

Descripción del cráneo de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae)

HUMBERTO MEJIA-MOJICA
Laboratorio de Ictiología
Centro de Investigaciones Biológicas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Avenida Universidad 1001
Colonia Chamilpa
Cuernavaca, Morelos, México

EDMUNDO DIAZ-PARDO*
Sección de Ictiología y Ecología de Aguas Dulces
Laboratorio de Cordados
Departamento de Zoología
Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.
Prol. de Carpio y Plan de Ayala
Apartado Postal 42-186
11340 México, D.F.

MEJÍA-MOJICA, H. y E. DÍAZ-PARDO, 1991. Descripción del cráneo de *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae). *An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx.* **34**: 191-214.

RESUMEN. Se describe el cráneo de *Astyanax fasciatus* haciendo mención de la forma y accidentes anatómicos de sus componentes, así como las relaciones articulares.

Los resultados arrojan un número de 57 piezas pares e impares, de origen dérmico y cartilaginoso que se agrupan por regiones de acuerdo con Gregory (1959), encontrándose conformadas como típicamente se presentan en la familia Characidae (Gregory y Conrad, 1938). Entre las estructuras más notables se encuentra la presencia de dientes en el tercer suspensor faríngeo, carácter aparentemente específico de *Astyanax fasciatus*.

INTRODUCCIÓN

La familia Characidae comprende de 250 a 270 géneros (Weitzman, 1962), que habitan los continentes africano y americano; en América se distribuyen desde el sur de Texas hasta Argentina (Miller, 1966).

Siendo un grupo tan numeroso y diversificado, se han presentado diversos problemas en torno a su taxonomía (Myers, 1949) y en el entendimiento de sus relaciones filogenéticas.

* Becario de la COFAA.

Algunos autores proponen realizar estudios taxonómicos más profundos que los simples conteos externos, para ello basan sus arreglos sistemáticos en análisis osteológicos comparativos, como Gregory y Conrad (1938), quienes proponen una clasificación de la familia Characidae basada en la comparación craneal de las nueve subfamilias. Myers (1929) estudió la estructura ósea de dos especies de carácidos africanos que al parecer pertenecían a un sólo género y concluyó separarlos en *Alestes* y *Brycinus*.

En México, son reconocidos cinco géneros de la familia Characidae (Alvarez, 1970) en los que se incluye *Astyanax fasciatus* que habita en gran parte de la República Mexicana (Miller, 1966). No obstante algunos investigadores señalan que *A. fasciatus* no es el único taxón del género presente en México; Weitzman (com. pers.) opina que la especie que habita nuestro país probablemente no sea *A. fasciatus*; así mismo, Contreras (1976) menciona que en el norte de México se encuentra *A. mexicanus*; Lozano y Contreras (1987) enlistan a *A. aeneus* para algunas localidades de Chiapas cerca de Guatemala y a *Astyanax sp.*, forma no descrita, del Usumacinta; mientras que Alvarez (op. cit.) opina que *Astyanax fasciatus* está representado por varias subespecies, siendo la de la Cuenca del Balsas *A. fasciatus mexicanus*.

Por ello, al no existir en la actualidad un consenso general que esclarezca la situación taxonómica de dicha especie, se presenta la descripción del cráneo en ejemplares de la Cuenca del Balsas, que servirá de base para futuras comparaciones con otras poblaciones.

METODOLOGÍA

Los organismos usados para el estudio fueron capturados en el río Amacuzac, tributario del Balsas en el Municipio de Jojutla, Morelos, México. Se fijaron en formol al 10%, posteriormente lavados y preservados en alcohol al 70%, todos ellos concordaron con las características que cita Alvarez (1970) para *Astyanax fasciatus*. Más tarde se utilizó la técnica de tinción y transparentación propuesta por Hollister (1934), y modificada para la talla de nuestros organismos.

Para evitar errores, dado que durante el desarrollo ontogénico ocurren cambios en el grado de osificación, todos los ejemplares analizados tuvieron tallas adultas; para la nomenclatura ósea y terminología se siguieron los trabajos de Gregory (1959), Harrington (1955), Weitzman (1954; 1962), y Kobelkowsky y Reséndez (1970).

RESULTADOS

NEUROCRANEO

REGIÓN OLFATORIA (figuras 1 a 4)

ETMOIDES MEDIO (Fig. 1). Se encuentra colocado en la parte anterior del neurocráneo y es de forma irregular. La porción anterior lleva tres procesos bien marcados: uno anterior que es muy ancho y termina de forma redondeada, el cual se articula con los procesos ascendentes de los premaxilares y a su vez los separa uno del otro, los dos procesos laterales dan la apariencia de estructuras alares a la pieza y están colocados a cada costado del proceso anterior.

La cara dorsal es de superficie lisa y está libre de accidentes anatómicos, mientras que la ventral muestra diversas estructuras como es el surco transversal anterior, el cual sirve

para la recepción sinartrosis del vómer; posterior a éste se encuentra una pequeña lamina transversal, que se articula con una similar del vómer.

ETMOIDES LATERAL (Fig. 2). Forma parte de la pared interna y anterior de la cuenca ocular, y separa a ésta del saco olfatorio; se proyecta como una lámina dorsoventral cuya mayor superficie la constituyen sus caras anterior y posterior. El dorso de la pieza articula con la quilla ventral del frontal y con el borde posterior del etmoides medio. El borde lateral interno lleva una amplia escotadura dorsomedial y como es el sitio en el cual se articula su par simétrico, deja una ventana por la que corren algunos nervios; probablemente el rinoesfenoides no osificado se asiente en este sitio. La cara anterior es lisa con sólo dos forámenes que la atraviesan, lleva tres procesos de los cuales uno es espiniforme y se coloca cerca del borde ventral proyectándose hacia el frente, para articular con la porción rectangular del vómer.

VOMER (Fig. 3). Esta pieza triangular forma parte del techo de la cavidad bucal, su borde anterior es apenas cóncavo llevando dos procesos laterales dirigidos hacia abajo, a lo largo de este borde descansan los procesos alares del etmoides medio, ambos están articulados por medio de una unión sincrondal; por detrás de esta unión, la pieza lleva un proceso laminar a cada costado, mismo que recibe el proceso espiniforme del etmoides lateral. El borde posterior termina en forma de una punta roma, la cual encaja en la fosa anterior del paraesfenoides. La cara dorsal es plana y se divide en dos partes, la anterior es ancha con una lámina media dorsal que se articula a una similar del etmoides medio, así mismo, lleva en sus esquinas dos pequeñas fosetas; la parte posterior de la misma cara forma la porción triangular del hueso que se inserta por completo a la fosa anterior del paraesfenoides. La cara ventral es similar a la dorsal pero sin sus accidentes anatómicos, presenta dos forámenes anteriores, uno a cada costado, que se abren hacia el dorso, correspondiendo a los conductos del *Ramus bucalis* del nervio facial (Weitzman, 1962).

NASAL (Fig. 4). Rodea parte del orificio nasal, es un breve tubo lateral, poco curvo, por su parte anterior se conecta con el frontal y por su costado al etmoides medio mediante dos pequeñas quillas.

REGIÓN ORBITAL (figuras 5 a 12)

CIRCUMORBITALES (Figs. 5, 6, 7, 8 (a) (b) (c)). Están representados por cinco huesos (lacrimal, yugal, orbital 3, 4, 5) y un dermoesfenótico, todos ellos laminares, si bien el orbital 3 es de mayor tamaño. Rodean la porción inferior y posterior de la órbita llevando el canal sensorial circunorbital que se origina en el lacrimal y emerge en la parte dorsal del cráneo, por el dermoesfenótico.

ANTERORBITAL (Fig. 9). Rodea la parte inferior del orificio nasal, está representado por un elemento muy pequeño a manera de estilete cuyo extremo ventral es más ancho y se relaciona con el lacrimal.

ORBITOESFENOIDES (Fig. 10). Forma parte del piso craneal y de las paredes de la cuenca ocular dividiendo a ambas. Su forma es peculiar por ser lateralmente simétrico, está formado por un eje central que se proyecta hacia delante y hacia abajo dando origen a una apófisis libre prolongada casi hasta el etmoides medio; hacia los lados del eje se desprenden dos procesos laminares que se dirigen dorsad asemejando a la pieza con una ave en vuelo. Los bordes dorsales de estos procesos se articulan con las quillas ventrales de los frontales y a las paredes laterales del etmoides medio. El margen anterior del orbi-

toesfenoides forma el proceso espiniforme del eje central, sus flancos cóncavos constituyen parte de la ventana hipofisiaria; el margen posterior articula con el pteroesfenoides y lleva una pequeña escotadura por la que atraviesa el nervio troclear.

La cara ventral es convexa y lisa, aunque lleva una quilla media que no es más que la base de la apófisis espinosa mencionada.

PTEROESFENOIDES (Fig. 11). Este hueso, de forma semicuadrada y márgenes regulares, ayuda a delimitar la cuenca ocular, su borde anterior lleva una pequeña escotadura que junto con una similar del orbitoesfenoides, permite el paso de los pares craneales que se relacionan con el globo ocular; el borde dorsal se articula con las quillas de los frontales, mientras que las paredes dorsal y ventral del borde posterior se relacionan con el proótico y esfenótico de manera respectiva.

Las caras interna y externa son lisas y sin accidentes, a excepción de una cresta que recorre la cara externa de la pieza en sentido anteroposterior y dos fosetas dispuestas ventralmente a esta cresta.

FRONTAL (Fig. 12). Laminar y delgado, forma el techo de la cavidad craneal. Sus bordes anterior y posterior son finos y ligeramente ondulados, el primero se articula con el etmoides medio y el nasal, mientras que el posterior lleva sobrepuesto el parietal; el borde lateral interno está separado de su par simétrico formando la fontanela craneal y relacionándose uno con el otro sólo por la barra cartilaginosa epifisiaria que sobresale medialmente en este borde; el borde lateral externo denota dos porciones distintas en estructura, la primera corresponde a la porción posterior y es de forma irregular y articula al esfenótico por delante y al pterótico por detrás, la porción anterior del mismo borde es libre y contribuye a delimitar la porción superior de la cuenca ocular.

La cara dorsal no tiene accidentes anatómicos, mientras que la ventral muestra en su parte media anterior y anteroposterior una amplia quilla que lleva un canal sensorial y articula por delante con el etmoides lateral y orbitoesfenoides. En la parte media de esta misma cara y dispuesta transversalmente, se forma la barra epifisiaria cartilaginosa (Sagemel, 1858; Weitzman, 1962).

REGIÓN ÓTICA (figuras 13 a 21)

ESFENÓTICO (Fig. 13). Forma parte de las paredes laterales del neurocráneo colocado por debajo de los frontales. Es de forma irregular, con sus bordes dorsal, posterior y anterior de márgenes más o menos rectos y continuos, articulados de manera firme con el frontal y el pterótico; el borde ventral articula con el proótico y muestra una estructura más irregular y amplia dado que lleva la continuación de la barra epifisiaria.

La cara interna es muy irregular y principalmente se forma por una laminilla proyectada en sentido transversal a la cara. La parte ventral de la cara externa es atravesada por un proceso que se engruesa a medida que corre posterad abandonando la pieza, de manera que su extremo posterior es libre y es la continuación de la barra epifisiaria.

PTERÓTICO (Fig. 14). Localizado hacia la parte ventral del frontal y el parietal, forma parte de las paredes laterales de la caja craneal. Su borde anterior se articula al esfenótico, ambos huesos llevan una escotadura media que determina la formación de un amplio foramen; la porción inferior del borde posterior se une al exoccipital de manera sólida, mientras que la superior es ligeramente curvada hacia el interior del cráneo formando parte del canal semicircular horizontal y articulando con el epiótico; el margen

dorsal lleva dos pequeños procesos sobre los que se solapa el parietal y determina la formación de la fosa posttemporal.

Las caras del pterótico son curvas dando la apariencia de una U, abierta hacia la parte ventral; la cara externa es fuertemente convexa e irregular y con diferentes accidentes anatómicos, entre los que destaca una apófisis laminar de base gruesa, que divide la cara en dos mitades, la superior forma el techo del neurocráneo y la inferior las paredes del mismo. De la cara interna se desprende una cresta laminar de colocación transversal que lleva tres fosetas, una detrás de la otra representando el canal semicircular horizontal.

PROOTICO (Fig. 15). Es una pieza grande de forma redondeada que contribuye a formar parte de las paredes y el piso del neurocráneo.

El borde dorsal en su porción anterior se articula con el esfenótico, mientras que la posterior lo hace de manera firme al pterótico; el borde ventral lleva una articulación de sutura dentada y está unido al proceso dorsal del paraesfenoides; el borde posterior forma una concavidad profunda llamada *reseso sacular anterior* (Weitzman, 1962) que alberga a la sagita y está estrechamente relacionado al exoccipital y al basioccipital.

La cara externa tiene la mitad superior plana y la inferior convexa, ambas muy accidentadas, sobresaliendo dos amplios forámenes que se relacionan con la presencia de la cámara sacular del oído interno. La cara interna es una superficie muy compleja, en ella se aprecian dos procesos laminares, uno sobre la parte media y el otro sobre el margen anterior; asimismo, se forma un reborde a manera de T que forma tres fosetas y un proceso, la anterior de las primeras corresponde al utrículo, mientras que el proceso se articula con su par simétrico en el plano medio sagital del cráneo, dando lugar, junto con el paraesfenoides, al miodomo ventral neurocraneal; otro proceso que corresponde al brazo anterior de la T se articula al paraesfenoides.

EPIOTICO (Fig. 16.). Se asemeja a una T cuya parte basal está dirigida hacia delante y los brazos en dirección dorsoventral. La porción basal de la T es un proceso ligeramente redondeado que se proyecta anteroposteriormente y se ensancha para articular con el parietal, este proceso da lugar a la formación de las dos fosas posttemporales. La porción posterior, que representa los brazos de la T, es de forma redondeada y está atravesada en toda su longitud por un estrecho canal donde se aloja el conducto semicircular ventral (Weitzman, 1962); del margen posterior del brazo se proyecta un proceso laminar triangular sobre el cual se articula el supraoccipital en el extremo dorsal, mientras que el exoccipital lo hace sobre la parte inferior del mismo margen.

OPISTOTICO (Fig. 17). Localizado en el piso de la caja craneal; es un pequeño hueso redondeado que articula en el ángulo donde se unen el proótico, pterótico y exoccipital.

PARIETAL (Fig. 18). Constituye la porción posterior del techo de la cavidad cefálica; se trata de una pieza laminar delgada, en forma de abanico. Su borde anterior articula con el frontal mostrando una escotadura media que marca la penetración del canal sensorial frontal; el borde posterior se curva de tal forma que se distinguen dos porciones, una longitudinal que origina un proceso espinoso donde se inserta el canal lateral de la cresta del supraoccipital; la segunda porción se dispone en sentido dorsoventral y articula totalmente con el pterótico; el borde medial o interno es libre y forma la región posterior de la fontanela craneal.

Las caras interna y externa son lisas y continuas, sin accidentes anatómicos aparentes,

apreciándose sólo el canal sensorial dorsal que recorre la pieza medialmente en sentido anteroposterior.

SUPRAOCCIPITAL (Fig. 19). Es la parte más distal del neurocráneo y corresponde a una pieza en forma de Y invertida en la que se reconocen tres regiones, una media y dos inferiores laterales. La porción media es un largo proceso de base gruesa que se aguza conforme se dirige hacia atrás terminando en una punta roma, el proceso por su dorso lleva un surco que representa la última parte de la fontanela craneal, ventralmente se desprende una quilla que se relaciona con el *complejo neural* del Aparato de Weber. Cada una de las porciones laterales son simétricas y se asemejan a procesos laminares alares, la cara externa muestra un reborde medial a manera de arco que representa al canal semi-circular vertical, asimismo el margen situado por delante del arco mencionado delimita la fosa posttemporal superior; las porciones laterales simétricas se unen entre sí en la línea media sagital manifestándose de esta unión el proceso dorsal triangular ya descrito, así como la quilla relacionada con el Aparato de Weber.

EXOCCIPITAL (Fig. 20). Es una pieza muy compleja que se divide en dos partes una ventral globosa y una dorsal laminar.

La porción globosa es una estructura laminar y muy cóncava, que representa el techo de la cápsula ótica, específicamente de la lagena; por encima de la estructura globosa se localiza el foramen por donde corre el nervio glossofaríngeo (Weitzman, 1962); asimismo, se reconocen dos procesos triangulares anteriores y uno pequeño posterior.

La porción laminar dorsal forma una superficie ancha y ondulada que determina que se formen partes cóncavas y convexas; hacia la parte inferior hay un foramen por el que corre el nervio neumogástrico. Esta porción laminar al unirse con su par simétrico deja hacia la parte superior el foramen *magnum* y por debajo el *cavum sinus imparis* (Weitzman, 1962).

OTOLITOS (Fig. 21(a)(b)(c)). Están representados por tres piezas de diferente forma y disposición, el más grande es el *asteriscus* con forma de estrella y con un surco medio o *salcus*, se coloca en la cámara lagenar formada por el exoccipital y el supraoccipital. El más pequeño es el *lapillus* de forma pentagonal y alojado en el piso del proótico. La *sagita* es el otolito alargado a manera de estilete con la porción anterior ancha y la posterior de forma aguzada, descansa en la zona de unión de los basioccipital, supraoccipital y proótico.

REGIÓN BASAL. (figuras 22 y 23)

PARAESFENOIDES (Fig. 22). Es la pieza craneal más alargada, pues se extiende desde el techo de la cavidad bucal hasta la base posterior del cráneo. A la mitad de su recorrido presenta dos procesos dirigidos dorsalmente que articulan, mediante una sutura dentada, con el proótico; la porción anterior de la pieza es de márgenes lisos y continuos, y en su dorso se forma una foseta triangular que recibe totalmente la parte posterior del vómer; la porción posterior de la pieza tiene dos procesos laminares, alargados, dispuestos dorsoventralmente y que junto con los procesos dorsales forman una concavidad que es el miodomo ventral. La pieza lleva una quilla media ventral donde se unen, por ligamentos, los suspensores faríngeos del branquiocráneo.

BASIOCCIPITAL (Fig. 23). Asentado en la base del cráneo, es un hueso de forma globosa aunque irregular; lleva tres porciones claramente diferenciadas, una anterior que es-

tá formada por dos procesos de dirección anteroposterior y que articulan dorsalmente con el proótico y ventralmente con los procesos posteriores del paraesfenoides. La porción media es la más notable de la pieza y está formada por dos grandes concavidades semicirculares que representan las cámaras lagenares del asteriscus, por delante de estas cámaras se forma una pequeña depresión donde se aloja la *sagita*; toda esta porción articula, por su dorso, con el exoccipital.

La parte posterior de la pieza, es un grueso proceso que asemeja una vértebra y es precisamente aquí en donde se articula la primera de ellas, este proceso representa el agregado vertebral embrionario.

BRANQUIOCRANEO

REGIÓN OROMANDIBULAR. (figuras 24 a 33)

MAXILAR (Fig. 24). Forma los márgenes laterales de la boca y es una pieza laminar colocada en sentido dorsoventral, de tal manera que forma un ángulo de 45° con respecto al paraesfenoides. Su borde dorsal, de forma aguada, se curva ligeramente hacia la parte media del neurocráneo y se articula con el premaxilar mediante un ligamento; los bordes ventral y posterior son continuos, lisos y libres de accidentes anatómicos, mientras que el anterior es el más complejo de la pieza, pues su porción media ventral es lisa y redondeada, y la media dorsal es más recta, poco engrosada y en la mayoría de los ejemplares lleva dos dientes pentacúspides.

PREMAXILAR (Fig. 25). Una pieza ancha y gruesa de forma semirectangular, de la cual sobresale un proceso de base gruesa y de dirección dorso posterior; el resto de sus bordes no llevan estructuras notables a excepción del lateral externo que muestra una pequeña escotadura para la recepción del maxilar y el borde ventral que soporta dos hileras de dientes pentacúspides.

DENTARIO (Fig. 26). Está colocado en sentido anteroposterior de tal manera que muestra dos caras, una lateral externa y la otra interna, por el frente se articula con su par simétrico formando la sínfisis mentoneana. El margen dorsal del tercio anterior, lleva una hilera de dientes pentacúspides que decrecen en tamaño conforme se acercan al tercio medio en donde terminan; el borde posterior de la pieza es laminar y lleva una amplia escotadura en la cual se inserta el articular. En los ejemplares de mayor talla, en el borde ventral, se presenta un reborde anterior bien marcado.

Las caras interna y externa están recorridas, en su porción media, por un canal sensorial, la primera de estas caras es cóncava y por consecuencia la externa es convexa.

ARTICULAR (Fig. 27). De forma muy irregular, esta pieza juega un papel muy importante en el movimiento de la mandíbula, ya que en su borde posterior articula artróticamente el hueso cuadrado que permite el movimiento del dentario; ventral a esta articulación, hay una pequeña escotadura en la cual se inserta el angular. La pieza muestra tres procesos bien definidos que representan en conjunto el borde anterior; de éstos, el más dorsal es ligeramente redondeado y se dirige hacia arriba, el medio es el más desarrollado con su extremo libre y aguzado, el ventral es el más pequeño y redondeado; los tres mantienen una estrecha relación con la pared posterior interna del dentario.

La cara externa lleva fosetas y rebordes dados por la impresión del dentario, así como un canal sensorial en su extremo ventral; la cara interna, más accidentada que la externa,

tiene un par de rebordes medios que forman la fosa de Meckel que aloja al sesamoides.

SESAMOIDAL (Fig. 28). Insertado en la cara interna del articular, es una pieza de forma oval muy pequeña, con su cara externa plana y la interna con una quilla media.

ANGULAR (Fig. 29). Representado por una pieza redondeada aún más pequeña que el sesamoidal; su cara interna, así como el borde dorsal, articulan sólidamente a la escotadura anterior ventral del articular.

PALATINO (Fig. 30). Laminar delgado y de forma más o menos cuadrada, colocado por delante de los pterigoides y posterior al premaxilar, forma la porción más anterior del techo de la boca. El borde anterior es muy grueso y esponjoso, y en su extremo lateral interno se desarrolla una pequeña apófisis, aguzada en ejemplares mayores y reducida en jóvenes. El borde posterior está articulado al ectopterigoides que incluso solapa parte de la cara ventral.

MESOPTERIGOIDES (Fig. 31). Se trata de una pieza triangular laminar y muy delgada que delimita la cuenca ocular de la cavidad bucal; se coloca de manera oblicua con la base del triángulo hacia abajo. El borde anterior es libre y lleva dos procesos, uno espini-forme y otro redondeado. El borde posterior es liso con la mitad inferior convexa y la superior cóncava, en la primera encaja el borde anterior del metapterigoides. El borde dorsal o sea el más proximal a la línea media, corre paralelo al paraesfenoides. El borde ventral es ligeramente cóncavo y más grueso que el resto de la pieza, uniéndose al ectopterigoides.

Las caras dorsal y ventral en lo general son lisas y continuas, la primera forma el piso de la cuenca ocular y su contraria el techo de la cavidad bucal.

ECTOPTERIGOIDES (Fig. 32). También triangular, pero con la base dirigida anteriormente, se encuentra colocado paralelo al metapterigoides. El borde posterior representa la porción más angosta de la pieza y articula con el proceso ascendente del hueso cuadrado. El borde dorsal o interno está articulado con el mesopterigoides en toda su extensión, excepto por una pequeña porción anterior la cual da lugar a que se forme una ventana. El borde anterior es de forma irregular y lleva unido, de forma sólida, el hueso palatino.

METAPTERIGOIDES (Fig. 33). Es una pieza laminar, de forma irregular, con las porciones anterior y posterior anchas, y su parte media constreñida dorso-lateralmente. El borde dorsal es un margen liso y dividido en dos porciones, una anterior que es recta y se proyecta hacia la línea media de la cara interna de la misma pieza, donde forma un reborde bien marcado; la segunda porción se dirige hacia el dorso y articula con el mesopterigoides. El borde anterior presenta un margen engrosado y está articulado al proceso ascendente del cuadrado y al metapterigoides. El borde posterior es el más ancho de la pieza, es de perfil convexo e irregular en individuos jóvenes y articula con el hiomandibular. El borde ventral es cóncavo y forma la parte superior de la ventana subocular (Weitzman, 1962).

Las caras interna y externa son lisas y delgadas, en las que sólo se aprecia la proyección del borde dorsal.

REGIÓN HIOIDEA (figuras 34 a 42)

HIOMANDIBULAR (Fig. 34). Se trata de una pieza delgada y alargada, localizada en la porción media lateral de la caja cefálica.

El borde dorsal es de márgenes gruesos y perfil convexo, está firmemente articulado al esfenótico y pterótico formando la suspensión hiostílica. El borde ventral se forma por un corto proceso a manera de barra; el borde anterior es casi recto, delgado y libre, apenas articula con el metapterigoides. El borde posterior lleva en su parte superior un cóndilo articular que se conecta al opérculo, mientras que su porción media y baja muestran un canal articular para el borde anterior del opérculo.

Las caras externa e interna son planas y lisas, excepto que la primera de ellas muestra una foseta superior dada por la formación del cóndilo articular mencionado.

SIMPLECTICO (figura 35). Es un hueso delgado redondeado, a manera de una espina, que se encuentra estrechamente relacionado con el cuadrado y por ligamento con el interhial.

CUADRADO (Fig. 36). Se localiza por detrás del articular, con el que hace diartrosis permitiendo el movimiento de la boca. Es una pieza en forma de L, el brazo vertical es el más corto y se forma por un proceso más o menos rectangular que articula con el metapterigoides, y juntos forman la ventana subocular; en la base de esta apófisis, justo donde se une con el proceso horizontal, se forma la fosa diartrosica. El brazo horizontal lleva en su porción dorsal una apófisis espiniforme que se relaciona estrechamente al simpléctico.

La cara interna lleva en su parte media un borde cortante y por delante una pequeña escotadura.

INTERHIAL (Fig. 37 a). Muy pequeño, de forma simétrica aunque irregular, se une por cartílago a la porción posterior del simpléctico y al borde ventral del hiomandibular.

EPIHIAL (Fig. 37 b). Laminar, más o menos triangular, con su borde anterior liso, recto y articulado al ceratohial. El borde posterior, también liso, lleva una ligera escotadura en la que articula el borde ventral del interhial.

Las caras, externa e interna, son lisas y libres de accidentes anatómicos, sobre la primera se articula el primer branquióstego; la interna lleva un foramen que se continúa a todo lo largo del hueso como un canal bien definido.

CERATOHIAL (Fig. 38 a). De forma semirectangular, laminar y poco engrosado. Su borde posterior es recto y articula con el epihial. El borde dorsal lleva un surco medio que anteriormente se bifurca en dos procesos, uno dorsal que se une con el hipohial dorsal, y otro ventral, cóncavo, que forma parte del borde anterior del hueso y articula con el hipohial ventral. El borde ventral lleva tres escotaduras en las que articulan cada uno de los radios branquiostegos.

HIPOHIAL VENTRAL (Fig. 38 b). De forma más o menos triangular y márgenes irregulares. El borde dorsal articula con el hipohial dorsal dejando entre ambos una foseta. El borde posterior es recto y engrosado y se relaciona con el ceratohial. La cara interna presenta sobre su margen medio un engrosamiento que se une al hipohial dorsal.

HIPOHIAL DORSAL (FFig. 38 c). De menor tamaño que el ventral, es de forma irregular a manera de una V invertida. Su extremo posterior forma un corto proceso que articula con el ceratohial, mientras que el anterior, más ancho y deprimido, se relaciona con la cara ventral del hipohial ventral. La forma arqueada del hueso provoca la formación de una ventana.

UROHIAL (Fig. 39). Se coloca sobre la línea media sagital del cráneo en la parte ventral de los huesos faríngeos, es de forma triangular, con su ápice engrosado y dirigido hacia adelante.

COMPLEJO OPERCULAR. Se compone de cuatro piezas laminares y delgadas que delimitan la abertura branquial.

El *opérculo* (Fig. 40) es el más grande de toda la serie, más o menos trapezoidal y de bordes irregulares, lleva en su borde anterior una fosa en la cual se articula el cóndilo del hiomandibular.

El *preopérculo* (Fig. 41) es en forma de media luna, con un brazo horizontal corto y ancho, y otro vertical delgado y alargado, mismo que se articula por medio de una apófisis cilíndrica con el hiomandibular y el opérculo. En la cara interna lleva el canal sensorial opercular que recorre la pieza en sentido anteroposterior.

El interopérculo y *subopérculo* (Fig. 42 (a) (b)) están colocados por debajo de los huesos operculares descritos, ambas piezas rectangulares, el primero de ellos tiene su ápice postead, mientras que el del otro hueso se dispone en sentido opuesto.

RADIOS BRANQUIOSTEGOS (Fig. 38 d). Son cuatro piezas alargadas y laminares localizadas en la parte ventral de la cabeza, todas ellas de forma, longitud y anchura similar, excepto el primero que es menos desarrollado. Los tres primeros huesos se articulan a las escotaduras ventrales del ceratohial y el último al epihial.

REGIÓN BRANQUIAL (figuras 43 y 44).

BASIHIAL (Fig. 43 a). Son dos piezas colocadas en sentido anteroposterior, una detrás de la otra; la primera es mayor, de forma cilíndrica, con sus porciones anterior y posterior un poco más anchas. El segundo hueso es muy corto y cilíndrico.

BASIBRANQUIALES (Fig. 43 b). Se trata de tres pequeños huesos colocados uno detrás del otro en la línea media branquial. El primero es alargado y delgado, tiene forma de flecha, con su borde anterior triangular y la posterior alargada y plana. El segundo es circular, con su extremo posterior aguzado, que penetra ligeramente hacia la parte ventral. El tercero es el más pequeño y de forma irregular.

HIPOBRANQUIALES (Fig. 43 c). Tres huesos colocados a cada costado de la línea media del branquiocráneo, soportan branquiespinas. El primero es rectangular, su borde anterior se encuentra con su par simétrico en la línea media sin unirse directamente; el borde posterior se une al primer ceratohial.

El segundo hueso es un poco mayor que el anterior y de igual forma, su borde posterior se relaciona con el segundo ceratohial. El tercero es de forma redondeada y articula con el tercer ceratohial.

CERATOBANQUIALES (Fig. 43 d). Forman la porción media de los arcos faríngeos y están representados por cuatro huesos alargados, cada uno de ellos lleva sobre su cara ventral los filamentos branquiales, así como un surco medio que corresponde al canal hemal, mientras que en la cara dorsal se asientan las branquiespinas.

EPIBRANQUIALES (Fig. 44 a). También en número de cuatro, representan la parte superior del arco faríngeo, son de forma y tamaño variado, todos ellos llevan branquiespinas y filamentos branquiales, así como el canal hemal en la línea media. Los tres primeros son alargados y continuos, mientras que el último es aplanado y ancho.

DIENTES FARINGEOS (Fig. 43 e y 44 b). Se encuentran soportados por dos placas, una dorsal y la otra ventral, estos dientes son pequeños y cónicos de ápice agudo. La placa dorsal es de forma elíptica y está conformada por dos mitades laminares separadas por una escotadura. La placa ventral es triangular, sostiene branquiespinas y lleva en su porción anterior una escotadura que origina un proceso cilíndrico que se proyecta fuera de la placa.

SUSPENSORES FARINGEOS (Fig. 44 b). Son tres pequeños huesos que constituyen la unión de los arcos faríngeos con el neurocráneo, su forma es variada pues los dos anteriores son triangulares y el último que es alargado y ancho, lleva pequeños dientes cónicos semejantes a los de las placas faríngeas.

DISCUSIÓN

El cráneo de *Astyanax fasciatus* se compone de 57 huesos, todos ellos pares a excepción del etmoides medio, vómer, orbitoesfenoides, supraoccipital, paraesfenoides, basioccipital, urohial y basihiales. La estructura craneal es típica de la mayoría de los carácidos, con una dentadura fuertemente aserrada y el maxilar en posición oblicua; estas características y muchas más determinan su colocación dentro de la subfamilia Characinae, según Gregory y Conrard (1938).

A la misma subfamilia pertenece *Brycon meeki*, en quien Weitzman (1962) señala la presencia de un etmoides cartilaginoso colocado entre el etmoides medio y el vómer; esta pieza no fue detectada en *A. fasciatus*, tal vez por que la técnica de tinción utilizada no permitió diferenciar el cartílago, sin embargo es probable que esa estructura esté presente ya que la porción en la que estaría colocado tiene una dura consistencia. En la misma región nasal de *Brycon*, Weitzman (1962) marca la presencia de un rinoesfenoides que es típico de la familia Characidae, y que en *Astyanax fasciatus* no se manifestó, sin embargo en adultos de esta última especie se denotan pequeños puntos de osificación en la zona correspondiente, lo que nos hace pensar que la osificación de esta pieza se lleva a cabo en una etapa posterior del desarrollo ontogénico de *A. fasciatus*.

El orbitoesfenoides de *A. fasciatus* presenta variaciones a través de la ontogenia, pues en los jóvenes el proceso anterior es menos desarrollado que en los adultos, este proceso quizás lleve algunos centros de osificación ya que en algunos ejemplares el proceso se prolonga tanto que casi toca a los etmoides laterales. Asimismo, el orbitoesfenoides muestra variaciones estructurales en individuos de la misma población, pues en algunos la porción posterior de la quilla ventral lleva una estructura a manera de escalón, la cual se acentúa aún en organismos de la misma talla.

Los frontales, siendo de origen dérmico, llevan ventralmente fusionada la barra epifisaria que según Sagemel (1901) es de origen cartilaginoso; a pesar de que evidentemente los frontales tienen doble origen han sido descritos como una sola pieza; también siendo piezas pares los frontales forman la fontanela craneal, la cual está cubierta por materia densa, posiblemente cartílago no osificado.

La región dorsal del paraesfenoides de *A. fasciatus* lleva colocada una pequeña quilla, que es muy desarrollada en algunos ejemplares, mientras que en otros es reducida; consecuentemente en esta zona donde confluyen el orbitoesfenoides, etmoides laterales y paraesfenoides muestran fuertes variaciones de osificación aún en ejemplares de la misma talla.

Los tres huesos que forman la mandíbula de *A. fasciatus* llevan dientes pentacúspides aserrados; el maxilar generalmente presenta dos, sin embargo en algunos ejemplares jóvenes y adultos sólo existe en uno o en ambos maxilares un único diente, ancho, pero siempre aserrado.

Esto difiere de lo mencionado por Alvarez (1970), el cual los describe como no aserrados. La longitud del dentario muestra variaciones en *A. fasciatus*, ya que en algunos individuos se muestra muy adelantado con respecto al premaxilar y en otros más atrasado,

sin embargo la pieza no muestra variaciones en cuanto a su estructura y forma.

La placa que lleva dispuestos los dientes faríngeos en *A. fasciatus* presenta la forma y estructura de un hueso faríngeo, dado que lleva en su borde anterior branquiespinas, lo que nos hace pensar que tal vez represente un faríngeo modificado, en particular un ceratohial.

La presencia de dientes en los suspensores faríngeos parece ser un carácter específico de *Astyanax fasciatus*, pues no han sido mencionados para ningún otro carácido.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro reconocimiento a Bertha Campos V. por la elaboración de los dibujos.

SUMMARY

A detailed description of cranial structure of *Astyanax fasciatus* is present, describing each element separately, specifying its articular relationships, form and anatomical accidents.

We found 57 craneal elements which are grouped by regions according to the classification proposed by Gregory (1959). These clearly fit in the Characidae family and the Characinae subfamily according to Gregory and Conrad (1930). Among the most important structures are the teeth found in the third pharyngeal suspensor.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, V. J., 1970. *Peces Mexicanos (Claves)*. Inst. Nal. de Investigaciones Biológicas Pesqueras, S.I.C.. Series Investigaciones pesqueras, estudio número 1. México. 45-47 pp.
- CASTEEL, R. W., 1976. *Fish remains in archaeology*. Academy Press. (London) 17-71 pp.
- CONTRERAS, S., 1976. *Peces, piscicultura, presas, polución, pesquerías y monitoreo en México. O la danza de las P*. Memorias del Simposio sobre pesquerías en aguas continentales. 315-345 pp.
- DAVIS, GORE. 1936. Clearing and staining skeleton of small vertebrates. *Field Museum Nat. Hist. Tech.*. Serie 4: 1-13 pp.
- GREGORY W. K., 1959. *Fish skull, a study of the evolution of the natural mechanisms*. Eric Lundberg laurel, Flda. 481 pp.
- GREGORY W. and M. CONRAD. 1938. The phylogeny of the characid fishes. *Zoologica (N.Y.)*, **23**: 319-360.
- HARRINGTON R., 1955. The osteocranium of the american cyprinid fish *Notropis bifrenatus*, with an annotated synonymy of teleost skull bones. *Copeia*, (4): 267-290.
- HOLLISTER G., 1934. Clearing and Dyeing fish for bone study. *Zoologica (N.Y.)*, **12**(10): 89-101.
- KOBELKOWSKY A. y M. A. RESÉNDEZ. 1972. Estudio comparativo del endoesqueleto de *Mugil cefalus* y *Mugil curema* (Pisces: Perciformes) *An. Inst. de Biol. U.N.A.M.*, **43**(1): 32-84.
- LOZANO V. L., y B.S., CONTRERAS. 1987. Lista zoogeográfica y ecológica de la ictiofauna continental de Chiapas, México. *The Southwestern Naturalist* **32**(2): 223-236.
- MILLER R., 1966. Geographical Distribution of Center America Freshwater Fishes. *Copeia*, (4): 773-802.
- MYERS G., 1929. Craneal Difference in the Characid fishes of the genera *Alestes* and *Brycinus*. With notes of the arrangement of related genera. *American Museum Novitates (N.Y.)*, **342**: 1-7.

- WEITZMAN S. H., 1954. The Osteology and the relationships of the south American Characid fishes of the Gasteropelecinae. *Stanford Ichthyological Bulletin*. 4(4): 213-264.
- WEITZMAN S. H., 1962. The Osteology of the Brycon meeki, a generalized Characid fish, with an osteological definition of the family. *Stanford Ichthyological bulletin*. 8(1): 1-77.

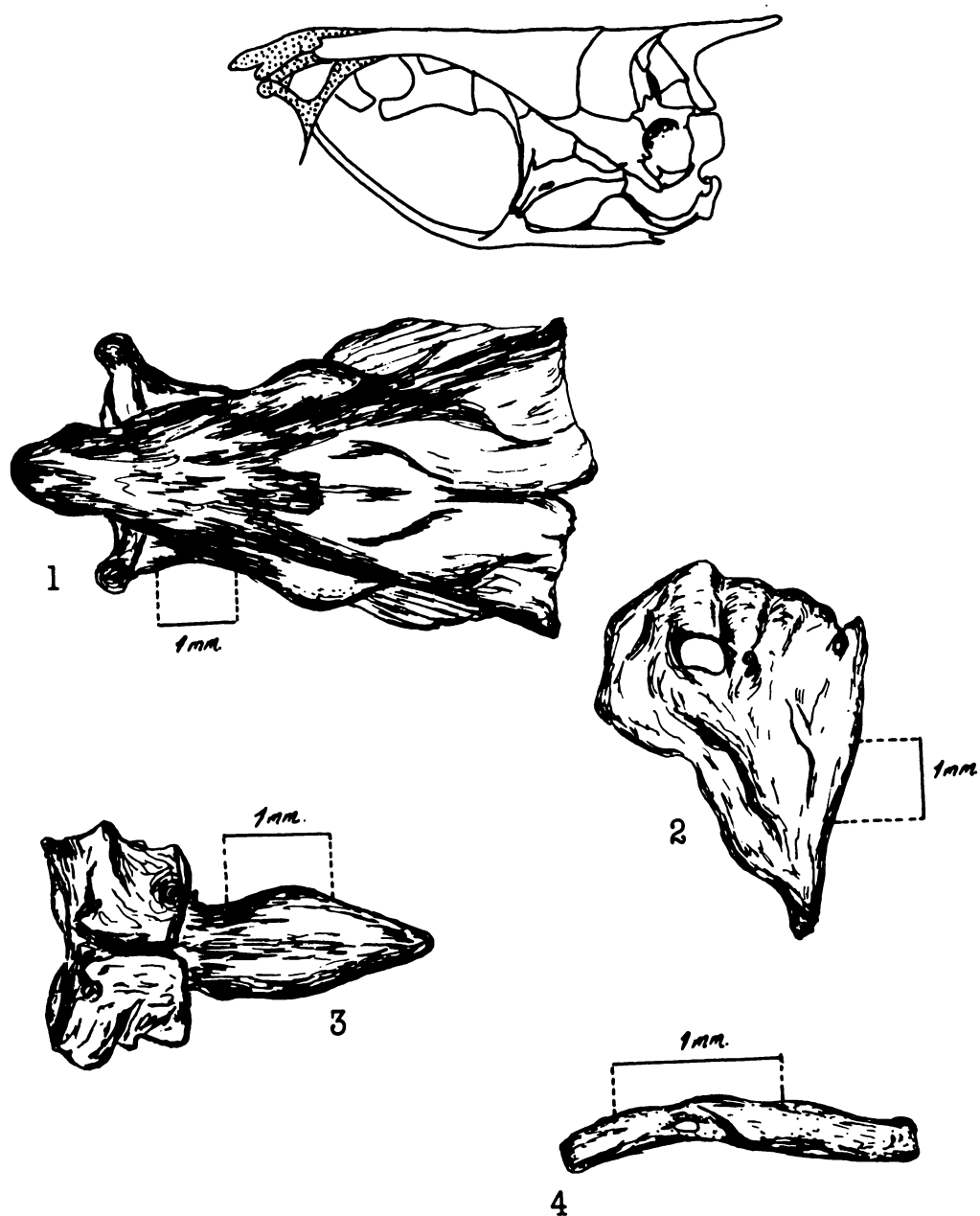


LÁMINA 1. Neurocráneo, región nasal, vista lateral. Fig. 1 etmoides medio. Fig. 2 etmoides lateral. Fig. 3 vómer. Fig. 4 nasal.

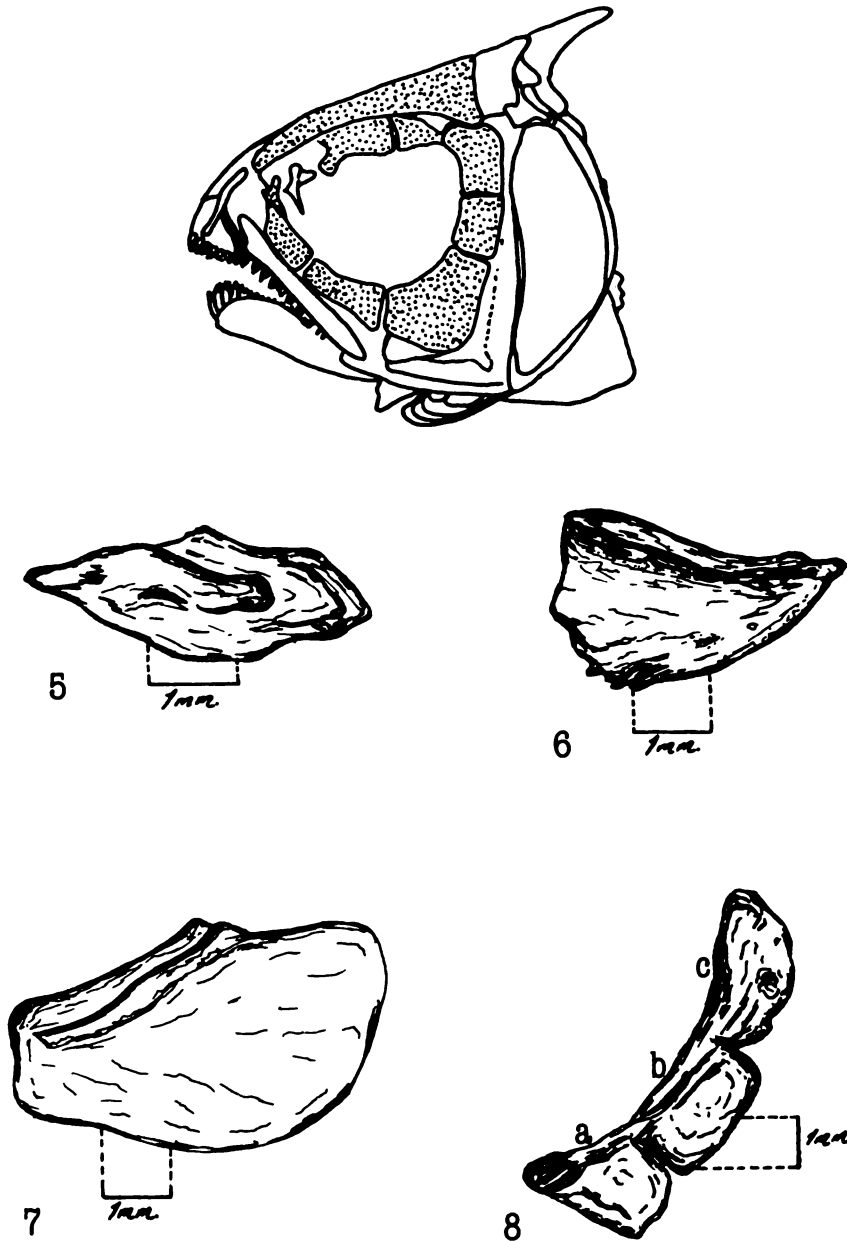


LÁMINA 2. Región orbital, vista lateral. Fig. 5 lacrimal. Fig. 6 yugal. Fig. 7 orbital 3. Fig. 8 (a) orbital 4, (b) 5 (c) dermosfenótico.

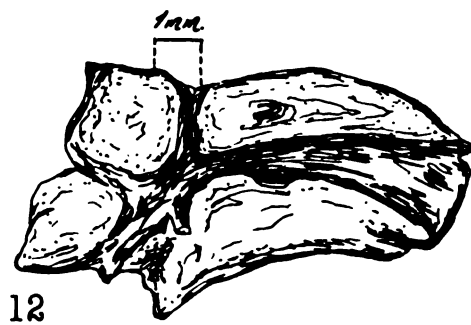
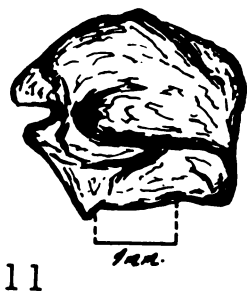
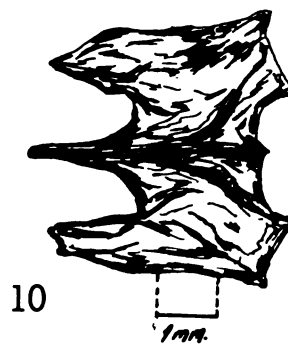
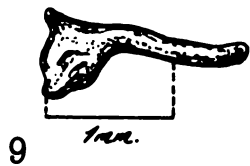


LÁMINA 3. Región orbital. Fig. 9 anterorbital. Fig. 10 orbitoesfenoides. Fig. 11 pteroesfenoides. Fig. 12 frontal.

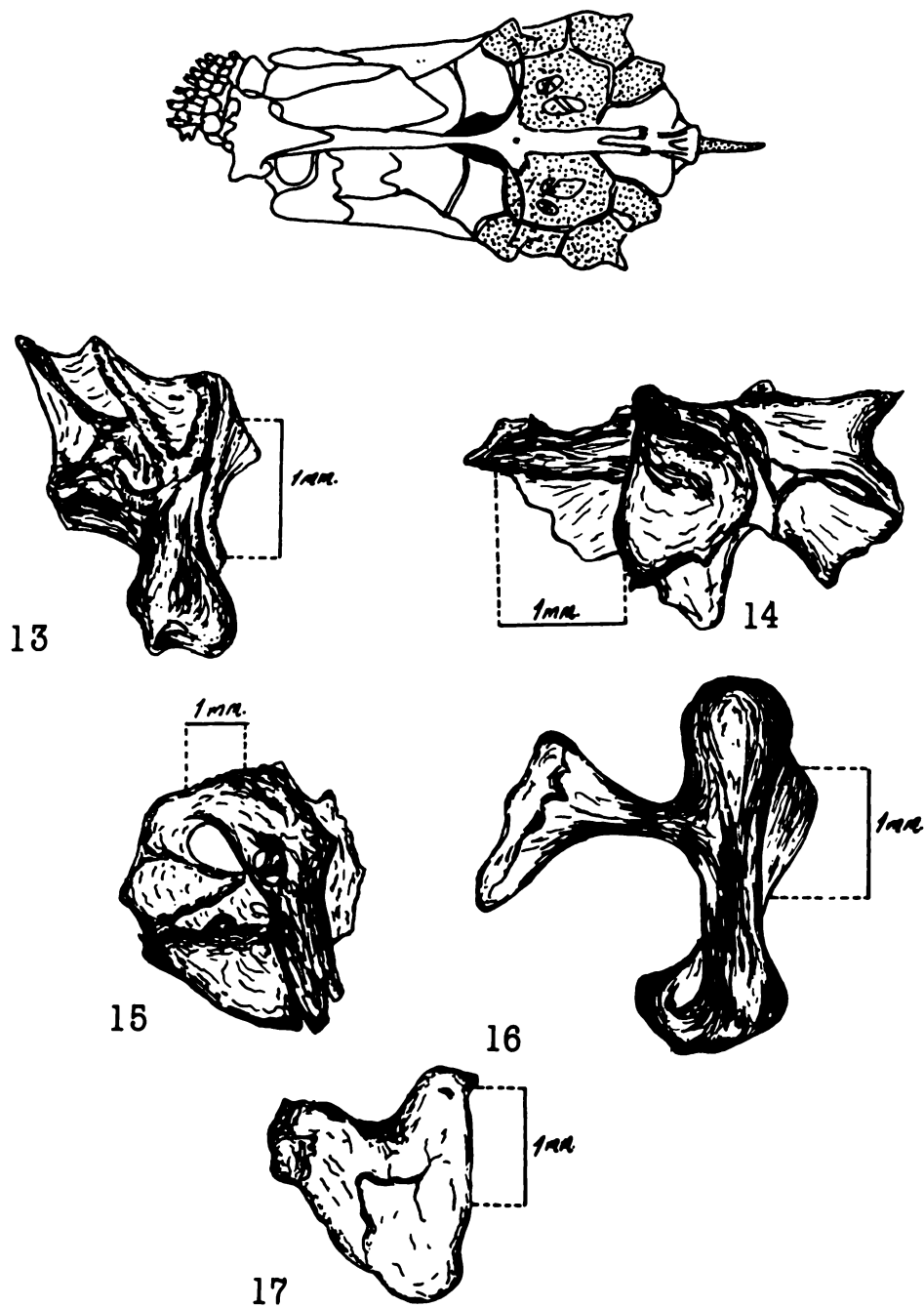


LÁMINA 4. Región ótica vista ventral. Fig. 13 esfenótico. Fig. 14 pterótico. Fig. 15 proótico. Fig. 16 epiótico. Fig. 17. opistótico.

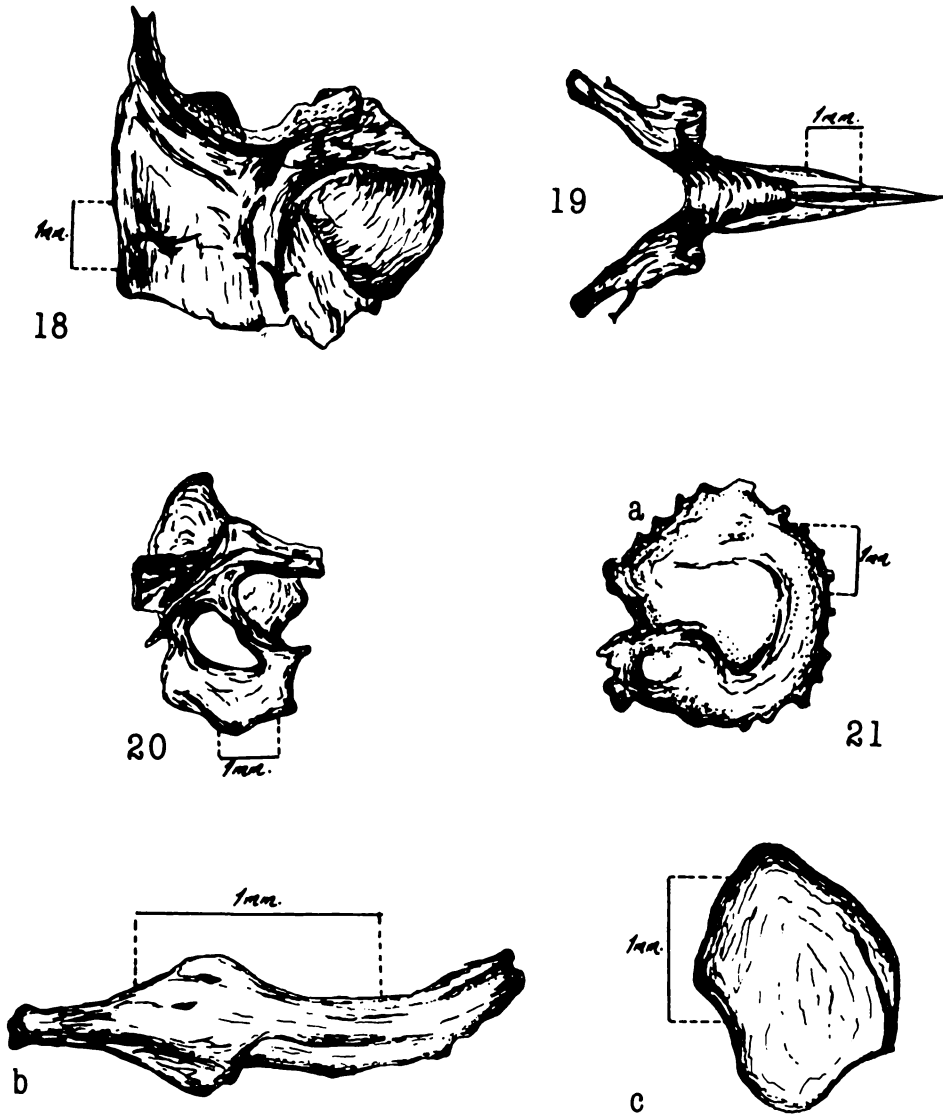
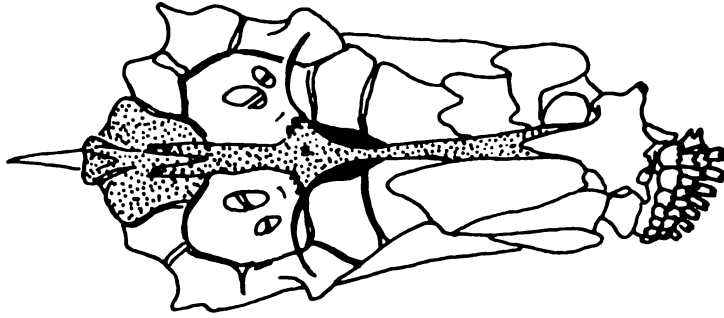
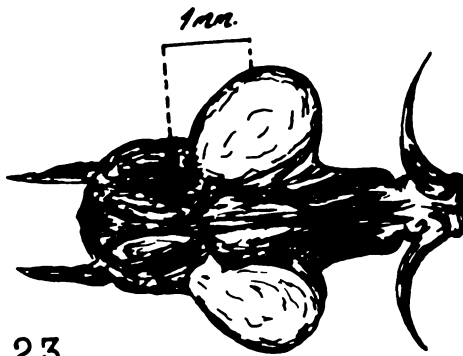
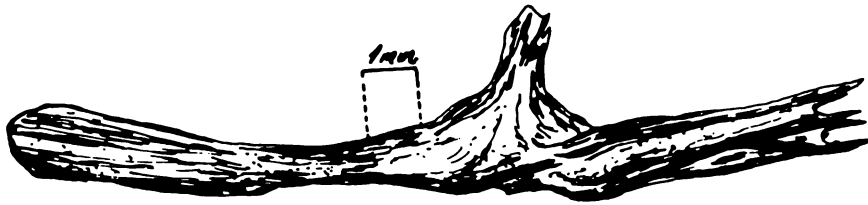


LÁMINA 5. Región ótica. Fig. 18 parietal. Fig. 19 supraoccipital. Fig. 20 exoccipital. Fig. 21 otolitos (a) asteriscus (b) lapillus (c) sagitta.

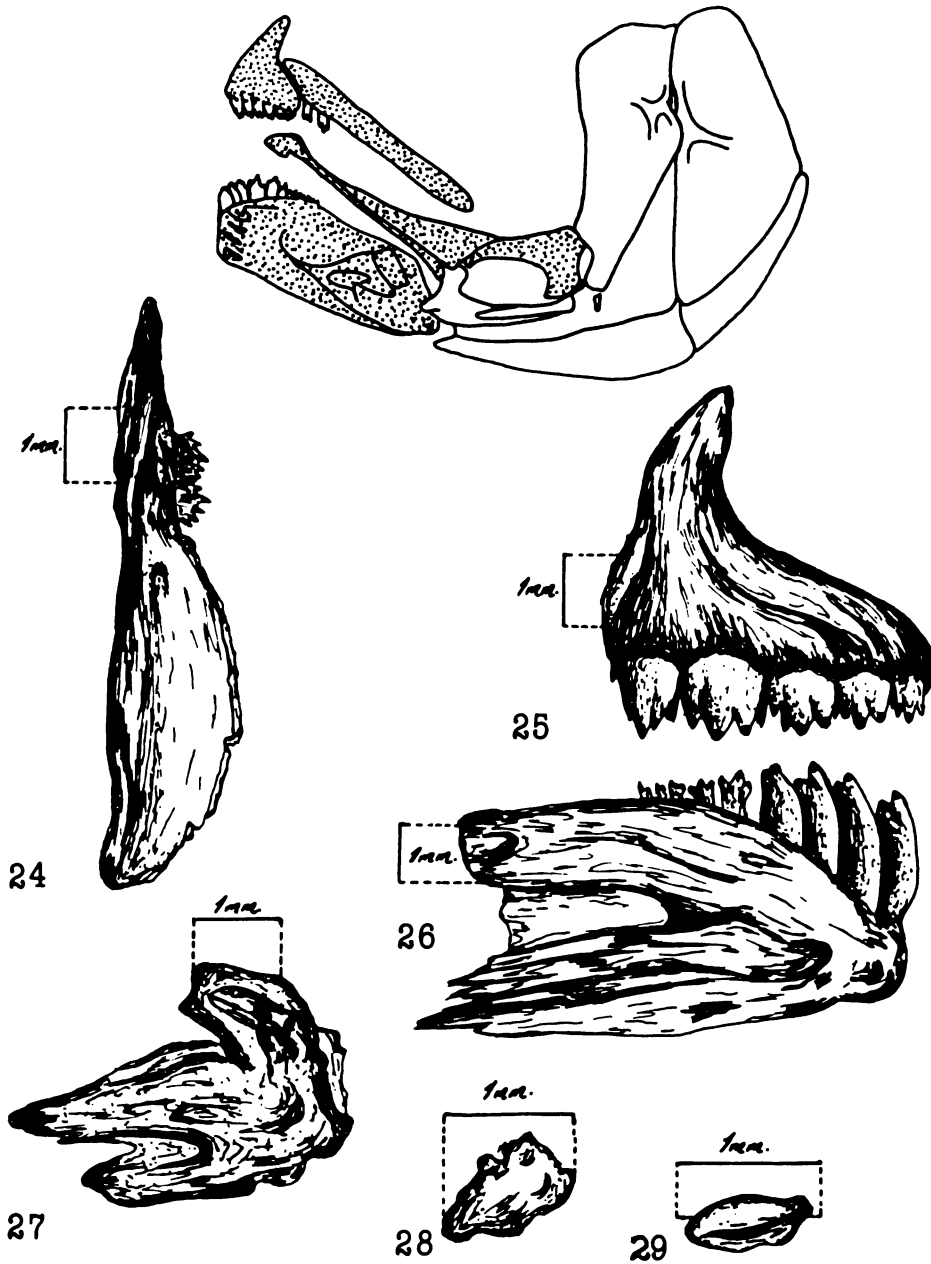


22

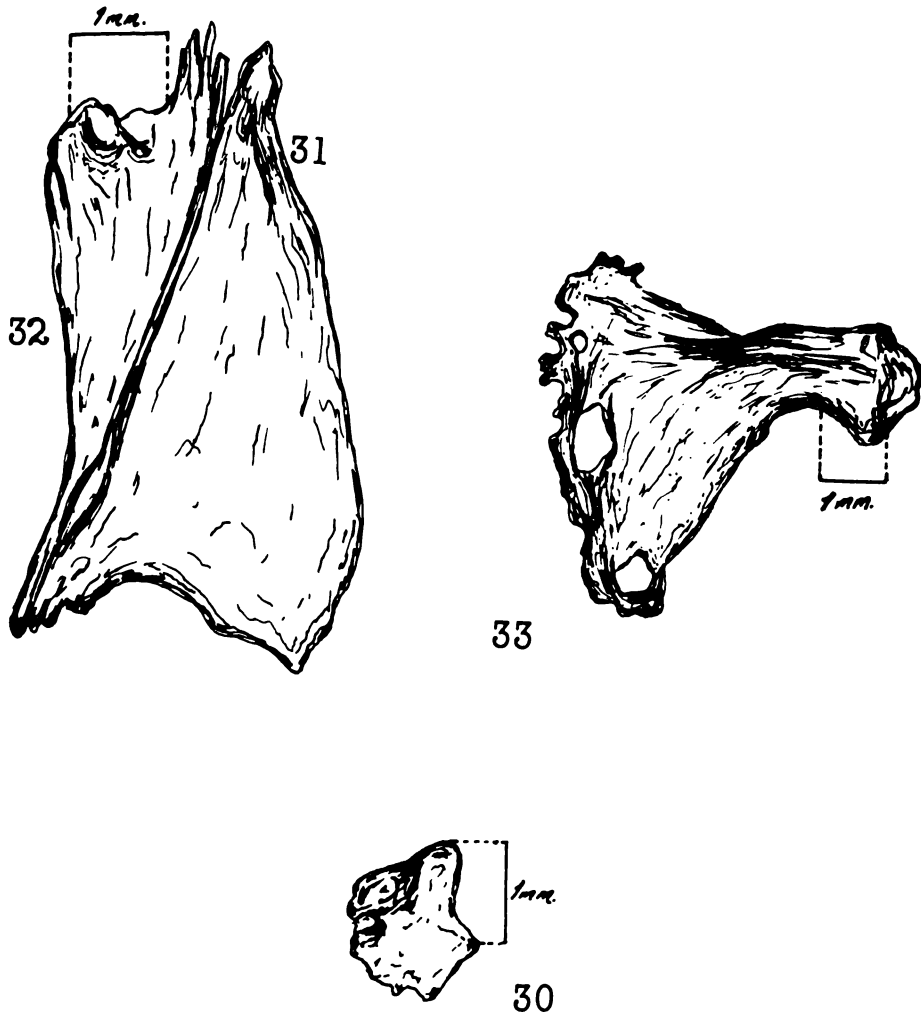


23

LÁMINA 6. Región basal, vista ventral. Fig. 22 paraesfenoides. Fig. 23 basioccipital.



LAMINA 7. Branquiocráneo, región oromandibular, vista lateral. Fig. 24 maxilar. Fig. 25 premaxilar. Fig. 26 dentario. Fig. 27 articular. Fig. 28 sesamoides. Fig. 29 angular.



LAMINA 8. Región oromandibular. Fig. 30 palatino. Fig. 31 mesopterygoides. Fig. 32 ectopterygoides. Fig. 33 metapterygoides.

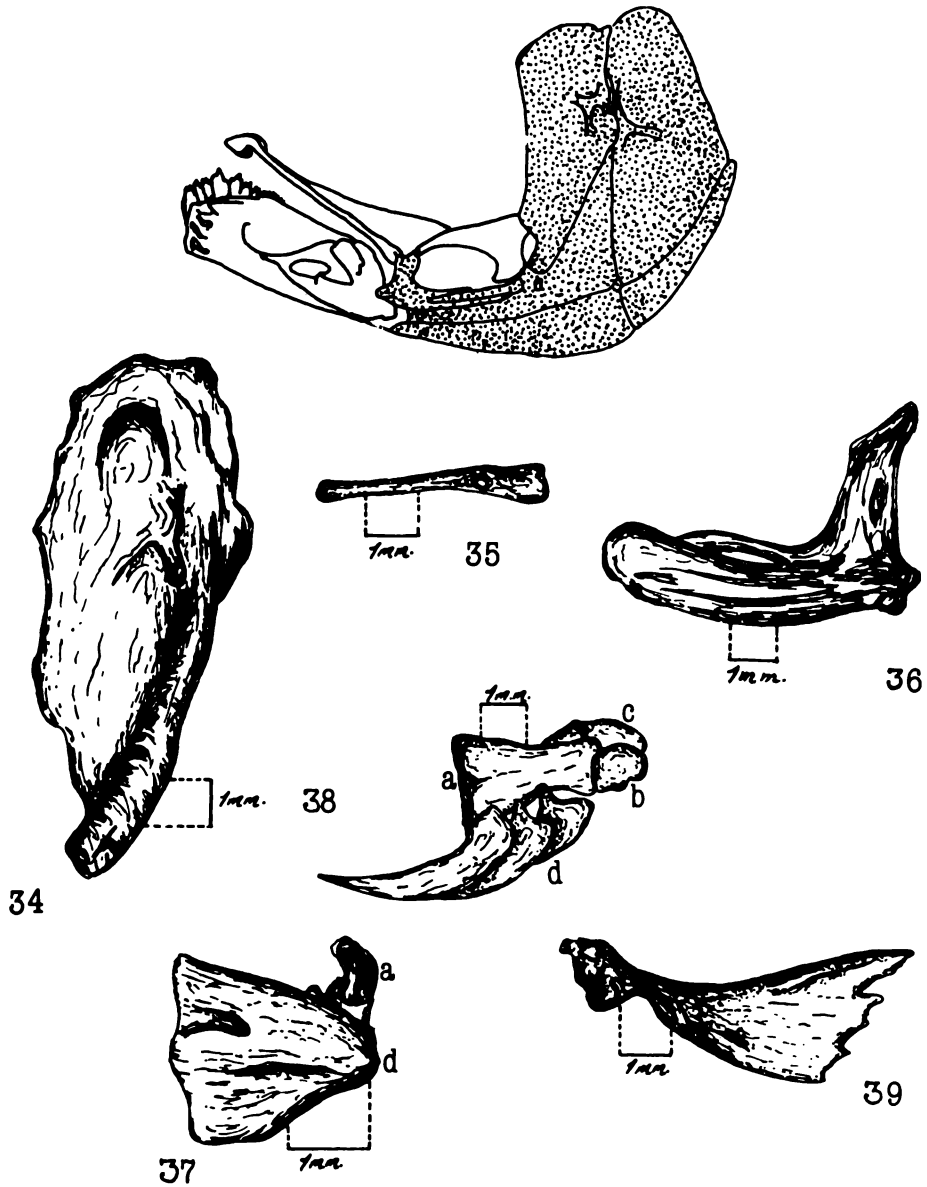


LÁMINA 9. Región hioidea, vista lateral. Fig. 34 hiomandibular. Fig. 35 simplectico. Fig. 36 cuadrado. Fig. 37 (a) interhial. (b) epihial. Fig. 38 (a) ceratohial. (b) hipohial ventral. (c) hipohial dorsal, (d) radios branquiostegos. Fig. 39 urohial.

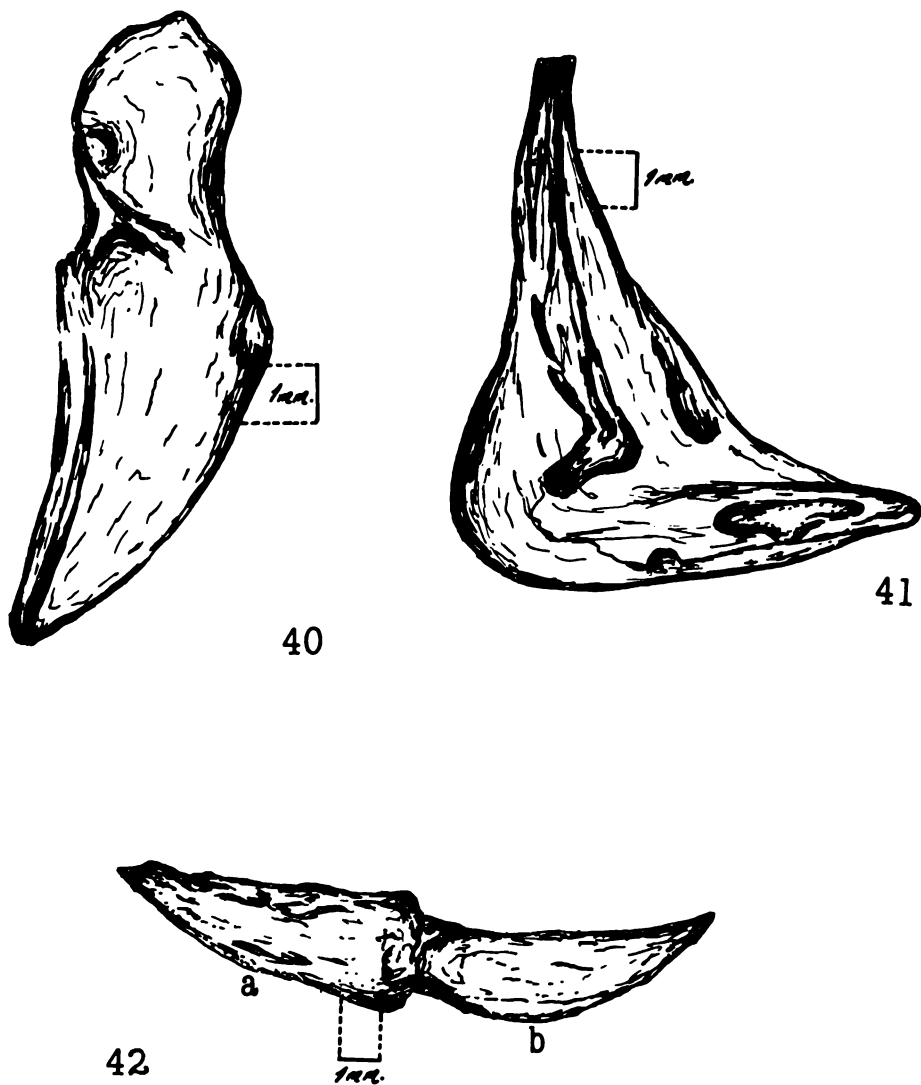


LÁMINA 10. Región hioidea. Fig. 40 operculo. Fig. 41 preoperculo. Fig. 42 (a) interoperculo, (b) suboperculo.

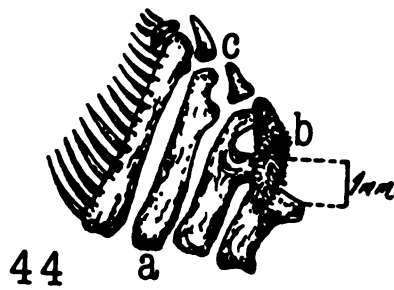
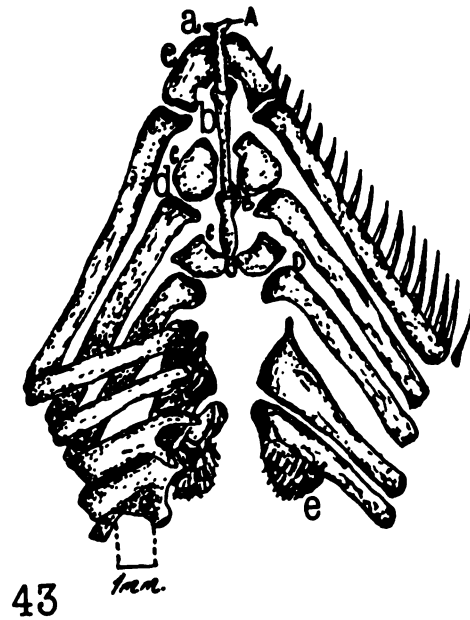


LÁMINA 11. Región branquial, vista dorsal. Fig. 43 (a) basihial (b) basibranchial (c) hipobranchial (d) ceratobranchial (e) dientes faríngeos inferiores. Fig. 44 (a) epibranchiales, (b) dientes faríngeos superiores, (c) suspensorios faríngeos.