
MORFOLOGÍA GENERAL Y OSTEOLOGÍA DE LA BREMA *Megalobrama amblycephala* YIH (PISCES, CYPRINIDAE)

ABRAHAM KUBELKOWSKY DÍAZ* JAIME
GARDUÑO ALVAREZ
*Universidad Autónoma
Metropolitana-Iztapalapa.
Departamento de Biología. Laboratorio
de Peces.

RESUMEN

Se presenta el estudio anatómico de la brema wuchan *Megalobrama amblycephala* Yih, recientemente introducida a México para su cultivo comercial. Se relaciona la morfología externa con las características de la cavidad visceral, describiéndose la distribución de los órganos dentro de la misma, se reconoce un patrón de alargamiento y enrollamiento del intestino, así como la subdivisión de la vejiga natatoria. Se interpreta el arreglo y la forma de los dientes faríngeos, correspondiendo al origen asiático de la especie y se relaciona la organización dentaria y la longitud del intestino con el carácter herbívoro de la especie. Se describe el endoesqueleto y se reconoce su correspondencia con el patrón estructural de los ciprínidos. Asimismo se determinan las características osteológicas particulares de la especie en las regiones posterior, basal, vomeriana y circunorbital del neurocráneo, así como en el aparato de Weber. Se comparan algunas características anatómicas con las otros ciprínidos y se comenta su empleo en la taxonomía y filogenia de las subfamilias de Cyprinidae.

Palabras claves: Anatomía, Osteología, Peces, Brema, Cyprinidae, Ostariophysi.

ABSTRACT

The anatomical study of the caro *Megalobrama amblycephala* Yih, recently introduced to Mexico is presented. The external morphology is correlated to the visceral cavity and its organs distribution, pattern of gut coiling is recognized, as well as, the swim bladder subdivision. Pharyngeal teeth configuration confirms the asian origin of the species, and the structural pattern within ciprinids is recognized. Special osteological features of the neurocranium regions are decrived, as well as the weberian apparatus. Some anatomic characters are compared to those of other ciprinids and their use in taxonomy and phylogenic of the ciprinid subfamilies are mentioned.

INTRODUCCIÓN

Con el objeto de cultivar comercialmente, sé introdujo a México en 1979, desde la República Popular China (Arredondo, 1984), la especie de ciprínido *Megalobrama amblycephala* Yih, 1955, comúnmente llamada "brema wuchan". Es una de las especies de mayor importancia en la piscicultura en China, donde es utilizada como especie de acompañamiento (Juárez, 1982). Hang Wen (1975) la describe como un ciprínido herbívoro, resistente a las enfermedades y con un alto porcentaje de sobrevivencia.

El género *Megalobrama* Dybowski, 1872, comprende carpas asiáticas orientales, con quilla abdominal restringida a la región postventral y difiere de otros géneros como *Erythroculter* y *Ancherythroculter* por ser mas alto, tener la boca con mandíbulas de igual longitud y dientes faríngeos más fuertes y curvados, de superficie masticadora más desarrollada. *M. amblycephala* es similar a *M. terminalis* pero tiene el cuerpo mas alto o profundo, así como también el pedúnculo caudal; el rostro es menos comprimido y está cubierto por una ligera vaina córnea (Banarescu, 1970).

El género *Megalobrama* es colocado por Banarescu (1967) dentro de la subfamilia Cuiltrinae, mientras que Gosline (1978) lo incluye dentro de Leuciscinae, con base en diferencias anatómicas.

Las especies alóctonas de ciprínidos en México son: *Cyprinus carpio* o carpa común, *Ctenopharyngodon idellus*

o carpa herbívora, *Hypophthalmichthys molitrix* o carpa plateada, *Mylopharyngodon piceus* o carpa negra, *Aristichthys nobilis* o carpa cabezona, *Carassius auratus* o carpa dorada y *Megalobrama amblycephala* o brema (Cabrera y García, 1986).

El conocimiento anatómico de los ciprínidos asiáticos, de importancia acuacultural es relativamente escaso. Howes (1981) describe la anatomía y la filogenia de *Ctenopharyngodon* y *Hypophthalmichthys*, mientras que Berry y Low (1970) comparan la morfología y la histología de *Ctenopharyngodon* y *Aristichthys* y de su híbrido. Otros en trabajos que se utiliza la anatomía de los ciprínidos son los de Krumholtz (1943), Evans y Deubler (1955), Harrington (1955), Niazi y Moore (1962), Banarescu (1967), Eastman y Underhill (1973), Gosline (1978), Nakajima (1979), Howes (1978, 1979 y 1980) y Moncayo (1981).

Debido a su importancia potencial en México, se consideró conveniente iniciar una serie de estudios anatómicos *Megalobrama amblycephala*, que sean básicos para el conocimiento posterior de su biología y por lo tanto de los métodos de cultivo y control. Asimismo, para confirmar el origen asiático de la especie, su correspondencia con un patrón estructural de la familia y el reconocimiento de caracteres de valor taxonómico.

El objetivo del presente trabajo es la descripción de la morfología general y el endoesqueleto en particular de la brema wuchan *Megalobrama amblycephala* Yih, 1955.

MATERIAL Y METODO

Se obtuvieron 64 ejemplares de varias tallas de bremas, del centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Estado de Hidalgo y se le determinaron los caracteres morfométricos, para la identificación taxonómica.

Algunos ejemplares fueron fijados en formaldehído al 10% y conservados en alcohol etílico al 70%, mientras que los restantes se procesaron para su descarnación por escarabajos dermésdicos de acuerdo con Mahoney (1966), y Timm (1982). Se separaron algunos aparatos branquiales mediante disección y junto con ejemplares pequeños y completos se procesaron para su transparentación y su coloración *in situ*, siguiendo la técnica de Hollister (1934).

El estudio de la morfología se hizo mediante disecciones del lado izquierdo de los peces, además de cortes sagitales de la cabeza y cortes transversales del cuerpo a nivel de la quilla abdominal.

La terminología del endoesqueleto, se utilizó de acuerdo con Howes (1978), con el siguiente orden de huesos por regiones:

Serie circunorbital

- suborbital 1 o lacrimal
- suborbitales 2 al 5
- supraorbital

Región etmo-vomeriana

- cinetmoides
- supraetmoides-mesetmoides
- etmoides lateral
- vómer
- preetmoides
- nasal
- frontal

Región orbital

- orbitoesfenoides

pteroesfenoides
paraesfenoides

Región ótica

proótico
pterótico
basioccipital
supraoccipital
intercalar
parietal
posttemporal
autoesfenótico
extraescapular
exoccipital
epioccipital

Mandíbula superior

premaxilar
maxilar

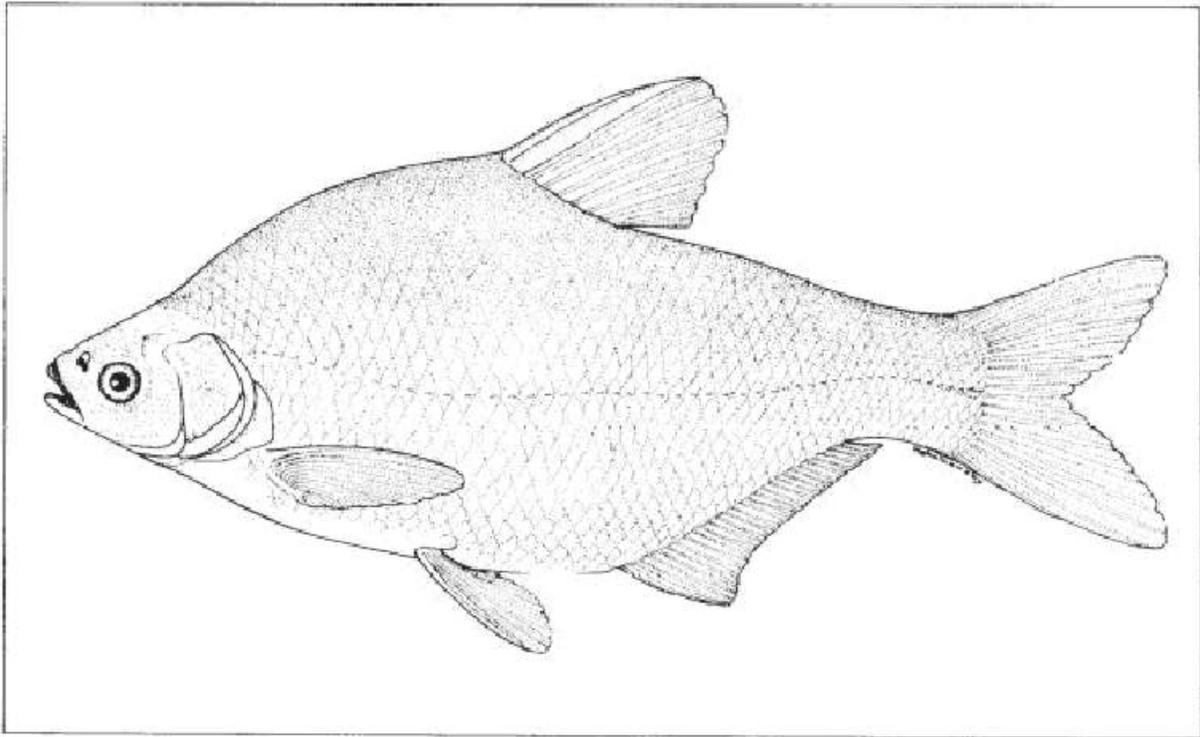


Figura 1. Aspecto externo de *Megalobrama amblycephala*

Mandíbula inferior

dentario
articular
retroarticular

Arco hiopalatino

hiomandibular
cuadrado
simpléctico
autoesfenótico
ectopterigoides
endopterigoides
metapterigoides

Serie opercular

preopercular
interopercular
subopercular
opercular

Arco hioideo

interhilar
posterohilar
anterohial
dorsohial
urohial
branquiostegos 1 al 3

Arcos branquiales

basibranquiales
hipobranquiales
ceratobranquiales
epibranquiales
infracaringobranquiales
faríngeo

Cintura pectoral

cleitrum
postcleitrum
supracleitrum
coracoides
mesocoracoides
escápula
actinósteos

Cintura pélvica

basipterigio

Columna vertebral

Aparato de Weber

centros vertebrales 1 a 4

placas neurales 2 y 3

complejo neural

arco y espina neural 4

claustrum

scaphium

intercalarium

tripus

proceso pleural 4

Vértebras precaudales 5 a 20

Vértebras caudales 1 a 22

Complejo caudal

centro pleural-ural

parhipural

hipurales 1 a 6

uroneurales

epural

Soportes de aletas

supraneurales 1 a 5

pterigióforos dorsales 1 a 8

pterigióforos anales 1 a 28

La fórmula dentaria de los huesos faríngeos se determinó de acuerdo con Evans y Deubler (1955), considerando ambos huesos y contando las hileras de dientes de izquierda a derecha.

En la descripción de los huesos se consideraron los caracteres morfológicos y las relaciones articulares más notables.

Se elaboraron las figuras con base en ejemplares adultos, tanto para la interpretación de la organografía como para el endoesqueleto, el cual se representa por conjuntos y por series de huesos.

Fig. 2A

- a.- mesonefros
- b.- cámara anterior de la vejiga natatoria
- c.- cono arterial
- d.- ventrículo
- e.- aurícula
- f.- seno venoso
- g.- hígado
- h.- musculatura pélvica
- i.- quilla abdominal
- j.- recto
- k.- orificio urogenital
- l.- cámara posterior
- m.- gónada
- n.- cámara media.

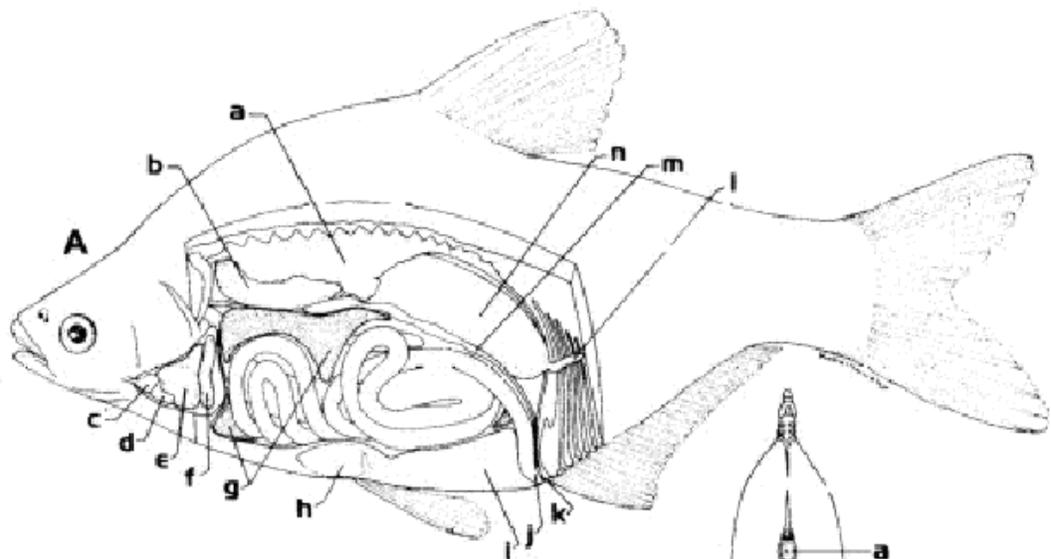
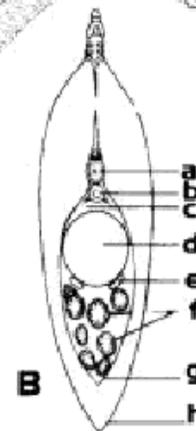


Fig. 2B

- a.- columna vertebral
- b.- mesonefros
- c.- conductos arquinéfricos
- d.- vejiga natatoria
- e.- gónada
- f.- vueltas intestinales
- g.- piso de la cavidad celómica
- h.- quilla abdominal



- Fig. 3:**
- a.- conducto neumático
 - b.- esófago
 - c.- placa masticadora
 - d.- cavidad bucal
 - e.- hueso faríngeo
 - f.- ensanchamiento intestinal
 - g.- 1er. conjunto de vueltas intestinales
 - h.- 2do. conjunto de vueltas intestinales
 - i.- recto
 - j.- cámara posterior
 - k.- cámara media
 - l.- cámara anterior

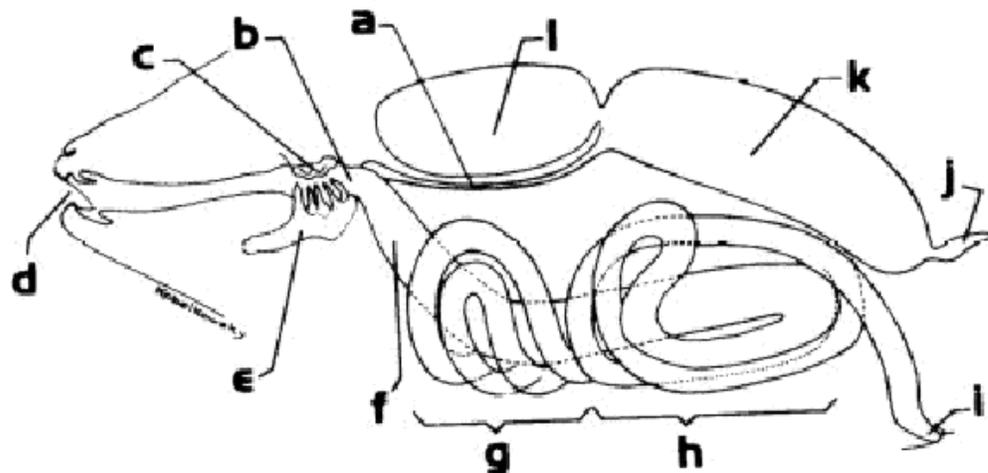


Figura3. Organización del tubo digestivo de la vegiga natatoria

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología general

La brema es un ciprínido de cuerpo alto, con el perfil predorsal convexo y la región cefálica relativamente corta (Fig. 1). La altura máxima cabe 2.2 veces en la longitud patrón, mientras que la cefálica 4.5. Dentro del género *Megalobrama*, la especie en estudio es la de mayor altura del cuerpo (Banarescu, 1970). Se relacionan estos caracteres con la gran amplitud de los supraneurales y en parte de los pterigióforos de la aleta dorsal, así como con la longitud de las costillas.

La parte comprendida entre las aletas pélvicas y la anal es notablemente quillada (Fig. 2), lo cual acentúa la forma comprimida del pez, además de servir como carácter taxonómico para ubicar al género dentro de la Subfamilia Cultrinae (Banarescu, 1967). La formación de la quilla abdominal está en relación con la amplitud vertical del piso de la cavidad visceral y la orientación en el mismo plano de los huesos y la musculatura pélvicos.

La aleta dorsal colocada en la mitad de la longitud total, está formada, además de 8 radios ramificados, por tres sin ramificar, de los cuales el primero es de difícil identificación por su pequeño tamaño, mientras que el tercero es el más robusto. Los dos primeros elementos están soportados por el primer pterigióforo dorsal. El número de radios no ramificados se utiliza como uno de los criterios para ubicar *Megalobrama* en Subfamilia Leuciscinae por Gosline (1978).

La aleta caudal es moderadamente bifurcada, las pectorales son bajas y sus puntas sobrepasan la base de las pélvicas, y la anal es larga y formada por 29 radios, de los cuales los dos primeros no son ramificados.

La línea lateral, formada por aproximadamente 52 escamas, es casi recta, con una ligera curvatura hacia abajo, carácter utilizado por Banarescu (1967) para ubicar al género dentro de Cultrinae.

La boca pequeña, terminal, de posición oblicua y con los labios de naturaleza córnea (Fig. 3). Al cierre de la boca, el labio inferior queda alojado en un surco posterior al labio superior.

Los orificios de las narinas, separados por un amplio tabique se localizan anterior y superiormente al ojo.

En la región opercular se observan los cuatro elementos que la forman, de los que el opercular tiene la superficie finamente estriada. Detrás del opérculo se observa la membrana branquial amplia, entre ella y la base de la pectoral, se nota parte del cleitrum.

El ano y el orificio urogenital se abren inmediatamente anterior a la aleta anal.

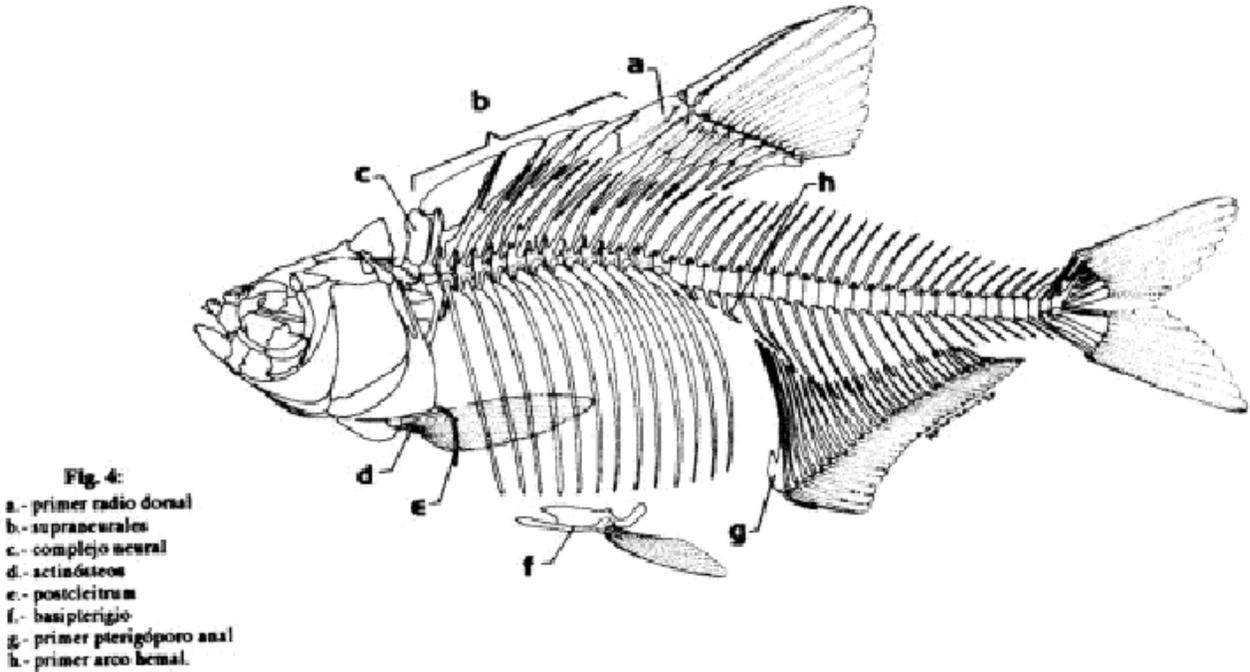


Figura 4. Organización general del endoesqueleto de *Megalobrama amblycephala*.

La coloración de la brema, en ejemplares frescos, es pardo oscuro en la región dorsal de la cabeza y el cuerpo. Las mejillas y el opérculo son dorados con puntuaciones oscuras. La región ventral, desde el mentón hasta el ano es blanca plateada, mientras que las membranas branquiales y el istmo no tienen pigmentación. Las aletas son oscuras, aunque la anal en su base es dorada.

Cavidad visceral.

El patrón de distribución de los órganos dentro de la cavidad visceral se considera de cierta importancia para establecer posibles diferencias taxonómicas con otros ciprínidos, como hacen Collete y Chao (1975) con el escómbrido *Sarda*, en el que contemplan el acomodo de las vísceras, al retirar una porción ovalada de la pared ventral del cuerpo.

La cavidad visceral de *M. amblycephala* es de dimensiones amplias, correspondiendo a la mitad de longitud del tronco y de la altura máxima del pez (Fig. 2). El piso de la misma resulta de la unión directa de las paredes y su configuración está afectada tanto por el abultamiento de la musculatura pélvica, como por la amplitud vertical del tejido de la quilla abdominal. Es notable la formación de una pequeña fosa detrás de dicha musculatura, mientras que la amplitud de la quilla determina la formación de un canal vertical, anterior al primer pterigióforo anal. Dicho canal es ocupado por la última porción del intestino, por el recto y por los conductos urogenitales.

La organización del tubo digestivo, (Fig. 3) corresponde a la de otros ciprínidos, consistiendo en un esófago

corto, una porción ensanchada del tracto digestivo, el intestino propiamente y el recto. El término de "ensanchamiento intestinal" lo usan Berry y Low (1970) en los peces que carecen de estómago en forma de saco y sugieren que tiene una función de almacenamiento del alimento ingerido en *Ctenopharyngodon* y en *Aristichthys nobilis*.

En la brema el ensanchamiento intestinal desciende oblicuamente desde el esófago, se hace recto y se coloca entre las vueltas intestinales de ambos lados, para formar la primera vuelta muy posteriormente, la que es hacia abajo. En vista lateral izquierda, se observa que el intestino forma dos conjuntos de vueltas, entre los cuales se forma un lóbulo triangular del hígado; el último tramo intestinal desciende desde abajo de la vejiga natatoria para ubicarse en el conducto vertical, donde da lugar al recto, que es de orientación oblicua.

La longitud del intestino corresponde en promedio a 3.6 veces la longitud patrón, carácter que indica el tipo de alimentación herbívora, como lo establece Nikolsky (1963).

El hígado tiene una forma irregular, debido principalmente al complejo enrollamiento intestinal. En vista derecha este órgano es de aspecto continuo, mientras que en el lado izquierdo muestra varios lóbulos, siendo el más notable el triangular entre los dos conjuntos de vueltas del intestino. La vesícula biliar, de forma de saco, se desprende del hígado para colocarse sobre el intestino.

La vejiga natatoria está dividida en tres cámaras (Fig. 3), llamadas anterior, media y posterior. La anterior, de mediano tamaño con respecto a las demás, se une a los suspensorium y al proceso transformador del tripus, del aparato de Weber. Después de una constricción se forma la cámara media, de mayor tamaño, la cual se curva hacia abajo hasta la pared posterior de la cavidad visceral, donde da lugar a la cámara posterior. Esta es de aproximadamente un centímetro de longitud y se coloca fuera de la cavidad, entre la musculatura caudal. El conducto neumático se desprende de la parte anteroventral de la cámara media y se dirige hacia adelante para conectarse en forma de bulbo al esófago.

Los riñones, situados debajo de toda la región precaudal de la columna vertebral, se amplían considerablemente sobre la cámara anterior de la vejiga natatoria, ocupando también parte de la constricción de este órgano. Hacia atrás se adelgazan gradualmente y se unen entre sí en una mesa única que lleva a ambos lados los conductos arquinéfricos. Estos conductos descienden por la pared posterior de la cavidad visceral y se unen entre sí para colocarse en el conducto vertical. La superficie dorsolateral de los riñones está marcada por los procesos transversos de las vértebras y por las costillas.

Fig. 5A
 a.- cresta supraoccipital
 b.- reborde del parietal
 c.- suborbital no. 5
 d.- supraorbital
 e.- cinetmoides
 f.- lacrimal
 g.- suborbital no. 2
 h.- cuadrado
 i.- branquiostegos
 j.- supracleitrum
 k.- postemporal
 l.- extraescaular

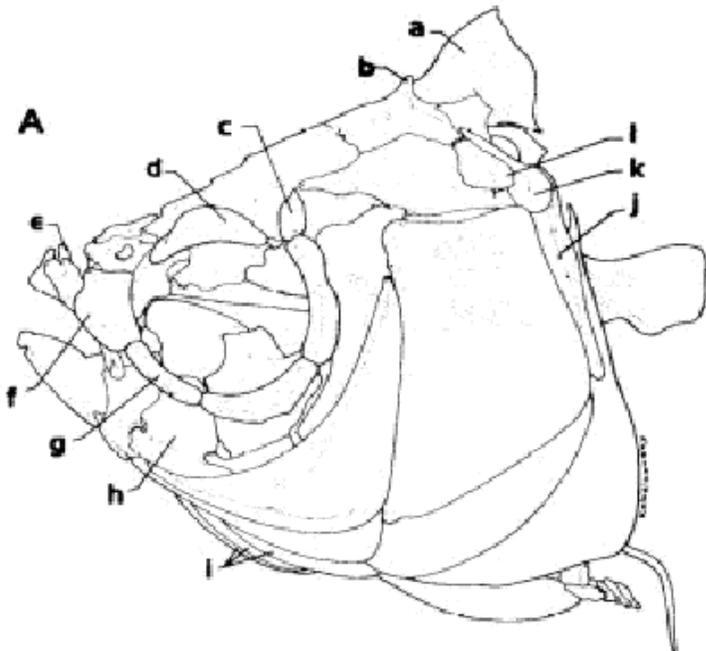
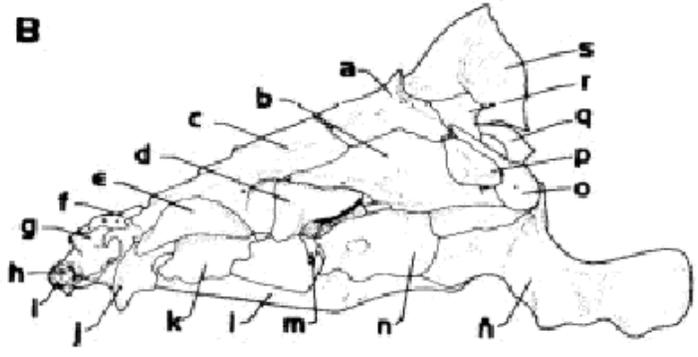
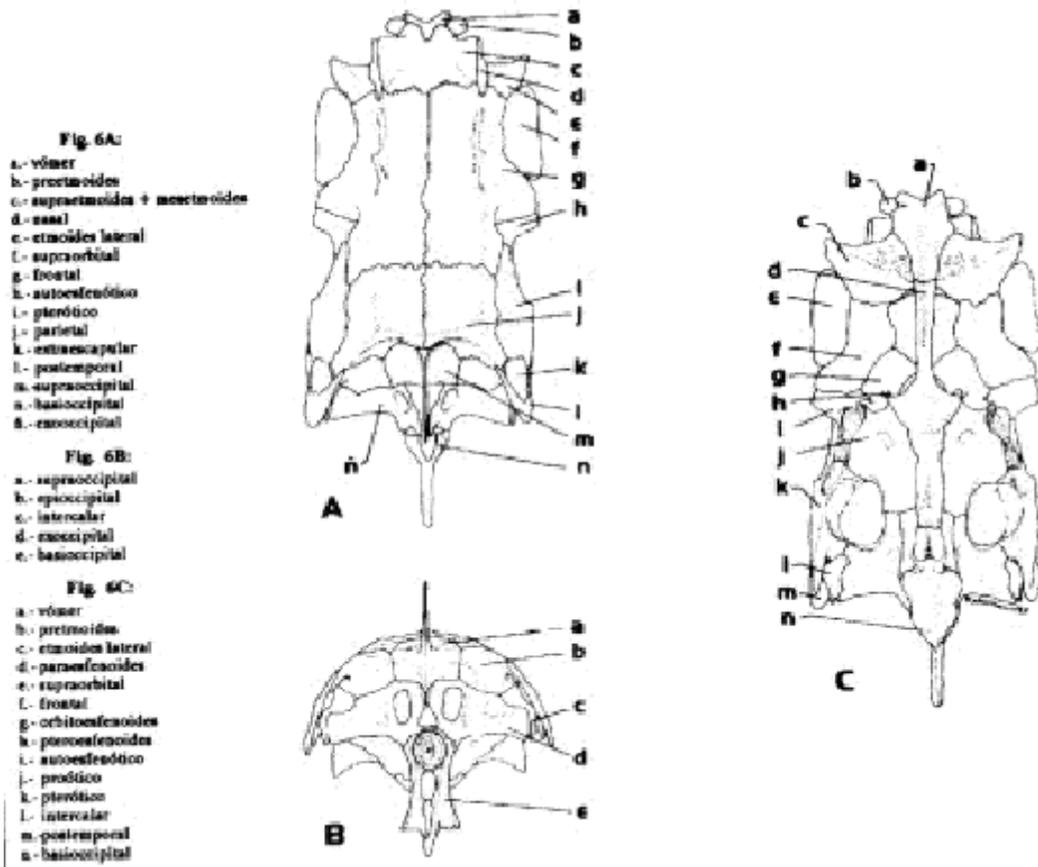


Fig. 5B
 a.- parietal
 b.- pterótico
 c.- frontal
 d.- autoesfenótico
 e.- nasal
 f.- supraetmoides
 g.- mesetmoides
 h.- vómer
 i.- etmoides lateral
 j.- orbitoesfenoides
 k.- paraesfenoides
 l.- pteroesfenoides
 m.- proótico
 n.- basioccipital
 o.- postemporal
 p.- extraescaular
 q.- exoccipital
 r.- epioccipital
 s.- supraoccipital.





Ventral y lateralmente a la vejiga natatoria se localizan las gónadas, quedando encima de parte del hígado y del intestino. Su extensión hacia adelante depende del grado de madurez gonadal, mientras que los conductos reproductores se dirigen hacia atrás y abajo para unirse los de ambos lados entre sí y colocarse en el conducto vertical de la cavidad visceral.

Cavidad Pericárdica

De forma triangular en vista lateral (Fig. 2A), la cavidad pericárdica está limitada por el tabique transversal, por parte de la cintura escapular y por los ampliamente desarrollados huesos faríngeos. El corazón muestra el seno venoso amplio en el sentido vertical y de aspecto subdividido. La aurícula cubre el ventrículo dorsalmente y en forma amplia por el lado izquierdo, hasta su parte ventral. El ventrículo por lo tanto es visible por su lado derecho y se conecta al cono arterial, el cual es relativamente voluminoso.

Dentición

Una característica de la familia Cyprinidae es la ausencia de dientes mandibulares y el desarrollo de la dentición sobre el quinto arco branquial modificado en los llamados huesos faríngeos. Estos son ceratobranquiales hipertrofiados, en forma de hoz y unidos sus extremos ventrales por medio de un ligamento, que en los peces seniles puede osificarse (Evans y Deubier, 1955). Los dientes están implantados en la superficie medial de cada faringeo y se dirigen hacia la placa masticadora del hueso basioccipital.

Tanto la forma de la placa masticadora como la organización de los dientes, distinguen a *Megalobrama*

amblycephala de otros ciprínidos. La placa masticadora es de aspecto periforme en la especie en estudio (Fig. 6C), teniendo la parte aguda dirigida hacia atrás, además de una constricción media, que la hace diferente de la de *Hypophthalmichthys* y de *Ctenopharyngodon*. Aunada con el proceso faríngeo, la forma de la placa, puede ser útil en el establecimiento de las relaciones filogenéticas de los ciprínidos, como lo indica Howes (1981).

Los dientes están arreglados en tres hileras en cada hueso, llamadas externa, media e interna. Dicho número de hileras según Evans y Deubler (1955) es característico de las especies asiáticas. Considerando ambos huesos, la fórmula dentaria de *Megalobrama amblycephala* es: 2, 5, 4-4, 5, 2.

La dentición, está relacionada con la alimentación herbívora, categoría en que Hang-Wen (1975) ubica a la especie y que corresponde además con la gran longitud del intestino. Cada diente es cilíndrico en su base, comprimido en la porción distal y con el borde inferior curvado, de tal manera que la punta en forma de gancho es orientada hacia arriba, mientras que el borde superior desgastado tiene el aspecto de un surco.

Osteología

La organización general del endoesqueleto de *Megalobrama amblycephala* (Fig. 4), así como de los demás osteictios, implica una mayor concentración de sus elementos en la región cefálica (Fig. 5A), comprendiendo ésta el neurocráneo, el branquicráneo y la cintura pectoral, no incluyéndose la pélvica ya que está en posición abdominal. Como en todos los cipriniformes en la parte anterior de la columna vertebral se forma el aparato de Weber, el cual a diferencia de los bagres, tiene cuatro oscículos en las carpas.

Neurocráneo

Es de proporciones regulares, aunque sobresale hacia abajo y atrás el proceso faríngeo del basioccipital (Fig. 5B). Comparativamente *M. amblycephala* tiene mas semejanza en las proporciones del neurocráneo con *Ctenopharyngodon idellus* que con *Hypophthalmichthys molitrix*. La superficie dorsal (Fig. 6A) es lisa y esta formada principalmente por los frontales e interrumpida posteriormente por un reborde transversal de los parietales. Detrás de este reborde se encuentra la cresta supraoccipital, de forma triangular.

De la parte anterior de cada frontal sobresale el canal supraorbital del sistema de la línea lateral, el cual se continúa con el correspondiente al del hueso nasal, siendo éste de aspecto tubular. Completando la superficie dorsal se encuentran supraorbitales de forma semicircular.

En su aspecto ventral (Fig. 6C) es notable el proceso faríngeo del basioccipital, mientras que el paraesfenoides se muestra delgado en la parte interorbital y el vómer escotado en su extremo anterior. Asimismo se observan las dos fosas subtemporales, profundas, delimitadas principalmente por el proótico, exoccipital y pterótico y con el fondo formado por el epioccipital.

La región occipital del neurocráneo (Fig. 6B) esta limitada anteriormente por el reborde de los parietales y está constituida por el supraoccipital, los epioccipitales, los exoccipitales y el basioccipital. Es notable una gran ventana o foramen en cada exoccipital cerca de la unión con el supraoccipital. El basioccipital, además de la superficie articular para la primera vértebra, muestra el proceso faríngeo, dirigido hacia abajo como dos láminas que conforman un arco, mientras que la superficie ventral es amplia y de naturaleza cornea y que esta constituyendo la placa masticadora. El proceso se continúa hacia atrás como una lámina vertical.

Serie Circunorbital (Fig. 5A)

Formada como en otros ciprínidos por el supraorbital y cinco suborbitales, de los cuales el lacrimal es el primero. El supraorbital es semicircular y no se pone en contacto con el lacrimal, como sucede en *Hypophthalmichthys* y *Ctenopharyngodon*, así como tampoco contacta el suborbital No. 5.

El lacrimal es pentagonal y muestra externamente varios orificios de la línea lateral. De los restantes suborbitales, todos recorridos por la rama infraorbital del sistema de la línea lateral, el cuarto es el mas largo y el quinto el mas pequeño, el que a diferencia de otros ciprínidos es relativamente amplio y se adosa al autoesfenótico y no se pone en contacto con el supraorbital. Posiblemente este elemento corresponde al dermoesfenótico de otros ciprínidos (Howes, 1978)

Región etmovomeriana (Figs, 5B, 6A, C)

A diferencia de otros ciprínidos, en *M. amblycephala* se presenta la fusión del supraetmoides con el mesetmoides, en un hueso rectangular y bifurcado anteriormente. Las prolongaciones representan al mesetmoides y se unen ventralmente al vómer.

El cinetmoides es pequeño y columnar (Fig. 7A), representa un surco en su extremo superior y está colocado cerca de los procesos ascendientes de los premaxilares.

El etmoides lateral, de forma triangular con el ápice orientado hacia abajo presenta la superficie ventral porosa.

El vómer es el hueso más anterior del neurocráneo el cual tiene la superficie ventral lisa y es truncado posteriormente. Anteriormente muestra una escotadura que le da un aspecto bifurcado, como en *Ctenopharyngodon*.

El preetmoides es un hueso pequeño y esférico, de naturaleza porosa, colocado lateralmente a la unión del vómer con el supraetmoides-mesetmoides y anterior al autopalatino.

El nasal colocado a un lado del supraetmoides-mesetmoides, es tubular, relativamente corto y muestra varios orificios de la línea lateral.

El elemento más amplio del neurocráneo es el frontal, cuya superficie dorsal es plana y está interrumpida por el canal supraorbital de la línea lateral, con varios orificios. Lateralmente muestra una amplia escotadura donde se coloca el supraorbital. Su unión con el autoesfenótico es en sentido transversal, a diferencia de *Hypophthalmichthys* en que es marcadamente oblicua.

Región Orbital (Fig. 5)

El orbitoesfenoides forma la mayor parte del septo interorbital, extendiéndose desde la cresta del paraesfenoides hasta el frontal, el pteroesfenoides y el etmoides lateral.

El pteroesfenoides es irregular y forma la parte posteromedial de la órbita ocular. Contribuye con el autoesfenótico y el proótico a formar la fosa del hiomandibular. Entre el pteroesfenoides y el proótico se forma el foramen del trigéminofacial.

Formando la parte medioventral de la órbita, se sitúa el paraesfenoides, el cual proyecta una cresta en su porción anterior, mientras que más atrás forma dos procesos alares que articulan con el proótico y el pteroesfenoides. Ventralmente forma un surco continuado en el vómer y otro en el basioccipital.

Región Ótica (Figs. 5B, 6A, b, C)

Formando la mayor parte de la región se encuentra el proótico, notable por el foramen del nervio facial. Contribuye a la formación de la fosa del hiomandibular y de la fosa subtemporal.

El pterótico es un elemento que forma parte del techo del neurocráneo y de la fosa subtemporal. Asimismo contribuye a formar la fosa del hiomandibular. Cerca de su borde externo lleva un acanal de la línea lateral con varios orificios, el más anterior de los cuales está cerca del infraorbital número cinco.

El basioccipital, además de formar por medio de un cóndilo parte de la pared posterior del neurocráneo, proyecta dos láminas hacia abajo, para delimitar el foramen aórtico y continuarse con la placa masticadora, la cual está cubierta de cartílago y se continúa hacia atrás como proceso faríngeo. Este amplio y de orientación vertical a diferencia de *Ctenopharyngodon*. Estas dos estructuras como se mencionó anteriormente, difieren considerablemente de *Hypophthalmichthys* y *Ctenopharyngodon*.

El supraoccipital, colocado detrás del reborde de los parietales, tiene una porción basal que completa la superficie dorsal del neurocráneo. Proyecta hacia arriba la cresta de forma triangular con la base apoyada en los

exoccipitales y cuya altura es mayor que en otros ciprínidos.

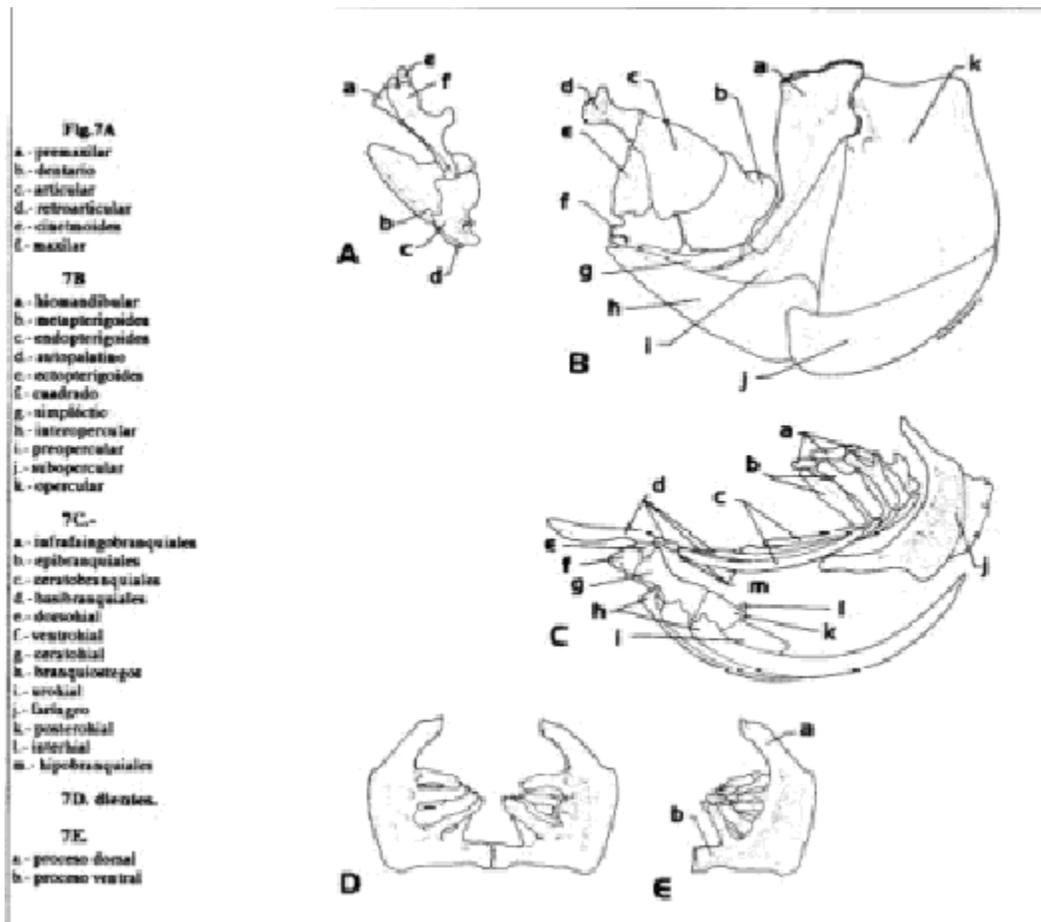
El exoccipital constituye la mayor parte de la pared posterior del neurocráneo, extendiéndose lateralmente hasta conectarse con el pterótico y el intercalar. Hacia la línea media contribuye a delimitar el foramen magnum. Por debajo del supraoccipital muestra un amplio foramen ovalado.

El epioccipital junto con el supraoccipital forman el límite posterior del techo del neurocráneo. Ambos huesos presentan un doblez de tal forma que constituyen también parte de la pared posterior. Internamente constituye parte de la fosa subtemporal.

El intercalar es un hueso pequeño colocado entre el exoccipital y el extremo posterior del pterótico. Su superficie más amplia mira hacia abajo sin llegar a la fosa subtemporal como en *Ctenopharyngodon* y tiene un diminuto proceso dirigido hacia atrás.

El parietal es un hueso aproximadamente cuadrado, que junto con su homónimo forma un marcado reborde transversal, inmediatamente anterior al supraoccipital y al epioccipital. Su ángulo posterolateral es muy pronunciado como se encuentra en *Ctenopharyngodon* y termina con un orificio de la línea lateral.

El autoesfenótico es un elemento que soporta parte del pterótico y que proyecta un proceso lateral, sobre el que se coloca el infraorbital número cinco. Junto con el frontal forma la fosa del músculo dilatador, la que es de menor amplitud que en *Hypophthalmichthys*. Ventralmente contribuye a formar la fosa que recibe al hiomandibular.



El posttemporal tiene forma de pala con el mango colocado sobre el epioccipital. Parcialmente esta cubierto por

el extraescapular.

El extraescapular es un hueso plano triangular adosado al pterótico y al posttemporal. Está atravesado por un conducto de la línea lateral.

Mandíbula Superior (Figs. 5A y 7A)

El premaxilar es curvo, delgado y su extremo posterior es puntiagudo. Hacia arriba proyecta un proceso ascendente corto.

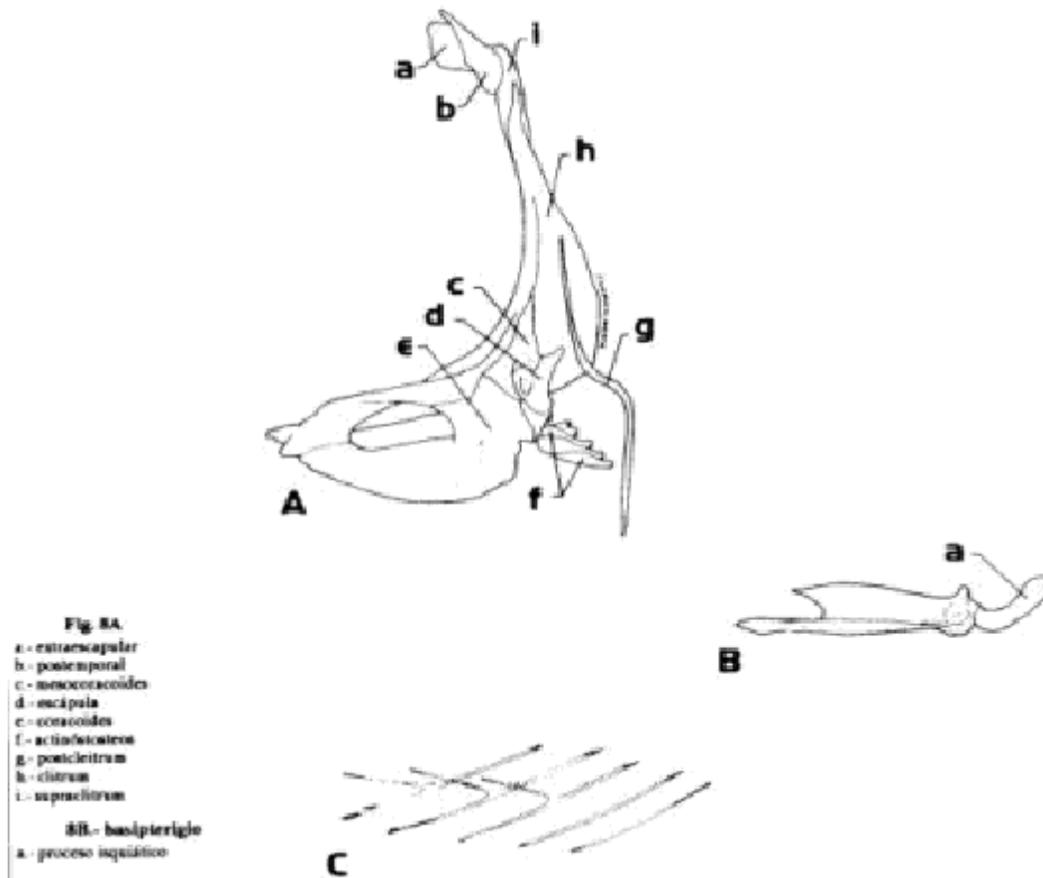
El maxilar es de longitud ligeramente mayor que el premaxilar y se adosa externamente a este. Presenta un doble cóndilo anterior y un proceso dirigido hacia arriba.

Mandíbula inferior (Figs. 5A y 7A).

El dentario, el cual es triangular en forma, tiene el proceso coronoide dispuesto oblicuamente. Su porción ventral es horizontal y lleva una hilera de orificios de la línea lateral. Antes de la sínfisis mandibular se forma un cuello y en el borde posterior muestra una escotadura triangular, que recibe al articular.

El hueso articular tiene el borde anterior triangular y el posterior ondulado. En el extremo posteroinferior se encuentra la fosa articular orientada hacia afuera y que recibe al cuadrado; ventralmente lleva dos pequeñas puntas dirigidas hacia adelante.

El retroarticular es un elemento pequeño de forma triangular, colocado ventralmente a la fosa del articular.



Arco hiopalatino (Figs. 5A y 7B).

El hiomandibular está colocado diagonalmente y se articula por medio de dos cóndilos al neurocráneo. Es amplio en su porción superior y angosto en la inferior. El cóndilo que articula al opérculo es plano. La superficie lateral del hueso es ampliada por un reborde lateral que se aplica al preopercular.

El cuadrado, el cual tiene una porción superior laminar y una inferior alargada, recibe en una escotadura posterior al simpléctico y por medio de un cóndilo articula con la mandíbula inferior. La cara interna de la lámina esta cubierta parcialmente por el ectopterigoides y el endopterigoides.

El simpléctico es un elemento pequeño y delgado, ligeramente curvo, cuyo extremo anterior se introduce entre la lámina y la porción inferior de cuadrado.

El autopalatino tiene forma de reloj de arena con una base unida al endopterigoides y la otra dividida en tres pequeñas láminas. Entre dos de estas láminas se localiza el preetmoides.

El ectopterigoides es amplio, laminar y tiene el borde anterior lobulado.

El endopterigoides es un hueso laminar, curvado hacia el paraesfenoides y con una notable concavidad para articular con el autopalatino. Externamente esta cubierto en parte por el metapterigoides y el cuadrado.

El metapterigoides es un elemento de contorno irregular, con dos porciones laminares, una de las cuales es pequeña y está en el mismo plano que el endopterigoides mientras que la otra es más amplia.

Serie opercular (Figs. 5A y 7B).

El preopercular es semilunar, amplio y con los brazos de igual longitud. El borde anterior del brazo vertical se une al reborde del hiomandibular, mientras que posteriormente el hueso se traslapa con el opercular. El brazo horizontal muestra un reborde que protege una rama del sistema de la línea lateral y cubre la mayor parte del interopercular, estando a su vez cubierto en parte por el cuadrado.

Colocado internamente al preopercular, se encuentra el interopercular, el cual tiene forma de cuchilla, con el borde posterior redondeado.

El subopercular también es laminar, de forma semejante al hueso interopercular, pero más plano.

El opercular es el elemento más grande, con forma de trapecio. El borde superior es corto y cóncavo, proyectando hacia adelante una porción redondeada sobre el preopercular. La superficie externa está finamente estriada, mientras que la interna es lisa y en el borde anterior se forma la fosa articular para el hiomandibular.

Arco hioideo (Fig. 7C.)

El interhial es el elemento más pequeño del esqueleto del pez teniendo forma de un corto cilindro.

El posterohial es aproximadamente cuadrado, aunque tiene una punta dirigida hacia atrás. Su borde anterior se une fuertemente al anterohial y por su cara externa sostiene al branquiostego número tres.

El elemento más grande de la serie es el anterohial, el cual es angosto en su parte media y se une en forma amplia al posterohial. Externamente sostiene a los dos primeros branquiostegos.

El ventrohial es del hueso más anterior de la serie, que muestra un corto proceso anterior.

Unido al anterohial y al ventrohial se encuentra el dorsohial, en forma piramidal.

El urohial es un hueso impar con el extremo anterior cilíndrico y la parte posterior plana y en forma de una cresta triangular. Proyecta hacia atrás dos procesos delgados. Se une al primer basibranchial, entre los ventrohiales.

Los branquiostegos son tres radios laminares, largos y curvos, cuyo extremo anterior se une al aparato hioideo, mientras que la porción posterior sigue el borde inferior del opérculo. El primero es el más corto y angosto. Hubbs (1919) considera que el número bajo de estos elementos está usualmente relacionado con una unión amplia de las membranas branquiales y con un hábitat dulceacuícola.

Arcos branquiales (Fig. 7C, D, E).

Los branquiales se encuentran en número de cuatro huesos impares delgados. El más anterior es el más largo, esta dirigido hacia adelante y su extremo posterior se apoya en los dorsohiales. Los restantes elementos son considerablemente más cortos.

Los hipobranquiales son tres delgados huesos muy pequeños, colocados a los lados de los basibranchiales y orientados hacia abajo, para proteger la aorta ventral sin formar series con los ceratobranquiales.

Los cuatro ceratobranquiales son largos, curvos y llevan un surco externo para la arteria branchial. Se une por su extremo posterior a los respectivos epibranchiales.

Continuándose hacia arriba se encuentran los cuatro epibranchiales, de tamaño equivalente entre sí. El primero tiene forma de botella y los restantes llevan un proceso laminar hacia arriba, teniendo el cuarto uno más.

Los infraringobranquiales son tres elementos columnares, que se unen a la base del neurocráneo y a los epibranchiales. El tercero es el más pequeño y de naturaleza cartilaginosa. El segundo es el más largo y se traslapa con el primero.

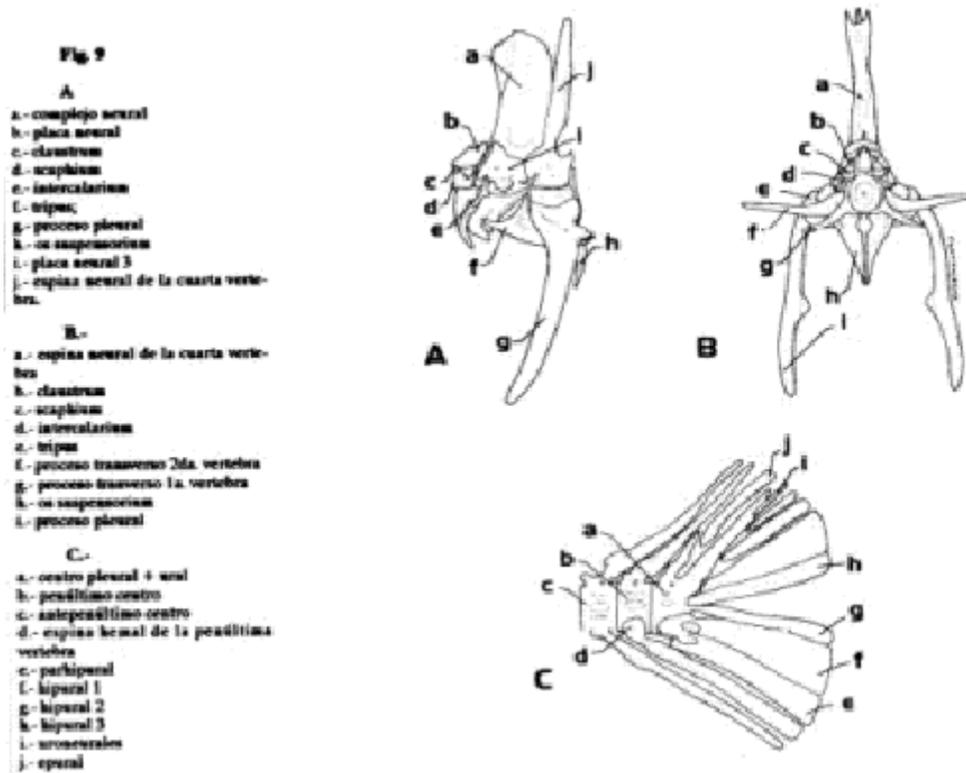
El quinto arco branquial está formado por una sola pieza, llamada hueso faríngeo. Este es semilunar, con dos procesos delgados, de los que el anterior es el más largo y se une con su homónimo del otro lado, mientras que el superior es más corto y se orienta hacia la base del neurocráneo. Externamente el hueso es plano y cavernoso, mientras que medialmente es abultado y soporta los dientes faríngeos.

Cintura pectoral (Figs 5A y 8A).

El hueso más grande de la cintura, el cleitrum, tiene un brazo vertical ligeramente curvo y otro horizontal amplio. Superiormente termina en punta y se articula al supracleitrum, mientras que en su extremo anterior es truncado y se une con su homónimo del otro lado.

El postcleitrum es extremadamente delgado, con aspecto de espina con dos dobleces. Su porción superior se une a la cara interna del cleitrum.

El supracleitrum es alargado, con la parte superior curva y con el borde posterior grueso donde se sitúa una rama de la línea lateral con varios orificios. Unido por dos partes al cleitrum se encuentra el coracoides, de aspecto laminar y curvo. Posteriormente se articula tanto a la escápula como al mesocoracoides.



El mesocoracoides es un hueso relativamente pequeño, con apariencia de un puente que se extiende del coracoides al cleitrum y la escápula.

La escápula, colocada en la cara interna del cleitrum y debajo del mesocoracoides, está perforada por un foramen y soporta a dos actinósteos por medio de una superficie cóncava debajo del cóndilo.

De los cuatro actinósteos, el primero tiene dos cóndilos, mientras que los restantes tienen forma de botella, con

un sólo cóndilo. El cuarto no tiene una base definida y se une solamente con el tercero sin alcanzar al coracoides.

Cintura pélvica (Fig. 8B).

El basipterigio es un hueso laminar y bifurcado anteriormente siendo la rama inferior más larga. El proceso isquiático es amplio y curvado hacia arriba, en parte unido al del homónimo del otro lado.

Columna vertebral (Fig. 4)

Está formada por 42 vértebras además del urostilo (o centro pleural-ural), correspondiendo 20 a las precaudales y 22 a las caudales. De las precaudales, las cuatro primeras forman el aparato de Weber.

Las vértebras 5 a 17 presentan los procesos transversos autógenos y estos sostienen a las costillas pleurales o ventrales. La última vértebra precaudal forma un puente hemal.

Los procesos hemales aumentan de tamaño desde la primera vértebra caudal hasta la quinta, desde la cual disminuye gradualmente su longitud hacia atrás.

Aparato de Weber (Fig. 9A, B).

Está formado por dos unidades funcionales, como lo consideran Niazi y Moore (1962) para *Hybognathus*: las cuatro primeras vértebras y los osículos de Weber.

El primer centro vertebral es corto y envía los procesos transversos hacia los lados, en una posición más baja que los correspondientes al segundo centro.

El segundo centro vertebral está fusionado al tercero y envía horizontalmente los procesos transversos, los cuales son largos y llegan hasta el nivel de los cleitra, sin unirse a ellos.

Los procesos transversos tanto de la primera como de la segunda vértebras son considerados costillas ventrales modificadas (Niazi y Moore, 1962).

El tercer centro vertebral no se observa bien delimitado ventralmente y forma en cada lado una fosa articular para el tripus.

El cuarto centro vertebral sostiene a cada lado los procesos pleurales, los cuales son autógenos y notablemente largos y robustos. Estos se dirigen hacia abajo hasta el nivel de los postcleitra, llevando ventralmente prolongaciones triangulares reunidas en el plano medio, denominadas os suspensorium y que según Niazi y Moore (1962) son parte de la cuarta costilla ventral. Este presenta una pequeña repisa y un foramen y se adosa al borde posterior del proceso faríngeo del basioccipital.

Inmediatamente detrás de los exoccipitales se localiza la segunda placa neural, la que se une posteriormente al complejo neural y posteroventralmente a la tercera placa neural.

La tercera placa neural es pentagonal y envía unos procesos laterales cortos hacia abajo. Se une tanto a la segunda placa neural y al complejo neural como al cuarto arco neural y al tercer centro vertebral.

El complejo neural es notablemente alto a diferencia de otros ciprínidos y está en relación junto con los supraneurales con la gran amplitud del perfil predorsal del pez. Es de aspecto columnar y además de las relaciones articulares ya mencionadas, se une ampliamente a la espina neural de la cuarta vértebra. Niazi y Moore (1962) suponen que es modificación de la tercera espina neural. Anteriormente tiene una concavidad, además de observarse hueco desde arriba.

La espina o proceso neural de la cuarta vértebra es esbelta, ligeramente plana posteriormente y más alta que el complejo neural.

Los osículos weberianos son 4 elementos de cada lado como en todos los ciprínidos, el claustrum, el

scaphium, el intercalarium y el tripus.

El claustrum es pequeño, cónico y hueco. Está situado debajo de la segunda placa neural y su base se acopla al scaphium. El scaphium es un elemento ovoide, con un proceso muy delgado que se orienta entre la segunda y tercera placas neurales. El intercalarium tiene forma de clava, con una base unida al centro vertebral 2. El tripus es un osículo que en vista lateral es triangular. Tiene cuerpo curvo y prolongado como un filamento hacia atrás para formar el proceso transformador que rodea a los suspensorium. Se articula con el tercer centro vertebral en un surco diagonal.

La morfología de los osículos de Weber podría ser de valor en la sistemática de los peces ostariofisios, como lo sugiere Krumholtz (1943).

Complejo Caudal (Fig. 9C).

Esta formado por los centros vertebrales antepenúltimo y penúltimo con sus correspondientes arcos neurales y hemales y el urostilo o centro pleural-ural. Además lo forman el parhipural, seis hipurales, un uroneural de cada lado y un epural.

Los procesos neural y hemal de la antepenúltima vértebra son largos y con discretas crestas anteriores.

La penúltima vértebra es similar a la anterior, sin embargo su proceso hemal es utógeno y la espina correspondiente se amplía distalmente.

El centro pleural-ural o urostilo, tiene el proceso neural corto y posteriormente se continúa como hipural 2, además de formar hacia arriba otro notable proceso.

Ventralmente al centro pleural-ural, se encuentran el parhipural y el hipural 1, fusionados entre sí en la base. El parhipural proyecta dos procesos laterales.

El hipural 1 lleva proximalmente un cuello angosto, de tal manera que se forman dos foramina arriba y abajo del mismo, mientras que el resto del hueso es amplio y plano.

El hipural 2 se proyecta como ya se mencionó desde el centro pleural-ural, siendo más angosto que los dos elementos ventrales.

El hipural 3 se une al centro pleural-ural y se coloca divergentemente al hipural 2, de tal manera que queda una escotadura del complejo caudal entre ambos huesos.

Los hipurales disminuyen gradualmente de tamaño hacia arriba, teniendo sus extremos en contacto con el proceso dorsal del centro pleural-ural.

El uroneural está formado por dos mitades, anteriormente al hipural 6, siendo más angosto y corto que este último.

El epural es único, de forma de clava y de mediano tamaño. Se localiza entre el proceso dorsal del centro pleural-ural y el proceso neural de la penúltima vértebra.

Costillas

Como en todos los ciprínidos solo existen costillas ventrales, las que en *M. amblycephala* se presentan en número de 13, desde la quinta vértebra, estando las del aparato de Weber modificadas.

Soportes de las Aletas Impares (Fig. 4).

Los supraneurales, los cuales son elementos que no soportan aletas, se encuentran en número de cinco entre los procesos neurales de las vértebras cuarta y novena. El primero de estos huesos es el más amplio, de forma triangular y con una escotadura inferior donde se coloca el proceso neural de la cuarta vértebra. La amplitud de los

restantes supraneurales disminuye gradualmente hacia atrás, siendo el último el más delgado, adosándose al borde anterior del primer pterigióforo dorsal.

La aleta dorsal única está soportada por ocho pterigióforos dorsales, que disminuyen gradualmente su tamaño hacia atrás, siendo el más anterior el más grande debido a una amplia cresta anterior. Este elemento soporta los dos primeros radios dorsales y se intercala entre los procesos neurales de las vértebras 10 y 11. Posteriormente al último pterigióforo se encuentra un elemento reducido.

La aleta anal esta soportada por 28 pterigióforos, de los cuales el primero soporta a los dos primeros radios y muestra una cresta anterior con una punta dirigida hacia arriba. El tamaño de estos elementos se reduce gradualmente hacia atrás. Asimismo existe un elemento reducido posterior al último pterigióforo anal. Los primeros cuatro elementos quedan anteriores a la segunda espina hemal.

Los llamados huesos intermusculares (Fig. 8c), se encuentran entre la musculatura axial, siendo diferentes a los intermusculares craneales, que Howes (1979) describe para *Macrochirichthys*. Estos delgados huesos, se observan mejor en ejemplares transparentados y coloreados con Alizarina. En la musculatura epiaxial, se encuentran 29 intermusculares bifurcados, después de los cuales están 14 simples, mientras que en la musculatura hipoaxial son 8 bifurcados y 15 simples.

CONCLUSIONES

1. Se reconoce una relación entre la altura del cuerpo y la gran amplitud de los supraneurales y pterigióforos dorsales, así como la longitud de las costillas. El cuerpo es relativamente más alto que en otros ciprínidos y la convexidad del perfil predorsal está proporcionada por los supraneurales. Asimismo ésta relativamente gran altura y compresión lateral, da la impresión de una región cefálica reducida.

2. El aplanamiento lateral del cuerpo se acentúa al formarse una quilla abdominal entre las aletas pélvicas y la anal. Como consecuencia la orientación tanto de los basipterigios como de la musculatura pélvica es en el sentido vertical.

3. El primer pterigióforo dorsal soporta dos radios no ramificados, siendo el primero de difícil reconocimiento, mientras que el segundo hueso soporta al tercer radio, sumando tres los elementos no ramificados de la aleta dorsal, carácter que Gosline (1978) utiliza para colocar este género dentro de la Subfamilia Leuciscinae.

4. La línea lateral es completa y muestra una ligera curvatura hacia abajo, después de la cual se hace recta, situándose en la parte media del pedúnculo caudal, siendo estos caracteres utilizados por Banarescu (1967), para colocar al género dentro de la Subfamilia Cultrinae.

5. La forma de la cavidad visceral determinada en gran parte tanto por la unión ventral directa de las paredes del cuerpo como por el aplanamiento lateral del mismo. En especial, el piso de la cavidad está afectado por la musculatura pélvica y la quilla ventral, entre las cuales se forma un abultamiento en el piso, mientras que la quilla, por su amplitud, permite la formación entre ella y el primer pterigióforo anal, de un conducto vertical ocupado por el último tramo del intestino, el recto y los conductos urogenitales.

6. El tubo digestivo muestra la misma organización que en otros ciprínidos, no habiendo estómago diferenciado. Asimismo la longitud del intestino, de 3.6 veces la longitud patrón corresponde con el carácter herbívoro de la especie. El arreglo del mismo, implica la formación de dos conjuntos de vueltas en la parte izquierda de la cavidad visceral, entre las que se forma un lóbulo triangular del hígado. Este órgano, por lo tanto es de forma compleja y de aspecto continuo del lado derecho.

7. Es notable como carácter de posible valor sistemático a nivel de subfamilia, la división de la vejiga natatoria en tres lóbulos, como lo discute Gosline (1978) con relación a ciertos ciprínidos. En *M. amblycephala* el tercer lóbulo es muy reducido y se coloca generalmente entre la musculatura del lado izquierdo.

8. La organización de los dientes faríngeos en tres hileras corresponde al patrón dental de las especies asiáticas. La fórmula dental propuesta para *Megalobrama amblycephala* es: 2, 5, 4-4, 5, 2, considerando ambos huesos. La morfología de los dientes corresponde al tipo herbívoro de alimentación.

9. La organización del endoesqueleto de esta especie corresponde al patrón osteológico de los ciprínidos.

10. El cráneo de *Megalobrama amblycephala* difiere del descrito en otros ciprinidos en la fusión de los huesos supraetmoides y mesetmoides, en la notable elevación de la cresta supraoccipital, el marcado desarrollo de un reborde de los parietales, la forma particular de la placa masticadora y del proceso faríngeo del basioccipital. Asimismo el supraorbital número 5 no se conecta con el supraorbital, ni éste con el lacrimal.

11. En el aparato de Weber, son sobresalientes la forma columnar y la gran altura del complejo neural. La columna vertebral presenta un total de 42 vértebras (20 + 22) más el urostilo y es notable el carácter autógeno de los procesos transversos o parapófisis de las vértebras 5 a la 17.

LITERATURA CITADA

- ARREDONDO, F., 1984. Curso de policultivo de organismos acuáticos de importancia comercial. CINVESTAV, IPN. Mérida.
- BANARESCU, P., 1967. Studies on the systematics of Cultrinae (Pisces, Cyprinidae) with description of a new genus. *Rev. Roum. Biol. Zool.*, 12(5): 29-308.
- BANARESCU, P., 1970. Contributions of the knowledge of the genus *Megalobrama* (Pisces, Cyprinidae). *Rev. Roum. Biol. Zool.*, 15(13): 133-139.
- BARDACH, J. E., J. H. RYTHYER y W. O., McLARNEY 1986. *Acuacultura, Crianza y Cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. AGT Editor, S. A. México.
- BERY, P. Y. y M. P. LOW, 1970. Comparative studies on some aspects of the morphology and histology of *Ctenopharyngodon idellus*, *Aristichthys nobilis*, and their hybrid (Cyprinidae). *Copeia* (4): 708-725.
- COLLETE, B. B. y L. N. CHAO, 1975. Systematics and morphology of the bonitos (*Sarda*) and their relatives (Scombridae, Sardine). *Fish Bull.*, 73(3): 516-625.
- EASTMAN, J. T. y J. C. UNDERHILL, 1971. Intraespecific variation in the pharyngeal tooth formulae of some cyprinid fishes. *Copeia* (1): 45-53.
- EVANS, H. E. y E. E. DEUBLER, Jr., 1955. Pharyngeal tooth replacement in *Somotilus atromaculatus* and *Clinostomus elongatus* two species of cyprinid fishes. *Copeia* (1): 31-41.
- GOSLINE, W. A., 1978. Unbranched dorsal-fin rays and subfamily classification in the fish family Cyprinidae. *Occ. Pap. Mus. Zool. Univ. Mich.*, (684): 1-21.
- HANG-WEN, K., 1975. An excellent fresh-water food fish *Megalobrama amblycephala*, and its propagation and culturing. *Acta Hydrobiologica, Sinica*, (en chino), 5(3): 293-312.
- HARRINGTON, R. W. Jr., 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. Claring and dyeing fish for bone study. *Zoologica*, 12(10): 89-101.
- HOWES, G. J., 1978. The anatomy and relationships of the cyprinid fish *Luciobrama macrocephalus* (Lacèpede). *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)* 34(1): 1-64.
- HOWES, G. J., 1979. Notes on the anatomy of the cyprinid fish *Macrochirichthys macrochirus* with a review of the subfamily Cultrinae. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*, 36 (3): 147-200.
- HOWES, G. J., 1980. The anatomy, phylogeny and classification of bariline cyprinid fishes. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*, 37(3): 129-198.
- HOWES, G. J., 1981. Anatomy and phylogeny of the chinese major carps *Cteropharyngodon* Steind., 1899 and *Hypophthalmichthys* Bikr., 1960. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)* 41(1): 1-52.
- HUBBS, C. L., 1919. A comparative study of the bones forming the opercular series of fishes. *J. Morph.*, 33 (1): 61-71.

- JUAREZ, P. R., 1982. La piscicultura en la República Popular China. Secretaría de Pesca. México. 105 pp.
- KRUMHOLTZ, L. A., 1943. A comparative study of the weberian ossicles on north american ostariophysine fishes. *Copeia*, (1): 33-43.
- MAHONEY; R. 1966. Laboratory techniques in Zoology. *Butter-worth & Co. Publ., Londres*, 327-351.
- MONCAYO, L. M. E., 1981. Osteología de *Notropis aztecus* Woolman. 1894. (pisces: Cyprinidae). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Mex.*, 24: 95-143.
- NAKAJIMA, T., 1979. The development and replacament pattern of the pharyngeal dentition in the japanese cyprinid fish, *Gnathopogon coerulescens*. *Copeia*, (1): 22-28.
- NIAZI, A. D. y G. A. MOORE, 1962. The weberian apparatus of *Hybognathus placitus* and *H. nuchalis* (Cyprinidae). *Southwest Natur.*, 7(1): 41-50.
- ROSAS, M., 1976. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Subsecretaría de Pesca, 1-60.
- SMITH, C. L. y R. M. BAILEY, 1962. The subocular shelf of fishes. *J. Morph*, 110:1-18.
- TIMM, R. M., 1982. Dermestids. *Field Mus. Nat. Hist. Bull.*, 53 (2): 14-19.