

Osteología de *Atherinella balsana* (Meek) (Pisces: Atherinidae). El Charal del río Balsas, México

JOEL PAULO-MAYA y MARIA TERESA CORTES

Laboratorio de Ictiología y Limnología
Departamento de Zoología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN
Prol. de Carpio y Plan de Ayala
Col. Santo Tomás
Apartado Postal 42-186
11340 México, D.F.

PAULO-MAYA, J. Y M. T. CORTÉS, 1995. Osteología de *Atherinella balsana* (Meek) (Pisces: Atherinidae). El charal del río Balsas, México. *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.*, 41: 65-106.

RESUMEN: El sistema óseo de *Atherinella balsana* estructuralmente corresponde al patrón de los Atherinomorpha. La mayoría de las observaciones en la morfología de las piezas utilizadas como determinantes 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. A nivel de especie, las diferencias son: la aparición del postcleitro superior, una tercera epural y la laminilla ocasional en el foramen del nervio vago.

Por la forma y disposición de los dientes de las mandíbulas y de las placas dentarias de los farin-gobranquiales se puede considerar a la especie presumiblemente carnívora.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Los estudios osteológicos son instrumento básico para reconocer y entender con mayor profundidad la taxonomía, filogenia y paleontología de los grupos ícticos. Sobre este tema y con diversos propósitos se escriben, entre otros, el estudio de las series operculares de varias familias de peces (Hubbs, 1919), la comparación de los neurocráneos de gran parte de las familias ícticas con el fin de establecer su relación evolutiva (Greenwood *et al.*, 1966), la definición osteológica de la familia Characinidae (Weitzman, 1962), el estudio de la estructura y sistemática de los pecílidos (Rosen y Bailey, 1963) y más recientemente, la descripción de un nuevo género dentro de la familia Cichlidae (Kullander, 1988).

Entre los trabajos más importantes que abordan el estudio osteológico de la familia Atherinidae, algunos involucran comparaciones parciales del endosqueleto de varias familias relacionadas con la Atherinidae (Starks, 1889), estudios de su relación y posición taxonómica dentro del orden Atherinomorpha (Rosen, 1964) y aquéllos donde se estable-

cen las relaciones filogenéticas y evolutivas y además las clasificaciones de las subfamilias: Atherininae (Patten, 1978), Atherinopsinae (White, 1985) y Menidiinae (Chernoff, 1986b).

En México poco se ha hecho sobre osteología de peces. Entre las escasas referencias se citan las descripciones de ejemplares fósiles, como la del bagre *Ictalurus dugesi* (Alvarez, 1966) y la del godeido *Tapatia occidentalis* (Alvarez y Arreola, 1972), después se estudian los restos fósiles de los aterínidos y ciprínidos de Chapala y Zacoalco, en Jalisco (Alvarez, 1974). Más adelante, se hace una aportación a la paleoictiología de la Cuenca de México (Alvarez y Moncayo, 1976), a continuación se publica la osteología de *Notropis aztecus* (Moncayo, 1981), se hacen algunas comparaciones morfológicas, incluyendo osteológicas, en los aterínidos del Lago de Chapala. Barbour y Chernoff, 1984 y más recientemente Mejía-Mojica y Díaz-Pardo (1991) describen el cráneo de *Astyanax fasciatus*.

En el país se reconocen dos subfamilias de Atherinidae: Atherinopsinae y Menidiinae (White 1985; Chernoff 1986b). La Menidiinae ha tenido una significativa radiación en las aguas dulces de México y Centroamérica (Barbour, 1973; Smith *et al.*, 1975; Miller, 1982). La mayoría de sus especies se agrupan en tres géneros: *Menidia*, *Chirostoma* y *Atherinella*.

Atherinella se distribuye, por el Atlántico, desde Long Island, Nueva York, hasta el sur de Brasil y, por el Pacífico, desde el río del Fuerte en Sonora, México, hasta las islas Galápagos en Perú. Estos peces habitan ambientes dulceacuícolas, estuarinos y marinos (Schultz, 1948; Chernoff, 1986 a, b).

Atherinella balsana está restringida a la cuenca del río Balsas, en México, desde el río Nexapa en Guerrero (99°40' O, 19°29' N) hasta los tributarios del Tepalcatepec en Michoacán (102°20' O, 19°07' N) y se distribuye entre los 400 a 900 metros sobre el nivel del mar. Hasta ahora no se le ha localizado por debajo de la presa de Infiernillo, Michoacán (Regan, 1906; DeBuen, 1945; Alvarez, 1948; Miller, 1976, 1986; Chernoff, 1986a, b).

El objetivo del presente trabajo es describir el esqueleto de *Atherinella balsana* con base en la presencia, número, morfología y relaciones articulares de sus elementos, incrementando el conocimiento osteológico de las especies dulceacuícolas mexicanas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 esqueletos de *Atherinella balsana* (27 a 63 mm de longitud patrón) de la Colección de Peces Dulceacuícolas Mexicanos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, procedentes de localidades en el río Balsas, Michoacán, que son: La Obra, presa Infiernillo, a 10.4 km al E de Nuevo Churumuco (100°40' O, 18°39' N); río San Carlos, 14.9 km al S del Devanador de la Paz, Tiquicheo (100°47' O, 19°05' N) y el río Chinapa, en Chinapa, 27.3 km al S de Zitzio (100°48' O, 19°18' N). Los dos últimos ríos pertenecen a la subcuenca del Cutzmala (INEGI, 1985) afluente del río Balsas.

En la obtención de esqueletos se usaron tres técnicas: disección manual, transparentación (Hollister, 1934) y por medio de derméstidos (larvas de coleóptero, necrófagas).

En la primera se emplearon siete ejemplares, que después de sumergirlos en agua se hirvieron durante unos segundos. Para eliminar los restos de músculo con mayor facilidad, se introdujeron en una solución de KOH al 4% durante 24 horas. Otros nueve ejemplares, después de haber sido descamados y eviscerados, se sometieron a la acción de los derméstidos, y ocho especímenes más fueron sometidos a la técnica de transparentación.

El empleo de los derméstidos tuvo como fin el estudio particular de la mayor parte de

las piezas, mismas que se identificaron de acuerdo con los esquemas del trabajo de Rosen (1964). Los otros dos métodos fueron utilizados para conocer las relaciones articulares entre los elementos, los que, una vez desarticulados, se montaron en plastilina cuidando su orden de colocación.

La descripción del esqueleto se basa únicamente en los ejemplares disectados y transparentados.

En la elaboración de esquemas se utilizó la cámara clara y se fotografiaron los huesos, la película obtenida se proyectó sobre papel blanco para amplificar, con objeto de lograr los contornos de cada pieza con sus proporciones exactas, complementándose los detalles por observación directa a la lupa.

Para nominar e identificar las piezas óseas, se consultó a los siguientes autores: Gregory (1933), Rosen (1964), Lagler *et al.*, (1962), Alvarez (1974), Alvarez y Moncayo (1976), Kobelkowsky y Resendez (1972), White (1985) y Chernoff (1986b).

En la descripción de cada pieza se antepusieron siglas que son utilizadas para la identificación de las mismas en las figuras correspondientes.

Para este estudio el esqueleto se dividió en una parte axial y otra apendicular. La primera división se forma por el neurocráneo, branquicráneo y columna vertebral. La segunda por las cinturas pectoral, pélvica y aletas impares. El neurocráneo se dividió en cinco regiones o zonas menores: etmoidea, esenoidea, ótica, otolitos y basal. Del mismo modo el branquicráneo se dividió en: región oral, hial, branquial y opercular.

RESULTADOS

ESQUELETO AXIAL

NEUROCRANEO

REGION ETMOIDEA

Mesetmoides (MET)

Hueso impar que se encuentra en la parte anterior del plano sagital del neurocráneo por encima del prevómer. No tiene contacto directo con alguna pieza ósea pues está inmerso en el cartílago etmoideo. Es de forma discoidal con una ligera depresión central y con rebordes marginales donde se insertan los ligamentos izquierdo y derecho que unen a este hueso con el maxilar correspondiente (Láms. 3, 4).

Cartílago etmoideo (CE)

Es de forma rectangular laminar, cubre toda la región etmoidea por su parte media y se une posteriormente a los rebordes óseos de los frontales (Lám. 2).

Etmoides lateral (ETL)

Colocado en la pared ósea posterior de la región etmoidea, marca el límite anterior de la órbita. Es un hueso de superficie irregular con tres procesos unidos en una lámina poligonal. El primer proceso, en posición dorsal, se une por ligamentos con la cara ventral del frontal; el segundo es proximal, se une también por ligamentos con el etmoides lateral

homólogo y al palatino; por último, en posición distal, se une con la cara interna del lagrimal. Entre los procesos dorsal y proximal existe una pequeña muesca por donde pasa la rama del nervio olfatorio. (Láms. 2, 3, 4).

Prevómer (PRV)

Hueso impar relativamente plano se encuentra debajo del mesetmoides y del cartílago etmoideo. Tiene forma de pala con la parte anterior masiva y la posterior larga y angosta. La primera parte mencionada presenta la región anterior ondulada formando dos pequeñas crestas, atrás de ellas y por la cara dorsal hay dos superficies convexas laterales y por la parte media de la región anterior corre de lado a lado una lámina oblicua. La región posterior del prevómer, llamada también peciolo, abarca la mitad de la longitud total de la pieza y es la porción que penetra entre los bordes del paraesfenoides (Lám. 4).

Nasal (NAS)

Pieza laminar cuadrangular, algo convexa en su superficie externa, con un pequeño proceso en su ángulo anterodorsal que toca al maxilar. Desde la base del proceso hasta el ángulo posterodorsal del nasal, corre por el margen proximal el canal de la línea lateral. El margen distal ligeramente curvo se dirige hacia abajo para conectarse al lagrimal y formar, junto con él, el orificio nasal. El margen posterior es poco ondulado, casi recto y es solapado por el frontal (Láms. 1, 2, 3, 4).

REGION ESFENOIDEA

Lagrimal (LAG)

Hueso par triangular, cóncavo por su cara interna, colocado anterior a la órbita y por detrás del maxilar. Los vértices superiores se unen al nasal formando el perímetro inferior de la abertura nasal. La superficie externa lleva en su parte media una depresión suave y al lado un tubo óseo del canal sensorial. La cara interna con un reborde en forma de "Y" se conecta con el proceso distal del etmoides lateral por medio de tejido conjuntivo. Finalmente, en el vértice inferior se une al segundo suborbital por epitelio (Láms. 1, 4).

Suborbital dos (SUB)

Pieza ósea par, laminar y alargada se une en su parte anterior al lagrimal por epitelio y por la posterior al dermoesfenótico. El borde externo presenta el canal de la línea lateral el cual en ocasiones está parcialmente abierto (Láms. 1, 4).

Suborbital seis o dermoesfenótico (DES)

Es laminar más o menos oval, está unido por conjuntivo al neurocráneo y cerca del vértice posterior externo al frontal; ventralmente se une por epitelio al suborbital dos. En *Atherinella balsana* es el más pequeño de la serie suborbital. Es par y considerado por Gregory (1933) como el sexto de la serie (Láms. 1, 2, 3).

Escleróticos (ESC)

Dos a cada lado, uno anterior y otro posterior, este último un poco más pequeño, entre

ellos se encuentra el globo ocular. Son huesos fuertemente convexos y tienen forma de vidrio de reloj (Lám. 5).

Orbitoesfenoides (ORB)

Hueso impar laminar localizado entre los pleuroesfenoides y proóticos, delimita hacia arriba a la fenestra anterior y ventralmente a la fosa hipofisiaria. Esta pieza es producto de la fusión de dos láminas alargadas que se unen en la línea media ventral; semeja una mariposa. De su parte central nacen tres procesos: dos van en forma paralela hacia abajo y el tercero crece anterad para ponerse en contacto con el paraesfenoides, las alas son laminares y angostas con unos pequeños alargamientos en los ángulos dorsales externos (Lám. 5).

Pleuroesfenoides (PLS)

Hueso par colocado ligeramente oblicuo con respecto al orbitoesfenoides, delimita un lado de la fenestra anterior formando parte de la pared craneana anterior, aun cuando no se une con el homólogo. Su forma es parecida a un trapecio angosto. El borde anterior se une al cartílago etmoideo, el dorsal se acopla primero al reborde óseo del frontal y después al esfenótico. En todo el borde ventral se acopla al proótico. En el ángulo ventral interno existe una muesca donde descansa el proceso lateral del orbitoesfenoides (Láms. 1, 3, 5).

Esfenótico (ESF)

Pieza ósea par que limita en el ángulo posterosuperior a la cavidad orbitaria. Está formada por una región dorsal laminar semicircular y otra masiva ventral. De la primera región, el borde anterior se une con el frontal a todo lo ancho, continuándose el canal sensorial de este último con la hendidura lateral posterior del esfenótico. El borde proximal se conecta con el frontal y después con el parietal; el distal presenta un proceso digitiforme ancho, llamado proceso postorbital, que se dirige posterad y que toca en ocasiones al frontal. El borde posterior del esfenótico se continúa con el pterótico.

La región masiva ventral alargada y colocada en posición oblicua se une por la parte anterior al reborde óseo del frontal, el lado interno con el pterótico y por debajo con el pleuroesfenoides y proótico, encerrando entre los tres últimos al canal semicircular anterior; la cara externa actúa como una superficie articular donde se acopla el proceso dorsal anterior del hiomandibular. (Láms. 2, 3, 5).

Frontal (FRT)

Son dos huesos laminares, alargados y anchos; se encuentran en la región dorsal formando parte del techo del neurocráneo. Presentan en la cara dorsal una rama del canal sensorial que corre por el margen exterior y a la mitad de la cara ventral un reborde óseo longitudinal. Anteriormente cubren parte de los nasales y más atrás a los etmoides laterales. En el reborde óseo se acopla parte del pleuroesfenoides y del cartílago rostral. El borde interno hace contacto con el otro frontal en tres cuartas partes de su longitud. El margen posterior es solapado en parte por el parietal, el último cuarto del frontal se encuentra por debajo del parietal y por arriba del esfenoides (Láms. 1, 2, 3, 5).

REGION OTICA

Pterótico (PTO)

Hueso par, localizado en el ángulo posterolateral del cráneo. Según Alvarez y Moncayo (1976), está formado por un elemento semicircular endocondral o verdadero autopterótico y uno sensorial alargado de origen dérmico; el endocondral aloja el canal semicircular externo u horizontal. En su cara ventral existe una foseta articular en forma de horquilla donde descansa el proceso dorsal posterior del hiomandibular. Se conecta en sentido anteroposterior y lateralmente por sutura al esfenótico, proótico, parietal, y exoccipital.

El elemento dérmico es alargado, su extremo anterior ovalado pasa por debajo del proceso digitiforme del esfenótico. El extremo posterior se une al elemento endocondral por una laminilla ósea triangular que presenta un orificio en su parte media. (Láms. 1, 2, 3, 6)

Proótico (PRO)

Localizado en la región ventral anterior de la cápsula ótica, es laminar, cóncavo, ligeramente oblicuo; ventralmente nace en el plano sagital para terminar dorsad en uno parasagital. En el extremo anterior presenta una prolongación laminar rectangular que se dirige hacia arriba. Esta posee un foramen central y tres más pequeños en su borde proximal; se articula dorsalmente con el pleuroesfenoides, por el extremo proximal al orbitoesfenoides y en forma distal con el esfenótico.

En la cara interna el tercio longitudinal proximal tiene una ligera depresión que forma parte de la pared del miodomo, un poco más arriba nace una placa triangular horizontal que une a los dos proóticos formando a la vez el techo anterior del miodomo, en el tercio longitudinal medio se localiza la mitad anterior del *reccesum saculi* que es una cavidad ovoide, tiene en su margen posterior un par de procesos espiniformes que unen por sinartrosis al proótico con el basioccipital; en el longitudinal distal existe una depresión un poco menos aparente que la ventral denominada *bullae acusticae utricularis* o *reccesum utricularis*; el margen distal se une por sutura al esfenótico y pterótico. La cara externa en su margen proximal presenta un reborde óseo horizontal con tres forámenes basales alineados, por debajo de éstos se origina un conducto que pasa a un lado del *reccesum saculi*. El reborde presenta en su extremo distal una faceta articular que se une a la respectiva del esfenótico (Láms. 3, 6).

Epiótico (EPO)

Hueso par cóncavo, localizado en el ángulo posterolateral del cráneo con una constricción en su parte media central que origina dos cavidades anexas comunicadas; la primera en posición dorsal que cubre al exterior con una lámina circular con un orificio central pequeño. La segunda en posición ventral en forma de cono truncado comunica con la cavidad dorsal formando entre las dos un conducto para el paso del canal semicircular posterior. Por la cara externa, en el ápice, nacen tres pequeños procesos digitiformes donde descansa el proceso dorsal del posttemporal (Láms. 1, 2).

Parietal (PAR)

Par de huesos laminares ovales que forman parte del techo craneal, son poco convexos por la cara externa; los ejes axiales se extienden hacia afuera del supraoccipital, sus par-

tes anteriores solapan a los frontales, tocando también a los esfenóticos, por la cara interna solapan al supraoccipital, a los lados y hacia atrás tocan a los pteróticos y exoccipitales y por detrás al supraoccipital y epióticos (Láms. 1, 2, 6).

Opistótico (OPI)

Son los dos huesos más pequeños de la región ótica. No intervienen en la formación de la caja craneana. Su forma semeja un reloj de arena que une laxamente un extremo al exoccipital y el otro al proceso epiótico del posttemporal. (Lám. 3)

Supraoccipital (SUC)

Hueso impar, deprimido, laminar, situado en la porción posterior del neurocráneo. Es aproximadamente dos tercios menos largo que los frontales, su extremo anterior se coloca entre ellos y se une con éstos por medio de cartílago. Más ancho en su porción media, se pone en contacto con los parietales por medio de un par de procesos laterales cortos que se dirigen hacia adelante en línea oblicua. En la porción media posterior nace un proceso espiniforme corto, por detrás de éste, la lámina ósea se dobla hacia abajo, sus bordes se redondean para finalmente unirse y terminar en punta; esta parte solapa poco a los epióticos y más a los exoccipitales (Láms. 1, 2, 7).

Exoccipital (EXC)

Son un par de huesos que cubren gran parte del extremo posterior del cráneo, limita superolateralmente al foramen magno encontrándose en la línea media por encima de éste con su homólogo. Presenta una superficie exterior muy accidentada de contorno poligonal, además, tiene un proceso vertical largo que sobresale del margen ventral.

El extremo anterior se une al proótico y al pterótico. Hacia abajo se une al basioccipital, introduciéndose en el *reccesum saculi* al proceso vertical. En el borde por delante del proceso existe una depresión que forma parte de la pared de la cavidad lagenar. En el ángulo posteroventral existe una apófisis que se une a la faceta articular de la primera vértebra.

Dorsalmente está bordeado por el parietal. Un poco más atrás se dobla para acoplarse con el epiótico y alojar parte del conducto semicircular posterior. La cara externa presenta justo por detrás y a los lados de la cápsula lagenar el foramen del nervio vago que presenta dos fosas separadas por un tabique medial. En ocasiones la fosa anterior está parcialmente cubierta por una laminilla ósea. Por detrás del foramen del nervio vago cerca de la apófisis articular existe otro más grande de forma oval, por encima de los forámenes nace un ala fenestrada proyectada posteriormente y que según Chernoff (1986b) se conecta por ligamentos a las parapófisis del primer centro vertebral. Este hecho no pudo ser comprobado por nosotros en los especímenes observados (Láms. 2, 3, 7).

OTOLITOS

Lapillus (L)

Se encuentra dentro del saco membranoso utricular en una depresión del proótico, el *reccesum utricularis*. Es una excrescencia de forma redondeada con estrías concéntricas. De los tres es el de tamaño medio (Lám. 7).

***Sagitta* (S)**

Se localiza dentro de la membrana sacular y es el otolito más grande, en forma de vidrio de reloj. En su extremo anterior presenta una muesca y en la cara convexa hay un canal poco profundo, el *sulcus*, que corre por la parte media a todo lo largo dividiendo en dos a este otolito. Su superficie dorsal es granular con algunas estriaciones. En el extremo posterior hay dos abultamientos redondeados, siendo el exterior más pequeño, quedando entre ellos una muesca (Lám. 7).

***Asteriscus* (T)**

Se ubica en la membrana lagenar y es el otolito más pequeño (Lám. 7).

REGION BASAL***Basioccipital* (BAS)**

Hueso impar que se localiza por debajo del foramen magno. Está formado por dos regiones principales: una anterior y otra posterior. La primera es una gran cavidad separada en tres menores por dos láminas verticales longitudinales. Dos cavidades corresponden a las mitades posteriores de los *reccesum saculi* que son amplias y alargadas, sólo parcialmente se unen a los proóticos por dos pares de procesos espiniformes laterales, dejando una fenestra irregular entre ellos; en los márgenes posteriores existen dos depresiones que forman el piso de la cavidad lagenar. La tercera cavidad, *Cavum sinus imparis*, es angosta, localizándose a lo largo de la línea media y terminando un poco antes del extremo cefálico; las láminas que conforman las paredes de la cavidad son oblicuas, cortas y convergen en la parte media de la región anterior haciéndola muy reducida. La cara ventral presenta un canal longitudinal medial que conforma las paredes y el techo posterior del miodomo.

La región posterior tiene la forma de media vértebra con la cara posterior cóncava (Láms. 3, 7).

***Paraesfenoides* (PAS)**

Se encuentra en el plano medio sagital de la base del cráneo. Es alargado, con el tercio anterior plano en forma de espátula, unido al peciolo del prevómer. El tercio medio es comprimido, a él se une, en su extremo posterior y por arriba, el proceso del orbitoesfenoides. El último tercio es ligeramente cóncavo, con un par de procesos laterales laminares que se adosan a los proóticos, por detrás de ellos existen dos orificios pequeños y paralelos. Ventralmente presentan una espina dirigida hacia atrás. El margen posterior se divide en dos láminas paralelas que se unen al basioccipital (Láms. 1, 7).

BRANQUIOCRANEO**REGION ORAL*****Premaxilar* (PMA)**

Forma parte de la mandíbula superior, es una pieza de posición oblicua con respecto al perfil de la boca. Es hasta cierto punto laminar, amplia y redondeada en sus extremos,

se angosta y tuerce hacia la parte media de la boca. En la parte anterior del margen superior es notable una prolongación de forma triangular que recibe el nombre de proceso ascendente. El borde inferior está armado de dientes que se encuentran ordenados en tres hileras longitudinales: la exterior con alrededor de 20 dientes cónicos, gruesos, alargados, ligeramente curvos posterad que se extienden a tres cuartos del hueso sin llegar a tocar el ligamento labial, su tamaño disminuye hacia atrás. Las dos hileras restantes son interiores, paralelas, en un inicio convergen hasta hacerse una sola posterad, están formadas por dientes curvos ligeramente más cortos que los exteriores (Láms. 1, 9).

Maxilar (MAX)

Huesos planos que se localizan hacia atrás del premaxilar, tiene forma de barra sensiblemente comprimida y curva; el extremo anterior presenta una horquilla con dos lamelas lanceoladas que se articulan al proceso ascendente del premaxilar. Por detrás de ellas existe una elevación redondeada a donde llega el ligamento que une al palatino con el maxilar. El resto de la pieza es laminar, alargada y constituye la mayor parte del hueso. Su extremo posterior es romo (Láms. 1, 9).

Dentario (DEN)

Forma parte de la mandíbula inferior, cada uno de ellos conforman la sínfisis mentoneana al unirse al dentario opuesto. Es grande, robusto, la cara externa convexa y la interna cóncava. El margen anterior es corto y angosto; en el margen dorsal hay dos hileras de dientes cónicos, ligeramente curvos hacia adentro que se extienden desde el extremo anterior hasta aproximadamente la mitad del hueso, disminuyendo de tamaño en forma progresiva hacia el extremo posterior; la serie externa es considerablemente más grande que la interna. El margen dorsal del hueso en su parte posterior presenta el proceso coronoides que se dirige hacia atrás, siendo muy elevado y haciendo contacto con la superficie interna del premaxilar. Por debajo de la línea media en la cara externa hay un canal de la línea lateral que no está bien osificado; por la parte interna existe una cavidad angosta que se amplía posterad, donde se aloja el hueso articular (Láms. 1, 9).

Articular (ART)

Este hueso se articula con el dentario por su parte anterior, por el dorso con el cuadrado y posteroventralmente con el angular. Es una pieza de apariencia triangular formada por dos regiones; la anterior, espiniforme, se articula con el dentario. La posterior es más robusta con una estructura dorsal triangular y su ápice en forma de espina; el borde ventral es recorrido en forma horizontal por parte del canal mandibular del sistema de la línea lateral. En el extremo posterior se origina un proceso con un extremo agudo; sobre este proceso descansa el cóndilo del cuadrado y el extremo agudo sirve para limitar la abertura de la mandíbula. En la cara interna del articular se encuentra la fosa de Meckel donde descansa el esplénial (Láms. 1, 9).

Esplénial (ESP)

Sumamente pequeño de forma laminar oval, algo irregular y se articula en la cara interna del articular en la fosa de Meckel (Lám. 9).

Angular (ANG)

Es un hueso pequeño de forma más o menos triangular, se articula ampliamente en la superficie posteroinferior del articular de tal forma que llegan a fusionarse. (Láms. 1, 9).

Palatino (PAL)

Se encuentra en la región anterior de la boca de tal modo que el extremo dorsal está relacionado con la región etmoidea-maxilar y la ventral se prolonga hasta el borde dorsal del ectopterigoides. Hueso largo y comprimido, su extremo anterior presenta una depresión media que origina dos prolongaciones divergentes; la primera es un alargamiento o cresta que sobrepasa el conjunto etmoideo y que recibe los ligamentos que provienen del mesetmoides y la maxila (Chernoff, 1986b). La segunda prolongación se conoce como proceso maxilar, es corta, gruesa y se conecta con el hueso del mismo nombre. Por la cara interna y también anteriormente, el palatino hace contacto con el prevómer. El cuerpo de la pieza ósea se adelgaza ventrad y se articula primero con el etmoides lateral y después con el meso y ectopterigoides (Lám. 8).

Mesopterigoides (MEP)

Semicircular y cóncavo, además de delgado; constituye parte del piso de la órbita y del techo de la cavidad bucal. En su margen anterior se une con el palatino; inferior a esta unión existe una pequeña muesca donde se aloja parte del ectopterigoides, cerca de ella, en la porción ventral, lleva un doblez que forma una lámina que se aplica a la cara interna del cuadrado; en el borde posterior se relaciona débilmente con el metapterigoides (Láms. 1, 8).

Ectopterigoides (ECP)

Se encuentra entre el palatino, mesopterigoides y cuadrado; es pequeño y en forma de remo. En el lado dorsal-anterior se une con el palatino, también dorsal pero posteriormente se adosa al mesopterigoides. La parte angosta de la pieza contacta con el lado anterior del cuadrado en tal forma que prácticamente forman una sola pieza (Lám. 9).

Metapterigoides (MTP)

Forma parte del conjunto pterigo-cuadrado, se sitúa entre el cuadrado, mesopterigoides, simpléctico e hiomandibular. Es alargado, un poco más ancho en su porción laminar posterior; de su sección media dorsal y posterad se desprende una saliente espiniforme. Presenta una quilla en todo el margen inferior, por su parte anterior se conecta con el abanico del cuadrado, anterodorsalmente se solapa en forma parcial con el mesopterigoides. El proceso posterior articula con el tallo del hiomandibular y el borde inferior en su totalidad se une con el simpléctico (Láms. 1, 8).

Cuadrado (CUA)

Esta pieza está en apariencia formada por dos porciones idénticas y unidas fuertemente. También forma parte del conjunto pterigo-cuadrado. Es importante en el movimiento y articulación de la mandíbula. El borde anterior se adosa al ectopterigoides, el posterior al metapterigoides por conjuntivo y por la cara interna con el mesopterigoides.

La mayor parte del hueso presenta forma de abanico y además una estructura basal a manera de barra horizontal. La primera porción está formada por dos laminillas idénticas unidas en su base. También en la base, pero por la cara externa, hay un surco con una cavidad bien definida en su porción anterior y que continúa hacia la parte posterior en forma de una simple depresión; anteroventralmente posee un cóndilo fuerte y bien desarrollado en la que se apoya el articular. La barra horizontal se forma por dos prolongaciones laminares que convergen en un reborde óseo dorsal, es solapado por el simpléctico y a su vez es cubierto por la rama horizontal del preopercular (Láms. 1, 9).

REGION HIAL

Hiomandibular (HIO)

Hueso par, se localiza en posición anterior al preopercular y opercular, contactando al aparato hiodeo con la región ótica del neurocráneo, es plano, largo y rectangular. El margen dorsal amplio, recto y provisto de dos facetas articulares y una depresión central que las separa; la faceta anterior amplia de forma triangular; la posterior parecida pero ligeramente convexa. En el margen posterior, cerca del ángulo superior, hay una apófisis articular de forma cónica que conecta con el opercular. En el cuerpo de la pieza, por la mitad posterior de la cara externa, se presenta una placa ósea perpendicular y triangular cuyo ápice casi llega al borde ventral del hueso, sobre él descansa el brazo vertical del preopercular. En la parte ventral se desprenden dos láminas cortas: la primera, en posición anterior, solapa la apófisis unciforme del metapterigoides. La posterior es un poco más grande que la primera, se une a dos piezas, el simpléctico e interhial. Presenta en su cara externa un tubo que sólo tiene un orificio ventral abierto (Láms. 1, 9).

Simpléctico (SIM)

Se encuentra entre el cuadrado, metapterigoides, hiomandibular, interhial y preopercular. Es alargado, en forma de cuña y con dos surcos, uno en el margen dorsal donde descansa el borde inferior del metapterigoides y el otro en el borde inferior del extremo anterior donde se introduce el reborde óseo del cuadrado. Además, se pone en contacto con el brazo horizontal del preopercular con su cara interna y por membranas conectivas con el interhial y el hiomandibular (Láms. 1, 9).

Interhial (INH)

Es uno de los huesos más pequeños, cilíndrico, un poco más grueso en su parte inferior. Por arriba se sitúa entre el hiomandibular y el simpléctico, por debajo se conecta con la parte posterior del epihial (Lám. 10).

Epihial (EPH)

Se encuentra en la parte ventral interna de la cabeza, por debajo del interhial. Constituye la base de apoyo de los dos últimos radios branquiostegos. Es grueso con su margen anterior recto, provisto en la mitad dorsal de un par de salientes espiniformes por las cuales se une al margen posterior del ceratohial para formar una sinartrosis, por lo que a veces se les trata como una sola estructura llamada complejo cerato-epihial. Su parte posterior es más estrecha, presenta una depresión en la que descansa el interhial (Lám. 9).

Ceratohial (CEH)

Se localiza entre el glosohial y el epihial. Constituye la base de apoyo de los primeros cuatro radios branquióstegos y de los hipohiales. Hueso algo más largo que el epihial, angosto en la parte anterior y ancho en la posterior; tiene una cavidad de contorno oval con cuatro escotaduras: una dorsal, una ventral y dos laterales (exterior e interior) que originan dos crestas dorsales y dos ventrales. El margen dorsal es ligeramente cóncavo, el ventral es irregular con dos muescas en la mitad anterior donde se alojan las cabezas de los dos primeros radios branquióstegos, en la mitad restante descansan los branquióstegos tercero y cuarto. El margen posterior es recto, con un par de salientes espiniformes, de las cuales la dorsal es más larga, se unen al margen anterior del epihial (Lám. 10).

Hipohial superior e inferior (HHS y HHI)

Las dos piezas se conectan con el extremo anterior del ceratohial. El hipohial superior es pequeño, de forma piramidal y hueco. En el borde anterior se reconoce una ligera depresión donde se une débilmente con el glosohial, en el dorsal lleva un orificio del que nace un surco que corre hacia abajo, que permite el paso de la arteria hiodea, el borde posterior se conecta con el basibranquial número uno; por la base se articula con el hipohial inferior y el ceratohial.

El hipohial inferior es un poco más grande que el superior; de forma cónica y con dos procesos: el dorsal, es corto y está unido al hipohial superior, y el ventral, es largo y se une al ceratohial. El vértice del hueso en ocasiones presenta protuberancias que modifican la apariencia del mismo. El primer hipohial se une en la parte media del margen ventral y de la misma manera se conecta con tejido conectivo al urohial (Lám. 10).

Basihial o Glosohial (BAS)

Hueso impar, se localiza por encima de los hipohiales y por delante del primer basibranquial proporcionando soporte a la lengua. Está parcialmente osificado, parecido a una pirámide larga y hueca. Su borde anterior es recto y aplanado y continúa hacia adelante con un cartílago semicircular. La superficie dorsal en su extremo anterior se comprime ligeramente formando un surco poco profundo. El cuerpo es quillado por la parte ventral. El extremo posterior lleva tres prolongaciones a manera de alas: dos laterales que se articulan al hipohial superior correspondiente y la tercera perpendicular a los primeros, colocadas entre los hipohiales (Lám. 10).

Urohial (URH)

Hueso impar ubicado en la región denominada istmo, entre los hipohiales inferiores y los radios branquióstegos. Es largo y delgado, semeja una flecha. El extremo anterior tetralobulado, se une por tejido conectivo a los hipohiales inferiores. Más o menos a un cuarto de la longitud total de la pieza nace en el margen dorsal una rama, la cual en su extremo distal es deprimida y ligeramente bilobulada, ésta se une al basibranquial anterior. También por el dorso, pero en el extremo posterior, existen dos láminas divergentes a manera de alas.

El cuerpo de la pieza es comprimido posteroventrad, sin ser más largo que las alas dorsales. En la parte posterior del borde ventral hay dos prolongaciones laterales pequeñas que juntas forman un escudo (Lám. 10).

Radios branquióstegos (BRA)

Están localizados en la parte ventral de la estructura cerato-epihial. Son huesos laminares, muy alargados y curvos, con cabeza y cuello bien definidos, relativamente anchos en la porción media y muy angostos en la posterior.

Atherinella balsana tiene seis pares de estos huesos, los dos primeros de posición ventromedial son más angostos y sus cabezas se acoplan a la mitad anterior del ceratohial. Los siguientes dos son progresivamente más anchos y se localizan en la mitad posterior del ceratohial. Los dos últimos radios son los más largos de la serie y se acoplan en la mitad del margen ventral del epihial (Láms. 1, 10).

REGION BRANQUIAL

Faringobranquiales (FAR)

El primer faringobranquial es una reminiscencia cartilaginosa o no existe. En consecuencia, sólo se localizan los tres posteriores. El segundo faringobranquial es ovoide con un proceso ascendente deprimido que toca con su extremo dorsal la parte basal de la región ótica. El extremo ventral del proceso tiene en su lado medial un surco donde descansa la rama del tercer faringobranquial, por su lado externo se conecta con el proceso anterior del segundo epibranquial. El margen ventral del cuerpo tiene una serie de dientes cónicos y curvos dirigidos hacia el interior del tubo digestivo, que en conjunto forman una placa triangular (Lám. 11).

El tercer faringobranquial es más grande que el segundo y se encuentra por detrás de éste; es piriforme, con el ápice hacia adelante y se acopla, como ya se dijo, al surco del faringobranquial que le antecede. El cuerpo gira hacia afuera alejándose del eje de simetría del pez; en su superficie dorsal se conecta el tercer epibranquial. La superficie latero-posterior tiene una faceta donde se articula el cuarto epibranquial. El margen posterior es poco ondulado y se conecta con el cuarto faringobranquial. La superficie ventral tiene cinco o seis series de dientes dispuestos en trama longitudinal y son muy parecidos a los del segundo faringobranquial (Lám. 11).

El cuarto faringobranquial es el más pequeño, se encuentra por detrás del tercero, tiene forma de corazón. En su margen ventral existe un conjunto de dientes parecidos a los del tercero pero más pequeños y delgados (Lám. 11).

Epibranquiales (EPB)

Son cuatro piezas diferentes entre sí. Están colocadas cerca de la base del neurocráneo.

Primero. Conserva la curvatura del arco branquial. El extremo dorsal alargado se conecta al paraesfenoides. En el borde anteroventral descansan de tres a cinco branquiespinas que aumentan de tamaño progresivamente hacia abajo. Del borde posterior nacen dos láminas óseas divergentes, la exterior es más pequeña. Entre ellas descansan los primeros filamentos branquiales. El extremo ventral es más ancho y comprimido que el dorsal; se une al primer ceratobranquial por tejido conectivo (Lám. 11).

Segundo. Es de la misma longitud y ancho que el anterior, tiene forma de “Y”, pero sólo con un brazo o proceso dorsal presente; éste se une al segundo faringobranquial por medio de tejido conectivo. El pie o proceso ventral se conecta al segundo ceratobranquial.

Entre los procesos existen dos laminillas óseas que respectivamente se dirigen anterad y posterad (Lám. 11).

Tercero. Tiene forma de "Y". El proceso anterodorsal se conecta a la superficie dorsal del tercer faringobranquial, mientras que el posterodorsal es más corto que el anterior y se articula con el cuarto epibranquial. El pie o proceso ventral se une al tercer ceratobranquial (Lám. 11).

Cuarto. Tiene forma de "L" invertida, con una faceta articular que descansa en la faceta de contorno circular del tercer faringobranquial. En el vértice hay una saliente más o menos pronunciada donde se conecta el ligamento proveniente de la rama posterodorsal del tercer epibranquial. La parte más larga se une al cuarto ceratobranquial (Lám. 11).

Ceratobranquiales (CEB)

Los tres primeros son del mismo tamaño; largos, delgados y curvos, la cara interna recorrida por un surco que aloja la arteria branquial. Se unen a los basi y epibranquiales correspondientes. El primer arco presenta, además, en su borde anterior una serie de 10 a 13 branquiespinas que disminuyen de tamaño progresivamente al ir hacia abajo.

El cuarto ceratobranquial es parecido a los anteriores pero difiere en que su cuarto inferior tiene una placa rectangular horizontal la cual está armada por dos series longitudinales de dientes cónicos, ganchudos y casi todas del mismo tamaño, se dirigen hacia el plano de simetría. El extremo anterior se une por conectivo al posterior del tercer basibranquial y el posterior al cuarto faringobranquial (Lám. 11).

El quinto ceratobranquial, aunque pertenece a la serie, está muy modificado. Es la estructura faríngea ventral que ayuda a la masticación (Alvarez y Moncayo, 1976). Es triangular, robusto, alargado, más ancho en la zona media y aguzado en los ápices. El eje mayor de la placa converge en su extremo anterior hacia el plano general de simetría dando en conjunto con el otro ceratobranquial la apariencia de una "V" invertida. El extremo anterior se une por ligamentos al borde posterior del tercer basibranquial. La superficie dorsal presenta cuatro o cinco series longitudinales de dientes, parecidos a los de los faringobranquiales, los que se sitúan en el borde interno son grandes, gruesos y se dirigen al exterior de la boca. A esta serie le siguen otras piezas muy parecidas a las anteriores pero más pequeñas y en dirección interior. El extremo posterior se dobla hacia adentro para terminar en punta. En la superficie ventral en su parte media existe una prolongación semicircular donde se insertan algunas fibras musculares ventrales (Lám. 11).

Hipobranquiales (HIB)

El conjunto de hipobranquiales consta de tres huesecillos pares que unen a los ceratobranquiales con los basibranquiales.

Primero. De forma laminar en su parte media, con cuatro rebordes óseos que le dan un aspecto de reloj de arena. En el borde anterior descansan dos branquiespinas pequeñas. El margen proximal redondeado y ancho se articula con el segundo basibranquial. El margen distal tiene un proceso digitiforme se articula con el primer ceratobranquial y en el vértice donde se unen el proceso y el ceratobranquial descansa una branquiespina. El borde posterior es recto y no se articula con alguna pieza (Lám. 11).

Segundo. Es parecido al anterior pero difiere en que la mitad proximal presenta dos cabezas que articulan por ligamentos a los basibranquiales; la anterior al extremo poste-

rior del segundo basibranquial y la posterior al extremo anterior del tercer basibranquial. Además, el borde posterior es poco curvo (Lám. 11).

Tercero. En forma de coma, es el más pequeño de los hipobranquiales. Se une al extremo posterior del tercer basibranquial. Al dirigirse hacia adentro parece abrazar la última porción del basibranquial tres. El margen exterior se une al tercer ceratobranquial (Lám. 11).

Basibranquiales (BB)

Forman una serie de tres huesos impares, colocados en la parte media basal del aparato branquial.

Primero. Es el anterior de la serie. De forma rectangular y con su ápice en contacto con el glosohial y los hipohiales superiores. En su base se conecta con el segundo basibranquial (Lám. 11).

Segundo. Presenta forma de botella; el borde anterior y recto del cuello, se une al primer basibranquial y por los lados a los hipobranquiales primeros. El cuerpo, que es más ancho, presenta dos rebordes que se originan en la parte media y terminan en los ángulos del margen posterior. El cuerpo se conecta a los lados con los segundos hipobranquiales y posteriormente al tercer basibranquial (Lám. 11).

Tercero. Es la pieza más grande y larga de la serie. Su extremo anterior es angosto con el borde anterior recto. Se adelgaza en el primer tercio del cuerpo para volver a ensancharse posterad y angostarse nuevamente terminando en un margen romo. Se pone en contacto por la parte anterior con el segundo basibranquial y los segundos hipobranquiales y por la parte posterior con los terceros hipobranquiales tres, y los ceratobranquiales cuartos y quintos (Lám. 11).

REGION OPERCULAR

Preopercular (PRP)

Se encuentra en la parte anterior del conjunto opercular, contribuye a cubrir la cámara branquial, es una estructura laminar plana en forma de triángulo rectángulo con dos brazos, uno horizontal y el otro vertical, formando entre ellos un ángulo más o menos recto. El brazo horizontal se pone en contacto por el lado interno con el cuadrado, simpléctico y metapterigoides. El brazo vertical se une con el hiomandibular, cubriendo de manera parcial al brazo opercular. A todo lo largo de los brazos corre un canal de la línea lateral cefálica que sigue más o menos el contorno externo del preopercular (Láms. 1, 12).

Opercular (OPE)

Se encuentra también en la región cefálica posterolateral donde contribuye a cubrir la cavidad branquial, es el mayor de la serie opercular. De forma cuadrangular con los márgenes anterior y dorsal rectos y perpendiculares entre sí; el primero es un poco más engrosado. El borde posterior es redondeado, ligeramente convexo y delgado. En el ángulo anterodorsal presenta el brazo opercular, por debajo de éste, en la cara interna, hay una superficie cóncava que aloja al cóndilo posterior del hiomandibular. Ventralmente se le adosa el subopercular (Láms. 1, 12).

Subopercular (SBP)

Hueso laminar de forma semilunar con su margen dorsal cóncavo y el ventral convexo. El extremo anterior tiene un brazo vertical corto que se coloca por el lado interno entre el preopercular y opercular (Láms. 1, 12).

Interopercular (INP)

Es un hueso triangular, de gran longitud y poca altura. En la parte anterior del margen dorsal presenta un reborde, hacia atrás una muesca muy visible y su margen posterior redondeado. Es solapado en gran parte por el preopercular y a su vez solapa parcialmente a los dos últimos branquiostegos (Láms. 1, 12).

COLUMNA VERTEBRAL

Se divide en dos regiones principales: la anterior o abdominal con 17 vértebras, en ocasiones 18, y en la posterior o caudal con 21, ocasionalmente 22. Cada una de ellas está conformada por vértebras anficélicas.

Región abdominal

Para su descripción las vértebras de la primera región se dividen en tres subregiones: A, con la primera vértebra; B, de la segunda a la séptima, en ocasiones la octava, y C, de la séptima a la decimoséptima, en algunos a la decimoctava.

Subregión A

La primera abdominal, es una pieza que presenta en la parte anterodorsal del cuerpo, dos procesos ascendentes, laterales y cónicos, dirigidos al exterior del cuerpo vertebral. En la región dorsal de cada proceso se sitúa una faceta que ocupa toda la porción distal del cono. Posterior a los procesos se encuentra el arco neural; la cavidad que limita es grande comparada con la de las otras vértebras, sus bases anchas, se fusionan al cuerpo y se adelgazan progresivamente al dirigirse posterodorsalmente para unirse y formar la pequeña espina neural, como de un sexto de la altura del arco. A la mitad inferior del arco neural se fusionan las parapófisis triangulares, una a cada lado, se dirigen un poco hacia adelante con sus extremos distales anchos, romos y ligeramente inclinados hacia abajo. Las postzigapófisis se encuentran en los márgenes posteroventrales del arco neural, son pequeñas y redondeadas en su borde superior (Lám. 13).

Subregión B

Los cuerpos vertebrales llevan fusionados en su parte superior y abarcando toda su longitud las bases de los arcos neurales. Los arcos y espinas neurales de estas vértebras son peculiares por ser muy anchos desde sus bases y conservarse así al dirigirse dorsad. Esto se presenta de la segunda a la cuarta vértebra, ya que de la quinta a la octava el espesor va disminuyendo. Todas las espinas son prácticamente perpendiculares al plano de simetría. Las pre y postzigapófisis se localizan en la mitad superior del arco neural, sobresalen poco de sus márgenes anterior y posterior. Las parapófisis a diferencia de las de la prime-

ra vértebra, se fusionan al cuerpo en la parte anterodorsal, son triangulares, con sus extremos distales en punta y el lado ventral recto.

Subregión C

Los arcos neurales, al igual que en la subregión B, se fusionan en los bordes superiores del centro vertebral siendo aproximadamente un octavo más cortos que los anteriores. Las espinas neurales se estrechan, se adelgazan en su extremo distal y se dirigen hacia atrás. Las prezigapófisis conservan su posición con respecto a las primeras vértebras, son cuadrangulares y disminuyen de tamaño en forma progresiva. Sobre la mitad superior del arco, en los bordes posteriores, se encuentran las postzigapófisis, de forma triangular, mantienen el mismo tamaño en todas las vértebras de la región. Las parapófisis son semejantes a las de la subregión B, aunque su orientación hacia atrás se acentúa (Lám. 13).

Región caudal

Al igual que en la primera región, para su descripción se divide en cuatro subregiones: D, de la vértebra decimoctava a vigesimocuarta; E, de la vigesimoquinta a la trigesimoprimera, en ocasiones a la trigesimosegunda; F, desde la trigesimotercera hasta la trigesimoseptima y G, formada por las tres últimas vértebras (complejo hipúrico).

Subregión D

Los arcos neurales no presentan diferencias notables con los precedentes. Las espinas neurales se estrechan y adelgazan distalmente, son las más altas en toda la columna vertebral. Las zigapófisis neurales, con características similares a las presentadas por aquellas de la subregión C. En éstas ya se presentan arcos y espinas hemales; los primeros con forma de media luna y bases fusionadas de manera parcial debajo del cuerpo vertebral. Las espinas hemales son las más largas de la región caudal. Las postzigapófisis hemales se localizan en los márgenes posteriores de los arcos hemales, triangulares, pequeñas y con la punta dirigida hacia abajo (Lám. 13).

Subregión E

Al igual que en las anteriores subregiones los cambios aparentes son la disminución del tamaño de las espinas neurales, su inclinación progresiva hacia atrás y las zigapófisis neurales más pequeñas.

Los arcos hemales a diferencia de la subregión D, presentan una escotadura entre su porción anterior y las postzigapófisis hemales, que se acentúan en las vértebras siguientes. Las postzigapófisis hemales son más grandes que en la subregión anterior, las puntas se dirigen posterad. (Lám. 13).

Subregión F

Los arcos neurales conservan su anchura y altura de manera casi uniforme. Las bases de las espinas neurales nacen en la porción posterior del arco y son un poco más largas que las precedentes. Las zigapófisis neurales son minúsculas. Los arcos hemales en su base se ensanchan a tal grado que se fusionan con la cara anterior de las postzigapófisis hemales, lo que da como consecuencia que entre estas dos estructuras se forme un orifi-

cio, en las primeras es más grande que en las últimas, en donde tienden a desaparecer. Las espinas hemales se dirigen posterad manteniendo el grado de inclinación. Las zigapófisis hemales son muy pequeñas (Lám. 13).

Subregión G o complejo caudal (Lám. 20)

Está formado por las tres últimas vértebras, modificadas y en conjunto semejan un abanico. Las dos primeras aportan sus elementos neurales y hemales para formar los bordes superior e inferior respectivamente del abanico caudal. La última se modifica completamente para formar la estructura principal y la base del abanico.

La primera vértebra es parecida a las de la subregión F, pero el arco neural es más alto en su mitad posterior, de ahí nace la base de la espina neural que es más larga e inclinada hacia atrás, a diferencia de las espinas precedentes. No hay pre y postzigapófisis neurales aparentes. El arco y espina hemal son muy parecidas a las de la subregión F, con excepción del margen posterior del arco que se fusiona en forma parcial al margen anterior del penúltimo arco hemal y la espina hemal es un poco más larga e inclinada posterad. No se aprecian zigapófisis hemales. La segunda vértebra conserva el cuerpo anficélico; el arco neural presenta una escotadura casi a la mitad del margen superior que da origen a dos procesos, uno anterior que varía de altura en los individuos y el otro posterior más corto; entre los procesos descansa en ocasiones el margen inferior de la segunda epural. El arco no presenta espina ni zigapófisis. Entre el arco y la espina hemal no se presenta una frontera apreciable, la espina es muy ancha, casi tres veces más que la espina precedente, es menos larga y también se dirige posterad.

La descripción de la última vértebra tiene un orden ventro-dorsal y de atrás hacia adelante, como lo hizo Hollister (1937).

Como se dijo antes, la vértebra terminal y sus elementos se modifican para formar la estructura principal del abanico. La base de éste es el urostilo o último cuerpo vertebral (UTO); radialmente se le unen cinco piezas óseas, la mayoría triangulares, llamadas hipurales (HIP). A la región dorsal llegan también en forma radial dos piezas alargadas y comprimidas llamadas uroneurales (UR). Localizadas por encima de las uroneurales hay dos piezas rectas y cilíndricas llamadas epurales (EPU).

El urostilo o base del abanico, exhibe forma cónica en su parte anterior y la posterior es triangular, comprimida y alargada dorsad. La espina hemal del urostilo corresponde a la primera hipural, tiene forma de martillo y lleva, cerca de la articulación con el cuerpo vertebral, un par de procesos laterales laminares dirigidos posterad. La segunda hipural está colocada arriba de la primera, es de forma triangular, uno de sus vértices se une a la parte ventral del urostilo. Estas dos hipurales forman la mitad del abanico, por debajo de la línea media del pez (Lám. 20).

La tercera, cuarta y quinta hipurales se localizan por arriba de la línea media, son de forma triangular, todas dirigen uno de sus vértices a la región plana del urostilo para unirse en su parte ventral. Las tres hipurales forman una estructura ósea similar a la formada por las dos primeras (Lám. 20).

Las uniones entre la tercera, cuarta y quinta hipurales se van haciendo mayores a medida que los especímenes son más grandes; en individuos menores a 45 mm de longitud patrón (L. P.) las uniones entre ellas y entre la última hipural y la primera uroneural son fáciles de distinguir; en los de mayor tamaño la tercera y cuarta hipural forman una sola pieza, pues prácticamente no se aprecia la sutura entre ellas; la delimitación entre la quin-

ta hipural y la primera uroneural también se dificulta. En los individuos mayores a 60 mm L. P. todas las piezas mencionadas conforman ya una sola, quedando sólo rastros de la separación entre ellas (Lám. 21).

Al dorso del urostilo se le fusiona la base de la primera uroneural, ésta tiene forma de jota, su borde anterior se fusiona al margen posterior de la segunda uroneural y el borde posterior se conecta a la quinta hipural. La segunda uroneural se encuentra sobre la primera; la línea de unión longitudinal entre las dos se hace tan fuerte que la identificación de las dos piezas se complica; tiene forma de clavo, su extremo proximal achatado presenta un orificio en su borde anterior, su extremo distal se aplanan y adelgaza para terminar en punta, sin alcanzar la longitud de la primera uroneural (Lám. 21).

Las dos epurales están localizadas por encima de las uroneurales; la inferior (epural I) es recta y cilíndrica, la superior (epural II) es parecida a la primera, pero un poco más larga y a veces presenta dos pequeñas prolongaciones a manera de alas en su borde inferior (Lám. 20).

COSTILLAS

Costillas pleurales

Su número total es de 13 a 14 pares. Se articulan en el borde posterior de las parapófisis. De la vértebra III hasta la XVI. Son largas, curvadas hacia abajo y se dirigen a la parte central del cuerpo.

La parte proximal o cabeza es redondeada, le sigue un cuello angosto como de un octavo de la longitud total de la costilla y con una concavidad poco profunda en la cara anterior, dándose un cambio en la dirección hacia adelante del cuerpo de la costilla. El cuerpo es comprimido, abarca tres cuartas partes de la longitud total y es responsable de la forma de hoz de la costilla; presenta un pequeño canal interior, localizado a la mitad del cuerpo, como de un octavo del grosor de la costilla, que corre irregularmente a todo lo largo; sus márgenes interior y exterior son diferentes: el primero de forma semielíptica es más ancho en su parte proximal abarcando hasta un cuarto de la anchura de la costilla y va disminuyendo de espesor al dirigirse distalmente, el segundo es redondeado y no presenta cambios de espesor. El extremo ventral del cuerpo se adelgaza para terminar en punta (Lám. 17).

Costillas epipleurales

Son de 15 a 16 pares, se unen a las parapófisis de las vértebras por encima de la articulación de las pleurales. Son cilíndricas, angostas, con sus extremos proximales en forma de facetas y sus extremos distales comprimidos dirigidos y posterad. La excepción es la primera epipleural, que es más corta, ancha y toca el margen dorsal del cleitro (Lám. 14).

ESQUELETO APENDICULAR

CINTURA PECTORAL

Posttemporal (PST)

Este hueso, alargado y plano, une la cintura pectoral con el neurocráneo por medio de

tres ramas o procesos. Chernoff (1986b) los denomina de acuerdo con las piezas con las que establecen contacto por medio de ligamentos. El primero, el exoccipital, conecta ventralmente al exoccipital. El segundo, llamado epiótico, dorsalmente se conecta al hueso del mismo nombre, y el tercero, que es anterior, se forma por una osificación parcial del ligamento que corre desde la base de la rama dorsal al proceso del esfenoides. Por la cara externa del posttemporal corre el canal de la línea lateral (Láms. 1, 14, 15).

Supracleitro (SUE)

Alargado, su tamaño es menor a la mitad de la del posttemporal; se encuentra entre este último y el cleitro, presenta dos superficies planas, una superior que hace contacto con la cara interna del posttemporal y la inferior que contacta con el margen dorsal del cleitro (Láms. 14, 15).

Postcleitro superior e inferior (PSC, S y PSC, I)

El primero se sitúa por detrás de la parte principal de la cintura sin ponerse en contacto con ninguna pieza, es una pieza pequeña, alargada y comprimida que en *A. balsana* en ocasiones no existe. El segundo se localiza por debajo del primero, sin presentar contacto con ningún hueso; es laminar y más grande que el postcleitro superior, tiene forma de "Y", con su rama inferior corta (Láms. 14, 15).

Cleitro (CLE)

Es el hueso más largo de la cintura pectoral, por detrás bordea la abertura opercular; curvo, con su parte interna cóncava y la externa convexa; su extremo anteroventral termina en punta con una expansión laminar inferoposterior a manera de quilla; el extremo dorsal es más ancho, redondeado en su porción anterior y agudo en la posterior, presenta en su lado interno una muesca con su margen ventral recto (Láms. 14, 15).

Coracoides (COR)

Es un hueso plano y ancho, de curvatura similar a la del cleitro; en su parte media nace una apófisis que gradualmente se angosta para terminar en punta en el extremo inferior y unirse al extremo del otro coracoides. En la porción posterodorsal hay una escotadura donde se aloja parte del cuarto pterigióforo (Láms. 1, 14, 15).

Escápula (ESU)

Se encuentra por arriba del coracoides, es más o menos triangular y comprimido; el extremo anterior descansa en la cara interna del cleitro. En su borde anteroventral hay un orificio oval, más o menos angosto; el margen posterodorsal de la misma pieza es engrosado y presenta una pequeña espina, por debajo de la cual se alinean los tres primeros pterigióforos y parte del último. En su margen inferior presenta una prolongación a manera de ala con la que se une al coracoides (Láms. 1, 14, 15).

Pterigióforos (PTE)

Son cuatro que dan soporte junto con la escápula a los radios pectorales. El más pequeño es el superior y van aumentando de tamaño hacia el cuarto. De forma más o menos

cilíndricos, sus márgenes anteriores están en contacto con la escápula y los posteriores con la aleta (Láms. 1, 14, 15).

CINTURA PELVICA

Está formada por un par de huesos que se encuentran incluidos en la musculatura abdominal, ocasionalmente se les denomina basipterigios. Son alargados y triangulares, con el ápice dirigido hacia adelante.

Un hueso pélvico presenta un reborde a manera de quilla, que recorre toda su longitud y divide a la pieza en dos placas asimétricas, una medial y otra lateral. La primera es menor que la segunda, su ápice termina a la mitad de la quilla; en la región interna nacen dos procesos, el primero tiene dos porciones, una espiniforme dirigida anterad y la otra roma se une con su semejante del otro hueso pélvico. El otro proceso se origina del margen posteromedial, es largo y en ocasiones llega a ser un quinto del largo total del hueso pélvico.

En la región posterior de la placa lateral se origina un proceso adyacente que toca el extremo distal de la tercera costilla pleural. En la parte media del extremo posterior se involucran las dos placas delimitando un cóndilo redondeado y ligeramente inclinado hacia adelante, en él descansan la espina y los cinco radios; al costado del cóndilo se aprecia una concavidad. El margen posterior de la cavidad y el cóndilo están alineados con el proceso lateral (Lám. 14).

ALETAS IMPARES

Primera aleta dorsal

Consta de dos a cuatro espinas, la parte esquelética de esta aleta se localiza entre los extremos distales de las espinas neurales de la vértebra XIX o XX por la parte anterior y la XXI o XXII en la posterior. En las hendiduras o muescas basales de las espinas se apoyan los pterigióforos distales, pequeños y semiesféricos, con sus márgenes anteroventrales hendidos y unos procesos posterodorsales deprimidos a manera de alas; estos pterigióforos no son visibles externamente. Por debajo de cada par de pterigióforos distales se encuentra uno proximal, rectangular, comprimido y laminar. El primero es el más grande, alargado hacia la parte anterior, tiene una muesca en su ángulo posterodorsal donde se aloja la base de la primera espina de la aleta dorsal, los siguientes son muy parecidos entre sí en forma y tamaño, llevan además un engrosamiento cilíndrico a todo lo largo de su margen dorsal, donde descansan las espinas correspondientes (Lám. 18).

Segunda aleta dorsal

Está constituida por una espina y de nueve a once radios. La espina como dos tercios de la altura del primer radio, se comprime y alarga para terminar en punta; presenta una serie de estriaciones en su base.

Los dos primeros radios no se ramifican por lo que terminan en punta, los restantes son de forma típica, segmentados y a menudo ramificados en su extremo distal, decrecen de tamaño en forma progresiva. Las unidades de sostén se localizan entre los extremos distales de las espinas neurales de las vértebras XXV o XXVII por la parte anterior y

la XXVIII en la posterior. Esta aleta se sostiene por nueve u once pterigióforos proximales y por los respectivos pares distales, éstos son parecidos a los de la primera dorsal aunque son un poco más grandes. El primer pterigióforo proximal se une por todo su margen posterior con el segundo, formando en conjunto una estructura aplanada y conservando cada uno su eje central correspondiente, siendo el anterior más corto. Los siguientes siete u ocho pterigióforos tienen forma típica, decreciendo en forma gradual de tamaño, el último es una pieza pequeña, modificada y sin el eje central, se une por su margen anterior al penúltimo pterigióforo proximal (Lám. 18).

Huesecillos interdorsales (INT)

Se encuentran entre las aletas dorsales. Son cuatro o cinco pequeñas piezas óseas de forma rectangular, parecidas a los pterigióforos proximales de la primera aleta dorsal. Estos huesecillos se desarrollan del mismo ectomesénquima responsable de la formación de los soportes de los radios (Rosen, 1964) y son tomados como evidencia de la existencia pasada de unidades de soporte entre las dos aletas dorsales (Lám. 18).

Aleta anal

Consta de una espina y de 18 a 23 radios. La espina con estrías en su base es como dos tercios de la altura del primer radio. Los radios son como los de la segunda dorsal. Las unidades de sostén se localizan por debajo de las vértebras XVI o XVII en su parte anterior y por debajo de los extremos distales de las espinas hemales de las vértebras XXIX o XXX en la posterior. La aleta está sostenida por 19 a 24 pterigióforos proximales y de 19 a 24 pares de distales, éstos son prácticamente iguales a los de las aletas dorsales. El primer pterigióforo proximal es el más ancho de todos, no presenta un eje central y sostiene a la única espina; los siguientes pterigióforos tienen un eje central y dos extensiones laterales que en forma gradual se hacen menos patentes hacia arriba. El cuarto o quinto pterigióforo toca a la primera espina hemal y el último se une por su margen anterior al penúltimo (Láms. 16, 19).

Aleta caudal

De forma bilobulada, está formada, en los ejemplares observados, de 31 a 36 radios que se apoyan, la mayoría, en el complejo hipúrico, otros están sostenidos sólo por la musculatura. Para su descripción la aleta caudal se divide en dos regiones: superior, que se forma por todos los radios que se encuentran por arriba de la línea media del pez; así, dorsalmente consta de seis o nueve radios libres en forma de "Z", no segmentados y que terminan en punta y no se articulan en pieza ósea alguna, le siguen ocho o diez radios terminales largos, segmentados, con los extremos distales ramificados, sus bases en forma de horqueta se apoyan al lado derecho e izquierdo del abanico hipúrico. La región inferior localizada por debajo de la línea media está constituida por ocho o nueve radios terminales muy parecidos a los de la región superior y nueve radios libres, en posición ventral (Lám. 21).

DISCUSIÓN

En la estructura del neurocráneo, *Atherinella balsana* tiene el prevómer desprovisto de dientes y su extremo anterior masivo con una cresta dorsal que corre de lado a lado; además, presenta el mesetmoides en forma de disco sin hacer contacto con alguna pieza ósea. La serie suborbital sólo consta de tres piezas: lagrimal, segundo suborbital y dermoesfenótico, se considera que la pérdida de estas piezas es un hecho secundario relacionado al desarrollo de una órbita más grande (Rosen, 1964). En los exoccipitales, las laminillas óseas o alas fenestradas son una condición derivada con la cual se caracteriza a la subfamilia Menidiinae. En el foramen del nervio vago se observó la presencia de un tabique óseo medio, que separa dos fosas y que es propio del género *Atherinella* pero, además, los peces transparentados muestran en ocasiones la fosa anterior parcialmente cubierta por una laminilla ósea. Este es un rasgo no mencionado hasta ahora por otro autor.

En el branquicráneo el premaxilar es una pieza muy importante pues se considera que la morfología de éste (como la altura y grosor del proceso ascendente y la forma y grosor del extremo posterior) es importante para determinar subfamilia, género, grupo y especie (Jordan y Hubbs, 1919; Schultz, 1948; Alvarez, 1970; Alvarez y Moncayo, 1976; Chernoff, 1986b), sin embargo, hacemos notar que un rasgo no estudiado en *Atherinella* y que puede aportar más información sobre las diferentes especies y su relación, es la forma y disposición de los alveolos donde descansan los dientes, como lo mencionan Alvarez y Moncayo (1976) para premaxilares de algunas especies de *Chirostoma*.

La forma cónica y retorcida de los dientes mandibulares externos así como su disposición en los faringobranquiales de *A. balsana* puede considerarse como característica de un organismo carnívoro.

Lo sobresaliente del aparato faringobranquial en *A. balsana* es la pérdida del primer faringobranquial (rasgo propio de la tribu Membradini) y el segundo faringobranquial de forma ovoide (propio de la subfamilia Menidiinae) armado por una placa dentada triangular; sólo dos especies más presentan tal arreglo: *A. callida* y *A. crystallina* (Chernoff, 1986b).

En la columna vertebral la morfología de las prezigapófisis neurales de las vértebras caudales es diferente a lo mencionado en la literatura; se indica que por ser *A. balsana* de la tribu Membradini, los prezigapófisis presentan ornamentaciones con prolongaciones y huecos. En ningún espécimen observado por nosotros es tal su forma, pues siempre son cuadrangulares y sin ornamentaciones.

En el complejo hipúrico encontramos otras diferencias con la literatura a nivel de tribu y especie. Según Chernoff (1986a), la tribu Membradini pierde la fusión completa de los elementos hipurales (excepto la primera hipural). En este trabajo se observó que en los especímenes de *Atherinella* con longitudes patrón mayores a 60 mm la fusión es completa, conformando con el urostilo y uroneurales una sola pieza, además, *A. balsana* puede presentar hasta tres epurales y no sólo dos; estas diferencias se presentan en 10 de los 24 ejemplares estudiados.

Las primeras costillas epipleurales de *Atherinella balsana* nacen en los parapófisis del primer centro vertebral, son cortas, gruesas y descansan en el extremo dorsal del cleitro, al contrario de la subfamilia Atherinopsinae en donde es larga, muy delgada y termina en el postcleitro superior.

En la cintura pectoral de *A. balsana* hemos observado la existencia del postcleitro supe-

rior, una pieza hasta ahora no anotada en la especie. Lo aquí expuesto nos permite observar ciertas diferencias con lo informado por Chernoff (1986b) respecto a algunos caracteres osteológicos tomados como propios de algunos subgrupos a nivel de tribu dentro de la familia Atherinidae. Sería conveniente la realización de las descripciones y comparaciones osteológicas entre los aterínidos pertenecientes a la tribu Membradini por ser en donde se encontraron diferencias sobresalientes.

SUMMARY

This paper describes the osteology of *Atherinella balsana*, a silverside fish of the Balsas river, Mexico. *A. balsana* bone system has the same structural pattern as the Atherinomorpha. Most of the observations in pieces that have taxonomical value are according to Chernoff (1986b), except at the tribu level because there is a whole fusion of the hypurals and there is not ornamentation in neural prezygapophyses of caudal vertebrae. At the species level, there are differences in a third epural and a thin sheet in foramen of the vagus nerve. Taking into account the shape and arrangement of the jaws and pharyngo-branchial teeth we can consider this fish as a carnivore.

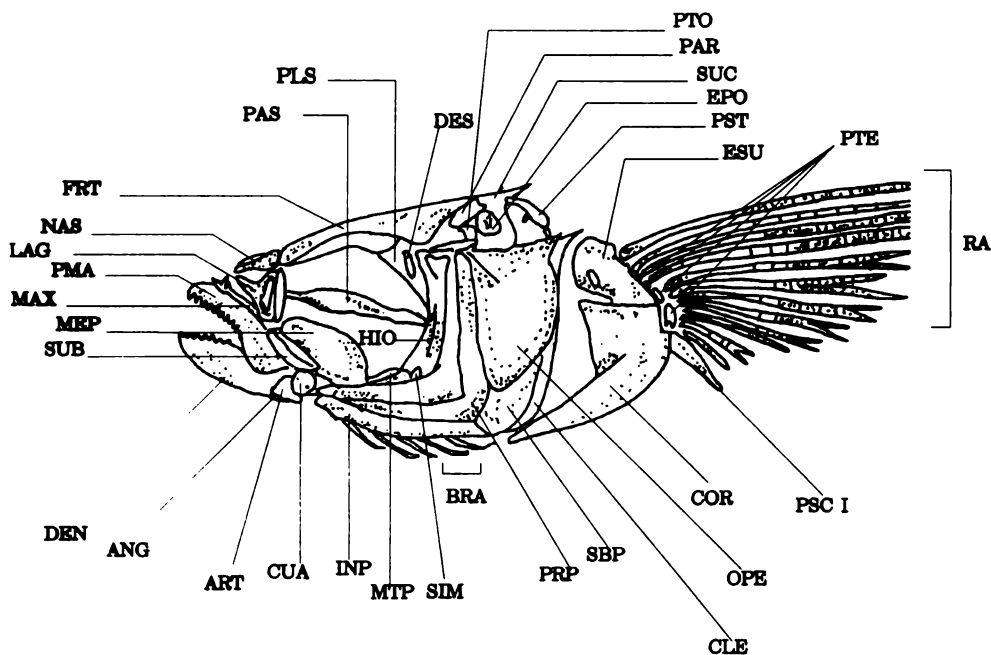


LÁMINA 1. Vista lateral del cráneo de *Atherinella balsana* del que se eliminaron los escleróticos. ANG: angular, ART: articular, BRA: radios branquiostegos, CLE: cleitro, COR: coracoides, CUA: cuadrado, DEN: dentario, DES: dermoesfenótico, EPO: epiótico, ESU: escapula, FRT: frontal, HIO: hiomandibular, INP: interopercular, LAG: lagrimal, MAX: maxilar, MEP: mesopterigoides, MTP: metapterigoides, NAS: nasal, OPE: opercular, PAR: parietal, PAS: paraesfenoides, PLS: pleuroesfenoides, PMA: premaxila, PRP: preopercular, PSC I: postcleitro inferior, PST: posttemporal, PTE: pterigióforos, PTO: pteróico, RA: radios, SBP: subopercular, SIM: simplético, SUB: suborbital dos, SUC: supraoccipital

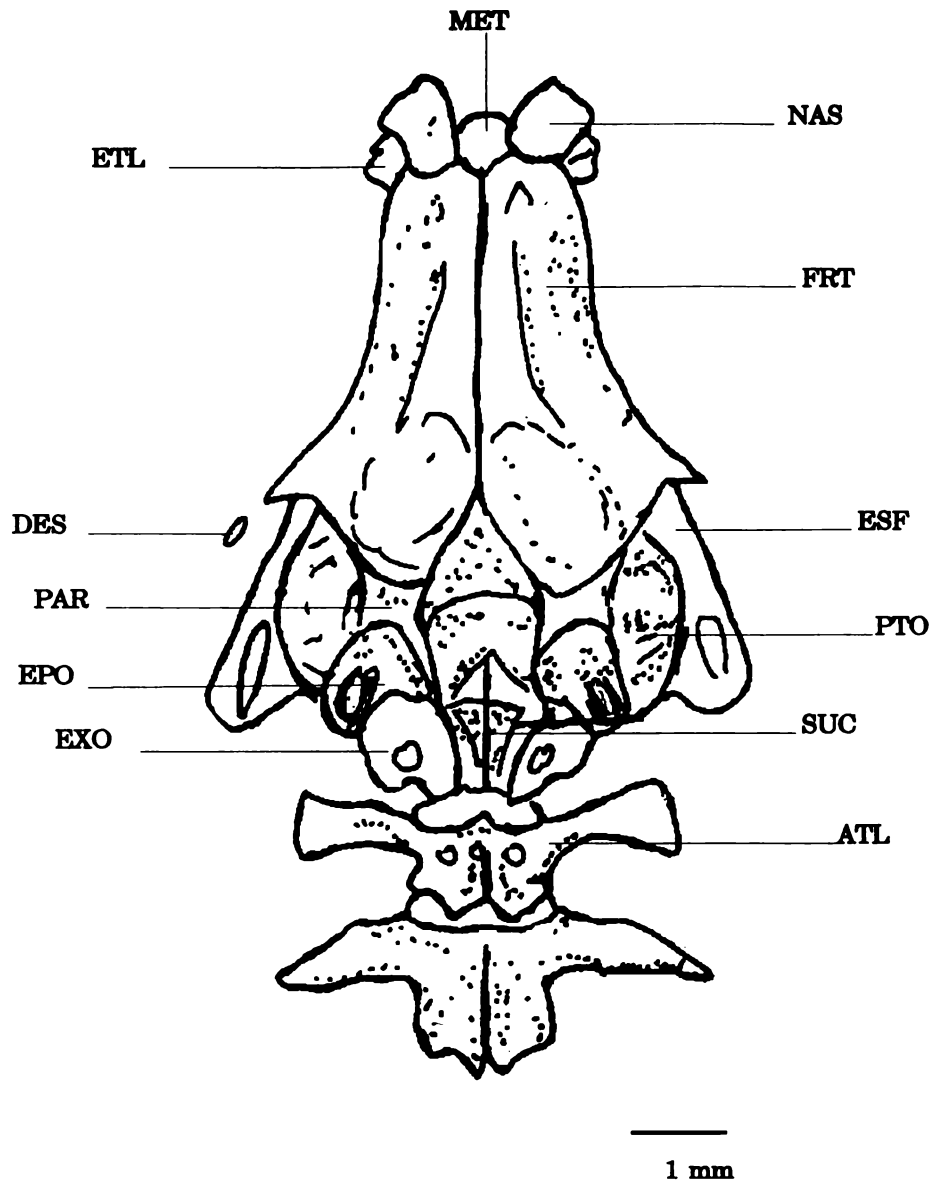


LÁMINA 2. Neurocráneo, vista dorsal parcial. ATL: atlas, CE: cartílago etmoideo, DES : dermoesfenótico, EPO: epiótico, ESF: esfenótico, ETL: etmoide lateral, EXC: exoccipital, FRT: frontal, NAS: nasal, PAR: parietal, PTO: pterótico, SUC: supraoccipital.

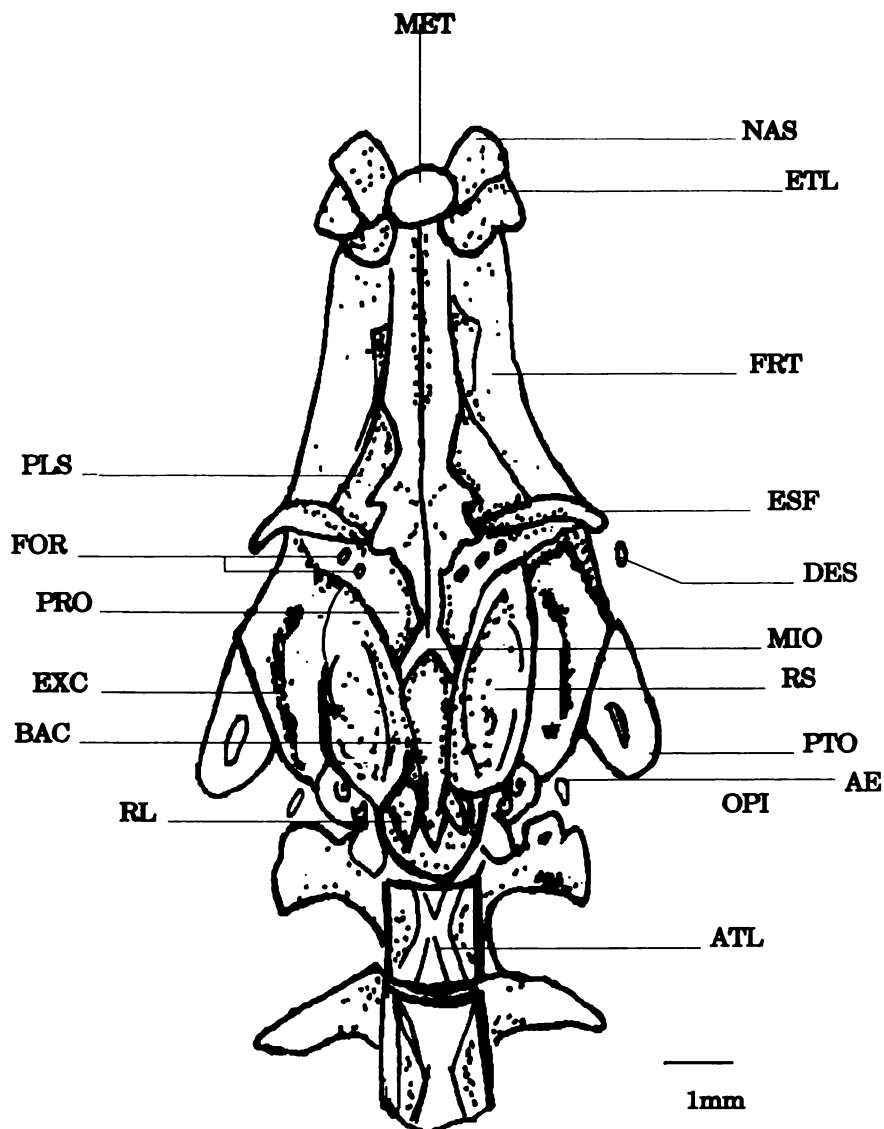


LÁMINA 3. Neurocráneo, vista ventral parcial. AE: alas del exoccipital, ATL: atlas, BAC: basioccipital, DES: dermoesfenótico, ESF: esfenótico, ETL: etmoide lateral, EXC: exoccipital, FOR: foramina, FRT: frontal, MET: mesetmoides, MIO: miodomo, NAS: nasal, OPI: opistótico, PLS: pleuroesfenoides, PRO: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

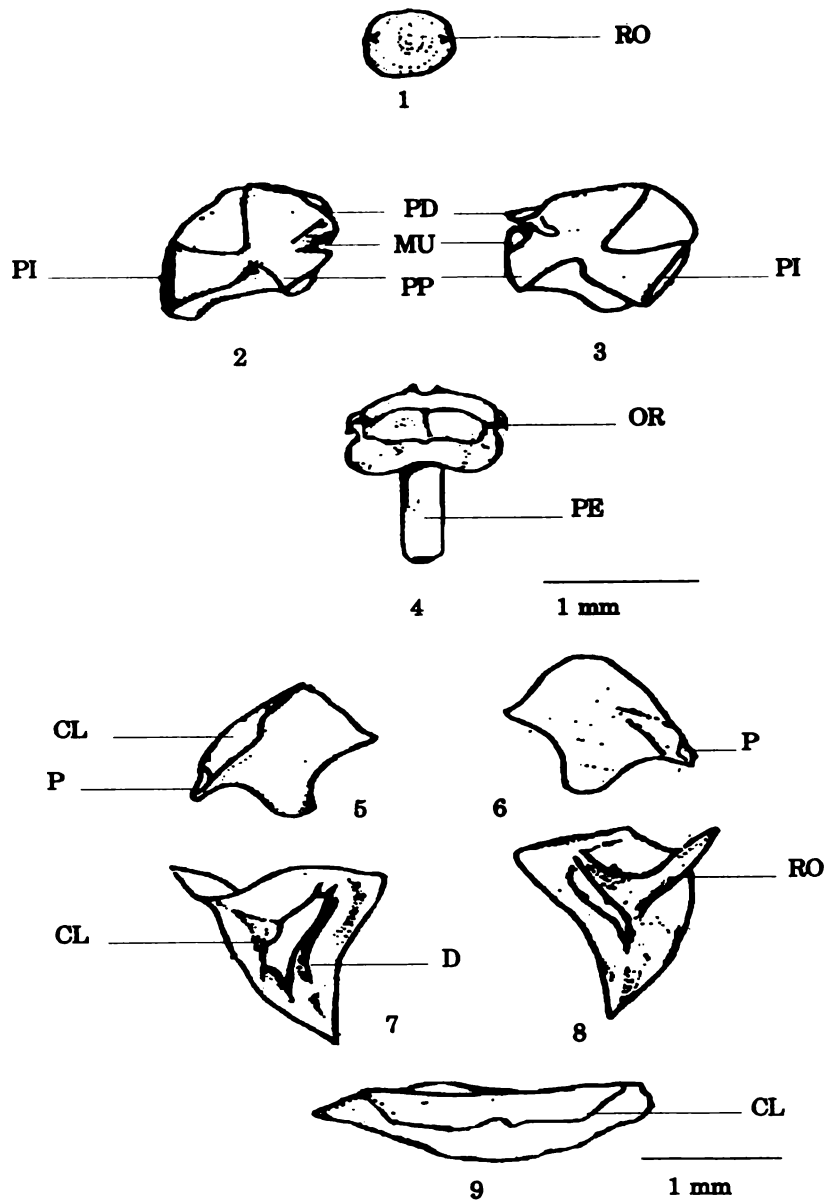


LÁMINA 4. Región etmoidea. 1: mesetmoides; 2: etmoide lateral izquierdo, cara posterior; 3: etmoide lateral izquierdo, cara anterior; 4: prevómer, vista dorsal; 5: nasal izquierdo, vista dorsal; 6: nasal izquierdo, vista ventral; 7: lagrimal izquierdo, vista dorsal; 8: lagrimal izquierdo vista ventral; 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.

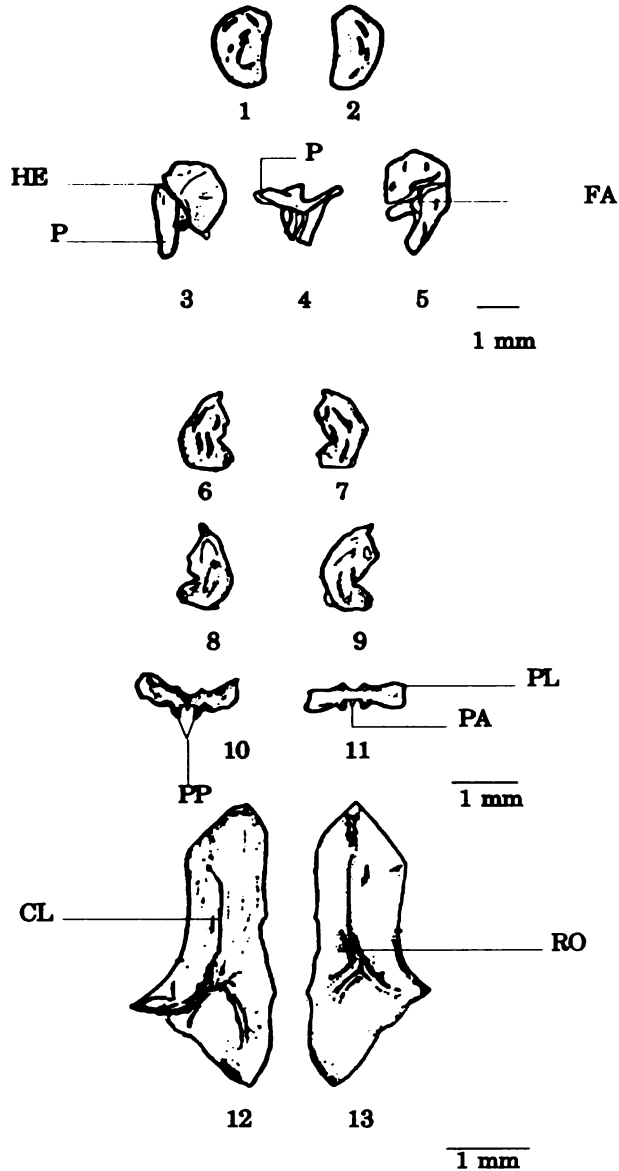


LÁMINA 5. Región esfenoidal. 1: esclerótico anterior izquierdo; 2: esclerótico posterior izquierdo; 3: esfenótico izquierdo, vista dorsal; 4: esfenótico izquierdo, vista anterior; 5: esfenótico izquierdo, vista ventral; 6: pleuroesfenoides derecho, vista externa; 7: pleuroesfenoides derecho, vista interna; 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.

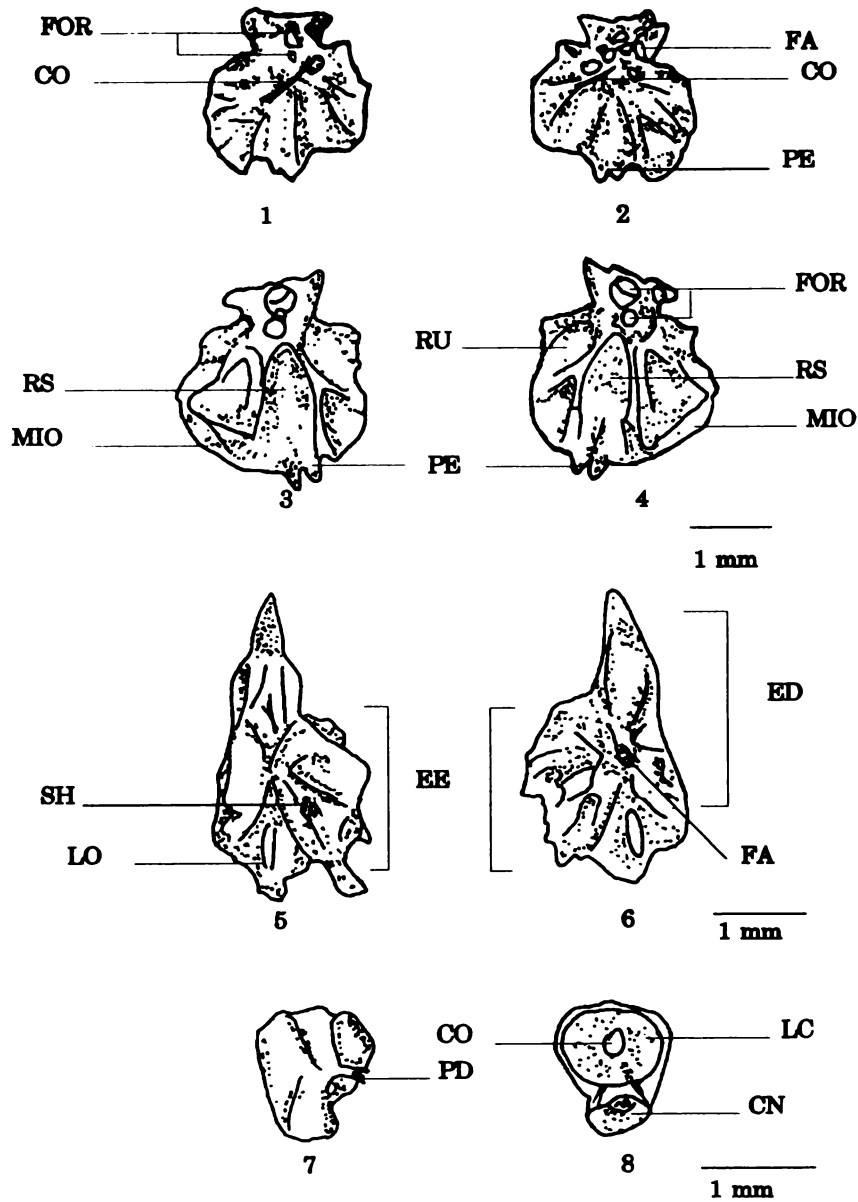


LÁMINA 6. Región otica (parte). 1: Proótico izquierdo, vista externa; 2: proótico derecho, vista externa; 3: proótico izquierdo, vista interna; 4: proótico derecho, vista interna; 5: pterótico izquierdo, vista dorsal; 6: pterótico izquierdo, vista ventral; 7: epiótico izquierdo, vista dorsal; 8: epiótico 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: *reccesum saculi*, RU: *reccesum utricularis*, SH: canal semicircular horizontal.

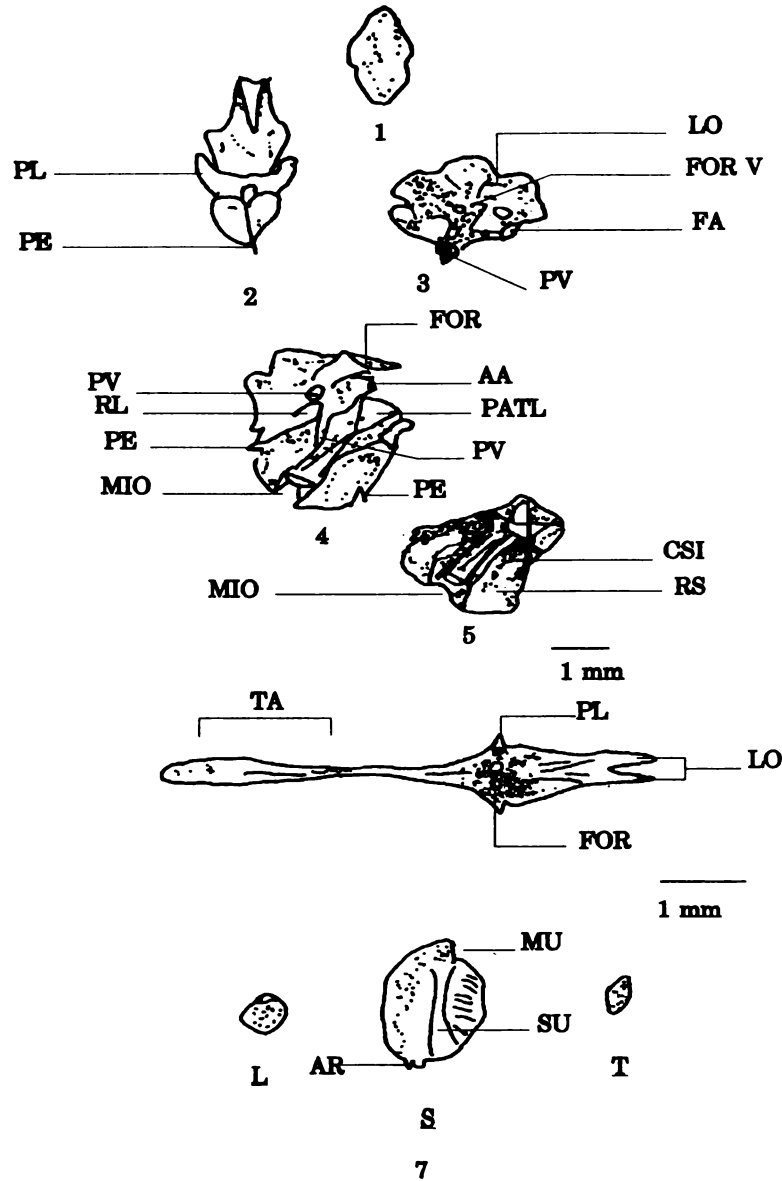


LÁMINA 7. Regiones ótica y basal. 1: parietal izquierdo, vista externa; 2: supraoccipital, vista externa; 3: exoccipital izquierdo, cara externa; 4: basioccipital y exoccipital izquierdo, vista lateral interna; 5: basioccipital, vista dorsal; 6: paraesfenoides, vista dorsal; 7: otolitos. AA: apófisis 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: miodomo, 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.

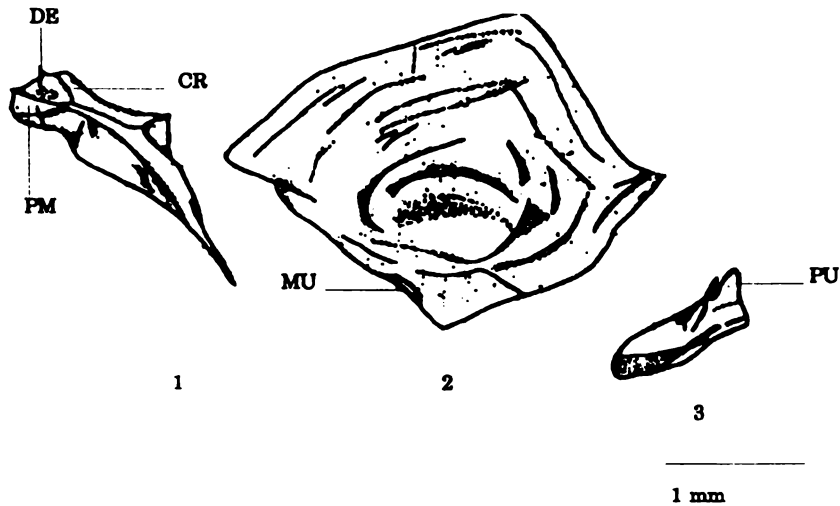


LÁMINA 8. Región oromandibular (parte). 1: palatino izquierdo, vista externa; 2: endopterygoides izquierdo, vista externa; 3: metapterygoides izquierdo, vista externa. CR: cresta, DE: depresión, MU: muesca, PM: proceso maxilar, PU: proceso unciforme.

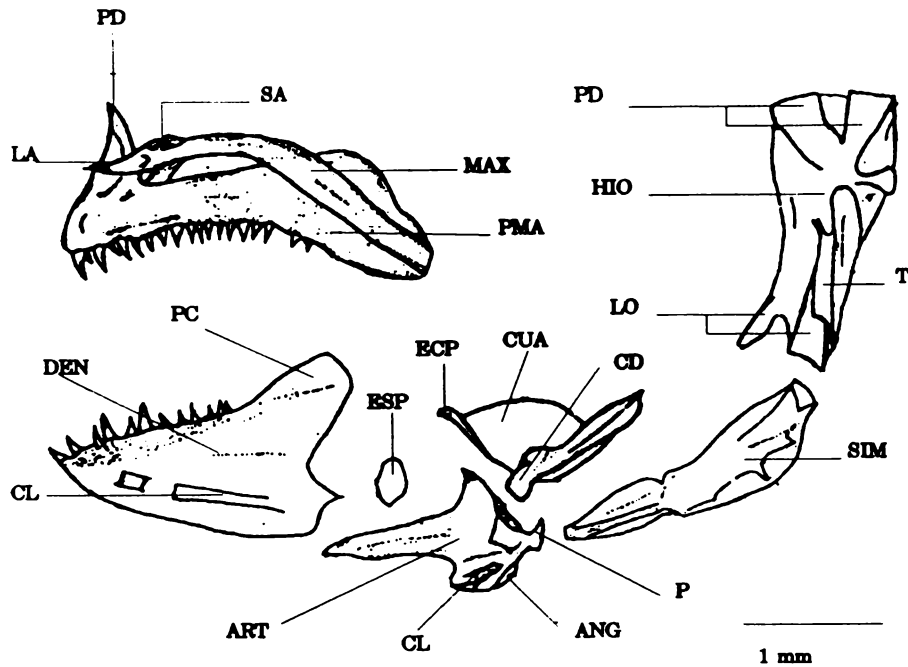


LÁMINA 9. Región oromandibular (parte). ANG: angular, ART: articular, CD: cóndilo, CL: canal de la línea lateral, CUA: cuadrado, DEN: dentario, HIO: hiomandibular, ECP: ectopterygoides, ESP: esplenial, LA: lamela lanceolada, LO: Laminilla ósea, MAX: maxilar, P: proceso, PC: proceso coronoides, PD: proceso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

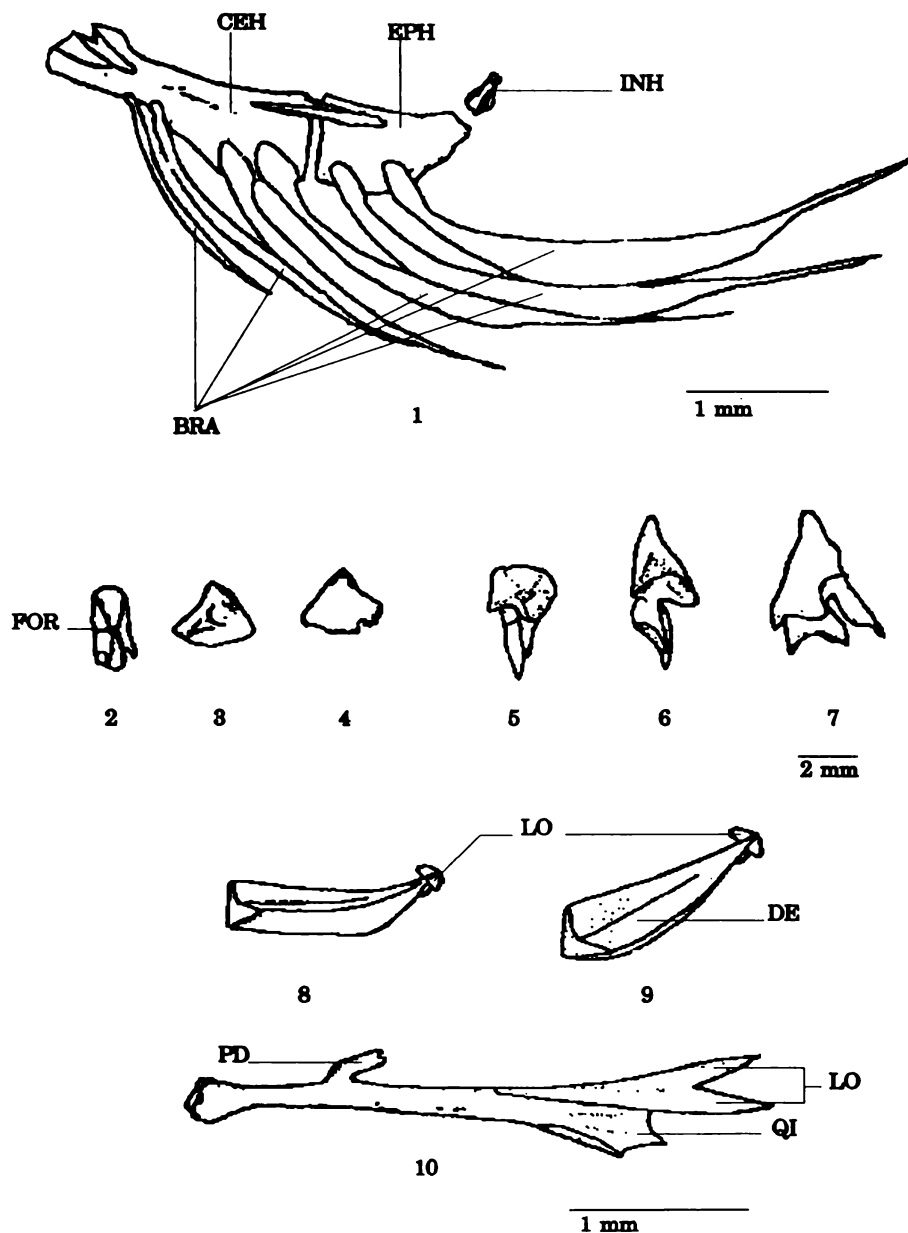


LÁMINA 10. Región hial. 1: estructura cerato-epihial izquierda, vista externa; 2: hipohial superior izquierdo, vista dorsal; 3: hipohial superior izquierdo, vista lateral interna; 4: hipohial superior izquierdo, vista lateral externa; 5: hipohial inferior derecho, vista posterior; 6: hipohial inferior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

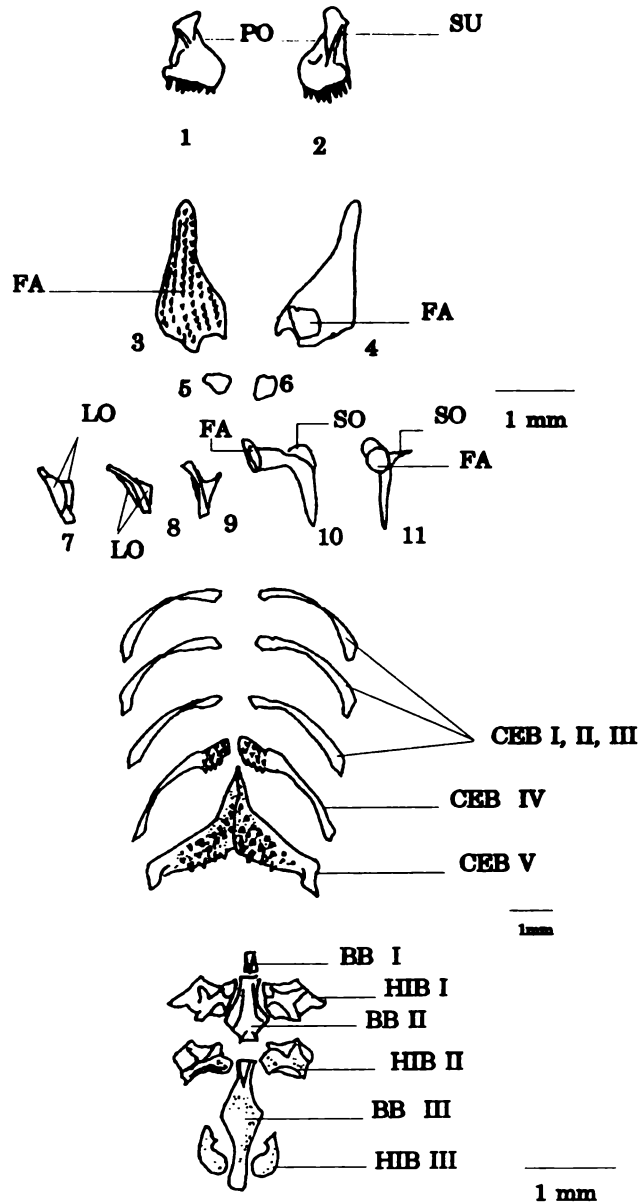


LÁMINA 11. Región branquial. 1: segundo faringobranquial izquierdo, vista dorsal; 2: segundo faringobranquial izquierdo, vista ventral; 3: tercer faringobranquial izquierdo, vista dorsal; 4: tercer faringobranquial izquierdo, vista ventral; 5: cuarto faringobranquial izquierdo, vista dorsal; 6: cuarto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

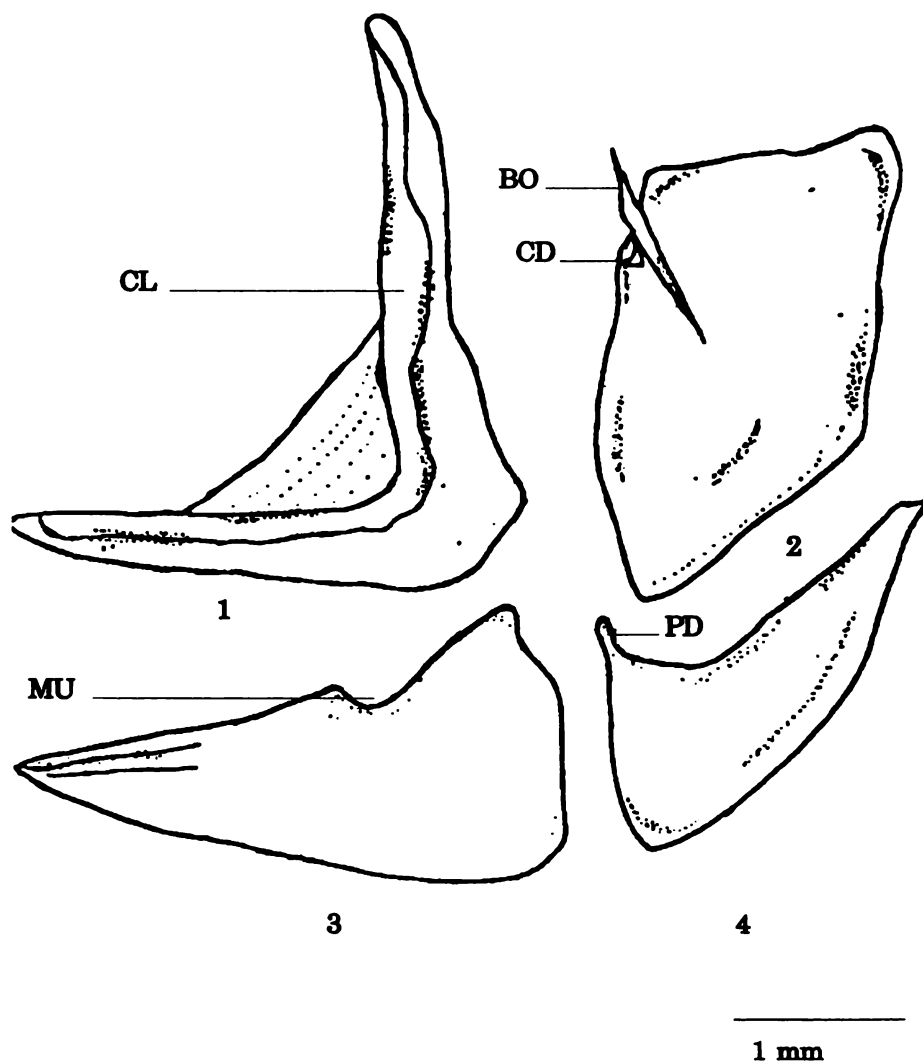


LÁMINA 12. Región opercular. 1: Preopérculo izquierdo, vista externa; 2: Opérculo izquierdo, vista externa; 3: Interopérculo izquierdo, vista externa; 4: Subopérculo izquierdo, vista externa. BO: brazo opercular, CD: cavidad dorsal, CL: canal de la línea lateral, MU: muesca, PD: proceso dorsal.

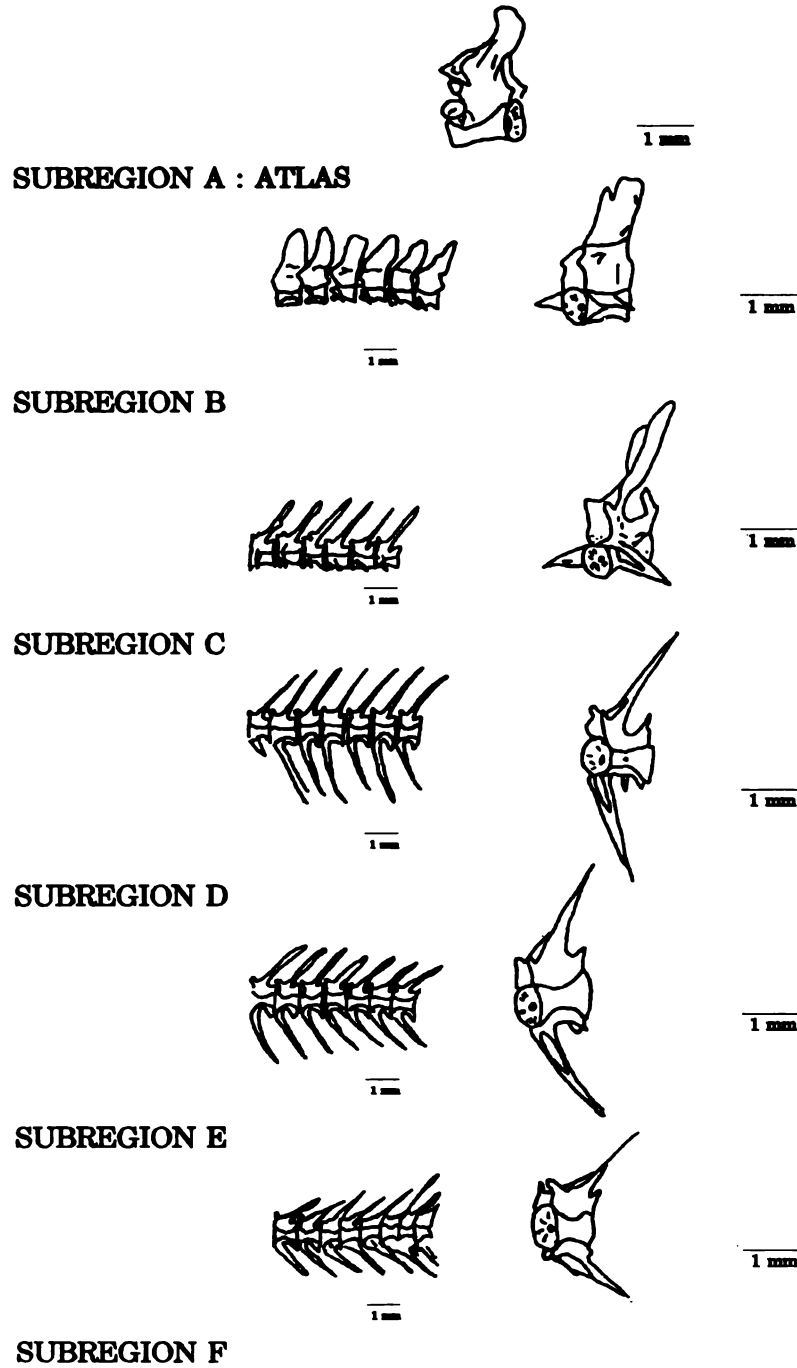


LÁMINA 13. Subregiones de la columna vertebral.

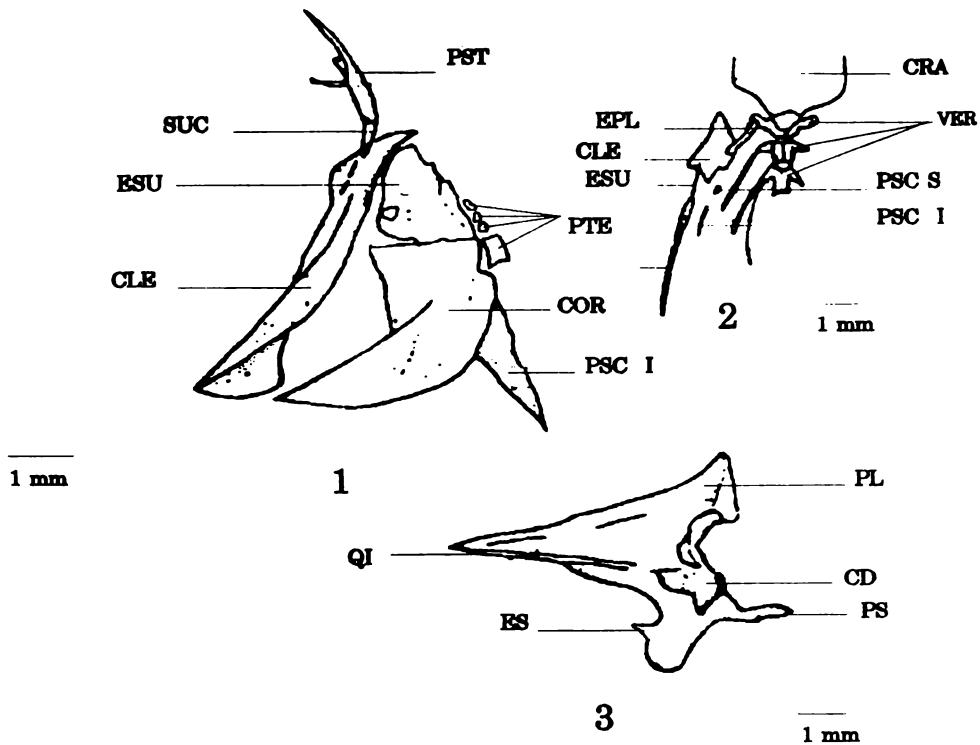


LÁMINA 14. Cinturas. 1: cintura pectoral izquierda, vista externa; 2: cintura pectoral izquierda, vista dorsal; 3: hueso pélvico izquierdo, vista ventral. CRA: cráneo, CD: cóndilo, CLE: cleitro, COR: coracoides, EPL: costilla epipleural, ES: espina, ESU: escápula, PL: proceso lateral, PS: proceso posteromedial,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

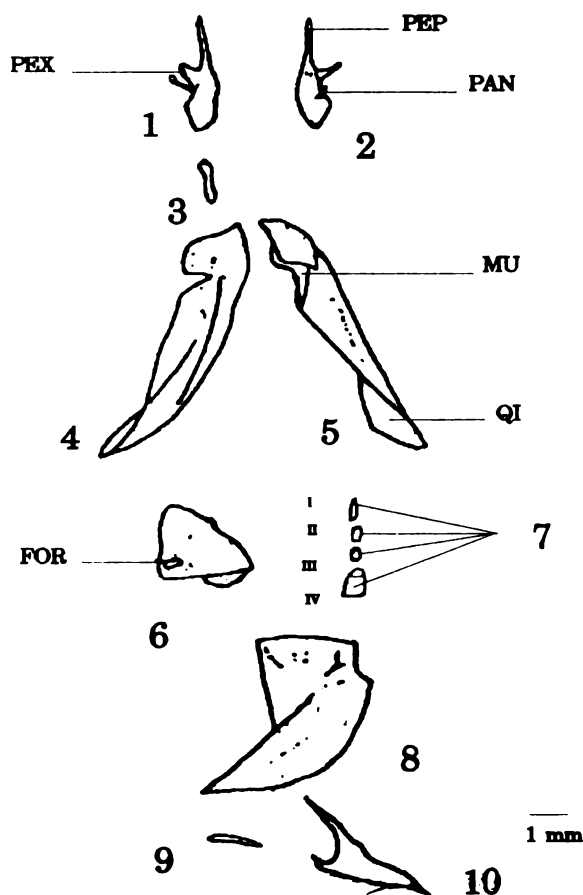


LÁMINA 15. Cintura pectoral izquierda desarticulada. 1: posttemporal, vista externa; 2: posttemporal, vista interna; 3: supracleito, vista externa; 4: cleitro, vista externa; 5: cleitro, vista interna; 6: escapula, vista externa; 7: pterigióforos, vista externa; 8: coracoides, vista externa; 9: postcleitro 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.

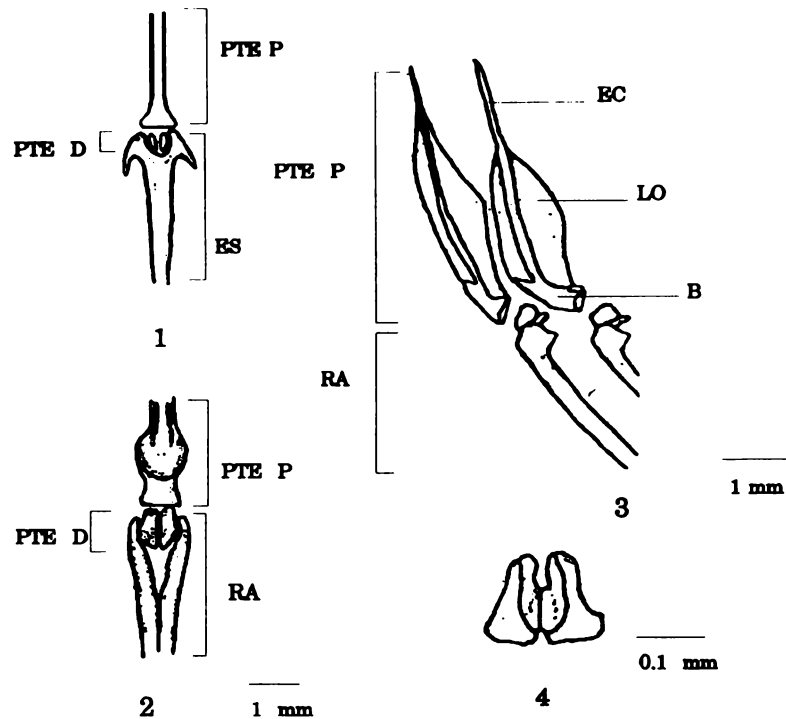


LÁMINA 16. Unidades de soporte. 1: pterigióforos proximal y distales con espina, vista frontal; 2: pterigióforos proximal y distales con radio, vista frontal; 3: pterigióforos proximal y distales, vista lateral; 4: detalle de pterigióforos distales, vista posterior. B: base, EC: eje central, ES: espina,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

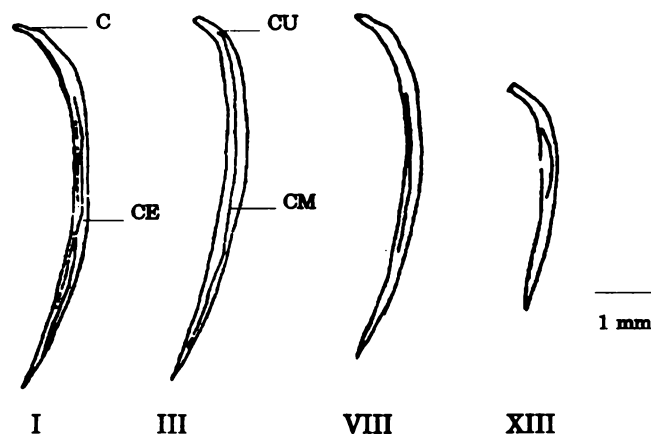


LÁMINA 17. Costillas pleurales. C: cabeza, CE: cuerpo, CM: canal medio, CU: cuello.

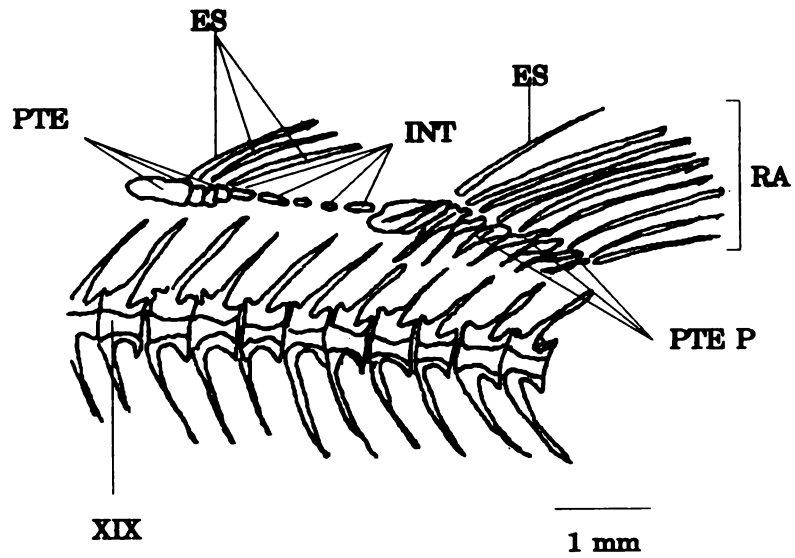


LÁMINA 18. Aletas dorsales. ES: espina, INT: huesecillos interdorsales, PTE P: pterigióforos proximales, RA: radios.

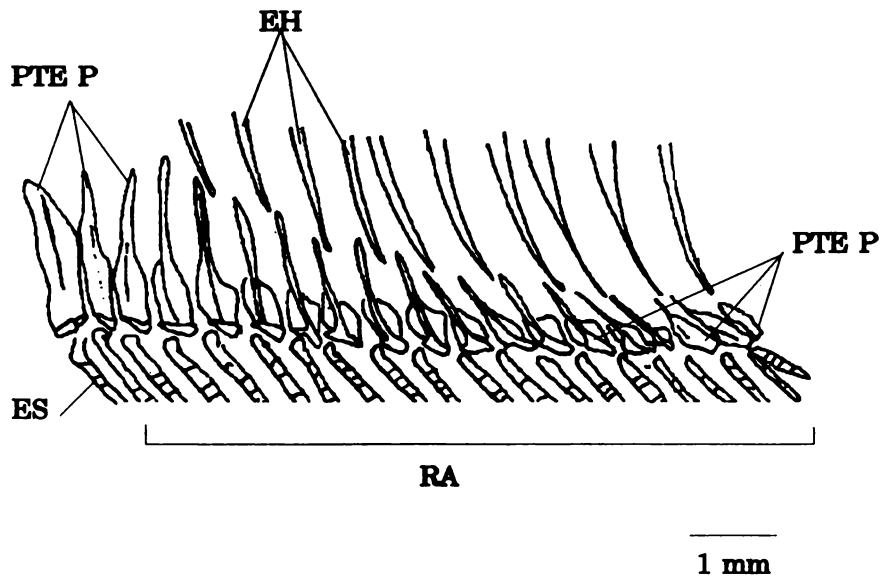


LÁMINA 19. Aleta anal. EH: espina hemal, ES: espina, PTE P: pterigióforos proximales; RA: radios.

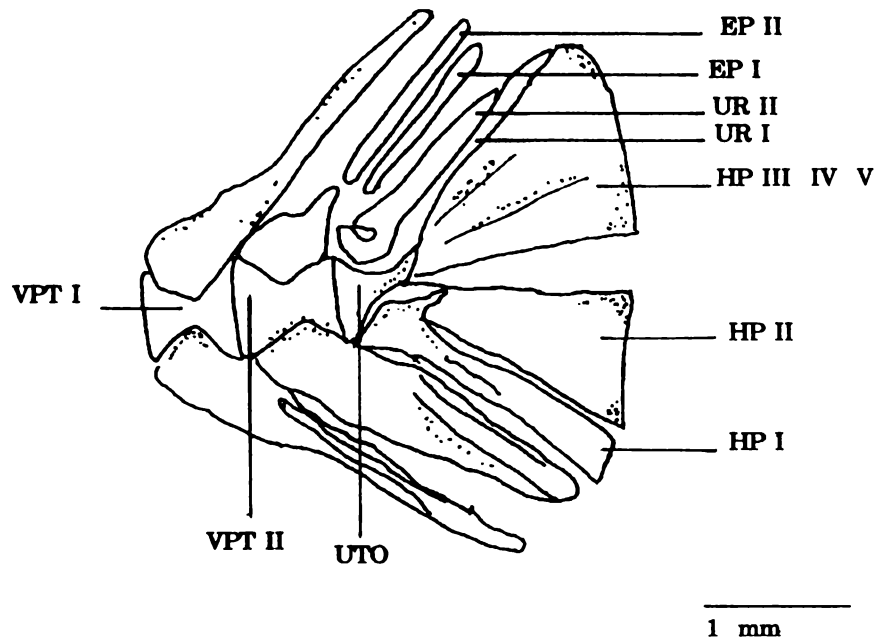


LÁMINA 20. Complejo caudal. EP I-II: epurales, HP I-V: hipurales, UR I-II: uroneurales, UTO: urostilo, VPT I-II: vértebras preterminales.

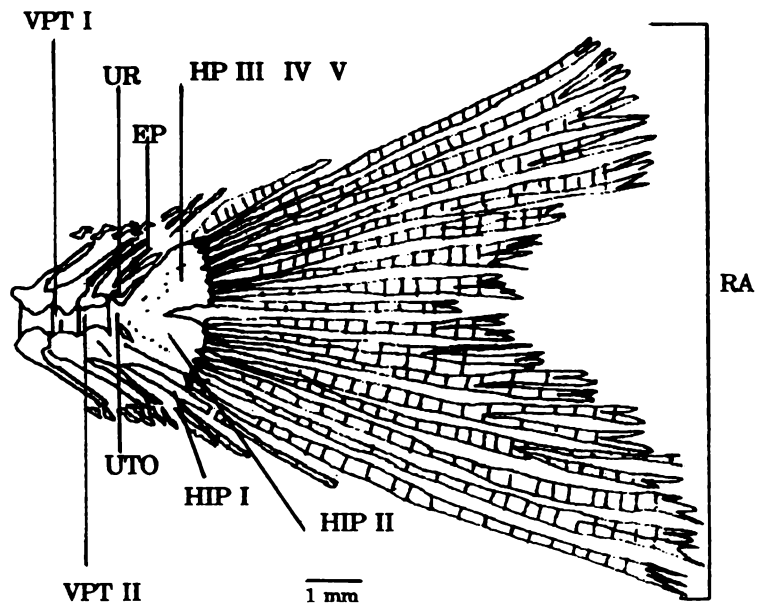


LÁMINA 21. Aleta caudal. EP: epurales, HIP I-V: hipurales, UR: uroneurales, UTO: urostilo, VPT: vértebras preterminales.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, J., 1948. Catálogo de los Peces de las Aguas Continentales Mexicanas. Tesis, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN., 617 pp.
- , 1966. Contribución al conocimiento de los bagres fósiles de Chapala y Zacoalco, Jalisco, México. *Paleoecología*, 1: 1-26.
- ALVAREZ, J. y J. ARREOLA, 1972. Primer Goodeido fósil. Procedente del Plioceno Jalisciense (Pisces, Teleostomi). *Bol. Soc. Cienc. Nat. Jalisco, A.C.*, (6): 6-15.
- ALVAREZ, J., 1974. Contribución al conocimiento de los peces fósiles de Chapala y Zacoalco (Aterinidos y Ciprinidos). *Anales del INAH.*, (4): 191-209.
- ALVAREZ, J. A y MA. E. MONCAYO., 1976. Contribución a la paleoictiología de la cuenca de México. Epoca 7a., 4:191-292.
- BARBOUR, C. D., 1973. The systematics and evolution of the genus *Chirostoma* Swainson (Pisces, Atherinidae). *Tulane Stud. Zool. and Bot.*, 18: 97-141.
- BARBOUR, C. D. y B. CHERNOFF, 1984. Comparative morphology and morphometrics of the pescados blancos (Genus *Chirostoma*) from lake Chapala, Mexico. In: *Biology of species flocks*. Echelle y Kornfield, eds. Oklahoma State University Press, stillwater. 11-127.
- BUSSING, W. A., 1978. Taxonomic status of the atherinid fish genus *Melaniris* in Lower Central America, with the description of three new species. *Revista Biológica Tropical*. Costa Rica, 26 (2): 391-414.
- CHERNOFF, B., 1986a. Phylogenetic relationships and reclassification of Menidiine silverside fishes with emphasis on the tribe Membradini. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 138 (1): 189-249.
- , 1986b. Systematics of American atherinid fishes of the genus *Atherinella*. I. The subgenus *Atherinella*. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, 138(1): 86-188.
- DE BUEN, F., 1945. Investigaciones sobre ictiología mexicana. I. Atherinidae de aguas continentales de México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México*, 16 (2): 475-532.
- GREGORY, W. K., 1933. Fish skulls: a study of the evolution of natural mechanism. *Trans. Amer. Philos. Soc. n. s.*, 23(2): 75-481.
- GREENWOOD, P. H.; D. E. ROSEN, S. H. WEITZMAN and G. S. MYERS, 1966. Phyletic studies of Teleostean fishes with a provisional classification of living form. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 131 (4): 341-453.
- HOLLISTER, G., 1934. Clearing and dyeing fish for bone study. *Zoológica*, 12 (10): 89-101.
- HUBBS, C. L., 1919. A comparative study of the bones forming the opercular series fishes. *J. Morph.*, 33(1): 61-71.
- , 1920. Notes on the atherine fishes of Colombia. Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan. (8): 6 pp.
- INEGI, 1985. Síntesis geográfica del estado de Michoacán. Dirección General de Geografía, 39-45.
- JORDAN, D. S. and C. L. HUBBS, 1919. Studies in ichthyology. A monographic review of the family Atherinidae or silversides. Stanford Univ. Pub., Univ. Ser. in Ichthyol., 40: 1-87.
- KOBELKOWSKY, A. y A. RESENDEZ, 1972. Estudio comparativo del endoesqueleto de *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Pisces: Perciformes). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México.*, 43: Ser. Cienc. del Mar y Limnol., (1): 33-84, 31 láms.
- KULLANDER, S. 1988. *Telocichla*, a new genus of south american Rheophilic Cichlid fishes with six new species. (Teleostei: Chichlidae). *Copeia*, (1): 196-230.
- LAGLER, K., J. E. BARDACH y R. R. MILLER, 1962. Ichthyology. John Wiley and Sons, Inc. 489 pp.
- MEEK, S. E., 1902. A contribution to the Ichthyology of Mexico. Field Columbian. Mus. Publ. 65, Zool. Ser., 3 (6): 63-128.
- MÉJIA-MOJICA, H. y E. DÍAZ-PARDO, 1991. Descripción del cráneo de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae). *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.*, 34: 191-214.

- MILLER, R. R., 1966. Geographical distribution of Central American freshwaters fishes. *Copeia*, (4): 773-802.
- , 1976. An evaluation of Seath E. Meek's contributions to Mexican ichthyology. *Fieldiana Zool.*, 69 (1): 1-31.
- , 1982. Pisces. En: *Aquatic Biota Mexico, Central American West Indies*. S. H. Hurlbert and A. Villalobos eds. San Diego State, University, 486-501.
- , 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *An. Esc. nac. Cien. biol. Méx.* 30: 1-29.
- MONCAYO, LÓPEZ M. E., 1981. Osteología de *Notropis aztecus* Woolman, 1894. (Pisces: Cyprinidae). *An. Esc. nac. Cien. biol. Méx.*, 24: 95-143.
- PATTEN, J., 1978. Osteology, relationships and classification of hardyheads of the subfamily *Atherinidae* (Pisces: Atherinidae). Unpublished M. S. Thesis, Macquarie University, Australia, 170 pp.
- REGAN, C. T., 1906. *Biologia Centrali Americana*. Taylor and Francis, Red Lion Court, Fret Street, 8: 1-203.
- ROSEN, D. E., 1964. The relationships and taxonomic position of Halfbeaks, killifishes, silversides and their relatives. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 127 (5): 217-268.
- ROSEN, D. E. y R. M. BAILEY, 1963. The poeciliid fishes (Cyprinodontiformes), their structure, zoogeography and systematics. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 126 (1): 1-176.
- STARKS, E. C., 1889. The osteological characters of the fishes of the suborder Percosoces. *U. S. Nat. Mus.*, 20: 1-10.
- SCHULTZ, L. 1948. A revision of six subfamilies of atherine fishes with descriptions of new genera and specie Proc. *U. S. Nat. Mus.*, 98 (3220): 1-49.
- SMITH, M. L., T. M. CAVENDER and R. R. MILLER, 1975. Climatic and biogeographic significance of fish fauna from the late Pliocene-early Pleistocene on the lake Chapala Basin (Jalisco, Mexico). *Stratigraphy. Univ. Michigan Pap. Paleont.*, (12): 29-38.
- WEITZMAN, S. H., 1962. The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish with an osteological definition of the family. *Stanford Ichthyol. Bull.*, 8 (1): 1-77.
- WHITE, B., 1985. Evolutionary relationships of the Atherinopsinae (Pisces: Atherinidae). *Contributions in Science. Natural History Museum, Los Angeles Country*. (368): 1-20.