

12



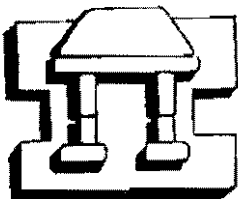
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS IZTACALA

29/6/01

"CONTRIBUCION AL ESTUDIO OSTEOLÓGICO DEL CHARAL *Chirostoma humboldtianum*: (Osteichthyes: Atherinidae)."

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A:
ALBERTO BORREGO VILLALPANDO



IZTACALA

DIRECTOR DE TESIS:
BIOL. JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRIGUEZ

Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México. Marzo de 2001.



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

A Dios;
por darme la fuerza, la fe y la esperanza para hacer un mejor mañana.

A todas las personas que luchan por un ideal y lo consiguen.

Índice.

Dedicatorias	4
Agradecimientos	5
Resumen	7
Introducción	8
Patrones de diversidad en esqueletos de peces mandibulados	11
Antecedentes	14
Objetivos	26
Descripción del área de captura	27
Metodología	29
Resultados	30
Análisis de resultados	60
Conclusiones	63
Bibliografía	64
Apéndice 1 (Esquema de datos merísticos)	76
Apéndice 2 (Datos merísticos)	77
Apéndice 3 (Laminas de <i>A. balsana</i>)	78

Dedicatorias.

Después de cuatro años de estudio y tras casi diez meses de incertidumbre por razones conocidas, hoy orgullosamente termino mi carrera con el título merecido, pero el mérito no es mío, es de mis padres, porque gracias a su amor incondicional, a su apoyo hasta en los momentos más difíciles y porque siempre han estado a mi lado, hoy al igual que yo se están titulando conmigo, por su lucha constante, les dedico esta tesis.

A mis hermanos David y Fernando, que en las buenas y en las malas siempre han estado ahí cuando más los he necesitado, por aguantarme y por ser parte de mi vida.

A mi abue Angelita, por ser mi ángel de la guardia, por todo tu amor y tus consejos.

A todos mis tíos y tías que de manera indirecta siempre me han apoyado, gracias Cris por tu apoyo estos últimos dos años y por sufrir conmigo en el idioma Francés.

A mis primos, que siempre los llevo en mi corazón, Ana, Helue y Dzoara, por su apoyo cuando más lo necesite, a Belén porque siempre tendremos de que hablar, por tus consejos y por escucharme.

A mis amigos entrañables, mis amigos de toda la vida, por transmitirme ese espíritu de lucha constante día a día.

A mis amigas Karla, Mariana, Ale, Martha y Laura, por esos buenos momentos y esas risas compartidas que nunca voy a olvidar, a donde quiera que vayan....les deseo la mejor de las suertes.

Agradecimientos.

Fueron tantas las personas que se vieron involucradas en este proyecto que de antemano pido disculpas si llego a omitir a alguien.

Me gustaría agradecer de manera especial a todos los maestros que durante mi formación como estudiante hicieron que me esforzara al máximo para sacar lo mejor de mí: Leticia Martínez, Arnulfo Reyes, Raúl Gallardo, Norma Laura García, Beatriz Urbietta, Margarita Canales, Samuel Meraz, Norma Ulloa, Irma Delfín, Soledad Chino, Roberto Moreno, Elvia Gallegos, Arturo Calderón, María Eugenia Eres, Hugo Perales, Carmen Álvarez, Rocío García, Víctor Ramón Moreno, Salvador Rodríguez, Ma. Gpe. Oliva, Ma. de los Ángeles García, Ma. de los Ángeles-Sanabria, Felipe de Jesús Cruz, Alba Marques, Pilar Villeda, Carlos Rojas, Silvia Romero, Leonor Abundiz, Lety Espinosa, Gumersindo de la Cruz, José Antonio Martínez, Adolfo Cruz, Asela Rodríguez, Sergio Cházaro, Paty Ramírez, Norma Navarrete y Arturo Rocha.

Porque bien dice el dicho:

"...Cuando todas las puertas se cierran, siempre queda una ventana abierta...", doy gracias al Jefe de la Carrera de Biología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Miguel Medina, así como a la Doctora María Eugenia Moncayo y al M. en C. Joel Paulo Maya, por su cordialidad y facilidades no solo para continuar con mis estudios cuando así lo necesite, sino por toda la información prestada para enriquecer este proyecto.

A todas y cada una de las personas que ayudaron a capturar los organismos con el chinchorro.

A Jaime Gómez por la preparación de todos los reactivos tanto para fijar, transparentar y teñir los organismos colectados.

Al Biol. Héctor Montes, por su amistad, apoyo, sugerencias y por sus aportaciones para mejorar este trabajo.

Al M. en C. Adolfo Cruz y a la Biol. Asela Rodríguez por las facilidades para tomar las fotos de los organismos con cámara digital.

A la M. en C. Leticia Verdín por todo el apoyo en la prestación de su laboratorio para poder trabajar, así como del uso del microscopio estereoscópico y la cámara para poder tomar todas las fotos de las estructuras óseas que en este proyecto se estudiaron.

Al Tocayo, a Leonel y a Mauricio Herrera, por ayudarme a quemar los CD's en la computadora y por el formato que se le dio a este proyecto.

Al Jefe de la Carrera de Biología de la UNAM *Campus Iztacala*, el Dr. Sergio Vaca, por todo el apoyo brindado de manera incondicional y por las facilidades para trabajar en su cubículo en horas extras, por sus consejos y por su ayuda, mil gracias.

De manera muy humilde y con mucho respeto quiero agradecer a cada uno de mis sinodales:

A la M. en C. Mónica González Isais por todas sus observaciones hechas a lo largo del proyecto, así como las contribuciones para hacer de este proyecto algo mejor sobre todo a cada uno de los esquemas de manera general.

Al M. en C. Rodolfo Cárdenas Reygadas por su invaluable apoyo a lo largo de este proyecto y por todos sus consejos a lo largo del desarrollo experimental.

Al Biol. José del Carmen Benítez Flores por sus contribuciones y observaciones hechas a lo largo de su revisión en este proyecto, así como sus sugerencias y contribuciones para mejorarlo.

Al Biol. Mario Cárdenas León por sus aportaciones y observaciones en el proyecto y por su énfasis en el análisis de resultados para que el resultado final fuera de primer nivel.

Al Biol. Jorge R. Gersenowies R. no solo por haber aceptado dirigir mi tesis, sino por permitirme desarrollar este proyecto tan importante con toda su confianza y del mismo modo las facilidades para la realización de mi Servicio Social en su laboratorio. Por todo lo que aprendí en sus clases y por todo ese conocimiento transmitido, pero más que nada, por ser un buen amigo, muchas gracias.

Por último agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México *Campus Iztacala*, porque siempre me brindó lo mejor de sí, y en los momentos de gloria y angustia luchamos hombro a hombro, por enseñarme a ver por un México mejor y construir juntos un espacio digno en el cual vivir, con compromisos y obligaciones que con orgullo me hacen llevar la frente en alto doy gracias a la *Máxima casa de estudios*.

Resumen.

En el presente trabajo se estudio el esqueleto del charal de Xochimilco *Chirostoma humboldtianum* (Osteoichthyes: Atherinidae) y se comparó con el charal del río balsas *Atherinella balsana* (Meek) (Pisces: Atherinidae).

Los organismos trabajados fueron colectados en el embalse San Felipe Tiacaque, ubicado en Toluca, Estado de México. El esqueleto se obtuvo transparentando con hidróxido de potasio y tiñendo con rojo de Alizarina "S". Se separaron las diferentes regiones del esqueleto, posteriormente se tomaron fotos y se elaboraron los esquemas de las diferentes estructuras esqueléticas.

Al compararse con *Atherinella balsana* (Meek) no se observaron diferencias drásticas, excepto en su porción caudal, proponiendo esta última zona como un carácter de diagnóstico.

Abstract.

In the present work we study the skull of the Short fin silverside of Xochimilco *Chirostoma humboldtianum* (Osteoichthyes: Atherinidae) and we compared it with the Short fin silverside of the Balsas river *Atherinella balsana* (Meek) (Pisces: Atherinidae).

The organisms worked were collected in the San Felipe Tiacaque creek, ubicada in Toluca, State of Mexico. The skull was obtained by transparenting with Potassium hydroxide and staining with Alizarin red "S". The different regions of the skull were separated, later photographs were taken and sketches were made from the different skull structures.

When we compared with *Atherinella balsana* (Meek) no drastic differences were found; except in its caudal portion, proposing this last zone as a diagnostic character.

Introducción.

Los osteictios o peces óseos son animales caracterizados por poseer un esqueleto osificado con columna vertebral, branquias y aletas tanto pares (ictiopterigio) como impares (dorsal, caudal y anal), y dependen primordialmente del agua, que es el medio en donde viven. Su estudio comprende los aspectos puro y aplicado de la ciencia ictiológica (Lagler, et. al., 1977).

Muchos grupos animales han alcanzado en el agua un cierto éxito ecológico; por ejemplo, los crustáceos son numerosos, y también los cefalópodos y los equinodermos, pero el éxito de los peces óseos sobrepasa el de todos los demás grupos. Desde el gobio o la perca que podemos hallar en un río hasta un gigantesco atún o el cardumen de arenques que encontramos en el mar, los peces óseos presentan inequívocamente las señales de un dominio completo del medio acuático. Pueden permanecer casi completamente parados, como si estuvieran suspendidos, y luego arrancar bruscamente de allí para abalanzarse sobre su presa o para huir del peligro. Pueden evitar los ataques del enemigo mediante rápidos y sutiles cambios de coloración. Sus ojos, sus oídos y sus receptores químicos muy perfeccionados les proporcionan información acerca del ambiente que les rodea y han desarrollado un comportamiento complejo con que enfrentarse a muchas situaciones. Los mecanismos reproductores pueden ser muy complejos, incluyendo actividades complicadas como son la construcción de nidos y el cuidado de las crías; el comportamiento social se aprecia en los movimientos de agrupación en cardúmenes, que pueden ir acompañados por un intercambio de sonidos. Los peces óseos se encuentran en abundancia, no sólo en el mar, sino también en el agua dulce, medio éste que no ha sido nunca colonizado por los cefalópodos o los elasmobranquios. Pueden subsistir bajo toda suerte de condiciones desfavorables o en agua muy polucionada, y algunas especies pueden respirar aire y vivir en tierra firme temporalmente. La mayoría son quizá carnívoros, pero otros aprovechan todo tipo de alimento, desde el plancton hasta las fanerógamas marinas. Sea cual sea el aspecto biológico de los peces que consideremos, podemos darnos cuenta de que los peces óseos sobresalen en él de manera notable, y que esta superioridad se logra de diversos modos en las distintas especies. No es, pues, sorprendente que sean tan numerosos. Frente a 3,000 especies aproximadamente que se han descrito de elasmobranquios, los peces óseos cuentan en la actualidad con más de 20,000 especies (Young, 1985).

En algunas de estas especies, el número de individuos debe de ser realmente astronómico. Por ejemplo, en el océano Atlántico se pescan cada año unos 3 000 millones de arenques, de manera que la población total en esta zona no pueda ser de menos de un billón de individuos. Por otra parte, en la costa atlántica de Estados Unidos se captura cada verano unos mil millones de peces azules, los cuales, al ser carnívoros muy voraces, durante los cuatro meses en que su actividad es máxima consumen por lo menos unos mil billones de peces de otras especies (Young, *op. cit.*).

Esto nos da una idea de la tremenda productividad del mar y de la eficiente manera en que los peces óseos han sabido explotarla. No es necesario decir que el hombre ha hecho uso también de los peces óseos, los cuales, junto con los elasmobranchios, proporcionan una parte considerable de alimento humano (Yung, *et. al. op. cit.*).

En México convergen dos zonas zoogeográficas muy importantes, la Neártica y la Neotropical. La fisiografía que se muestra a lo largo del país y los numerosos sistemas hidrológicos, especialmente hacia la región del sudeste, contribuyen a que existan una gran variedad de hábitats que se reflejan en un alto porcentaje de especies acuáticas y que lo hace uno de los lugares que posee una gran diversidad de especies dulceacuícolas (Cohen, 1970). Sin embargo, la mayor parte de los estudios de estos organismos se han centrado en la biometría, pero la osteología puede aportar nuevos elementos para la resolución de problemas taxonómicos (Valdéz, 1997).

Se estima que en nuestro país, existen 18 órdenes y 33 familias con 506 especies de peces óseos. Esto correspondería a cerca del 60% de los peces de agua dulce presentes en E.U.A. y Canadá, confinados a un territorio que ocupa la quinta parte de ambos países (Espinoza, *et. al.*, 1993), y al 5.1% del total conocido, considerando que existen alrededor de 9,847 especies de peces de agua dulce en todo el mundo (Nelson, 1994). Los peces son los vertebrados más numerosos, que existen con cerca de 20,000 especies conocidas, aunque podrían llegar hasta 40,000. En contraste, con el número de especies de aves con alrededor de 8,600; de mamíferos con 4,500; de reptiles con 6,000 y de anfibios con 2,500. No solo hay muchos peces diferentes, sino que también sus especies son de muchos tamaños y formas distintas. La mayoría de los peces tienen forma de torpedo, aunque los hay redondos o cilíndricos, otros son planos y algunos angulares (Lagler, *et. al., op. cit.*).

El incremento por el conocimiento de la vida de los peces ha sido el resultado del natural deseo por saber más sobre la naturaleza y de nuestra necesidad de recabar más información relacionada con las especies que nos sirven para el comercio y para la recreación. Por lo menos desde el siglo X A.C. los chinos estaban tratando de cultivar con éxito los peces. Los antiguos egipcios, griegos y romanos hicieron registros sobre las variedades, hábitos y cualidades de varias especies de peces (Lagler, *et. al., op. cit.*).

El estudio de los peces, o ictiología, no tuvo forma de disciplina científica sino hasta el siglo XVIII, en torno a las siguientes especialidades: taxonomía, anatomía, evolución y genética, historia natural y ecología, fisiología y bioquímica y conservación (Lagler, *et. al., op. cit.*).

Por su extensión, ubicación y potencial pesquero las aguas epicontinentales de México son muy importantes para la alimentación del pueblo mexicano. Los peces en particular juegan un papel muy relevante como fuente de proteínas. Es por ello que

los estudios ecológicos y biológicos se han enfocado principalmente en las especies introducidas. Dentro de las especies que tienen importancia por sostener fuertes pesquerías en los estados de Michoacán y Jalisco están los charales y pescados blancos, los cuales tienen un gran potencial piscícola en México. Estos peces pertenecen al género *Chirostoma* (Atherinidae) que es exclusivo de la ictiofauna mexicana, con un total de 18 especies (Barbour, 1973). Los charales y pescados blancos gozan de una gran aceptación en la dieta del pueblo mexicano, sostienen importantes pesquerías y es factible su cultivo. Sin embargo, en general el sistema óseo de los aterínidos mexicanos no ha sido estudiado (Barbour, *op. cit.*).

Los peces del género *Chirostoma* juegan un papel importante en la alimentación de los mexicanos desde tiempos prehispánicos, siendo comercializados frescos, secos en forma de boquerón y tamal. El costo económico del charal es de \$ 40.00/kg (4DIs) en estado fresco y de \$ 85.00/kg (8.5DIs) seco. La producción del charal ha venido disminuyendo en los años recientes (Navarrete y Cházaro, 1992).

El género *Chirostoma* es un elemento endémico del territorio mexicano, actualmente constituido por 18 especies, las cuales se distribuyen de manera natural en el Altiplano Mexicano. De ellas, *Chirostoma humboldtianum*, constituye la primera especie íctica mexicana descrita en 1835 por Valenciennes (Paulo, Figueroa y Soria, 2000).

Esta especie de hábitos lacustres, anteriormente se distribuía de manera amplia desde los lagos del Valle de México hasta los lagos de Santa María y San Pedro Lagunillas, en Nayarit. Sin embargo, como producto de las actividades humanas se han modificado los ambientes naturales y en consecuencia, muchas de las poblaciones de esta especie han desaparecido (Barbour, *op. cit.*).

Es indudable que la presencia de *C. humboldtianum* en los antiguos lagos de México, permitió que se establecieran vínculos culturales y económicos con las civilizaciones prehispánicas, llegando a ser tan importante, que el "Amilotl", como era conocido en el Valle de México, era muy codiciado, engordado y consumido como alimento fresco (López, 1991; Ecurra, 1996).

Otro aspecto interesante de esta especie, es que desde el punto de vista filogenético ha sido considerada como el posible ancestro que dio origen a las especies de mayor dimensión de *Chirostoma*, como producto de la adaptación a las aguas dulces de la Mesa Central de un ancestro semejante a *Menidia* (Barbour, *op. cit.*).

Junto con *Chirostoma estor*, es una de las especies más estudiadas en diferentes temas, como Sistemática, Biología (alimentación, reproducción, crecimiento), Ecología, Pesquerías y Acuicultura (Paulo, *et. al.*, *op. cit.*).

Patrones de diversidad en esqueletos de peces mandibulados.

Desde el Devónico (355 a 410 millones de años) los peces mandibulados han formado a la mayoría de los vertebrados acuáticos; ellos aparecieron hace más de 430 millones de años en el Silúrico y alcanzaron su mayor diversidad para grupos taxonómicos mayores en el Devónico. Hoy los actinopterigios más avanzados los teleósteos, forman más del 96% de todas las especies de peces, seguida por un 3.5% de peces cartilaginosos como los Elasmobranquios (Nelson, 1984).

Las pocas familias restantes son sobrevivientes de grupos que alguna vez existieron (6 géneros de holocefalos, 11 géneros primitivos de actinopterigios, 3 géneros de peces pulmonados y 1 género actinístico). Los grupos del Devónico tales como los placodermos y acantodios están completamente extintos. Por otro lado, para presentar la diversidad de peces mandibulados, hay que incluir formas fósiles preferentemente del Devónico, ya que ellos representan la estructura basal de todos los grupos mayores. Afortunadamente, los peces mandibulados del Devónico fueron fuertemente osificados por lo que las estructuras del exo y endocráneo están muy bien conservadas y han sido estudiadas extensamente (Jarvik, 1980). En adición, el grupo más grande de vertebrados, los tetrápodos, evolucionaron de los peces mandibulados a fines del Devónico. Los peces mandibulados poseen mandíbulas que mastican, que junto con la presencia de la trabecula craneal, branquias externas, 3 canales semicirculares en el laberinto y aletas pélvicas y pectorales pares soportadas por un endoesqueleto a manera de cinturón distingue a los gnátostomos de los agnatos (Schaeffer y Thomson 1980; Janvier 1981; Maisey 1986).

Las mandíbulas están formadas (dorsalmente) por el palatocadrado y (ventralmente) por el cartílago de Meckel. Los dientes están localizados ya sea en tejido conectivo por encima y lingual al palatocadrado o al cartílago de Meckel o en huesos dérmicos que los cubren, si las mandíbulas están osificadas. La osificación ocurre primero en la articulación entre la maxila y la mandíbula, de esta manera se osifica el articular en la parte posterior del cartílago de Meckel y el cuadrado en la porción terminal posteroventral del palatocadrado. En esta primera articulación de la mandíbula la cabeza del cuadrado descansa dentro de la fosa glenoidea del articular. El palatocadrado osificó primitivamente como una unidad (Arratia y Schultze 1991); dos o tres centros de osificación ocurren independientemente en diferentes grupos – como ejemplo en los ptycodontidos y algunos placodermos artrodios, acantodios, actinopterigios halecostomos, actinistios y tetrápodos. Los dos o tres centros de osificación del palatocadrado dan origen (anteriormente) al autopalatino, dorsalmente al metapterigoides y postero-ventralmente al cuadrado, independientemente en los grupos citados. No existe evidencia de la existencia de arcos premandibulares como lo sugirió Jarvik (1981). Primitivamente, hay una mitad dorsal de una abertura branquial entre el mandibular y los arcos hioideos; la existencia completa de una abertura branquial como ha sido propuesto por Watson (1937), Zangerl y Williams (1975), y Zangerl y Case (1976) generalmente no es aceptada (Maisey 1986). Todos los arcos branquiales, incluyendo el arco hioideo, están compuestos de elementos

pares ventrales (hipohial, ceratohial/hipobranquial, ceratobranquial) y dorsales (epihial = hipobranquial, faringohial/epibranquial, faringobranquial); el basihipial impar y los basibranquiales unen ambos lados del esqueleto branquial en su parte media. Debido a que las branquias están localizadas externamente a los arcos branquiales, las superficies internas de los arcos pueden sostener placas dentales como lo hace el arco mandibular. La trabecula par apareció ontogenéticamente más tarde por debajo de la región etmoesfenoidal. Aunque la orientación inicial de la trabecula es antero-ventral, durante el desarrollo, ellas gradualmente se vuelven orientándose paralelamente al plano de la región (ótico-occipital) ventral a medida que el cráneo anterior se mueve hacia arriba. En el laberinto un tercer canal semicircular (horizontal) se desarrolla junto con los otros dos canales verticales presentes en agnatos. Un receso utricular también está presente en gnatostomos. Los peces mandibulados comprenden tres grupos monofiléticos –los placodermos, los condictios y los teleósteos. Los condictios y los teleósteos están extintos, pero los placodermos están limitados principalmente al Devónico. La relación de placodermos, condictios y teleósteos está sin resolver (Schaeffer 1975; Miles y Young 1977; Denison 1978; Forey 1980; Goujet 1982; Gardiner 1984; Young 1986).

El endocráneo de condictios adultos representa una unidad única, considerando que en placodermos es doble, teniendo una porción anterior muy pequeña, y una porción posterior muy grande. El endocráneo de los teleósteos está dividido por fisuras. En todos los gnatostomos, el piso anterior del endocráneo está formado por un cartilago precordial. La llamada trabecula en agnatos yace lateral a la notocorda anterior (Jollie 1962). El endocráneo es abierto antero-dorsalmente (fontanela precerebral) en condictios. La nomenclatura osteológica fue desarrollada en tetrapodos, especialmente en humanos, y posteriormente aplicada a peces. El patrón del techo del esqueleto en tetrapodos, consistente en los huesos pares, postparietales, parietales, y frontales se encuentra solamente en peces panderictios (Schultze y Arsenault 1985) a través de los osteoictios. Aunque los crossopterigios primitivos poseen postparietales y parietales (pares), el patrón en mosaico de la región del hocico no ha sido remplazada por fontanelas pares. Los postparietales cubren la región ótica de tetrapodos (Westoll 1938, 1943; Shishkin 1973) y crossopterigios.

Los postparietales cubren solamente la parte posterior de la región ótica de actinopterigios, la parte anterior de la región ótica está cubierta por las porciones posteriores de los parietales. El patrón del piso del esqueleto de placodermos es completamente diferente al de osteoictios (Jarvik 1980; Young 1986). Probablemente surgieron independientemente de un estado micromérico como en *Stensioellida* o *Pseudopetalichthya* en los que solo unos cuantos huesos del patrón de placodermos está presente (Denison 1983). Los principales huesos pares (centrales) de placodermos yacen por encima de la región ótica, como lo hacen los postparietales en crossopterigios. Un hueso mediano (nucal) yace posteriormente adyacente a los centrales, y los paranucles pares yacen lateral a la nuca en placodermos. En suma,

los huesos que rodean tienen un patrón completamente diferente al de osteoictios. La cubierta dérmica del esqueleto visceral, es una variación del piso del esqueleto. Los crossopterigios poseen un patrón semejante a tetrapodos; de esta manera, la mandíbula y el paladar están compuestos por el premaxilar, maxilar, dermopalatinos, ecto- y endopterigoides, y vomeres y un paraesfenoides medial. La maxila consiste de un dentario, cuatro infradentarios, coronoides, prearticular y el cartílago de Meckel. La composición de la cobertura dermal del palatoc cuadrado y del cartílago de Meckel en arquinopterigios es consistente con la de crossopterigios y tetrápodos, excepto porque el dentario (dentalosplénial) incluye al esplenial y al postsplénial con la porción anterior del canal mandibular de actinopterigios. Los dipnos difieren más que otros osteoictios. Ellos carecen de premaxilar y maxilar, y los homólogos de los huesos palatinos son inciertos (Campbell y Barwick 1984). Excepto por el prearticular y el cartílago de Meckel, la cubierta dérmica de la maxila es única. Jarvik (1967) designó los huesos dérmicos de la maxila por correspondencia en la misma forma que Forster-Cooper (1937) los clasificó como elementos del piso craneal. Algunos acantodios son únicos ya que poseen huesos dentarios sobre el palatoc cuadrado y el cartílago de Meckel. Estos huesos son similares en forma, arreglo y posición a los elementos dérmicos de osteoictios. De forma similar, los huesos dérmicos en el palatoc cuadrado y el cartílago de Meckel en placodermos son diferentes a los de osteoictios. Primitivamente, los placodermos poseen denticulos pequeños (*Stensioellida*) o placas dentarias (*Pseudopetalichthyida*, *Rhenanida*). En placodermos más avanzados, un sencillo par de supra e infragnatos ocurren; el borde de la mordida de estos huesos es dentado (Denison, *op. cit.*).

Antecedentes.

Ubicación taxonómica y características distintivas.

Como ya mencionamos el género *Chirostoma* está constituido actualmente por 18 especies y 6 subespecies, sin incluir a *C. compressum*, que se considera extinta (Paulo, *et. al.*, *op. cit.*).

El género *Chirostoma* se divide en dos grupos de especies, sobre la base de características merísticas y morfología de las escamas. El grupo *jordani* tiende a presentar un número alto de valores merísticos, escamas lacinadas con canales en la línea lateral (caracteres derivados); el grupo *arge* tiene números bajos de valores merísticos, bordes de las escamas lisos y poros en la línea lateral (caracteres primitivos) (Palacios, 1998).

De acuerdo a los criterios de Lagler *et. al.* (1977) y Barbour (1973a), la clasificación taxonómica de *Chirostoma humboldtianum* es la siguiente:

PHYLUM	CHORDATA
SUBPHYLUM	VERTEBRATA
SUPERCLASE	PISCES
CLASE	OSTEOICHTHYES
SUBCLASE	ACTINOPTERYGII
SUPERORDEN	TELEOSTEI
ORDEN	PERCIFORMES
SUBORDEN	MUGILOIDEI
FAMILIA	Atherinidae
GENERO	<i>Chirostoma</i>
ESPECIE	<i>C. humboldtianum</i>

Taxonomía

El taxón *Chirostoma humboldtianum* fue descrito por Valenciennes en 1835 como *Atherina humboldtiana*, pero poco después fue cambiado de posición taxonómica y utilizado como especie tipo del género por Swaison en 1839 (Paulo, *et. al.*, *op. cit.*).

En la cultura mexicana era conocido como "Amilotl" o "Xalmichin" (pez en la arena) (Martín del Campo, 1955). A la fecha se le denomina como charal de Xochimilco (Espinosa-Pérez *et. al.*, 1993), charal de aleta corta o "Short fin silverside" (Mayden *et. al.*, 1992).

Al igual que otros miembros de la familia Atherinopsidae, *C. humboldtianum* ha tenido problemas en su delimitación taxonómica, por ello, se le ha reconocido bajo distintos nombres a lo largo del tiempo (Paulo, *et. al., op. cit.*).

Basiónimo: *Atherina vomerina* Valenciennes 1835: 481

El Holotipo (ZMB 1885) se ubica en el Museo Zoológico de Berlín y fue colectado en el Valle de México (Paulo, *et. al., op. cit.*).

Sinónimos:

<i>Chiostoma humboldtianum</i>	Von Bayern & Steindachner 1895:522
<i>Atherinichthys humboldtii</i>	Günther 1861: 404
<i>Atherina fontinalis</i>	Cházari 1884: 80
<i>Chiostoma humboldtiana</i>	Seurat 1898: 26
<i>Chiostoma breve</i>	Regan 1906-08: 59 (en parte)
<i>Chiostoma regani</i>	Jordan & Hubbs 1919:74
<i>Chiostoma bartoni bartoni</i>	De Buen 1941: 7 (en parte)
<i>Chiostoma bartoni</i>	De Buen 1943: 214 (en parte)
<i>Esloparum regani</i>	De Buen 1945: 509, 1946b: 114
<i>Chiostoma ocampoi</i>	Álvarez 1963: 197

A partir del trabajo monográfico de Barbour (1973) la estabilidad en la nomenclatura del taxón es evidente, sin embargo, al revisar los trabajos osteológicos realizados en ejemplares del Valle de México por Álvarez y Moncayo (1976) observamos suficientes diferencias en las estructuras del aparato mandibular que bien pueden ser consideradas como evidencia para considerar pertinente el reconocimiento de una subespecie cuyo epíteto sería *Chiostoma humboldtianum regani* (De Buen, 1973b).

Para realizar estudios sistemáticos, la metodología más utilizada ha sido el análisis morfométrico y merístico. Sin embargo, conforme avanza el conocimiento de estos organismos, se ha tenido la necesidad de utilizar otro tipo de características taxonómicas como son las osteológicas e incluso considerar la ontogenia de los huesos (Dunn, 1983), ya que esto último puede ser más importante desde el punto de vista filogenético. Así, por ejemplo, Gosline (1965) propuso una filogenia de los teleósteos a partir de la comparación de huesos del cráneo de varias especies. Esto no quiere decir que se proponga realizar exclusivamente trabajos osteológicos, sino que ambas metodologías pueden complementarse para obtener resultados más claros conforme a la identidad del material trabajado (Valdez, 1997).

Para análisis de este tipo, puede tomarse en cuenta la descripción y comparación de todo el esqueleto o sólo una parte y mostrar si existen diferencias entre las especies o no, así como la consideración del problema filogenético (Valdez, *op. cit.*).

Guerra (1986), hizo un análisis taxonómico poblacional de peces aterínidos (*Chirostoma* y *Poblana*) de las cuencas endorreicas del extremo sur del altiplano mexicano.

Descripción de la especie.

El charal de Xochimilco es un pez de cuerpo esbelto y comprimido con una longitud patrón máxima de 250 mm (LP); boca terminal subtriangular, más o menos oblicua, con su mandíbula superior un poco curva en su parte media; la mandíbula inferior proyectada un poco por delante de la superior. Cuenta con 43 a 73 escamas en una serie longitudinal y de 25 a 40 escamas predorsales. Posee de 19 a 28 branquiespinas a lo largo del primer arco branquial. La distancia del hocico al origen de las aletas pélvicas es de 40.9 a 51.2% de la longitud patrón (%LP), la longitud postorbital es de 12.2 a 16.8% LP, la distancia orbital de 4.6 a 7.8% LP, el hocico 8.4 a 13.4% LP y la base de la aleta anal 17.1 a 22.2% LP (Foto1) (Paulo, *et. al., op. cit.*).



Foto 1. Ejemplar del charal *Chirostoma humboldtianum* (Osteichthyes: Atherinidae).

Distribución geográfica.

Chirostoma humboldtianum tenía una amplia distribución, pues se le encontraba al oriente desde los lagos interiores del Valle de México como Xochimilco, Chimalhuacán, Texcoco y Tláhuac (Soto, 1953), la cuenca del río Lerma y hacia el oeste, en las lagunas de Juanacatlán (Jal.), Santa María y San Pedro Lagunillas (Nay.). En la actualidad se encuentra en la laguna de Zacapu (Mich.); Trinidad Fabela, Huapango, Danxhó, Tiacaque y Tepuxtepec (todas en el Estado de México). Alaye (1988), menciona la existencia de *Chirostoma humboldtianum* en Pátzcuaro, producto quizá de una introducción involuntaria como sucedió en los embalses el Bosque (Mich.), y Villa Victoria (Méx.), ubicados en la cuenca del río Balsas (Rosas, 1970; Bonilla, 1982; Chávez-Toledo, 1987)

Aspectos Biológicos.

Alimentación.

C. humboldtianum es una especie carnívora que se alimenta sustancialmente de zooplancton. Su alimentación se realiza en las horas luz, dado que es un animal

que usa la vista para localizar sus presas (Moncayo, 1996). En el embalse "Las Tazas" o represa Tiacaque (Méx.), *C. humboldtianum*, presentó una dieta de diez grupos alimentarios: Cladóceros 65.7%, anfipodos 21.06%, copépodos calanoideos 4.12%, ciclopoideos 3.03%, dípteros 2.51%, coleópteros 1.34%, hemípteros 1.3%, peces 0.71% y rotíferos 0.16% (Fuentes, 2000).

Bajo condiciones de laboratorio Figueroa *et. al.* (1999), analizaron el efecto de la dieta sobre la supervivencia y el peso de alevines de *C. humboldtianum* durante los primeros treinta días de vida y encontraron que los tratamientos basados en nauplios de *Artemia* combinados con rotíferos proporcionan el mayor incremento en peso y una supervivencia del 100% de los organismos y que los alimentos balanceados en esta etapa no son consumidos.

Reproducción.

Al igual que otras especies del género, *C. humboldtianum* desova en las orillas de los cuerpos de agua a poca profundidad sobre algas filamentosas entre las raíces de los sauces o en las piedras. La reproducción puede ocurrir durante una buena parte del año, aunque existen variaciones dependiendo del cuerpo de agua en el que habita. En el embalse Tiacaque la reproducción se da casi todo el año con dos picos reproductivos: el primero se alcanza hacia la primavera y el segundo en verano; sin embargo, en invierno es posible encontrar organismos sexualmente maduros aunque estos no se reproducen (Aguilar y Navarrete, 1994; Navarrete, 1994).

Considerando las tallas de reclutamiento reproductivo y fecundidad, se observan también variaciones con el sitio. Para el embalse de Tiacaque la talla mínima de reproducción fue a los 5.7 cm para ambos sexos y se observó una fecundidad absoluta entre los 2024 y 17758 óvulos (Aguilar y Navarrete, *op. cit.*).

La reproducción bajo condiciones de laboratorio es factible de llevarse por medio de desoves manuales y fibras de plástico monofilamento de color amarillo como sustrato para los huevos. El desove se lleva a cabo tanto en cardumen como en parejas individuales (Figueroa, *et. al.*, *op. cit.*).

Crecimiento.

Las ecuaciones de crecimiento para ambos sexos siguen el modelo de Von Bertalanffi, y son:

$$\text{Machos} \quad Lt = 173.6 - e^{-0.159(t+0.791)} \quad (\text{Téllez, 1983})$$

$$\text{Hembras} \quad Lt = 197.71(1 - e^{-0.107(t+0.593)}) \quad (\text{Flores, 1985})$$

Lt= longitud total en mm.

Aguilar (1993) determinó cuatro clases de edad en el embalse Tiacaque y obtuvo las curvas de crecimiento de *C. humboldtianum* para cuatro temporadas del año.

$$Lt = 25.14(1 - e^{-0.17778(t - 0.1821)}) \quad \text{primavera}$$

$$Lt = 15.3143(1 - e^{-0.3364(t - 0.2510)}) \quad \text{verano}$$

$$Lt = 24.1550(1 - e^{-0.2032(t - 0.2239)}) \quad \text{otoño}$$

$$Lt = 16.0581(1 - e^{-0.2869(t - 0.1447)}) \quad \text{invierno}$$

Del mismo modo el autor obtuvo con el modelo potencial de Diller la relación peso-longitud y la expresó en la siguiente ecuación:

$$\text{Peso} = 0.01170L^{2.8993} \quad \text{donde } L = \text{longitud patrón en mm.}$$

Bajo condiciones de cautiverio Figueroa *et. al.* (comunicación personal), al observar el efecto de la dieta durante los primeros seis meses de vida (alimento vivo vs. alimento balanceado) sobre el crecimiento en longitud de dos lotes de 200 organismos colocados en jaulas, encontraron una relación directa entre el tipo de alimento y el tiempo para su consumo. Tal relación se expresa bajo el modelo de regresión lineal en los siguientes términos:

$$L = 10.25 + 0.41(t) + 0.592(a) - 0.125 (t*a) \quad \text{con } P < 0.001 \text{ y } R^2 = 0.789$$

Donde L = longitud patrón (mm), t = tiempo (días), a = alimento (gms).

Aspectos ecológicos.

C. humboldtianum es una especie que vive muy cerca de la superficie, en la zona francamente limnética (Moncayo, 1996). Puede ser capturado en cuerpos de agua del Alto Lerma ubicados entre los 2170 a 2552 m.s.n.m. a temperaturas que van de los 19° a 25°C, oxígeno disuelto entre 6.7 a 7.5 mg/L y un pH de 7.5 a 8.2. Los sólidos suspendidos de estos embalses oscilan de 0 y 360 UFT. Los sulfatos van de 14 a 26 p.p.m., así como los nitratos y fosfatos de 0 a 4.4 y 1.1 a 1.58mg/L respectivamente (Chávez-Toledo, 1987; Díaz-Pardo y Chávez-Toledo, 1987). En ambientes del Bajo Lerma como la laguna de Zacapu, el charal vive en aguas con 6 a 18°C con concentraciones de oxígeno entre 2.23 a 8.6 mg/L y un pH de 7 a 8 (Medina, 1993).

Al analizar las relaciones alimentarias de *C. humboldtianum* y *C. jordani* en condiciones simpátricas y alopátricas se ha observado una fuerte sobreposición de nicho trófico; sin embargo, existe un patrón de depredación particular para cada una

de las clases de talla de los peces y la disponibilidad de los grupos alimenticios: en los estadios juveniles de ambas especies depredan con mayor intensidad *Bosmina sp.* y *Halicyclops sp.* mientras que los adultos se alimentan preferentemente de *Mastigodiptomus* y diferentes especies de *Daphnia* (Moreno-León y Soto-Galera, 1995; Moreno-León, 1997).

Osteología.

Con respecto al estudio osteológico de los peces utilizados para la descripción y comparación de distintos grupos se han publicado numerosos trabajos, entre los cuales destacan:

La especie *Chirostoma jordani* (Woolman) ha sido estudiada basándose en su distribución y taxonomía por autores extranjeros (Woolman, 1894; Bean, 1898; Jordan y Hubbs, 1919; Jordan, *et. al.*, 1928; Barbour, 1973) y nacionales (Cuesta, 1931; De Buen, 1940, 1941, 1943, 1945, 1947; Álvarez del Villar, 1950, 1953, 1963; Álvarez del Villar y Cortez, 1962).

Eigenmann (1921), señaló que el premaxilar de *Astyanax* tiene dos hileras de dientes donde la segunda presenta de 4 a 5 dientes con crestas denticuladas; además la mandíbula armada de dientes cónicos fuertes al frente. Finalmente encontró que el maxilar tiene un número variable que oscila desde 0 hasta 10.

Myers (1929), realizó estudios con dos carácidos africanos que estaban agrupados en un solo género. Este autor concluyó separarlos en dos diferentes (*Alestes* y *Brycinus*) con base al estudio del neurocráneo.

En el caso de la familia Characinidae, Gregory y Conrad (1938), realizaron un estudio filogenético y propusieron una clasificación de esta familia basada en la revisión del cráneo, dentición y algunas partes del esqueleto, de 9 subfamilias (Cheirodontinae, Serrasalminae, Erythrininae, Hemiodontinae, Anostomatinae, Citharininae, Distichodontinae y Gymnodidae).

Romer (1942, 1969), demostró que el cartílago es una adaptación embrionica, y sabemos que el tejido óseo ocurrió dentro de los condictios (Zangerl, 1968; Peignoux-Deville *et. al.* 1982).

Álvarez (1950), señaló que el premaxilar tiene dos series, los anteriores fuertes como incisivos y multicúspides. El maxilar con una serie de dientes no aserrados y la mandíbula con una serie de dientes; los del centro mayores y pentacúspides.

Weitzman (1954, 1962, 1964), es uno de los investigadores que ha trabajado con mayor énfasis en la fauna sudamericana de carácidos, describiendo nuevas especies, e incluso géneros, además de buscar relaciones de índole filogenética entre ellos.

También se ha destacado por utilizar caracteres osteológicos para apoyar sus hipótesis. Algunos ejemplos son: en 1954 realizó comparaciones entre los gasteropelecinos y los géneros *Astyanax*, *Brycon* y *Bryconamericus* con ayuda de caracteres osteológicos craneales y la cintura pectoral considerándolos altamente especializados en función del tipo de alimentación (insectos acuáticos superficiales) que tienen.

Stensio (1959, 1963), Moy-Thomas y Miles (1971), Jarvik (1980) y Goujet (1982), propusieron como grupo hermano de los condricios a los osteoictios.

Posteriormente Weitzman (1962), describió la osteología de *Brycon meeki*, considerándolo como un pez que muestra las características generales que puede presentar cualquier carácido y definiendo así a la familia Characidae y la subfamilia Characininae.

Weitzman (1962), mencionó que la dentición para la familia Characidae es de multicúspide a unicúspide.

Weitzman (1964), hizo un estudio osteológico y sus relaciones de peces carácidos de Sudamérica de las subfamilias Lesbianinae y Erythrininae con especial referencia a la tribu Nannostomina.

Nelson (1966a), hizo un estudio comparativo de la estructura de los arcos branquiales en peces de la familia de los clupeidos y descubrió que al paso de la evolución estas especies tienden a hábitos microfagos.

Por otra parte, Menezes (1969), trabajó con la sistemática y distribución de la tribu *Acestrorhynchini* en donde utilizó los diferentes elementos del cráneo y la dentición para establecer relaciones entre los géneros de esta tribu.

Tyson (1969), realizó un estudio osteológico e hizo ciertas relaciones en peces caracoideos particularmente los del género *Hepsetus*, *Salminus*, *Hoplias*, *Ctenolucius* y *Acestrorhynchus*.

Schaeffer (1975, 1980) y Denison (1978), propusieron que los placodermos tienen como grupo hermano a los gnatostomos.

Menezes (1976), revisó la ubicación taxonómica de los géneros *Cynopotamus*, *Acestrocephalus* y *Galeocharax*, para lo que utilizó caracteres morfométricos, merísticos y osteológico-craneales en la descripción de estos grupos.

Por otro lado, la familia Characidae se considera de hábitos alimenticios diversos que van desde herbívoros, planctófagos, carnívoros hasta aquellos que se alimentan de escamas y aletas de otros peces (Gery, 1977). En virtud de esas formas de

alimentación, las mandíbulas y dentición han sufrido importantes cambios evolutivos (Myers, 1966), básicos para la sistemática del grupo.

Gery (1977), para la descripción de la familia no consideró la dentición, a nivel de la subfamilia Tetragonopterinae definió los dientes como cónicos, el mandibular con dientes uniseriales, la premaxila raramente con tres hileras. En el género *Astyanax* mencionó el dentario con 4 o 5 dientes frontales largos, seguidos por 5 a 10 más pequeños; finalmente para las especies mexicanas, tomó en cuenta el número de dientes en el maxilar, que generalmente son dos.

Miles y Young (1977), describieron tres osificaciones -etmoidal, orbital, y occipital- en el endocraneo de ptycodontidos.

Ruiz y Yáñez Aransabia (1977), hicieron un estudio osteológico de dos especies de aterínidos *Atherinomorus stipes* (Muller y Troschel) y *Coleotropis blackburni* Schultz (Pisces: Atherinidae).

Yañez-Arancibia y Ruiz (1977), estudiaron a la *Anchoa parva* (Meek e Hilderbrand) e hicieron una discusión comparada con seis especies de la familia (Pisces: Atherinidae).

Forey (1980) y Gardiner (1984a), proponen como grupo hermano de los placodermos a los osteoictios.

Vieth (1980), reportó que la presencia de un canal en el cuello es típica en escamas placoideas, y migran de la base del cuello durante su ontogenia (Karatajuté-Talimaa, 1973).

Moncayo (1981), describe el esqueleto neural, branquial y axial de *Notropis aztecus*, un ciprínido endémico del Valle de México. Además hace comparaciones entre la estructura ósea de esta especie y la de otras especies, de la misma familia y aún de familias diferentes, pero afines. Por último comenta algunos aspectos de nomenclatura.

Navarrete (1981), estudia el tipo de alimentación y madurez sexual de *C. jordani* en el embalse Taxhimay en dos épocas del año (primavera y otoño).

Vari investigó las relaciones filogenéticas entre las familias Curimatidae, Prochilodontidae, Anastomidae y Chilodontidae (Pisces: Characiformes) (Vari, 1983), así como la filogenia de la familia Curimatidae de Sudamérica (Vari, 1989a) para lo cual utilizó una metodología semejante a la ya mencionada.

Maisey (1984), menciona que aunque el faringohial es una serie homóloga de los faringobranquiales, su presencia en holocefalos es una especialización y no un rasgo primitivo.

Contreras y Rivera (1985), mencionaron que *Astyanax* presenta dientes maxilares de 0 a 7 (ó 3 a 5 tricúspides), además (4 ó 5) dientes principales mandibulares tricúspides y sin diastemas.

Los estudios relacionados con la especie *Chirostoma humboldtianum* se refieren a su variación morfológica (De la Cruz y Moncayo, 1985), histología gonádica (Garibay et. al., 1988) y alimentación (Téllez, 1983; Gómez, 1984; Navarrete y Cházaro, 1992).

Echelle y Echelle (1985), abordan la genética evolutiva del género *Chirostoma* incluyendo a la especie *Chirostoma jordani*. Moncayo y Hernández (1978) estudian el charal *Chirostoma jordani* en el embalse Requena, con relación a su ecología y explotación pesquera.

Rodríguez y Granado (1986), llevaron a cabo un estudio morfológico del aparato mandibular de cinco especies del género *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae), obteniendo así, la separación de las cinco especies.

Werdelin y Long (1986) y Vézina (1986), mencionan que aunque la estructura del esqueleto de placodermos es bien conocida, hay muy poca información acerca del desarrollo craneal ya que pocas series ontogénicas se encuentran disponibles. Descripciones sobre el desarrollo se encuentran restringidas a cambios en tamaño de juveniles a adultos.

Rodríguez y Granado (1987), realizaron un estudio sobre las relaciones existentes entre las características morfológicas del aparato bucal y el hábitat alimenticio de cinco especies del género *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae), en el Lago de Chapala, México.

Rodríguez y Granado (1988), realizaron un estudio morfofuncional de tres especies del género *Chirostoma* coexistentes en el lago de Chapala. Los resultados obtenidos muestran la existencia de diferencias morfológicas interespecíficas que confieren a cada especie adaptaciones exclusivas en la explotación de los recursos del ecosistema permitiendo su coexistencia.

Los estudios realizados por Vari (1989b y 1989c), utilizando varios caracteres osteológicos del cráneo en la sistemática del género *Curimata* Bosc y la del género *Pseudocurimata*. Ambos grupos son peces carácidos Sudamericanos. Es interesante señalar que para la reconstrucción filogenética, utilizó el programa PAUP (Phylogenetic Analysis Using Parsimony).

Mejía y Díaz Pardo (1991), cuando describieron el cráneo de *A. fasciatus*, mencionaron que el premaxilar presenta dos hileras de dientes, el maxilar con 2, y el dentario con dientes aserrados, todos ellos pentacúspides.

Humphries (1993), estudió la morfología de la boca en tres especies de atherinidos e hizo sus comparaciones.

Paulo y Cortes (1994), generalizó que los dientes son multicúspides, afilados y fuertes, el premaxilar los presenta dispuestos en dos hileras, ocasionalmente tres, el maxilar con 2 a 3 dientes y el dentario presenta una sola hilera, sin especificar el número en *A. balsana* (Meek) (Pisces: Atherinidae).

Recientemente Weitzman (1994), describió un nuevo género y especie dentro del grupo de glandulocaudine (*Phytocharax rhyacophila*), del sur de Venezuela, utilizando caracteres de la región hipural para distinguirlos.

Paulo y Cortes (1995), hicieron un estudio osteológico de *Atherinella balsana* (Meek) (Pisces: Atherinidae). El charal del río Balsas en México, la mayoría de las observaciones en la morfología de las piezas utilizadas como determinaciones de la posición taxonómica de *A. balsana* son concordantes con el trabajo de Chernoff (1986b), excepto a nivel de tribu por presentar la fusión completa de las hipurales y la modificación de las prezigapófisis neurales de las vértebras caudales.

Enriquez y Paulo (1997), compararon la suspensión mandibular de las especies *Chirostoma chapalae* Jordan y Snyder y *Chirostoma consocium consocium* Jordan y Hubbs (Pisces: Atherinidae), en donde no encontraron una evidente diferencia entre ambas especies por lo que podrían ser consideradas como conespecíficas.

Soria et. al. (1997), hicieron un estudio osteológico de las regiones oromandibular y branquial de *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *C. grandocule* y *C. patzacuaro*. Las comparaciones se realizaron tomando como base a *C. estor*, encontrándose diferencias cualitativas en 21 piezas de las cuales 11 pertenecieron a la región mandibular.

Soria, et. al. (1997), hicieron una comparación morfométrica del aparato mandibular de las especies: *Chirostoma estor*, *C. grandocule* y *C. patzacuaro*, concluyendo que los caracteres empleados hacen evidente la divergencia morfológica y que los mismos pueden facilitar el reconocimiento de las especies trabajadas.

González y Paulo (1998), comparación osteológica de la región branquial en 15 especies del género *Chirostoma swainson* (Pisces: Atherinidae); en donde los autores concluyen que algunas de las piezas del aparato branquial pueden ayudarnos a resolver algunos de los problemas taxonómicos dentro del género y de la misma manera, podrían contribuir al conocimiento de las relaciones históricas y ecológicas entre las especies.

Uria, Moncayo, y Garibay (1998), describieron la estructura histológica del testículo de *Chirostoma humboldtianum*, en las diferentes etapas de madurez gonádica e identificaron que es de tipo espermatogonial restringido. El desarrollo de las células germinales es sincrónico dentro del cisto que es rodeado por la célula de Sertoli. Dentro del túbulo, los cistos presentan desarrollo asincrónico, los más maduros se localizan hacia los conductos eferentes. Compararon los estadios de madurez gonadal anatómico e histológico, en relación con la edad de los ejemplares y la época del año.

González (2000), comparó el aparato branquial en especies del género *Chirostoma swainson* (Pisces: Atherinopsidae) demostrando la existencia de dos patrones morfológicos y las estrechas relaciones de similitud entre algunas de las especies.

Transparentación.

Hollister (1924-1925), en la Universidad de Columbia, estudió y experimentó con varios métodos e hizo preparaciones de una serie de embriones humanos y pequeños mamíferos como polluelos y embriones de serpientes; con fluidos aclaradores y teñidores de huesos, trabajando un total de 3 mil ejemplares en orden a facilitar el estudio del esqueleto.

En lo que se refiere al estudio anatómico, el valor más importante de los ejemplares transparentados es la eliminación de la disección y la posibilidad de daño. Los ejemplares transparentados a los que se le han teñido los huesos con Alizarina, no solamente son valiosos para un estudio detallado del esqueleto, sino también para un estudio de varios órganos con su relación estructural (Hollister, 1934) (Foto 2).

Taylor (1967), propuso un método enzimático para aclarar, en el cual se lleva a cabo un proceso de digestión alcalina del tejido muscular debido a las enzimas pancreáticas remplazadas por la maceración alcalina antes de teñir con Rojo de Alizarina S. El método de Taylor, con una pequeña modificación utilizando Azul de Alciano para teñir cartílago (Dingerkus y Uhler, 1977) también puede ser un método estándar para el aclaramiento de especímenes antes de teñir hueso.

Grabe y Liebeman (1868), fueron los primeros en producir la Alizarina sintética. En esta época se usaba en forma de una sal soluble, Alizarina Roja S, Alizarina S, Monosulfato de Sodio de Alizarina y Alizarina Monosulfonada. La Alizarina es soluble en agua y alcohol y es un tinte ácido en solución alcalina y un tinte vital para huesos (Hollister, 1934).

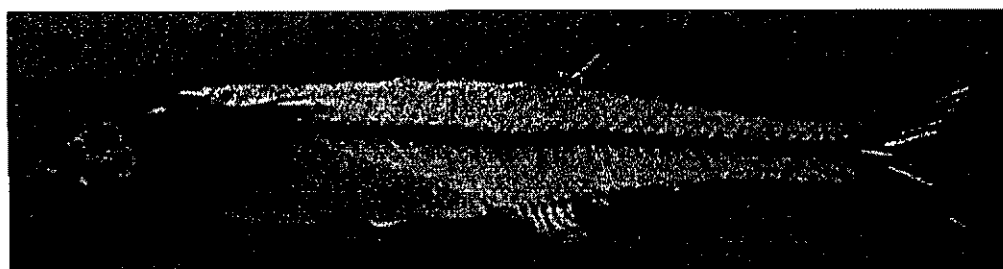


Foto 2. Transparentación del charal *Chirostoma humboldtianum* (Osteoichthyes: Atherinidae).

Objetivos.

a) Obtener una serie de especímenes transparentados del charal *Chirostoma humboldtianum* (Osteichthyes: Atherinidae) para su estudio osteológico.

b) Describir el esqueleto del charal *Chirostoma humboldtianum* (Osteichthyes: Atherinidae) considerando:

- 1.- Neurocráneo.
- 2.- Branquiocráneo.
- 3.- Columna vertebral.
- 4.- Esqueleto apendicular.
- 5.- Aletas dorsales y anal.
- 6.- Aleta caudal.

c) Comparar el esqueleto del charal *Chirostoma humboldtianum* (Osteichthyes: Atherinidae) con el de *Atherinella balsana* (Osteichthyes: Atherinidae).

Descripción del Área de Captura.

El embalse o represa San Felipe Tiacaque pertenece al municipio de Ixtlahuaca, Toluca, Estado de México, ubicado geográficamente entre los 99° 42' 44" y 99° 42' 15" de longitud oeste y a los 19° 41' 16" de latitud norte, a una altitud de 2534 m.s.n.m. (mapa y foto 3) (CETENAL, 1974).

Se incluye en la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, que pertenece a la provincia del eje Neovolcánico y a la subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac (CETENAL, 1980).

La zona se caracteriza geológicamente por el predominio de rocas volcánicas Cenozoicas que datan del Terciario y del Cuaternario. Los tipos de rocas son extrusivas, como las andesitas en el Norte y Noreste; areniscas como tobas al Noroeste y Sudoeste; y depósitos aluviales hacia el Sudeste (CETENAL, 1978).

Existe un suelo de tipo litosol feosen áptico en el Norte y Noroeste; al Noreste con aislados de vertisol y pranosol mólico eútrico en el Sureste; y fluviosoles eútricos de textura media en el Sudoeste (CETENAL, *op. cit.*).

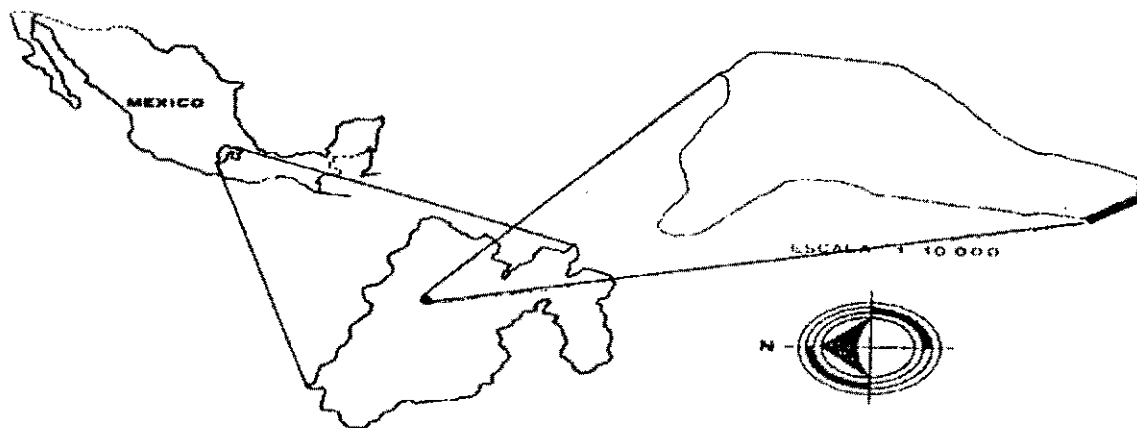
El clima según Köppen y modificado por García (1964) pertenece al Ci (w1) (w) b (i) g, siendo el más seco de entre los templados con lluvias en verano (CETENAL, *op. cit.*).

Las temperaturas medias mensuales máximas se presentan en los meses de abril, mayo y junio, teniendo junio la máxima de 17.4°C. De marzo a septiembre la temperatura media mensual es superior a 14.2 °C. Las temperaturas máximas promedio se presentan en los mismos meses mencionados anteriormente. La temperatura máxima promedio se presenta en el mes de mayo, siendo de 28.7°C y en los meses de marzo a octubre oscilan de 30.3 °C a 27.5 °C en los meses de enero a julio, en los meses de marzo a octubre son superiores a 1.7 °C (CETENAL, *op. cit.*).

De acuerdo a las temperaturas, los meses más cálidos se presentan durante la primera parte del año antes de los meses de lluvia que se inicia a mediados del año y se continúan hasta octubre (CETENAL, *op. cit.*).

La precipitación total anual, de acuerdo con los datos es de 760 mm presentándose el máximo en el mes de julio con 175.8 mm (CETENAL, *op. cit.*).

La parte correspondiente a la zona forestal es una provincia templada en la cual se encuentra Encino, Palo Blanco, Madroño entre otras (CETENAL, *op. cit.*).



Ubicación de las estaciones de muestreo en el embalse San Felipe Tioaque.

Mapa. Ubicación geográfica de la zona de colecta en el Mpo. de Ixtlahuaca; Toluca, Edo. de México (CETENAL, 1974).



Foto 3. Zona donde se colectaron los organismos.

Metodología.

Se colectaron los organismos por chinchorreo con una red de 40 mts. de largo y una apertura de malla de 1.25 cm en el embalse o represa San Felipe Tiacaque en el municipio de Ixtlahuaca, Toluca, Estado de México. Los organismos colectados fueron fijados con Formol al 4% neutralizado con borato de sodio y posteriormente fueron transportados al Laboratorio de Anatomía Animal Comparada en la Unidad de Morfofisiología de la Universidad Nacional Autónoma de México *Campus* Iztacala; en donde se obtuvieron los datos merísticos (ver Apéndices 1 y 2) y de campo de los 30 organismos trabajados y se rotularon con un número único.

Los organismos se identificaron mediante las claves de la Secretaría de Pesca. Posteriormente se lavaron durante 24 hrs. en agua corriente para eliminar el exceso de formol. Se eliminaron las escamas y las vísceras procurando no dañar los elementos óseos. Una vez que los organismos se encontraban limpios, se sumergieron durante 48 hrs. en una solución de Rojo de Alizarina "S" al 0.01%, para que los elementos óseos se tiñan de este color y nuevamente se lavaron en agua corriente durante 24 hrs.

Una vez que los organismos estuvieron teñidos y lavados, se sumergieron en una solución de hidróxido de potasio al 4% en un periodo de 24 a 32 semanas hasta que se encontraron completamente traslúcidos.

Los organismos se volvieron a lavar en agua corriente durante 24 hrs. para posteriormente introducirlos en un tren de glicerina (40%, 60%, 80%, 90% y 100%) de dos a tres semanas en cada solución.

Los organismos transparentados fueron fotografiados con una cámara de 35 mm a microscopio estereoscópico con aumentos de 10X, 12X, 15X y 40X para obtener una visión del organismo por campos. Los organismos transparentados fueron seccionados en las diferentes porciones del cuerpo. Cada una de las secciones fue desarticulada y sus elementos identificados, dibujados y descritos. Se procedió a hacer un escaneado de los esquemas y fotografías para obtener el atlas completo del esqueleto del charal.

Se comparó el esqueleto del charal *Chirostoma humboldtianum* con el de *Atherinella balsana* (Meek) para ver sus diferencias o similitudes.

Resultados.

El material estudiado fue transparentado y teñido por el método de Hollister (1934) y Taylor (1967), para vertebrados de pequeño tamaño. Los huesos y sus articulaciones fueron estudiados mediante disección bajo microscopio estereoscópico. Se contó el número de vértebras de la región torácica y de la región caudal, así como cada una de las espinas de las aletas dorsales, pectorales, pélvicas, anal y caudal.

La nomenclatura utilizada fue: neurocráneo y branquiocráneo, Deviller (1958); cintura escapular, cintura pélvica y columna vertebral, Paulo (1995); aparato branquial, Nelson (1963); para el complejo hipural se siguió el criterio de Paulo (*op. cit.*).

Para el estudio del esqueleto craneal, se separaron regiones en las cuales se indican los huesos que las constituyen y si es par o impar de los mismos.

Los huesos estudiados se encontraban fuertemente articulados y en el caso de los huesos de la mandíbula estos son muy frágiles y se rompen fácilmente.

La descripción iniciando por el cráneo es la siguiente:

1. *Neurocráneo.*

A. *Región occipital.*

La región occipital esta constituida por cuatro huesos, un supraoccipital, un basioccipital ventral y dos occipitales laterales.

Supraoccipital. (SUC) Ocupa la parte posterior y dorsal del neurocráneo, es un hueso largo que en su parte posterior se une con la primera vértebra torácica formando el techo del foramen magnum. En la porción anterior esta articulado con el hueso frontal; y lateralmente con los huesos oticos (Esquema 1).

Basioccipital. (BAS) Es un hueso grande y ancho, su porción posterior se articula con la primera vértebra torácica formando el piso del foramen magnum, a los lados esta unido con el exooccipital. En su porción media anterior esta articulado con el hueso proótico y el basiesfenoides (Esquema 2).

Occipital lateral. (EXC) También conocido como exooccipital, es un hueso de forma irregular que junto con su homólogo forma las paredes del *foramen magnum*. Es un hueso grande que se articula con el proótico en su región media anterior y con el basioccipital en su región media ventral a cada lado del neurocráneo (Esquema 2).

B. Región ótica.

Está formada por un proótico, pterótico y un esfenótico a cada lado del neurocráneo.

Proótico. (PRO) Se encuentra en la región ventrolateral de la caja craneal. Anterodorsalmente limita con el esfenótico y postero-dorsal con el pterótico y el occipital lateral. Ventralmente los proóticos se articulan con el basiesfenoides emitiendo cada uno un proceso ventral, formando un surco en forma de V, donde se articulan con el paraesfenoides (Esquema 2).

Pterótico. (PTO) Es un hueso ancho y largo que se encuentra articulado al esfenótico en su parte lateral externa (Esquema 2).

Esfenótico. (ESF) El hueso esfenótico es ventral al hueso parietal y rostral al hueso frontal. Es un hueso sumamente pequeño de forma triangular (Esquema 2).

C. Región temporal.

La región temporal está formada por una porción frontal y una parietal. La porción frontal está formada por dos frontales, dos etmoides laterales y un orbitosfenoides, por debajo de ambas porciones se extiende el alargado parasfenoides formando una gran cavidad conocida como orbita. La porción parietal está formada por dos parietales y dos pleurosfenoides.

Frontal. (FRT) Este hueso se encuentra en posición dorsal a la caja craneal. Es un hueso rectangular muy grande con borde irregular, en su porción posterior se articula con el supraoccipital (Esquemas 1,2 y 6).

Parietal. (PAR) El hueso parietal es un hueso en forma de V, con borde irregular con una de sus porciones más alargada que la otra. Anteroventralmente colinda con el esfenótico y caudalmente con el hueso supraescapular. Su porción ventrocaudal se encuentra relacionada con el preopérculo y parte del opérculo (Esquema 1).

D. Región etmoidal.

La región etmoidal comprende el etmoides, el vomer, el paraesfenoides y los nasales.

Etmoides. (ETM) Se encuentra situado en la punta del morro, dorsal a la porción anterior del vomer (Esquemas 1 y 2).

Vomer. (VMR) Es un hueso sumamente irregular, presente a ambos lados del paraesfenoides. Posee una curvatura en su parte media en forma de "oreja", es pequeño y en su porción medio lateral se deprime (Esquemas 1 y 2).

Paraesfenoides. (PAS) Es un hueso sumamente largo y delgado, se articula en posición posteroventral con el basiesfenoides y en posición anteroventral con el etmoides. En su porción anterior se encuentran los vomeres a cada lado (Esquemas 1 y 2).

Nasales. (NAS) Son huesos grandes en forma ligeramente triangular, dorsal al paraesfenoides y los vomeres. Dorsalmente se articula con la porción dorsal del neurocráneo formando parte del techo anterior del cráneo (Esquema 4).

E. Región orbital.

La serie circunorbital esta formada únicamente por dos huesos que son claramente visibles. Dichos huesos son el lacrimal y el hueso orbital posterior.

Lacrimal. (LAG) El lacrimal es un hueso sumamente grande y visible que se extiende hasta la parte del techo del neurocráneo articulándose con el frontal. El cuerpo de este hueso es sumamente ancho y en uno de sus extremos se proyecta y adelgaza por lo que posee forma de lagrima invertida (Esquema 5).

Hueso orbital. (HORB) Es un hueso sumamente pequeño pero visible que se localiza en la porción posterior de la órbita articulándose dorsalmente con el frontal y posteriormente con el complejo ótico (Esquema 5).

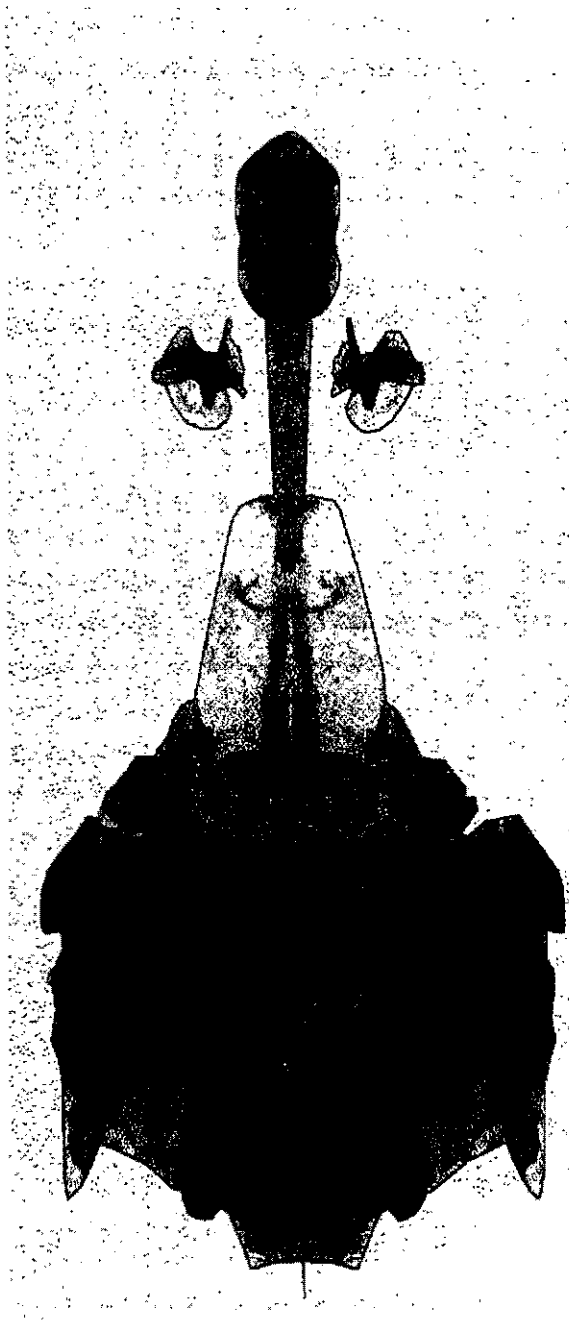
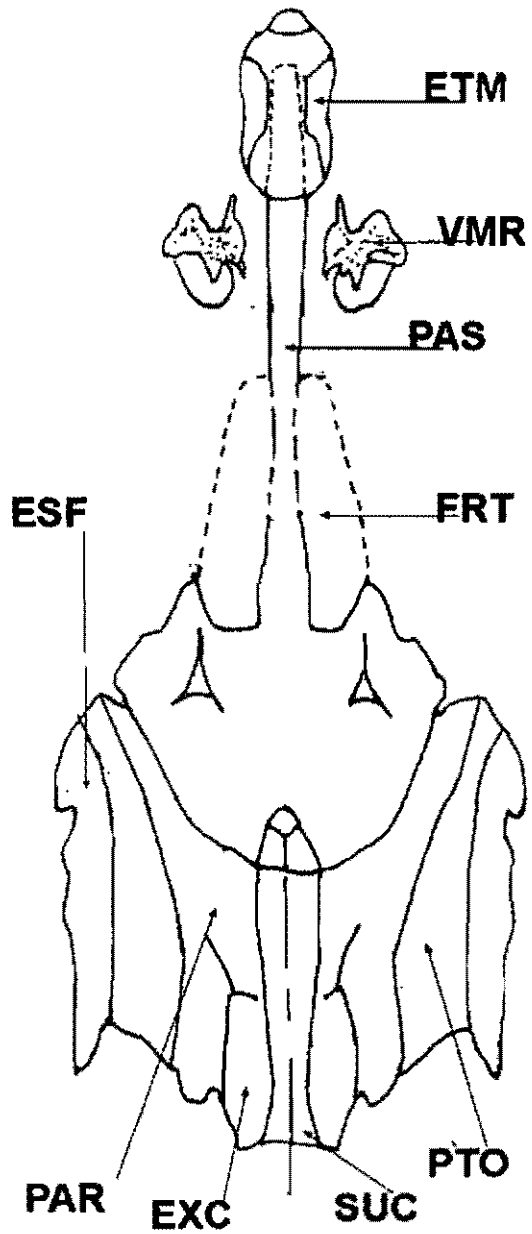


Foto 4. Vista dorsal del neurocráneo.



Esquema 1. Vista dorsal del neurocráneo. 40X. SUC: supraoccipital, PTO: pterótico, ESF: esfenótico, FRT: frontal, PAR: parietal, ETM: etmoides, VMR: vomer, PAS: paraesfenoides EXC: exooccipital

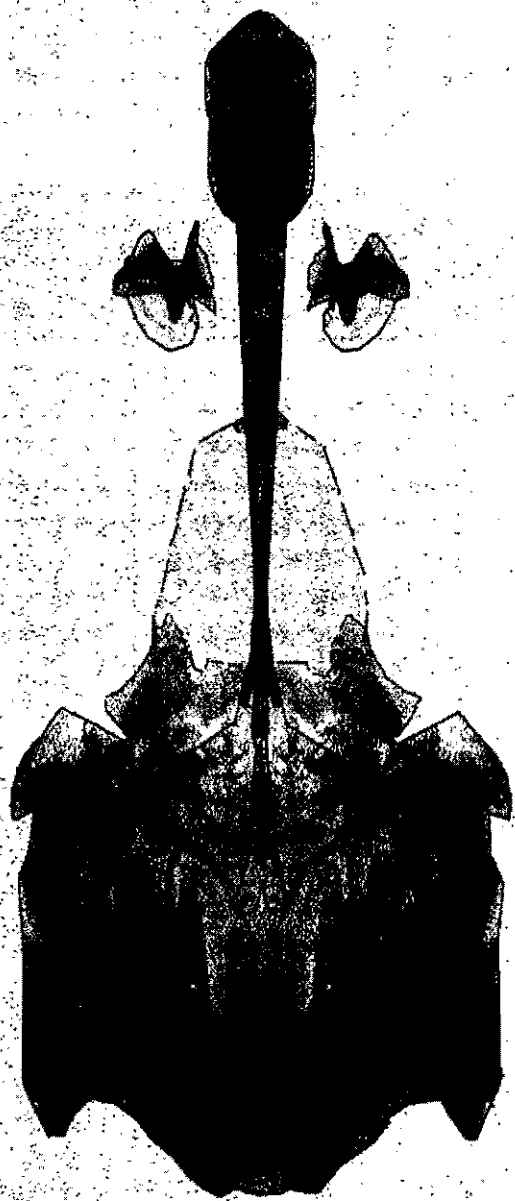
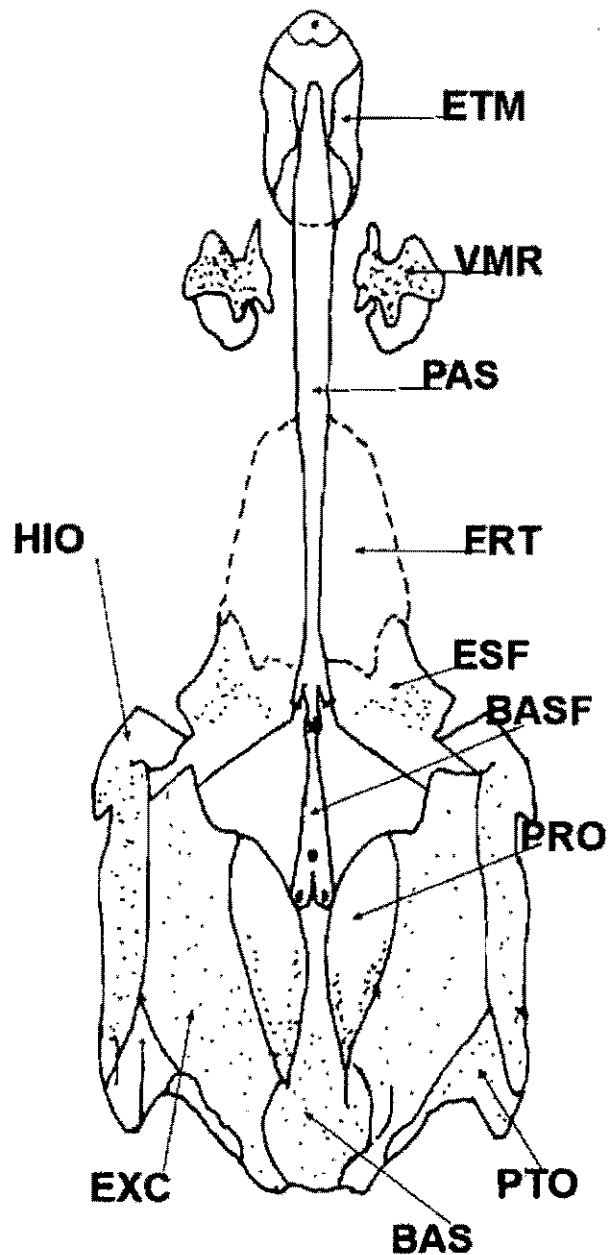


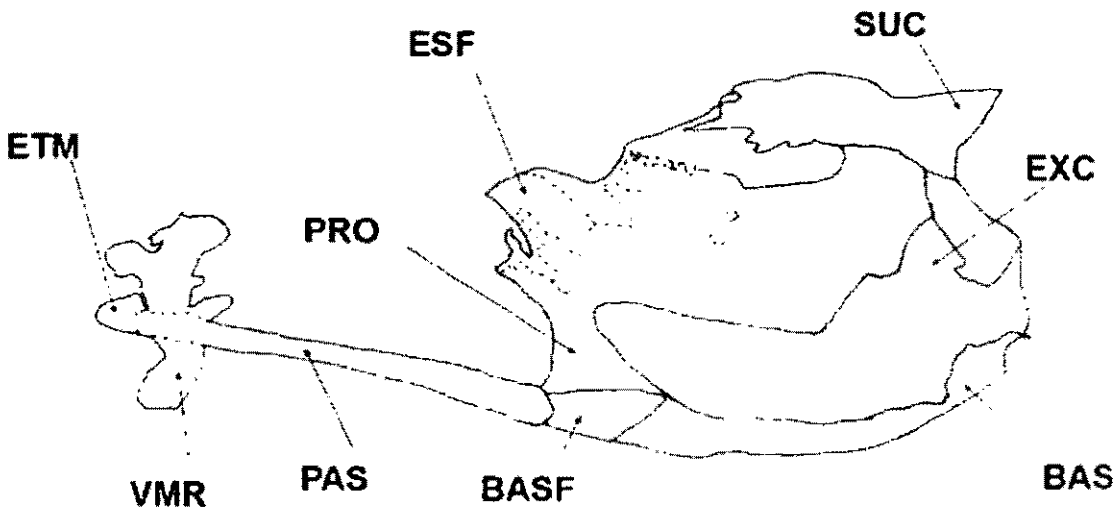
Foto 5. Vista ventral del neurocráneo.



Esquema 2. Vista ventral del neurocráneo. 40X. BAS: basioccipital, EXC: exooccipital PRO: proótico, PTO: pterótico, ESF: esfenótico, FRT: frontal, ETM: etmoides, VMR: vómer, PAS: paraesfenoides, HIO: hiomán dibular, BASF: basiesfenoides.



Foto 6. Vista lateral del neurocráneo.



Esquema 3. Vista lateral del neurocráneo.40X. ETM: etmoides, VMR: vómer PAS: paraesfenoides, ESF: esfenótico, PRO: proótico, SUC: supraoccipital, EXC: exooccipital, BAS: basioccipital, BASF: basiesfenoides.

2. Branquiocráneo.

A. Región oromandibular.

Esta formada por una porción maxilar constituida por dos metapterigoides, dos mesopterigoides, dos ectopterigoides, dos premaxilares y dos maxilares; y una porción mandibular constituida por dos angulares, dos dentarios y dos cuadrados.

Metapterigoides. (MTP) El metapterigoides es un hueso de forma irregular que se encuentra articulado con el cuadrado y el mesopterigoides, forma el techo lateral anterior de la cavidad bucal (Esquema 4).

Mesopterigoides. (MEP) Este hueso es sumamente grande y se articula por atrás del metapterigoides dorsalmente con la caja craneal, forma el techo lateral posterior de la cavidad bucal. Ambos huesos intervienen en el soporte de la mandíbula (Esquema 5).

Ectopterigoides. (ECP) Es un hueso de forma irregular que se encuentra articulado entre el metapterigoides y por debajo del paraesfenoides (Esquema 4).

Maxilar. (MAX) Este hueso es sumamente delgado a todo lo largo de su cuerpo, en su porción anterior presenta una bifurcación que es por donde se articula con su homólogo, se encuentran dorsal al premaxilar, carece de dientes (Esquema 4).

Premaxilar. (PMA) Este es un hueso grande, que visto lateralmente se ensancha rostralmente donde posee una sínfisis con su homólogo hasta su porción caudal. En su parte antero-medial presenta una proyección dorsal que se articula con el maxilar, posee dientes (de 25 a 30 dientes) por hemimaxila (Esquema 4).

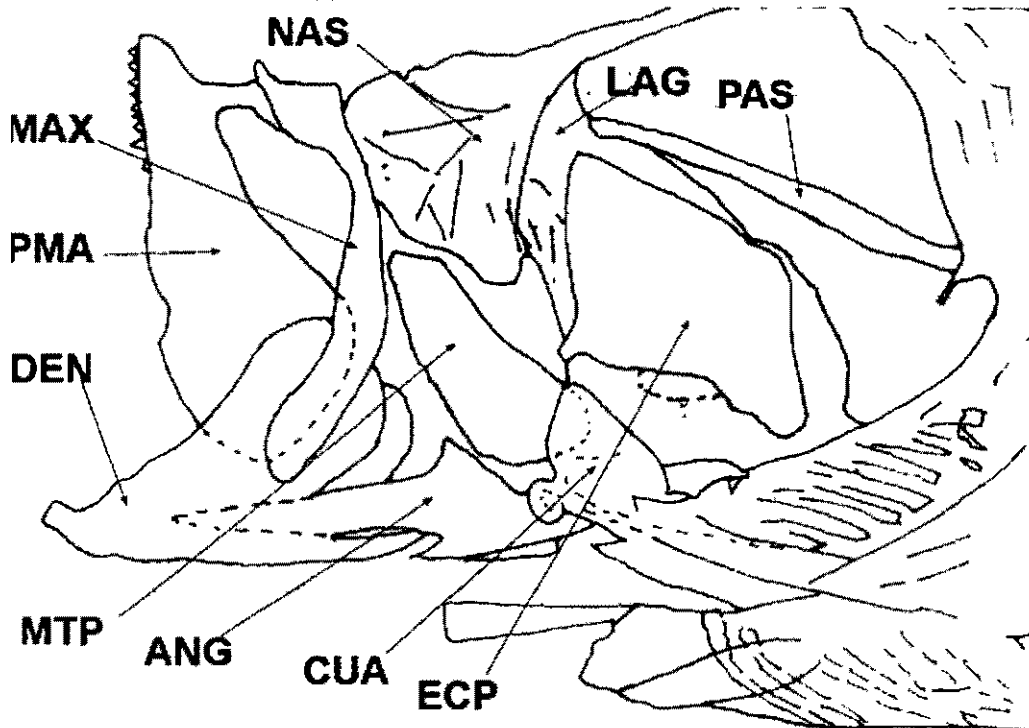
Dentario. (DEN) Es un hueso alargado y ancho con la porción anterior, cóncavo internamente. Su porción anterior se une con su homólogo formando la sínfisis mandibular, mientras que la porción posterior se articula con el angular (posee de 13 a 18 dientes) por hemidetario (Esquema 4).

Angular. (ANG) Posterior al dentario se encuentra el angular, el cual emite anteriormente un proceso agudo que se aloja en la cara interna del dentario formando una fuerte articulación. En su porción posterior se articula con el cuadrado (Esquema 4).

Cuadrado. (CUA) Es un hueso de forma triangular invertido, cuya cara dorsal es circular y se articula al simplécnico; en la región anterior presenta un condilo para articularse con el angular formando una diartrosis monoaxial que permite el movimiento de apertura y cierre de la boca, y en su parte posterior presenta un complejo agudo que se articula con el preopérculo (Esquema 4).



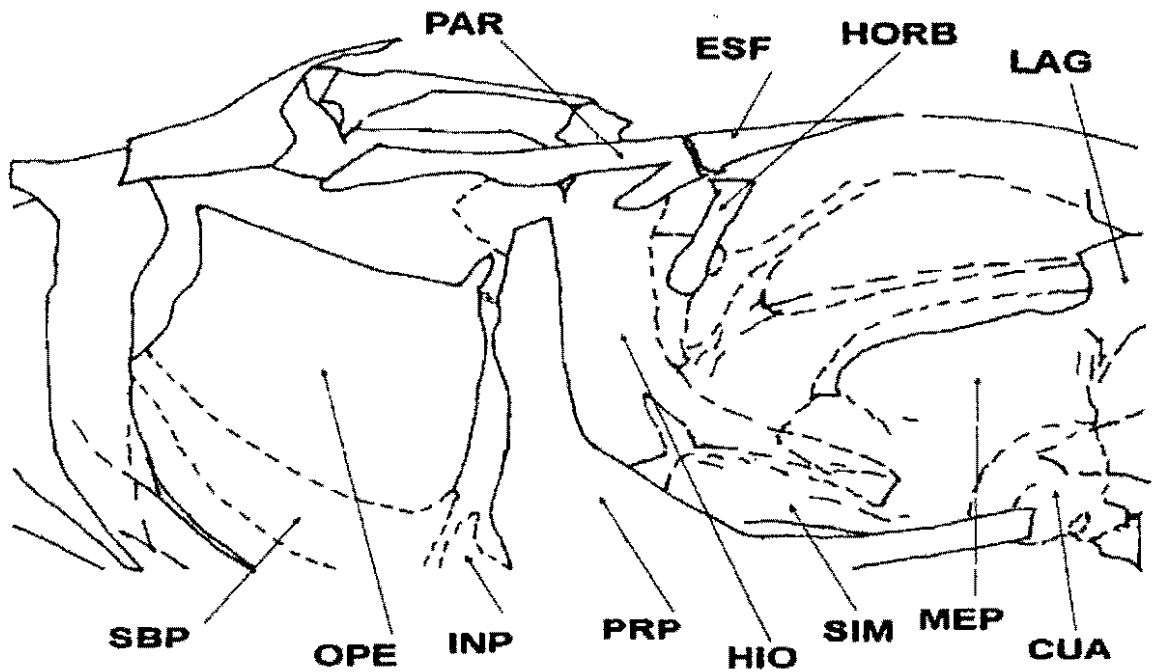
Foto 7. Cara lateral del rostro.



Esquema 4. Cara lateral del rostro. 40X. NAS: nasales, MTP: metapterigoides, MAX: maxilar, PMA: premaxilar, DEN: dentario, ANG: angular, CUA: cuadrado, PAS: paraesfenoides, ECP: ectopterigoides, LAG: lacrimal.



Foto 8. Cara lateral del rostro.



Esquema 5. Cara lateral del rostro. 40X. LAG: lacrimal, HORB: hueso orbital, SIM: simplecnico, OPE: operculo, PRP: preoperculo, SBP: suboperculo, INP: interoperculo, ESF: esfenotico, PAR: parietal, MEP: mesopterigoides, CUA: cuadrado, HIO: hiomandibular.

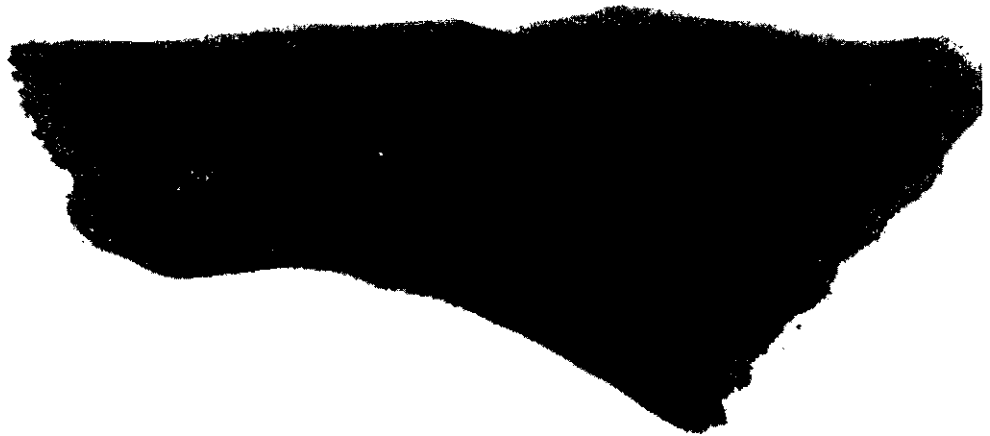
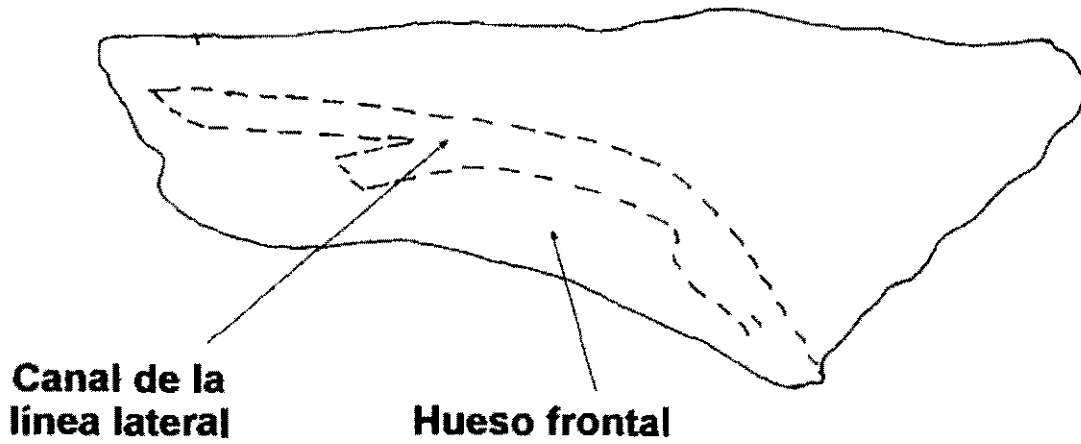


Foto 9. Hueso frontal.



Esquema 6. Hueso frontal. 48X.

B. Región hioidea.

Constituye el soporte de la mandíbula a la caja craneal. Los huesos que forman la serie hoidal son pares menos el basihial.

Hiomandibular. (HIO) Es un hueso ancho y de regular tamaño que presenta dos articulaciones en su parte dorsal con el esfenótico y el parietal respectivamente. En su parte dorsal posterior se articula con el preopérculo mientras que en su porción ventral presenta otras dos proyecciones que se articulan con el simplécnico anteriormente y con el preopérculo posteriormente (Esquema 2 y 5).

Simplécnico. (SIM) Es un hueso sumamente delgado y frágil, se articula dorsalmente con el hiomandibular, posteriormente con el preopérculo y ventralmente con el cuadrado (Esquema 5).

Basihial. (BAS) Es un hueso de mediano tamaño y de forma triangular. En su porción anterior libre sostiene a la lengua y en su porción posterior se articula con el ceratohial (Esquema 7).

Ceratohial. (CEH) Son dos huesos sumamente grandes que parten de su extremo anterior que se articula con el basihial y en su porción posterior se articula con el hiomandibular formando el arco hioideo. A lo largo de su cuerpo presenta una serie de radios branquiostegos (Esquema 7).

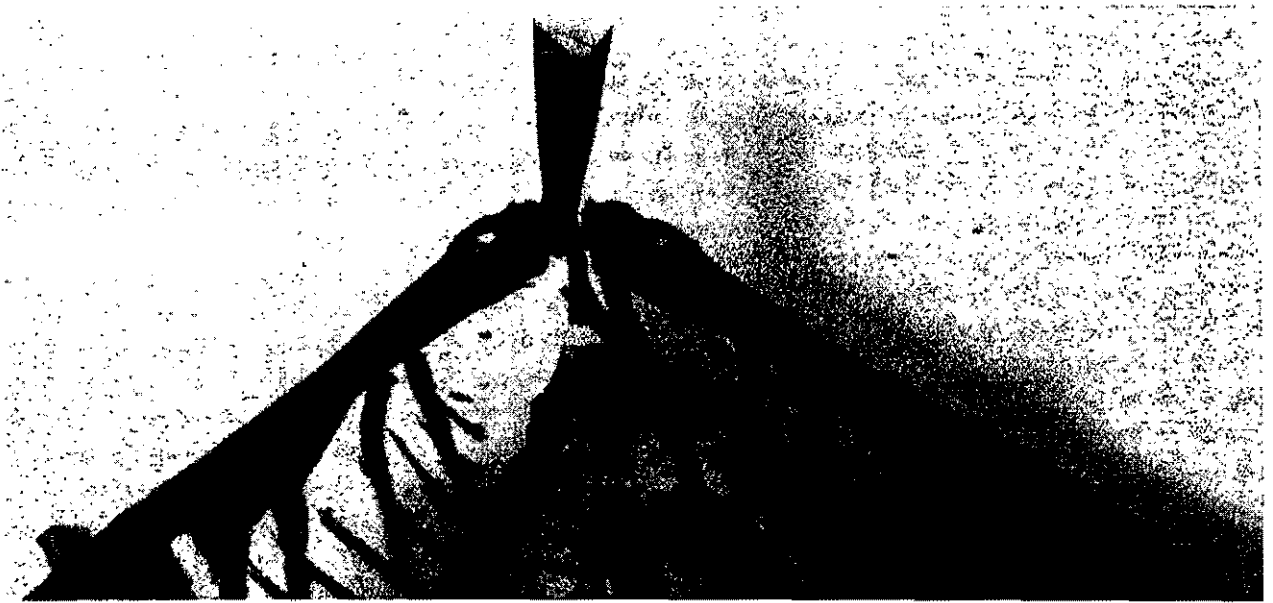
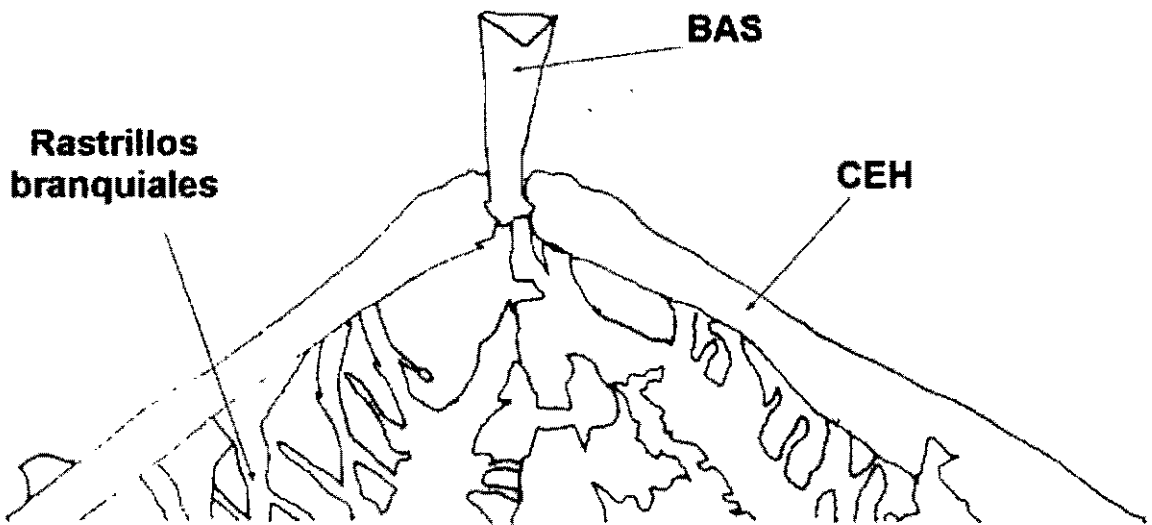


Foto 10. Ceratohial y basihial.



Esquema 7. Ceratohial y basihial. 48X. BAS: basihial y CEH: ceratohial

C. *Serie opercular.*

Está formada por el opérculo, el preopérculo, el subopérculo y el interopérculo a ambos lados de la porción posterior al neurocráneo.

Opérculo. (OPE) Es delgado y plano, de forma aproximadamente cuadrangular y el más posterior. En uno de sus extremos presenta una pequeña uña que se articula anteriormente con el preopérculo (Esquema 5).

Preopérculo. (PRP) Es ligeramente grueso y en forma de escuadra perfecta con un ángulo de 90° articulándose en su porción posterior con el opérculo (Esquema 5).

Subopérculo. (SBP) Es el hueso de menor tamaño de la serie opercular, se encuentra ventral al opérculo y por detrás del preopérculo. Es un hueso delgado y alargado (Esquema 5).

Interopérculo. (INP) Sumamente parecido al subopérculo este hueso se encuentra articulado con el preopérculo en su cara interna (Esquema 5).

D. *Región branquial.*

Está formada por cinco arcos branquiales en la porción media ventral. Los huesos que conforman este complejo son los basibranquiales, hipobranquiales, ceratobranquiales, epibranquiales y faringobranquiales.

Basibranquiales. (BB) Hay cinco basibranquiales situados en la línea medio-ventral. El primero es pequeño, su extremo posterior está relacionado con la unión del primer par de hipobranquiales. El segundo es de tamaño mediano, unidos a su borde posterior y postero-lateral están los segundos hipobranquiales, los cuales se continúan en la línea media hasta limitar el extremo posterior del quinto basibranquial. El quinto basibranquial es el de mayor tamaño ya que se bifurca y contiene una gran cantidad de dientes (de 40 a 60 dientes aproximadamente) (Esquema 8).

Hipobranquiales. (HIB) Los hipobranquiales son cinco huesos que corren paralelos a ambos lados de los basibranquiales. El primer hipobranquial es de forma irregular, es pequeño y de forma un poco pentagonal. El segundo hipobranquial es de forma rectangular y también es pequeño. El tercer hipobranquial es de forma triangular y es el más pequeño de todos. El cuarto y quinto hipobranquial son los más grandes de todos, son sumamente largos y en todo su cuerpo presenta una serie de filamentos por ambos lados de su borde (llamados rastrillos branquiales) (Esquemas 7 y 8).

Ceratobranquiales. (CEB) Son cinco los huesos que forman a los ceratobranquiales. El primer ceratobranquial es largo y sumamente ancho a diferencia de los otros cuatro. En su porción anterior limita con el hipobranquial y en su parte posterior limita con el epibranquial (Esquema 8).

Epibranquiales. (EPB) Los epibranquiales son cinco huesos en total, son de forma irregular y cada uno de ellos se bifurca en su parte terminal (Esquema 8).

Faringobranquiales. (FAR) Son cinco huesos situados a cada extremo por debajo del último epibranquial, es de pequeño tamaño pero sumamente ancho, casi de forma ovalada, en esta serie cabe mencionar la presencia de dientes faríngeos en el quinto faringobranquial (56 dientes aproximadamente) (Esquema 8 y foto 12).

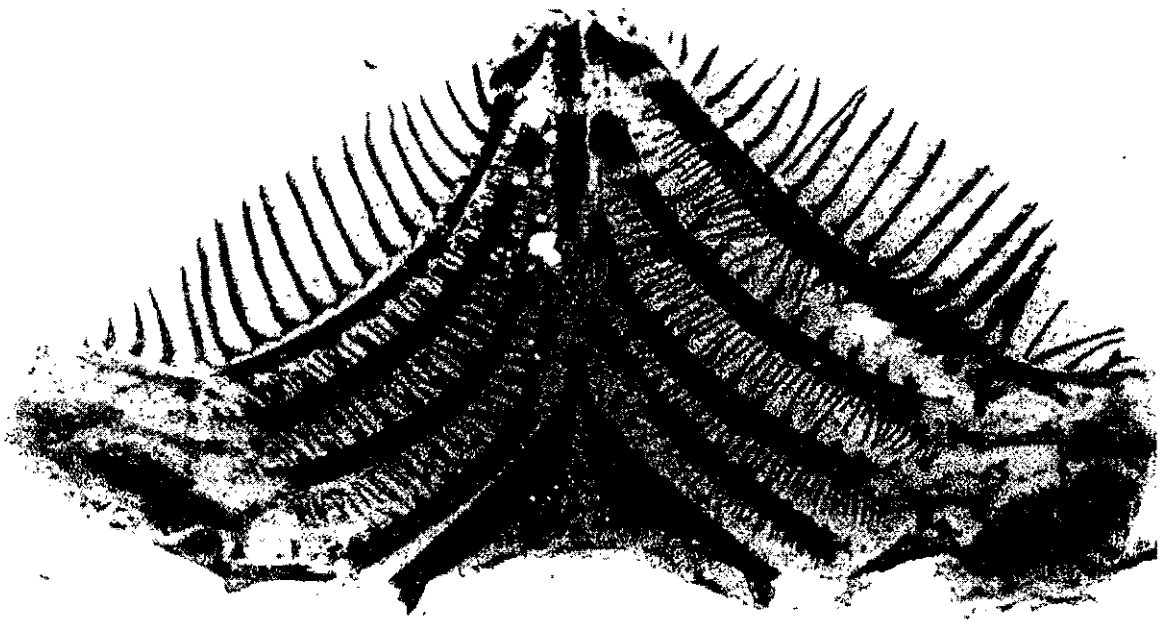
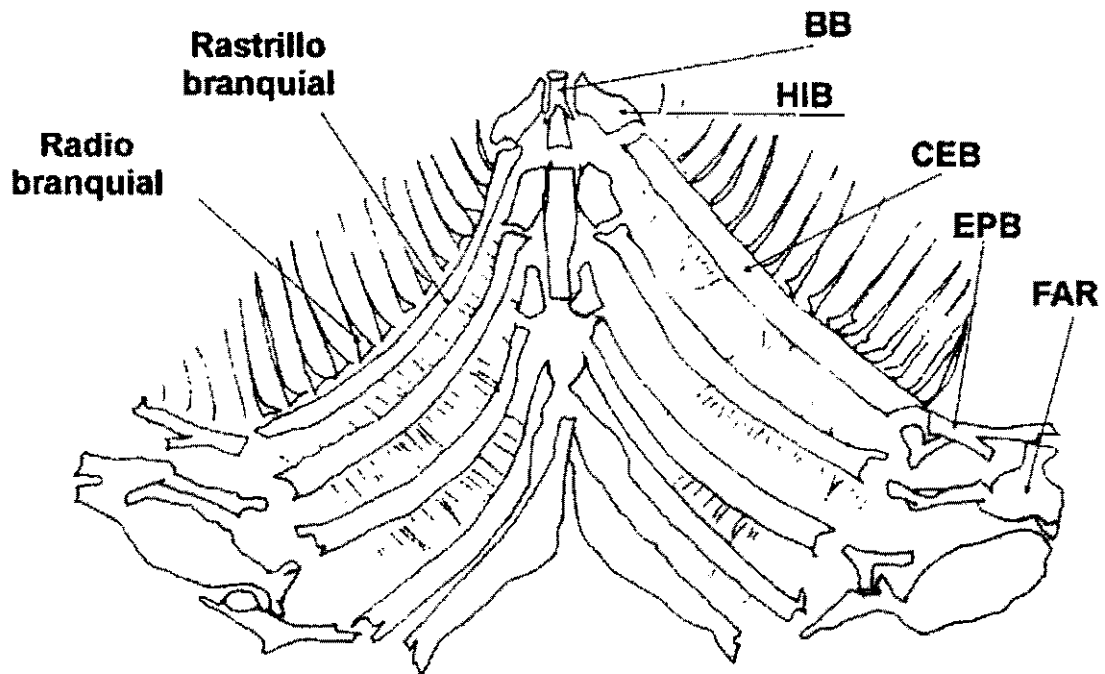


Foto 11. Región branquial.



Esquema 8. Región branquial. 40X. BB: basibranquiales, HIB: hipobranquiales, CEB: ceratobranquiales, EPB: epibranquiales, FAR: faringobranquiales.

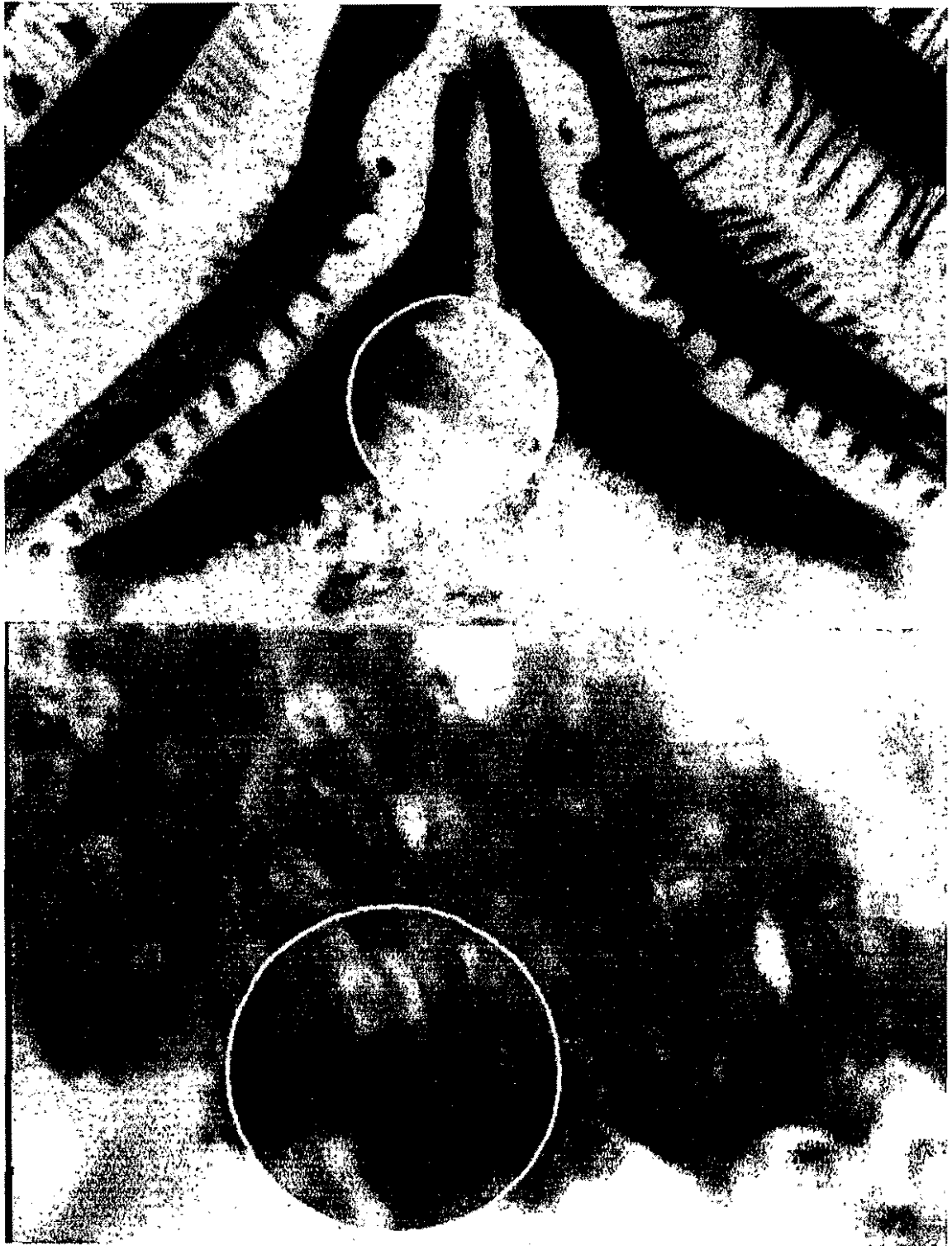


Foto 12. Dientes basibranchiales y faríngeos. 60 y 160X respectivamente.

3. Columna vertebral.

El número de vértebras de *Chirostoma humboldtianum* es de 36 a 47 con 18 a 25 en la región torácica (Esquema 9) y 18 a 22 en la región caudal (Esquema 12) sin tomar en cuenta el urostilo. La primera vértebra es sumamente ancha y anteriormente se encuentra articulada con el área articular de la región occipital. Las vértebras restantes van disminuyendo en tamaño gradualmente hacia la región caudal. Las vértebras torácicas se encuentran formadas por el cuerpo vertebral, el cual es de tipo anficélico con una clara asterospondilia, el arco neural, la espina neural y una costilla ventral a cada lado (Esquemas 10 y 11).

Las vértebras de la región caudal son menos gruesas y más alargadas en su cuerpo, se encuentran formadas por el cuerpo vertebral que al igual que las torácicas son anficélicas con una clara asterospondilia, un arco neural, un arco hemal, una espina neural y una espina hemal (Esquemas 13 y 14).

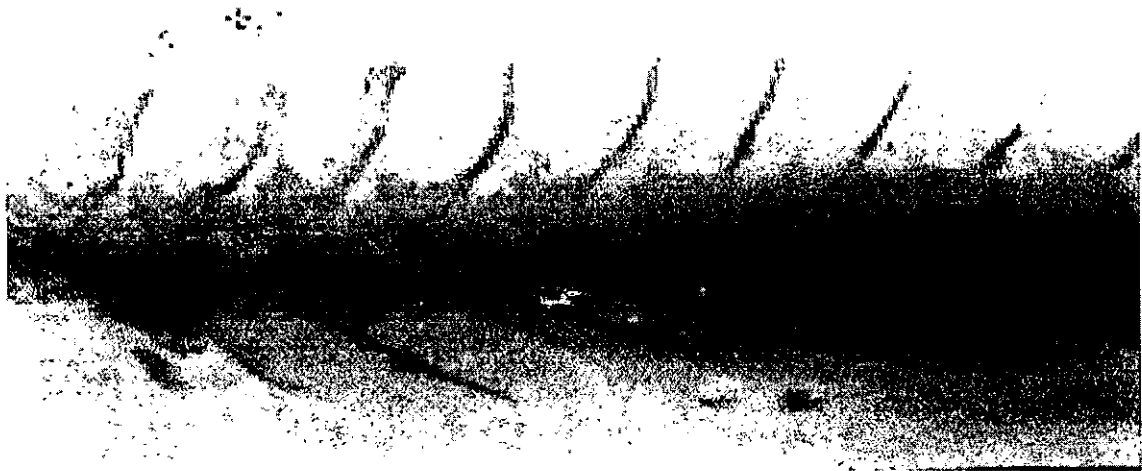
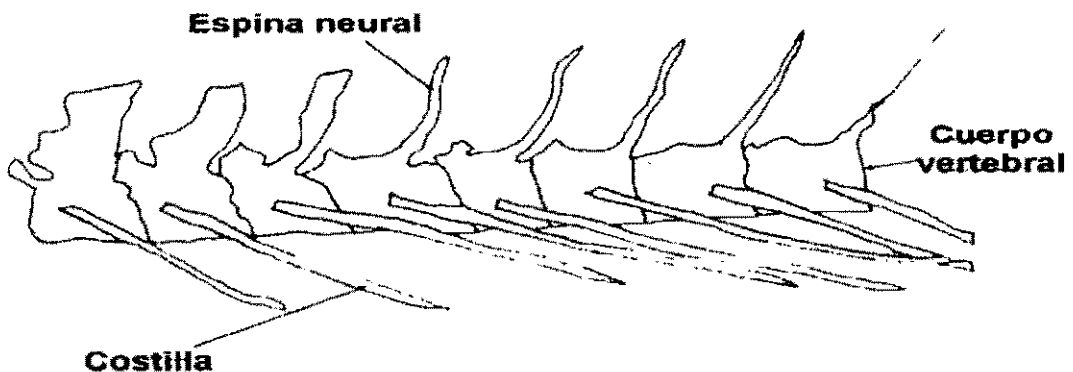


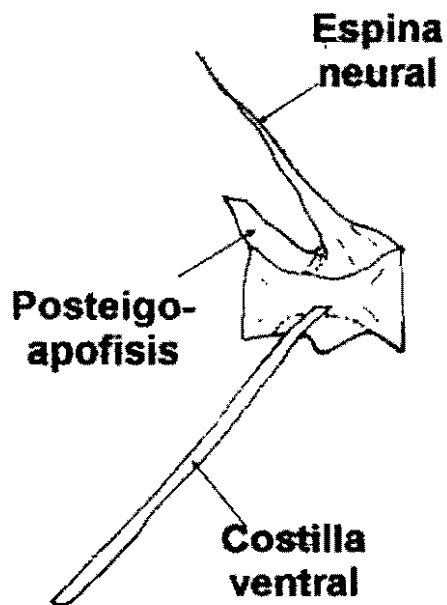
Foto 13. Columna vertebral a nivel torácico.



Esquema 9. Columna vertebral a nivel torácico. 40X.



Foto 14. Vista lateral de una vértebra torácica.



Esquema 10. Vista lateral de una vértebra torácica. 40X.

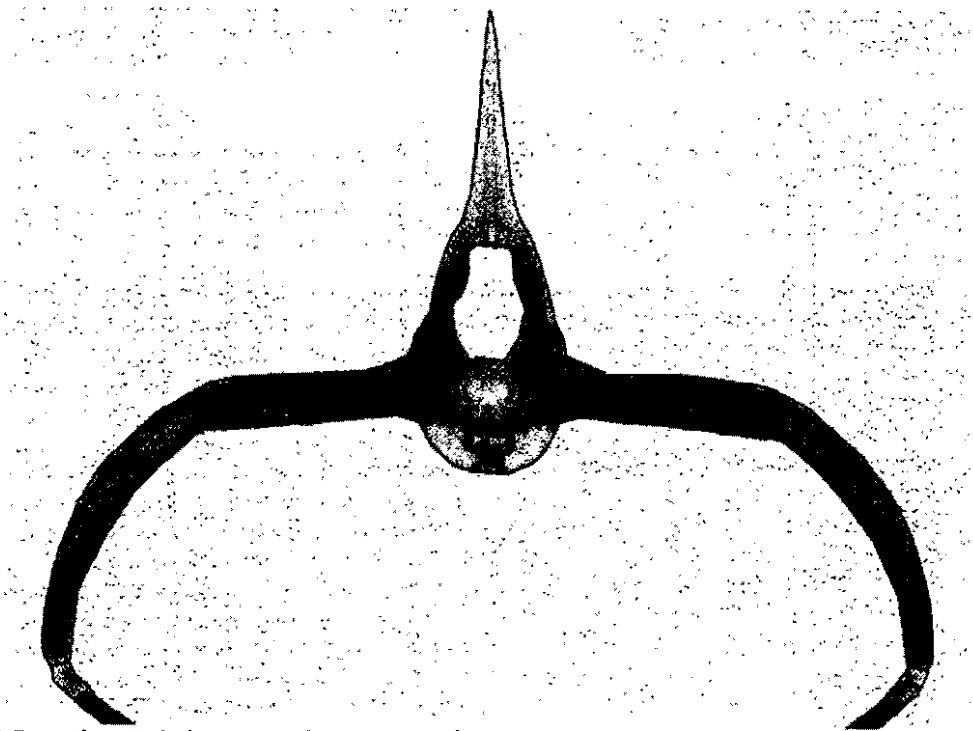
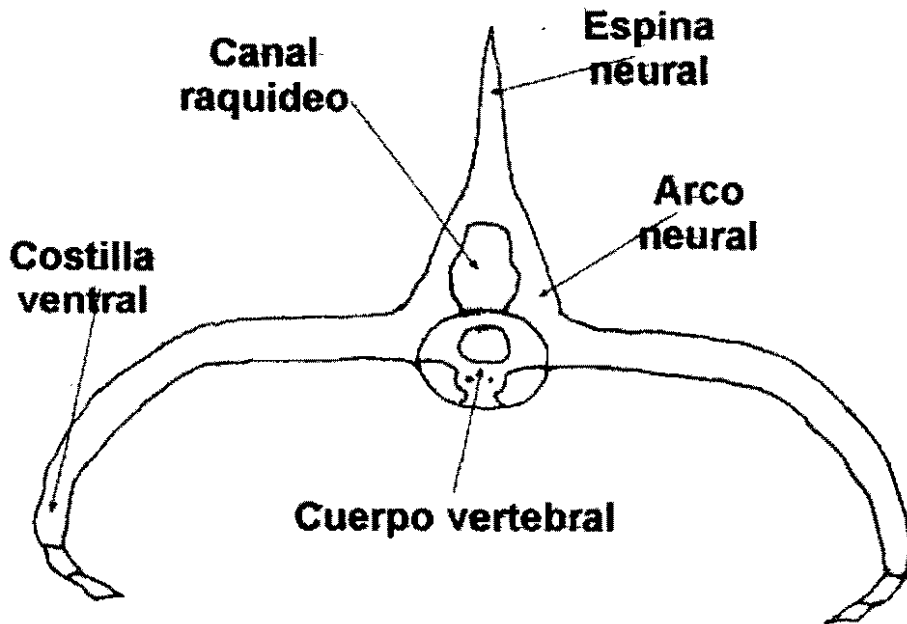


Foto 15. Vista frontal de una vértebra torácica.



Esquema 11. Vista frontal de una vértebra torácica. 40X.

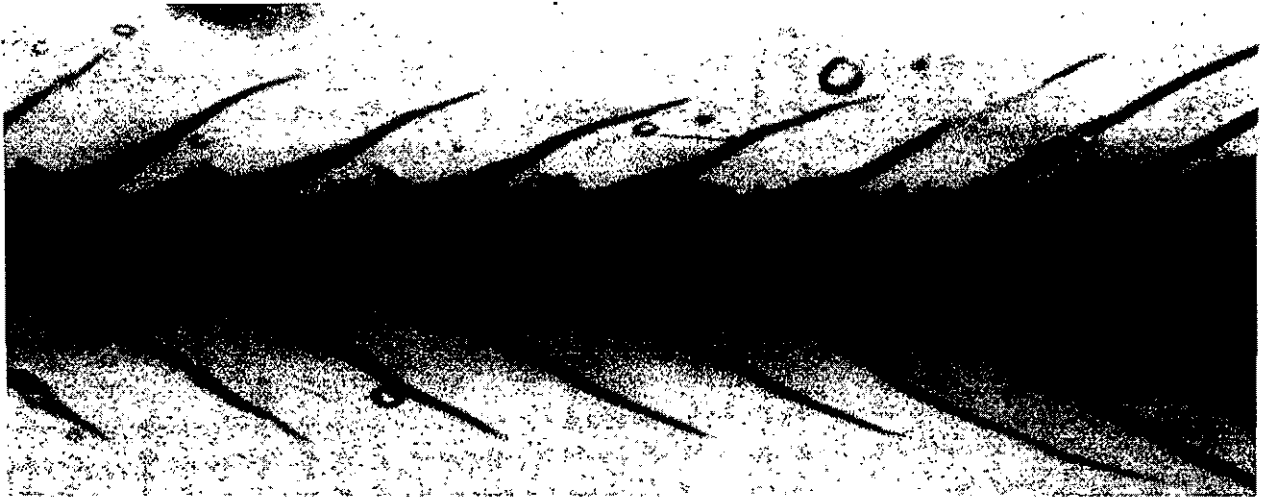
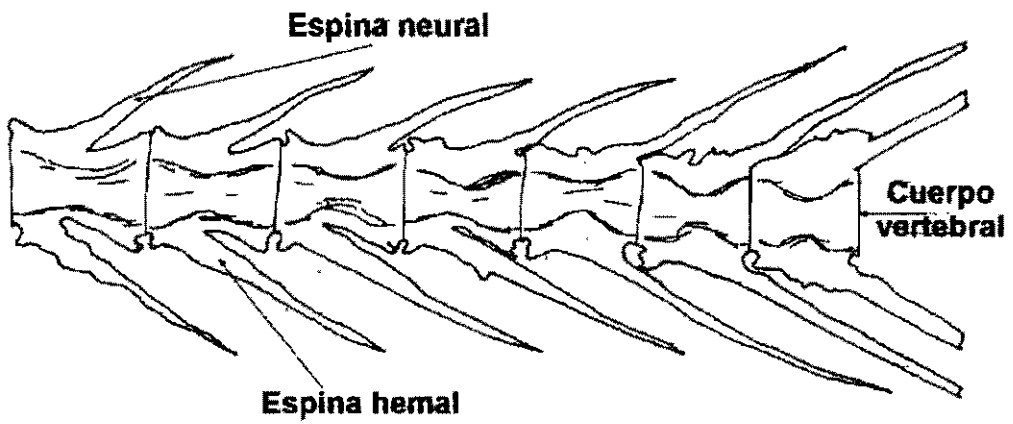


Foto 16. Columna vertebral en región caudal.



Esquema 12. Columna vertebral en región caudal. 40X.

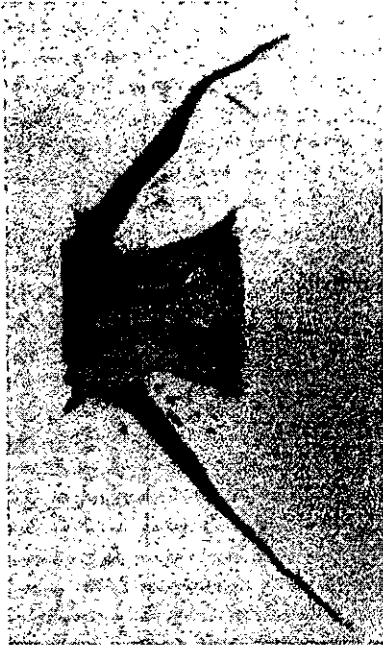
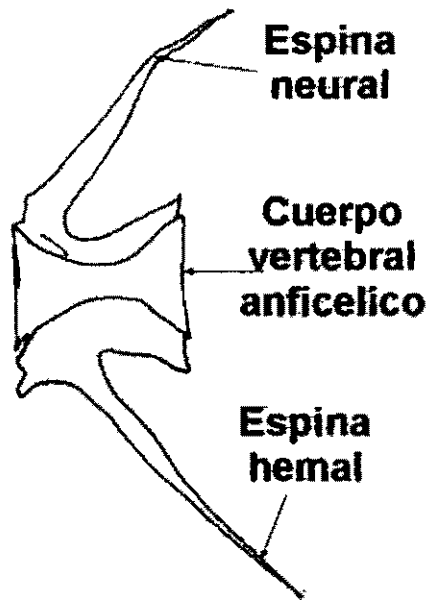


Foto 17. Vértebra caudal en vista lateral.



Esquema 13. Vértebra caudal en vista lateral. 40X. Mostrando el cuerpo anficélico.

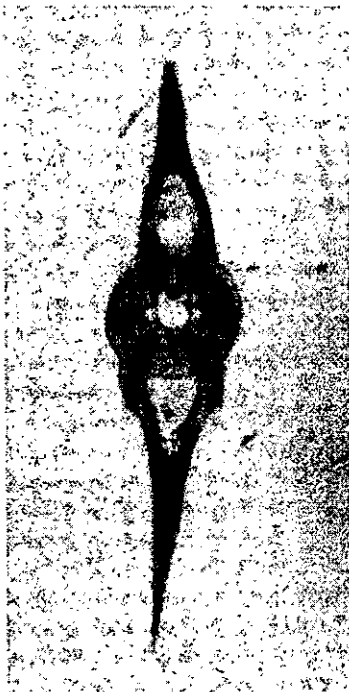
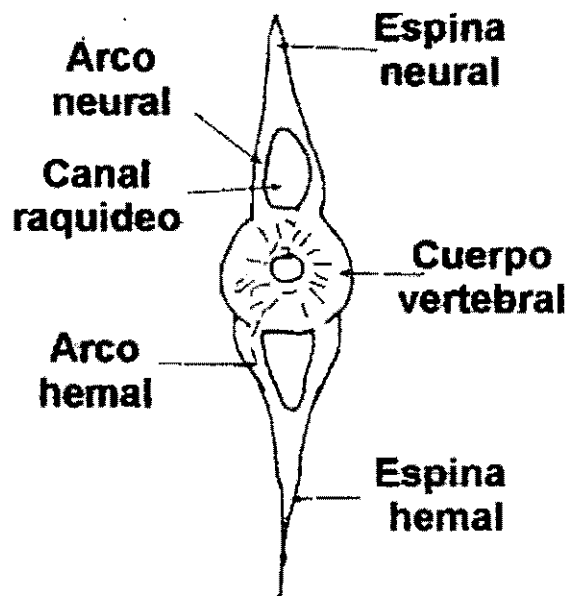


Foto 18. Vértebra caudal en vista frontal.



Esquema 14. Vértebra caudal en vista frontal. 40X.

4. Esqueleto apendicular.

Se divide en par e impar:

Par. Soportando a los apéndices pares se encuentran las cinturas pélvicas y escapular.

A. Región escapular.

La cintura escapular está formada por los siguientes huesos:

Supracleitro. (SUE) Es un hueso sumamente ancho y cóncavo en su parte superior, presenta una pequeña uña en su parte media y en su parte inferior esta articulado con el cleitro (Esquema 15), el supracleitro se articula con el postparietal.

Cleitro. (CLE) Es un hueso en forma de "S" alargada que da soporte a toda la aleta pectoral en su porción ventral se articula con la clavícula (Esquema 15).

Escápula. (ESU) La escápula es un hueso mediano en forma triangular que se encuentra por detrás del cleitro en su porción media y por debajo de este se articula con el coracoides. Ambos forman la zona glenoidea donde se articulan los radiales o pterigóforos (Esquema 15).

Coracoides. (COR) Es un hueso irregular muy ancho que se articula anteriormente con el cleitro, en su porción superior se articula con el escapular formando entre ambos la región glenoidea (Esquema 15).

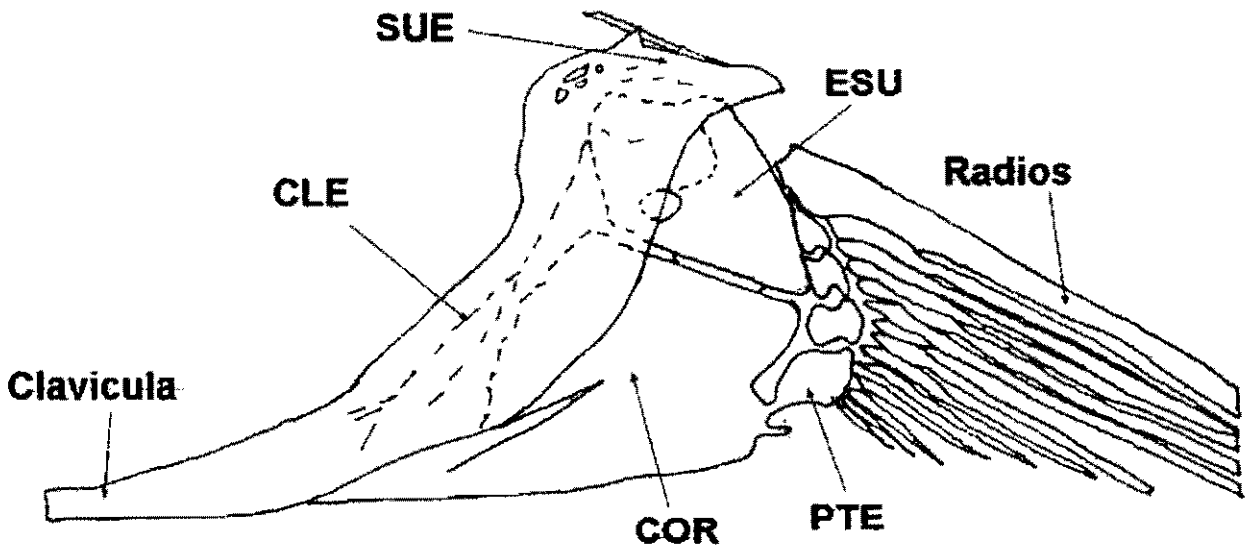
Clavícula. Es un hueso plano que se articula con el cleitro en su porción media anterior, forma el margen anteroventral de la cintura pectoral.

B. Aleta pectoral.

Radiales o pterigóforos. (PTE) Son cuatro los huesos que conforman este complejo y van de menor a mayor tamaño en dirección dorso ventral. Son los huesos que dan el soporte a los radios para formar la aleta pectoral (de 5 a 15 radios), entre ambos forman la aleta que es un ictiopterigio (Esquema 15).



Foto 19. Región escapular.



Esquema 15. Región escapular. 48X. SUE: supracleito, CLE: cleitro, clavicula, ESU: escápula, COR: coracoides, PTE: pterigóforos.

C. Cintura pélvica.

Los basipterigios están constituidos por un hueso largo y en forma triangular en donde la región anterior es sumamente larga y delgada, la porción medial es muy grande ya que es la superficie donde se articula con su homóloga. Posee una zona articular donde se une la aleta pélvica (la región acetabular) (Esquema 16), la cintura pélvica queda suspendida en la musculatura.

D. Aleta pélvica.

No se observan pterigóforos pero si de 3 a 6 radios, siendo un ictiopterigio muy modificado (Esquema 16).

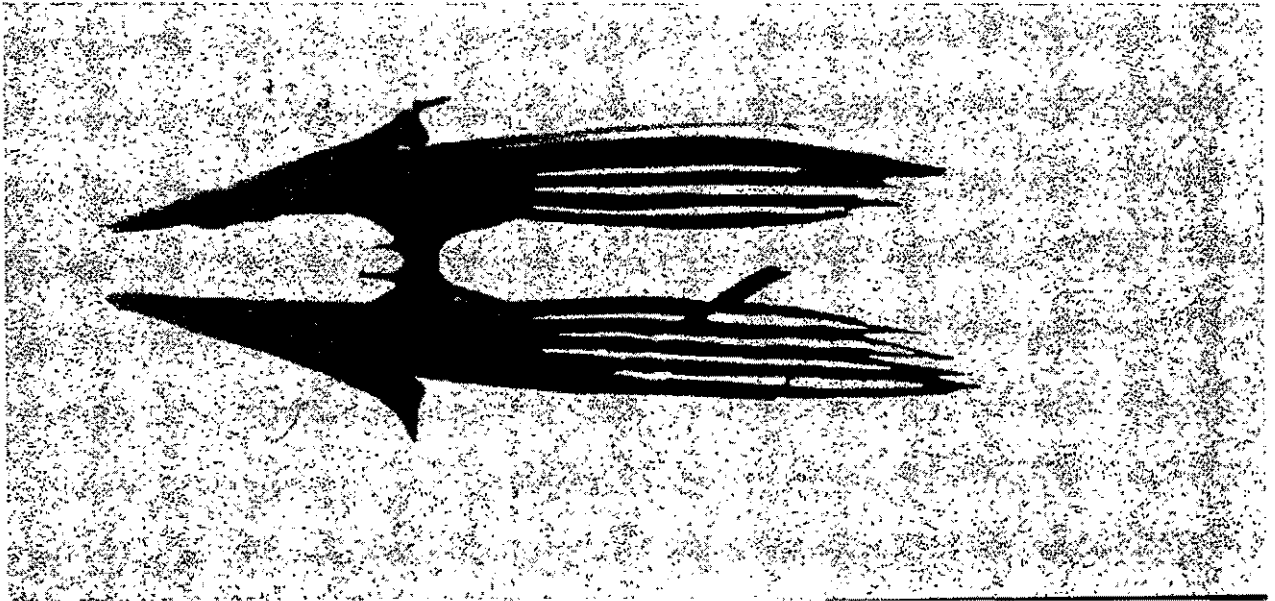
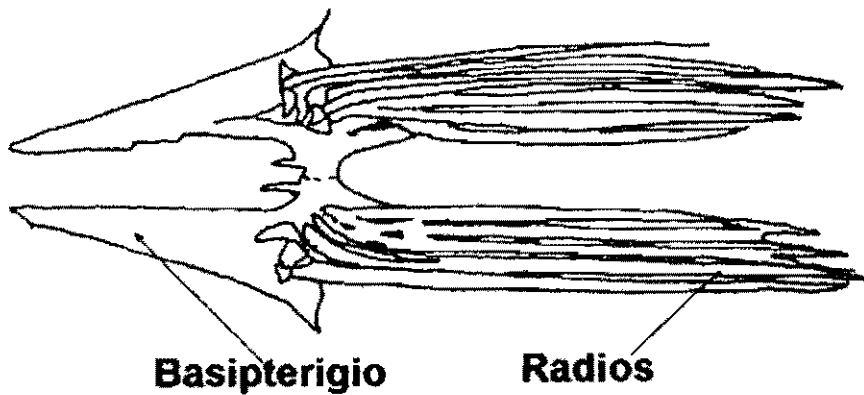


Foto 20. Cintura pélvica y aleta pélvica.



Esquema 16. Cintura pélvica y aleta pélvica. 48X.

5. Aletas dorsales y anal.

Impares. El complejo de aletas dorsales esta formado por la primera aleta dorsal (Esquema 17) y la segunda aleta dorsal (Esquema 18). Tanto la primera como la segunda aleta dorsal se encuentran formadas por los pterigóforos proximales, los pterigóforos distales y los radios de las aletas (la primera aleta dorsal tiene de 2 a 5 radios de tipo lepidotrico y la segunda aleta dorsal tiene de 7 a 13 radios).

La aleta anal es muy similar a la segunda aleta dorsal a diferencia de que está invertida. Se encuentra en la región anal del pez (posee de 10 a 20 radios) del tipo lepidotrico (Esquema 19).

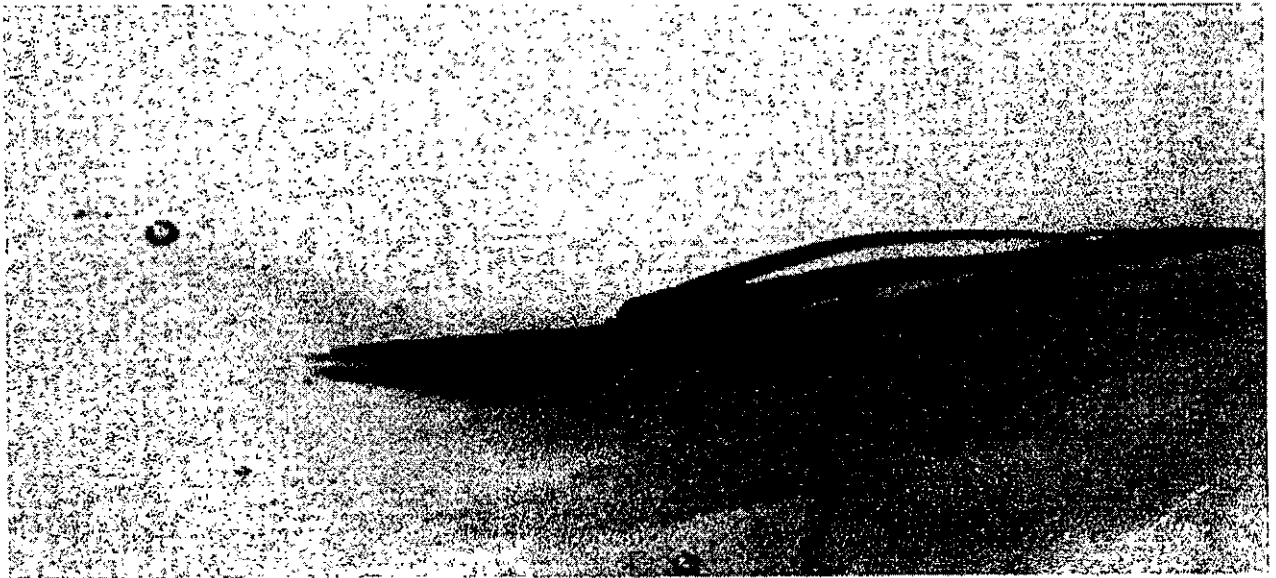
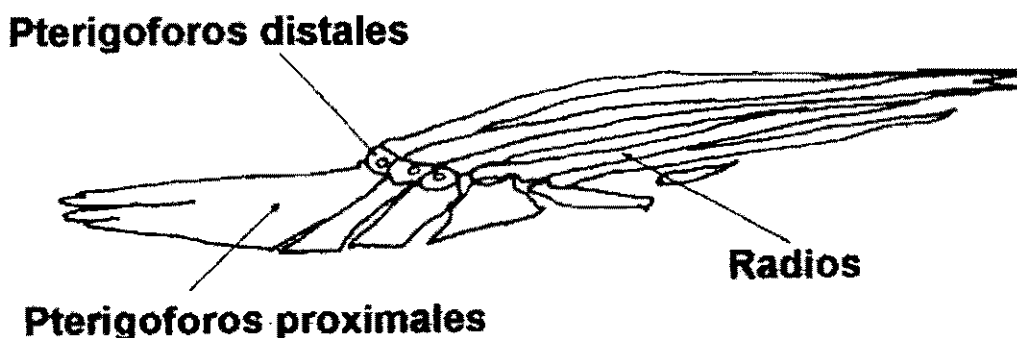


Foto 21. Primera aleta dorsal.



Esquema 17. Primera aleta dorsal. 48X.

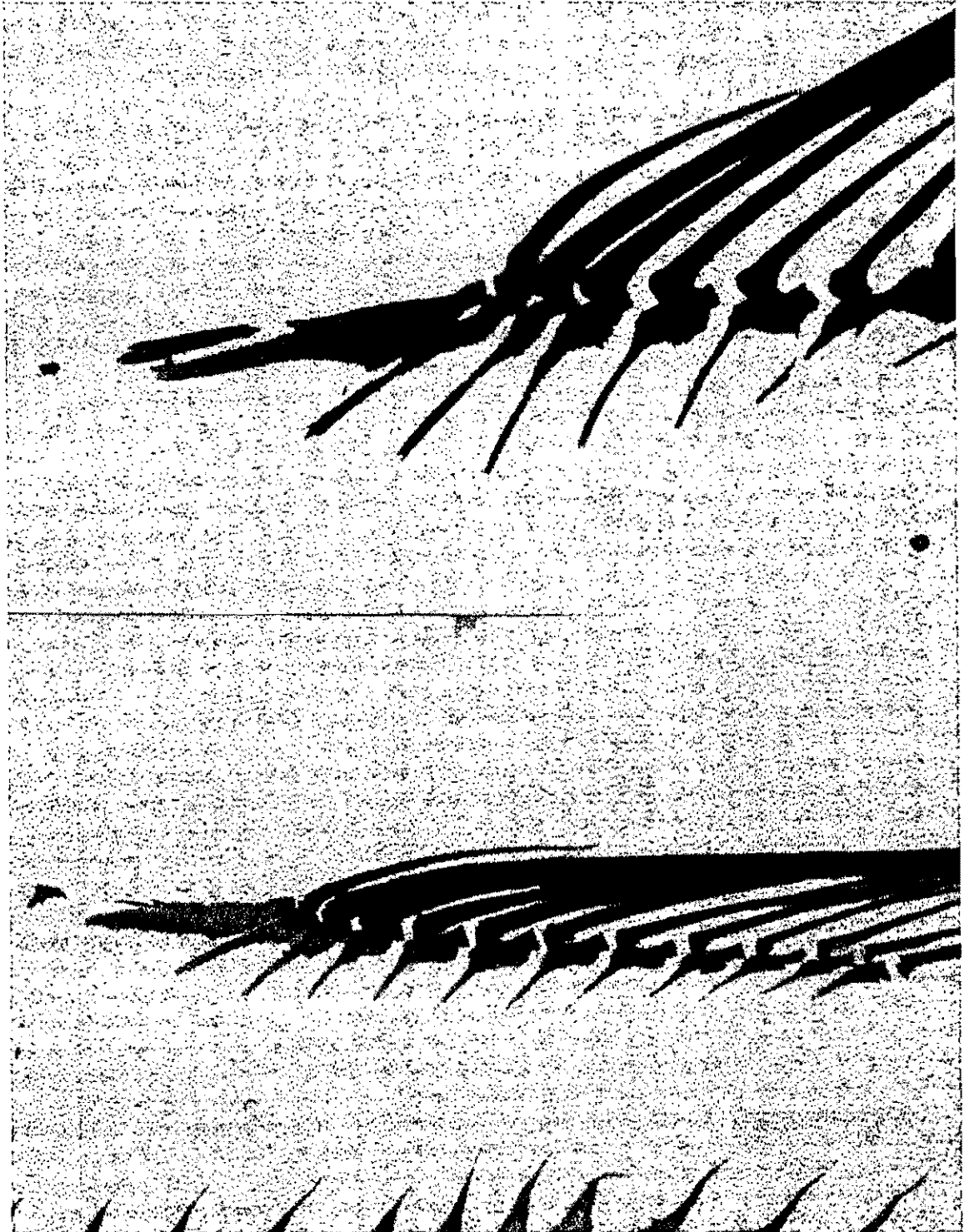
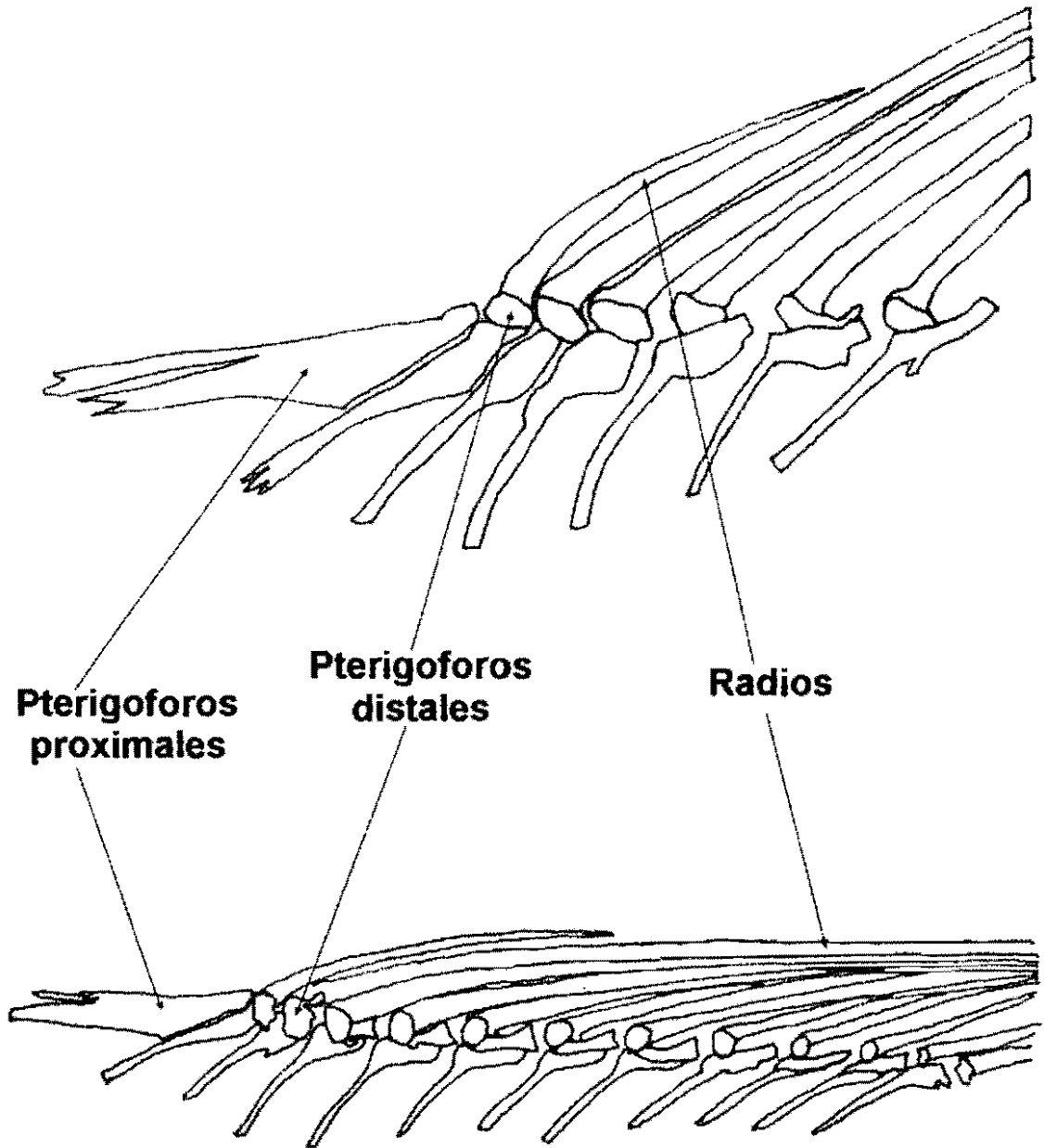


Foto 22. Segunda aleta dorsal a 48X y 40X respectivamente.



Esquema 18. Segunda aleta dorsal. 48X y 40X respectivamente.

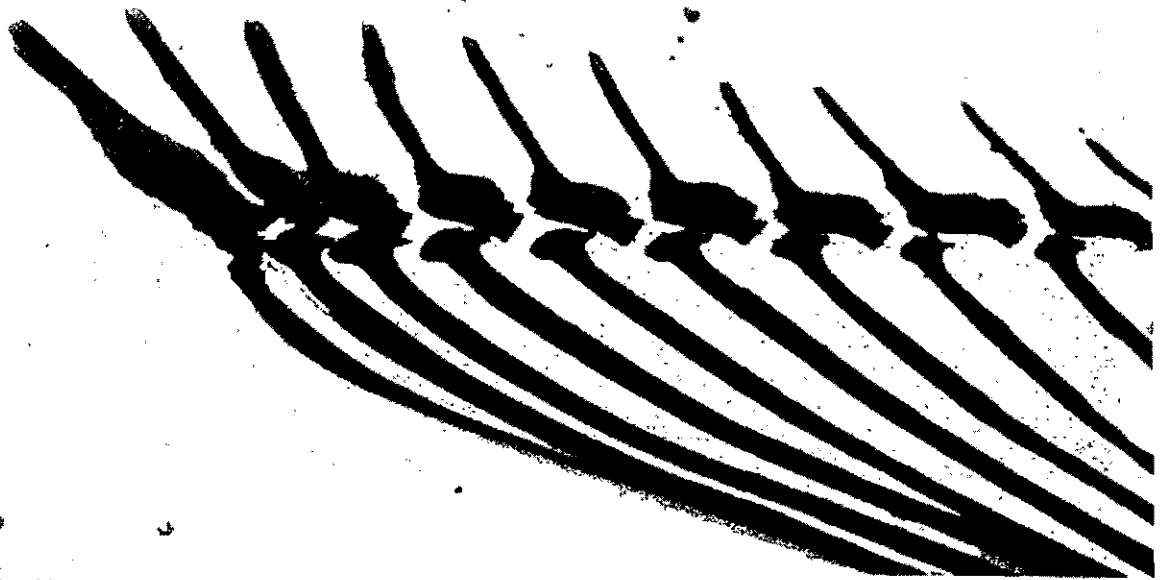
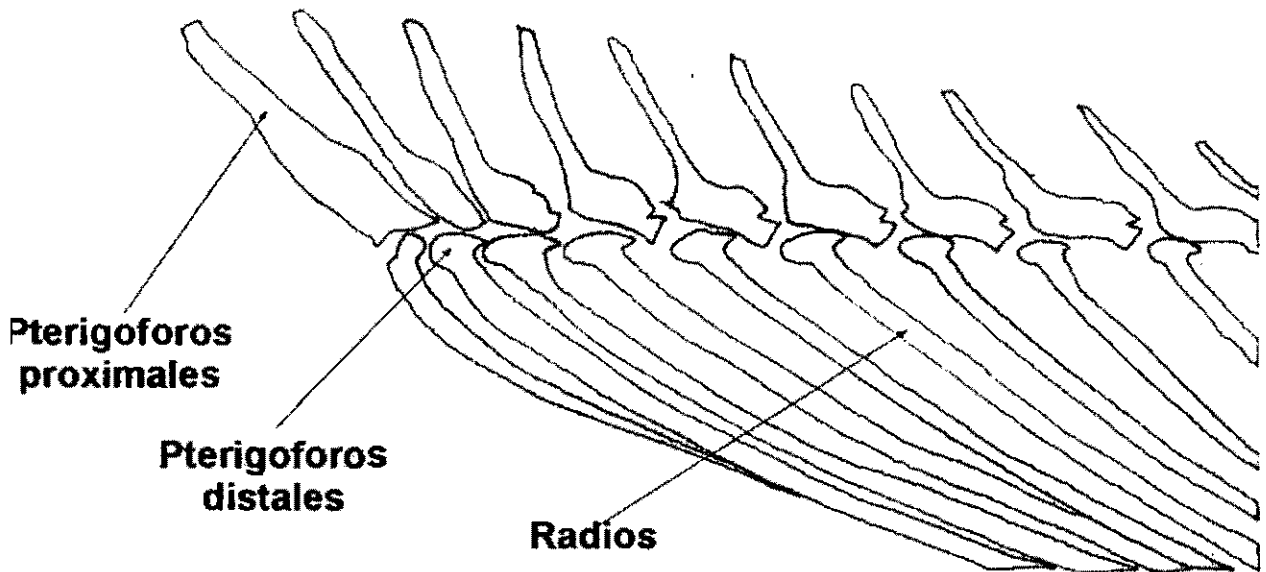


Foto 23. Aleta anal.



Esquema 19. Aleta anal. 48X.

6. Aleta caudal.

La aleta caudal es de tipo homocerca y se encuentra formada por el urostilo, los huesos epurales y los hipurales (con 15 a 24 radios).

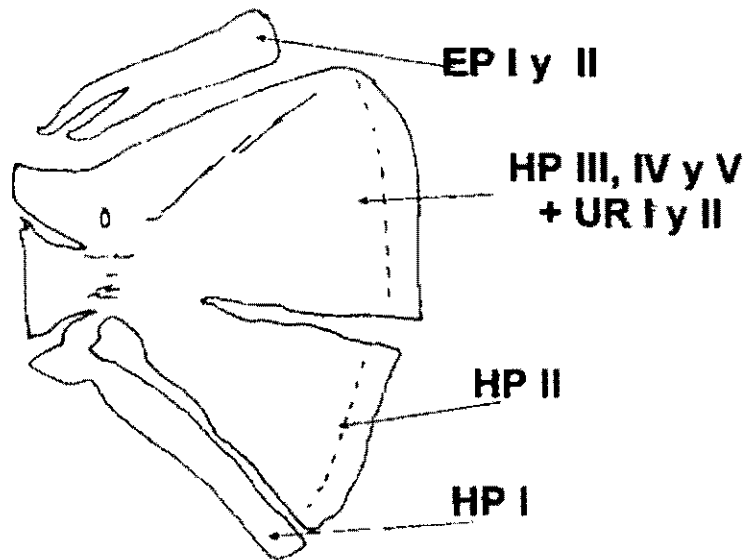
Urostilo. Es un conjunto de vértebras fusionadas que sirven de base a este complejo, es de pequeño tamaño y es la parte terminal de la columna vertebral (Esquema 20).

Huesos epurales. (EP). Es un complejo de dos huesos que se encuentran articulados en la parte superior del urostilo, son mas o menos de forma triangular y muy anchos (con 9 a 12 radios) (Esquema 20).

Huesos hipurales. (HP) Son dos, el primero es sumamente ancho y se encuentra por debajo de los epurales, el otro es mas delgado y alargado (con 9 a 14 radios) (Esquema 20).



Foto 24. Aleta caudal.



Esquema 20. Aleta caudal. 48X. EP: epurales, HP: hipurales, UR: urostilo.

Análisis de Resultados.

Al comparar por región *C. humboldtianum* con *A. balsana* (ver Apéndice 3), se observaron las siguientes semejanzas y diferencias:

Neurocráneo

Las dos especies presentan la misma forma general, pero los huesos de la región occipital son más cortos y anchos en *A. balsana* que en *C. humboldtianum*. En la región ótica los huesos de *A. balsana* son más cortos, así como en la región etmoidal. La región temporal presenta huesos más alargados en *C. humboldtianum*. Las estructuras restantes son similares en las dos especies como se observa en la siguiente tabla:

	<i>C. humboldtianum</i>	<i>A. balsana</i> (Meek)
Forma general	Más largo	Más corto
Región occipital	Huesos largos y delgados	Huesos cortos y anchos
Región ótica	Huesos anchos	Huesos anchos y cortos
Región temporal	Huesos largos	Huesos anchos
Región etmoidal	Huesos largos y anchos	Huesos cortos
Región orbital	Huesos anchos	Huesos anchos

Branquiocráneo

En la siguiente tabla se observa que los huesos de ambas especies son muy similares entre sí:

	<i>C. humboldtianum</i>	<i>A. balsana</i> (Meek)
Forma general	Huesos largos y anchos	Huesos largos y anchos
Región oromandibular	Huesos largos y anchos	Huesos largos y anchos
Región hioidea	Huesos largos	Huesos largos
Serie opercular	Huesos anchos	Huesos anchos
Región branquial	Huesos delgados y largos	Huesos delgados y largos

Columna vertebral

En lo referente a la columna vertebral de ambas especies no hay gran diferencia, las vértebras de *A. balsana* a nivel torácico no presentan la proyección de la costilla ventral (es muy corta), a diferencia de *C. humboldtianum*, donde es notable la costilla ventral, como observamos en la siguiente tabla:

	<i>C. humboldtianum</i>	<i>A. balsana</i> (Meek)
Forma general	Huesos anchos y largos	Huesos anchos y largos
Vértebras torácicas	Huesos anchos y largos	Huesos anchos y cortos
Vértebras caudales	Huesos anchos y largos	Huesos anchos y largos

Esqueleto apendicular

No existe mucha diferencia en los huesos que forman al esqueleto apendicular de estas dos especies. *C. humboldtianum* presenta huesos más largos que *A. balsana* a nivel general, como se observa en la tabla siguiente:

	<i>C. humboldtianum</i>	<i>A. balsana</i> (Meek)
Forma general	Huesos anchos y largos	Huesos anchos
Región escapular	Huesos anchos.	Huesos anchos
Aleta pectoral	Huesos anchos y cortos	Huesos cortos
Cintura pélvica	Huesos largos	Hueso mediano
Aleta pélvica	Radios largos	Radios largos

Aletas dorsal y anal

No existe diferencia en ambas especies con respecto a los huesos que forman las aletas dorsales y anal según se observa en la siguiente tabla:

	<i>C. humboldtianum</i>	<i>A. balsana</i> (Meek)
Forma general	Huesos cortos y largos	Huesos cortos y largos
Aletas dorsales	Huesos medianos.	Huesos medianos.
Aleta anal	Huesos medianos	Huesos medianos

Aleta caudal

Con relación a la aleta caudal la forma general es muy similar en ambas especies. Es en esta región en donde se encuentra una de las diferencias más marcadas; ya que *C. humboldtianum* presenta una fusión de sus huesos, como se indica en la tabla que a continuación se muestra:

	<i>C. humboldtianum</i>	<i>A. balsana</i> (Meek)
Forma general	Huesos delgados y anchos	Huesos delgados y anchos
Huesos epurales e hipurales	Epural delgado y fusión de los hipurales	Epurales delgados e hipurales anchos

En resumen podemos observar que en cada una de las regiones las diferencias se limitan al tamaño de los huesos, es decir, unos son más largos, otros más cortos, unos anchos y otros delgados. La diferencia más notable se encuentra al nivel de la región caudal, ya que *Chirostoma humboldtianum* presenta una fusión muy evidente en sus huesos tanto epurales como hipurales.

El hueso epural I está fusionado con el hueso epural II a pesar de ser relativamente delgado.

De la misma forma los huesos hipurales III, IV y V están fusionados entre sí y además se encuentran unidos con el urostilo I y II, formando un hueso sumamente ancho.

El hueso hipural II se encuentra fusionado al hueso hipural III, IV y V por la parte caudal del urostilo I y II.

Del mismo modo se fusiona el hueso hipural I que es muy delgado en comparación con los otros. Por lo que consideramos que la diferencia más importante existe en los huesos epurales e hipurales, factor que no ocurre en *A. balsana*.

Conclusiones.

- Existe una similitud en cada uno de los huesos descritos de *Chirostoma humboldtianum* en comparación con los de *Atherinella balsana*, existiendo una pequeña diferencia en los huesos del neurocráneo, ya que estos son más cortos en *C. humboldtianum*, y del mismo modo se ve en la disposición de los huesos viéndolos en la porción lateral del rostro del pez, ya que cada uno de los huesos son ligeramente más espaciados que los de *A. balsana*.
- En el caso de los huesos de la región etmoidea son muy similares en ambas especies al igual que los de la región esfenoidal.
- La región oromandibular es casi idéntica en ambas especies a diferencia de la anatomía de la articulación del maxilar con el premaxilar en *C. humboldtianum* es más paralela y en *A. balsana* es un tanto menos notable.
- La forma en que se encuentran los huesos de la región opercular es idéntica.
- La columna vertebral difiere un poco solamente en la región torácica ya que las costillas ventrales en *C. humboldtianum* son más alargadas que en *A. balsana*.
- El acomodo de cada uno de los huesos que conforman las aletas en ambas especies es muy similar una con respecto a la otra. Cabe mencionar que la aleta pectoral de *C. humboldtianum* es un tanto más larga que ancha y en *A. balsana* ocurre lo contrario. Los huesos de la cintura pélvica son casi idénticos en las dos especies. Las aletas dorsales y anal en *C. humboldtianum* presentan una mayor separación de la columna vertebral que en *A. balsana*.
- Se observan diferencias en la aleta caudal de ambas especies, en *C. humboldtianum* los huesos epurales e hipurales muestran una clara fusión de los elementos constituyentes lo que podría ser una característica de diagnóstico para la especie.

Bibliografía.

Aguilar, P. J. F.

1993. Crecimiento, supervivencia y reproducción del charal *Chirostoma humboldtianum* en el embalse de San Felipe Tiacaque, Edo. De Mex. Tesis Biol. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM, México, 37pp.

Aguilar, P. J. F. y N. A. Navarrete

1994. Reproducción del charal *Chirostoma humboldtianum* del embalse San Felipe Tiacaque, Estado de México, Resúmenes IV Congreso Nacional de Ictiología. Morelia, Mich.

Aguilar, J. E. y Navarrete, S. N. A.

1996-1997. Crecimiento, condición y mortalidad del charal *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniformes: Atherinidae) en México. UNAM, Campus Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México, México. En Rev. Biol. Trop., 44 (3)/ 45(1): 573-578.

Alaye, R. N.

1988. Taxonomía de especies del género *Chirostoma* del lago de Pátzcuaro, *Tallas grandes* (Pescado blanco) pp. 106-108. In: SEPESCA, 1988, Informe de labores 1986-1988 del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Pátzcuaro, Mich, Instituto Nacional de Pesca.

Álvarez del Villar, J.

1950. Peces de los llanos de Puebla. An. Esc. Nat. Cienc. Biol., Méx., VI (1-4): 92-104.

Álvarez del Villar, J.

1953. Aterinido nuevo del río Tula (Hidalgo, México) (Pisc. Atherinidae). Ciencia (Méx.) 13:25.

Álvarez del Villar, J. Y Ma. T. Cortez.

1962. Ictiología Michoacana. I. Claves y catalogo de las especies conocidas. An. Esc. Nat. Cien. Biol. XI. (1-4): 122.

Álvarez del Villar, J.

1963. Ictiología Michoacana III. Los peces de San Juanico y Tocumbo, Mich. An. Esc. Nat. Cienc. Biol. Méx. 12 (1-4): 111-138.

Álvarez, J.

1963. El pez blanco de Zacapu, nueva especie para la ciencia. Ciencia 22(6):197-200.

Álvarez, J. y Ma. E. Moncayo.

1976. Contribución a la Paleoictiología de la Cuenca de México: Prehistoria: Época 7a. Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia 6:191-242.

Arratia, G., and H. P. Schultze. 1991. The palatoquadrate and its ossifications: Development and homology within osteichthyans. *Journal of Morphology* 208: 1-81.

Barbour, C. D.

1973. A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): A species flock from the Mexican. *Copeia*. 3: 533-556.

Barbour, C. D.

1973. The systematic and evolution of genus *Chirostoma swainson* (Atherinidae). *Tulane Stud. Zool. Bot.* 18: 97-141.

Bean, B.

1988. Notes on collection of fishes from Mexico, with description of new species of *Platypoecilus*. *Proc. U. S. Nat. Mus.* 31 (1159): 539-542.

Bonilla, R. C. R.

1982. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de la cuenca del Balsas en el Estado de Michoacán. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, 67pp.

Campbell, K. S. W., and R. E. Barwick.

1984a. The choana, maxillae, premaxillae, and anterior palatal bones of early dipnoans. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 107: 147-170.

CETENAL.

1974. Carta Edafológica. Escala 1:50.000. F-14-C-88.

CETENAL.

1980. Carta de Uso de Suelo y Geológica. Escala 1:50.000. F-14-C-88.

CETENAL.

1978. Carta Topográfica. Escala 1:50.000. F-14-C-88.

Chávez-Toledo C.

1987. Ictiofauna del Alto Lerma, aspectos sistemáticos, zoogeográficos y ecológicos. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, 51pp.

Chazarí, E.

1884. Piscicultura en Agua Dulce. Oficina de Tipograf. Sec. Fomento 828pp.

- Cházaro, O. S., Navarrete, S. N. A. y Sánchez, M. R.
1989. Reproducción y crecimiento del Charal *Chirostoma jordani* (Woolman) del embalse Trinidad Fabela, Estado de México. En Revista de Zoología, ENEP-I, UNAM, México, No.1: 10-18.
- Chiasson R.
1980. The Skeleton. Laboratory Anatomy of the Pearch. Third Edition. University of Arizona. WCB Co. Publishers. 8-17pp.
- Chernoff, B.
1986b. Systematics of american atherinid fishes of the genus *Atherinella*. L. The subgenus *Atherinella*. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, 138(1):86-188 pp.
- Cohen, M. D.
1970. How many recent fishes are there? Proceedings of the California Academy of Sciences. 38 (17): 341-346.
- Cuesta, C.
1931. *Chirostoma semani* sp. Nov. An. Inst. Biol. Méx. 2(3): 235-241.
- De Buen, F.
1940a. Huevos, crías, larvas y jóvenes de *Chirostoma* del Lago de Patzcuaro. Est. Limnol. Patz. Trb. (mimiógrafo). 3: 1-24.
- De Buen, F.
1941. Notas sobre la ictiología de aguas dulces de México. I. El *Chirostoma fontinalis* (Chazari). Investigaciones de la Estación Limnológica de Patzcuaro 1(1):1-6.
- De Buen, F.
1943. Los lagos michoacanos. I. Caracteres generales. El lago de Zirahuen. Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural. 4(3-4):211-232.
- De Buen, F.
1945. Investigaciones sobre Ictiología Continental Mexicana. I. *Atherinidae* de aguas continentales de México. An. Inst. Biol. Mex., 16(2):475-532.
- De Buen, F.
1947. Investigaciones sobre Ictiología mexicana. I. Catálogo de los peces de la región Neártica en el suelo mexicano. An. Inst. Biol. Méx., XVIII. (1):302.
- De la Cruz, G. y E. Monçayo.
1985. Análisis de la variabilidad en una población del charal *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (*Atherinidae*) en el embalse de Huapango, Méx., VIII Congr. Nat. Zool. (Memorias) Saltillo, 1:29-40.

Denison, R. H.

1978. Placodermi. In *Handbook of Paleoichthyology*, H. P. Schultze, ed., vol. 2. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, pp. Vi, 1-128.

Denison, R. H.

1983. Further consideration of a placoderm evolution. *Journal of Vertebrate Paleontology* 3: 69-83.

Deville y Clairambault.

1958. Anatomía comparada en Pgrassé, Tratado de zoología, Tomo II, Ed. Toray Masson S. A., Barcelona, España. 545pp.

Díaz-Pardo, E. y C. Chávez-Toledo.

1987. Resultados preliminares del estudio ictiofaunístico de la cuenca Lerma-Chapala, México. Proc. Desert. Fishes Council. XVI-XVII 126-140 pp.

Dingerkus, G. and Uhler, L. D.

1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. *Stain Technol.* 52: 72-76.

Dunn, J. R.

1983. Ontogeny and sistematics of fishes. En *Developmental Osteology*. Amer. Soc. Ichtyol & Herpetol. Spec. Pub. No. 1: 48-50.

Echelle, A. y A. Echelle.

1985. Evolutionary genetics of "species flocks" atherinid fishes from the Mesa Central of Mexico. 231-250. A. A. Echelle, I. Kron Field Eds. *Evolution of fish species flock*. Univ. Maine Press of Orono.

Eigenmann, H. C.

1921. *The American characidae*. Cambridge, U. S. A.

Enriquez Mario, A. y Paulo Maya, J.

1997. Osteología comparada de la suspensión mandibular de las especies *Chirostoma chapalae* Jordan y Snyder y *Chirostoma consocium consocium* Jordan y Hubbs (Pisces: Atherinidae). En V Congreso Nacional de Ictiología, Mazatlán, Sin.

Escorra, E.

1996. De las chinampas a la megalopolis. El medio ambiente de la cuenca de México. FCE. México, D. F. Cuarta reimpresión. 119p.

Espinosa-Pérez, H., M. T. Gaspar P. y P. Fuentes M.

1993. Listados Faunísticos de México III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. Instituto de Biología UNAM, México, 97pp.

Figuroa-Lucero, G., Ma. C. Hernández-Rubio, G. Ríos-Becerril y Ma. Luisa Sevilla-Hernández.

1999. Bioensayos de alimentación de alevines de *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) (Pisces: Atherinidae) bajo condiciones de laboratorio. An. Esc. Nat. Cienc. Biol., Mex., 45:17-23.

Flores, R. D.

1985. Contribucion al conocimiento de la biología de las hembras del charal *C. humboldtianum* (Valenciennes) (Pisces: Atherinidae), del embalse Huapango, Edo. De Mex., Tesis Licenciatura, Esc. Nat. De Cien. Biol., IPN, México. 50pp.

Forey, P.

1980. *Latimeria*: A paradoxical fish. Proceedings of the Royal Society of London B 208: 369-384.

Forster-Cooper, C.

1937. The Middle Devonian fish fauna of Achanarras. Transactions of the Royal Society of Edinburgh 59: 223-239.

Fuentes, L. L.

2000. Espectro trófico durante un ciclo anual de *Chirostoma humboldtianum* (Pisces: Atherinidae) en la presa Las Tazas, Municipio de Jocotitlan, Edo. De Mex., Tesis Licenciatura, Fac. Ciencias, UAEMex.

Gámez, Ch. G.

1984. Análisis del contenido gastrointestinal del charal *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (Atherinidae) del embalse Huapango, México, Tesis de Licenciatura, Esc. Nac. Cien. Biol., IPN Méx., D. F.

Gardiner, B. G.

1984. The relationships of placoderms. Journal of Vertebrate Paleontology 4: 379-395.

Garibay, R., E. Uria y E. Moncayo.

1988. Estudio histológico de las gónadas del charal *C. humboldtianum* Valenciennes (Atherinidae) del embalse Huapango, Méx., I Congr. Nac. Ict. Soc. Ict. Méx. A. C., Baja California, México, 112pp.

Gery, J. R.

1977. Characoids of the world. T. F. H. Pub. U.S. A.

González Díaz, A. A. y Paulo Maya, J.

1998. Comparación osteológica de la región branquial en 15 especies del género *Chirostoma swainson* (Pisces: Atherinidae). En IX Encuentro de Investigadores en Flora y Fauna. Cuernavaca, Mor. 41pp.

- González Díaz A. A.
2000. Osteología comparada del aparato branquial en especies del género *Chirostoma swainson* (Pisces: Atherinopsidae). Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, IPN, México. 1-70pp
- Gosline, W. A.
1965. Teleostean phylogeny. *Copeia* 2: 186-194.
- Goujet, D.
1982. Les affinités des placoderms, une revue des hypotheses actuelles. *Geobios. Memoire spécial* 6: 27-38.
- Gregory, W. I. And M. Conrad.
1938. The phylogeny of the characid fishes. *Zoologica* (N. Y.) 23: 319-360.
- Guerra, M. C.
1986. Análisis taxonómico poblacional de peces aterínidos (*Chirostoma* y *Poblana*) de las cuencas endorreicas del extremo sur del altiplano mexicano. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol. Méx.* 30: 81-113.
- Gunther, A.
1861. Catalogue of the Acanthopterygian Fishes in the British Museum, London, 3:1-586.
- Gutiérrez-Hernández, A.
1999. Peces dulceacuícolas mexicanos XVII. *Chirostoma attenuatum* (Atheriniformes: Atherinopsidae). *Zoologia Informa* (41):29-38.
- Hollister, G.
1924-1925. Clearing and dyeing fish for bone study. *Zoologica*, Vol. XII No. 10
- Hollister, G.
1934. Clearing and dyeing fish for study. *Zoologica* 12 (10):89-101.
- Humphries, P.
1993. A comparison of the mouth morphology of three co-occurring species of atherinid. *Journal of Fish Biology*. 42,485-593.
- Janvier, P.
1981. The phylogeny of the Craniata, with particular reference to the significance of fossil "Agnathans". *Journal of Vertebrate Paleontology* 1:121-159.

Jarvik, E.

1942. On the structure of the snout of crossopterygians and lower gnathostomes in general. *Zoologiska Bidrag fran Uppsala* 21: 235-675.

Jarvik, E.

1967. On the structure of the lower jaw in dipnoans. With a description of an early Devonian dipnoan from Canada, *Melanognathus canadensis* gen: et sp. nov. *Journal of the Linnean Society of London, Zoology* 47.: 155-183.

Jarvik, E.

1980. *Basic structure and Evolution of vertebrates. Vol. 1.* London: Academic Press.

Jarvik, E.

1981. *Basic structure and Evolution of vertebrates. Vol. 2.* London: Academic Press.

Jollie, M.

1962. *Chordate morphology.* New York: Reinhold Books.

Jordan, D. and C. Hubbs.

1919. A monographic review of the Atherinidae or silversides. *Stanford Univ. Publ. Univ. Ser.* 87pp.

Jordan, D., B. Everman and H. Clarck.

1928. A check list of the fish and fish-like vertebrates of North and Middle América north of Venezuela and Colombia. *Rept. U. S. Comm. Fish.* 2: 1-670.

Karatajuté-Talimaa, V. N.

1973. *Elegestolepis grossi* gen. Et sp. nov., ein neuer Typdes Placoidschuppe aus dem Oberen Silur der Tuwa. *Paleontographica A* 143: 35-50.

Lagler, F. K., Bardach, E. J., Miller, R. R. y May Passino, D. R.

1977. *Ictiología.* AGT Ed. México. 489pp.

Lopez, L. L.

1991. Peces y moluscos en el libro undécimo del Códice Florentino. pp. 211-248. In: Polaco O. J. (coord.) *La fauna en el Templo Mayor.* Asociación de Amigos del Templo Mayor, A. C., en coedición con el Instituto Nacional de Antropología e Historia y García y Valedes editores, S. A. de C. V.

Maisey, J. G.

1984. Chondrichthyan phylogeny: A look at the evidence. *Journal of vertebrate Paleontology* 4: 359-371.

- Maisey, J. G.
1986. Heads and tails: A chordate phylogeny. *Cladistics* 2: 201-256.
- Martin del Campo, R.
1955. Productos biológicos del Valle de México. *Rev. Mex. Est. Antropol.* 14:53-57.
- Mayden, R. L., B. M. Burr, L. M. Page and R. R. Miller.
1992. The Native Freshwater Fishes of Central America. In: Mayden R. L. (Ed), *Systematics, Historical Ecology and North American Freshwater Fishes*. Stanford University Press. Stanford, California.
- Medina, N. M.
1993. Ictiofauna de la subcuenca del río Angulo. Cuenca Lerma-Chapala, Michoacán. Tesis Licenciatura, Escuela de Biología, UMSNH, Mex., 146 pp.
- Mejía, M. H. y E. Díaz Pardo.
1991. Descripción del cráneo de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae). *An. Esc. Nal. Cien. Biol.* 34: 191-214.
- Meneses, A. N.
1969. Systematic and evolution of the tribe *Acestrorhynchini* (Pisces: Characidae). *Archivos de Zoología. Brasil.* 18(1-2).
- Meneses, A. N.
1976. On the Cynopotaminae, a new subfamily of Characidae (Osteichthyes, Ostariophysi, Characoidei). *Archivos de Zoología. Brasil.* 28(2):1-91.
- Miles, R. S. and G. C. Young.
1977. Placoderm interrelationships reconsidered in the light of new ptycodontids from Gogo, Western Australia. In *Problems in Vertebrate Evolution*. S. M. Andrews, R. S. Miles, and A. D. Walker, Eds. London: Academic Press, pp. 123-198.
- Moncayo, Ma. E. y S. Hernández.
1978. Aspectos ecológicos y pesqueros del embalse Requena, Edo. de Hidalgo, Méx. Del II Congreso Nal. De Zoología.
- Moncayo L. Ma. E.
1981. Osteología de *Notropis aztecus* Woolman, 1894. (Pisces: cyprinidae). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., México*, 24:95-143.
- Moncayo, E. R.
1996. Estructura y Función de la comunidad de peces de la laguna de Zacapu, Mich., Mex. Tesis Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos, CICIMAR, Mex., 172pp.

Moreno-León, M. A. y E. Soto-Galera.

1995. Relaciones alimentarias de dos especies del género *Chirostoma* en condiciones de alopatria y simpatria. Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Zoología, lugar, pp.88.

Moy-Thomas, J. A. and R. S. Miles.

1971. Paleozoic fishes. 2d Ed. London. Chapman and hall.

Moreno-León M. A.

1997. Implicaciones ecológicas de las relaciones alimentarias de *Chirostoma humboldtianum* y *C. jordani* (Pisces: Atherinidae). Tesis Maestría especialidad en Ecología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Mex., 134pp.

Myers, G. S.

1929. Craneal difference in the characid fishes of the genera *Alestes* and *Brycinus*, with notes on the arrangement of related genera. American Museum Novitates. (N. Y.) 342: 1-7.

Myers, G. S.

1966. Derivation of the freshwater fish fauna of Central America. *Copeia* 4: 766-771.

Navarrete, S. N. A.

1981. Contribución a la biología del charal (*Chirostoma jordani*) de la presa Taxhimay, Tesis, Biólogo. ENEP-I. UNAM. 86pp.

Navarrete, S. N. A. y O. S. Cházaro.

1992. Espectro trófico del charal *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (Atherinidae) del embalse Tiacaque, México. *Rev. Zool. UNAM, México*, D. F. 3-29.

Navarrete, S. N. A.

1994. Temporada reproductiva y fecundidad de dos especies de charal *C. jordani* y *C. humboldtianum* del Estado de México. Ejercicio Calificador, UNAM, México.

Navarrete N. A., Sánchez R. y Rojas M. L.

1996. Selección del zooplancton por el charal *Chirostoma jordani* (Atheriniformes: Atherinidae). UNAM, Campus Iztacala, Tlalnepantla, Edo. de México, México. En *Rev. Biol. Trop.*, 44 (2): 757-761.

Nelson, E. M.

1963. A preparation for a standard teleost study skull. *Toutox News* 41(2)72-74.

- Nelson, J. S.
1966. Derivation of the freshwater fish fauna of Central America. *Copeia* 4: 766-771.
- Nelson, J. S.
1984. *Fishes of the world*. 2d Ed. New York: John Wiley and Sons.
- Nelson, J. S.
1994. *Fishes of the world*. Third Ed. John Wiley & Sons, New York, USA: 600 pp.
- Peignoux-Deville, J., F. Lallier, and B. Vidal.
1982. Evidence for the presence of osseous tissue in dogfish vertebrae. *Cell Tissue Research* 22: 605-614.
- Paulo Maya, J., y Cortes M. T.
1995. Osteología de *Atherinella balsana* (Meek) (Pisces: Atherinidae). El charal del río Balsas, México. *An. Esc. Nac. Cien. Biol., Méx.*, 41:65-106pp.
- Paulo Maya, J., Figueroa, L. G. Y Soria B. M.
2000. Peces dulceacuícolas mexicanos XVIII. *Chirostoma humboldtianum* (Atheriniformes: Atherinopsidae). Base de datos bibliográfica de *Chirostoma*. Red Regional de Recursos Bióticos. ISBN968-878-082-0. IPN.
- Palacios, S. M. C.
1998. Ciclo ovárico y desarrollo embrionario del pez blanco de Zacapu *C. humboldtianum* Valenciennes 1835, (Pisces: Atherinidae) en condiciones de cautiverio. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones sobre Recursos Naturales, Facultad de Biología, Mor., Mich.
- Regan, C. T.
1906-1908. Pisces. In: *Biología Central Mexicana* 8:1-203pp. In: Taylor and Francis, (Eds.), Red Lion Court, Fret Street.
- Rodríguez Ruiz, A. y Granado Lorencio, C.
1986. Estudio morfológico del aparato mandibular en cinco especies del género *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae). *Revista de Biología Tropical*. Departamento de Ecología. Universidad de Sevilla, España. 97-106pp.
- Rodríguez Ruiz, A. y Granado Lorencio, C.
1987. Características del aparato bucal asociadas al régimen alimenticio en cinco especies coexistentes del género *Chirostoma* (Lago de Chapala), México. *Revista Chilena de Historia Natural* 61:35-51.

- Rodríguez Ruiz, A. y Granada Lotencio, C.
1988. Características morfofuncionales de *Chirostoma consocium*, *C. chapalae* y *C. ocotiana* del Lago de Chapala, México (Pisces : Atherinidae). An. Inst. del Mar y Limnol. Univ. Nac. Aut. De México, 15(2):268-272.
- Romer, A.S.
1942. Cartilage: An embryonic adaptation. American Naturalist 76: 394-404.
- Romer, A. S:
1969. *Notes and Comments on Vertebrate Paleontology*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rosas M.
1970. Pescado blanco (*Chirostoma estor*) su fomento y cultivo en Mexico. Series de Divulgación del Instituto Nacional de Pesca, Mexico. Instituto Nacional de Investigaciones Biológicas Pesqueras SIC Inst. No. 2, 79pp.
- Ruiz J. L. y Yanez-Arancibia A.
1977. Osteología comparada de dos especies de atherinidos *Atherinomorus stipes* (Muller y Troschel) y *Coleotropis blackburni* Schultz (Pisces: Atherinidae).
- Schaeffer, B.
1975. Comments on the origin and basic radiation of the gnathostome fishes with particular reference to the feeding mechanism. Colloques internationaux de Centre national de la recherche scientifique 218, Problemes actuels de paleontologie (Evolution des Vertebres): 101-109.
- Schaeffer, B., K. and S. Thomson.
1980. Reflections on agnathan-gnathostome relationships. In *Aspects of Vertebrate History: Essays in honor of Edwin Harris Colbert*, L. L. Jacobs, ed. Flagstaff: Museum of Northern Arizona Press, pp. 19-33.
- Schultze, H. P., and M. Arsenault.
1985. The panderichthyid fish *Elpistostege*: A close relative of tetrapods? Paleontology 28: 293-309.
- Seurat L. G.
1989. Sur la faune des lags et lagunes du valle de Mexico. Bull. Mus. Hist. Nat. Paris. pp.23-26.
- Shishkin, M. S.
1973. *The morphology of the Early Amphibia and Some Problems of the lower Tetrapod Evolution*. Moscow: Nauka.

Soria Barreto, M.; González Díaz, A. y Paulo Maya, J.
(1997). Osteología de las regiones oromandibular y branquial de *Chirostoma attenuatum*, *C. estor*, *C. grandocule* y *C. patzcuaro*. En XIV Congreso Nacional de Zoología, Guanajuato, Gto. 1997. 123-124pp

Soria Barreto, M. y Paulo Maya, J.
1997. Comparación morfométrica del aparato mandibular de las especies: *Chirostoma estor*, *C. grandocule* y *C. patzcuaro*. En V Congreso Nacional de Ictiología, Mazatlán, Sin.

Soria-Barreto, M., J. Paulo-Maya, A. Chacon y V. Segura-García.
1998. Peces dulceacuícolas mexicanos XVI *Chirostoma estor* (Atheriniformes: Atherinidae). *Zoología Informa*, (38):33-46.

Soto, G. C.
1953. Peces de la cuenca de México. Estudio zoológico y etnológico. Tesis de Licenciatura, Biólogo. Fac. de Cien. UNAM, Méx. 44p.

Stensio, E. A.
1959. On the pectoral fin and shoulder girdle of the arthrodires. *Kungliga Sveska Vetenskaps Akademiens Handlingar* (4)8(1):1-229.

Stensio, E. A.
1963. Anatomical studies on the arthrodiran head. Part 1. Preface, geological and geographical distribution, the organization of the head in the Dolichothoraci, Cocosteomorphi and Pachyosteomorphi. Taxonomic appendix. *Kungliga Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar* (4)9:1-419-

Taylor, W. R.
1967. An enzyme method of clearing and staining small vertebrates. *Proc. U. S. Nat. Mus.* 122: 1-17.

Téllez-P. T.
1983. Contribucion al conocimiento de la biología de los machos del charal *C. humboldtianum* (Valenciennes) del embalse Huapango, Edo. De Mexico. Tesis Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, Mexico, 36pp.

Tyson, R.
1969. Osteology and relationships of characoid fishes, particularly the genera *Hepsetus*, *Salminus*, *Hoplias*, *Ctenolucius* and *Acestrorhynchus*. *Proceedings of the California Academy of Sciences, Fourth series, Vol. XXXVI, No. 15, pp. 391-500, 60 figs.*

- Uribe G. E., Moncayo L. Ma. E. y Garibay G. R.
1998. Desarrollo y madurez testicular del charal *Chirostoma humboldtianum* (Pisces: Atherinidae), del embalse Huapango, Edo. De Mexico. *Hidrobiologica* 8(1): 9-18.
- Valdéz M. M. E.
1997. Estudio comparativo osteológico de las formas oculadas actuales del género *Astyanax* en diversas cuencas de Mexico. Tesis M. en C. ENEP-I UNAM. Mexico. 78pp.
- Vari, R. P.
1983. Phylogenetic relationships of the families Curimatidae, Prochilodontidae, Anostomidae and Chilodontidae (Pisces: Characiformes). *Smithsonian contributions to Zoology* 378: 1-61.
- Vari, R. P.
1989a. A phylogenetic study of the Neotropical Characiform family Curimatidae (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian contributions to zoology* 471: 1-71.
- Vari, R. P.
1989b. Systematics of the Neotropical Characiform genus *Curimata* Bosc. (Pisces: Characiformes). *Smithsonian contributions to zoology* 474: 1-63.
- Vari, R. P.
1989c. Systematic of the Neotropical Characiform genus *Pseudocurimata* Fernández-Yépez (Pisces: Ostariophysi). *Smithsonian contributions to zoology*. 490: 1-27.
- Vezina, D.
1986. Les plaques gnathales de *Plourdosteus canadensis* (Placodermi, Arthrodira) du Devonian supérieur du Quebec (Canada): Remarques sur la croissance dentaire de la mécanique masticatrice. *Bulletin de Muséum national d'histoire naturelle, Paris* (4) 8, sec. C (3): 367-391.
- Vieth, J.
1980. Thelodontier, Acanthodier, und Elasmobranchier-Schuppen aus dem Unter-Devon der Kanadischen Arktis (Agnatha, Pisces). *Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie* 23: 1-69.
- Von Bayern T. Y F. Steindachner.
1895. Über Einige Fisharten Mexico un die Seen. In Welchen Sie Vorkommen. *Denk. Akad. Wien* 62: 517-530.
- Watson, D. M. S.
1937. The acanthodian fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 228: 49-146.

Weitzman, S. H.

1954. The osteology and the relationships of the South American Characid fishes of the Gasteropelecinae. *Stanford Ichthyol. Bull* 4(4):213-264.

Weitzman H. S.

1962. The osteology of *Brycon meeki* a generalized characid fish, with an osteological definition of the family. *Stanford Ichthyological Bulletin, Stanford University*. 8(1):2-77pp.

Weitzman H. S.

1964. Osteology and relationships of South American characid fishes of subfamilies Lebiasininae and Erythrininae with special reference to subtribe Nannostomina. *Proceedings of the United States National Museum Smithsonian Institution*. Washington, D. C. 1(3499):127-169.

Weitzman, S. H.

1994. A new genus and species of the Glandulocaudinae (Teleostei: Characidae) from Southern Venezuela. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 5(1)45-64.

Werdelin, L., and J. A. Long

1986. Allometry in the placoderm *Bothriolepis canadensis* and its significance to antiarch evolution. *Lethaia* 9: 161-169.

Westoll, T. S.

1938. Ancestry of the tetrapods. *Nature*. 141: 127-128.

Westoll, T. S.

1943. The origin of the tetrapods. *Biological Review* 18: 78-98.

Woolman, A.

1894. Report on collection of fishes from the rivers of central and northern Mexico. *Bull. U. S. Fish Comm.* 14: 54-66.

Yanez-Arancibia A. y Ruiz J. L.

1977. Osteología de *Anchoa parva* (Meek e Hilderbrand) y su discusión comparada con seis especies de la familia (Pisces: Atherinidae).

Young, J. Z.,

1985. *La vida de los vertebrados*. Barcelona. Ediciones Omega. 170-171.

Young, G.

1986. The relationships of placoderm fishes. *Zoological Journal of the Linnean Society of London* 88: 1-57.

Zangerl, R.

1968. The morphology and the developmental history of the scales of the Paleozoic sharks *Holmesella* sp. and *Orodus*. In current Problems of lower vertebrate phylogeny, T. Orvig, Ed., Nobel Symposium, 4. Stockholm: Almqvist and Wiksell, pp. 399-412.

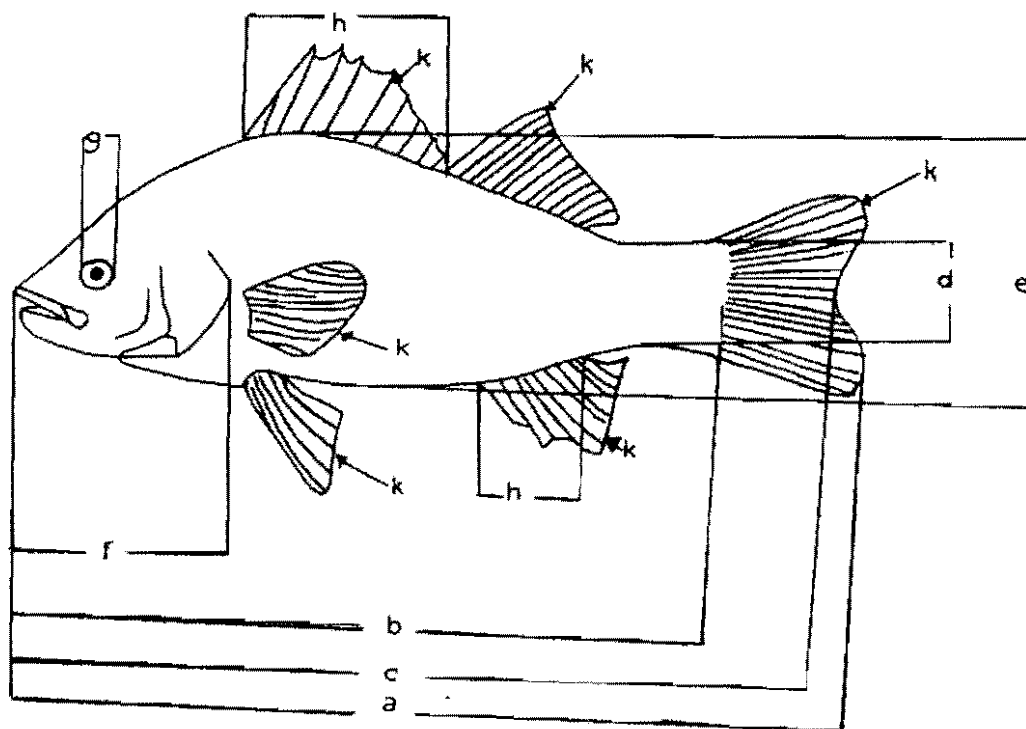
Zangerl, R., and G. R. Case

1976. *Cobelodus aculeatus* (COPE), an anacanthous shark from the Pennsylvanian black shales of North America. *Paleontographica A* 154: 107-157.

Zangerl, R., and M. Williams.

1975. New evidence on the nature of the jaws suspension in Paleozoic acanthous sharks. *Paleontology* 18: 333-341.

Apéndice 1.



Esquema. Datos merísticos para peces. Clave de las letras en el texto. (Tomado de Legler, 1984).

- a. Longitud total
- b. Longitud furcal
- c. Longitud patrón
- d. Altura mínima
- e. Altura máxima
- f. Longitud cefálica
- g. Diámetro interocular
- h. Longitud de la base de las aletas: primera dorsal, seg. dorsal y anal.
- k. Número de radios de cada aleta: pectoral, pélvica, anal, caudal, primera dorsal y segunda dorsal.

Apéndice 2.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Long. Tot.	9.4	8.2	8.8	8.7	8	8.4	8.4	9.8	8.5	8.5	7.4	7.9	7.1	6.6	6.6
Long. Furcal	8.3	7.1	7.6	7.4	6.8	7	7.4	8.2	7.4	7.2	6.4	6.1	6.1	5.5	5.5
Long. Patron	9	7.8	8.2	8.2	7.5	7.7	8	9	8.3	8	7	6.9	6.7	6.3	6.3
Alt. Min.	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.9	0.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
Alt. Max.	1.2	1.4	1.5	1.5	1.3	1.4	1.4	1.8	1.4	1.8	1.2	1.1	1.1	1	1
Long. Cefal.	2	1.7	1.9	1.8	1.7	1.8	1.8	2	1.8	1.7	1.6	1.5	1.6	1.4	1.4
Diam. Itoc.	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4
Lon. Base Al.															
Dorsal	0.4	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5
Anal	2	1.8	1.9	2	1.8	1.9	1.9	2.2	2	2	1.9	1.7	1.2	1.5	1.5
N. De Rad. P.	4	12	11	15	12	11	10	12	10	12	9	8	8	12	12
Pelvica	9	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3
Anal	12	14	17	13	18	17	15	14	17	13	15	13	16	13	13
Caudal	24	19	20	18	16	15	21	19	19	18	17	18	16	18	18
1 Dorsal	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
2 Dorsal	9	6	10	12	9	12	9	9	9	13	11	9	8	7	7
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Long. Tot.	7.2	6.9	5.9	5.8	4.3	5.3	6.4	7.5	6.5	7.1	5.8	5.9	5.8	6.6	5.9
Long. Furcal	6	6	5.1	5	3.8	4.6	5.6	6.5	5.5	6.1	5	5.1	5	5.6	4.9
Long. Patron	6.8	6.5	5.6	5.4	4.2	5.2	6.2	7.1	6.2	6.9	5.5	5.5	5.6	6.2	5.7
Alt. Min.	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4
Alt. Max.	1.1	1.1	0.9	0.8	0.7	0.8	1	1.2	1	1.1	1.8	1.9	0.9	1	0.9
Long. Cefal.	1.5	1.5	1.3	1.8	1	1.2	1.3	1.6	1.4	1.6	1.3	1.2	1.3	1.3	1.2
Diam. Itoc.	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Lon. Base Al.															
Dorsal	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Anal	1.1	1.4	1.4	1.3	1	1.8	1.4	1.8	1.5	1.6	1.3	1.5	1.5	1.6	1.3
N. De Rad. P.	9	11	5	9	6	8	8	12	11	10	9	12	12	12	12
Pelvica	4	4	4	4	3	5	5	4	4	4	5	6	6	5	4
Anal	13	13	15	12	11	12	11	13	11	17	12	16	12	12	15
Caudal	20	18	16	16	10	16	15	20	17	17	17	20	17	17	17
1 Dorsal	3	3	3	2	4	4	3	4	4	3	2	3	3	3	2
2 Dorsal	8	9	9	5	7	9	7	10	10	12	9	8	11	9	9

Tabla. Datos merísticos obtenidos de cada una de las variables tomadas tanto en longitud como en altura (cm) y el número de radios de las aletas pares e impares.

Apéndice 3.

Esquemas tomados del trabajo realizado por Paulo Maya y Cortés (1995) en: Osteología de *Atherinella balsana* (Pisces: Atherinidae). El charal del río balsas.

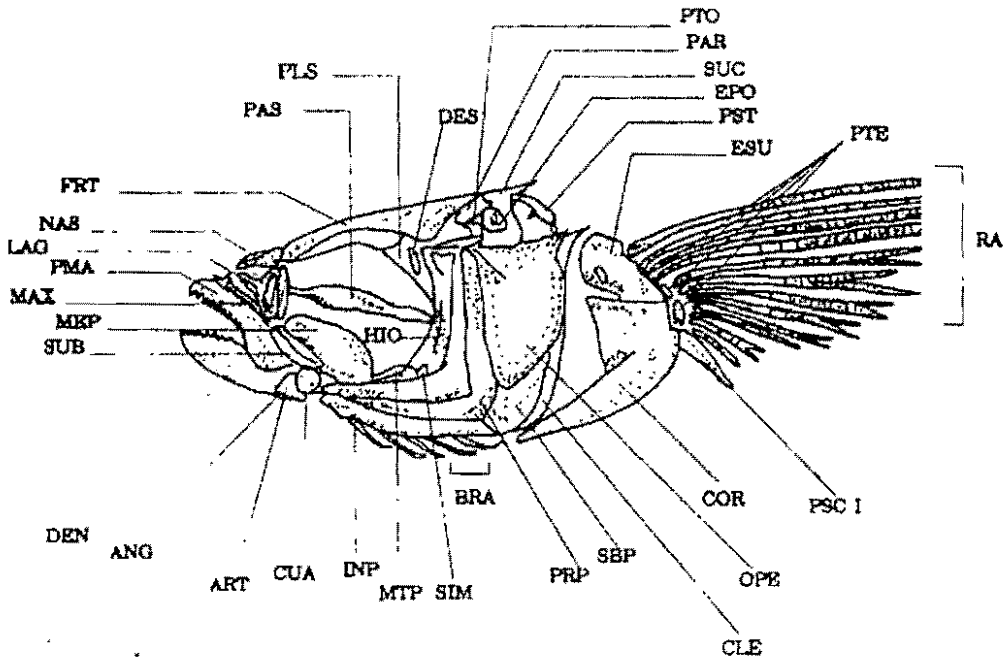


LÁMINA I. Vista lateral del cráneo de *Atherinella balsana* del que se eliminaron los escleróticos. ANG: angular, ART: articular, BRA: radios branquiostegos, CLE: cleitro, COR: coracoides, CUA: cuadrado, DEN: dentario, DES: dermoesfenótico, EPO: epiótico, ESU: escapula, FRT: frontal, HIO: hiomandibular, INP: interopércular, LAG: lagrimal, MAX: maxilar, MEP: mesopterigoides, MTP: metapterigoides, NAS: nasal, OPE: opercular, PAR: parietal, PAS: paraesfenoides, PLS: pleuroesfenoides, PMA: premaxila, PRP: preopércular, PSC I: postcleitro inferior, PST: posttemporal, PTE: pterigióforos, PTO: pterótico, RA: radios, SBP: subopercular, SIM: simpléctico, SUB: suborbital dos, SUC: supraoccipital

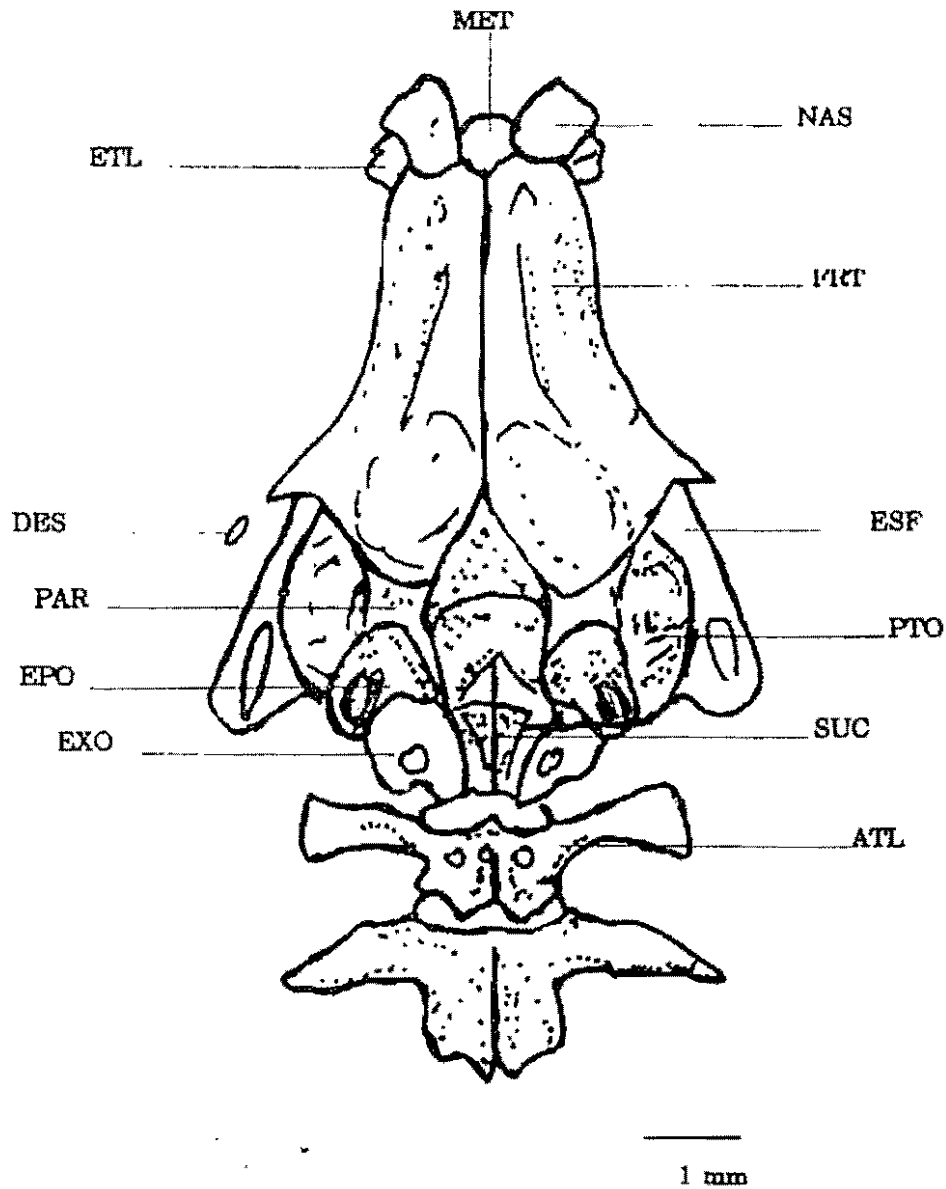


LÁMINA 2. Neurocráneo, vista dorsal parcial. ATL: atlas, CE: cartilago etmoideo, DES : dermoesfenótico, EPO: epiótico, ESF: esfenótico, ETL: etmoide lateral, EXC: exoccipital, FRT: frontal, NAS: nasal, PAR: parietal, PTO: pterótico, SUC: supraoccipital.

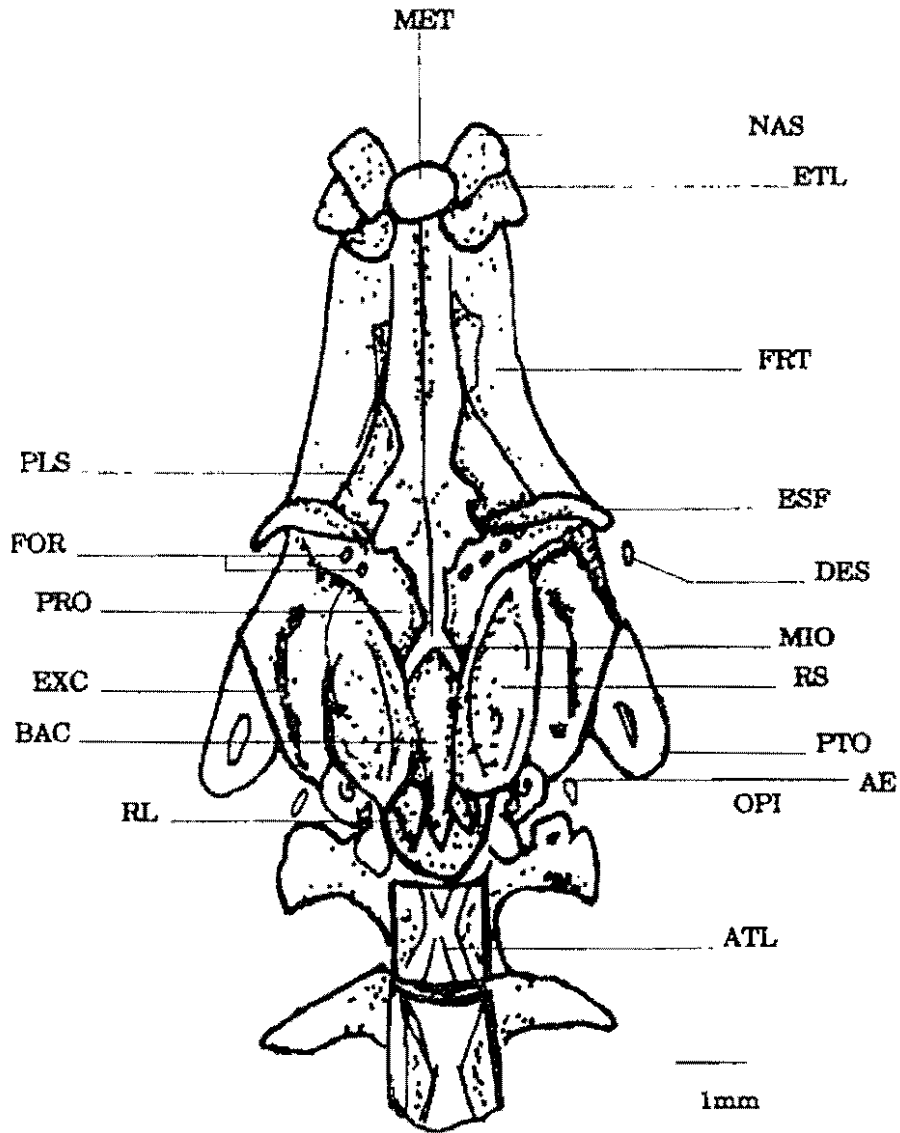


LÁMINA 3. Neurocráneo, vista ventral parcial. AE: alas del exoccipital, ATL: atlas. BAC: basioccipital, DES: dermoesfenótico, ESF: esfenótico, ETL: etmoide lateral, EXC: exoccipital, FOR: foramina. FRT: frontal, MET: mesetmoides, MIO: miódomo, NAS: nasal, OPI: opistótico, PLS: pleuroesfenoides, PRO: proótico, PTO: pterótico, RL: *recessum lagenar*, RS: *recessum saculi*.

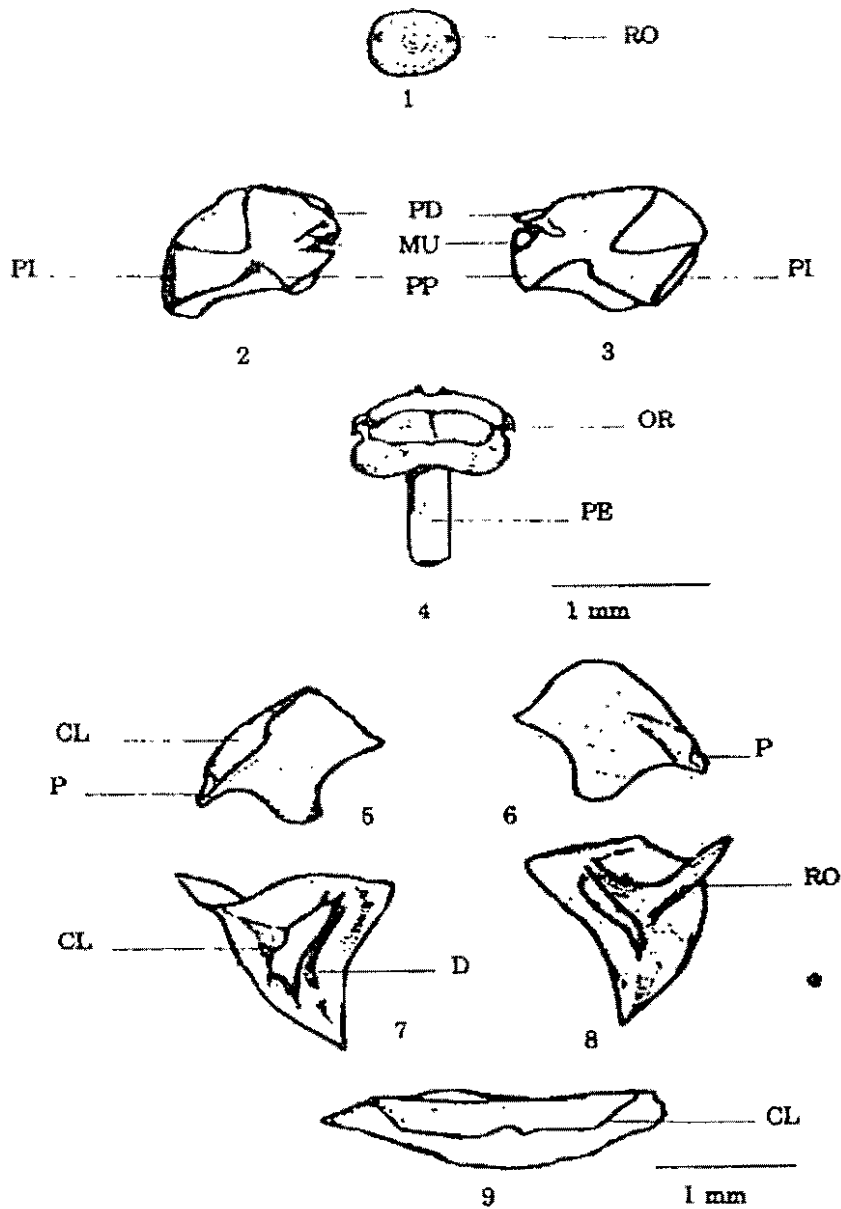


LÁMINA 4. Región etmoidea. 1: mesetmoides; 2: etmoide lateral izquierdo, cara posterior; 3: etmoide lateral izquierdo, cara anterior; 4: prevómer, vista dorsal; 5: nasal izquierdo, vista dorsal; 6: nasal izquierdo, vista ventral; 7: lagrimal izquierdo, vista dorsal; 8: lagrimal izquierdo vista ventral; 9: suborbital dos izquierdo, vista externa. CL: canal de la línea lateral, CR: cresta D: depresión, MU: muesca, P: proceso, PD: proceso dorsal, PE: peciolo, PI: proceso distal, PP: proceso proximal, RO: reborde óseo.

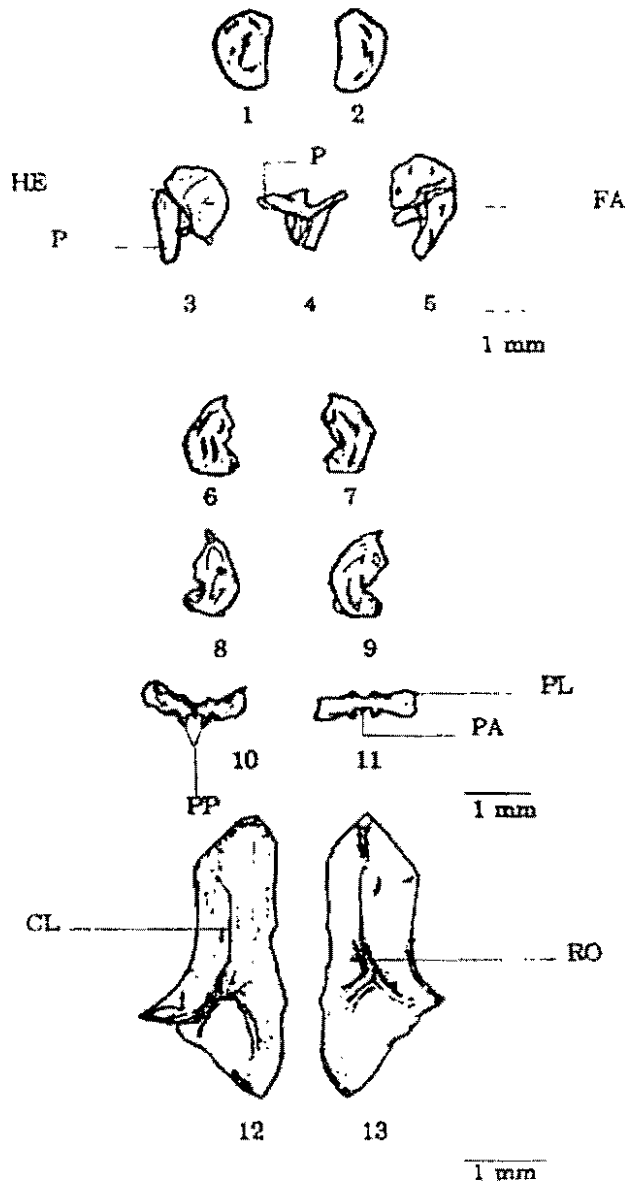


LÁMINA 5. Región esfenóidea. 1: esclerótico anterior izquierdo; 2: esclerótico posterior izquierdo; 3: esfenótico izquierdo, vista dorsal; 4: esfenótico izquierdo, vista anterior; 5: esfenótico izquierdo, vista ventral; 6: pleuroesfenoides derecho, vista externa; 7: pleuroesfenoides derecho, vista interna; 8: pleuroesfenoides izquierdo, vista externa; 9: pleuroesfenoides izquierdo, vista interna; 10: orbitoesfenoides, vista externa; 11: orbitoesfenoides, vista interna; 12: frontal izquierdo, vista dorsal; 13: frontal izquierdo, vista ventral. CL: canal de la línea lateral. FA: faceta articular. HE: hendidura. P: proceso. PA: proceso anterior. PL: proceso lateral. PP: procesos paralelos. RO: reborde óseo.

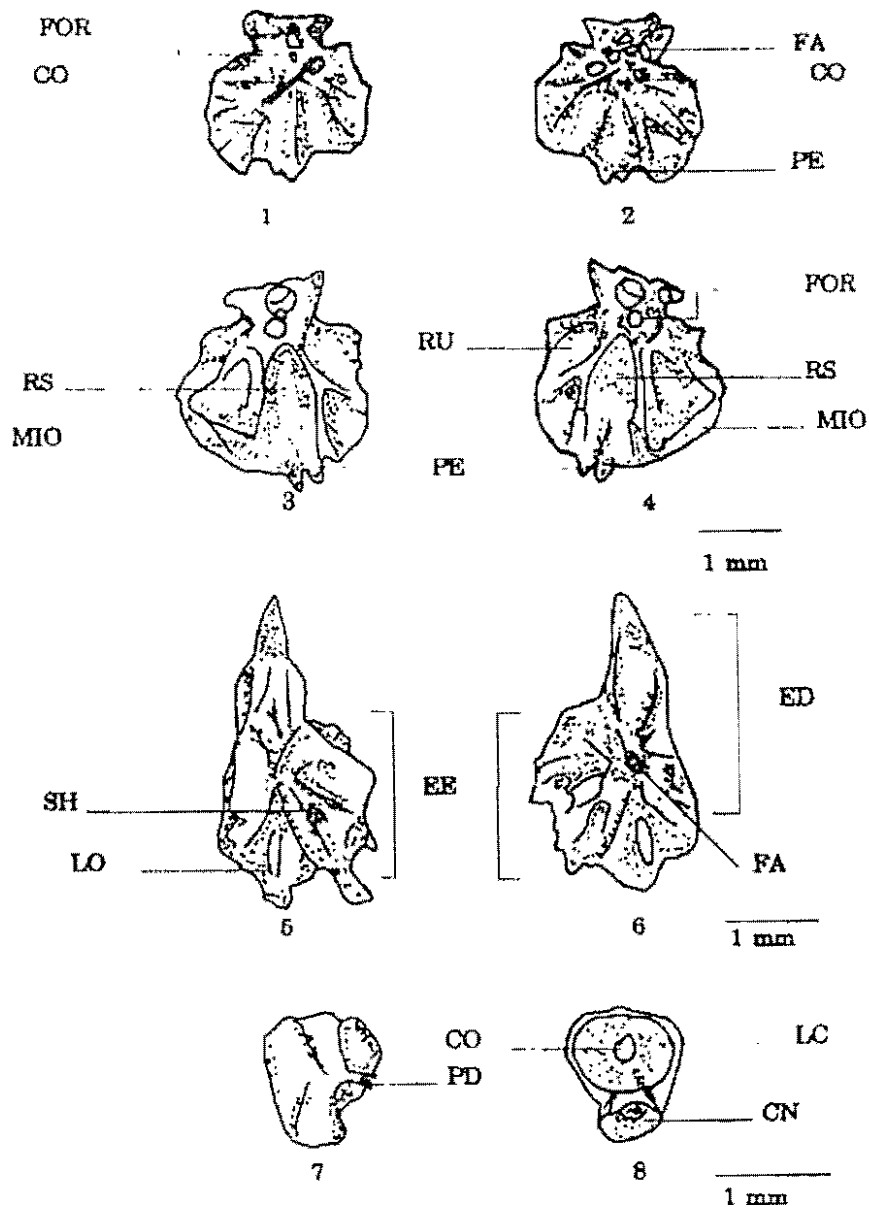


LÁMINA 6. Región otica (parte). 1: Proótico izquierdo, vista externa; 2: proótico derecho, vista externa; 3: proótico izquierdo, vista interna; 4: proótico derecho, vista interna; 5: pterótico izquierdo, vista dorsal; 6: pterótico izquierdo, vista ventral; 7: epiótico izquierdo, vista dorsal; 8: epiótico izquierdo, vista ventral. CO: conducto, CN: cono, ED: elemento dérmico, EE: elemento endocondral, FA: faceta articular, FOR: foramina, LC: Laminilla circular, LO: laminilla ósea, PD: proceso digitiforme, PE: procesos espinosos, RS: *recessum saculi*, RU: *recessum utricularis*. SH: canal semicircular horizontal.

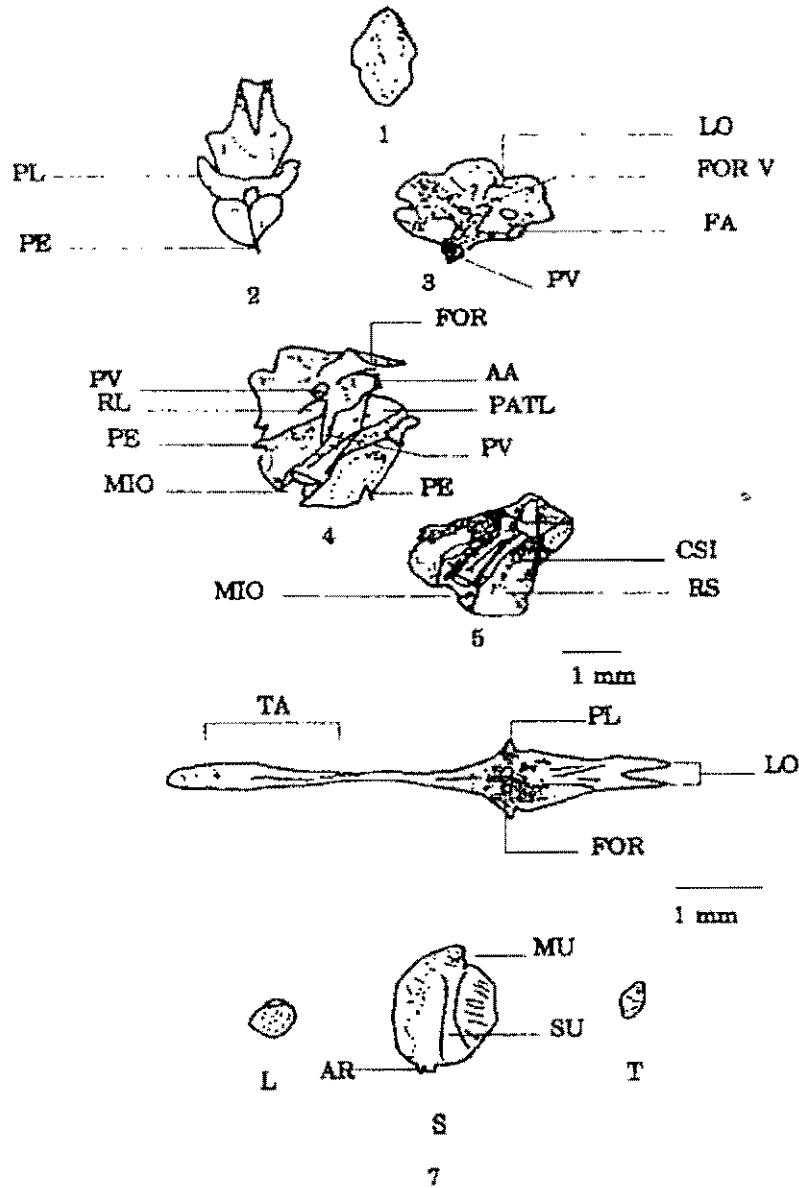
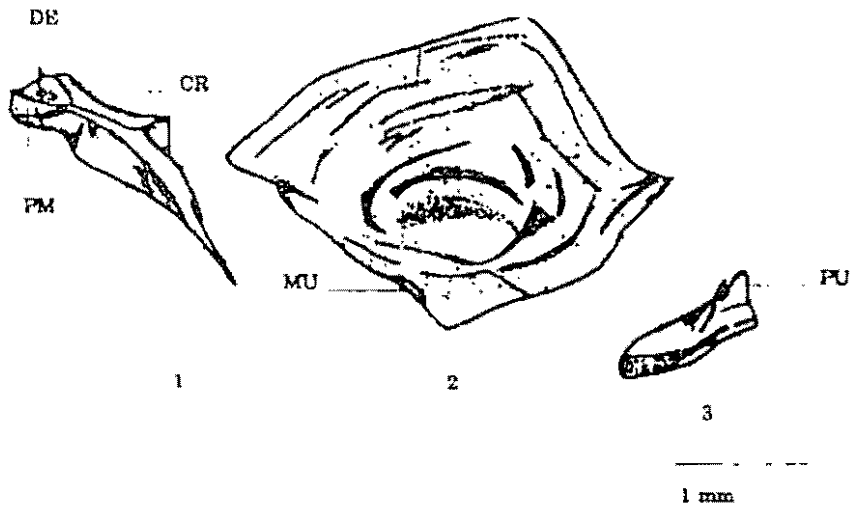


LÁMINA 7. Regiones ótica y basal. 1: parietal izquierdo, vista externa; 2: supraoccipital, vista externa; 3: exoccipital izquierdo, cara externa; 4: basioccipital y exoccipital izquierdo, vista lateral interna; 5: basioccipital, vista dorsal; 6: parasfenoides, vista dorsal; 7: otolitos. AA: apófisis articular, AR: abultamientos redondeados, CSI: *cavum sinus imparis*, FA: faceta articular, FOR: foramina, FOR V: foramen del nervio vago, L: *Lapillus*, LO: laminillas óseas, MIO: miolomo, MU: muesca, PATL: proatlas, PE: proceso espiniforme, PL: proceso lateral, PV: proceso vertical, RL: *reccesum lagenar*, RS: *reccesum saculi*, S: sagitta, SU: surco, T: asterisco, TA: tercio anterior.



LAMINA 8. Región oromandibular (parte). 1: palatino izquierdo, vista externa; 2: endopterygoides izquierdo, vista externa; 3: metapterygoides izquierdo, vista externa. CR: cresta. DE: depresión. MU: muesca. PM: proceso maxilar. PU: proceso uniforme.

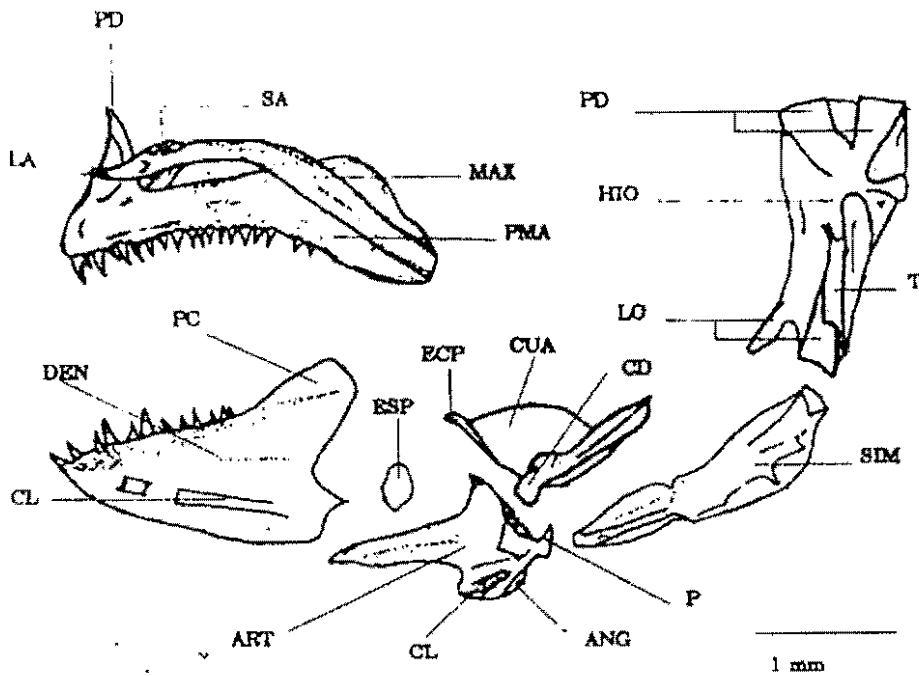


LÁMINA 9. Región oromandibular (parte). ANG: angular, ART: articular, CD: cóndilo, CL: canal de la línea lateral, CUA: cuadrado, DEN: dentario, HIO: hiomandibular, ECP: ectopterygoides, ESP: esplénico, LA: lamela lanceolada, LO: Laminilla ósea, MAX: maxilar, P: proceso, PC: proceso coronoides, PD: proceso dorsal, PMA: premaxila, SA: superficie articular, SIM: simplético, T: tubo.

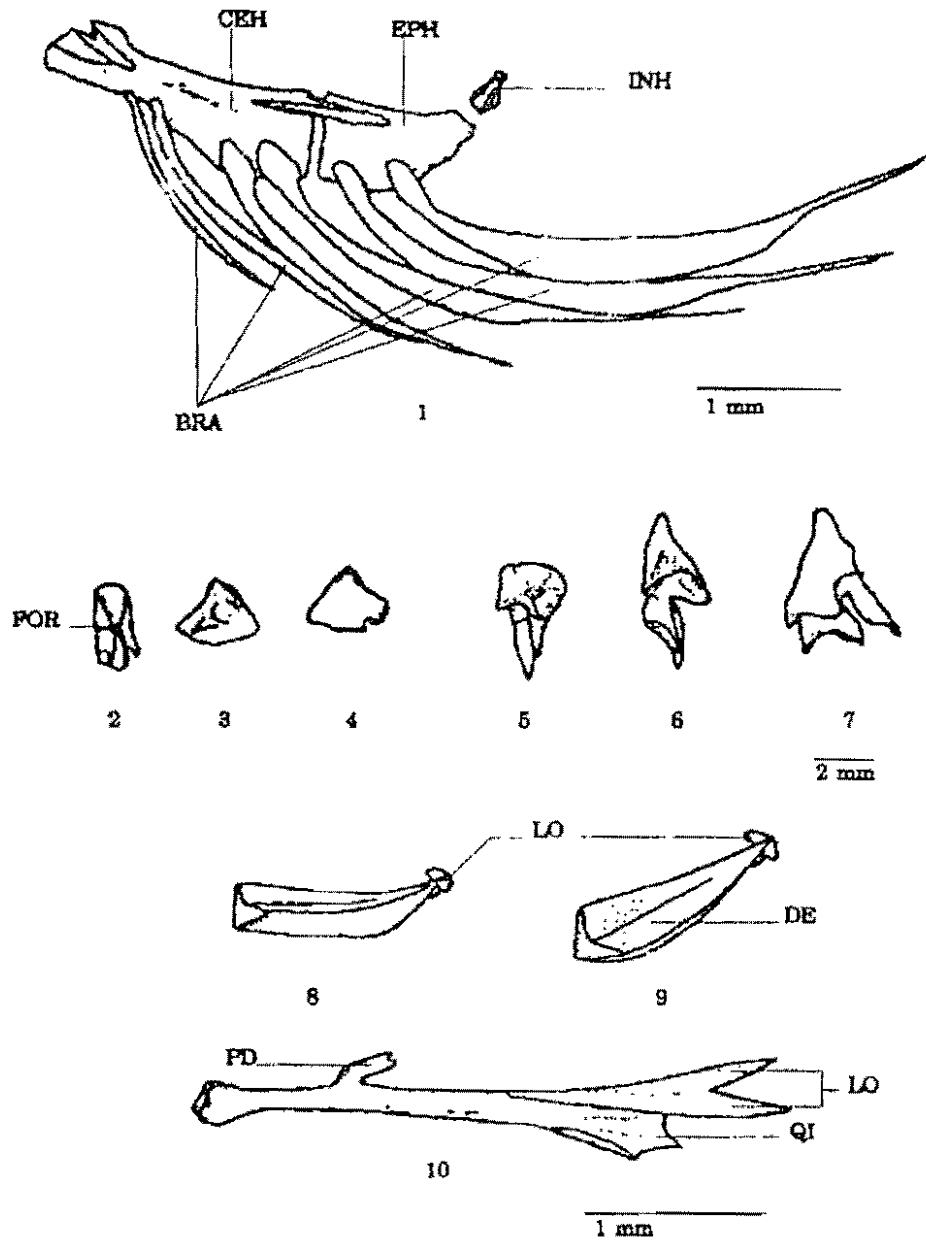


LÁMINA 10: Región hial. 1: estructura cerato-epihial izquierda, vista externa; 2: hipohial superior izquierdo, vista dorsal; 3: hipohial superior izquierdo, vista lateral interna; 4: hipohial superior izquierdo, vista lateral externa; 5: hipohial inferior derecho, vista posterior; 6: hipohial inferior derecho, vista oblicua; 7: hipohial inferior derecho, vista dorsal; 8: basi-hial, vista lateral; 9: basi-hial, vista oblicua; 10: urohial, vista lateral. BRA: branquiostegos, CEH: cerato-hial, DE: depresión, EPH: epihial, FOR: foramen, INH: interhial, LO: Laminillas óseas, QI: quilla, PD: proceso ascendente.

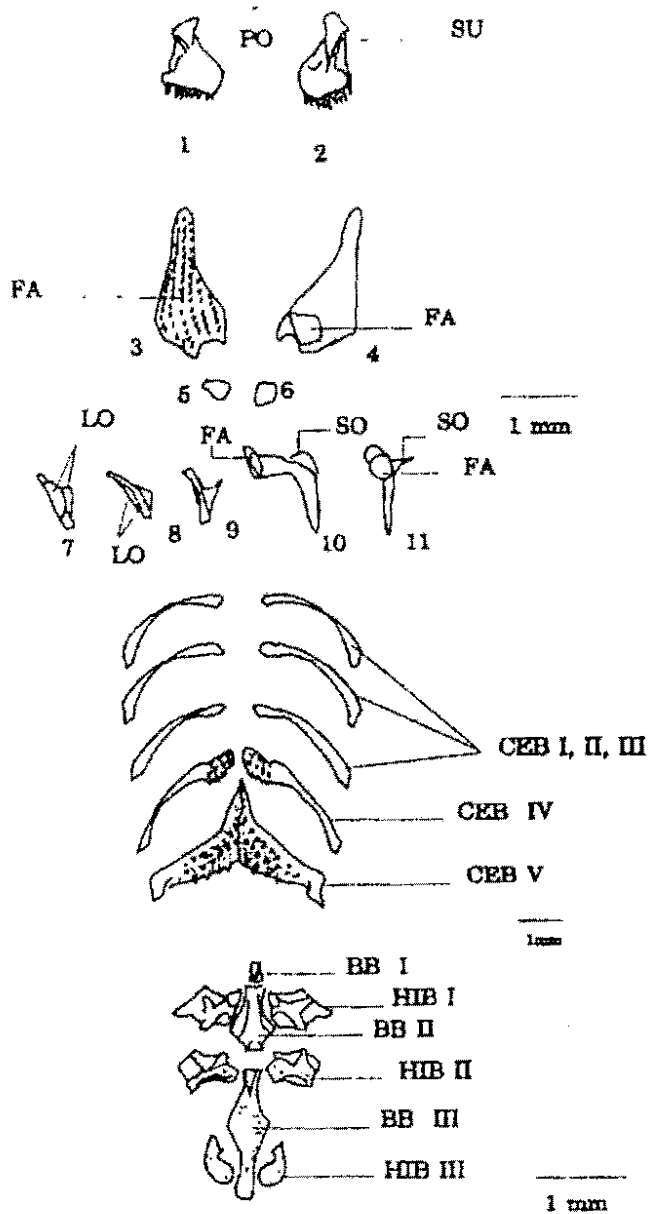


LÁMINA 11. Región branquial. 1: segundo faringobranquial izquierdo, vista dorsal; 2: segundo faringobranquial izquierdo, vista ventral; 3: tercer faringobranquial izquierdo, vista ventral; 4: tercer faringobranquial izquierdo, vista dorsal; 5: cuarto faringobranquial, vista ventral; 6: cuarto faringobranquial, vista dorsal; 7: primer epibranchial izquierdo, vista externa; 8: segundo epibranchial izquierdo, vista externa; 9: tercer epibranchial izquierdo, vista externa; 10: cuarto epibranchial izquierdo, vista externa; 11: cuarto epibranchial izquierdo, vista frontal. BB: basibranchiales I, II, III; CEB: ceratobranchiales I, II, III, IV y V; FA: faceta articular; HIB: hipobranchiales I, II, III; LO: laminilla ósea, PD: proceso ascendente, PT: placa dentaria, SO: saliente ósea, SU: surco.

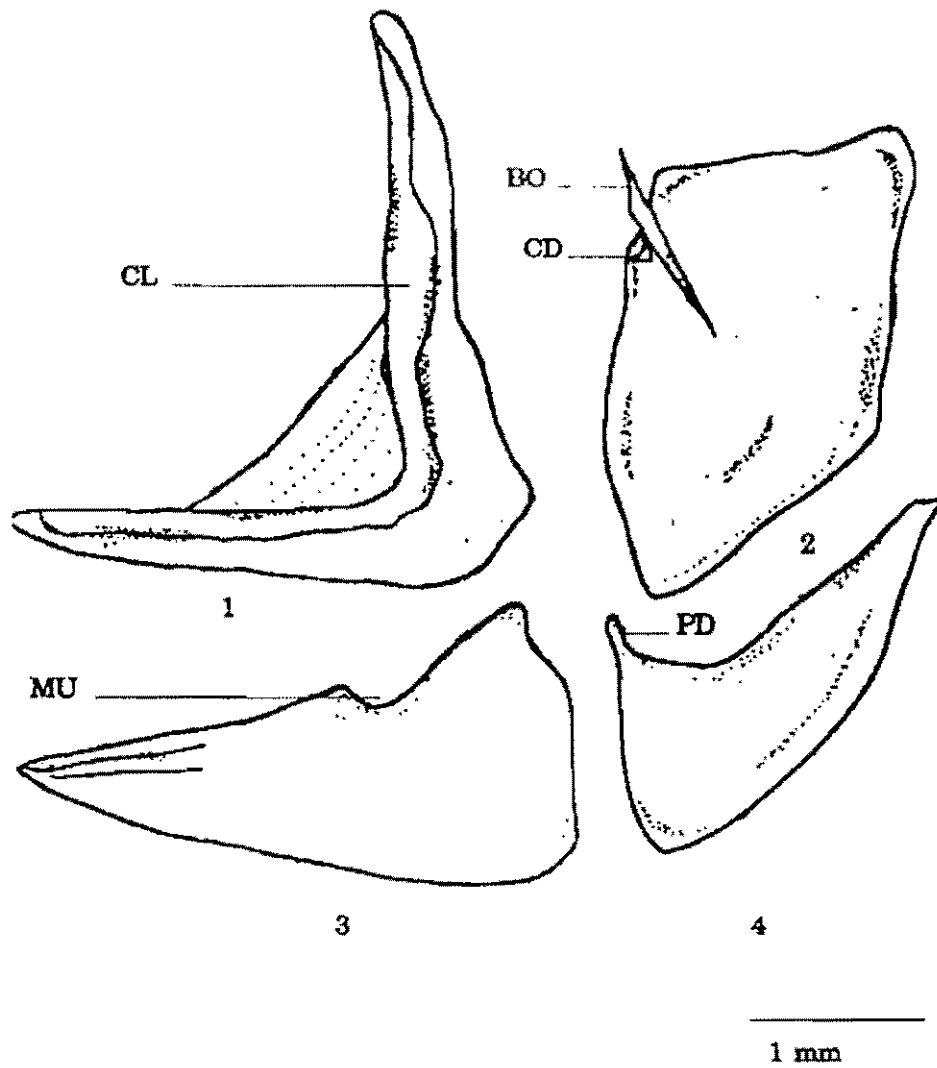


LÁMINA 12. Región opercular. 1: Preopércular izquierdo, vista externa; 2: Opércular izquierdo, vista externa; 3: Interopérculo izquierdo, vista externa; 4: Subopércular izquierdo, vista externa. BO: brazo opercular, CD: cavidad dorsal, CL: canal de la línea lateral, MU: muesca, PD: proceso dorsal.



1 mm

SUBREGION A : ATLAS



1 mm

1 mm

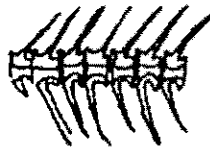
SUBREGION B



1 mm

1 mm

SUBREGION C



1 mm

1 mm

SUBREGION D



1 mm

1 mm

SUBREGION E



1 mm

1 mm

SUBREGION F

LÁMINA 13. Subregiones de la columna vertebral.

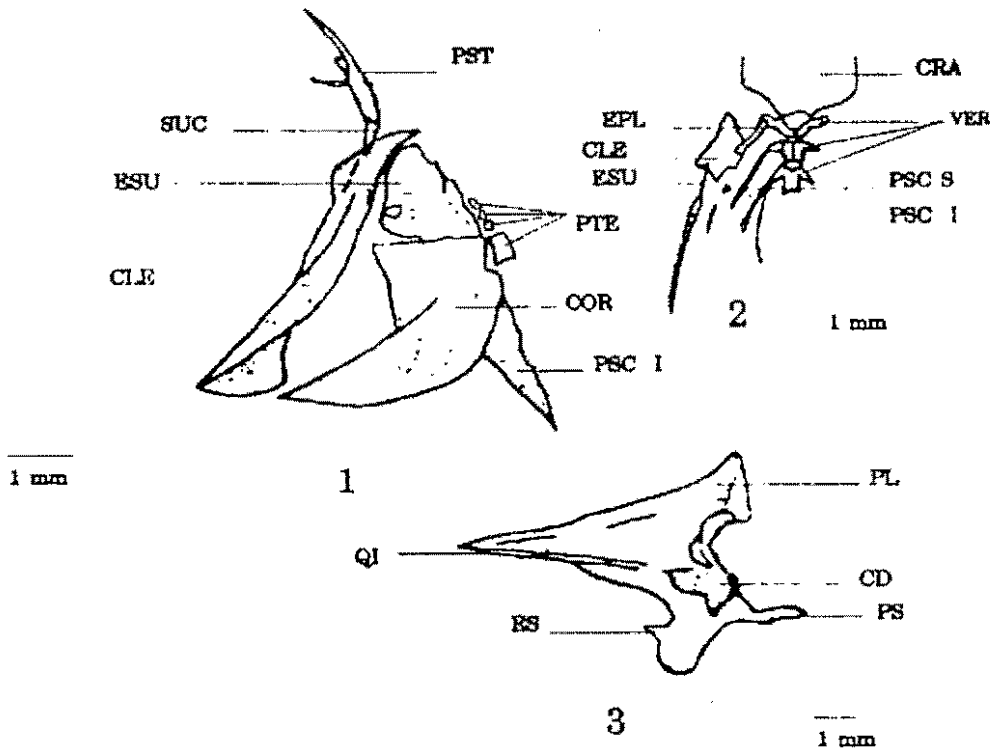
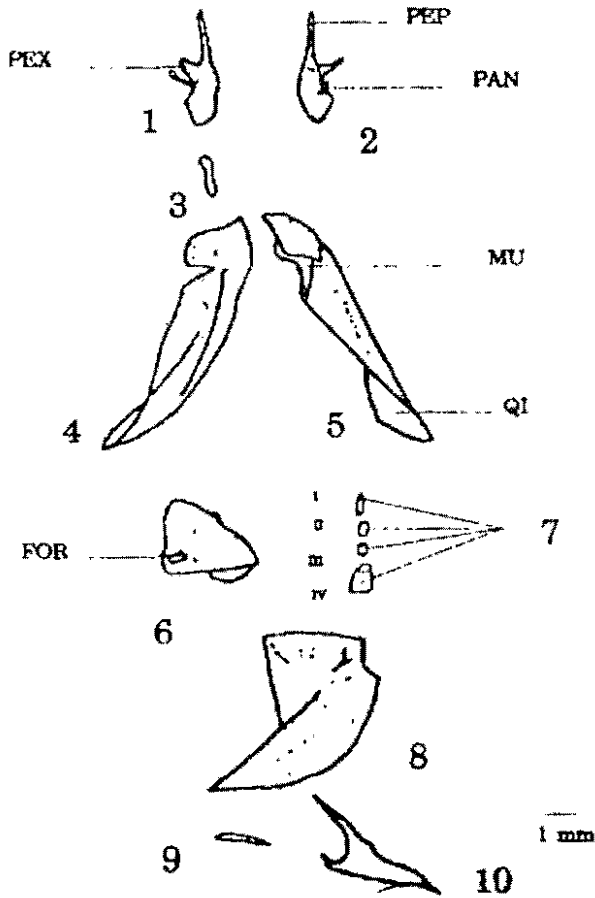


LÁMINA 14. Cinturas. 1: cintura pectoral izquierda, vista externa; 2: cintura pectoral izquierda, vista dorsal; 3: hueso pélvico izquierdo, vista ventral. CRA: cráneo, CD: cóndilo, CLE: cleitro, COR: coracoides, EPL: costilla epipleural, ES: espina, ESU: escápula, PL: proceso lateral, PS: proceso posteromedial, PST: posttemporal, PTE: pterigióforos, PSC I: postcleitro inferior, PSC S: postcleitro superior, QI: quilla, RA: radio, SUC: supracleitro, VER: vértebras.



LAMINA 15. Cintura pectoral izquierda desarticulada. 1: posttemporal, vista externa; 2: posttemporal, vista interna; 3: supracleitro, vista externa; 4: cleitro, vista externa; 5: cleitro, vista interna; 6: escápula, vista externa; 7: pterigióforos, vista externa; 8: coracoides, vista externa; 9: postcleitro superior, vista externa; 10: postcleitro inferior, vista externa. FOR: foramen, LO: laminilla ósea. MU: muesca, PAN: proceso anterior, PEP: proceso epiótico, PEX: proceso exoccipital, QI: quilla.

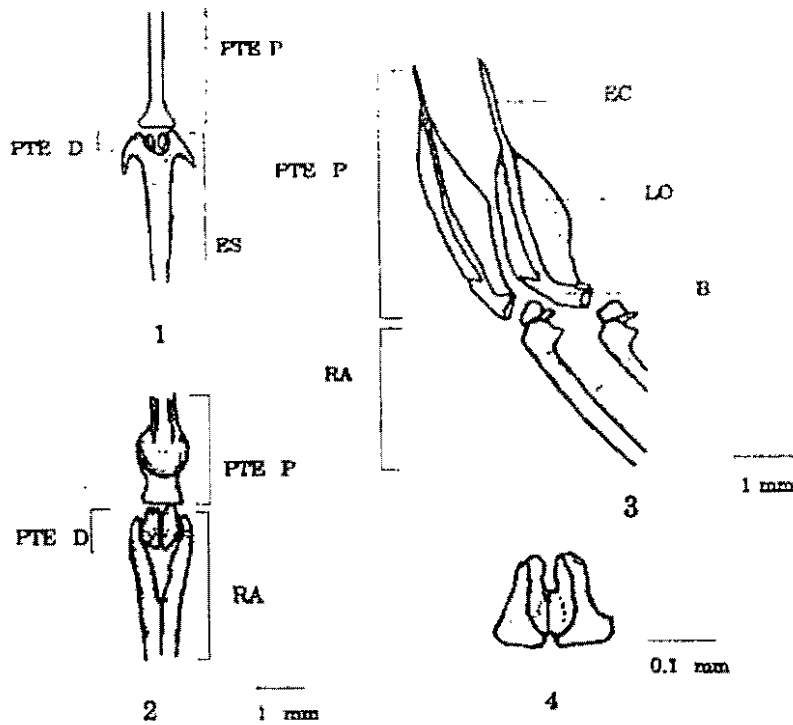


LÁMINA 16. Unidades de soporte. 1: pterigóforos proximal y distales con espina, vista frontal; 2: pterigóforos proximal y distales con radio, vista frontal; 3: pterigóforos proximal y distales, vista lateral; 4: detalle de pterigóforos distales, vista posterior. B: base, EC: eje central, ES: espina. LO: laminilla ósea, PTE D: pterigóforo distal, PTE P: pterigóforo proximal, RA: radio.

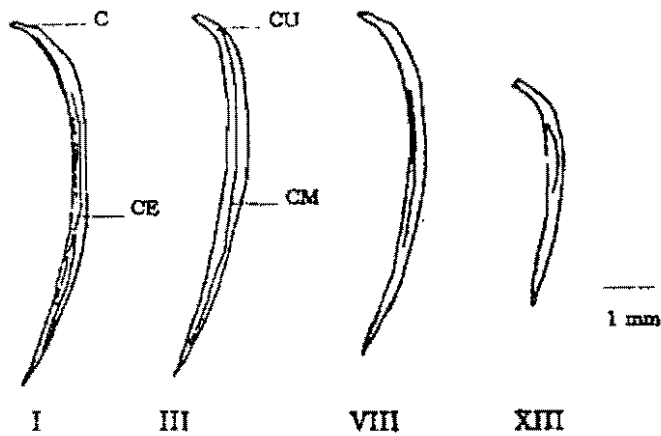


LÁMINA 17. Costillas pleurales. C: cabeza, CE: cuerpo, CM: canal medio, CU: cuello.

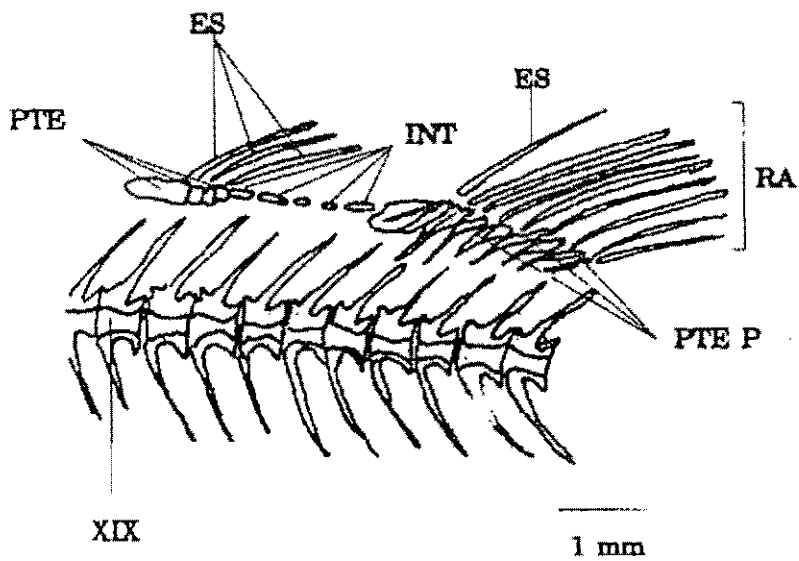


LÁMINA 18. Aletas dorsales. ES: espina, INT: huesecillos interdorsales, PTE P: pterigióforos proximales, RA: radios.

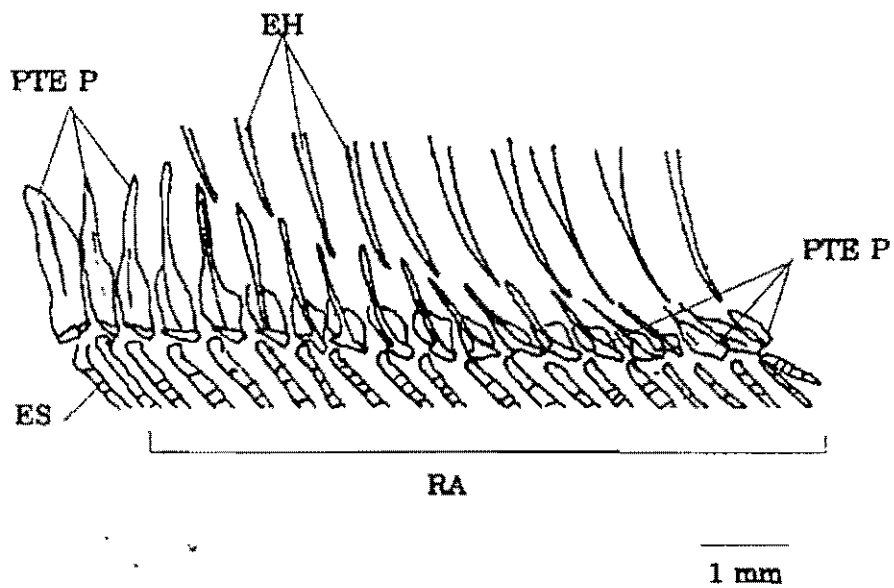


LÁMINA 19. Aleta anal. EH: espina hemal, ES: espina, PTE P: pterigióforos proximales, RA: radios.

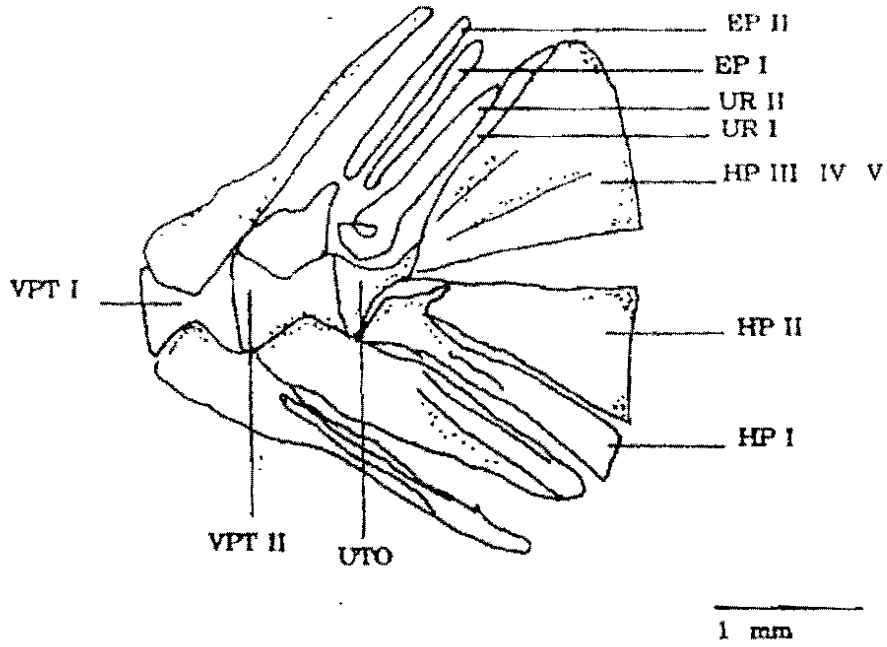


LÁMINA 20. Complejo caudal. EP I-II: epurales, HP I-V: hipurales, UR I-II: uroneurales, UTO: urostilo, VPT I-II: vértebras preterminales.

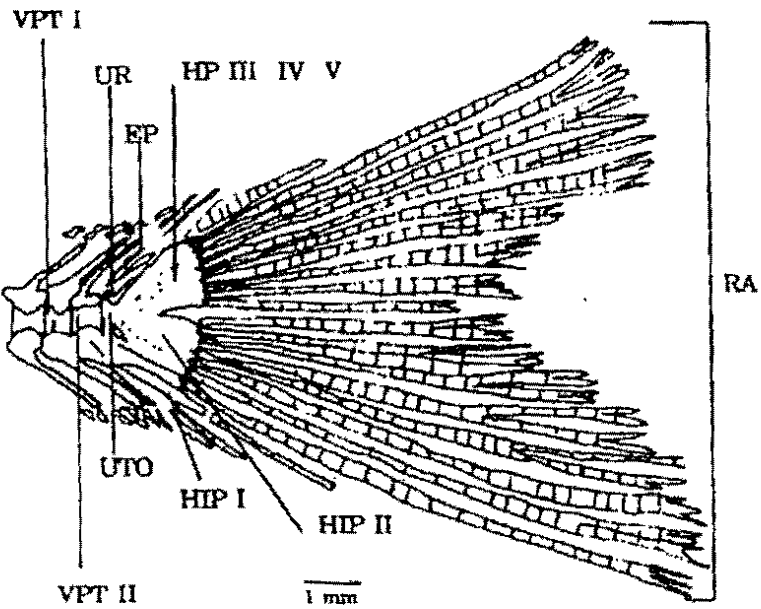


LÁMINA 21. Aleta caudal. EP: epurales, HIP I-V: hipurales, UR: uroneurales, UTO: urostilo, VPT: vértebras preterminales.