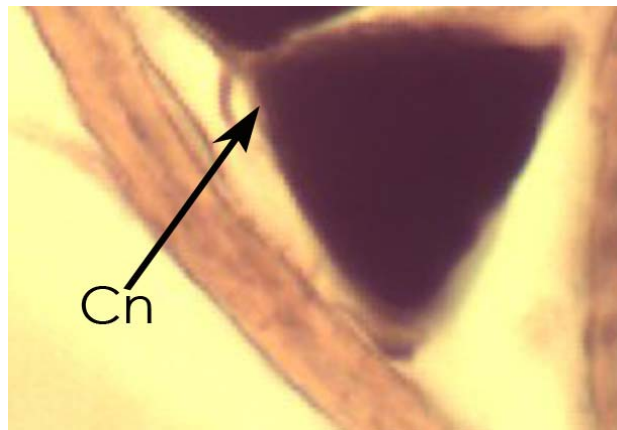


Fig. 13. Ovocito en estadio de cromatina nucleolar. Note su gran afinidad por la hematoxilina.

H-E. 40 X, 5 μ .

Perinuclear temprano

En este estadio el ovocito incrementa su tamaño; el citoplasma sigue siendo basófilo y carece de vitelo; el núcleo se hace muy aparente, ocupa aproximadamente el 40% de su superficie, por lo que es relativamente grande; los nucleolos son pocos y se distribuyen en su periferia (Fig. 14).



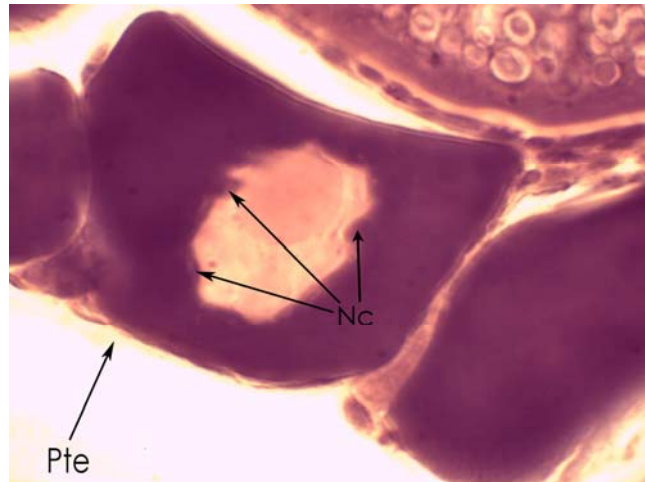


Fig. 14. Ovocito en perinuclear temprano. Nucleolos (Nc).
H-E. 100 X, 5 μ .

Perinuclear tardío

Los ovocitos en este estadio son menos basófilos que el estadio anterior (perinuclear temprano). Al final de este estadio todos los nucleolos ya se han colocado en la periferia del núcleo, tendiendo a ser homogéneos en tamaño. La capa folicular, alrededor del ovocito, empieza a ser aparente (Fig. 15).

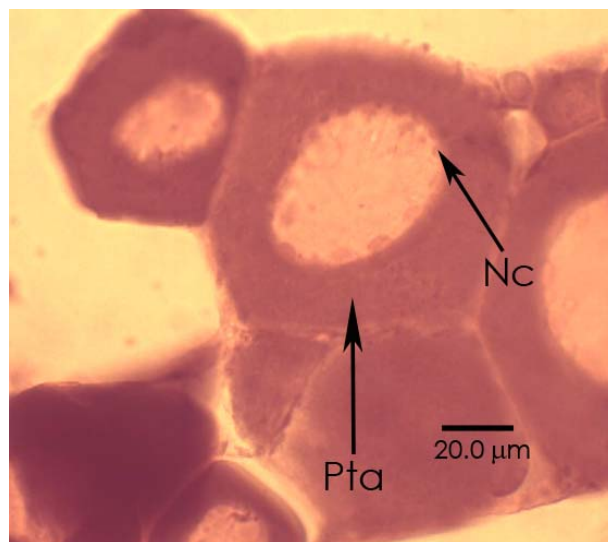


Fig.15. Ovocito en perinuclear tardío, donde comienzan a hacerse aparentes las células de la granulosa, pertenecientes a la capa folicular.
H-E. 40 X, 5 μ .



SEGUNDA FASE DE CRECIMIENTO

La segunda fase de crecimiento inicia con la aparición de los alveolos corticales, mismos que son el indicativo de que el proceso de vitelogénesis ha iniciado. Estos folículos son de mayor tamaño y van perdiendo su afinidad por la hematoxilina, tornándose menos basófilos; los alveolos son pequeños espacios en la periferia del citoplasma, que contienen glicoproteínas o mucopolisacáridos (Fig. 16). Es a partir de esta segunda fase que el núcleo recibe el nombre de vesícula germinal.

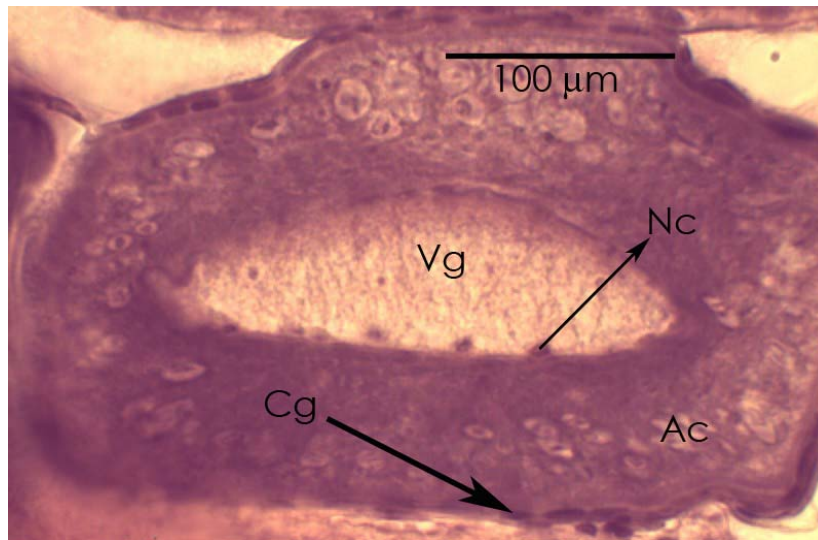


Fig. 16. Folículo con alveolos corticales (Ac).

Conforme va madurando el folículo, las capas que lo rodean se tornan más aparentes. A continuación se describen partiendo desde la capa interna hacia la externa: primeramente se encuentra el corion, que es una membrana gruesa y acelular que presenta una marcada afinidad por la eosina, tiñéndose de un color rosa claro. Siguiendo a esta capa se encuentra la zona radiata interna o de la granulosa, que presenta células ovales, con una gran afinidad por la hematoxilina, por lo tanto tienen un color morado intenso. Finalmente, la zona externa o teca, se caracteriza por presentar células aplanadas muy alargadas. (Fig. 17).



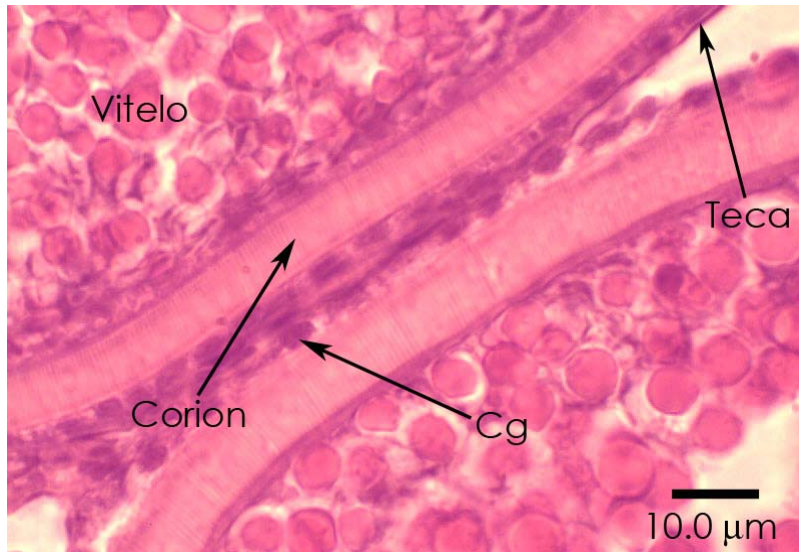


Fig. 17. Cada una de las capas que rodean al ovocito, presentan características tintóreas particulares. El corion se observa como un delgado cordón que rodea al ovocito. La teca presenta células alargadas. Células de la granulosa (Cg). H-E. 100 X, 5μ.

Vitelogénesis

Los ovocitos, al inicio de este estadio, son más o menos redondos, con un núcleo eosinofílico central. Los gránulos de vitelo invaden todo el citoplasma, en un inicio son incoloros, debido a que contienen principalmente lípidos y son completamente esféricos; conforme madura el folículo éste va cambiando de vitelo lipídico (Fig. 18) a vitelo proteínico (Fig. 19), por lo que las esferas se tiñen completamente de rosa.

Dentro de estos estadios, la capa de células de la granulosa se encuentra ya bien definida y el corion se hace más grueso.

Conforme el proceso vitelogénico avanza, muchos de sus glóbulos empiezan a fusionarse para formar zonas compactas de vitelo.



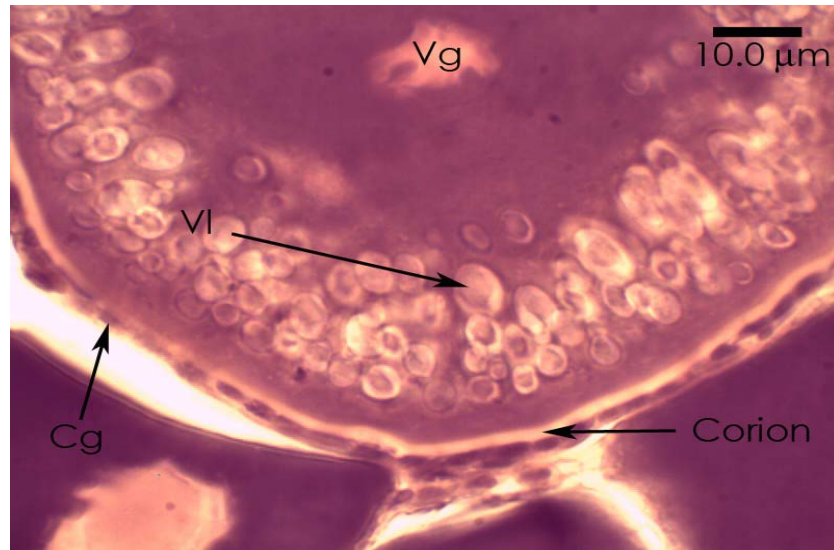


Fig 18. Ovocito en estadio vitelogénico. Note que los ovocitos han incrementado considerablemente su tamaño debido a la acumulación de glóbulos de vitelo lipídico (VI). H-E. 100 X, 5 μ .

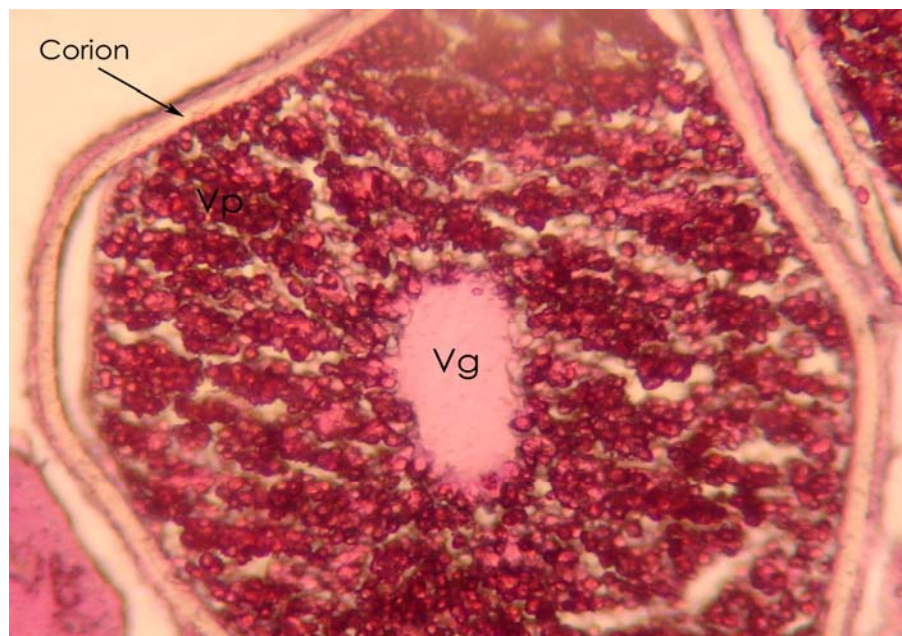


Fig 19. Ovocito en estadio vitelogénico.
Note la gran cantidad de vitelo proteínico.
H-E. 40 x, 5 μ .

Además de los estadios mencionados se reconocen otros subestadios.



Nucleolar migratorio y premaduración

Lo que ocurre en estos subestadios es que, la vesícula germinal migra del centro del ovocito hasta el polo animal (Fig. 20) por medio de movimientos ameboides y todavía es posible observar unos cuantos nucleolos poco basófilos. Los gránulos de vitelo migran hacia la periferia y su lugar va siendo ocupado por gotas de grasa o aceite.

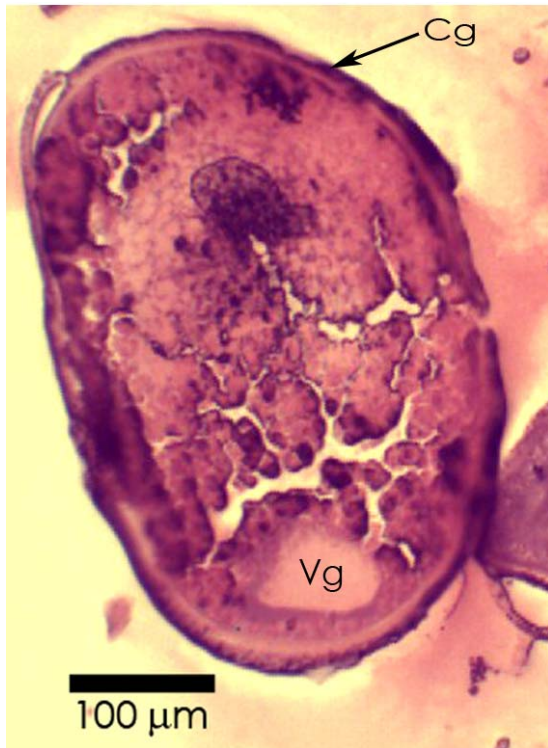


Fig. 20. La vesícula germinal ya ha migrado hacia el polo animal. Vesícula germinal (Vg), células de la granulosa (Cg). H-E. 10 X, 5 μ .

Huevo maduro

El ovocito puede ser clasificado como maduro una vez que la vesícula germinal ha desaparecido (Forberg, 1982).

El ovocito es ovulado y este es el paso final en la maduración del ovocito.

Atresia

Considerado como un proceso degenerativo normal, la atresia es una etapa que se presenta durante el desarrollo de los ovocitos de los teleósteos; en este caso, el núcleo desaparece al igual que los gránulos de vitelo, los cuales son reabsorbidos por las células de la granulosa, que poco a poco va invadiendo el lugar que antes ocupara el



citoplasma en los estadios tempranos. En el caso de los ovocitos que se encuentran en vitelogénesis, las células de la granulosa invaden el lugar de los gránulos de vitelo.

En las preparaciones no fue posible observar este estadio.

MACHOS

Externamente, el testículo se encuentra cubierto por una delgada capa denominada túnica albugínea, que está constituida por tejido conectivo laxo (Fig. 26).

Internamente se encuentra formado por lóbulos que son irrigados por vasos sanguíneos. Estos lóbulos están conformados por espacios circulares denominados cistos. Dentro de cada cisto es posible apreciar la línea espermatogonial, esto es desde las espermatogonias que se encuentran en la periferia del mismo, hasta los espermatozoides que se ubican en el centro del cisto. Cada uno de estos estadios presentan un tamaño variable y características citológicas particulares.

ESPERMATOGONIAS

Las espermatogonias son células grandes y redondas, tienen una ligera afinidad hacia la hematoxilina, tiñéndose de un color morado claro. Su núcleo, de forma redonda, tiene una afinidad ligeramente mayor hacia el colorante, que la que presenta el citoplasma. Estas células se encuentran hacia la periferia del cisto. (Fig. 21).

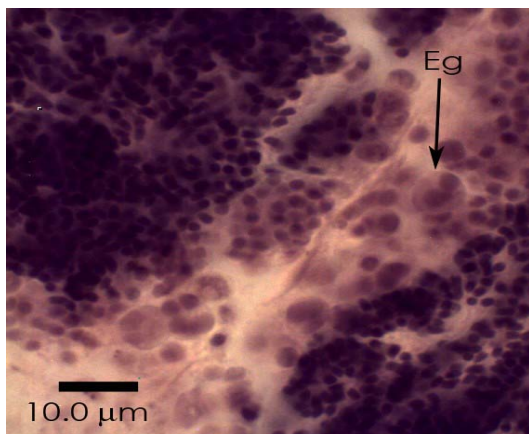


Fig. 21. Las espermatogonias, se encuentran hacia la periferia del cisto. Note su gran tamaño, con respecto a los otros estadios.

H-E. 100 X, 5μ.



ESPERMATOCITOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

La diferencia entre estos dos tipos celulares, aunque difícil de notar, está con base a su tamaño y su localización dentro del cisto, ya que además de que los espermatocitos secundarios son ligeramente más pequeños que los primarios, la posición que guardan dentro del cisto es más hacia el centro. Debido a su afinidad por la hematoxilina, estas células están teñidas de un color morado más intenso que el estadio precedente (Fig. 22). Es en el espermatocito secundario que se da la segunda división meiótica, dando origen a las espermatídes.

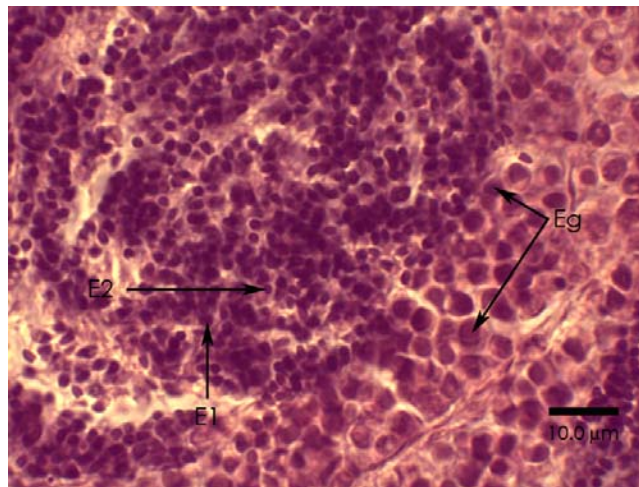


Fig. 22. Se muestran las espermatogonias (Eg), espermatocitos primarios (E1) y los espermatocitos secundarios (E2). H-E. 40 X, 5μ.

ESPERMÁTIDES

Las espermatídes se encuentran más hacia el centro del cisto presentan un menor tamaño que los espermatocitos secundarios y en ellas se incrementa ligeramente su afinidad hacia la hematoxilina, debido a la condensación de su núcleo (Fig. 23).

Estas células ya no tienen división celular, únicamente realizan el proceso de maduración o espermiogénesis con lo que se transforman en espermatozoides.





Fig. 23. Se muestran las espermátides, las cuales tienen un tamaño muy pequeño con respecto a los estadios anteriores. H-E. 40 X, 5μ.

ESPERMATOZOIDES

Las espermátides comienzan a sufrir cambios en su citoplasma, por lo tanto hay una diferenciación celular, transformándose en espermatozoides. Estos se encuentran ubicados en la parte central del cisto y por la condensación del núcleo se vuelven muy afines a la hematoxilina, por lo que se observan de un color morado intenso. La cabeza de los espermatozoides presenta una forma a manera de bala (Fig. 24). Por su pequeño tamaño no fue posible observar los flagelos claramente, sin embargo, se observa que estos están orientados hacia la parte central del cisto (Fig. 25).



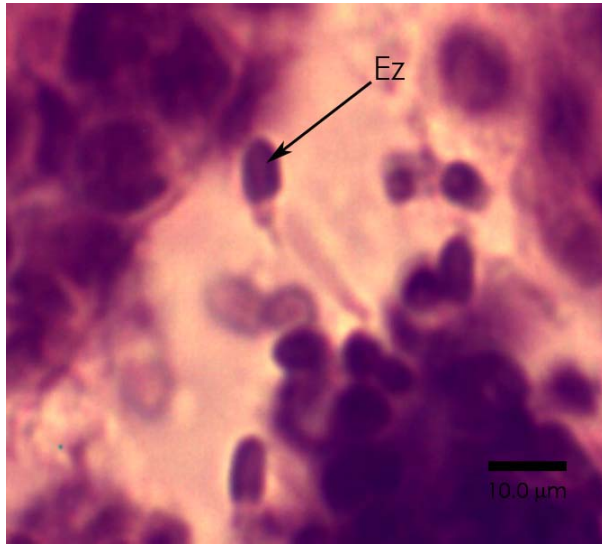


Fig. 24. Los espermatozoides se caracterizaron por que su cabeza presenta una forma de bala, se localizan en la luz del túbulo. H-E. 100 x, 5μ.

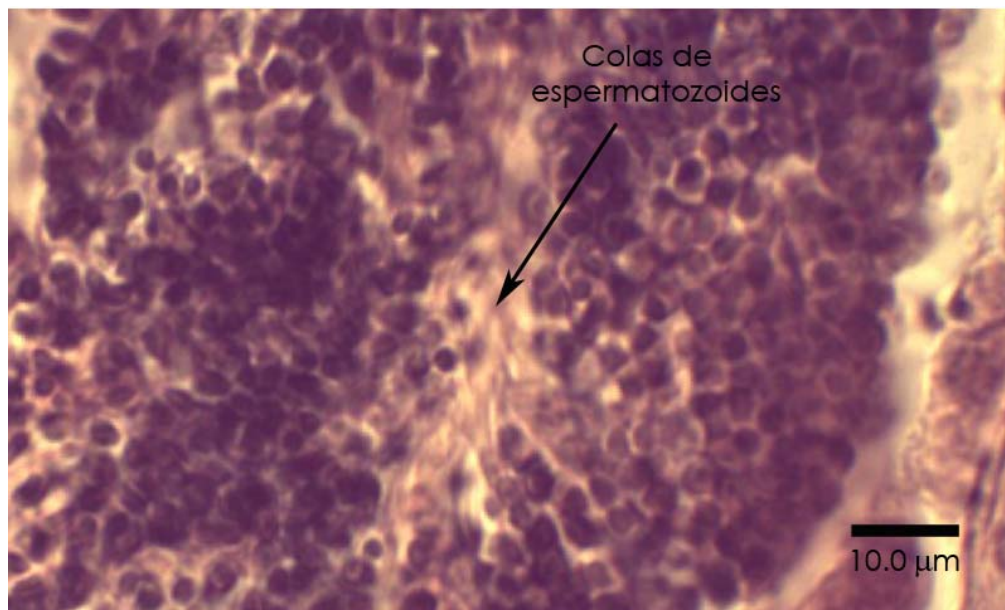


Fig. 25. Se puede observar como las colas de espermatozoides se encuentran orientadas hacia el centro del cisto. H-E. 100 X, 5μ.

Conforme la gónada madura, los cistos se llenan de espermatozoides (Fig. 26), hasta que finalmente se rompen y estos son liberados hacia el espermiducto.



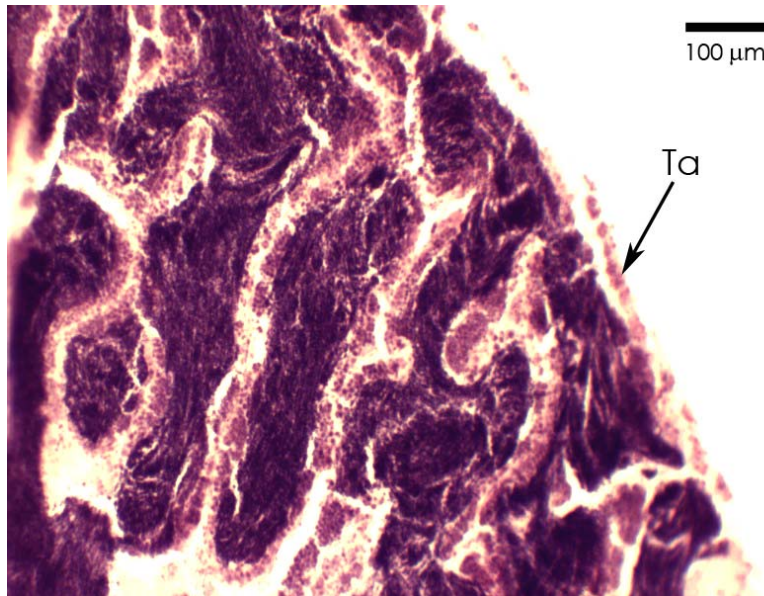


Fig. 26. Se observa un testículo maduro lleno de espermatozoides que se vuelven muy afines a la hematoxilina. Los cistos, una vez maduros, comienzan a romperse gradualmente. H-E. 10 X, 5 μ .



PROPORCIÓN SEXUAL Y MADUREZ GONÁDICA.

Se analizaron un total de 126 organismos para determinar la proporción sexual y madurez gonádica de *Anchoa hepsetus*.

La proporción sexual mostró una relación de 1:1.8. Las hembras fueron las que dominaron con un total de 81 organismos, mientras que los machos fueron representados solamente por 45 organismos (Fig. 27).

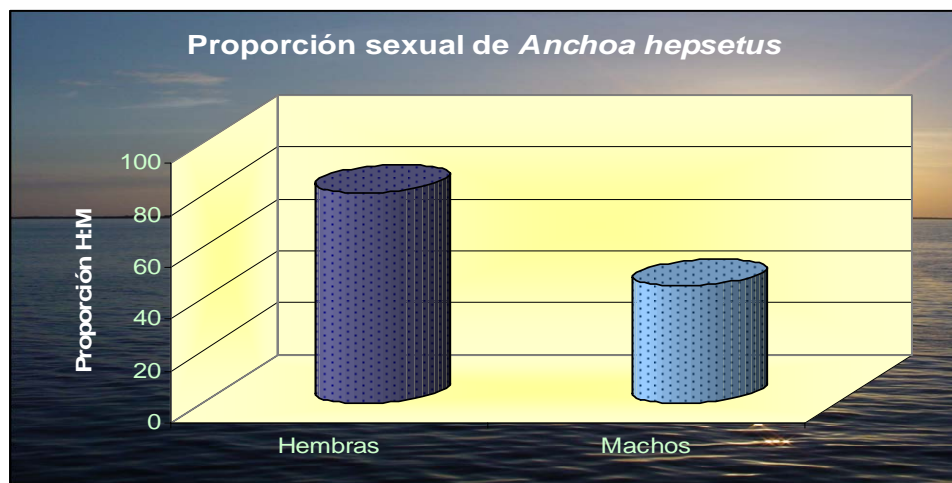


Fig. 27. Se muestra la proporción sexual de *Anchoa hepsetus*.

El estadio de madurez gonádica en hembras y machos de *Anchoa hepsetus*, se determinó con base a la escala propuesta por Nikolsky (1963) en Rodríguez (1992).

Con lo que respecta a las hembras (Fig. 28), se observó que el estadio III, fue el que dominó, seguido del estadio IV, pocos fueron los organismos en estadios II y V. Algo similar sucede para los machos (Fig. 29), en donde se observa que también el estadio dominante es el III, seguido del IV y pocos son los organismos en estadio II. Sin embargo, no se encontraron organismos en estadio V.

Es importante mencionar que para ninguno de los dos casos se encontraron organismos en estadio I.



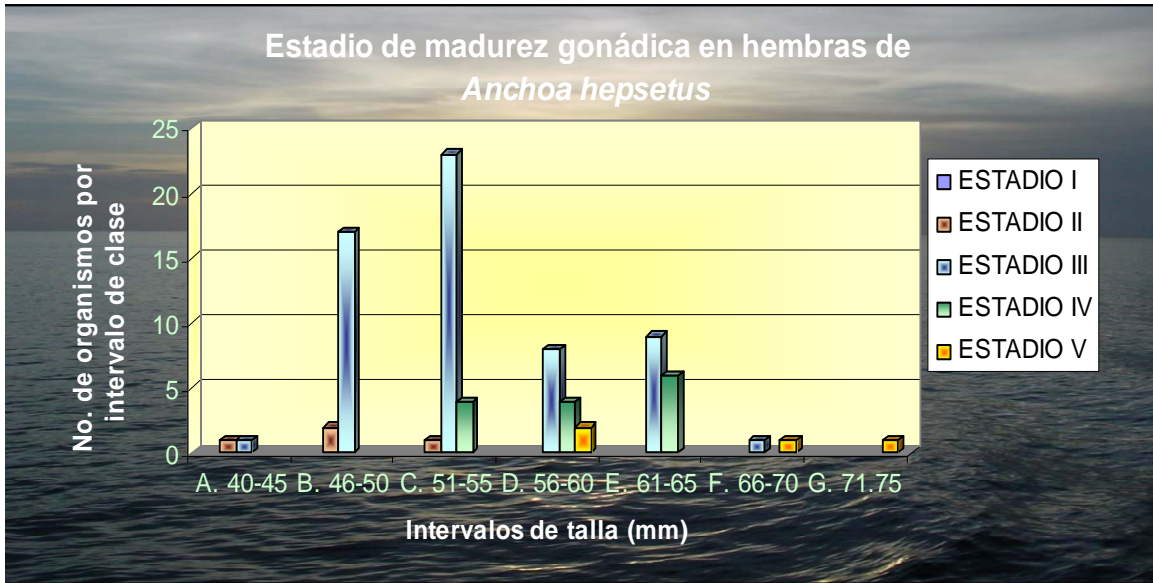


Fig. 28. Muestra el estadio de madurez gonádica en hembras de *Anchoa hepsetus* con base a la escala propuesta por Nikolsky (1963) en Rodríguez (1992).

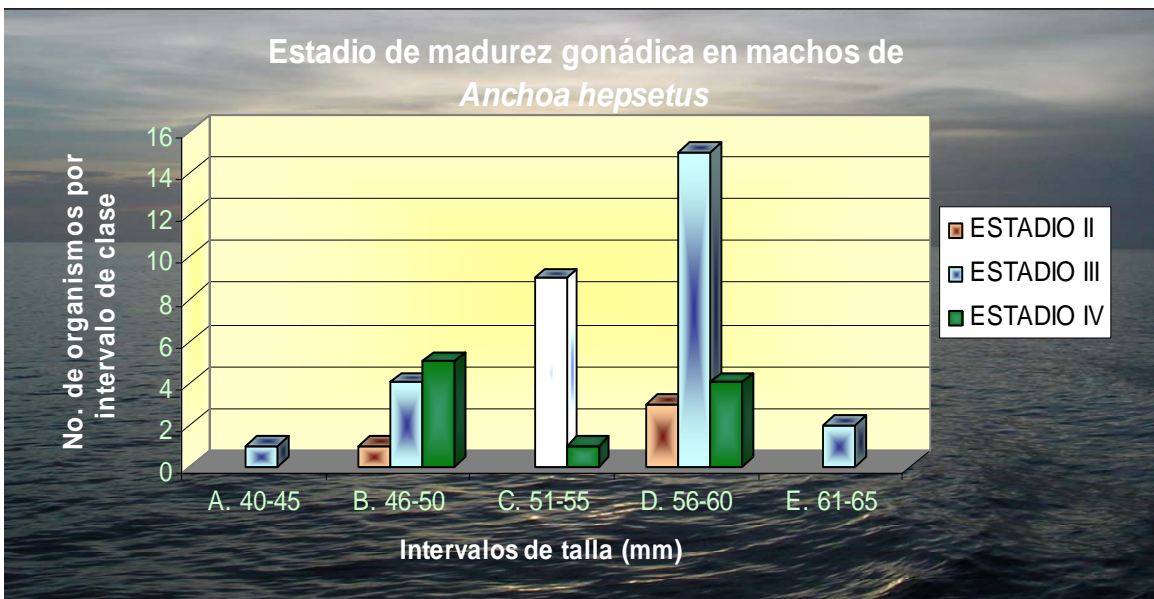


Fig. 29. Muestra el estadio de madurez gonádica en machos de *Anchoa hepsetus* con base a la escala propuesta por Nikolsky (1963) en Rodríguez (1992).



RELACIÓN PESO-LONGITUD.

En este trabajo, se capturaron un total de 163 anchoas. Las tallas registradas estuvieron entre los 44.6 y 86.7 mm de longitud total y entre los 42.6 y 71.4 mm longitud patrón. El peso osciló entre los 0.6917 y 4.8783 gr.

La relación peso longitud se explica con el modelo potencial mismo que muestra una pendiente de 3.9487 y un coeficiente de correlación de 0.9328 para longitud patrón (Fig. 30), mientras que para la longitud total la pendiente es 3.5727 y su coeficiente de correlación es de 0.8751 (Fig.31). El valor del coeficiente de correlación para los dos casos es cercano a 1.0 lo que indica que entre las variables de peso y longitud existe una fuerte correlación.

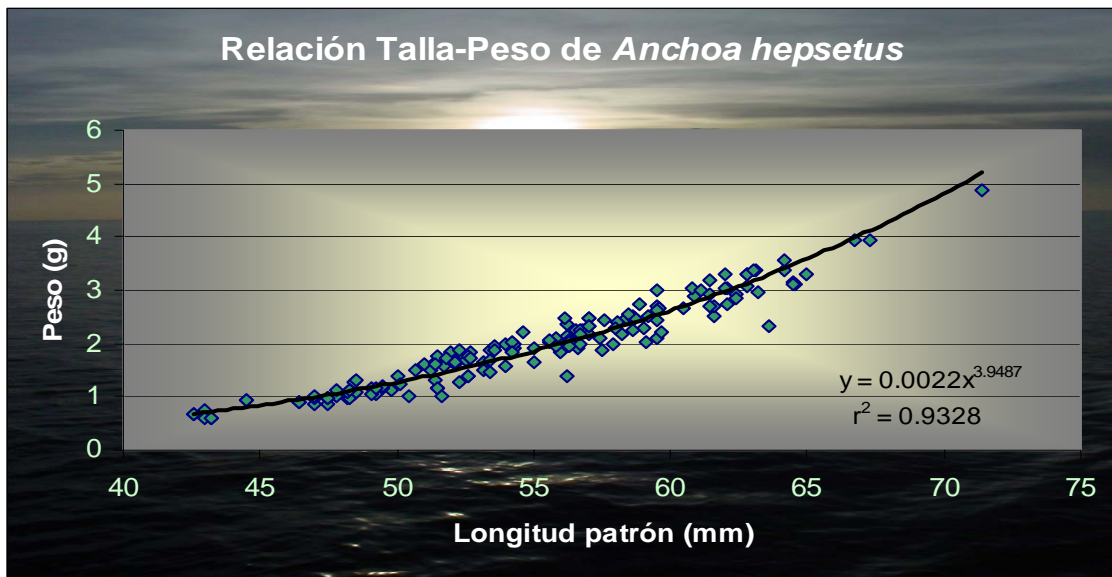


Fig. 30. Muestra la relación Talla-Peso de *Anchoa hepsetus*.
(La talla se tomo con los datos de longitud patrón).



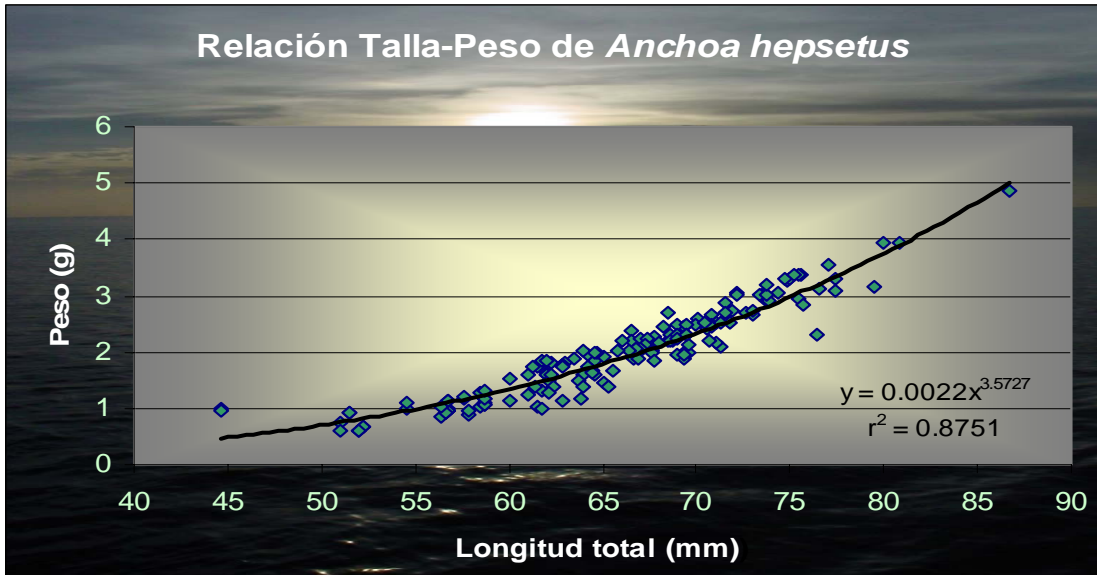


Fig. 31. Muestra la relación Talla-Peso de *Anchoa hepsetus*.
(La talla se tomo con los datos de longitud total).

ASPECTOS ALIMENTICIOS.

Se revisaron un total de 56 estómagos y se encontró que 6 no tenían alimento, por lo tanto, para realizar el estudio de contenido estomacal se consideró, un total de 50 estómagos revisados. Los tipos alimenticios observados fueron los siguientes: restos de crustáceos (tanaidáceos, peracáridos, eufausiáceos), restos de pez, cladóceros, copépodos, rotíferos, ostrácodos y larvas de zoea. Asimismo, se cuantificó la materia orgánica no identificada (MONI) (Tabla 1).

Con respecto al análisis de frecuencia de ocurrencia (Fig. 32), se encontró que el principal alimento lo constituyen los restos de crustáceos con el porcentaje más elevado (32.9%), seguido de la materia orgánica (32.1%), cladóceros (9.8%), larvas de zoea(8.8%), copépodos (7.9%), rotíferos (3.7%), ostrácodos (2.4%) y restos de peces (2.2%).

Con respecto al alimento consumido por *Anchoa hepsetus* se puede decir que, en general, no hay una gran variación en los tipos consumidos a sus diferentes intervalos de talla (Fig. 33). De esta manera se puede observar que en los intervalos 56-60 y 61-



65 mm los organismos, presentaron 6 tipos de alimento (restos de crustáceos, cladóceros, copépodos, rotíferos, ostrácodos y larvas de zoeas) junto con materia orgánica no identificada (MONI), lo único que no se encontró en estos estómagos fueron restos de peces. También se observó que sólo el intervalo 51-55 mm presenta restos de peces, sin embargo en estos organismos no se encontraron cladóceros, larvas de zoeas ni ostrácodos. Los intervalos 46-50 y 65-70 mm carecieron solamente de dos tipos de alimento, el primero de rotíferos y el segundo de larvas de zoea.

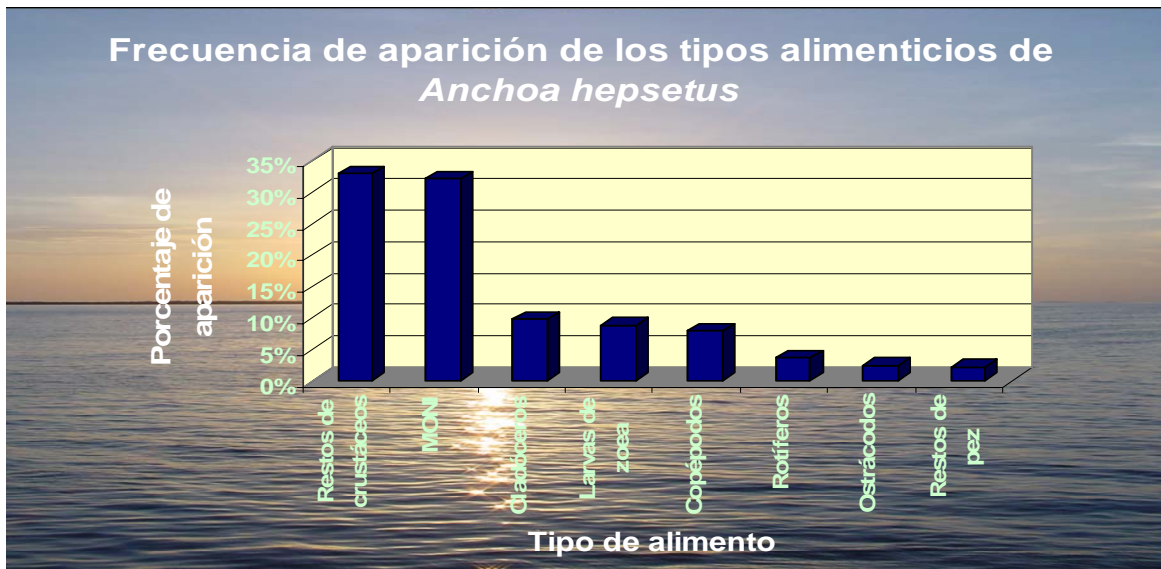


Fig. 32. Se muestra la frecuencia de ocurrencia de los tipos alimenticios de *Anchoa hepsetus*.

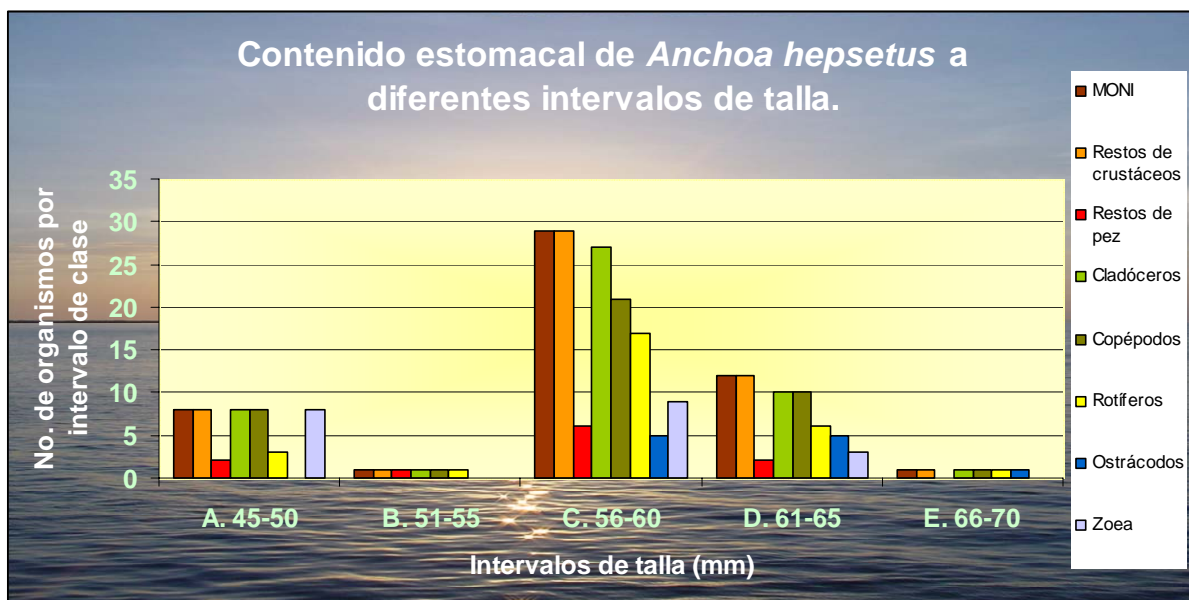


Fig. 33. Se muestra el contenido estomacal de *Anchoa hepsetus* a diferentes intervalos de talla.



Cuadro 1. Se muestran los tipos alimenticios de *Anchoa hepsetus* y sus porcentajes en cada organismo.

ORGANISMOS	TIPOS ALIMENTICIOS							
	Restos de crustáceos	MONI	Restos de pez	Cladóceros	Copépodos	Rotíferos	Ostrácodos	Larvas de zoea
1	40	30	5	10	10	5		
2	30	40		10	10	10		
3	25	30	15	15	15			
4	30	35	10	10	10		5	
5	30	50	10	10				
6	30	50		10	10			
7	35	35		20		10		
8	40	35		10	10	5		
9	30	40	10		10	10		
10	40	45		5	5	5		
11	35	20		10	10	10		15
12	40	40		15	5			
13	40	20		10		5		25
14	30	30		10	10	10		
15	30	30		10	10	5		15
16	30	40		10	10	10		
17	30	30		10	10			20
18	35	45		10	10			
19	20	25		10	10	5		30
20	40	25		10	10	5	10	
21	40	45			10	5	5	
22	40	45		10	5			
23	35	35		10	10	5	5	
24	20	25	10				25	20
25	35	30		10			10	15
26	35	30		10	10			15
27	30	35		10	10		5	10
28	35	25		10	10	5		15
29	30	25	10	10	10			15
30	30	20		15	10	5		20
31	30	20		15	15			20
32	30	50	10	10				
33	40	35		10	10	5		
34	30	40	10		10	10		
35	35	20		10	10	10		20
36	40	40		15		5		
37	40	20		10		5		25
38	30	30		10	10	10		
39	35	25		10	10	5		15
40	30	25	10	10	10			15
41	30	20		15	10	5		20
42	30	20		15	15			20
43	35	30		10			10	15
44	35	30		10	10			15
45	30	35		10	10		5	10
46	40	45		10	5			
47	35	35		10	10	5	5	
48	20	25	10				25	20
49	20	25		10	10	5		30
50	40	25		10	10	5	10	



VII. DISCUSIÓN.

El incremento del interés por el conocimiento de la vida de los peces ha sido el resultado del natural deseo que se nos presenta por saber más de la naturaleza y de nuestra necesidad de recabar más información relacionada con las especies que nos sirven para alimento, comercio y recreación.

Para realizar el estudio de este organismo, se consideraron estructuras externas como son la forma del cuerpo, número, forma y posición de aletas, así como la cantidad de radios que la conforman y tipo de escamas. Las estructuras internas examinadas fueron vejiga natatoria, otolitos y gónadas.

Anchoa hepsetus, el pez en estudio, se encontró durante algunos meses en Playa Villa Rica, Veracruz, ya que es una especie que habita aguas costeras. Esto coincide con la clasificación ecológica propuesta por Castro-Aguirre (1999), donde la define como una “especie del componente marino, eurihalino. Esto quiere decir que es un pez capaz de tolerar enormes cambios de salinidad. De la misma manera, Vega-Cendejas y col. (1997), mencionan que esta especie habita aguas costeras poco profundas y que es capaz de tolerar grandes rangos de salinidad desde ambientes hipersalinos hasta casi dulces.

El cuerpo de *Anchoa hepsetus* está cubierto por escamas de tipo cicloideas. De acuerdo con Ruiz y Rodríguez (1970), las escamas pueden ser utilizadas confiablemente para la determinación íctica, ya que mantienen características inequívocas muy particulares entre cada una de las especies, algo semejante a lo que ocurre con las huellas dactilares de las personas. También mencionan que el punto de donde se obtienen las muestras de escamas es importante, ya que de acuerdo a lo observado la forma de las escamas varía dependiendo de la región en la que se encuentren. Con relación a esto Ruiz y Rodríguez (1970) consideran importante establecer la morfología de las escamas para estudios en el ámbito interpretativo, relacionados al método de lectura y medición de escamas.



El otolito sagita de *Anchoa hepsetus* tiene una forma ovulada. Los otolitos son concreciones de CaCO_3 que se asocian a la audición y el equilibrio de los peces (Lagler, 1984). Generalmente la sagita es la concreción calcárea de mayor tamaño, por ello es la más utilizada (Hernández, 2001).

Debido a que la morfología de los otolitos varía con las diferentes presiones selectivas relacionadas con los aspectos funcionales del sistema auditivo de cada taxa, ellos han sido utilizados como una herramienta, para la identificación de las especies (Popper, 1976; Gauldie, 1988). La caracterización precisa de la morfología de estas estructuras permite discernir entre las diferentes especies, aún entre aquellas muy cercanas (Hecht, 1990; Volpedo y Echeverria, 1997). Así, la descripción de los otolitos se ha tornado muy objetiva y la terminología asociada muy técnica. Es por ello que la mayoría de las descripciones utilizan consistentemente caracteres como la relación entre lo largo y ancho del otolito, la forma del rostro, antirostro y de la cisura, destacando o no la presencia de ornamentaciones en los bordes, forma del otolito, ostio, cauda y la presencia de depresiones areales (Schwarzahns, 1993; Smale y col., 1995; Volpedo y Echeverria, 2000).

Considerando el componente histórico en la especificidad morfológica de los otolitos, recientemente se ha redescubierto su uso como una importante herramienta filogenética. Así lo demuestran los estudios de Schwarzahns (1993), sobre la filogenia de la familia Merlucidae, los cuales pueden ser complementarios a los basados en otros caracteres morfológicos o abrir nuevas interpretaciones a la historia evolutiva de los grupos.

La observación y validación del hecho que, el aumento en longitud del organismo está directamente relacionado con el incremento en la longitud y número de los anillos de estas estructuras, ha permitido determinar los grupos de edad y el patrón de crecimiento somático de los teleósteos, al igual y con ventajas sobre otras estructuras duras como espinas, escamas, vértebras y huesos operculares. El aumento en la longitud, ancho de bandas y finalmente de los anillos, está en función de la tasa



metabólica, lo que permite registrar periodos de estrés fisiológico y ambiental que afectan el crecimiento, como por ejemplo el momento de la eclosión, la duración de la fase larvaria, asentamiento, maduración sexual, eventos reproductivos entre otros (Panella, 1971; Wright y col, 1990; Volpedo y Thompson, 1996; Victor y Wellintong, 2000). Para estas últimas cuestiones, el análisis de los componentes microestructurales han resultado muy útiles, así como para determinar o tener una idea de los patrones de migración, las zonas hidrográficas y calidad de agua en que vivió el pez (Radtke y col., 1990, Defour y col., 1998; Harmelin-Vivien y col., 1995)

También es importante para los paleontólogos, ya que es posible estimar los cambios de las temperaturas de hace millones de años, mediante el estudio de las diferencias en la incorporación de isótopos de estroncio y oxígeno principalmente. A temperaturas altas los isótopos más ligeros son incorporados en mayor proporción y a temperaturas bajas ocurre lo contrario (Mascareñas, 2003).

Aprovechando los dos tipos de estudios anteriores, esto es, la identificación de la especie a partir de las características del otolito y la relación entre la longitud del mismo con la longitud del pez, es posible obtener información sobre el tamaño del pez-presa, además de la composición de la dieta en organismos ictiófagos. Esto permite, por ejemplo, dilucidar el flujo energético en determinadas segmentos de la trama trófica. Ya existen ecuaciones publicadas para varias especies que permiten determinar la longitud del pez a partir de la longitud de la sagita, como por ejemplo para la trigla coronada *Prionotus stephanophrys* y el charrito *Porichthys myriaster*, entre otros peces de la costa del Oeste de Baja California Sur (Aurioles-Gamboa, 1991; Schmitter y Castro-Aguirre, 1991).

El análisis de copros de mamíferos marinos y la posterior identificación de los otolitos contenidos en ellos, es un método casi obligado para precisar la composición de la dieta, sin tener que disectar estas especies bajo protección especial (Harvey y col., 2000; Karlou-Riga, 2000). Este método se ha aplicado tanto en focas grises en las costas del Mar del Norte (Prime y Hammond, 1990) como el lobo marino en el Golfo de



California (Aurioles y col., 1984). Debido a que este método permite “muestrear”, a través del análisis de los copros de mamíferos marinos, el conocimiento de la ictiofauna de áreas específicas, puede incrementarse significativamente como lo ilustran Balart y col (1995) y García-Rodríguez y Aurioles-Gamboa (1997) en Bahía de la Paz, Baja California, Sur.

Los otolitos también han demostrado ser útiles e importantes para determinar los patrones migratorios de los peces (Brothers y Mc Farland, 1981; Radtke y Morales, 1989).

Como se observa, son muchos y variados los campos donde es importante e imprescindible el conocimiento de los otolitos, ya que estos son útiles en la interrelación de estudios etnobiológicos, paleontológicos, ecológicos y biológico-pesqueros. Además de lo ya mencionado anteriormente, podemos agregar las investigaciones eco-morfológicas y de micro-composición química, mediante el análisis de elementos traza. Todo lo mencionado anteriormente coincide con lo establecido por Correa y Vianna (1992/93).

La vejiga gaseosa es un órgano hidrostático que permite a los peces mantener una determinada posición en la columna de agua (Torres-Orozco, 1991). Dado que se encuentran distintas formas y características de esta estructura en los teleósteos, es posible utilizarla como un auxiliar en la determinación taxonómica de familias, géneros y especies (Chao, 1978).

Estos organismos, al igual que la mayoría de los peces, carecen de dimorfismo sexual externo. La forma y ubicación de las gónadas resulta interesante, ya que en el caso tanto de hembras como de machos, la forma y tamaño varía entre ellos. Para los dos casos, se observó que la gónada izquierda suele tener un mayor tamaño que la gónada derecha. En el caso de las hembras, la derecha es mucho más elongada que la izquierda y la parte más ancha se encuentra orientada hacia la región anterior.



Las escalas empíricas, basadas en el crecimiento y maduración de las gónadas, son poco confiables, debido a que se basan en el criterio que les atribuye el investigador. Por esta razón, es más recomendable utilizar el método histológico para precisar, de una manera más adecuada la madurez gonádica en peces, lo que facilita el conocimiento del ciclo reproductivo de la especie en estudio (Rodríguez, 1992).

De esta manera, con la observación de los ovocitos de *Anchoa hepsetus*, fue posible determinar que esta especie presenta un desarrollo de tipo asincrónico (Tyler y Sumpter, 1996), el cual se caracteriza por alojar ovocitos en diferentes estadios de maduración a lo largo del año, y en consecuencia, que la temporada de desove sea más extensa. Esta se considera como una estrategia evolutiva que permite la supervivencia de las generaciones, sobre todo cuando haya poca posibilidad de alimento y las condiciones abióticas son desfavorables (Nikolsky, 1963).

Como puede apreciarse en los cortes histológicos del macho, la organización testicular es muy similar al patrón establecido para otros teleósteos, y corresponde al tipo lobular (también llamado espermatogonial restringido) propuesto por Grier (1981) y Benítez (1992). De esta manera, es posible apreciar perfectamente delineados lóbulos que se encuentran delimitados por tejido conectivo y por una pared semicontinua de células mioideas. Las células germinales se encuentran distribuidas en el interior del lóbulo, y a medida que se acercan a la luz del mismo se observan células en proceso de maduración.

La proporción de sexos varía considerablemente de especie a especie, pero en la mayoría es cercana a 1:1. Sin embargo, esta razón puede diferir de una población a otra de la misma especie, y puede variar de un año a otro en la misma población (Nikolsky, 1963). Lo anterior justifica las diferencias existentes entre los resultados obtenidos de H:M, ya que en este trabajo la relación fue de 1:1.8 a favor de las hembras.



Con respecto a la relación talla-peso, las diferencias reflejan cambios de la relación alométrica que van mostrando los individuos a medida que crecen. Cabe decir que el crecimiento alométrico está influenciado por la época del año, por la disponibilidad de alimento, así como por la época reproductiva (Ricker, 1975 en Vargas y col., 1981).

El valor del coeficiente de determinación fue de 0.9328 y 0.8751 para longitud patrón y longitud total respectivamente (cercano a 1), lo que indica que entre las variables de peso y longitud existe una fuerte correlación.

Con lo que respecta a los tipos alimenticios, los engráulidos han sido catalogados como especies típicamente planctófagas, con mayor dependencia para sus estadios juveniles (Darnell, 1958 y Whitehead, 1977), que poseen eficientes mecanismos de filtración por sus branquiespinas alargadas (Day y col., 1981) y que tienen la capacidad de seleccionar ciertos grupos en particular (Daly, 1970; Saksena y Houde, 1972; Houd y Scheckter, 1978, 1980, 1981, 1982; Chity, 1979 y Reis y Dean, 1981).

De esta manera y de acuerdo a los resultados obtenidos para esta especie, se puede decir que es típicamente zooplanctófaga, ya que en este estudio se pudo determinar que los principales alimentos que consume son restos de crustáceos, cladóceros, larvas zoea, copépodos, rotíferos, ostrácodos y restos de peces. Esto concuerda con los resultados obtenidos por William y col. (1973), donde mencionan que los ítems que *Anchoa hepsetus* consume principalmente son: pequeños crustáceos, especialmente copépodos, misidáceos, isópodos y ocasionalmente moluscos y peces. Whitehead (1977), quien cataloga a esta especie como planctófaga y comedora de animales de fondo. Modd y Ross (1983), pues mencionan que *Anchoa hepsetus* es un pez zooplanctófago, que se alimenta primariamente de copépodos, misidáceos y larvas de decápodos, catalogado además como un depredador diurno. Dennis y col. (1995), quienes mencionan que *Anchoa hepsetus* se alimenta principalmente de copépodos y larvas de peces. Así como también el estudio de Vega-Cendejas y col. (1997), quienes mencionan que esta especie se alimenta principalmente de microcrustáceos, plancton, poliquetos, rotíferos, gasterópodos, bivalvos, peces, insectos y macrófitas marinas.



Los hábitos alimenticios de las diferentes tallas son semejantes puesto que comparten el mismo hábitat y pueden ser catalogados tanto consumidores primarios según la clasificación ictiotrófica propuesta por Yáñez y Nugent (1977), Yáñez y Ruíz (1978) y Amezcua y Yáñez (1980); sin embargo, los organismos que también se alimentan de larvas de peces, pueden ser considerados como consumidores secundarios, resultados que concuerdan con Whitehead (1977), Amezcua y Yáñez, (1980), Yáñez y Lara (1983) y Abarca (1986).

Darnell (1958), precisa que la mayoría de las especies de peces tienen la habilidad de utilizar diversas alternativas alimenticias, dependiendo de su disponibilidad en un momento y lugar determinado, mostrando incluso oportunismo por un recurso dado, ya sea que se encuentre en la superficie del agua o en el fondo. Este hecho explicaría el porque de la gran diversidad de items encontrados principalmente para las diferentes tallas de *Anchoa hepsetus*, desde restos de crustáceos, hasta larvas de peces, larvas de zoeas, cladóceros, copépodos, rotíferos y ostrácodos.

Los resultados de los hábitos alimenticios se obtuvieron con el método de frecuencia de ocurrencia, siendo su mayor ventaja el que expresa con rapidez la composición de la dieta de un determinado organismo. Pero tiene como mayor desventaja la sobreestimación de pequeños tipos alimenticios, por lo que es recomendable combinarla con otros métodos para poder indicar, de una mejor manera, la importancia de un tipo alimenticio y evitar, de esta forma, resultados sesgados. Esto concuerda con lo propuesto por Hyslop, (1980) y Prejs y Colomine (1981).



VIII. CONCLUSIONES.

- * *Anchoa hepsetus* no presenta dimorfismo sexual externo.
- * Es un organismo que tiene su cuerpo cubierto de escamas de tipo cicloideo.
- * Tanto otolitos como escamas son de gran ayuda para la determinación de las especies, sobre todo aquellas en las cuales presentan gran dificultad para su determinación.
- * La vejiga gaseosa tiene forma de bota y el diámetro de la región dirigida hacia la parte celómica es muy angosta y este se va ensanchando conforme avanza a la región caudal.
- * Macroscópicamente resulta posible diferenciar las gónadas de machos y hembras, con base en su forma y por los elementos celulares visibles que lo conforman.
- * Tanto los ovarios como los testículos de un mismo organismo presentan diferencia en cuanto a su forma y tamaño.
- * Histológicamente, las hembras presentaron un ovario de tipo asincrónico.
- * Histológicamente, los machos presentan arreglo testicular de tipo lobular.
- * La proporción sexual encontrada fue de 1:1.8 a favor de las hembras.
- * *Anchoa hepsetus* es una especie zooplanctófaga.
- * *Anchoa hepsetus* no presenta una variación de tipos alimenticios en sus distintas tallas.



X. ANEXO I

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 llevar a cabo esta técnica histológica se utilizó un método de deshidratación e inclusión en parafina para diagnóstico rápido por medio de microondas. En este método se aprovechan las cualidades de las microondas para excitar y movilizar moléculas de agua, (las moléculas de agua son desplazadas por las microondas), lo que propicia que su lugar sea ocupado por moléculas móviles de alcoholes y solventes; de esta manera se permite la entrada de los hidrocarburos. Este método se ha utilizado dentro del trabajo de rutina de laboratorios de histología, ya que permite disminuir el tiempo durante el cual la muestra es procesada.

EQUIPO:

Se utilizó un horno de microondas convencional de 600 watts.

PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS:

1. Fijar la gónada en formol al 10% durante 24 horas.
2. Lavar en agua corriente durante dos horas.
3. Posteriormente se sometieron al proceso estandarizado de inclusión en horno de microondas, que consistió en sumergir las gónadas consecutivamente en los reactivos y mezclas siguientes:



- ❖ Alcohol etílico (R-OH) al 70% (15-20 seg)
- ❖ Alcohol etílico (R.OH) al 80% (15-20 seg)
- ❖ Alcohol etílico (R.OH) al 90% (15-20 seg)
- ❖ Alcohol etílico (R.OH) al 96% (15-20 seg)
- ❖ Alcohol etílico (R.OH) al 96% (15-20 seg)
- ❖ Alcohol etílico (R.OH) al 100% (15-20 seg)
- ❖ Alcohol etílico (R.OH) al 100% (15-20 seg)
- ❖ R-OH 100 (75 vol.) / benceno (25 vol.) (15-20 seg)
- ❖ R-OH 100 (50 vol.) / benceno (50 vol.) (15-20 seg)
- ❖ R-OH 100 (25 vol.) / benceno (75 vol.) (15-20 seg)
- ❖ Benceno puro (15-20 seg)
- ❖ Benceno puro (15-20 seg)
- ❖ Parafina pura (30 seg)
- ❖ Parafina pura (30 seg)

Nota: Para poder ser trabajadas las muestras, se colocan en un matraz o en un frasco de plástico duro. El horno se activa a 30 segundos para cada cambio y se para antes del inicio de la ebullición; esto es, el recipiente con las muestras permaneció bajo la acción de las microondas hasta poco antes de la ebullición o la producción de burbujas en la superficie de las muestras.

4. Una vez terminado este proceso, las piezas se cortan en el microtomo a un grosor de 5 μ , posteriormente se coloca una serie de cortes de aproximadamente 5 cm de largo en portaobjetos agregándoles solución Ruyter (para que se estiren los tejidos) y se les da un leve secado en una parilla.



TÉCNICA DE TINCIÓN DE HEMATOXILINA – EOSINA.

PROCEDIMIENTO	REACTIVO	TIEMPO
Desparafinar	Xilol I	2 min
	Xilol II	2 min
Hidratar	Alcohol 100%	1 min
	Alcohol 100%	1 min
	Alcohol 95%	1 min
	Alcohol 95%	1 min
	Agua potable	10 min
	Hematoxilina de Mayer	15 min
	Agua potable	20 min
	Alcohol ácido 2 veces	Paso rápido
	Agua potable	Paso rápido
	Agua amoniacal 5 veces	Paso rápido
	Agua potable	4 min
	Eosina	1 min
Deshidratar	Alcohol 95%	2 min
	Alcohol 95%	2 min
	Alcohol 100%	2 min
	Alcohol 100%	2 min
	Alcohol 100%	2 min
	Alcohol 100%	2 min
	Alcohol 100%	2 min
	Alcohol 100%	2 min
	Xilol I	2 min
Xilol II	2 min	
Xilol III	2 min	



X. ANEXO 2

DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA ENGRAULIDAE.

Los Engráulidos son pequeños peces plateados, la mayoría de 8 a 15 cm de largo, usualmente son fusiformes, de cuerpo subcilíndrico, aunque algunas veces bastante comprimido (Fig. 3).

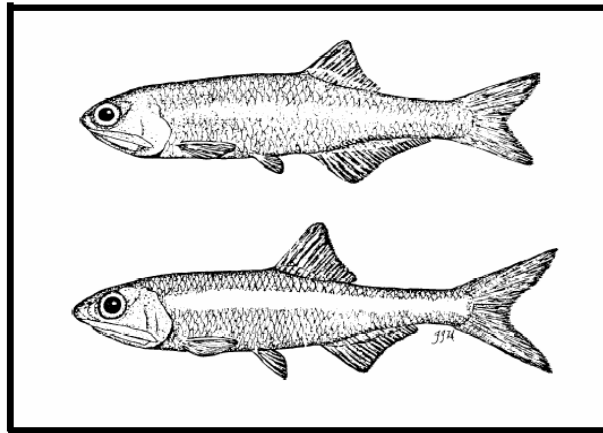


Fig. 3. Se observan dos especies de engráulidos, arriba *Anchoa mitchilli* y abajo *Anchoa hepsetus* (Randall, 1983).

Se caracterizan por tener el hocico puntiagudo que generalmente se proyecta más allá de la punta de la mandíbula. La mandíbula inferior es casi siempre más larga y delgada que la superior, se le conoce como “mandíbula colgante”, ya que tiene una articulación que se extiende, de manera vertical, hacia el margen posterior del ojo. La mayoría de los engráulidos tienen dos supramaxilas. La maxila posterior puede ser corta y redonda o larga y puntiaguda. Los dientes normalmente son pequeños, algunas veces están ausentes como en *Centengraulis* y otras en forma de caninos como es el caso de *Lycengraulis*. Los ojos son grandes y un tejido adiposo los cubre completamente. Pseudobranquias presentes (estructuras semejantes a las branquias, en la cara interna del opérculo). Branquiespinas generalmente delgadas, largas en algunos casos y cortas en otros, presentándose denticuladas en pocas especies. Las aletas no poseen espinas. La aleta dorsal es pequeña y usualmente se encuentra a mitad del cuerpo. La



aleta caudal es bifurcada. La aleta anal también es pequeña y en la mayoría de los casos es más larga que la dorsal. Las aletas pectorales se encuentran hacia la parte ventral del cuerpo. Las aletas pélvicas normalmente se encuentran a la mitad de la distancia, entre la base de las aletas pectorales y el origen de la aleta anal. Los engráulidos no poseen una línea lateral evidente. Las escamas son siempre cicloideas y pueden presentar estriaciones en la parte posterior (Carpenter, 2002).

El dorso generalmente es azul verdoso o gris translúcido y los costados de color plateado, algunos con una franja brillante muy característica del mismo color. Se pueden encontrar manchas oscuras debajo de la banda lateral. Las aletas pueden ser oscuras, especialmente en el margen posterior de la aleta caudal (Carpenter, 2002).



IX. LITERATURA CITADA.

- 📖 ABARCA, G. F.J. 1986. Algunos aspectos de la biología de las anchovetas (Pisces:Engraulidae) en el estuario de Tecolutla, Veracruz. Tesis Profesional. ENEP Iztacala. UNAM. 147 p.
- 📖 ÁLVAREZ DEL VILLAR, J. 1970. Peces Mexicanos (claves). Inst. Nac. Inv. Biol. Pesq. Com. Nal. Consult. Pes. 166 p.
- 📖 ÁLVAREZ DEL VILLAR, J. 1977. Los cordados; origen, evolución y hábitos de los vertebrados. CECSA. México. 84 p.
- 📖 AMEZCUA, L. F. y YAÑEZ-ARANCIBIA. 1980. Ecología de los sistemas fluviolagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. Anales Ciencias. del Mar y Limnología. UNAM. 7(1): 69-118.
- 📖 AURIOLES-GAMBOA, D. 1991. Otolith size versus weight and body-length relationships for eleven fish species of Baja California, México. Fish. Bull., U.S., 89: 701-706.
- 📖 AURIOLES-GAMBOA, D., C. FOX, F. SINSEL y G. TANOS. 1984. Prey of the California sea lion (*Zalophus californianus*) in the bay of La Paz, Baja California Sur, México. J. Mamm. 65 (3): 519-521.
- 📖 BAGENAL. 1978. Fish production in Freshwaters. IBP. Handbook. No. 3. Blackwell. Scientific Publications. Oxford. London. 163 p.
- 📖 BALART, E.F., J.L. CASTRO-AGUIRRE., D. AURIOLES-GAMBOA., F. GARCÍA-RODRIGUEZ y C. VILLAVICENCIO-GARAYZAR. 1995. Adiciones a la ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Hidrobiológica. 5(1-2): 79-85.
- 📖 BENÍTEZ, F.C. 1992. Estructura histológica de la gónada de los teleósteos. ENEP Iztacala. U.N.A.M.
- 📖 BIGELOW, H.B., G.M. BRADBURY., DYMOND, R.J., GREELEY, R.J., HILDEBRAND, F.S., MEAD, W.G., MILLER, R.R., RIVAS, R.C., SCHROEDER, C.W., SUTTKUS, D.R. y VIADYKOV. D.V. 1963. Fishes of the Western North Atlantic. 3ª part. Sears Foundation for Marine Research, Yale University. 176-196 p.
- 📖 BOND, C.E., 1979. Biology of fishes. W.B. Saunders Company. U.S.A. 453 p.



- 📖 BRAVO, N.E. y A. YÁNEZ-ARANCIBIA. 1979. Ecología en la Boca de Puerto Real, Laguna de términos I. Descripción del área y análisis estructural de las comunidades de peces. Anales Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, 6 (1): 135-182.
- 📖 BROTHERS, E.B. y W.N. Mc FARLAND. 1981. Correlations between otolith microstructure, growth, and life history transitions in newly recruited French Grunts (*Haemulon flavolineatum* (Desmarest), Haemulidae). Rapp. Pv. Reun. Cons. Int. Explor. Mer 178: 369-374.
- 📖 CAMPANA, S.E. y J.D. NEILSON. 1985. Microstructure of fish otoliths. Can. J.Fish. Aquat. Sci. 42:1014-1032.
- 📖 CARPENTER, K.E. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome. 601-1374.
- 📖 CASTRO-AGUIRRE, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Depto. De Pesca, Méx., Ser. Cientif. 19: XI + 298 p.
- 📖 CASTRO, A. J. L., P. ESPINOSA y S. J. J. SCHMITTER. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Noriega-Limusa. México. 711 p.
- 📖 CHAO, L.N. 1978. A basis for classify in western Atlantic Scianidae (Teleostei: Perciformes). U.S. Department of Commerce. NOAA. Tech. Rep. NMFS. U.S.A.
- 📖 CHITTY. N. 1979. Behavioral observations of feeding larvae of bay anchovy, *Anchoa mitchilli*, and bigeye anchovy, *Anchoa lamprotaenia*. Synopsium on the early life history of fish. Woods Hole, MA. USA. 2 April 1979. In: Lasker, R. and Sherman. (Eds). The early life history of fish: Recent studies. 320-321.
- 📖 CORREA, M.F.M. y M.S. VIANNA. 1992/93. Catálogo de otolitos de Scianidae (Osteichthyes-Perciformes) do Litoral do Estado do Paraná, Brasil. Nerítica. V.7. (1-2): 13-41.
- 📖 DALY, R. J. 1970. Systematics of Southern Florida Anchovies (Pises: Engraulidae). Bull. Mar. Science, 20(1): 70-104.



- 📖 DARNELL, R.M. 1958. Food habits of fishes and large invertebrates of the Lake Pontchartrain, Louisiana, and estuary community. *Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Tex.* 5:253-416.
- 📖 DAY, J.H., S.J.M. BLABER y J.H. WALLACE. 1981. Estuarine Fishes. In: Day, J.H. (Ed) *Estuarine Ecology*. A.A. Balkema. Róterdam. 147-178.
- 📖 DEFOUR, V., C. PIERRE y J. RANCHER. 1998. Stable isotopes in fish otoliths discriminate between lagoonal and oceanic residents of Tairo Atoll (Tuamotu Archipiélago, French Polynesia). *Coral Reefs* 17: 23-28.
- 📖 DENNIS, M.A., S.J. WILLIAM and OGBURN-MATTHEWS. 1995. Trophic relationships and seasonal utilization of salt-marsh creeks by zooplanktivorous fishes. *Environmental Biology of Fishes*. 42: 37-50.
- 📖 ESPINOSA, P.H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. En: Flores, V. y A. Navarro. (Comp.) *Biología y problemática de los vertebrados en México*. Ciencias. Núm. Especial (7): 77-84.
- 📖 EVANS, D.H. 1993. *The physiology of fishes*. CRC. Press. U.S.A.
- 📖 FAHAY, M. P. 1983. Guide of the early stages of marine fishes occurring in the Western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the Southern Shelf. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* , 4: 423.
- 📖 FAROQUI, T., F.R. SHOW. y DITTY. G.J. 1995. Preliminary guide to the identification of the early life history stages of anchovies (Family: Engraulidae) of the Western Central Atlantic U.S. Department of Commerce, NOAA, NMFS, SFSC, Miami. Florida. 65p.
- 📖 FISHER, W. 1978. Species identification Sheets for Fishery Purposes. Western Central Atlantic. FAO. (Fishing Area 31). Roma. Vol:11.
- 📖 FLORES, C.C., L.A. OCAÑA., LUNA, C.A. y ZAVALA, G.F. 1987. Abundancia de algunas especies de anchoas en la Laguna de Términos (México), estimada a través de la captura de huevos. *An. Centro Cien. Del Mar y Limnol. UNAM*.
- 📖 FORBERG, K.G. 1982. A histological study of development of oocytes in capelin, *Mallotus villosus* (Muller). *Journal of Fish Biology*. 20:143.154.
- 📖 GARCIA-RODRIGUEZ, F. J. y D. AURIOLES-GAMBOA. 1997. Contribución al conocimiento de la diversidad íctica en la Bahía de La Paz por medio del análisis



coprológico en el lobo marino de California, *Zalophus californianus californianus*. Pp. 151-161. En: Urbán Ramírez, J. y M. Ramírez Rodríguez (Eds), la Bahía de La Paz: investigación y conservación. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas y SCRIPPS Institution of Oceanography.

- 📖 GARRIDO, F. G. I. y CORNEJO, C. M. A. 2000. Método de inclusión en parafina para diagnóstico rápido por medio de microondas. *Vet. Mex.* 31 (4) 375-379.
- 📖 GAULDIE, R.W. 1988. Function, form and time-keeping properties of fish otoliths. *Comp. Biochem. Physiol. A* 91(2): 395-402.
- 📖 GAVIÑO DE LA TORRE, G., C. JUÁREZ, L y FIGUEROA, T.H.H. 1996. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y campo. 2ª.ed. Limusa Noriega editores. México. 308 p.
- 📖 GILLAM, J.F. 1993. Structure of a tropical stream fish community: a role for biotic interactions. *Ecology* 74 (6): 1856-1870.
- 📖 GRIER, H.J. 1981. Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Amer. Zool.*, 21: 345-357.
- 📖 HARDER, W. 1975. Anatomy of fishes. University of Tuebingen. Germany, 804 pp.
- 📖 HÄRKÖNEN, T. 1986. Guide to the otoliths of bony fishes of the Northeast Atlantic. Danbiu Aps. Biological Consultants. Hellerup, Denmark. 247 p.
- 📖 HARMELIN-VIVIEN, M.L., J.G. HARMELIN y J. LEBoulLEAUX. 1995. Micro-habitat requirement for settlement of juvenile sparid fishes on mediterranean rocky shore. *Hydrobiology* 300/301: 309-320.
- 📖 HARVEY, J.T., T.R. LOUGHLIN, M.A. PÉREZ y D.S. OXMAN. 2000. Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. NOAA. Tech. Rep. NMFS 150, 36 p.
- 📖 HECHT, T. 1990. Otoliths: an introduction to their morphology and use in the identification of ocean fishes. En: Gon, O. y P.C. Heemstra (Eds.); *Fishes of the Southern Ocean*. J.L.B. Institute of Ichthyology.
- 📖 HELLAWELL, J.M. y R. ABEL. 1971. A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *J.Fish Biology*. 3:29-37.
- 📖 HERNÁNDEZ, G.M.R. 2001. Estudio de los peces en el sistema estuarino de Tecolutla, Veracruz. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. México. 84 p.



- 📖 HERNÁNDEZ, R.A. 1987. Estudio comparativo del desarrollo larvario de las especies de engráulidos (Pises) de la Laguna de Términos, Campeche._Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. 64 p.
- 📖 HERRERA N.A., MOLINA H.R., CRUZ P.G. y CARRILLO G.F., 2003. Caracterización Biofísica de la Zona Costera de Villa Rica, Veracruz, México. Ecología de Ecosistemas Costeros Tropicales. Organization of Tropical Studies, Instituto de Ecología, A.C. y Louisiana State University. 402 p. 22-26.
- 📖 HILDEBRAND, F. and JOAO de PARVA CARVALHO.1948. Notes of some Barazilian Anchovies (Family Engraulidae) with descriptions of four new species. Copeia, 4: 285-296.
- 📖 HILDEBRAND, S.F. 1943. A review of the American Anchovies (Family:Engraulidae). Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 8(2): 1-165.
- 📖 HOESE, H.D and R.H. MOORE. 1998. Fishes of the Gulf of Mexico. 2ª. Edition. Texas, Louisiana, and Adjacent Waters. Texas A&M. University Press. 422 p.
- 📖 HOUDE, E.D. and R.C. SCHEKTER. 1978. Simulated food patches and survival of larvae bay anchovy, *Anchoa mitchilli*, and lined sole *Achirus lineatus*. Mar. Biol. 43(4): 333-341.
- 📖 HOUDE, E.D. and R.C. SCHEKTER. 1980. Feeding by marine fish larvae: developmental and functional responses. Environ. Biol. Fish. 5 (4): 315-334.
- 📖 HOUDE, E.D. and R.C. SCHEKTER. 1981. Comparative bioenergetics among three species of marine fish larvae. Council Meeting of the International Council for exploration of the sea (Woods Hole. MA USA) 5 Oct. 1981. ICES. Copenhagen. 13 p.
- 📖 HOUDE, E.D. and R.C. SCHEKTER. 1982. Oxygen uptake and comparative energetics among eggs and larvae of three subtropical marine fishes. Mar. Biol. 72(3): 283-293.
- 📖 HYSLOP, E.J. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. J. Fish Bol. 17: 411-429.
- 📖 INEGI. 1984. Carta de uso de suelo y vegetación La Antigua. México. 1:50 000 (E14 B-39).



- INFANTE, M.D.M., GONZÁLEZ R.M.E., MORENO N.E., ZAMORA T.P. y TORRES H. A., 2003. Caracterización de una Toposecuencia Costera en la Zona de Dunas de Villa Rica, Veracruz. *Ecología de Ecosistemas Costeros Tropicales*. Organization of Tropical Studies, Instituto de Ecología, A.C. y Louisiana State University. 402 p. 1-8.
- INIESTRA-GÓMEZ, R. y MORENO-ALCURI, G. 1991. Contribución al conocimiento de aspectos biológicos y ecológicos de *Anchoa mitchilli* (Osteichthyes:Engraulidae) en la laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. Tesis Profesional. ENEP Zaragoza. UNAM. 100 p.
- JONES, P. W., F.M. DOUGLAS. and J. D. HARDY, Jr.J.D. 1978. Development of fishes of the Mid- Atlantic Bight. Fish and Wildlife Service. U,S. Department of the Interior.1:153.166.
- KARLOU-RIGA, C. 2000. Otolith morphology and age and growth of *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Eastern Mediterranean. *Fish. Res.* 42: 69-82.
- LAGLER, F.K., E.I. BARDACH, MILLER. R.R. y PASSINO R.M.D. 1984. *Ictiología*. AGT. Editor. México. 489 p.
- LARA-DOMÍNGUEZ, A.L., P, MORENO-CASASOLA. y A. C. TRAVIESO-BELLO. (Eds.). 2003. Informe Final. Primer Curso de Ecología de Ecosistemas Costeros Tropicales. Organization of Tropical Studies, Instituto de Ecología, A.C. y Louisiana State University. 402 p.
- LIPPSON, A. J and R. M. LYNN. 1971. Manual for identification of early developmental stages of fishes of the Potomac River Estuary. Environmental Technology Center. Baltimore.
- LIPPSON, A. J. and R.L. MOORAN. 1974. Manual for identification of early developmental stages of fishes of the Potomac River estuary. Maryland. Nat. Resources. Power Plant. Siting Program. PPSP-MP-13. 289 p.
- MARTÍNEZ, P.J.A., 1998. Identificación de peces. Guía Ilustrada. 2ª ed. ENEP Iztacala, UNAM. 90 p.
- MASCAREÑAS-OSORIO, I., ABURTO-OROPEZA, O. y BALART, E. F., 2003. Otolitos de peces de arrecife del Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja



California Sur. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 120 p.

- 📖 Mc EACHRAN, J.D. and FECHHELM, J.D. 1998. Fishes of the Gulf of Mexico. Vol.1. 1112 p.
- 📖 MODDE, T. and S. T. ROSS. 1983. Trophic relationships of fishes occurring within a surf zone habitat in the northern Gulf of México. Northeast Gulf Sci. 6(2): 109-120.
- 📖 MORALES-NIN, B. 1992. Determination of growth in bony fishes from otolith microstructure. FAO. Fish. Tech. Paper 322, 51 p.
- 📖 MOYLE, P.B. y J.J. CECH. 1996. Fishes: An introduction to ichthyology. Prentice Hall. 590 p.
- 📖 NELSON, S.J. 1994. Fishes of the world. 3ª edition. Wiley John and Sons, Inc. U.S.A. 600 p.
- 📖 NIKOLSKY, G. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. London. U.S.A. 353 p.
- 📖 OCAÑA-LUNA, A., C.A. LUNA., ZAVALA, G.F. y FLORES, C.C. 1987. Distribución y abundancia de los huevos de algunas especies de engráulidos (Pises) en la Laguna de Términos, Campeche, México. Biótica 12 (4): 275-290.
- 📖 OLNEY, E.J. 1983. Eggs and the early larvae of the bay anchovy, *Anchoa mitchilli*, and the weak fish, *Cynosyon regalis*, in lower Chesapeake Bay with an associated ichthyoplankton. Estuaries 6 (1): 20-35.
- 📖 OLVERA, L.R.M. y A.V. CID DEL PRADO. 1983. Identificación de larvas y juveniles de las familias Engraulidae y Clupeidae, de las pesquerías de Puerto de Celestún, Yucatán. Ciencia Pesquera 4: 1-3.
- 📖 PALOMAR, M. 1990. Reproducción animal. Fes Iztacala. Cuadernos de Biología. # 5.
- 📖 PANELLA, G. 1971. Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. Science, Inc. 600 p.
- 📖 PERDOMO, C.I. 1996. Análisis comparativa sobre la biología trófica de dos especies de engráulidos asociados al manglar de la Laguna Celestún, Yucatán. *Anchoa hepsetus* (Linnaeus, 1758) y *Anchoa mitchilli* (Valenciennes, 1948). Tesis Profesional. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 37 p.



- 📖 POPPER, A.N. 1976. Ultrastructure of the auditory regions in the inner ear of the lake whitefish. *Science* 192:1020-1023.
- 📖 POPPER, A.N. y Z. LU. 2000. Structure function relationships in fish otolith organs. *Fish. Res.* 46: 15-25.
- 📖 PREJS, A. y G. COLOMINE. 1981. Métodos para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Caracas, Venezuela. 129 p.
- 📖 PRIME, J.H y P.S. HAMMOND. 1990. The diet of grey seals from the south-western North Sea assessed from analysis of hard parts found in faeces. *J. Appl. Ecol.* 27: 435-447.
- 📖 RADTKE, R. L. y N. B. MORALES. 1989. Mediterranean juvenile bluefin tuna: life history patterns. *J. Fish. Biol.* 35:485-494.
- 📖 RADTKE, R.L., D.W. TOWSEND., S.D. FOLSOM y M.A. MORRISON. 1990. Strontium: Calcium concentration ratios in otoliths of herring larvae as indicators of environmental histories. *Environ. Biol. Fishes* 27: 51-61.
- 📖 RANDALL, R.H. 1983. Species profiles: Life histories and Environmental Requirements of Coastal Fishes and Invertebrates (Gulf of México). Bay Anchovy and striped anchovy. Coastal Ecology Group. US.
- 📖 REIS, R.R. and J.M. DEAN. 1981. Temporal variation in the utilization of an intertidal creek by the bay anchovy (*Anchoa mitchilli*). *Estuaries.* 4 (1): 16-23.
- 📖 RESÉNDEZ-MEDINA, A., D. A. KOBELKOWSKY. 1991. Ictiofauna de los sistemas lagunares costeros del Golfo de México. *Universidad y Ciencia.* 8 (5): 91-110.
- 📖 ROBINETE, H.R. 1983. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (Gulf of México) – bay anchovy and striped anchovy. U.S. Fish and Wildlife Service, Division of Biological Services, FWS/OBS-82/11.14. U.S. Army Corps of Engineers, TR EL-82.4. 15 p.
- 📖 RODRÍGUEZ., G. M., 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. A.G.T. Editor, S.A. México, D. F. 79 p.
- 📖 ROSA ROJAS, M.P. de la. 1986. Contribución al conocimiento de la biología de: *Anchoa mitchilli* (Familia Engraulidae). Tesis Profesional. ENEP Iztacala. UNAM. 92 p.



- RUÍZ, D. M.F. 1990. Recursos pesqueros de las costas de México. 2ª edición. Limusa. México. 205 p.
- RUIZ, D.M.F., A.Y. ORIJEL y H.G. RODRIGUEZ. 1970. Líneas de crecimiento en escamas de algunos peces de México. Inst. Nal. de Invest. Biol. Pesq. Serie de Investigación pesquera, estudio 2, 100 p.
- SAKSENA, V.P. y E.D. HOUDE. 1972. Effect of food level on the growth and survival of laboratory-reared larvae of bay anchovy (*Anchoa mitchilli* Valenciennes) and scaled sardine (*Harengula pensacolae* Good y Bean). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 8: 249-258.
- SÁNCHEZ, GIL. P., A. YÁNEZ ARANCIBIA y F. AMEZCUA LINARES. 1981. Diversidad, distribución y abundancia de las especies y poblaciones de peces demersales de la sonda de Campeche (Verano, 1978). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, 8 (1): 209-240.
- SANVICENTE, A.L., C.X. CHIAPA. y Ocaña. L.A. 1999. Distribución espacial y estacional del ictioplancton en dos sistemas lagunares de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'An. Quintana Roo, México. Rev. Biol. Trop. 471 (sup 1): 175-185.
- SCHMITTER-SOTO, J.J. y J.L.CASTRO-AGUIRRE. 1991. Edad y crecimiento de *Prionotus stephanophrys* (osteichthyes: Triglidae) en la costa occidental de Baja California Sur. México. Rev. Biol. Trop. 39 (1): 23-29.
- SCHWARZHANS, W.1993. A comparative morphological treatise of recent and fossil otoliths of the family Sciaenidae (Perciformes). En: PFeil, F.H. (Ed), Piscium Catalogue: Part Otolithi Piscium, vol. 1, 235 p.
- SMALE, M.J., G. WATSON y T. HETCH. 1995. Otolith atlas of southern African marine fishes. J.L.B. Smith Institute of Ichthyology, Grahamstown, South Africa, no.1, 253 p.
- TORRES-OROZCO, B.R. 1991. Los peces de México. A.G.T. Editor. México, D.F. 235 p.
- TRAVIESO, A.C. 2000. Biodiversidad del paisaje costero de la mancha, Actopan, Veracruz. Tesis para obtener el título de Maestra en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.



- 📖 TYLER, C.R. y SUMPTER, J.P. 1996. Oocyte growth and development in teleost. *Reviews in fish and fisheries* 6: 287-318.
- 📖 VARGAS, M. I., A. YAÑEZ-ARANCIBIA. y F. AMEZCUA-LINARES. 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* de la Isla del Carmen, Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnología. UNAM. México.* 8 (1): 241-266.
- 📖 VEGA-CENDEJAS, M. E., M. HERNÁNDEZ de SANTILLANA. y DE LA CRUZ-AGÜERO, G. 1997. Los peces de la Reserva de Celestún. CINVESTAV Mérida. PRONATURA. Península de Yucatán, México. 171 p.
- 📖 VICTOR, B.C. y G.M. WELLINGTON. 2000. Endemism and the pelagic larval duration of the reef fishes in the eastern Pacific Ocean. *Mar. Biol.* (205): 241-248.
- 📖 VOLPEDO, A.V. y D.D. ECHEVERRIA. 1997. Morfología de la sagittae de lenguados del Mar Argentino (Bothidae, Paralichthyidae y Achiropsettidae). *Thalassas* 13:113-126.
- 📖 VOLPEDO, A.V. y D.D. ECHEVERRIA. 2000. Catálogo y claves de otolitos para la identificación de peces del mar Argentino. Ed. Dunken. Buenos Aires, Argentina. 88 p.
- 📖 VOLPEDO, A.V. y G.A. THOMPSON. 1996. Diferencias en el crecimiento de las sagittae de *Prionotus nudigula* Ginsburg, 1950 (Pises: Triglidae) en relación al sexo. *Bol. Inst. Oceanogr.* 12 (1): 3-16.
- 📖 VOUGLITOIS, J., W.K. ABLE., KURTZ, J.R. y TIGUE, A.K. 1987. Life history and population dynamics of the bay anchovy in New Jersey. *Trans Am. Fish. Soc.* 116 (2) 141-153.
- 📖 WANG, C.S. y KERNEHAN, J. 1979. Fishes of the Delaware estuaries (a guide to the early life histories). E.A. Communications, E.U.A. 49-55 p.
- 📖 WHITEHEAD, P.J.F. 1977. Engraulidae. In: Fisher, W. (Ed.)(1978) *FAO Species Identification Sheets for Fishery Purposes. Western Central Atlantic (Fishing area 31).* Rome, FAO.
- 📖 WILLIAM, E. S. C. and A. A. CLAYTON. 1973. Food Habits of Juvenile Marine fishes Occupying Seagrass Beds in the Estuarine Zone Near Crystal River, Florida. *Transactions of the American Fisheries Society.* Vol 102. Num 3. 511-539.



- 📖 WRIGHT, P.J., N.B. METCALFE y J.E. THORPE. 1990. Otolith and somatic growth rates in Atlantic salmon parr, *Salmo salar* L: evidence against coupling. J. Fish Biol. 36:241-249.
- 📖 YÁÑEZ ARANCIBIA, A. y NUGENT. S. R. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. An. Cien. del Mar y Limn. UNAM. 4(1): 107-114.
- 📖 YÁÑEZ ARANCIBIA, A. y RUIZ. J. L. 1978 Osteología de *Anchoa parva* (Meek y Hildebrand) y su discusión comparada con seis especies de la familia (Pisces: Engraulidae) An. Cien. del Mar y Limn. UNAM. 5(1): 7-26.
- 📖 YÁÑEZ ARANCIBIA, A. y LARA. D. A. L. 1983. Dinámica ambiental de la boca del Estero Pargo y estructura de sus comunidades de peces en cambios estacionales y ciclos de 24 horas (Laguna de Términos, Sur del Golfo de México) An. Cien. del Mar y Limn. UNAM. 10(1): 85-116.
- 📖 YÁÑEZ ARANCIBIA, A. 1985. Recursos demersales de alta diversidad en las costas tropicales: Prespectiva ecológica, Cap. 1: 17-38. In: Yáñez-Arancibia, A. (Ed.) Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM. México, D.F.
- 📖 YÁÑEZ ARANCIBIA, A., P. SÁNCHEZ GIL., VILLALOBOS ZAPATA, G. y RODRIGUEZ CAPETILLO, R. 1985. Distribución y abundancia de las especies dominantes en las poblaciones de peces demersales de la plataforma continental mexicana del Golfo de México. Cap 8: 315-398. In: Yáñez Arancibia, A. (Ed.) Recursos Pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. de Alimentos, Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Inst. Nal. de Pesca. UNAM. México, D.F.
- 📖 YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1975. Estudios de peces en las lagunas costeras.: Nota científica. An. Centro Cien. del Mar y Limnol. UNAM. 2 (1): 53-60.

