



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DESCRIPCION OSTEOLOGICA DE *Ophisternon aenigmaticum*, (PISCES: *Synbranchidae*)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G A

P R E S E N T A :

ROSALIA GUADALUPE CORDERO BLEIZEFFER



DIRECTOR DE TESIS: BIOL. HECTOR S. ESPINOSA PEREZ



FACU  
SI.

CIAS  
AR

278443



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO**  
Jefa de la División de Estudios Profesionales  
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:  
**Descripción osteológica de *Ophistemon aenigmaticum***  
**(PISCES: Synbranchidae)**

realizado por Rosalia Guadalupe Cordero Bleizeffer

Con número de cuenta 7582007-5 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

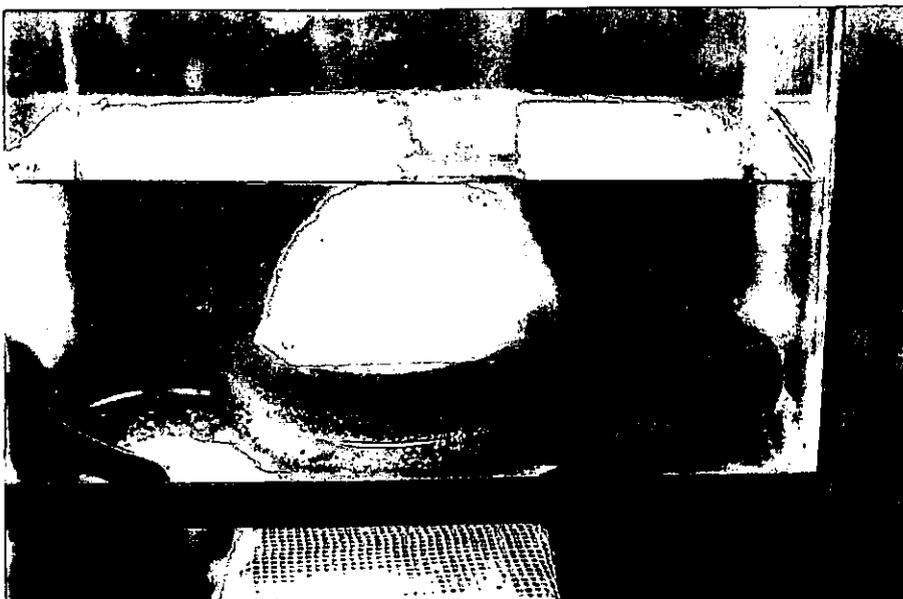
Director de tesis	Biól. Héctor S. Espinosa Pérez
Propietario	Biól. Leticia Huidobro Campos
Propietario	Biól. Ernesto Mendoza Vallejo
Propietario	M. en C. Alicia Durán González
Suplente	Biól. Gabino de la Rosa Cruz
Suplente	

FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM

Dra. Edna María Suárez Díaz  
*Edna M. Suárez*  
Consejo Departamental de Biología



DEPARTAMENTO  
DE BIOLOGIA



*Ophisternon aenigmaticum*, Rosen y Greenwood, 1976

## DEDICATORIAS

A Rubén, Gabriel, Mariana y Juan Pablo, que son mi razón y mi tuerza para seguir adelante.

A mis padres Juan Manuel y Angela, con todo mi amor.

A Juan José, mi hermano, mi amigo.

## AGRADECIMIENTOS

Al Biól. Ernesto Mendoza Vallejo, por su incondicional apoyo para realizar este trabajo, por compartir conmigo sus conocimientos, pero sobre todo por su amistad y paciencia.

A la Biól. Leticia Huidobro Campos, por su invaluable ayuda en la revisión de este trabajo, por sus acertados comentarios y por ser una persona siempre dispuesta a enseñar y a compartir.

A los miembros del jurado, M.en C. Alicia Durán González, Biól. Héctor Espinosa Pérez y Biól. Gabino de la Rosa Cruz. Gracias.

A mis compañeros del Laboratorio de Ictiología, Javier y Angélica, los cuales siempre han demostrado fuerza y firmeza en sus convicciones y sobre todo una gran disposición para ayudar. Pero mi mayor agradecimiento es para ti Nico por tu amistad, apoyo y cariño, haces del laboratorio un lugar agradable para trabajar y me has enseñado que no importa lo mucho o lo poco que tengamos todo se puede lograr si nos lo proponemos.

A mis amigos Arturo y Elena Blancas, gracias por formar parte de mi vida.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad que brinda a todas las personas con espíritu de superación.

**INDICE**

AGRADECIMIENTOS..... i

INDICE..... ii

RESUMEN..... 1

INTRODUCCIÓN..... 2

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS ..... 4

ANTECEDENTES..... 5

MATERIAL Y MÉTODO..... 9

RESULTADOS ..... 12

    DESCRIPCIÓN OSTEOLOGICA..... 12

    TAXONOMÍA ..... 32

    CLAVE DICOTÓMICA ..... 37

DISCUSIÓN..... 38

CONCLUSIONES..... 48

LITERATURA CITADA ..... 49

APÉNDICE..... 53

**RESUMEN**

Se realiza la descripción osteológica de la anguila de pantano *Ophisternon aenigmaticum* Rosen y Greenwood, 1976. Peces dulceacuícolas que carecen de aletas, toleran bajas concentraciones de oxígeno, con la capacidad de respirar fuera del agua. Están clasificados dentro de la familia Synbranchidae, suborden Synbranchoidei del orden Synbranchiformes. Se reconocen los caracteres de importancia taxonómica tratando de encontrar algunos que lo diferencien de *Synbranchus marmoratus* la otra especie que se encuentra en México y que tiene una distribución simpátrica con *O. aenigmaticum*. Se hace una comparación entre ambas especies, se discuten las diferencias que se observaron y se hace una redesccripción en base a lo observado y a trabajos elaborados con anterioridad, con el fin de complementar la información, finalmente se propone una clave de especies de la familia Synbranchidae que se distribuye en la república mexicana.

## INTRODUCCIÓN

Los peces han dominado los hábitats acuáticos, donde han colonizado diferentes variedades de sistemas. Por ese motivo han desarrollado adaptaciones anatómicas, fisiológicas, ecológicas y conductuales, que les han permitido sobrevivir en los diversos medios hídricos (Helfman *et al*, 1997). En la actualidad como resultado de la clasificación taxonómica, que es el ordenamiento jerárquico de las diferentes especies en grupos y categorías, se conocen aproximadamente 24,618 especies de peces, repartidas en 482 familias y 57 ordenes (Nelson, 1994). El objetivo de construir la clasificación de un grupo es tratar de ordenar las relaciones que guardan uno o varios taxones en un sistema jerárquico, para lo cual, se ha definido a la especie como la unidad fundamental de la clasificación biológica, que de forma sencilla se ha interpretado como un grupo de poblaciones con caracteres morfológicos distintivos y que se encuentran aisladas reproductivamente (Mayr, 1991). Existen otras definiciones, sin embargo en este trabajo, de forma operacional se utilizara el concepto biológico.

A muchas de las especies se les conoce solo morfológicamente y en algunos casos por sus relaciones sistemáticas, existiendo poca o ninguna información acerca de su ciclo de vida. A algunas otras se les conoce algunos detalles de su comportamiento, pero realmente son muy pocas las especies de las cuales se tenga una información completa, tanto de su ciclo de vida como de las relaciones filogenéticas que guardan con otros grupos o su evolución. Para determinar estas dos últimas, son básicos los estudios osteológicos ya que constituyen una herramienta que permite relacionar a los diferentes grupos por medio de sus características morfológicas, para de esta forma poder profundizar en el conocimiento filogenético de los grupos zoológicos.

En México son pocas las contribuciones que se han hecho al respecto. Solo algunos autores han publicado algunas descripciones como la del bagre *Ictalurus dugesii*, (Bean, 1880) citado en Álvarez (1966) y la del goodeido *Tapatia occidentalis* Álvarez y Arreola (1972). Kobelkowsky y Reséndez-Medina (1972) presentaron un trabajo sobre la osteología comparada de las lisas *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 y *M. curema*

Valenciennes, 1836. Moncayo (1981) describió la osteología de *Notropis aztecus*, Woolman, 1894..

Los miembros de la familia Synbranchidae conocidos como anguilas de pantano o anguilas de lodo Espinosa *et al.* (1993), son habitantes principalmente de pozas, estanques y pantanos localizados en zonas tropicales (Rosen y Greenwood, 1976), así como de ríos de poco caudal. Para esta familia se conocen en el mundo 15 especies distribuidas en cuatro géneros, el primero *Synbranchus* cuenta con dos especies; *Ophisternon* con seis especies, al igual que *Monopterus* y *Macropterna* con una. Otro género que se menciona frecuentemente en la literatura es *Amphipnous*, pero Rosen y Greenwood (1976) lo ubicaron como un sinónimo de *Monopterus*, mismo que Nelson (1994) incluyó dentro de la familia Amphipnoidae.

El presente trabajo está basado en la descripción osteológica de una de las especies de la familia Synbranchidae, *Ophisternon aenigmaticum*, la cual es frecuentemente confundida con *Synbranchus marmoratus* otra especie, de la misma familia, pero de diferente género, que también habita, en ambientes dulceacuícolas mexicanos. Por lo anterior se propone encontrar características que diferencien ambas especies, puesto que presentan problemas para su correcta asignación taxonómica debido a las variaciones morfológicas que se presentan aún dentro de la misma especie.

## HIPÓTESIS

En México se conocen tres formas de peces de la familia Synbranchidae, éstas fueron estudiados por Rosen y Greenwood en 1976, sin embargo los límites taxonómicos y de distribución entre estas especies no han sido definidos, primero por que dos de ellas viven de forma simpátrica en el sureste mexicano, y segundo por que son muy parecidas morfológicamente. Por lo cual en este trabajo las preguntas son: ¿Existen caracteres osteológicos que permitan separar a las especies simpátricas? Y si existen dichos caracteres, reconocer: ¿Si es posible delimitar la distribución de las dos especies?. La hipótesis entonces es: Debido a la similitud que presentan las poblaciones estudiadas podrían ser consideradas como especies incipientes, por lo cual se proponen los siguientes objetivos.

## OBJETIVOS

Mediante un estudio osteológico de los ejemplares de *Ophisternon aenigmaticum* de distintas localidades del sureste mexicano, realizar un análisis morfológico y osteológico, con el fin de distinguir caracteres alternativos para separarlo de *Synbranchus marmoratus* y reconocer sus límites de distribución, de acuerdo a los siguientes objetivos.

1. Por medio de esqueletos de ejemplares adultos de la familia Synbranchidae realizar la descripción de la osteología de *O. aenigmaticum*.
2. Buscar caracteres que definan al género *Ophisternon*, para su separación del género *Synbranchus*
3. Elaboración de una clave dicotómica para las especies presentes en México.
4. Intentar definir los límites de distribución de las dos especies.

## ANTECEDENTES

Pocos grupos de peces teleósteos tienen una posición taxonómica tan confusa como los simbránquidos, debido fundamentalmente a problemas de sinonimia. Esto se debe a la gran similitud que hay en la morfología, por lo que se hace necesario un estudio de la anatomía interna, especialmente de cráneo y aparato branquiovascular (que es donde se pueden encontrar modificaciones más evidentes en los huesos, así lo han demostrado estudios anteriores como el de Rosen y Greenwood en 1976 y el de Reagan en 1912) para ordenarlos correctamente dentro de la clasificación. Los primeros estudios que se tienen de este grupo son los de Zuiew (1793) en el que describe a *Muraena alba*, el primer género descrito para la familia Synbranchidae, actualmente conocido como *Monopterus albus*, dos años después Bloch en 1795 hace una diagnosis de *Synbranchus marmoratus*, tomándose como género único de la familia para México, subsecuentemente se siguen haciendo redescriptiones de este mismo género asignándole diferentes nombres, en 1801 Bloch y Schneider lo llaman *Tiphlobranchus* y Lacépède (1803) lo llama *Unibranchapertura* por su única abertura branquial. Si esto sucedió con cada una de las descripciones del género no fue diferente al describir las especies puesto que para *Synbranchus marmoratus* hay un total de nueve sinónimas (las cuales se mencionan antes de la descripción), situación que se repite para la mayoría de los géneros, pues cada uno tiene cuando menos tres sinónimas lo que hace difícil su identificación y clasificación.

El género *Ophisternon* es descrito por McClelland en 1845, cuando describe a *O. bengalensis*, Bleeker (1851) hace una redescipción del género y lo llama *Tetrabanchus*, Hubbs (1938) describe la única especie endémica para la Península de Yucatán y la coloca dentro del género *Ophisternon* nombrandolo *Pluto infernalis*, Whitley (1951) lo llama *Furmastix*, Mees (1962) lo da a conocer como *Anomatophasma*.

Cuando en 1976 Rosen y Greenwood hacen una revisión de la familia Synbranchidae, encuentran que los ejemplares colectados en México identificados como *S. marmoratus* en realidad son dos géneros diferentes y que por ciertas características

uno de ellos se relaciona más con *Ophisternon infernale*, Hubbs, 1938 colocándolo dentro de este mismo género, y el otro corresponde a *S. marmoratus*. La especie nueva reportada para México *Ophisternon aenigmaticum*, hasta 1976 era identificada como *Synbranchus marmoratus*, pero difiere de ésta en la abertura branquial. Rosen y Greenwood (1976) indican que solo dos ejemplares para México han sido identificados como *S. Marmoratus*; estableciendo que hay una región de Centro y Sudamérica, en la que se encuentran viviendo en simpatria *S. marmoratus* y *O. aenigmaticum*, además mencionan la confinación de *S. marmoratus* a la costa del Pacífico de América.

#### CARACTERISTICAS GENERALES.

La familia Synbranchidae representa un grupo de peces poco estudiados, su distribución abarca tanto aguas dulces como salobres de regiones tropicales y subtropicales de América, África y Asia desde la India hasta Australia (Nelson 1994). Son organismos de tamaño pequeño a mediano de no más de 70 cm. Sin aletas pectorales y pélvicas, con aletas dorsal y anal reducidas a dos pliegues cerca de la cola (Gamboa-Pérez, 1992), aleta caudal reducida o ausente, en caso de estar presente con 8 a 10 radios, las escamas cuando las hay son pequeñas o rudimentarias. Algunas especies de simbránquidos carecen de ojos, en otras cuando existen, son pequeños y están cubiertos por una membrana, se localizan al frente del cráneo.

La abertura branquial puede ser alargada o redondeada, se localiza en la parte ventral y puede estar dividida por una membrana denominada septum. Los elementos branquiales son reducidos, debido a esto sus órganos respiratorios están bien desarrollados con un par de sacos muy vascularizados que funcionan como pulmones, localizados en una región especializada del intestino; por lo que los simbránquidos deben desplazarse regularmente a la superficie cada 12 o 15 min. para respirar (Johansen, 1966). Estas estructuras accesorias les permite habitar en aguas pobres en oxígeno y sobrevivir en épocas de sequía, cavando madrigueras donde permanece en una etapa donde su respiración disminuye, denominada "sueño de verano".

Aún cuando su apariencia es muy similar a la de las anguilas, de las cuales se diferencian porque estas tienen aberturas branquiales laterales y verticales, mandíbula inferior proyectante, aleta dorsal y anal con numerosos radios continuos con la aleta caudal, no se encuentran relacionadas taxonómica o filogenéticamente con ellas.

Muchas de las especies de simbránquidos pueden ocupar varios hábitats, desde pantanos o áreas fangosas donde pueden vivir ocultas en madrigueras, (Graham, 1997), hasta lugares donde su capacidad anfibia puede ser evidente. La mayoría habita en ríos, lagos y estanques (Rosen y Greenwood, 1976). La capacidad respiratoria de los simbránquidos fue descrita por Taylor (1831), donde se menciona la presencia de dos bolsas faríngeas en individuos colectados en el río Ganges de la especie *Amphipnous cuchia*, concluyendo que las branquias están reducidas, las bolsas hacen la función de accesorios respiratorios. La respiración aérea de simbránquidos depende de un epitelio vascular que alinea la boca, la faringe y las cámaras branquiales. Se sabe que las anguilas de pantano salen periódicamente a respirar manteniendo abierta la boca por un periodo largo, esta es una de las características sobresalientes de las especies de la familia Synbranchidae, esto es importante ya que llegan a establecerse en hábitats donde difícilmente sobrevivirían otros peces. Su actividad la desarrollan por la noche, desplazándose por el fondo en busca de alimento o de un congénere para reproducirse, durante el día se protegen ocultándose en el fondo o en el interior de alguna cueva. Estas falsas anguilas tienen la piel desprovista de escamas, (a excepción del subgénero *Amphipnous* de *Monopterus*. (Nelson, 1994)) pero protegen su cuerpo con abundante secreción mucosa que las defiende de las asperezas del sustrato por el cual reptan (Velasco, 1976).

No presentan dimorfismo sexual externo evidente, pero según Velasco (1976) en algunos ejemplares de *Synbranchus*, el hecho de que la porción cefálica sea más grande puede ser una característica sexual en los machos, lo cual no ha sido verificado. Liem (1968) encuentra dentro de las poblaciones de simbránquidos especies hermafroditas, con dos tipos de individuos los machos primarios que presentan testículos bilobulares, con una organización no laminar y dos tubos espermáticos y los machos secundarios que presentan tejido degenerado de ovario y la

organización de la gónada masculina diferente a la del macho primario. Liem (1968) concluye que el macho primario nace como macho, no así el secundario que nace como hembra y pasa por un estadio juvenil intersexual.

De sus hábitos de reproducción, gestación y desarrollo únicamente se sabe que ponen huevos relativamente grandes de 3.3 a 4.6 mm de diámetro, en nidos de burbuja o directamente en madrigueras en donde el macho los cuida (Bussing 1987) y que las larvas a diferencia de los adultos tienen aletas pares e impares bien formadas que funcionan como órganos respiratorios transitorios.

Su alimentación es de invertebrados como caracoles, crustáceos y anélidos. No es considerado como un pez de importancia comercial (Velasco, 1976) sin embargo en Catemaco, Ver. es apreciado como alimento, donde se prepara y vende en diferentes guisos. Para el sureste de México se conocen tres especies de simbránquidos: *Synbranchus marmoratus*, *Ophisternon aenigmaticum* y *Ophisternon infernale*, esta última especie es cavernícola por lo que presenta una atrofia ocular y carece de ojos.

## MATERIAL Y METODO:

Los ejemplares analizados en este estudio fueron obtenidos en diferentes localidades de los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche (Fig. 1) y se encuentran depositados en la Colección Ictiológica del Instituto de Biología bajo las siglas IBUNAM-P, algunos aun con las antiguas siglas IB/CML-P, se anota el número de catálogo, entre paréntesis el número de ejemplares así como la localidad, colectores y fecha de colecta.

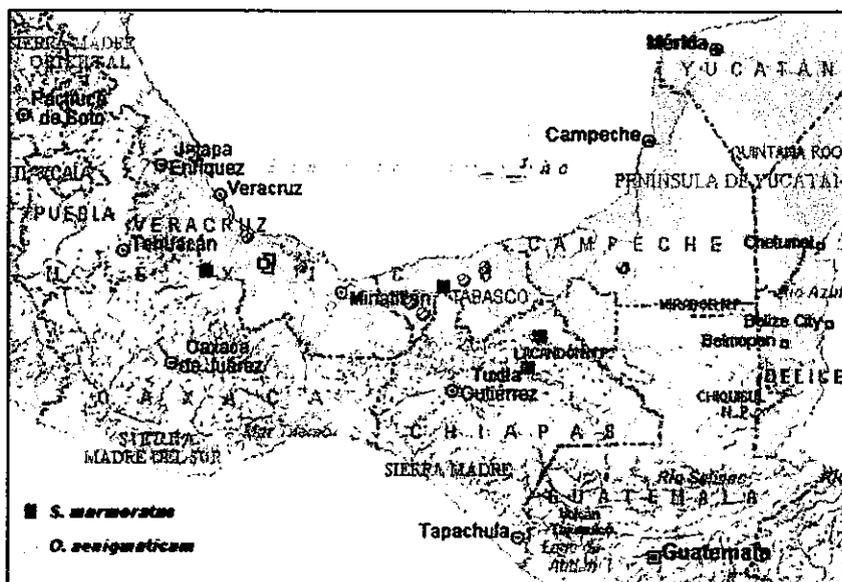


Figura 1. Zonas de colecta.

***Ophisternon aenigmaticum.***

**IBUNAM 3983(1)**, río La Palma, Los Tuxtlas, Veracruz. H. Espinosa, P. Fuentes; 14 junio 1985. **IBUNAM 4035(1)**, río La Palma, Los Tuxtlas, Veracruz. H. Espinosa, P. Fuentes, 26 octubre 1985. **IBUNAM 4584(2)**, arroyo Las Cabañas, Los Tuxtlas, Veracruz; A. Cervantes; 28 Febrero 1986. **IB CML 3633 (1)**, arroyo cercano a las ruinas de Palenque, Chiapas; J.L. Villalobos y Colabs.; 9 abril 1986. **IBUNAM 3655(1)**,

estanque del Centro Acuícola, Temazcal, Oaxaca. S. López.; 22 agosto 1986. **IBUNAM** 6365(1), afluyente del Río Lacnjá, Río Maya, Chiapas; H. Espinosa; 19 octubre de 1987. **IBUNAM** 8847(1), No datos. **IBUNAM** 8848(6), laguna de Catemaco, Veracruz; 27 junio 1991. **IBUNAM** 8849(1), A 1 Km. de Coyame, cerca de Catemaco, Veracruz.; Donación 1º. agosto 1994. **IBUNAM** 8860(2), laguna Horizonte, Tabasco.; H. Espinosa, A. Daza.; 28 marzo 1998.

***Synbranchus marmoratus.***

**IB CML** 466(1), oeste de la isla Vives, Laguna de Alvarado, Veracruz; A. Reséndiz Medina, 2 diciembre 1972. **IBUNAM** 2455(3), río Mancuernas a 200 Km. de río La Antigua, Municipio Puente Nacional, Veracruz; J. Mota; 13 enero 1985. **IBUNAM** 4182(1), laguna Escondida, Los Tuxtlas, Veracruz; H. Espinosa, P. Fuentes; 1º. agosto 1985. **IBUNAM** 6579(1), Aguada Ix-bakab, Campeche; H. Espinosa, J. Luna; 17 Abril 1988. **IBUNAM** 8851(1), laguna Limón, Chiapas; H. Espinosa, A. Daza, J.M. Padilla; 14 junio 1996. **IBUNAM** 8852(7), laguna Limón, Chiapas; H. Espinosa, A. Daza; 8 octubre 1996. **IBUNAM** 8853(6), laguna Estancia Vieja, Tabasco; H. Espinosa, A. Daza; 9 octubre 1996. **IBUNAM** 8854(1), laguna Estancia Vieja, Tabasco; H. Espinosa, A. Daza; J.L. Villalobos; 10 octubre 1996. **IBUNAM** 8855(3), cuenca del río González, Tabasco; J.L. Villalobos, R. Robles, F. Alvarez; 14 junio 1997. **IBUNAM** 8856(1), laguna Ballasú, Tabasco; H. Espinosa, A. Daza; 14 junio 1997. **IBUNAM** 8857(7), laguna, Limón, Chiapas; H. Espinosa, A. Daza, J.L. Villalobos; 14 junio 1997. **IBUNAM** 8858(1), laguna La Mona, Tabasco; H. Espinosa, A. Daza; 23 enero 1998. **IBUNAM** 8859(1), laguna Julivá, Tabasco; H. Espinosa, A. Daza; 27 marzo 1998. **IBUNAM** 8861(1), arroyo cercano a la cueva de las sardinas, Tapijulapa, Tabasco; H. Espinosa, A. Daza; 29 marzo 1998.

Se revisaron los ejemplares de la familia Synbranchidae presentes en la colección de peces del laboratorio de Ictiología del Instituto de Biología de la U.N.A.M. Se eligieron tres ejemplares de *Ophisternon aenigmaticum*, de diferentes localidades (Chiapas (No. 3625), Veracruz (No. 4001) y Tabasco ( No. 11)). Para la transparentarse se empleó la técnica de Taylor y Van Dick (1985), que consiste en soluciones de Hidróxido de

Potasio (KOH) cuya concentración se encuentra en un intervalo del 5.0 al 0.5%. Alternativamente se utilizó la Tripsina para acelerar el transparentado. La técnica de tinción fue de azul alciano acidificado con ácido acético para teñir cartílago, y el rojo de alizarina con hidróxido de potasio, para el tejido óseo. Debido a que la piel de los ejemplares es muy resistente no se logró una buena transparentación por lo que se desarticularon los cráneos para hacer el estudio y realizar los dibujos, aparte se usaron dos ejemplares que se mandaron a derméstidos para obtener los esqueletos, pertenecían uno al género *Ophisternon* y el otro al género *Synbranchus* lo que ayudó finalmente a la comparación de los géneros.

Para la revisión del material se uso un microscópio estereoscópico marca Zeiss, modelo Stemi SV6 el cual estaba equipado con una cámara clara, para la elaboración de los dibujos.

RESULTADOS

DESCRIPCIÓN OSTEOLÓGICA.

El cráneo es la parte del esqueleto axial que encierra y protege al cerebro así como a los órganos de los sentidos, se divide en dos partes el neurocráneo y el branquiocráneo.

NEUROCRANEO

El neurocráneo en los peces óseos se deriva de cápsulas cartilaginosa que se encontraban alrededor de los órganos de los sentidos. Para facilitar el estudio el neurocráneo se divide en cuatro regiones asociadas con los centros de mayor osificación; de adelante hacia atrás estas regiones son: La etmoidea, la orbital, la ótica y la basicraneal (Helfman, 1997).

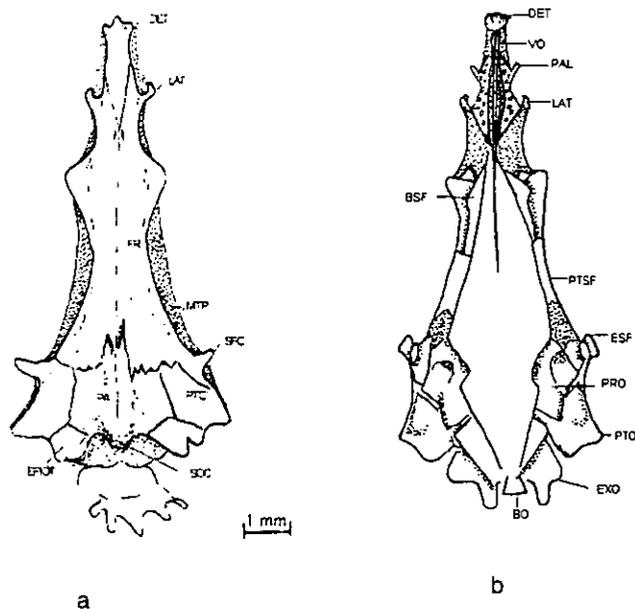


Figura 2. Vista a) dorsal y b) ventral del neurocráneo de *Ophisternon aenigmaticum*

El neurocráneo de *Ophisternon* (Fig.2) es alargado con las órbitas situadas hacia adelante aproximadamente en el tercio anterior de este, en la parte dorsal los frontales están muy adelgazados, y en la parte ventral se observa un crecimiento entre el margen anterior del proótico y la pared posterior del orbital. Presenta parietales anchos y planos unidos en la línea media por arriba del supraoccipital. El basiesfenoides y el pteroesfenoides son huesos sólidos y ocupan poco menos de la mitad del neurocráneo. El vomer y el paraesfenoides son alargados.

## REGIÓN ETMOIDEA

### Dermoetmoides (DET)

Hueso impar de origen pericondral formado en el tabique nasal y colocado verticalmente entre las cápsulas nasales, visto dorsalmente su extremo anterior es una cabeza con tres puntas y su parte posterior se va adelgazando hasta terminar en punta (Fig. 2), visto lateralmente presenta un ensanchamiento en la parte media.

### Etmoides lateral (LAT)

Hueso par pericondral formado a expensas de la lámina orbitonasal. Conectado con su par en la línea media, juntos forman la región cartilaginosa del supraetmoides, no hay espacio entre los etmoides laterales, la pared lateral está comprimida dentro de una lámina o sea que contacta a su pareja en la línea media anterodorsal del extremo cartilaginoso del supraetmoides. El borde dorsal del etmoides lateral consiste en un brazo anterior el cual permanece debajo de la superficie posteroventral del nasal y el brazo posterior permanece por debajo de la superficie anteroventral del frontal

### Vómer (VO)

Su forma es cónica alargada y aguzada en la punta (Fig. 2), se encuentra por debajo del pteroesfenoides y del basiesfenoides. La parte anterior alcanza hasta la cabeza del dermoetmoides, con la terminación anterior ligeramente roma, su extremo posterior termina en forma aguda.

## REGIÓN ORBITAL

La región que rodea las órbitas está compuesta de tres huesos cartilaginosos, el esfenótico, el pteroesfenoides, el basiesfenoides y el esclerótico que protege y sostiene al ojo; además dos huesos dermales: los frontales y los infraorbitales, también conocidos como suborbitales.

### **Esfenótico (ESF)**

Localizado en la pared dorsolateral de la cavidad cerebral, está caracterizado por una prominente pestaña anterolateral sellada por una sutura media conectada al pteroesfenoides. Anterolateralmente el esfenótico contacta con el frontal, dorsalmente está acanalado y se acomoda con el borde ventrolateral del frontal, el borde posterolateral de este canal forma el proceso postorbital y presenta un proceso lateral donde recarga el hiomandibular. El esfenótico forma la parte mas anterolateral del techo de la órbita (Fig. 2).

### **Pteroesfenoides (PTSF)**

Contribuye en gran parte a conformar la pared lateral de la caja del cerebro, en el borde anterior forma el extremo posterior de la cavidad orbital, además de rodear el foramen óptico. El borde ventral del pteroesfenoides está curvado medianamente y suturado a su par en la línea media (Fig. 2), junto con el basiesfenoides ocupa algo menos de la mitad del neurocráneo.

### **Basiesfenoides (BSF)**

Es un hueso del complejo craneal, está deprimido y presenta un crecimiento lateral. Se extiende desde la parte baja del pteroesfenoides hasta el paraesfenoides dividiendo la órbita en mitades izquierda y derecha. La solidez del hueso y la extensión delantera están asociadas con la función de soporte del proceso del ectoptergoides (Fig. 2).

**Frontal (FR)**

Hueso par cuya superficie dorsal es aplanada, con un proceso que termina por debajo del extremo posterior del nasal (Fig. 2). Se adelgaza notoriamente hacia la parte anterior y se une a los parietales en la parte media y a la externa del pterótico.

**REGIÓN ÓTICA**

Los huesos que encierran cada cámara ótica dentro del cráneo son: Los pteróticos, proóticos, epióticos, posttemporal, opistótico y los parietales.

**Proótico (PRO)**

Hueso par de origen endocondral que se sobrepone al margen dorsolateral del paraesfenoides. Presenta una fosa en el margen dorsolateral del proótico, la cual combina con una similar, en el margen ventrolateral del esfenótico para formar la cavidad donde entra el cóndilo anterior del hiomandibular. La cavidad posterior del proótico se localiza en posición posteroventral y está conectada dorsalmente al pterótico por medio de suturas. El proótico forma el piso del neurocráneo y encierra el utrículo del oído interno (Fig. 2).

**Pterótico (PTO)**

Es un hueso par de origen mixto con un canal sensorial que ocupa la parte dorsal de la cápsula ótica, forma las esquinas exteriores del neurocráneo, está compuesto por un elemento endocondral situado en la parte ventral llamado autopterótico y un elemento dermal en la parte dorsal conocido como dermopterótico, entre ambos encierran la horizontal del canal semicircular, la cara externa de este hueso tiene una depresión donde acomoda la cabeza del hiomandibular (Fig. 2).

**Epiótico (EPO)**

Es un hueso par que se encuentra localizado en la parte posterior de los parietales, en posición lateral al supraoccipital y cubre el canal semicircular posterior (Fig. 2).

**Parietal (PA)**

Hueso par de origen dermal, forma el techo de la región ótica, se articula con los frontales anteriormente, con el supraoccipital en el centro y los epióticos en la parte posterior, son aproximadamente rectangulares, con un pequeño brazo en la parte posterolateral que se sobreponen ligeramente al frontal. La superficie dorsal es plana, excepto por una pequeña curvatura, que le da una ligera elevación a la nuca (Fig. 2).

**Exoccipital (EXO)**

Hueso par de origen endocondral situado en la región posteroventral del neurocráneo a ambos lados del foramen magno, presenta una fosa articular con la que se articula a la primera vértebra, se une al supraoccipital formando el hueso occipital, al epiótico dorsalmente y por la parte lateral al pterótico. Presenta tres perforaciones la más grande es para las ramas del nervio occipito-espinal, y los pequeños son para el glosofaríngeo y el nervio vago (Fig. 2).

**Supraoccipital (SO)**

Es el hueso localizado en la parte más distal del neurocráneo, tiene forma de Y invertida, la parte media es un largo proceso de base gruesa que se adelgaza conforme se dirige hacia atrás terminando en una punta roma, ventralmente presenta una quilla, las porciones laterales son simétricas y son como procesos laminares alares, se unen entre si en la línea media sagital donde se unen a la quilla, la cara externa presenta un reborde en forma de arco que delimita la fosa posttemporal (Fig. 2).

**REGION BASICRANEAL****Basioccipital (BO)**

Se localiza en la base del cráneo, forma el margen inferior del foramen magno, está situado entre los dos exoccipitales, se une anteriormente al paraesfenoides, termina en una cara cóncava que se articula con el centro de la primera vértebra (Fig. 2).

### Paraesfenoides (PAS)

Es el hueso más largo en del cráneo, es de origen dérmico se encuentra a lo largo de la mayor parte de la línea media ventral del neurocráneo se extiende desde el etmoides lateral hasta el extremo posterior el basicráneo. En la superficie ventral de la región anterior se sobrepone el vomer (Fig. 2).

### BRANQUIOCRANEO

El branquiocráneo esta compuesto por una serie de arcos que se forman alrededor de la región faríngea, asociados al neurocráneo. Se divide en los arcos mandibular, branquial, hioideo, palatino y serie opercular (Fig.3).

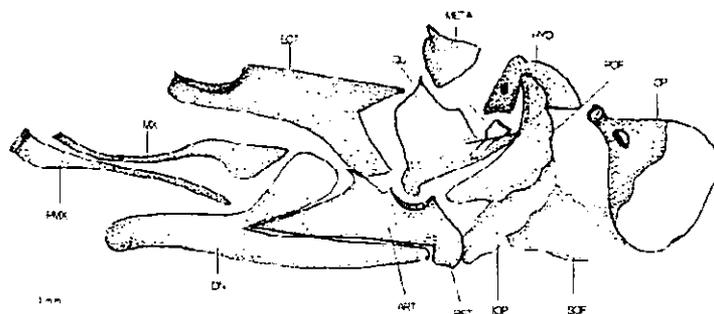


Figura.3.- Vista lateral del cráneo de *O. aenigmaticum*

### REGION ORAL

#### Premaxila (PMX)

La premaxila es un hueso par de origen dérmico que se forma en la parte anterior de la maxila está ligeramente curvada, con dientes cónicos delicados y pequeños. Es engrosado al frente, se alarga y adelgaza hacia la parte posterior. El borde dorsal del hueso está estrechamente unido a la cara dorsal de la maxila por tejido conectivo, ambas son largas y aproximadamente del mismo tamaño (Fig. 3).

**Maxila (MX)**

La maxila presenta un proceso, es decir, tiene un pronunciado ensanchamiento en la parte posterior que en *Ophisternon* presenta terminaciones suaves sin ángulos muy marcados, lo que lo hace característico para este género.

**Articular (ART)**

Es un hueso bien osificado que tiene forma triangular forma la parte posterior e interna de la mandíbula, tiene dos procesos uno anterior que encaja en el ángulo del dentario y otro en la parte superior posterior llamado proceso coronoides en forma de triángulo con una base ancha, Este hueso se une al cuadrado para articular el movimiento de la mandíbula (Fig. 3 y 4).

**Dentario (DEN)**

Es un hueso alargado cubierto de dientes pequeños y delicados, que forma la parte anterior de la mandíbula y se une a su par por medio de la sínfisis mandibular, se divide posterolateralmente en un coronoides superior y un brazo ventral inferior (Fig. 3 y 4), (en el ángulo formado por estas dos ramas se articula el hueso articular), la región del coronoides es relativamente alta. La larga y angosta superficie dorsal anterior al proceso coronoides es alveolada y dentada. Presenta tres filas de dientes.

**Retroarticular (RET)**

Es un hueso pequeño en forma de "L", conectado a la cara posteromedial del articular, éste permanece debajo de la cara dorsal de articular el cual está conectado sincondralmente (con tejido cartilaginoso) (Fig. 3 y 4).

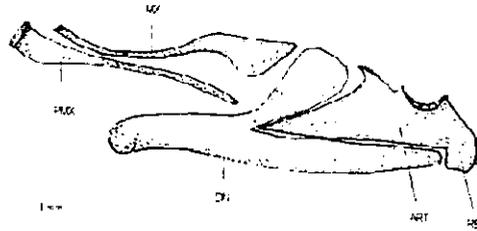


Figura 4. Vista lateral izquierda del arco mandibular de *O. aenigmaticum*

### Palatino (PAL)

Es un hueso ligeramente rectangular laminado curvado alrededor de la parte más delgada del vómer presenta una placa dentada, la forma de los dientes son de tipo canino con notoria base circular (Fig. 1), un débil espolón ascendente dorsal conecta al palatino con el etmoides lateral, posterior a la pequeña espuela el hueso empieza a ser dorsoventralmente aplanado debajo de la región orbital. La tendencia a la reducción del palatino parece estar asociado con la pérdida de protrusibilidad de la mandíbula superior. En simbránquidos superiores la cercanía del palatino con el vómer y la cercanía de la conexión con el etmoides lateral son características derivadas (sinapomorfias) compartidas con los Mastacembeloides, pero no con otros euteleosteos, El arreglo del palatino en simbránquidos está estrechamente asociado con el desarrollo del ectopterigoides este provee de una importante evidencia para apoyar la hipótesis de que comparten un ancestro común con Mastacembeloides (Travers, 1984b).

### Ectopterigoides (ECT)

Hueso par de origen dérmico es el más grande del cráneo de membrana, es delgado en su parte posterodorsal y muy grueso en su parte anterior. El borde anterior del ectopterigoides es sinusoidal, a media cara conecta a éste directamente con el lateral

del etmoides, un canal se extiende por una corta distancia a lo largo del borde posterodorsal y acomoda el margen anterodorsal del cuadrado, posteriormente un proceso corniforme se extiende desde el ectopterigoides y permanece dentro de un receso en la cara media del cuadrado, se une por delante al palatino, e interiormente al endopterigoides, y tiene una o dos filas de dientes (Fig. 3). El incremento en la medida del ectopterigoides en simbránquidos según Travers (1984) puede ser una característica apomórfica porque presenta un desplazamiento anterior al palatino y también como consecuencia el establecimiento de una articulación directa entre el ectopterigoides y el etmoides lateral.

#### **Metapterigoides (META)**

Hueso par plano laminar con su parte anterior muy delgada que se une al cuadrado por un estrecho cartilago y debajo de este por una sutura dentada y se une al hiomandibular, el borde ventral contacta con el borde dorsal del simpléctico en su parte posterior la cual se engruesa (Fig. 3 y 5).

#### **Cuadrado (QU)**

Hueso par endocondral, ancho y plano de forma triangular, presenta un cóndilo anteroventral angulado que se articula con uno de sus vértices al articular de la mandíbula (Fig. 3). El cóndilo esta reforzado por el engrosamiento del margen ventral donde conecta con el preopérculo, un profundo receso en la parte media del cuadrado paralelo a su borde ventral acomoda en el extremo anterior del simpléctico, y otro receso en la pared anteromedial del cóndilo acomoda en el largo proceso posterior del ectopterigoides. Es el eje sobre el cual actúan las dos ramas del suspensorio de los peces teleósteos (Rojo, 1988).

## REGION HIOIDEA

### Simpléctico (SYM)

Hueso par endocondral pequeño que une al cuadrado con el hiomandibular y sirve de apoyo al interhial (Fig. 5). Tiene forma de embudo, su parte posterior termina en punta. Une al metapterigoides con el preopérculo y el cuadrado.

### Hiomandibular (HYO)

Hueso par endocondral de forma irregular, en la superficie dorsal se observan dos cabezas articulares separadas por una somera depresión, el hiomandibular se articula con el opérculo en su parte posterior, la parte dorsal del hiomandibular se articula con el proceso que sale del frontal, la parte superior del preopérculo se inserta en la depresión ya mencionada que se forma en el hiomandibular (Fig.5), en la parte anterior el hiomandibular se une al metapterigoides. El condilo anterior tiene una articulación sincondral (cartilaginosa) con la fosa proótica de la pared lateral del neurocráneo.

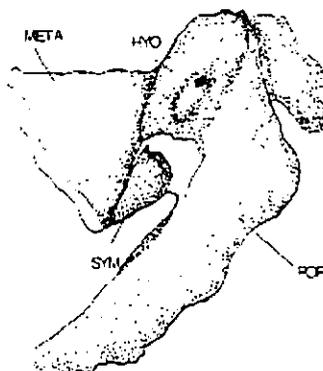


Figura: 5.- Articulaciones del hiomandibular en *O. aenigmaticum*.

### Urohial (UH)

Hueso impar endocondral formado por la osificación del cartílago situado entre los músculos esternohioideos de los teleósteos. Es largo su extremo posterior termina en

punta y en la parte anterior se ensancha, (Fig.6) se extiende posteriormente desde abajo del basibranquial 1 a un punto medio del basibranquial 5. Esta estructura apoya la separación de las especies de Simbránquidos principalmente de *Monopterus*; Así en *Synbranchus* es largo y esbelto este mismo patrón se presenta en *Ophisternon*, no así en *Monopterus* cuyo tamaño y grosor varía dependiendo del tamaño (Rosen y Greenwood, 1976).



Figura 6. Urohial de *O. aenigmaticum*.

## APARATO HIOIDEO

### Radlos branquióstegos (RB)

Son huesos dérmicos, sus cabezas descansan en el borde inferior del ceratohial (Fig. 7). En *Ophisternon* todos los radios son largos, delgados y gradualmente se van haciendo filamentosos en el extremo, los radios terminan posteriormente mas allá de cleitro solo las puntas de los branquióstegos anteriores soportan el margen libre de la abertura branquial que está confinado a la pared ventral del cuerpo en forma de luna o como una abertura recta.

**Barra hioidea (Fig: 7)**

Esta formada por un pequeño hipohial dorsal (HHD) colocado en el borde anterodorsal del ceratohial anterior (CHA) con el cual está unido por suturas largas, la pared media del hipohial dorsal conecta con la cara anterolateral del basibranquial 1.

El hipohial ventral (HHV) está conectado al ceratohial anterior por suturas interdigitales y una banda corta de cartílago, esta región anterior está ligeramente comprimida.



Figura: 7.- Vista lateral de la barra hioidea izquierda de *O. aenigmaticum*.

**Ceratohial (CH)**

El ceratohial es un hueso compuesto por una parte anterior y una posterior, el ceratohial anterior (CHA) está comprimido, en su borde posterior esta unido al ceratohial posterior (CHP) por una larga sutura interdigital tripartita, dos radios branquióstegos 3o. y 4o. se articulan con la cara posterior del ceratohial anterior. El ceratohial posterior está también comprimido y es de forma aproximadamente triangular, el extremo distal está conectado por un ligamento al extremo ventral del interhial. El 1er. y 2o. radios branquióstegos se conectan sobre la cara lateral del ceratohial posterior.

**Interhial (IH)**

Es un hueso corto que conecta el extremo posterior de la barra hioidea con el suspensorium en un punto intermedio entre el simpléctico y el hiomandibular.

## REGION OPERCULAR

Consiste de cuatro pares de huesos dermales anchos y planos que cubren y protegen los arcos branquiales. (Fig. 8)

### **Opérculo (OP)**

Hueso dérmico par, el más grande de la serie opercular poco osificado en su parte más ancha, está fuertemente sellado a la pared del cuerpo, el margen ventral del opérculo se encima a la parte dorsal del subopérculo, una larga cara sobre el borde anterodorsal articula con el condilo hiomandibular y sirve como un punto de apoyo (fulcro) para la dilatación del opercular. A menudo presenta claramente las líneas de crecimiento.

### **Preopérculo (POP)**

Hueso par dérmico, alargado y plano ligeramente engrosado en su parte anterior, no forma parte del aparato opercular, se encuentra junto al borde ventral del simpléctico y al cuadrado conectándolos por medio del brazo vertical al hiomandibular, anteriormente el preopérculo está unido a la pared anterolateral del articular por un corto ligamento, el borde ventral se encima al margen dorsolateral del interopérculo.

### **Interopérculo (IOP)**

Hueso dérmico par laminar que ocupa la parte ventral del aparato opercular, es un poco más grueso que los huesos anteriores, se encuentra entre el subopérculo y ligeramente atrás del preopérculo. Schaeffer y Rosen (1961) lo consideran como una modificación de los radios branquióstegos.

### **Subopérculo (SOP)**

Hueso par dérmico corto, poco osificado, el margen dorsolateral está cubierto por el borde ventral del opérculo no se encuentra conectado a la pared ventral del cuerpo

formando la cámara posterior de la abertura branquial, se considera como el resultado de la evolución de un radio branquióstego. (Rojo, 1988)

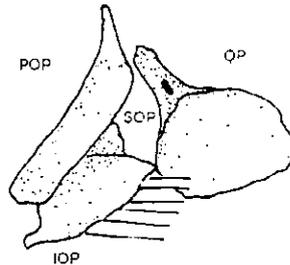


Figura. 8. - Serie opercular de *O. aenigmaticum*.

## REGION BRANQUIAL

### Arco hioideo

En *O. aenigmaticum* se presentan modificaciones distintivas, no hay primer faringobranquial, el segundo se encuentra muy reducido, es un pequeño óvalo que se encuentra entre el extremo inferior del hueso interarcual y el extremo superior del epibranchial 2. El primer epibranchial está rotado hacia adelante y su borde posteromedial está conectado a los restos del 2o. faringobranquial por un cartilago interarcual. El primer epibranchial tiene una profunda excavación y un proceso agudo o pestaña redondeada en el borde anterodorsal de la excavación, el extremo lateral del hueso interarcual está sentado en esta excavación y anclado a ese lugar por un denso tejido conectivo, también se une al extremo lateral del 2o. faringobranquial por medio de este tejido conectivo. El tercer epibranchial es un simple hueso triangular (Fig. 9).

La relación entre el primer epibranchial y el hueso interarcual según Rosen y Greenwood (1976) puede ser de dos tipos; en *Macrotrema* y *Ophisternon* el extremo proximal de este epibranchial tiene una profunda excavación y un proceso agudo o una pestaña redondeada en el borde anterodorsal, el extremo lateral del hueso interarcual se sienta en esta excavación y permanece en su lugar gracias a un denso tejido

conectivo. En *Synbranchus* la excavación y el proceso asociados a la base se pierden, o solo permanece alguna huella de este proceso, el elemento interarcual está pobremente asociado con el tercio proximal del cuerpo de este epibranquial.

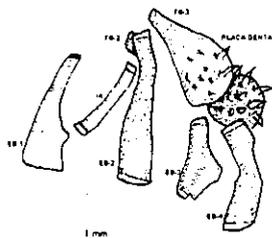


Figura 9. Arco branquial dorsal de *O. aenigmaticum*.

### Arco Branquial Ventral (Fig. 10)

#### Basibranquial 1 (BB 1)

Hueso ligeramente cuadrado fusionado al basihial, en su parte posterior tiene un proceso que se extiende desde la mitad del basihial hasta el extremo inferior del basibranquial 1 en donde se une con el basibranquial 2 y se articula con la cara media del hipohial dorsal.

#### Basibranquial 2 (BB 2)

El basibranquial 2 es un hueso rectangular, en la parte superior se conecta con el BB1 y en el extremo anterolateral se une con tejido conjuntivo al hipobranquial 1; Posteroventralmente el basibranquial 2 está unido por tejido fibroso al extremo anterior del basibranquial 3.

#### Basibranquial 3 (BB 3)

Es un hueso largo tiene de forma triangular con la parte inferior terminada en punta; en el extremo anterior del basibranquial 3 se contacta con la parte media del hipobranquial 2 y en el extremo posterior del basibranquial 3 se coloca el hipobranquial 3.

**Hipobranquiales (HB)** (Fig. 10)

Huesos endocondrales de los arcos branquiales, situados en una posición ventral se articulan dorsalmente con los ceratobranquiales y ventralmente con los basibranquiales, su número generalmente es de 4 en los peces teleosteos

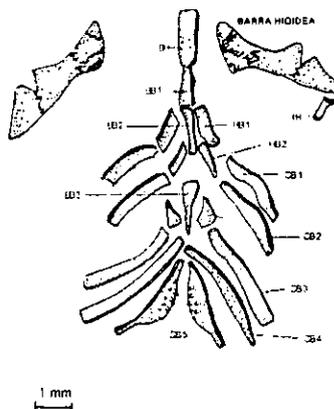


Figura. 10.- Vista ventral del arco branquial de *O. aenigmaticum*

**Hipobranquiales 1 y 2**

Cada uno tiene una amplia cara proximal para articularse con su correspondiente basibranquial, el hipobranquial 2 también está conectado por medio de una pestaña al proceso posterolateral descendiente del basibranquial 2.

**Hipobranquial 3**

Es más chico casi cuadrado con un pequeño proceso en su parte anterior por medio del cual se une al basibranquial 3.

**Ceratobranquiales (CB)**

Los ceratobranquiales son de origen endocondral, representan los huesos más largos de los arcos branquiales. Se articulan dorsalmente con los epibranquiales y ventralmente con los hipobranquiales, en número de 5 en cada lado, el 5o. ceratobranquial se caracteriza por ser el único hueso que queda en este arco y por llevar una placa dentaria de origen dérmico sobre él. En el arco branquial ventral de *Ophisternon aenigmaticum*, son 5 pares, del 1 al 4 semejan varillas ligeramente aplanadas, el 5o. posee una placa dental, esta placa ovalada ocupa la parte media del ceratobranquial y no se une a su par en la línea media, los dientes son caniformes, de diferentes tamaños siendo más grandes hacia la línea media de la placa. Una masa de tejido fibroso conecta el borde lateral del ceratobranquial 5 a la cara lateral del cleitro.

### COLUMNA VERTEBRAL

Presentan 72 vértebras abdominales y de 39 a 40 vértebras caudales. Las vértebras abdominales presentan espinas neurales (EN) en la parte media de la vértebra detrás de una prezigoapófisis la cual no está fusionada ni a la espina neural ni a la vértebra anterior a ella. (Fig. 11) Presente en todas las vértebras abdominales y en las primeras caudales esta prezigoapófisis (PZ) con el tiempo tiende a desaparecer. También las vértebras abdominales presentan un proceso transverso en forma de alas en ambos lados de la vértebra en donde se apoyan las costillas pleurales (CP), este proceso desaparece en las vértebras caudales donde se transforma en un arco hemal que se va cerrando hasta quedar convertida en una espina hemal.

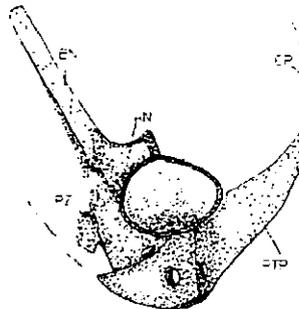


Figura. 11.-Vértebra abdominal de *O. aenigmaticum*.

En las vértebras caudales las espinas neurales y las hemales son casi iguales, ambas se ensanchan y se aplanan en la punta, las espinas hemales presentan una pequeña prezigapófisis cuando va desapareciendo el arco neural. En general todas las vértebras son iguales, a excepción de la última caudal que se modifica para recibir a los radios de la aleta caudal y la primera vértebra abdominal que se modifica para unirse al basicraneal, esta modificación consiste en que su cuerpo es más corto y los procesos transversos son muy pequeños, las costillas pleurales son más largas y no hay prezigapófisis. La última vértebra caudal está muy reducida y se encuentra asociada con unos radios no osificados que varían en número de tres a siete, y no presentan estructuras hipurales; estos radios se encontraron solo en algunos ejemplares revisados.

### **CINTURA PECTORAL (Fig.12)**

#### **Postcleitro (PCL)**

Es un hueso relativamente pequeño, el extremo ventral se sobrepone a la pared dorsolateral del cleitro, su extremo anterior termina en una cabeza de forma de romboidal que se une al posttemporal.

#### **Posttemporal (POST)**

Es un hueso de forma irregular ensanchado en la parte media, bifurcado en la parte anterior donde se une al cráneo, curvado en su parte ventral, se une al supracleitro posteriormente.

#### **Cleitro (CL)**

Hueso par de origen dérmico es el más largo de la cintura escapular, ambos cleitros se unen ventralmente por debajo del corazón sirve de soporte a la cintura escapular primaria. El cleitro se articula dorsalmente con el supracleitro que a su vez se une al neurocráneo por medio del posttemporal. Tiene una forma de "L" invertida su brazo más largo tiene tres caras, una de las cuales está curvada ventralmente.

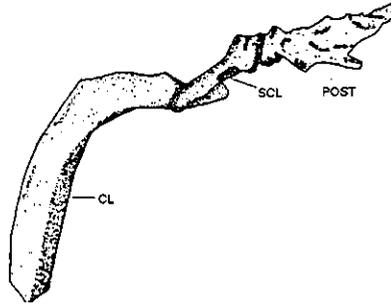


Figura 12 Cintura pectoral de *O. aenigmaticum*.

Por ser una especie que no presenta aletas pectorales y pélvicas los elementos óseos que las forman están ausentes y solo presentan en forma reducida el Poscleitro, Posttemporal y Cleitro de la cintura pectoral asociados principalmente a la estructura craneal.

Cabe notar la importancia del Posttemporal bifurcado de esta especie el cual difiere en su forma sustancialmente con respecto a otros géneros de la misma familia.

## TAXONOMÍA

Uno de los objetivos de este trabajo es la separación clara de los dos géneros reportados para México (*Ophisternon* y *Synbranchus*). Con la comparación que se hizo encontramos diferencias osteológicas importantes para la separación de los géneros, las cuales se mencionaran como complemento de la diagnosis de géneros que aparecen en el artículo de Rosen y Greenwood en 1976.

### DIAGNOSIS DE LA FAMILIA SYNBRANCHIDAE

Cuerpo anguiliforme, aletas pectorales (presentes en estadios tempranos de algunas especies) y pélvicas ausentes; aletas dorsal y anal vestigiales están reducidas a delgados radios; aleta caudal vestigial o ausente, pequeña en *Macrotrema caligans*, escamas ausentes excepto en especies de los subgéneros *Amphipnous* y *Monopterus*; ojos pequeños (algunas especies troglóbicas con ojos debajo de la piel); nostrilos anteriores y posteriores muy separados; palatoc cuadrado articulado en dos lugares, pequeña abertura branquial ventral recta o semicircular (*Macrotrema* tiene una abertura branquial normal que se continúa hasta unirse en la parte ventral); radios branquiostegos de 4-6; costillas ausentes; vértebras de 98 a 188 (51-135 abdominales). Muchas especies son protóginas facultativas (Liem, 1968).

#### *Ophisternon* M'Clelland

*Ophisternon* M'Clelland, 1845 (especie tipo, monotípica, *O. bengalensis*)

*Tetrabranchus* Bleeker, 1851 (especie tipo designación original *T. microphthalmus*)

*Pluto* Hubbs, 1938 (especie tipo designación original *P. infernalis*)

*Furmastix* Whitley, 1951 (como reemplazamiento de *Pluto*, propuesto para un insecto, (Hymenoptera))

*Anomatophasma* Mees, 1962 (especie tipo, designación original *A. candidum*)

Cabeza triangular, ojos pequeños cercanos a la punta del hocico y cubiertos por una membrana translúcida. Abertura branquial en forma de media luna. Membrana libre del istmo, la abertura ocupa la mitad o la tercera parte de la superficie ventral. Hueso del

articular de la mandíbula con un proceso coronoides en forma de triángulo. Cintura pectoral conectada al cráneo por un posttemporal bifurcado. Se presenta la siguiente clave dicotómica para separar a las especies del género:

a.-La coloración varía desde gris a casi negro en el dorso y en la parte ventral es mucho más claro, el color puede ser uniforme o tener manchas muy pequeñas en el dorso o vientre. Cráneo relativamente ancho Hocico corto y redondeado, labio superior esponjoso con pliegues a los lados. Ojos relativamente grandes y redondos. Aspecto posterodorsal de la maxila sin una prominencia angulada. Longitud máxima 110 cm.....*Ophisternon aenigmaticum*

aa.-No presenta coloración, ojos ausentes poros de la cabeza muy desarrollados, cabeza bulbosa, hocico en forma de pico de pato, de 98 a 145 vértebras totales, longitud máxima 60 cm.....*Ophisternon infernale*

*Ophisternon aenigmaticum* Rosen y Greenwood

*Ophisternon aenigmaticum* Rosen y Greenwood, 1976

*Synbranchus marmoratus* Rosen y Rumney, 1972

**Redescripción:** Las especies de *Ophisternon* alcanzan más de 70 cm de largo total y difieren de otros miembros del género en el ancho del cráneo entre otras cosas, la abertura branquial está confinada a la parte ventral, generalmente es en forma de media luna y ocupa la mitad o la tercera parte de la región ventral del cuerpo, se encuentra flanqueada por cuatro pares de pliegues y presenta de 6 a 7 radios branquióstegos, el color oscuro del dorso y lados varía desde el negro hasta el gris medio, los individuos pueden estar moteados o con manchas uniformes nunca alargadas, por lo general son manchas pequeñas como en *Synbranchus marmoratus*. La región ventral del cuerpo es pálido café o rojizo en vida, o pálido ya preservado, en algunos casos se presentan detrás del ojo una o dos líneas oscuras. Los ojos siempre visibles a través de una membrana translúcida y están directamente sobre o enfrente de una línea dibujada justo a la mitad del hocico, son más grandes que en *Synbranchus*. Los labios son esponjosos lateralmente con un pliegue y delgados en la parte anterior,

el hocico es redondeado. La narina anterior sobre el borde del hocico frecuentemente dirigido hacia la parte ventral. El cuerpo es grueso y la región abdominal es más larga que la caudal tiene de 114 a 137 vértebras totales, de las cuales 45 a 57 son caudales y de 70 a 80 son abdominales. La región de la nuca presenta una pequeña elevación dando cierto volumen al cráneo; la curvatura de los bordes laterales del supraoccipital es muy marcada y el exoccipital en su parte posterior presenta un proceso alar en ambos lados que se encuentra curvado en su parte terminal. El brazo lateral del esfenótico se encuentra formando un ángulo ligeramente agudo con el frontal. La altura del ectopterigoides es aproximadamente la 5ª parte del largo del hocico, el ancho del paladar es aproximadamente la 5ª parte del largo del cráneo; el vomer se observa sobrepuesto al paraesfenoides. No hay ángulo en la terminación posterodorsal de la maxila una características que se marcan como determinante para la separación de la especie. Presenta dos pares de fosas nasales, las anteriores cercanas al borde del labio superior, las posteriores se encuentran entre los ojos; los orificios de las narinas son pequeños y ocupan una cuarta parte del hocico. El proceso coronoides que presenta el articular de la mandíbula es de base ancha y parecido a un triángulo equilátero.

**Distribución:** La distribución de *O. aenigmaticum* comprende el Sureste de México desde Punta del Morro, Ver. (Contreras *et al*, 1996) hasta Chetumal, Q.R. y hacia el sur en aguas interiores de Cozumel e Isla Mujeres hasta Honduras incluyendo Cuba (Schmitter-Soto, 1998) .

**Ecología:** Se encuentra principalmente en pantanos, aunque también se encuentra en arroyos de agua clara y en cuevas asociadas a cenotes, Son de hábito nocturnos por lo que se les puede localizar por la noche en los cuerpos abiertos de los cenotes o pantanos en busca de alimento. Son capaces de reptar por cortos periodos fuera del agua. Son hermafroditas protogénicos es decir maduran primero como hembras y luego cambian de sexo, sin presentar ningún tipo de dimorfismo sexual. Los organismos de pantano son presas de aves como el gaitán *Mycteria americana* (Schmitter-Soto, 1998).

*Ophisternon infernale* Hubbs

*Pluto infernalis* Hubbs, 1938 (cueva Hoctun, Yucatán, México).

*Ophisternon infernale* Hubbs, 1938.

*Furmastix infernalis* Hubbs, 1938

**Descripción:** Esta especie es cavernícola, sin ojos ni pigmentos, con los poros sensoriales de la cabeza muy desarrollados. Cabeza bulbosa, con hocico en forma de pato. Región caudal más larga que en otros simbránquidos, aunque compuesta por menos vértebras, 67 en vez de 69-75, con un total de vértebras de 98-145 y tiene una longitud máxima de 60 cm. (Schmitter-Soto, 1998).

**Distribución:** Especie troglobítica endémica de los cenotes y grutas de la Península de Yucatán. ( Gamboa-Pérez, 1992)

**Ecología:** Ovíparo, vive en aguas someras de fondos fangosos donde construye madrigueras, pasando en ellas la mayor parte del tiempo, se alimenta de invertebrados bénticos, sin necesidad de persecución. Tolerancia bajas concentraciones de oxígeno disuelto gracias a su capacidad de respiración aérea, es de hábitos nocturnos a pesar de vivir en total oscuridad (Schmitter-Soto *op. cit.*)

*Synbranchus* Bloch

*Synbranchus* Bloch, 1795 (especies tipo por designación subsecuente *S. marmoratus*)

*Typhlobranchus* Bloch y Schneider, 1801 (tipo, monotípica *T. spurius*)

*Unibranchapertura* Lacépède, 1803 (nombre remplazado por *Synbranchus*, tipo designada originalmente *S. marmoratus*)

Las especies de *Synbranchus* alcanzan más de 80 cm. El cuerpo es ligeramente más delgado que el de *Ophisternon*, la cabeza de *Synbranchus* es en forma de triángulo isósceles. Ojos pequeños y alargados cubiertos por una membrana translúcida, cercanos a la punta del hocico. Abertura branquial en forma de poro o como una pequeña hendidura transversal. Membrana branquial libre del istmo. El hueso del articular de la mandíbula puede presentar o no un proceso coronoides en forma de triángulo. Cintura pectoral conectada o no por un posttemporal reducido. La única especie mexicana se puede distinguir por medio de la siguiente diagnosis:

Coloración del cuerpo con manchas visibles sobre todo en la parte ventral. Hocico alargado y ligeramente afilado o puntiagudo, labio superior delgado, ojos pequeños cabe aproximadamente 2.5 veces en la longitud del hocico. La parte occipital del neurocráneo es plana y ligeramente más ancha; posterodorsal de la maxila con una prominencia angulada.....*Synbranchus marmoratus*

### *Synbranchus marmoratus* Bloch

*Synbranchus marmoratus* Bloch, 1795 (Surinam)

*Synbranchus immaculatus* Bloch, 1795 (localidad tipo, Surinam o Tranquebar, India)

*Unibranchapertura lineata* Lacépède, 1803 (Surinam)

*Synbranchus fuliginosus* Ranzani, 1840 (Brazil)

*Synbranchus pardalis* Valenciennes, 1847 (Buenos Aires, Argentina)

*Synbranchus vittata* Castelnau, 1855 (Río de Janeiro, Brasil)

*Synbranchus hieronymi* Weyenbergh, 1877 (Argentina)

*Synbranchus doringii* Weyenbergh, 1877 (Argentina)

*Synbranchus tigrinus* Weyenbergh, 1877 (Argentina)

*Synbranchus mecedarius* Weyenbergh, 1877 (Argentina)

**Redescripción:** La coloración en *S. marmoratus* es moteada en la parte dorsal sobre todo en los lados y en la parte superior de la cabeza; abertura branquial en forma de poro marcadamente triangular flanqueada por pliegues profundos y libre del istmo, presenta de 4 a 6 radios branquiostegos; ojos pequeños y alargados sobre o posteriores a la vertical, cubiertos por una membrana translúcida, cabe aproximadamente 2.5 veces en el hocico, el labio superior es delgado y está alargado anterolateralmente para darle al hocico un aspecto romo, presenta holobranquias bien desarrolladas en cuatro arcos, en el esqueleto del arco branquial ventral los basibranquiales dos y tres están presentes y bien desarrollados, el primer ceratobranquial articulado con el primer hipobranquial, en el esqueleto del arco branquial dorsal el segundo faringobranquial, cuando esta presente (en muchos casos) está dirigido hacia la parte anteromedial y no paralelo al eje del segundo epibranquial. El cuerpo es delgado y su región caudal presenta de 37 a 57 vértebras caudales y de 79 a 99 abdominales por lo que puede llegar a tener hasta 157 vértebras totales.

La región de la nuca, formada por el parietal, pterótico y epiótico es más ancha y plana, la curvatura que forman los bordes laterales del supraoccipital es muy ligera, el exoccipital en su parte posterior es casi plano, el esfenótico se encuentra colocado en

una posición recta formando ángulos casi de 90° con el pterótico y con el frontal, el ectopterigoides tiene una altura que es aproximadamente la cuarta parte del hocico, y el ancho del paladar es casi la 6ª parte del cráneo, el vómer está casi incluido en el paraesfenoides. La maxila tiene una terminación posterodorsal angulada, la cual según Rosen y Greenwood (1976) es de importancia taxonómica, en vista dorsal se ven los orificios de las narinas, que en este caso son amplios ocupando más o menos una tercera parte del hocico. El proceso coronoides del articular de la mandíbula presenta una base ancha y aunque es en forma triangular la arista se encuentra visiblemente curvada hacia la izquierda.

**Distribución:** Lo encontramos al sur de la República Mexicana en los estados de Veracruz, Oaxaca y Tabasco, en Centro y Sudamérica hasta el norte de Argentina (Rosen y Greenwood, 1976).

**Ecología:** Se le encuentra al igual que a *O. aenigmaticum* en una gran variedad de habitats desde pantanos hasta corrientes de agua clara, incluso en algunos lagos, construye túneles en el lodo, los huevos son depositados en estos túneles y son cuidados por el macho. Los huevos son esféricos, de color grisáceo, transparentes y de aproximadamente 3.4 mm de diámetro (Bussing, 1987).

**CLAVES DICOTÓMICAS**

**A.**-Membrana libre del itsmo, abertura branquial en forma de pequeña cortada transversal, o en forma de media luna, membrana libre del itsmo, la abertura ocupa la mitad o la tercera parte de la superficie ventral, ojos sobre o anteriores a la vertical, grandes y redondeados cintura pectoral conectada al cráneo por un posttemporal bifurcado, labio superior esponjoso con pliegues a los lados. El hueso articular de la mandíbula con un proceso coronoides en forma de triángulo equilátero.....*Ophisternon*

**B.**-Membrana branquial unida al itsmo, abertura branquial, pequeña en forma de poro flanqueada por 5 pares de pliegues, membrana branquial unida al itsmo internamente. Ojos pequeños y alargados visibles a través de una membrana caben aproximadamente 2.5 veces en la longitud del hocico, cintura pectoral conectada al cráneo o no por un posttemporal reducido, labio superior delgado maxila superior con una terminación posterodorsal angulada y que puede presentar o no el proceso coronoides en el articular de la mandíbula aunque con una cierta inclinación en el vértice.....*Synbranchus*

**a.**-Coloración varía desde gris a casi negro en el dorso y en la parte ventral es mucho más claro, el color puede ser uniforme o tener manchas muy pequeñas en el dorso o vientre. Hocico corto y redondeado, ojos grandes aspecto posterodorsal de la maxila sin prominencia angulada.....*Ophisternon aenigmaticum*

**aa.**-No presenta coloración, ojos ausentes poros de la cabeza muy desarrollados, cabeza bulbosa, hocico en forma de pico de pato, de 98 a 145 vértebras totales, longitud máxima 60 cm. aproximadamente.....*Ophisternon infernale*.

**b.**-Coloración del cuerpo con manchas visibles sobre todo en la parte ventral hocico alargado y ligeramente afilado o puntiagudo ojos pequeños y cercanos a la punta del hocico. La parte occipital del neurocráneo es plana y ligeramente más ancha posterodorsal de la maxila con una prominencia angulada.....*Synbranchus marmoratus*

## DISCUSION

Se describen 40 estructuras óseas dando mayor importancia comparativa a la barra hioidea y la canasta branquial de *Ophisternon*. Rosen y Greenwood (1976) hicieron una revisión de la familia describen de manera general la osteología de los géneros que la constituyen. Sin embargo, al comparar ejemplares de los géneros *Ophisternon* y *Synbranchus* ambos colectados en la República Mexicana, se encuentra que las diferencias citadas por este autor, en varios de los individuos no siempre se presentan. Al observar y describir el cráneo de ambos géneros se tienen las siguientes diferencias, algunas ya mencionadas en el capítulo de resultados.

De los caracteres morfológicos que se pueden tomar en consideración encontrados en este trabajo son los ojos de *Ophisternon*, los cuales son relativamente pequeños y su posición es bastante anterior al hocico más que en los otros géneros. Los nostrilos anteriores localizados en la punta el hocico y los posteriores ligeramente hacia atrás del ojo. La cabeza es ancha y el hocico corto, lo que lo diferencia de *S. marmoratus* el cual tiene el hocico más largo y puntiagudo.

*Ophisternon* presenta un cráneo alargado con los frontales notoriamente adelgazados hacia la parte anterior donde se encuentran las órbitas, al parecer esta característica es común en todos los simbránquidos, según el autor mencionado, este acomodo parece ser único, aún con algunas modificaciones en el tamaño de los huesos.

La superficie dorsal del cráneo carece de crestas u ornamentaciones, los frontales presentan una pronunciada inclinación, mientras que los infraorbitales están muy reducidos.

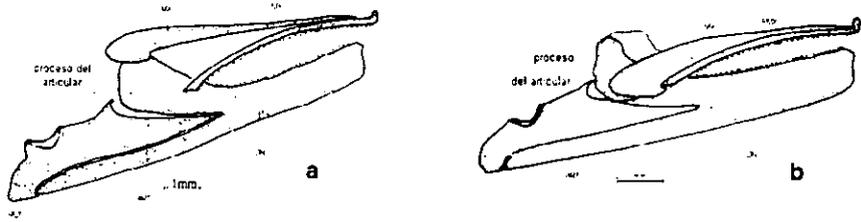


Figura 13. Mandíbula superior. e inferior de a) *O. aenigmaticum* y b) *S. marmoratus*

La maxila y premaxila son alargadas, delgadas y no presentan sínfisis mandibular. La diferencia en la cara posterodorsal de la maxila que marcan Rosen y Greenwood (1976) como de importancia taxonómica para separar los géneros si se encuentra, siendo para *Ophisternon* un proceso donde no hay una terminación angulada como la que se encuentra en *Synbranchus* (Fig: 13).

El proceso coronoides que se encuentra en el articular de la mandíbula, al cual Rosen y Greenwood (*op. cit.*) le conceden importancia filogenética puesto que relaciona a los géneros dependiendo de la presencia o no de este proceso así estos autores mencionan que dicha elevación solo la presenta el género *Ophisternon*, mientras que en *Macrotrema* y *Synbranchus* es solo una pequeño proceso en forma de joroba. Sin embargo, en el presente trabajo se encontró que *Ophisternon* presenta dicha elevación y *Synbranchus* puede o no presentarla, aunque con una ligera diferencia en la curvatura de la arista. Por lo cual, se considera que no puede ser tomado como un carácter taxonómico que ayude a diferenciar a estos dos géneros.

Por otro lado la presencia o ausencia de este proceso puede agruparlos filogenéticamente (Rosen y Greenwood, 1976). Este proceso relaciona más cercanamente a *Monopterus albus* con *Ophisternon* y la ausencia de este carácter relaciona a otras especies de *Monopterus* con *Synbranchus*, esta ausencia se considera como un carácter plesiomórfico (Rosen y Greenwood, *op. cit.*), propuesta que apoya Travers (1984b) y la presencia del mismo proceso en *Monopterus* y *Ophisternon* es considerada por como una sinapomorfía.

El dentario al igual que en *Synbranchus* presenta una extensión del brazo a lo largo de borde ventral del anguloarticular permitiendo que este hueso encaje en el dentario, lo que sucede también en *Ophisternon* y solo varía en el tamaño del hueso.

El palatino está armado con dientes de base circular, Rosen y Greenwood (1976) reconocen al palatino de *Monopterus* en una posición más anterior que en *Synbranchus* y le dan en ambos casos una función articular entre el músculo suspensorio y los etmoides laterales, Travers (*op. cit.*) relaciona la reducción del palatino con la pérdida de protusibilidad de la mandíbula superior y el desarrollo del ectopterigoides.

El vomer y el paraesfenoides son muy alargados, observándose que en *Ophisternon* el vomer esta sobrepuesto al paraesfenoides, a diferencia en *Synbranchus* encontramos que el vomer está prácticamente incluido en el paraesfenoides.

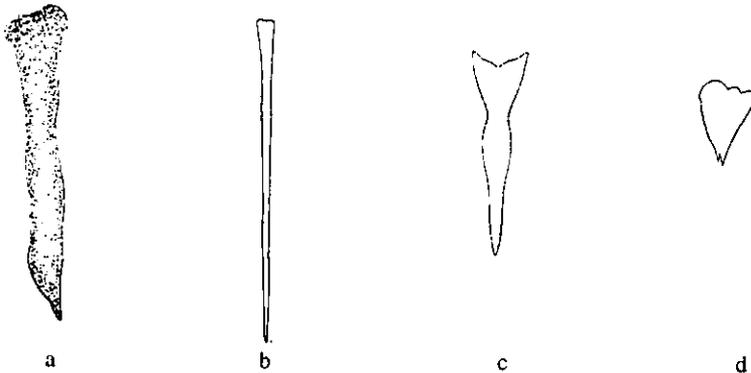


Figura 14. Urohial de a) *O. aenigmaticum*, b) *S. marmoratus*, c) *Monopterus albus* y d) *M. chuchia*.

El urohial según Rosen y Greenwood (1976) apoya la separación de las especies de Simbránquidos principalmente de *Monopterus*; Así en *Synbranchus* es largo y esbelto

este mismo patrón se presenta en *Ophisternon*, no así en *Monopterus* cuyo tamaño y grosor varía dependiendo del tamaño (Fig.14).

En el presente trabajo se determinó que en el supraoccipital, el arco formado en el reborde de la cara externa donde se une la quilla, es más pronunciado en *Ophisternon* que en *Synbranchus*.

La cintura pectoral Rosen y Greenwood (1976) la señalan como un caracter de importancia taxonómica, en este trabajo se encontró que puede ser independiente de la estructura craneal encontrándose unida al basicráneo por medio del posttemporal reducido, este carácter no fue observado, sin embargo existe la tendencia hacia la reducción de este hueso y está relacionada probablemente con la posición de la cintura (Travers 1984b). Probablemente esta tendencia hacia la reducción y la separación de la cintura pectoral del cráneo se deba al movimiento del cuerpo para desplazarse, ya que al estar desarticulada la cintura tiene una mayor flexibilidad, la cual requiere por la forma y longitud del cuerpo.

Al hacer la comparación del arco hioideo de *O. aenigmaticum*, con los ejemplares de la misma especie pero de diferentes localidades descritos por Rosen y Greenwood (1976), se observa una marcada modificación en la base del 1er. epibranchial donde se une al hueso interarcual, acentuándose en el ejemplar colectado en Guatemala, donde el proceso aparece más desarrollado, lo que no sucede en los otros ejemplares donde el proceso presenta un crecimiento variable. Mientras que los ejemplares revisados en este trabajo presentan un desarrollo muy similar a los ejemplares reportados para Cuba, Trinidad y la Guyana Francesa (Fig. 15). Aún cuando el resto de los huesos del arco básicamente guardan la misma forma, la diferencia encontrada en este epibranchial es tan notoria que bien se podría sugerir que los de Guatemala sean una especie diferente.

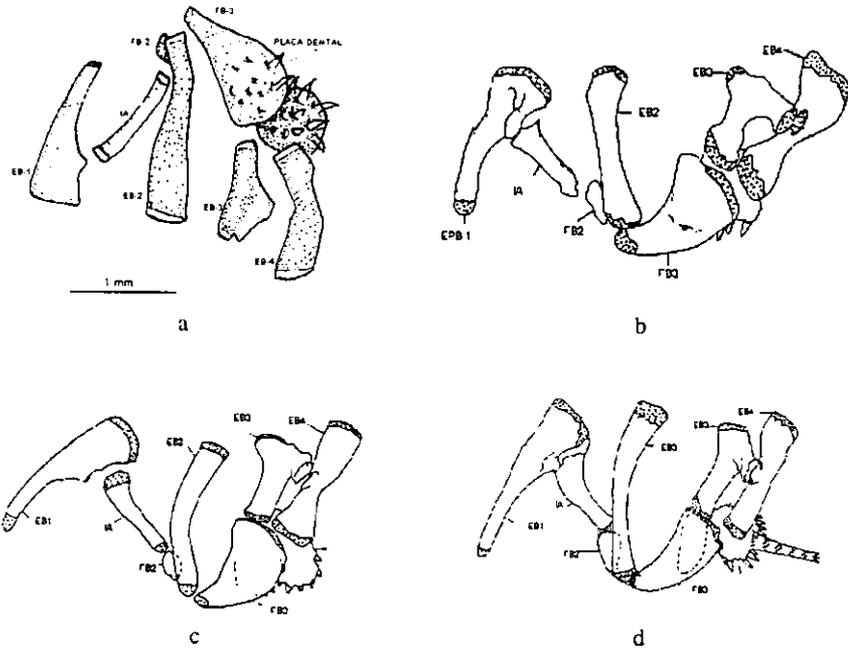
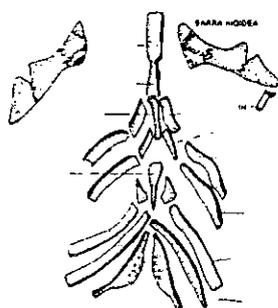


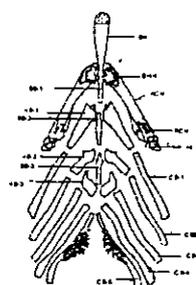
Figura 15. Arcos branquiales de *O. aenigmaticum* de diferentes localidades, a) México; b) Guatemala; c) Cuba; d) Trinidad y Tobago

Ahora bien, comparando el arco branquial dorsal de *O. aenigmaticum* con el de *S. marmoratus*, se aprecian huesos más delgados y dientes faringobranquiales más grandes, el proceso que se observa en *O. aenigmaticum* en el 1er. epibranchial, en *S. marmoratus* no se presenta típicamente, o está poco desarrollado si se encuentra. El 2º epibranchial en *O. aenigmaticum* está reducido a una pequeña rótula; mientras que en

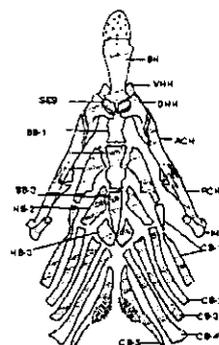


1 mm

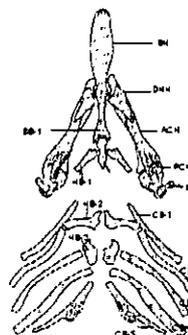
*Ophisternon aenigmaticum*



*Synbranchus marmoratus*



*Macrotrema caligans*



*Monopterus cuchia*

Figura 16. Comparción de los arcos branquiales ventrales de los géneros de la familia Synbranchidae.

*S. marmoratus* aunque también está reducido sigue manteniendo la forma alargada del resto de los huesos.

El arco branquial ventral (Fig. 16) es considerada como otra importante estructura osteológica dentro del grupo, donde se pueden contemplar grandes diferencias a nivel género. El hueso basiial (BH) se encuentra fusionado con el basibranchial1 (BB1), el borde superior del BH, es cubierto por tejido cartilaginoso que se encuentra en cantidad variable dependiendo del punto de anclaje del arco, el BH en *O. aenigmaticum* presenta un borde superior ancho, muy parecido al de *Macrotrema caligans* y el BB1 también es ancho y corto, mientras que en *M. caligans* este BB1 también es ancho aunque ligeramente más largo que el de la especie anterior; ambas estructuras óseas son muy diferentes al de *S. marmoratus* ya que éstas son más delgadas y ligeramente más largas. En cuanto a los BB2 y BB3 en *O. aenigmaticum* tienden al adelgazamiento, no así en otras especies del mismo género donde se conservan como estructuras gruesas. Este carácter es considerado plesiomórfico o primitivo ya que lo presenta el género *Macrotrema*, el más antiguo de la familia, y la tendencia observada es hacia la desaparición de estos huesos como se observa en el género *Monopterus*., que según el árbol evolutivo que presentan Rosen y Greenwood (1976) es el género más evolucionado dentro de la familia.

Al analizar el acomodo del ceratobranquial 5 (CB5) con respecto al resto de la canasta branquial, se observan a estos huesos armados con una placa dentaria, y según la especie, los dientes presentan una distribución y tamaño diferencial. Este par de huesos se localizan en la parte inferior del arco ventral y su posición de uno con respecto al otro puede variar en la parte superior pueden estar casi paralelos como en el caso del género *Ophisternon*, separados como en el caso de *Synbranchus* y por último muy alejados, como en el género *Monopterus*,

En los huesos del branquiocráneo, sobre todo en la serie opercular (Fig.17), se tienen diferencias en la forma, ya que el preopérculo en *O. aenigmaticum* es un poco más corto y ancho y su borde exterior presenta lobulaciones. En el preopérculo de *S. marmoratus* el borde exterior es recto, en el interopérculo donde es más notoria la diferencia, observamos que en *S. marmoratus* tiene una forma muy parecida a una hoja

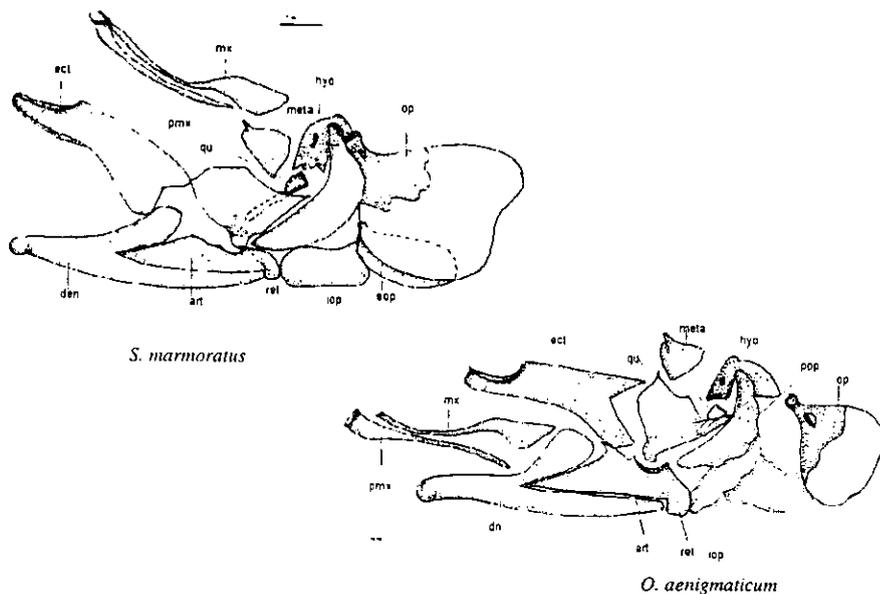


Figura 17.- Branquiocráneo de *S. marmoratus* y *O. aenigmaticum*, observándose las diferencias a nivel preopérculo, interopérculo y retroarticular, en ambas especies.

lanceolada, el cóndilo que se articula con el retroarticular está más definido y hace a este hueso más funcional mientras que en *O. aenigmaticum*, donde la forma es irregular y sin definición en la articulación lo que se considera como un carácter plesiomórfico; en el resto de los huesos de la cara lateral del cráneo se observan diferencias sobre todo en tamaño pero también en la curvatura que presentan algunos huesos como la mandíbula inferior, en *O. aenigmaticum* es curvada en su parte inferior, mientras que en *S. marmoratus* se presenta recta. Del análisis de esta serie de huesos se considera que *S.*

*marmoratus* pertenece a un grupo derivado de un antecesor en el que se incluye a *O. aenigmaticus*.

En cuanto a la distribución geográfica de la familia Synbranchidae (FIG. 18) aparece cuando aún se encontraba unido América del sur y África, lo cual es corroborado por la presencia del género *Ophisternon* actualmente en ambos continentes. La región más poblada está en Sudamérica dentro de la zona intertropical, lugar probable de centro de origen y dispersión; ya que la reconstrucción de la Pangea, plantea el traslape de Sudamérica sobre la región del Caribe y Centroamérica incluyendo gran parte del actual territorio mexicano (Campa, 1995), por lo que es considerada esta región donde empieza la dispersión hacia el sureste de México. En cuanto al género *Synbranchus*

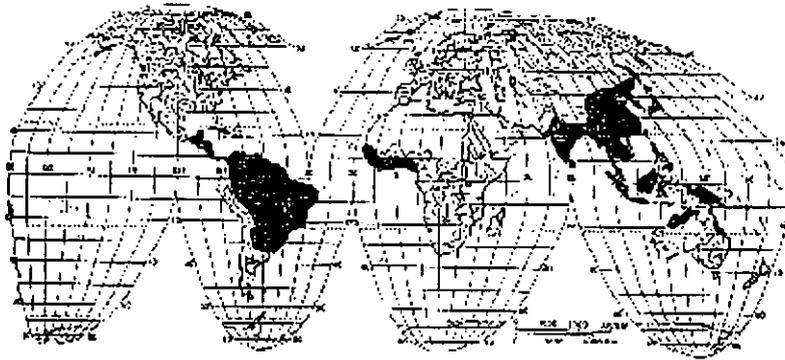


Figura 18.- Mapa de la distribución mundial de la Familia Synbranchidae (Tomado de Berra, 1981).

presenta una distribución simpátrica con respecto a *Ophisternon*.

Así, En la República Mexicana *O. aenigmaticum* y *S. marmoratus* son especies simpátricas en la laguna de Catemaco en donde comparten un mismo hábitat. Debido a su similitud en cuanto a morfología externa, es difícil separarlos taxonómicamente y osteológicamente. Los ejemplares que se observaron de esta zona en su mayoría son adultos y las diferencias encontradas en ambos géneros hacen suponer un probable evento polimórfico dentro de cada una de las especies, la sugerencia de un seguimiento

de los semaforontes de cada una de las especies ayudaría definitivamente a elucidar mejor el conocimiento taxonómico de cada una de las especies.

En cuanto a la distribución dentro de la República Mexicana de ambas especies, ésta se encuentra limitada por barreras geográficas, el reporte más al norte que se tiene es de *O. aenigmaticum* y es en Punta del Morro, Ver. y se distribuye hacia el sur hasta Campeche en la Península de Yucatán. La distribución de *S. marmoratus* es un tanto incierta, ya que anteriormente ambas especies eran consideradas como una sola, por lo que los reportes más antiguos para ésta especie podrían pertenecer a *O. aenigmaticum*. Sin embargo, sabemos que la distribución de *S. marmoratus* se localiza hacia la vertiente del Atlántico. Para poder marcar una distribución real dentro de la República mexicana, habría que redeterminar los ejemplares de otras colecciones para verificar su correcta clasificación y determinar la verdadera distribución geográfica.

Finalmente después de analizar los resultados se concluye que la mayoría de los caracteres tanto morfológicos, osteológicos y méristicos son muy similares que los rangos de separación son muy pequeños y se llegando a confundir, pero aún así la forma de la abertura branquial, la forma y tamaño de las manchas que pigmentan el cuerpo, el ancho del cráneo y la forma de el hocico se pueden llegar a diferenciar. Algunas veces podemos encontrar que en un mismo ejemplar, se mezclan. estos caracteres, como en el caso de los ejemplares revisados de la laguna de Catemaco. Definitivamente para conocer más acerca de estas especies se requiere de hacer colectas periódicas para obtener ejemplares de todas las tallas sobre todo para observar los cambios morfológicos que tienen durante su crecimiento y durante la época reproductiva (ya que como se mencionó antes algunos pueden cambiar de sexo). Además, se sugiere un estudio genético, para corroborar la cercanía de la relación entre estas dos especies que comparten un mismo habitat.

## CONCLUSIONES

-Se realizó la revisión morfológica y osteológica de *Ophisternon aenigmaticum*, en donde se encontró que lo descrito por Rosen y Greenwood (1976) puede ser complementado, haciendo una revisión más profunda.

-Los caracteres morfológicos que definen al género *Ophisternon* son: El ancho del cráneo, el cuerpo más grueso, la región abdominal es más larga que la caudal, abertura branquial en forma de media luna, ojos grandes y redondeados cubiertos por una membrana, labios esponjosos lateramente con un pliegue.

-Los caracteres osteológicos de interés taxonómico para el género *Ophisternon* son: La elevación de la región nucal que le da cierto volumen al cráneo, la curvatura en los bordes del supraoccipital, los procesos alares en la parte posterior del exoccipital, el vomer se encuentra sobrepuesto al paraesfenoides, no hay ángulo en la terminación posterodorsal de la maxila, presencia de un proceso coronoides en el articular de la mandíbula en forma de triángulo equilátero.

-En cuanto a la distribución geográfica de los géneros dentro de la República Mexicana, el reporte más al norte que hay es en Punta del Morro, Ver. para *Ophisternon* y lo encontramos en Tabasco, Chiapas y la península de Yucatán. La distribución del género *Synbranchus* es un poco incierta ya que los reportes que hay son muy antiguos cuando aún se suponía que era un género único para México, por lo que los reportes que hay podrían referirse a *Ophisternon*, sin embargo del material revisado en la colección encontramos que el género *Synbranchus* se encuentra en mayor abundancia en el Edo. de Veracruz compartiendo habitats con *Ophisternon*.

**LITERATURA CITADA**

- ALVAREZ, J. 1966. Contribución al conocimiento de los bagres fósiles de Chapala y Zacoalco, Jalisco. México. *Paleoecología*, 1:1-26
- ALVAREZ, J. y J. ARREOLA 1972. Primer Goodeido fósil. Procedente del Plioceno Jalisciense (Piscis, Teleostomi). *Bol. Soc. Cienc. Nat. Jalisco, A.C.*, (6): 6-15
- BERRA, T: 1981. An atlas of distribution of the freshwater fish families of the world. University of Nebraska Press.
- BLOCH, M.E. 1795. *Naturgeschichte der ausländischen Fische*. Berlin, 1738-1795. 9 pts.in 2 vols., and atlas, pt. 9 iv+192 p.
- BLOCH, M.E., and J.G. SCNEIDER 1801. *Systema Ichthyologia inonibusCX illustratum*. Jo. GottlobSchneider, saxo. Berolini ix, 548 p
- BLEEKER, P. 1851. Derde bijdrage tot de kennis der ichthyologische fauna van Borneo met beschrijving van eenige nieuwe soorten van zoetwatervisschen. *Nat. Tijdschr. Neder.-Indië*, 2: 57-70.
- BUSSING, W. 1987. *Peces de las Aguas Continentales de Costa Rica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica 1ª. Edición.
- CAMPA, MA. F. 1995. Metalogénesis y Tectónica de placas. *Información científica y tecnológica*. Vol. 7(102):25-29
- CASTELNAU, F. de 1855. *Animaux nouveaux ou rares recueillis pendant l'expédition dans les parties centrales l'Amérique du Sud, de Rio de Janeiro a Lima, et de Lima au Para*. Poissons. Paris, xii, 112 p

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- CONTRERAS, S., H. OBREGÓN, MA.L. LOZANO. 1996. Punta del Morro una interesante barrera de los patrones de distribución de los peces continentales en el norte y centro de Veracruz, México. *Acta Biol. Venez.*, Vol. 16(4): 37-42 p.
- ESPINOSA, H., M.T. GASPARD DILLANES y P. FUENTES-MATA. 1993. Listados faunísticos de México III. Los peces dulceacuícolas mexicanos *Inst. Biol. U.N.A.M.*, México. 99 p.
- GAMBOA-PÉREZ, H. 1992. Peces continentales de Quintana Roo. *CIQRO/SEDESOL*. 320 p.
- GRAHAM, J. 1997. *Air-Breathing Fishes*. Academic Press. San Diego. Cal. 1ª. Edición
- HELFMAN, G., BRUCE BOLLETE Y D. FACEY. 1997. *The diversity of fishes*. Blackwell Science Editorial Malder. Mass. U.S.A.
- HUBBS, C.L. 1938. Fishes from the caves of Yucatán. *Carnegie Inst. Wash. Publ.*, 491:261-295.
- JOHANSEN, K. 1966. Air Breathing in the Teleost *Synbranchus marmoratus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 18:383-395.
- KOBELKOWSKY, D.A. y A. RESÉNDEZ-MEDINA. 1972. Estudio comparativo del endoesqueleto de *Mugil cephalus* y *Mugil curema* (Pisces, Perciformes). *An. Inst. Biol., U.N.A.M.*, (1):33-84.
- LACÉPÈDE, B.G.E. 1803. *Histoire naturelle des poissons*, par le citoyen La Cépède, membre de l'Institut National, et Proffesur du Muséum d'Histoire Naturelle. Paris, vol.5, 1xviii+803 p.

- LIEM, K.F. 1968 Geographical and taxonomic variation in the pattern of natural sex reversal in the teleost fish order Synbranchiformes J. Zool., Lond. 156: 225-238.
- MAYR, E. Y A. ASHLOCK. 1991. Principles systematic zoology. Mc.Graw-Hill Inc. 475p.
- M'CLELLAND, J. 1845. Apodal fishes of Bengal. Jour. Nat. Hist. Calcutta.,5: 150-226.
- MEES, G. F. 1962. The subterranean freshwater fauna of Yardie Creek Station, North West Cape, Western Australia. Jour. Roy. Soc. Western Australia, 45: 24-32.
- MONCAYO, L.E. 1981. Osteología de *Notropis aztecus* Woolman, 1894. (Pisces Cyprinidae). An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex., 24:95-143.
- NELSON, J. 1994. Fishes of the World. John Willey & Sons, Inc. New York. 3ª. Edición. 600 p.
- RANZANI, C. 1840. De novis specibus piscium. Dissertatio Prima. Novi Commentari Academiae Scientarium Instituti Bononiensis, 4:65-83
- REAGAN, C.T. 1912 The anatomy and classification of the symbranchoid eels. Ann. Mag. Nat. Hist., ser.8, vol.9. 387-390 p.
- ROJO, A. 1988. Diccionario enciclopédico de anatomía de peces. Depto. De Biología Saint Mary's University Halifax, N.S. Canada.
- ROSEN D. E. and P. H GREENWOOD 1976. A Fourth Neotropical Species of Synbranchid eel and The Phylogeny and Systematics of Synbranchiform Fishes. Bull. Of American Museum of Natural History. 157(1):1-69

- ROSEN, D.E. and A. RUMNEY 1972 Evidence of a second species of *Synbranchus* (Pisces, Teleostei) in South America. *Amer. Mus. Novitates* no.2497, 1-45 p.
- SCHEAFFER, B. y D. E. ROSEN. 1961. Major adaptative levels in the evolution of the Actinopterygian feeding mechanism. *Am. Zool.*, 1: 187-204 p.
- SCHMITTER-SOTO, J. J. 1998 Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo. *Guías Científicas ECOSUR*. 121-124 p.
- TAYLOR. 1831. On the Respiratory Organs and Air-bladder of certain fishes of the Ganges. *Edinburgh J. Sci.*, 5:33-51.
- TAYLOR, W.R. y G.C. VAN DICK. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and others vertebrates for bone and cartilage study. *Cybiurn*. 9(2): 107-119p.
- TRAVERS, R. 1984a. A Review of the Mastacembeloidei a suborder of Synbranchiform Teleost Fishes Part I: Anatomic Descriptions. *Bull. Br. Nat. Mus. Hist. (Zool)*, 46 (1): 1-133
- TRAVERS, R. 1984b. A review of Mastacembeloidei a suborder of Synbranchiform Teleostei Fishes Part II: Phylogenetic Analysis . *Bull. Br. Nat. Mus. Hist. (Zool)*, 47 (2)83– 150
- VALENCIANNES, A. 1847. Poissons. Catalogue des principales espèces de poissons, reportées de l'Amérique Méridionale par M. d'Orvigny, A., Voyage dans l'Amérique Méridionale...Paris, vol. 5, pt.2, 11p
- VELASCO, R. 1976. Los Peces de Agua Dulce Del Estado de Chiapas. Ediciones del Gobierno del Estado. 1ª. Edición.

**ABREVIATURAS**

ART	articular
BB	basibranquial
BH	basihial
BO	basioccipital
BSF	basiesfenoides
CB	ceratobranquial
CHP	ceratohial posterior
CHA	ceratohial anterior
DET	dermoetmoides
DEN	dentario
ECT	ectopterigoides
EPO	epiótico
ESF	esfenótico
EXO	exoccipital
FR	frontal
HB	hipobranquial
HYO	hiomandibular
IH	interhial
IOP	interopérculo
LAT	etmoides lateral
META	metapterigoides
MX	maxila
OP	opérculo
PAL	palatino
PAS	paraesfenoides
PMX	premaxila
POP	preopérculo
PRO	proótico
PTO	pterótico
PTSF	pteroesfenoides
QU	cuadrado
RET	retroarticular
SOP	subopérculo
SYM	simpléctico
VO	vomer