



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Osteología de *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)
(Teleostei: Centropomidae).**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO**

P R E S E N T A:

LUIS FELIPE DELGADILLO MORALES



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ABRAHAM KOBELKOWSKY DÍAZ**

Ciudad Universitaria, Ciudad de México. 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno

Delgadillo

Morales

Luis Felipe

68 38 56 00

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

307173889

2. Datos del tutor

Dr.

Abraham

Kobelkowsky

Díaz

3. Datos del sinodal 1

Dra.

Alicia

Cruz

Martínez

4. Datos del sinodal 2

M. en C.

María Estela

Pérez

Cruz

5. Datos del sinodal 3

M. en C.

David

Salinas

Torres

6. Datos del sinodal 4

M. en C.

Ignacio Andrés

Morales

Salas

7. Datos del trabajo escrito

Osteología de *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) (Teleostei: Centropomidae)

46p

2018

*“NECESITO del mar porque me enseña:
no sé si aprendo música o conciencia:
no sé si es ola sola o ser profundo
o sólo ronca voz o deslumbrante
suposición de peces y navíos.”*
Pablo Neruda (1904-1973).

Dedicatoria.

A mi mamá Cristi, por enseñarme de la vida y hacer posible mi existencia; es por ti que he logrado todo lo que soy. A mis hermanas Lili y Nancy y tía Inés, por apoyarme en todo momento, orientarme con su ejemplo y motivarme a seguir adelante. A todas ellas, por el amor incondicional, las pláticas reconfortantes y las palabras correctas de aliento en los momentos de dificultad; estoy seguro que superaremos cualquier adversidad que se presente. Sin sus enseñanzas nada de esto hubiera sido posible, ustedes son la base de todo.

A mis amigos Karen, Nancy, Karli, Mitzi, Gabi Ari, Kary, Toño, Lalo y Omar, por haber coincidido alguna vez en la vida, confiar en mí, compartir logros personales, experiencias y permitirme conocerlos en nuestros momentos de felicidad, diversión, duda, tristeza, frustración, enojo. Sin duda forman una relación que más que amistad, son ya familia.

A los amigos y compañeros del Laboratorio de Peces: Lupita, Monse, Ángeles, Iraís, Jazmín, Alejandra, Elizabeth, Guillermo, Dra. Rocío Zarate y Dr. Manuel Castillo, con ustedes el trabajo durante la estancia siempre fue divertido y agradable.

A las profesoras Dra. Alicia Cruz Martínez, M. en C. María Estela Pérez Cruz y profesor M. en C. Ignacio Morales Salas, quienes sin dudar extendieron una mano y ofrecieron ayuda oportuna cada vez que necesité.

A mi tutor Dr. Abraham Kobelkowsky, por darme una oportunidad para llevar a cabo el presente proyecto, recibirme en el laboratorio, tener su apoyo en todos los momentos donde surgían dudas y dedicar tiempo al compartir una parte de su conocimiento e incluso de su vida.

Agradecimientos.

A la Facultad de Ciencias, a los académicos y a la Universidad Nacional Autónoma de México, la educación que recibí y los amigos que me otorgaron son incomparables.

A los académicos de la Unidad de Servicio Académico Acuario de la Facultad de Ciencias, quienes brindaron asistencia dentro de su instalación.

Al Laboratorio de Peces de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y a sus académicos, quienes amablemente brindaron su instalación para la realización del presente trabajo.

A mis tutores que cordialmente prestaron su tiempo y atención al leer el trabajo y aportar ideas para enriquecerlo.

ÍNDICE

Lista de figuras	VII
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	1
3. OBJETIVOS	4
4. MATERIAL Y MÉTODOS	5
5. RESULTADOS	7
5.1 Neurocráneo	7
5.1.1 Región olfatoria	7
5.1.2 Región orbital	8
5.1.3 Región ótica	9
5.1.4 Región basal	10
5.1.5 Región del techo	10
5.1.6 Región occipital	11
5.2 Serie mandibular	12
5.3 Serie palatina	15
5.4 Suspensión mandibular	15
5.5 Serie opercular	16
5.6 Aparato hioideo	18
5.7 Aparato branquial	20
5.8 Cinturas escapular y pélvica	24
5.8.1 Cintura escapular	24
5.8.2 Cintura pélvica	26
5.9 Columna vertebral y complejo caudal	27

5.10	Costillas	28
5.11	Soporte de aletas impares	28
6.	DISCUSIÓN	31
7.	CONCLUSIONES	34
8.	LITERATURA CITADA	35

LISTA DE FIGURAS

1. Vista lateral izquierda.	6
2. Vista lateral izquierda del esqueleto cefálico.	7
3. Vista lateral izquierda de la serie suborbital.	8
4. Vista dorsal del suborbital 3.	9
5. Vista lateral izquierda del neurocráneo.	10
6. Vistas dorsal y ventral del neurocráneo.	11
7. Vista posterior del neurocráneo.	12
8. Vista lateral izquierda de la serie mandibular.	12
9. Vista lateral e interna de la mandíbula superior. Vista lateral del premaxilar.	13
10. Vista lateral y dorsal de mandíbula inferior. Vista ventral de mandíbula inferior.	14
11. Vista lateral izquierda de la serie palatina, suspensión mandibular y de la serie opercular.	17
12. Vista dorsal de la serie palatina.	17
13. Vista interna de la serie palatina, suspensión mandibular y de la serie opercular.	18
14. Vista lateral del aparato hioideo.	19
15. Vistas lateral y dorsal de urohial.	19
16. Vista lateral izquierda del aparato branquial.	20
17. Vista dorsal del aparato branquial.	21
18. Vista dorsal de ceratobranquial 5 izquierdo.	22
19. Vista ventral del aparato branquial.	23
20. Vista ventral de las ramas superiores del aparato mandibular.	23

21. Vista lateral izquierda de posttemporal.	24
22. Vista lateral izquierda de la cintura escapular y cintura pélvica.	25
23. Vista lateral izquierda del postcleitrum superior e inferior.	26
24. Vista lateral del postcleitrum superior e inferior.	26
25. Vista ventral del basipterigium de <i>Centropomus undecimalis</i> .	27
26. Vista lateral izquierda del complejo caudal.	28
27. Vista lateral izquierda de los pterigióforos dorsales de la segunda aleta dorsal.	29
28. Vista lateral izquierda de los pterigióforos anales.	29
29. Esqueleto postcefálico de <i>Centropomus undecimalis</i> .	30



1. RESUMEN

La organización del endoesqueleto del robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) corresponde al patrón morfológico general de los Teleostei y en particular de los Perciformes. Los caracteres osteológicos sobresalientes son la presencia del hueso supramaxilar, el prognatismo de la mandíbula inferior, la presencia de numerosos dientes pequeños en las mandíbulas superior e inferior, en el paladar y en los arcos branquiales, el aspecto agudo de la lámina subocular del hueso suborbital 3 y la formación del complejo neural por la integración de los procesos neurales de las dos primeras vértebras. Se reconoce una relación de la baja altura del cuerpo con la reducida elevación de las crestas craneales y la escasa longitud de la suspensión mandibular y de la cintura escapular. Se cuentan siete radios branquiostegos. La columna vertebral cuenta con 10 vértebras precaudales y 12 caudales más el urostilo.

2. INTRODUCCIÓN

Los peces son el grupo más numeroso de vertebrados, contando con 32,000 especies reconocidas, lo cual representa más de la mitad del total de vertebrados. Existen 85 órdenes con 536 familias, siendo un 43% de aguas dulces predominantemente. Presentan una gran diversidad en su morfología, hábitats, fisiología y comportamiento; incluyen una vasta variedad de adaptaciones a casi cualquier medio acuático (Nelson, 2006).

Dentro del orden Perciformes, el cual es el más grande de los peces, se encuentra la familia Centropomidae, la cual es un grupo monogénico (*Centropomus*) con doce especies (Nelson, 2006). En el Pacífico oriental tropical se encuentran *C. viridis* (Lockington, 1877), *C. unionensis* (Bocourt, 1868), *C. robalito* (Jordan & Gilbert, 1882), *C. medius* (Günther, 1864), *C. armatus* (Gill, 1863) y *C. nigrescens* (Günther, 1864). El resto de las especies se localizan en las costas occidentales del Atlántico, desde la península de Florida, el Golfo de México y hasta Santa Catarina en el sur de Brasil, pasando por las Antillas Mayores y Menores, siendo *C. undecimalis* (Bloch, 1792), *C. mexicanus* (Bocourt, 1868), *C. parallelus* (Poey, 1860), *C. poeyi* (Chávez, 1961), *C. pectinatus* (Poey, 1860) y *C. ensiferus* (Poey, 1860) (Rivas, 1986; Tringali, *et al.* 1999). La única especie del Atlántico que presenta una distribución restringida es *C. poeyi*, cuyos registros aparecen únicamente a lo largo de las costas de la Bahía de Campeche en el Golfo de México (Chávez, 1961).

Los Centropomidae habitan en mares, aguas salobres y dulces de regiones tropicales y subtropicales de Norteamérica y Centroamérica; están asociados a ríos y estuarios a lo largo de las costas.

Algunas características morfológicas distintivas de la familia son: la mandíbula inferior más larga que la superior; la línea lateral extendida hasta alcanzar el margen posterior de la aleta



caudal, la cual es bifurcada; la aleta dorsal anterior tiene ocho espinas y la dorsal posterior tiene una espina y de ocho a 11 radios; la aleta anal lleva tres espinas y de cinco a ocho radios; las aletas pélvicas tienen una espina y cinco radios; el aparato hioideo tiene siete radios branquiostegos; la columna vertebral está formada por 24 vértebras; la longitud máxima del cuerpo es de dos metros (Nelson, 2006).

La familia Centropomidae representa un grupo basal de peces percoideos, históricamente ligado a la actual familia Latidae, por lo que hasta hace una década, Centropomidae estaba constituida por las subfamilias Latinae (géneros *Lates* y *Psammoperca*) y Centropominae (género *Centropomus*). Mediante análisis cladísticos usando 29 caracteres, Otero (2004) demostró que la familia Centropomidae es un grupo parafilético, por lo que la anteriormente conocida como subfamilia Latinae es ahora reconocida como familia distinta.

Según Nelson (2006), la clasificación filogenética correspondiente a *Centropomus undecimalis* es la siguiente:

Phylum Chordata
 Subphylum Craniata
 Superclase Gnathostomata
 Clase Actinopterygii
 Subclase Neopterygii
 División Teleostei
 Subdivisión Euteleostei
 Superorden Acanthopterygii
 Serie Percomorpha
 Orden Perciformes
 Suborden Percoidei
 Superfamilia Percoidea
 Familia Centropomidae Poey, 1868
 Género *Centropomus* Lacépède, 1802
 Especie *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)

De acuerdo con McMichael *et al.*, (1989), *C. undecimalis* es un depredador visual, de hábitos carnívoros con tendencia piscívora; se considera depredador oportunista ya que su alimentación en el medio natural comprende 37 taxones, dentro de los cuales se encuentran organismos pelágicos y bentónicos (Blewett *et al.*, 2006). Es un forrajero de comportamiento crepuscular-nocturno (Rock, 2009), que detecta a sus presas en poca presencia de luz, debido a que posee una visión escotópica (agudeza visual baja y la recepción de luz es principalmente por los conos de la retina) (Eckelbarger *et al.*, 1980). Es una especie hermafrodita protándrica (Taylor *et al.*, 1996), estenoterma (Gilmore *et al.*, 1978), eurihalina y diádroma (Perez-Pinzon y Lutz, 1991).



Su abundancia y distribución tiene una estrecha relación con la presencia de ambientes costeros, salobres y dulceacuícolas donde la fluctuación de la salinidad va de 0 a 45 ppm, siendo este factor importante en su distribución (Rivas, 1986).

La zona de reproducción de ésta especie es en las costas, en el Golfo de México y se lleva a cabo durante los meses de abril a septiembre, con un pico de mayor actividad en junio y agosto, cuando las costas alcanzan los 25-30°C (Taylor *et al.*, 1996). La talla de primera madurez de los machos es de aproximadamente 50 cm (cuatro años) y de las hembras de 80 cm (7.5 años), iniciando la reversión sexual macho-hembra después de los primeros desoves (Taylor *et al.*, 1996; Perera-García *et al.*, 2011).

Entre las familias de peces que se explotan en los estuarios mexicanos se destacan Sciaenidae, Mugilidae, Gerreidae y Centropomidae, donde se crían, alimentan y eventualmente se reproducen (Jiménez, 1984).

Las poblaciones de *Centropomus* tienen una gran importancia económica ya que forman parte de las pesquerías, además de tener un fuerte potencial para la acuicultura (Serrano, 2012). Dicha importancia pesquera se refleja en la estadística de pesca de 2001, donde se reportan capturas de 5,205 toneladas de *C. undecimalis* y *C. parallelus* en el Golfo de México (Zarza *et al.*, 2006).

Los estudios osteológicos son de utilidad para diferenciación de especies (Flores y de la Hoz, 2010; Kong e Iratchet, 1998), para ratificar la presencia de un determinado taxón y para comprender las relaciones morfo-funcionales de las estructuras óseas (De la Hoz y Tosti-Croce, 1981).

Entre los trabajos osteológicos de teleósteos de México se encuentran el de Rodríguez-Ibarra *et al.*, (2014), quienes describen el desarrollo de la columna vertebral y el complejo caudal de *Lutjanus guttatus*; Kobelkowsky y Reséndez (1972) describen la osteología de *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Mugilidae); Kobelkowsky y Garduño (1989) describen el endoesqueleto de *Megalobrama amblycephala* (Cyprinidae); Kobelkowsky y Herrera (1995) describen la osteología de *Lutjanus guttatus* (Lutjanidae); Kobelkowsky (2002) describió la osteología de *Citharichthys spilopterus* (Paralichthyidae); Kobelkowsky (2004) describe el esqueleto de *Diapterus auratus* (Gerreidae);

Los trabajos sobre osteología de *Centropomus* son escasos, entre los cuales está el de Fraser (1968), en el que describe parte del endoesqueleto de *Centropomus poeyi* y comparó con *C. undecimalis*, *C. pectinatus*, *C. parallelus* y *C. ensiferus*; Potthoff y Tellock (1993), describen el desarrollo de *C. undecimalis* de la columna vertebral, costillas, aletas, aparato hioideo, aparato branquial, región hiomandibular y serie opercular en 116 organismos cuyo desarrollo fue bajo condiciones controladas. Otero (2004) discute las relaciones filogenéticas del género *Lates* con respecto a *Centropomus*, considerando numerosos caracteres osteológicos.



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Describir el endoesqueleto del robalo *Centropomus undecimalis*.

3.2 Objetivos particulares

1. Describir las relaciones anatómicas del esqueleto somático de *C. undecimalis*.
2. Describir las relaciones anatómicas del esqueleto visceral de *C. undecimalis*.



4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se dispuso de 10 ejemplares adultos colectados en la laguna de Tampamachoco, Veracruz, los cuales fueron saturados con sal de grano para ser trasladados al Laboratorio de Peces de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, donde se lavaron con agua y fijaron en formaldehído al 10%; se retiró el fijador y se lavaron con agua por dos días y se conservaron en alcohol etílico al 70%.

Los ejemplares fueron identificados mediante claves taxonómicas especializadas (p. e. FAO, 2002; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

El descarnado de los ejemplares fue manual, retirando la piel para descubrir la musculatura, la cual, a su vez se removió por regiones del cuerpo. Al retirar la piel de la región cefálica se expusieron músculos viscerales y la porción más anterior de la musculatura axial.

Mediante la remoción de los músculos viscerales superficiales se expusieron la serie mandibular, la serie palatina, la suspensión mandibular y la serie opercular. Al remover músculos viscerales más profundos se observaron el aparato hioideo, el aparato branquial y parte del neurocráneo.

Al retirar los músculos de las aletas pectorales y pélvicas, fueron evidenciadas las cinturas escapular y pélvica.

La serie suborbital de huesos fue retirada, con el fin de exponer los globos oculares. A continuación se desprendieron los músculos extra-oculares, seccionando el nervio óptico para extraer el globo ocular.

A cada globo ocular se le retiraron los tejidos blandos, y se colocó en una solución de Alizarina Roja al 4% para colorear los huesos escleróticos.

Con el objeto de exponer totalmente el neurocráneo se extrajo la parte dorsal de los primeros miotomos. Evidenciando el esqueleto axial postcraneal y retirando los miotomos y los músculos que mueven a las espinas y radios de las aletas impares.

Los conjuntos de huesos fueron ilustrados principalmente en vista lateral izquierda manteniendo su ubicación *in situ* en el ejemplar. El neurocráneo se ilustró en sus vistas lateral, dorsal, ventral y posterior. El esqueleto visceral fue ilustrado en vistas lateral, dorsal y ventral. Los tendones, ligamento y cartílagos se ilustraron con punteado.

Se describió la morfología *in situ* de cada hueso y cartílago, registrando los caracteres más notables así como las principales relaciones anatómicas, tales como inserción de músculos y la trayectoria de tendones y ligamentos.



El estudio del endoesqueleto se realizó de acuerdo a las siguientes regiones del cuerpo:

- Neurocráneo
- Serie mandibular
- Serie palatina
- Suspensión mandibular
- Serie opercular
- Aparato hioideo
- Aparato branquial
- Cinturas escapular y pélvica
- Columna vertebral y complejo caudal
- Costillas
- Soportes de las aletas impares

Cada uno de los huesos fue ilustrado mediante un tubo de dibujo acoplado a un microscopio estereoscópico Leica Wild M3Z. Las ilustraciones fueron editadas mediante el programa Adobe Photoshop® CC15.

La terminología del esqueleto se basó en el criterio de Gregory (1959), mientras que la terminología de la musculatura siguió el criterio de Winterbottom (1973).

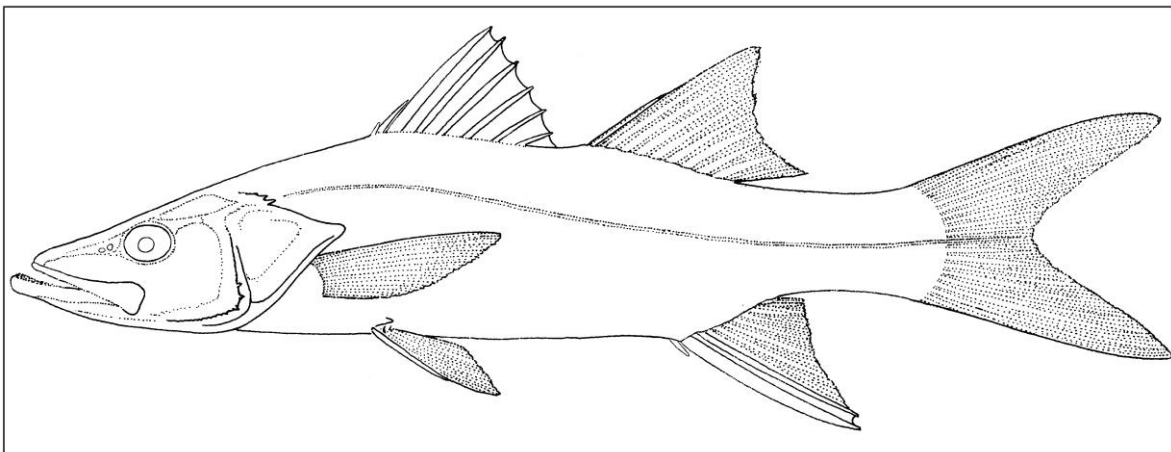


Figura 1. Vista lateral izquierda de *Centropomus undecimalis*.



5. RESULTADOS

5.1 Neurocráneo

Es largo y lateralmente son notables las regiones olfatoria y orbital. Está conformado por las regiones olfatoria, orbital, ótica, basal, del techo y occipital. El vómer y el paraesfenoides son de longitud considerable y ventralmente forman una quilla larga. El basioccipital y los exoccipitales se articulan a la primera vértebra; en la vista posterior se aprecia el *foramen magnum* por el cual pasa la médula.

5.1.1 Región olfatoria

Formada por el vómer, etmoides, prefrontales y nasales. Junto con el hueso lacrimal conforma la cápsula olfatoria. El vómer muestra en la cara ventral un área dentada en forma de semiluna. El etmoides es una barra horizontal y rectangular que se ubica entre los nasales.

Los prefrontales forman parte de la pared anterior de las órbita oculares; presentan el foramen olfatorio por el cual atraviesa el nervio olfatorio (I). Los nasales son elementos rectos, canalados y articulados al frontal. (Figs. 2 y 5).

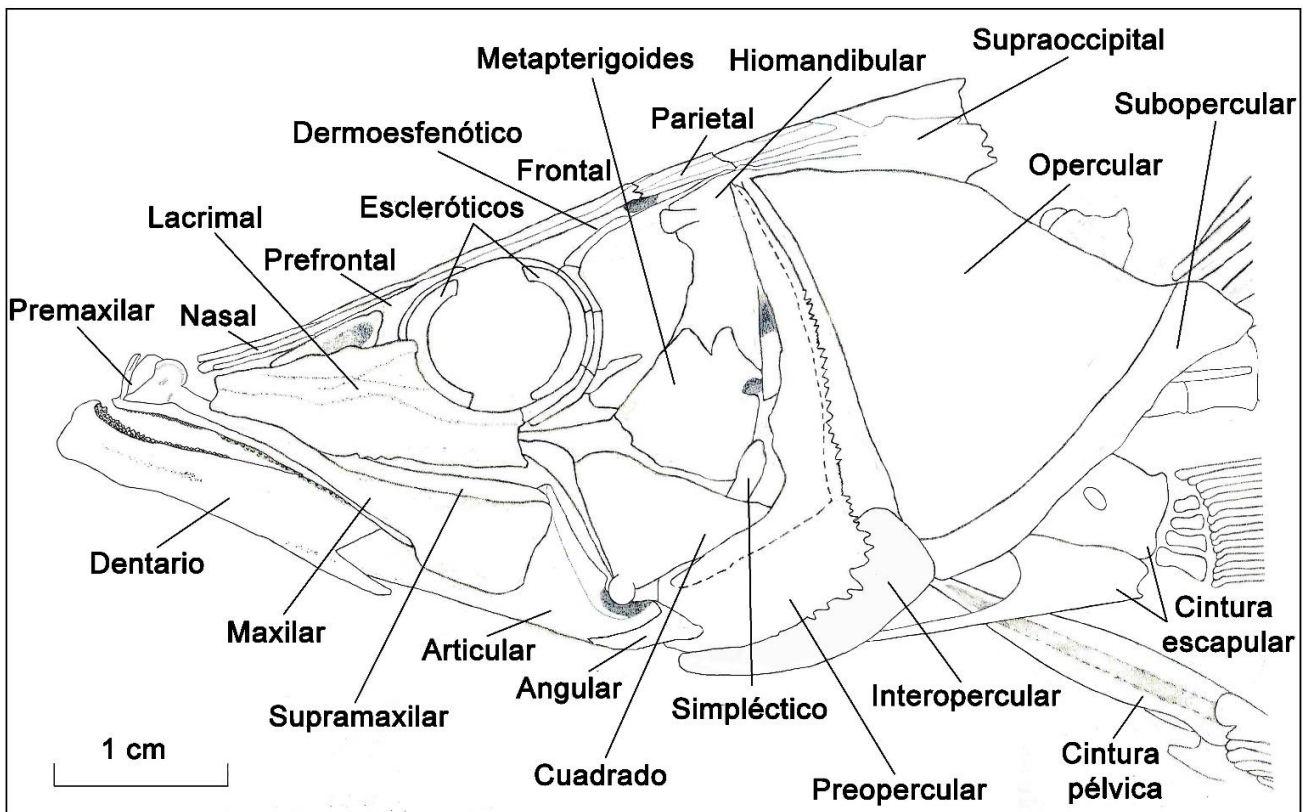


Figura 2. Vista lateral izquierda del esqueleto cefálico de *Centropomus undecimalis*.



5.1.2 Región orbital

Forma la cavidad ósea que aloja al globo ocular y proporciona superficie de inserción de los músculos rectos del ojo y el paso de nervios craneales. Está conformada por los prefrontales, frontales, la serie suborbital, pteroesfenoides y escleróticos (Figs. 2, 3 y 5).

Los frontales son los huesos de mayor longitud del neurocráneo y contribuyen a formar las crestas supraoccipital, parietal y pterótica.

La serie suborbital es recorrida por la rama suborbital del sistema sensorial de la línea lateral (Fig. 3). Está formada por el hueso lacrimal o suborbital 1 y los suborbitales 2, 3, 4, 5 y 6 o dermoesfenótico. El lacrimal es laminar, trapezoidal y presenta un reborde horizontal, que es parte de un canal de la línea lateral. El suborbital 2 es corto y ovalado. El suborbital 3 tiene una amplia repisa suborbital en la cual ventralmente se inserta parte del músculo aductor mandibular (Fig. 4). El suborbital 4 es corto. El suborbital 5 es alargado y cilíndrico. El dermoesfenótico es canalado, aplanado anteriormente y con terminación posterior angosta. El pteroesfenoides es ensanchado y forma parte de la pared posterior de la órbita. Los escleróticos anterior y posterior son laminares, semicirculares y en conjunto forman una semiesfera, la cual constituye parte de la esclera del globo ocular.

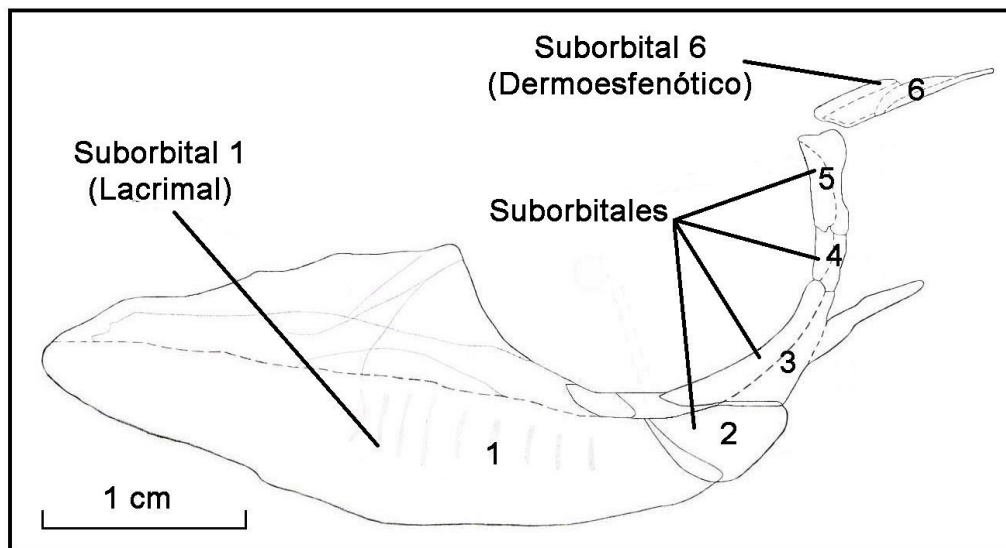


Figura 3. Vista lateral izquierda de la serie suborbital de *Centropomus undecimalis*.

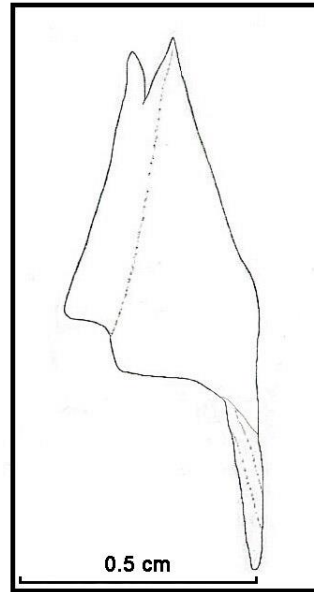


Figura 4. Vista dorsal del suborbital 3 de *Centropomus undecimalis*.

5.1.3 Región ótica

Alberga y protege al oído interno, proporciona superficie de inserción de los músculos dorsales de los arcos branquiales y del opérculo. Está formada por el esfenótico, proótico, pterótico y epiótico (Figs. 5, 6 A, B y 7).

El esfenótico tiene un proceso anterior que recibe al dermoesfenótico y forma parte de la foceta articular del cóndilo anterior del hiomandibular.

El proótico es convexo externamente y contribuye a la formación de la foceta articular del hiomandibular; contiene el receso trigémino-facialis, el cual es atravesado por los foramina del nervio trigémino (V) y del facial (VII). Forma parte de la *bulla acoustica utricularis*; la articulación de ambos proóticos forma el techo de los miodomos posteriores que albergan a los cuatro músculos rectos del ojo. En la parte anterodorsal se insertan los músculos *levatores externi* y los *levatores interni*.

El pterótico forma una cresta que presenta el canal intertemporal de la línea lateral y posteriormente un proceso delgado y angosto. En la superficie ventral se insertan los músculos *levatores externi* y *levator posterior*.

El epiótico es rectangular y muestra una foceta que recibe a la rama inferior del posttemporal.



5.1.4 Región basal

Conforma la región inferior del neurocráneo y está formada por el vómer, el paraesfenoides y el basioccipital (Figs. 5, 6 B y 7).

El paraesfenoides es el hueso más largo del neurocráneo, relaciona medioventralmente la región nasal con la ótica; es angosto y posteriormente tiene una terminación en escotadura en V. Contribuye a formar el piso de los miodomos posteriores y a formar el foramen carotídeo.

El basioccipital posteriormente forma el cóndilo occipital que recibe al primer centro vertebral.

5.1.5 Región del techo

Forma la parte superior del neurocráneo. Está constituida por el etmoides, los frontales, los parietales y el supraoccipital (Figs. 5, 6 A, B y 7).

Los parietales forman cada uno la cresta parietal y delimitan la fosa posttemporal junto con el intercalar, los pteróticos y los exoccipitales.

El supraoccipital consta de una notable cresta desde los parietales hasta los exoccipitales, la cual es más larga que alta.

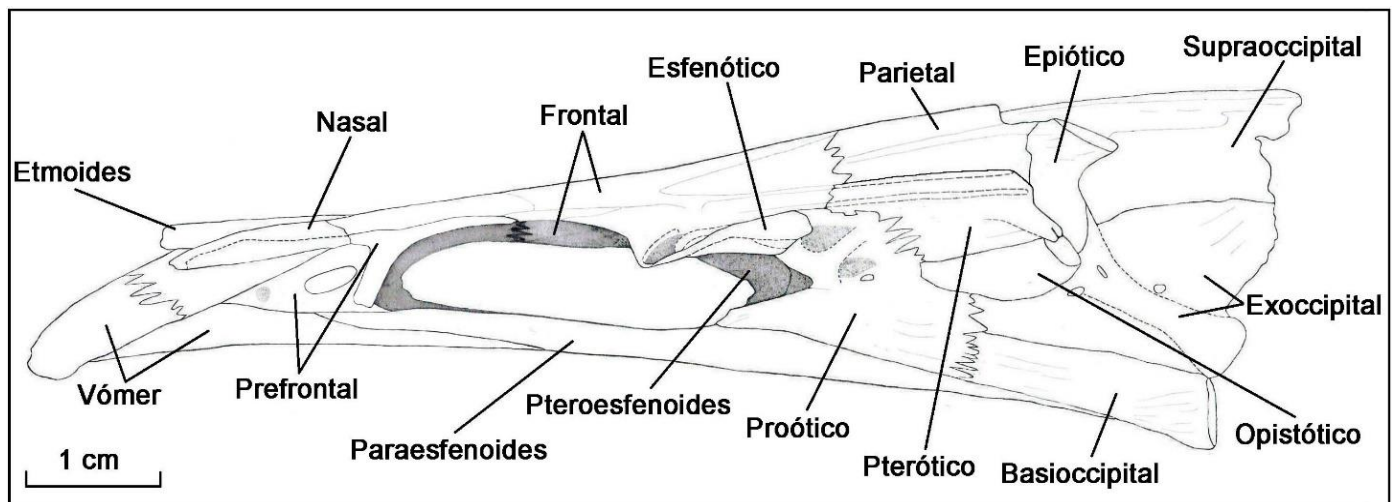


Figura 5. Vista lateral izquierda del neurocráneo de *Centropomus undecimalis*.



5.1.6 Región occipital

Constituye la parte más posterior del neurocráneo. Está conformada por el supraoccipital, basioccipital y los exoccipitales (Figs. 5, 6 A, B y 7).

Los exoccipitales delimitan el *foramen magnum* y forman los cóndilos occipitales los que se articulan con la primera vértebra; continúan anteriormente formando un reborde engrosado. Ventralmente se encuentra el foramen del nervio vago (X) y dorsalmente el foramen al nervio glossofaríngeo (IX) (Fig. 7).

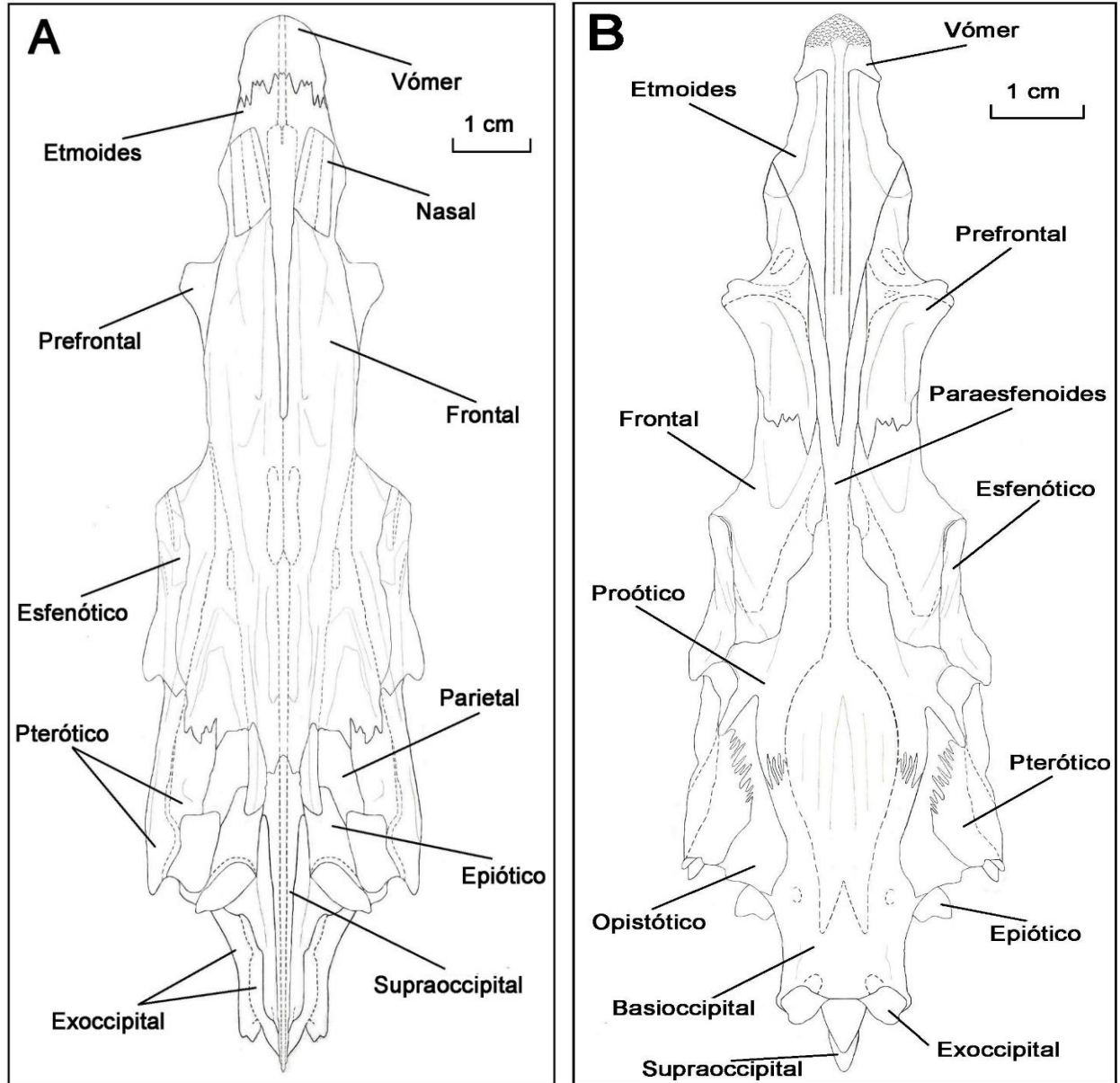


Figura 6. A) Vista dorsal del neurocráneo de *Centropomus undecimalis*. B) Vista ventral del neurocráneo *Centropomus undecimalis*.

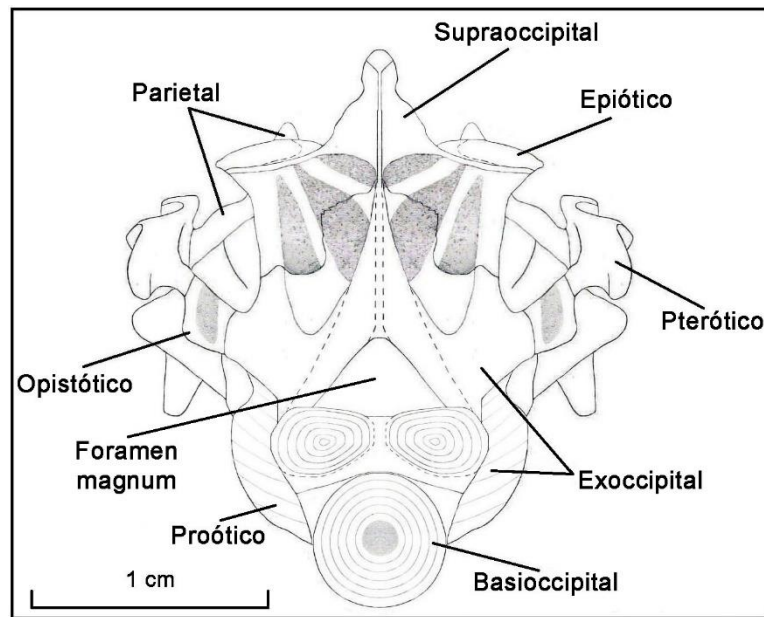


Figura 7. Vista posterior del neurocráneo de *Centropomus undecimalis*.

5.2 Serie mandibular

Constituye el esqueleto de la boca y consta de la mandíbula inferior y superior. Está formada por los huesos premaxilar, maxilar, dentario, articular, angular y esplenial (Figs 8, 9 A, B, C y 10 A, B, C).

El premaxilar cuenta con un proceso nasal y un proceso maxilar de la misma longitud, seguido de un proceso de mayor tamaño; en su borde bucal se encuentra un conjunto de numerosos dientes pequeños y cónicos.

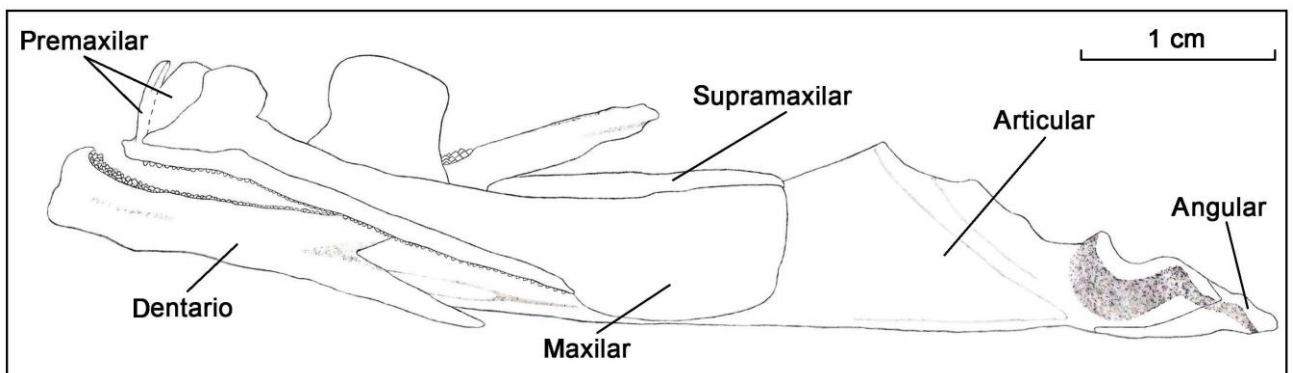


Figura 8. Vista lateral izquierda de la serie mandibular de *Centropomus undecimalis*.



El maxilar es ligeramente curvado y en su parte anterior cuenta con una cabeza que se acopla al proceso maxilar del premaxilar; se ensancha en la parte posterior de manera pronunciada donde se asienta el supramaxilar

El supramaxilar es lanceolado y está colocado sobre el borde superior del maxilar.

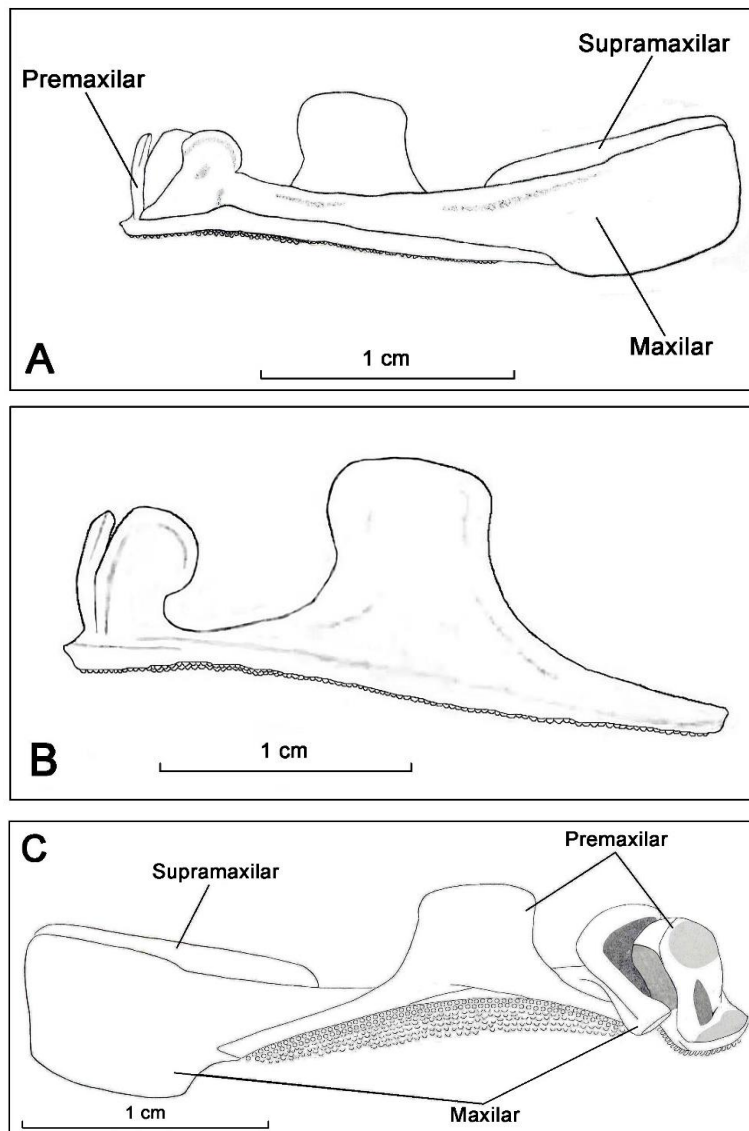


Figura 9. A) Vista lateral de la mandíbula superior de *Centropomus undecimalis*. B) Vista lateral del premaxilar de *Centropomus undecimalis*. C) Vista interna de la mandíbula superior de *Centropomus undecimalis*.

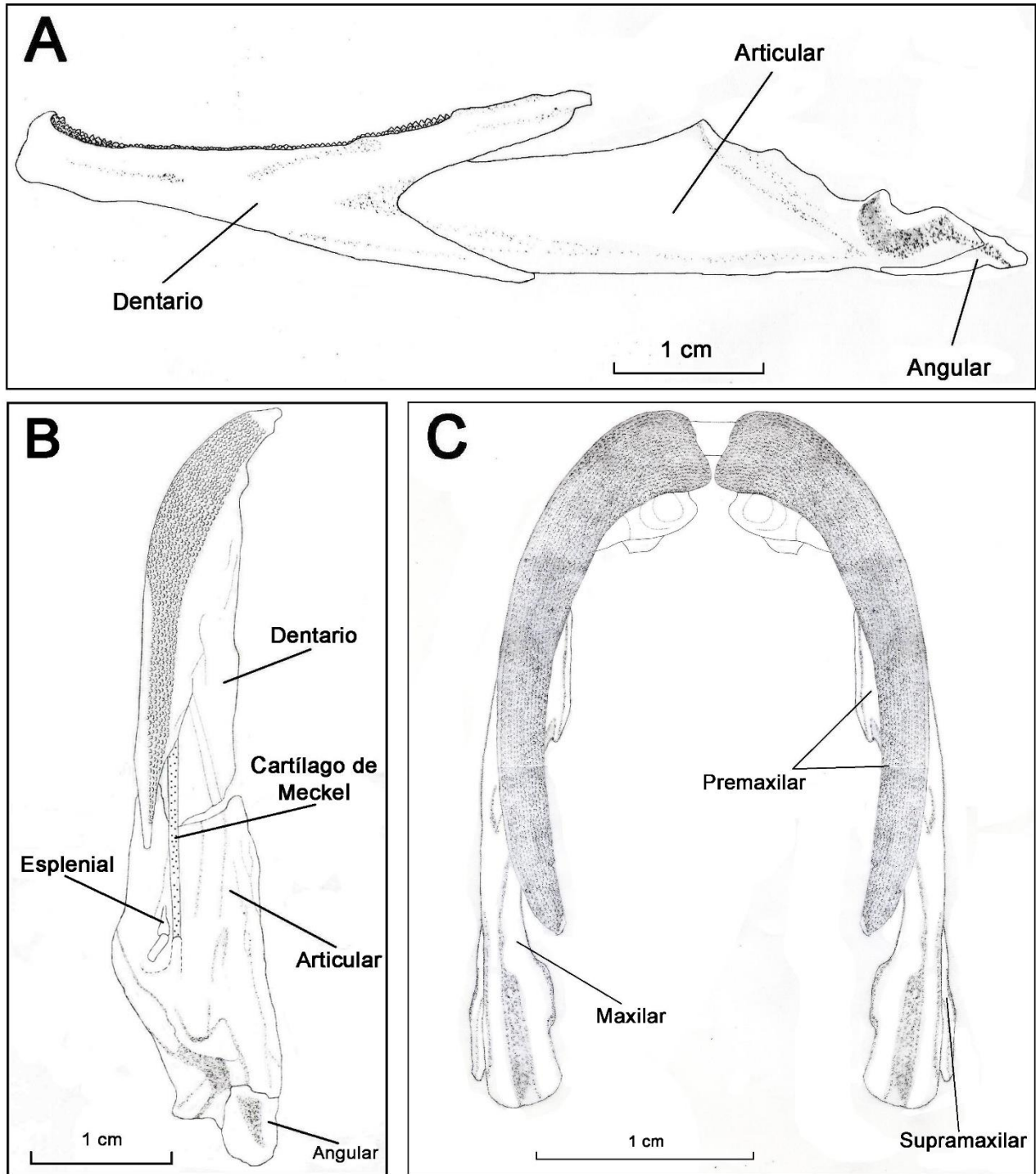


Figura 10. A) Vista lateral izquierda de la mandíbula inferior de *Centropomus undecimalis*. B) Vista dorsal de la mandíbula inferior izquierda de *Centropomus undecimalis*. C) Vista ventral de la mandíbula superior de *Centropomus undecimalis*.



El dentario muestra posteriormente el proceso coronoides, el cual recibe a la sección A2 y A3 del músculo *adductor mandibulae*, que tiene mayor intervención en la apertura y cierre de las mandíbulas; y una rama inferior que forman una escotadura en la cual se introduce el articular. En dicha escotadura se ancla el cartílago de Meckel (Figura 10 B), el cual es cilíndrico y alargado. A lo largo del borde superior bucal cuenta con numerosos dientes cónicos pequeños. Próximo a la sínfisis mandibular se localiza el músculo *intermandibularis*, el cual orienta sus fibras transversalmente entre ambos dentarios. Próximo a la sínfisis y en la cara interna del dentario se origina el músculo *protractor hyoidei* que une con el aparato hioideo.

El articular cuenta con un proceso coronoides poco pronunciado y una foceta que recibe al cóndilo del cuadrado. El articular cuenta con un proceso coronoides poco pronunciado y una foceta que recibe al cóndilo del cuadrado. Recibe al cartílago de Meckel, el cual se conecta mediante un reborde ubicado en la cara interna.

El angular es triangular y delgado.

El esplenial es pequeño y corto y se encuentra en la superficie interna del articular (Fig. 10 B).

5.3 Serie palatina

Forma el techo de la cavidad oral y está compuesta por los huesos palatino, mesopterigoides y ectopterigoides (Figs. 11, 12 y 13).

El palatino es alargado y tiene anteriormente una prolongación angosta que se une a la parte anterior del maxilar; en el borde inferior lleva una hilera delgada de dientes pequeños que se extienden hasta el ectopterigoides; la parte posterior es delgada y aguda.

El mesopterigoides es rectangular, se proyecta hacia el plano sagital formando una plataforma que recibe al músculo aductor del arco palatino.

El ectopterigoides es delgado, en forma de L y en su cara interna se continúa la hilera de dientes que recorre hasta el palatino (Fig. 12).

5.4 Suspensión mandibular

Proporciona directamente la suspensión del aparato hioideo y de la serie opercular, e indirectamente la suspensión de la mandíbula inferior. Está formada por los huesos hiomandibular, metapterigoides, simpléctico y cuadrado (Figs. 11, 12 y 13).



El hiomandibular se articula por el cóndilo anterior con el esfenótico y el proótico, mediante el cóndilo superior con el pterótico y por medio del cóndilo posterior con el hueso opercular. Recibe al músculo elevador del arco palatino y de la cara anterolateral se origina la sección A1 del músculo *adductor mandibulae*.

El metapterigoides es aplanado, trapezoide y tiene una fosa superior que recibe al músculo elevador del arco palatino.

El simplético es alargado y se ancla a la cara interna del cuadrado.

El cuadrado es triangular y en su rama inferior tiene un cóndilo que se articula a la foceta del articular; recibe parte de la sección Aw del músculo *adductor mandibulae*.

5.5 Serie opercular

La serie opercular es laminar, protege al aparato branquial y está formada por los huesos preopercular, interopercular, subopercular y opercular (Figs. 11 y 13).

El preopercular es alargado y tiene forma de L, presenta un reborde que delimita la rama preopercular de la línea lateral y el borde posterior es aserrado. De su borde anterior se originan las secciones A2 y A3 del músculo *adductor mandibulae*.

El interopercular es ovoide y en su extremo anterior se conecta mediante un ligamento al hueso articular.

El subopercular es de mayor longitud que el opercular y cuenta con un proceso anterior que se ubica internamente al interopercular.

El opercular es laminar y trapezoidal; presenta una foceta articular cerca del ángulo anterosuperior, la cual recibe al cóndilo del hiomandibular (Figs. 11 y 13). En posición dorsal al proceso superior se ubica el *dilator operculi*, que en el cierre de la abertura opercular.

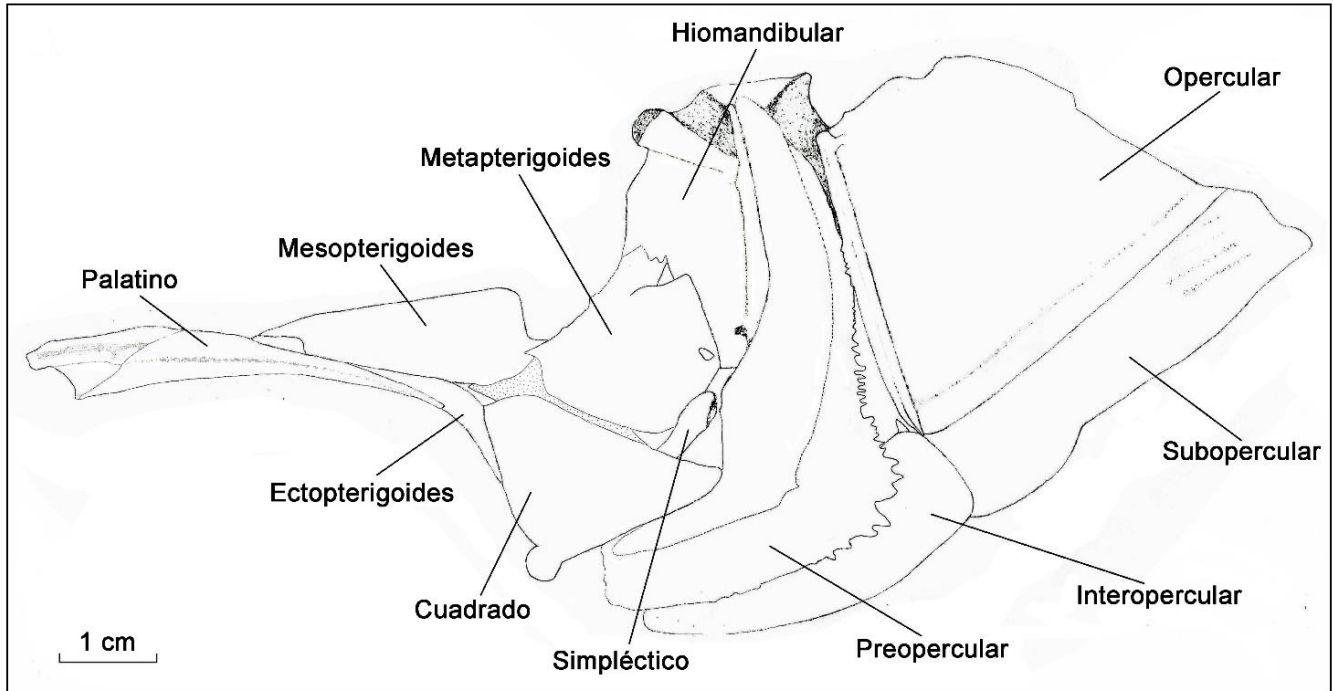


Figura 11. Vista lateral izquierda de la serie palatina, suspensión mandibular y de la serie opercular de *Centropomus undecimalis*.

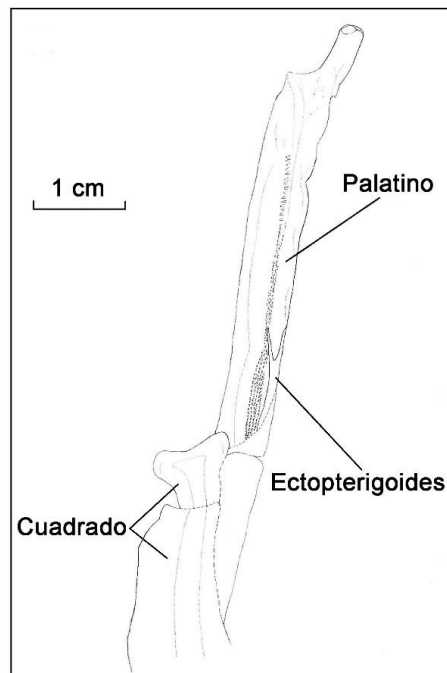


Figura 12. Vista dorsal de la serie palatina de *Centropomus undecimalis*.

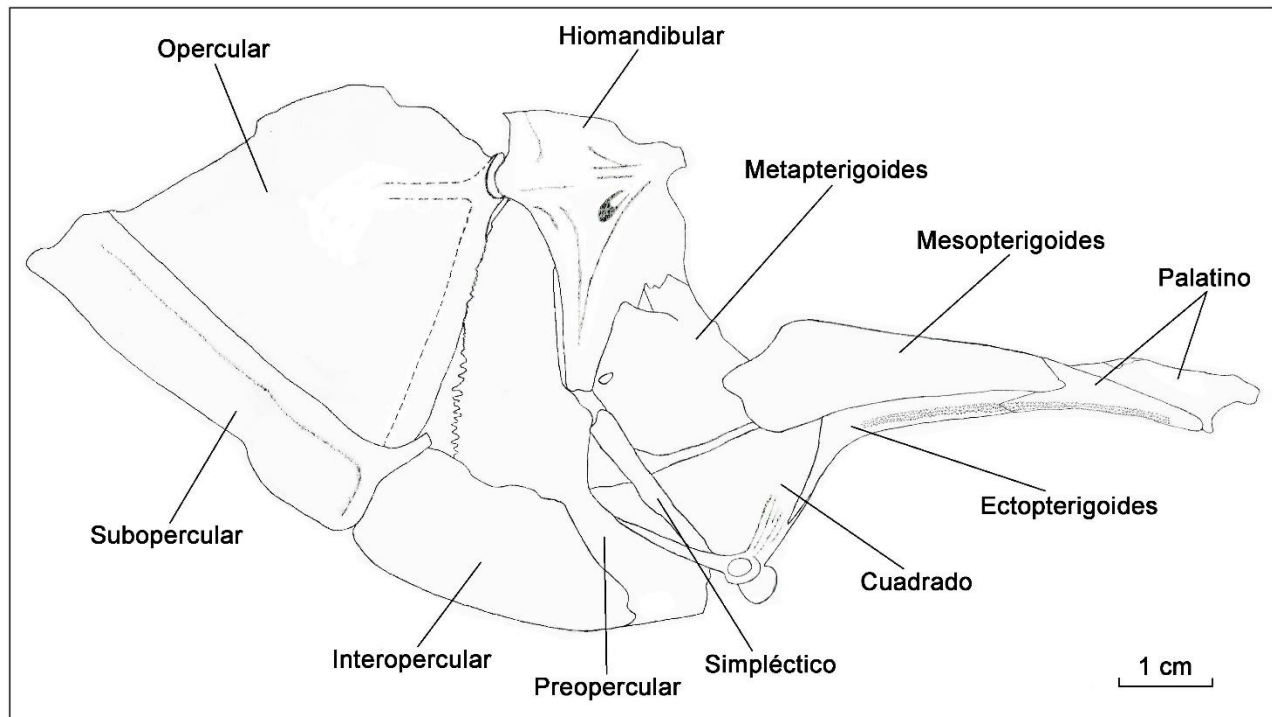


Figura 13. Vista lateral interna de la serie palatina, suspensión mandibular y de la serie opercular de *Centropomus undecimalis*.

5.6 Aparato hioideo

Participa en la depresión de la mandíbula inferior y el descenso del piso de la cavidad faríngea. Está conformado por los huesos impares basiial y urohial las dos barras hioideas, que a u vez están formadas por los huesos hipohial superior, hipohial inferior, ceratohial, epihial e interhial; cada barra hioidea soporta a los siete radios branquistegos (Fig. 14) y se conecta al dentario mediante el músculo *protractor hioidei*.

El interhial es un hueso pequeño columnar que se articula con el epihial y por medio de cartílago con el simplético, suspendiendo el resto del aparato hioideo.

El epihial es triangular, se une al ceratohial mediante una sutura vertical; y soporta al interhial en su borde superior; cerca de su borde superior se encuentra el surco para la arteria hioidea y soporta los branquiostegos 6 y 7 (Fig. 14).

El ceratohial es alargado y soporta en su margen inferior a los radios branquiostegos 1 al 5; contribuye a la formación de la mayor parte del surco de la arteria hioidea. Lateralmente se iorigina el músculo *protractor hioidei*, que se inserta al dentario.

El basiial es notablemente alargado, delgado y estrecho y constituye la “lengua del pez”.

El hipohial superior es semicircular y se articula al basiial.



El basihial inferior tiene en el borde inferior un ápice.

Los radios branquiostegos suman siete elementos; su longitud y anchura aumentan gradualmente del 1 al 7. Los branquiostegos 1 y 2 reciben parte del *protractor hyoidei*; a los branquiostegos 2 y 3 se insertan los músculos *hyohyoidei abductores*; mientras que los músculos *hyohyoidei adductores* se extienden entre los radios branquiostegos.

El urohial es triangular que se conecta anteriormente con los basibranchiales 1; su borde posterior es irregular (Fig. 15). En su parte superior se insertan los músculos *rectus communis*, que se originan de los ceratobranquiales 5. Recibe en ambas caras al músculo *sternohyoideus*, originados en los cleitra.

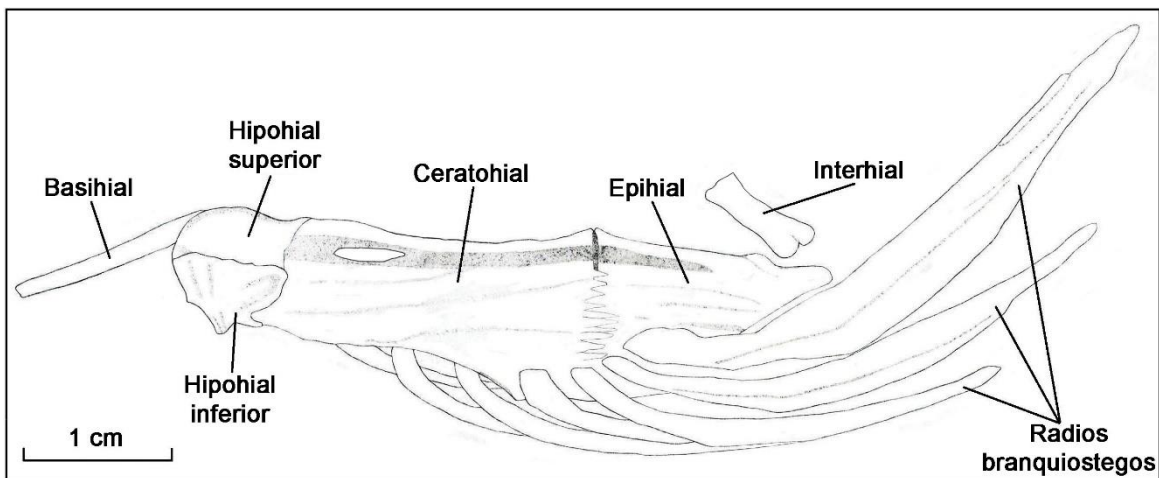


Figura 14. Vista lateral del aparato hioideo de *Centropomus undecimalis*.

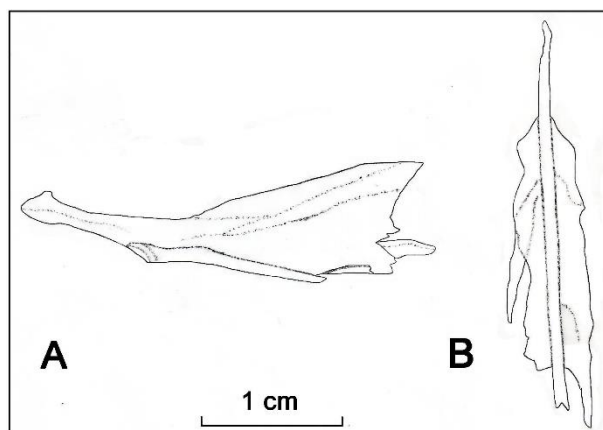


Figura 15. Urohial de *Centropomus undecimalis*. A) Vista lateral. B) Vista dorsal.



5.7 Aparato branquial

Se encuentra suspendido desde la región ótica del neurocráneo y está conformado por los basibranquiales 1 a 3, los hipobranquiales 1 a 3, los ceratobranquiales 1 a 5, los epibranquiales 1 a 4 y los faringobranquiales 1 a 4 (Fig. 16, 17 y 19).

Los basibranquiales son elementos impares que unen a los arcos branquiales de ambos lados. El basibranquial 1 es corto y de aspecto rectangular en las vistas dorsal y lateral. Se articula anteriormente con el basihiel. El basibranquial 2 es de mediana longitud y tiene forma de carrete; recibe en ambos lados a los hipobranquiales 1. El basibranquial 3 es largo y trunco. Recibe en ambos lados a los hipobranquiales 2 y 3.

Los hipobranquiales muestran externamente el surco para las arterias branquiales, y proyectan ventralmente procesos que protegen a la aorta ventral. Los hipobranquiales 1 son los más largos, con un marcado ángulo en su primer tercio y llevan placas dentarias en su borde interno, sin soportar branquiespinas. Los hipobranquiales 2 son de mediana longitud y llevan placas dentarias en ambos bordes. Los hipobranquiales 3 son triangulares con la base en su extremo posterior. En la parte ventral se insertan los músculos *obliqui ventrales*.

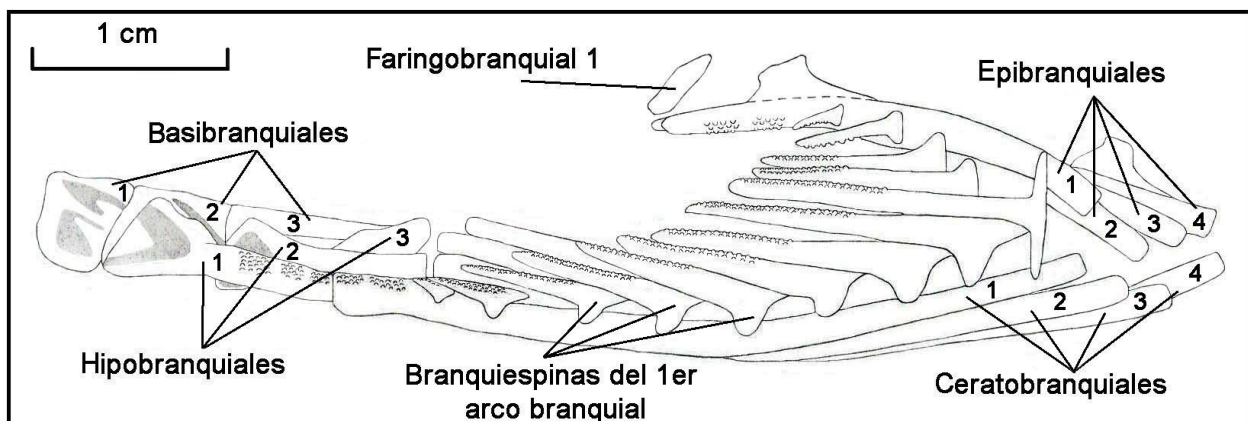


Figura 16. Vista lateral izquierda del aparato branquial de *Centropomus undecimalis*.

Los ceratobranquiales son largos, curvos y ventralmente muestran el surco para las arterias branquiales. Internamente cuentan con una hilera de branquiespinas. Los ceratobranquiales 1 llevan ocho branquiespinas largas; llevan escasas placas dentarias en el lado externo del extremo anterior y numerosas placas dentarias en su borde interno. Los ceratobranquiales 2, 3 y 4 tienen numerosas placas dentarias en ambos bordes, dispuestas alternadamente. Los músculos *transversi ventrales* unen los ceratobranquiales 4 y ceratobranquiales 5 de ambos lados respectivamente. Los ceratobranquiales 5 o huesos faríngeos inferiores son alargados y triangulares con sus extremos anterior y posterior puntiagudos (Fig. 18). En su extremo posterointerno se inserta el músculo *obliquus posterior*, el cual une con el ceratobranquial 4 y epibranquial 4. En el extremo anterior de los ceratobranquiales 5 se origina el músculo *rectus communis*, el cual se inserta en la parte superior del urohial.

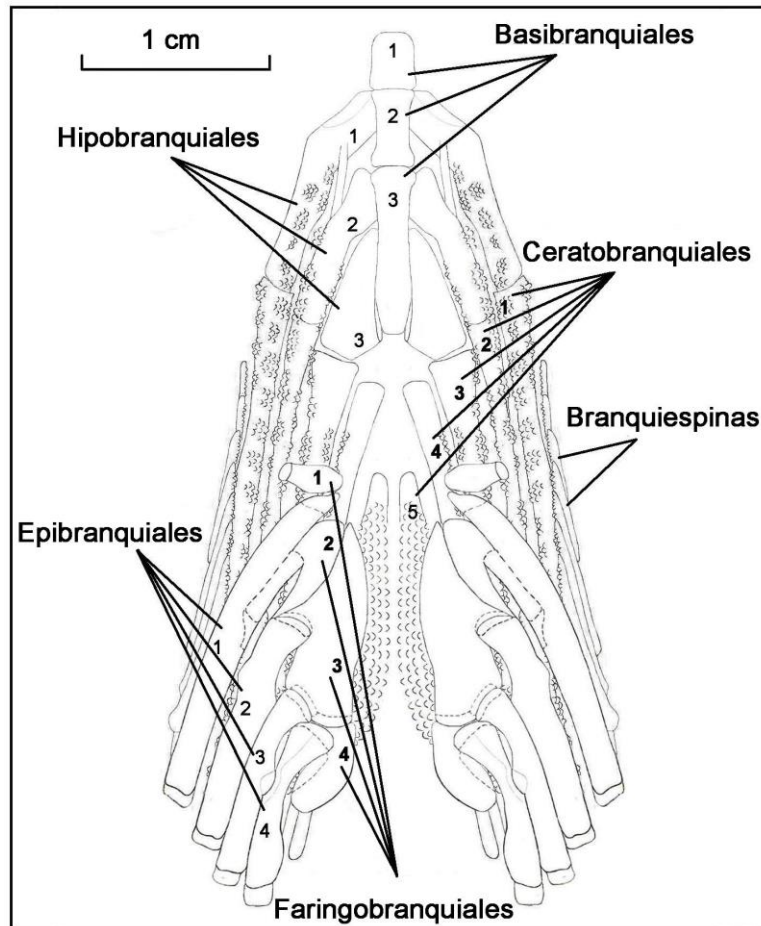


Figura 17. Vista dorsal del aparato branquial de *Centropomus undecimalis*.

Los epibranquiales son de mediana longitud; externamente muestran el surco para las arterias branquiales e internamente presentan branquiespinas cortas. Dorsalmente se insertan los músculos *levatores externi*, que al contraerse elevan el aparato branquial; mientras que los músculos *obliqui dorsales* unen a los epibranquiales con los faringobranquiales. Cada epibranquial 1 sostiene al faringobranquial 1 y lleva cuatro branquiespinas, de las cuales una se ubica en el ángulo del primer arco branquial. Llevan dos placas dentarias grandes y una pequeña (Fig. 20). Dorsalmente llevan un proceso, del cual sale un cartílago que alcanza al extremo anterior del faringobranquial 2.

Los epibranquiales 2 tienen el proceso dorsal poco desarrollado. Su extremo anterior se articula a un cóndilo del faringobranquial 3. Los epibranquiales 3 presentan el proceso dorsal agudo, el cual se une con el correspondiente del epibranquial 4. Sus extremos anteriores se articulan con el faringobranquial 3. Los epibranquiales 4 tienen el proceso dorsal plano y se unen fuertemente al correspondiente del epibranquial 3. Sus extremos anteriores se articulan



al área antero-dorsal de los faringobranquiales 4. El músculo *levator posterior* se inserta en la región dorsal de los faringobranquiales 4.

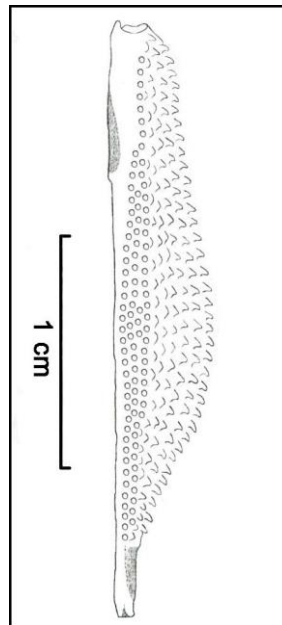


Figura 18. Vista dorsal de ceratobranquial 5 izquierdo de *Centropomus undecimalis*.

Los faringobranquiales 1 suspenden al aparato branquial desde el neurocráneo. Son cortos y ligeramente aplanados. Se unen al extremo anterior de los epibranchiales 1. Los faringobranquiales 2 son ligeramente cóncavos en su superficie dorsal; llevan 2 placas dentarias en su superficie ventral, siendo la más larga la anterior (Fig. 20). Los faringobranquiales 3 son los más amplios; son trapezoidales con su extremo anterior puntiagudo. Tienen la superficie dorsal cóncava y cada uno se unen ampliamente a los faringobranquial 2; la superficie ventral es finamente dentada. Cada faringobranquial 3 tiene un cóndilo dorsal que recibe al epibranchial 2; en su ángulo posterolateral recibe al epibranchial 3. Su borde posterior se une ampliamente al faringobranquial 4. Los músculos *levatores interni*, originados del proótico, se sitúan detrás de los *levatores externi* y se insertan en el segundo y tercer faringobranquial. Los faringobranquiales 4 son ovalados y tienen la superficie dorsal cóncava. Cada faringobranquial 4 recibe a un epibranchial 4. Casi toda su superficie ventral está finamente dentada. En la parte posterior de los faringobranquiales 3 y 4 se insertan los músculos *retractores dorsalis*, los cuales conectan con los exoccipitales y las primeras tres vértebras.

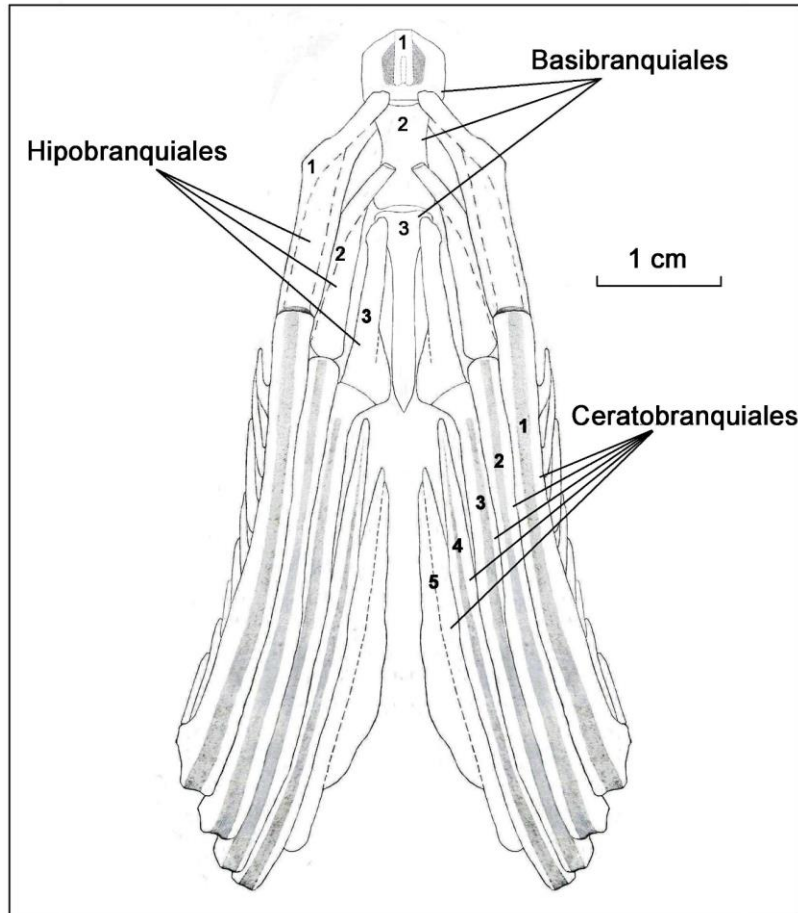


Figura 19. Vista ventral del aparato branquial de *Centropomus undecimalis*.

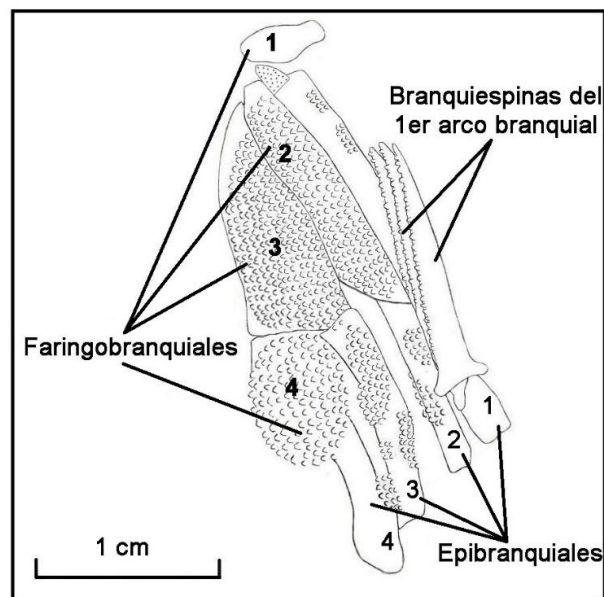


Figura 20. Vista ventral de las ramas superiores del aparato mandibular de *Centropomus undecimalis*.



5.8 Cinturas escapular y pélvica

5.8.1 Cintura escapular

Se encuentra unida al neurocráneo mediante el hueso posttemporal. Soporta a la aleta pectoral mediante el cóndilo de la escápula y los actinósteos. Está formada por los huesos extraescapular, posttemporal, supracleitum, cleitrum, postcleitrum superior, postcleitrum inferior, escápula, coracoides y los cuatro actinósteos (Fig. 22).

El extraescapular tiene forma de Y, y contacta con la fosa del posttemporal y cubre el proceso superior del mismo.

El posttemporal tiene dos procesos, de los cuales el superior se articula con el epiótico y el inferior con el intercalar y el pterótico (Fig. 21).

El supracleitrum es laminar y con el borde posterior grueso; en su cara interna se une el cleitrum. El músculo *levator pectoralis* une la región cefálica con la cintura escapular; se inserta en el posttemporal y supracleitrum, originándose del pterótico.

El cleitrum es el elemento más grande, está curvado y su extremo inferior es puntiagudo. Se divide en tres porciones laminares, la superior que recibe al postcleitrum superior y las inferiores, en donde se inserta el músculo *abductor superficialis*, responsable de la rotación de los radios hacia adelante. En la cara interna se articulan el coracoides y la escápula; donde también se origina el músculo *adductor superficialis* el cual rota los radios hacia atrás. En la parte inferior de cada cleitrum se origina el músculo *sternohyoideus*, el cual se inserta en ambas caras del urohial.

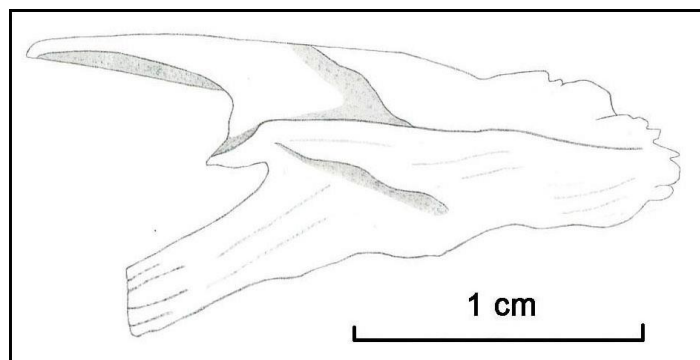


Figura 21. Vista lateral izquierda de posttemporal de *Centropomus undecimalis*.

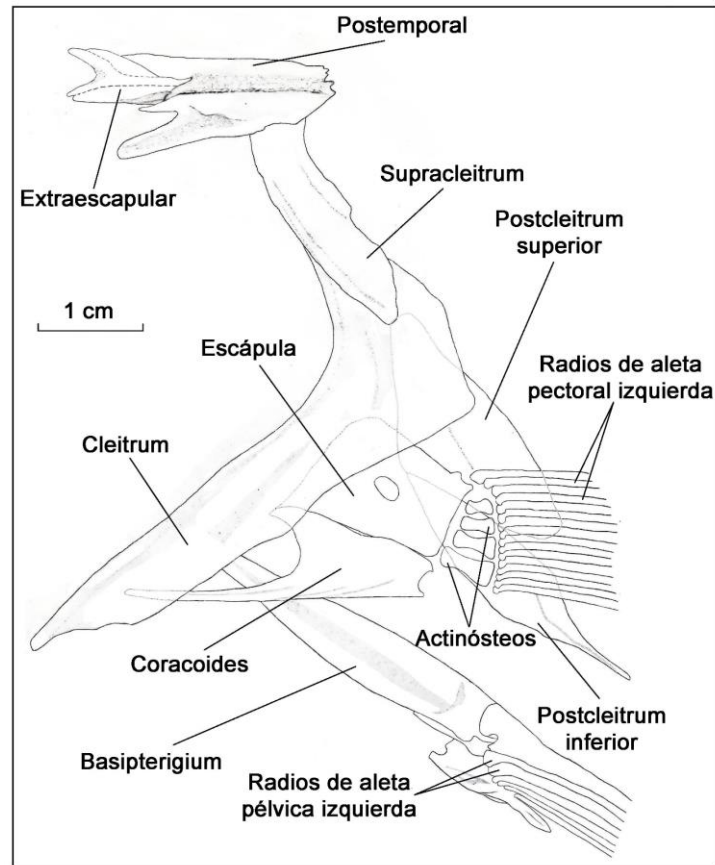


Figura 22. Vista lateral izquierda de la cintura escapular y cintura pélvica de *Centropomus undecimalis*.

El postcleitrum superior es ovalado, laminar y alargado; se articula con el postcleitrum inferior por la rama inferior. El postcleitrum inferior es largo, laminar y con terminación en punta (Figs. 23 y 24). La escápula cuenta con un pequeño cóndilo que recibe a los radios superiores de la aleta y un reborde cóncavo que soporta a los actinósteos. Junto con el coracoides reciben a los músculos *adductor superficialis* y *abductor superficialis*.

El coracoides presenta una amplia escotadura y una prolongación delgada y angosta que articula con el cleitrum; anteriormente cuenta con una escotadura más pequeña. Los actinósteos están en forma de barras y aumentan su tamaño del primero al cuarto; los radios de la aleta pectoral se articulan a ellos.

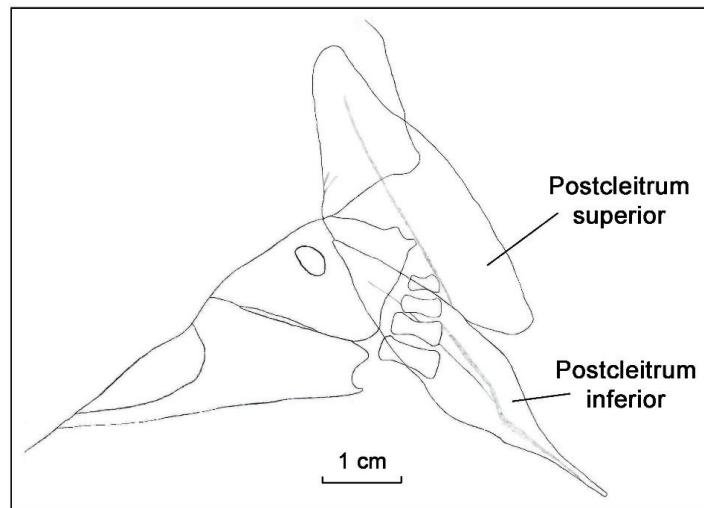


Figura 23. Vista lateral izquierda del postcleitrum superior e inferior de *Centropomus undecimalis*

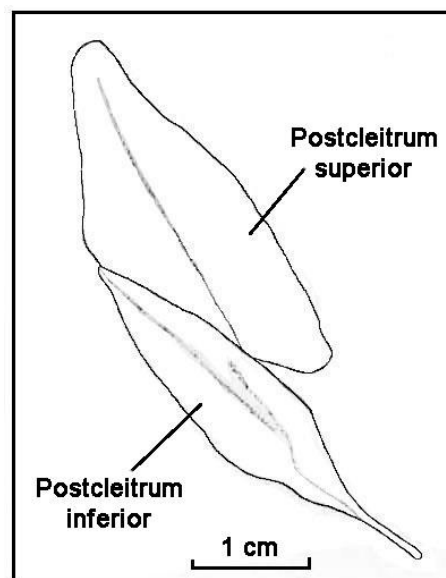


Figura 24. Vista lateral del postcleitrum superior e inferior de *Centropomus undecimalis*

5.8.2 Cintura pélvica

Formada únicamente por el basipterigium. Tiene una quilla engrosada y puntiaguda en el borde posterior, el cual recibe a la espina y los cinco radios de la aleta pélvica; en su porción anterior se une a ambos cleitra. En la región ventral se localizan los músculos *abductor superficialis pelvicus*, *abductor profundus pelvicus* y el *arrector ventralis*; los cuales se originan de la región anterior del basipterigium y están dispuestas verticalmente hasta llegar a los tendones de la base de los radios de la aleta (Fig. 25).

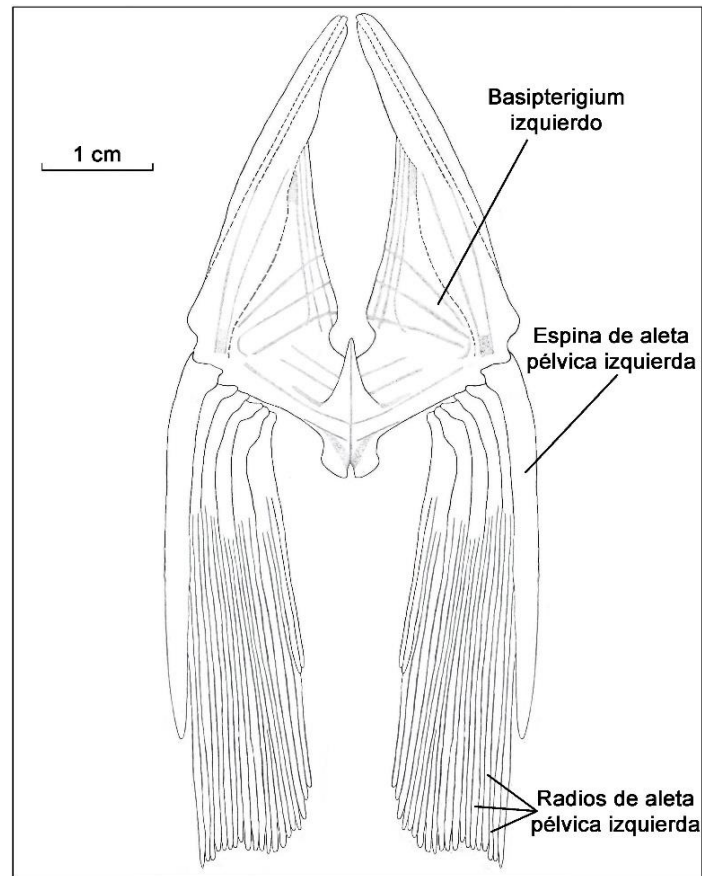


Figura 25. Vista ventral del basipterigium de *Centropomus undecimalis*.

5.9 Columna vertebral y complejo caudal

Cuenta con 10 vértebras precaudales y 12 caudales más el urostilo. Las espinas neurales de la primera y segunda vértebra precaudal forman una cresta prominente; las espinas neurales de la vértebra 3 a la 10 son gruesas. La espina neural de la vértebra caudal 11 y las espinas hemales de las vértebras caudales 11 y 12 se engruesan para participar en el complejo caudal, el resto de espinas son delgadas. Se observan procesos transversos en la vértebra 1 y 2 (Fig. 29).

El complejo caudal está formado por la espina hemal autógena y la espina neural de la vértebra caudal 11, el parhipural autógeno, 6 placas hipurales, dos uroneurales y tres epurales. La vértebra caudal 12 tiene una notable espina que se forma desde el centro vertebral. El hipural 5 tiene un proceso puntiagudo de menor tamaño (Fig. 26).

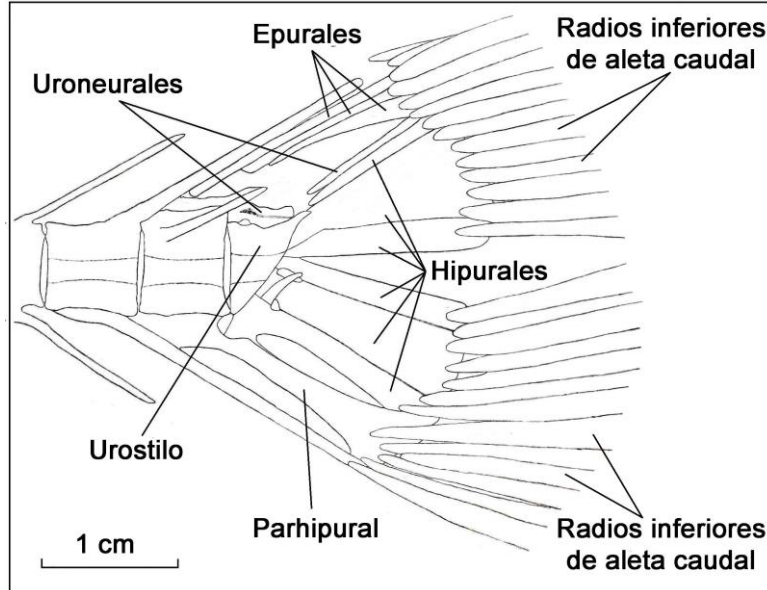


Figura 26. Vista lateral izquierda del complejo caudal de *Centropomus undecimalis*.

5.10 Costillas

Las 10 vértebras precaudales soportan un igual número de costillas pleurales, donde las 4 primeras costillas pleurales están en posición horizontal y son más delgadas y cortas que el resto; la 1 y 2 se articulan en la parte superior de los centros de los cuerpos vertebrales, mientras que la 3 y la 4 se articulan por debajo de éstos. De la costilla 8 a la 10, las costillas pleurales se articulan en la parapófisis de cada vértebra (Fig. 29).

Las costillas epipleurales son las más delgadas y angostas. Se encuentran a partir de la vértebra 5, las cuales se articulan a la región superior de cada costilla pleural (Fig. 29).

5.11 Soporte de aletas impares

La aleta dorsal anterior tiene 6 pterigióforos dorsales que soportan 7 espinas; las dos primeras espinas articuladas al primer pterigióforo dorsal. La aleta dorsal posterior cuenta con 11 pterigióforos dorsales que soportan 1 espina y 8 radios más el estribo (Figs. 27 y 29).



La aleta anal está formada por 3 espinas y 6 radios, y está soportada por 6 pterigióforos anales. Las dos primeras espinas son soportadas por el primer pterigióforo, el cual es notablemente alargado y grueso, llegando a hacer contacto con la espina hemal de la primera vértebra caudal; la tercera espina y los 6 radios están soportados por los pterigióforos restantes (Figs. 28 y 29).

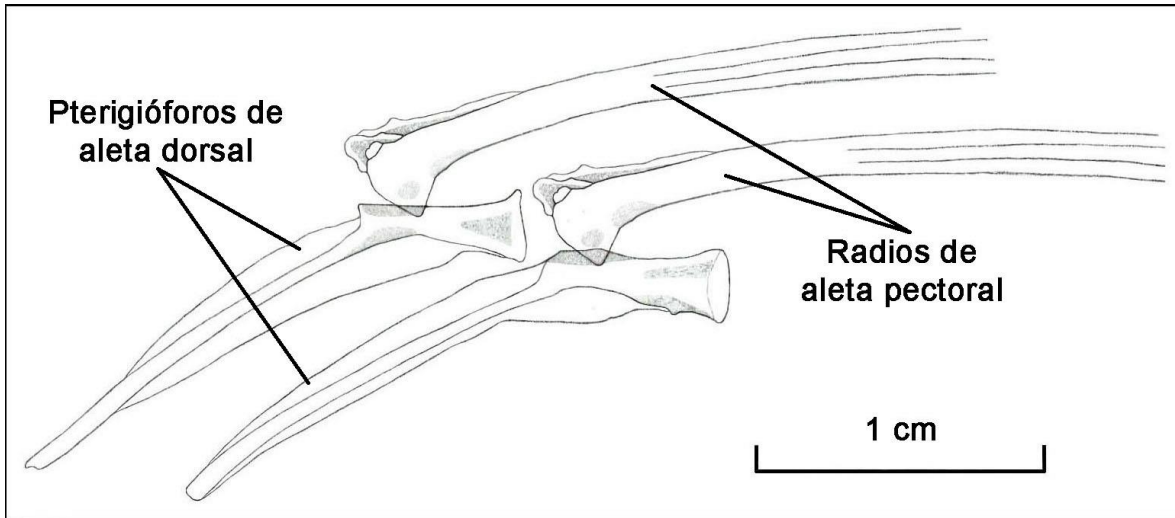


Figura 27. Vista lateral izquierda de los pterigióforos dorsales de la segunda aleta dorsal de *Centropomus undecimalis*.

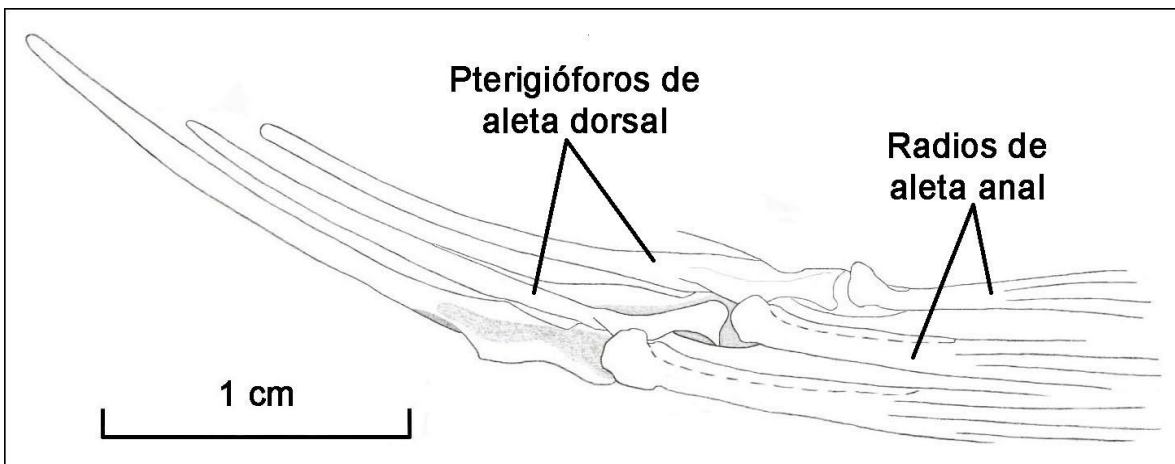


Figura 28. Vista lateral izquierda de los pterigióforos anales de *Centropomus undecimalis*.

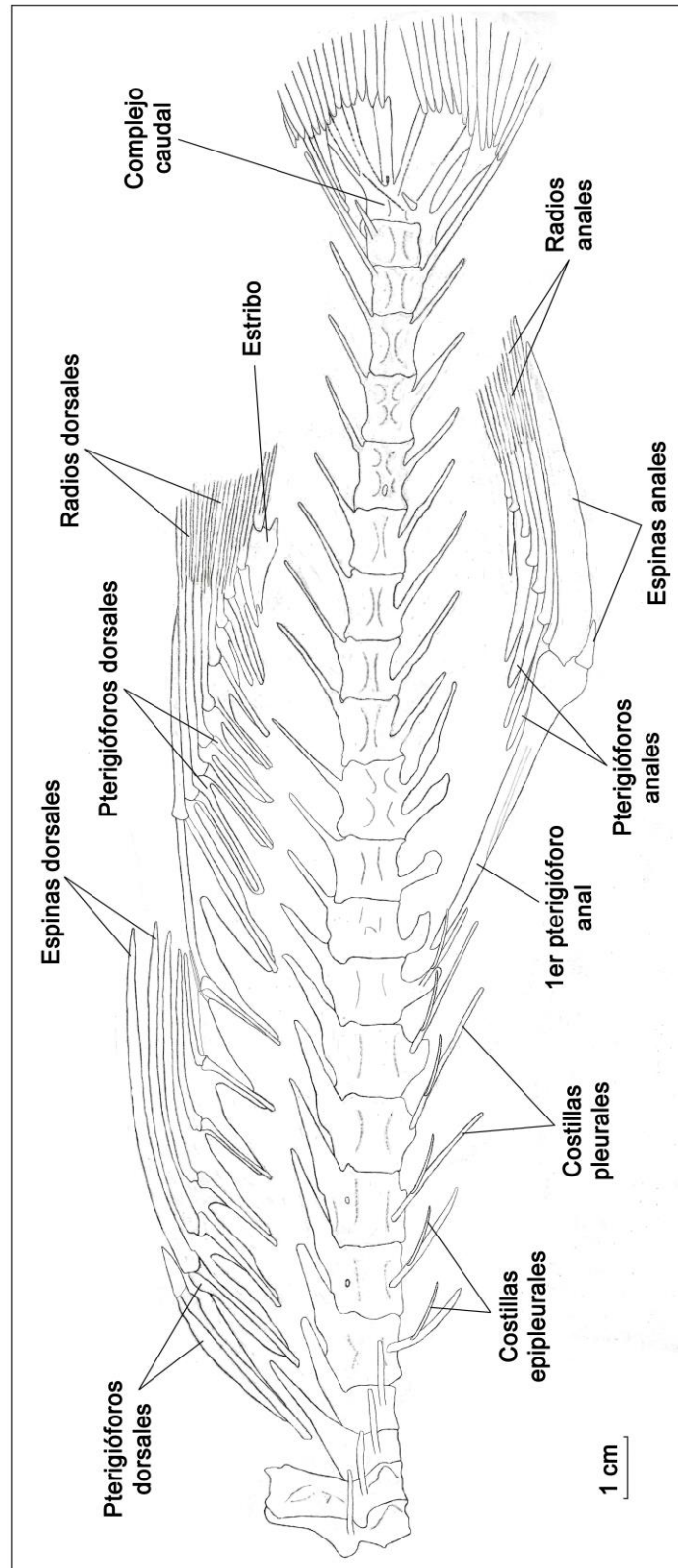


Figura 29. Esqueleto postcefálico de *Centropomus undecimalis*.



6. DISCUSIÓN

La organización del endoesqueleto de *C. undecimalis* corresponde al patrón morfológico de los Perciformes, sin embargo, muestra caracteres exclusivos de la familia Centropomidae, como son: la extensión hacia delante de la mandíbula inferior, la presencia del hueso supramaxilar, la baja altura de la cresta supraoccipital y de las crestas parietales y pteróticas, la dentición mandibular, palatina y branquial consistente de numerosos dientes pequeños, y la estructura general del complejo caudal.

Coincidiendo con otros teleósteos, en particular con los Perciformes, el componente del endoesqueleto con mayor complejidad morfológica es la cefálica.

De la serie suborbital sobresale la considerable longitud del lacrimal, la prolongación posterior en punta de la lámina subocular del suborbital 3, y la orientación hacia atrás del suborbital 6 o dermosfenótico.

A diferencia de otros Perciformes como los Gerreidae, Scianidae y Lutjanidae, el neurocráneo de *C. undecimalis* es notablemente angosto y alargado, debido a la baja altura de las crestas supraoccipital y parietales y a la ausencia de quilla en el parasfenoides. El aspecto angosto del neurocráneo está relacionado con la escasa extensión lateral de las crestas pteróticas y de los procesos de los prefrontales y los esfenóticos. El carácter agudo de su extremo anterior lo proporciona el vómer. Como en los restantes teleósteos, el occipucio tiene el aspecto de una vértebra.

Es notable el carácter esbelto de las mandíbulas superiores e inferiores, debido a los cortos procesos de su margen superior y de los procesos coronoides. La presencia en el género *Centropomus* del hueso supramaxilar es una convergencia con los teleósteos inferiores, es decir, la mayoría de los Perciformes no cuentan con dicho elemento óseo.

Relacionado con la baja altura del esqueleto cefálico, está la reducida longitud de la suspensión mandibular y el alargamiento de las mandíbulas.

El aspecto morfológico más notable del esqueleto postcefálico es la modificación de los procesos neurales de las vértebras 1 y 2 en un complejo de crestas neurales, lo cual es una característica del género *Centropomus*.

La osteología de *C. undecimalis* es similar a la de las restantes especies que Fraser (1968) incluye en el género *Centropomus*, y de las que se requiere un estudio morfológico más detallado para dar certeza de su identidad dentro del género.

Greenwood (1976) agrupó dentro de la familia Centropomidae a los géneros *Centropomus*, *Lates* y *Psammoperca* con base en dos caracteres: la anchura de las primeras espinas neurales



y la porosidad de las escamas que forman parte de la línea lateral. Sin embargo, Otero (2004) consideró que el primer carácter es altamente subjetivo y el segundo es un estado plesiomórfico de los Perciformes, por lo tanto, no se tiene la suficiente evidencia para nombrar a los géneros *Lates* y *Psammoperca* como grupos monofiléticos de *Centropomus*. Por éste motivo, Otero (2004) realizó comparaciones entre los géneros previamente mencionados tomando en cuenta 28 caracteres osteológicos y uno miológico, con el objeto de aportar mayor certidumbre al análisis de la filogenia del género *Lates*. Dentro del estudio encontró únicamente dos caracteres que *Centropomus* comparte con *Lates* y *Psammoperca*, el primero consiste en que todos los pterigióforos dorsales constan de un único elemento y el segundo en que los hipurales 3 y 4 se encuentran fusionados al complejo pseudourostilar. En el presente estudio se corrobora que todos los pterigióforos de ésta región están conformados solamente de un solo elemento, condición descrita por Otero (2004).

Al comparar el endoesqueleto de *C. undecimalis* con una especie representativa de la familia Lutjanidae, como *Lutjanus guttatus* descrito por Kobelkowsky & Herrera (1995), se observa en esta última especie una menor longitud relativa del neurocráneo, la ausencia del supramaxilar, el vómer con su dentición en forma de ancla, la ausencia de dientes en el ectopterigoides, la ausencia del foramen hioideo en la barra hioidea y la presencia de tres huesos interneurales entre la cresta supraoccipital y la primera espina neural.

En la comparación del esqueleto cefálico de *C. undecimalis* con el de los Sciaenidae, resalta en estos últimos, el carácter cavernoso de los huesos suborbitales, preopercular y mandibulares, la ausencia de dientes en el vómer y el basihiel, como describen Topp & Cole (1968) en *Sciaenops*.

Al comparar el endoesqueleto de *C. undecimalis* con el de los Gerreidae como *Diapterus auratus* descrito por Kobelkowsky (2004), se reconocen diferencias importantes en estos últimos como la gran altura de la cresta supraoccipital, la gran longitud de los procesos ascendentes de los premaxilares, la ausencia de dientes en la serie palatina y la forma escalonada del maxilar.

Los aspectos más notables del esqueleto cefálico de los Carangidae con relación al de *C. undecimalis* son: la continuidad de la cresta supraoccipital con los huesos frontales, el ángulo que forma el paraesfenoides y la amplitud de las órbitas oculares, como describen Kong & Iratchel (1998).

Los estudios anatómicos pueden inferir aspectos biológicos de los organismos, como son los hábitos alimenticios, algunos aspectos reproductivos e incluso evolutivos si dos o más especies son comparadas. De esta manera, la osteología permite la realización de estudios filogenéticos, aportando elementos para la descripción y diferenciación de especies, así como también para la elaboración de guías de identificación, debido a que el sistema óseo es un



importante fundamento para definir a los grupos de la ictiofauna y posibilita la discusión de las afinidades y diferencias de la misma.

El complemento del presente estudio osteológico de *C. undecimalis* sería el análisis y descripción de la musculatura, que permitiría una mejor interpretación de las funciones de los componentes anatómicos, así como también de las implicaciones ecomorfológicas de la especie.



7. CONCLUSIONES

- La organización del endoesqueleto de *Centropomus undecimalis* corresponde al patrón morfológico general de los Teleostei, y en particular al de los Perciformes.
- Los caracteres osteológicos sobresalientes de *C. undecimalis* son: la presencia del supramaxilar, el prognatismo de la mandíbula inferior, la dentición mandibular, palatina y faríngea consistente en numerosos dientes pequeños, el desarrollo de un proceso agudo del suborbital 3, y la formación de una cresta neural por las dos primeras vértebras.
- La morfología de los huesos mandibulares, palatinos y de la suspensión mandibular, así como también la baja altura de las crestas craneales, está relacionada con la baja altura del cuerpo de *C. undecimalis*.
- La organización del esqueleto visceral, las branquiespinas y la dentición de *C. undecimalis* indican un hábito carnívoro depredador, que implicaría a otros teleósteos en la dieta.
- El estudio del endoesqueleto fundamenta el estudio de la musculatura debido a que son sistemas estrechamente relacionados.



8. LITERATURA CITADA

- Blewett, D. A., Hensley, R. A. y Stevens, P. W.** 2006. Feeding habits of common snook *Centropomus undecimalis* in Charlotte Harbor, Florida. *Gulf and Caribbean Research*. 18: 1-13.
- Castle, P. H. J.** 1975. Osteology and relationships of the Eel *Diastobranchus capensis* (Pisces, Synbranchidae). *Pacific Science*. 29(2): 159-163.
- Castro-Aguirre, J.L., Espinosa-Pérez, H. S. y Schmitter-Soto, J. J.** 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Ed. Limusa-Noriega-Instituto Politécnico Nacional. 711 p.
- Chávez, H.** 1961. Estudio de una nueva especie de robalo del Golfo de México y redescipción de *Centropomus undecimalis* (Bloch) (Pisces: Centropomidae). *Ciencia*. 21: 75-83.
- De la Hoz, E. y Tosti-Croce, E.** 1981. Osteología de *Basilichthys australis* Eigenmann (Teleostei-Atherinidae). *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso*. 14: 229-245.
- Eckelbarger, K. J., Scalán, R. y Nicol, J. A. C.** 1980. The outer retine and tapetum lucidum of the snook *Centropomus undecimalis* (Teleostei). *Canadian Journal of Zoology*. 58(6): 1042-1051.
- FAO.** 2002. Species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2 Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae).
- Flores, H. y De la Hoz, E.** 2010. Osteología de *Hipoglossina macrops* (Pleuronectiformes, Paralichthyidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 45(1): 547-563.
- Flores-Ortega, J., González-Sansón, G., Aguilar-Betancourt, C., Kosonoy-Aceves, Daniel., Venegas-Muñoz, A., Lucano-Ramírez, G. y Ruíz-Ramírez, S.** (2015). Hábitos alimentarios de los jóvenes de *Centropomus robalito* (Centropomidae: Actinopterygii) en la laguna de Barra de Navidad, Jalisco, México. *Revista de Biología Tropical*. 63(4): 1071-1081.
- Fraser, T. H.** 1968. Comparative osteology of the Atlantic snooks (Pisces, Centropomus). *American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH)*. 1968(3): 433-460.
- Gilmore, R. G., Billock, L. H. y Berry, F. H.** 1978. Hypothermal mortality in marine fishes of South-Central Florida January 1977. *Northeast Gulf Science*. 2(2): 77-97.
- Greenwood, P. H.** 1976. A revision of the family Centropomidae (Pisces, Perciformes). *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)*. 29(1): 1-18.



Gregory, W. K. 1959. Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanisms. Eric Lundberg. Florida. 481 p.

Jiménez, M. 1984. Contribución al conocimiento de la biología de los robalos (Centropomidae) de la laguna de Sontecomapan, Ver. Escuela Nacional de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. 63 p.

Kobelkowsky, A. y Reséndez-Medina, A. 1972. Estudio comparativo del endoesqueleto de *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Pisces, Perciformes). Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (Serie Ciencias del Mar y Limnología). 43: 33-84 p.

Kobelkowsky, A. y Garduño, J. 1989. Morfología general y osteología de la brema *Megalobrama amblycephala* Yih (Pisces, Cyprinidae). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 40: 17-34 p.

Kobelkowsky, A. y Herrera, M. 1995. Osteología del pargo lunajero *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae). Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 46: 121-136 p.

Kobelkowsky, A. 2002. Osteología del lenguado *Citharichthys spilopterus* (Pisces: Pleuronectiformes). Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología. 73(1): 53-65 p.

Kobelkowsky, A. 2004. Osteología de la mojarra de mar *Diapterus auratus* Ranzani (Teleostei: Gerreidae). Hidrobiología. 14(1): 1-10.

Kong, I. e Iratchet, P. 1998. Análisis osteológico comparado del neurocráneo de *Trachurus murphyi* Nichols, 1920, *Caranx caballus* Günther, 1868, *Seriola lalandi* Valenciennes, 1833, *Trachinotus paitensis* Cuvier, 1832, *Selene peruviana* (Guichenot, 1866) and *Selene brevoortii* (Gill, 1863), Pisces: Carangidae. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 33(1): 3-23.

McMichael, R. H., Peters, G. R. y Parsons, G. R. 1989. Early life history of the snook *Centropomus* in Tampa Bay, Florida. Northeast Gulf Science. 10(2): 113-125.

Nelson, J. S. 2016. Fishes of the World. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey. 752 p.

Otero, O. 2004. Anatomy, systematics and phylogeny of both Recent and fossil latid fishes (Teleostei, Perciformes, Latidae). Zoological Journal of the Linnean. Society. 141(1): 81-133.

Perera-García, M. A., Mendoza-Carranza, M., Contreras-Sánchez, W. M., Huerta-Ortíz, M y Pérez-Sánchez, E. 2011. Reproductive biology of common snook *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae) in two tropical habitats. Revista de Biología Tropical. 59(2): 669-681.

Perez-Pinzon, M. A. y Lutz, P. L. 1991. Activity related cost of osmoregulation in the juvenile snook (*Centropomus undecimalis*). Bulletin of Marine Science. 48(1): 58-66.



- Potthoff, T. y Tellock, J. A.** 1993. Osteological development of the snook *Centropomus undecimalis* (Teleostei, Centropomidae). *Bulletin of Marine Science*. 52(2): 669-716.
- Rivas, L.** 1986. Systematic review of the Perciform fishes of the genus *Centropomus*. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH)*. 1986(3): 579-611.
- Rock, J. E.** 2009. Summer feeding ecology of juvenile Common snook in Southwest Florida Tidal Creeks. University of Florida, Florida. United States of America.
- Rodríguez-Ibarra, L. E, Abdo-de la Parra, M. I., Aguilar-Zárate, G., Velasco-Blanco, G. e Ibarra-Castro, L.** 2014. Desarrollo osteológico de la columna vertebral y del complejo caudal de larvas de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en condiciones de cultivo. *Revista de Biología Tropical*. 63(1): 155-164 p.
- Serrano, C.** 2012. Variación morfométrica entre dos poblaciones del robalo gordo *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Perciformes: Centropomidae) de las costas de Veracruz, México. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. 65 p.
- Taylor, G. R., Whittington, J. A., Grier, H. J. y Crabtree, R. E.** 1996. Age, growth, maturation and protandric sex reversal in common snook *Centropomus undecimalis* from the east and west coasts of South Florida. *Fishery Bulletin*. 98: 612-624.
- Terán, J.** 2012. Musculatura de la mojarra rayada *Eugerres plumieri* (Cuvier, 1830) (Teleostei: Gerreidae). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 50 p.
- Tringali, M. D., Beter, T. M., Seyoum, S., Berminigham, E y Bartolacci, D.** 1999. Molecular phylogenetics and ecological diversification of the transisthmian fish genus *Centropomus* (Perciformis: Centropomidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 13(1): 193-207.
- Topp, R. W. y Cole, C. F.** (1968). An osteological study of the Sciaenid genus, *Sciaenops* gill (Teleostei, Sciaenidae). *Bulletin of Marine Science*. 18(4): 902-945.
- Winterbottom, R.** 1973. A descriptive synonymy of the striated muscles of the Teleostei. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 125(12): 225-317.
- Zarza, E. A., Berruecos, J. M., Vásquez, C. y Álvarez, P.** 2006. Cultivo experimental de Robalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) y Chucumite *Centropomus parallelus* (Poey, 1860) (Perciformes: *Centropomidae*) en agua dulce en un estanque de concreto en Alvarado, Veracruz, México. *Veterinaria México*. 37(3): 327-333.