



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

**Taxonomía del esqueleto axial de algunas spp. de áridos
(Siluriformes: Ariidae)**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA:

DIANA ZAIRA BLANCARTE CARRAZCO

Director: M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo
Asesora: M. en C. Catalina Machuca Rodríguez
Asesor: M. en C. Genaro Montaña Arias
Sinodal: M. en C. Bribiesca Escutía Guadalupe
Sinodal: Mtro. Santana Martínez Carlos Alberto



Ciudad de México 2024



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.

Este trabajo fue realizado bajo la dirección de M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo en la Colección de peces “Dr. José Luis Castro Aguirre”, y bajo la asesoría de la M. en C. Catalina Machuca Rodríguez en el laboratorio 7, 1^{er} nivel de la Unidad Multidisciplinaria de Investigación Experimental Zaragoza, UNAM.



DEDICATORIA

A mis Nakamas, Luisa, Carlos, Luis, Tatami y Pirchu, mi mundo entero e incondicional.

“La fuerza es algo con lo que un Jedi debe relacionarse. La fuerza nos rodea a todos nosotros. Algunos hombres creen que ésta dirige nuestras acciones, y no a la inversa. El conocimiento de la fuerza y el modo de manipularla fue lo que dio al Jedi su poder especial.”- Obi-Wan Kenobi

“Nada en la vida es para ser temido, es sólo para ser comprendido. Ahora es el momento de entender más, de modo que podamos temer menos”. -Marie Curie

*And I wonder
If everything could ever feel this real forever
(Foo Fighters)*



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme sus puertas y guiarme en el camino de la ciencia dándome nuevas perspectivas de la vida en innumerables formas.

A la Colección de peces “Dr. José Luis Castro Aguirre” por el material utilizado en esta investigación, así como por ser una fuente invaluable de conocimiento.

A mis sinodales Guadalupe Bribiesca Escutia, Genaro Montaña Arias y Carlos Santana por su dedicación.

A M. en C. Catalina Machuca por su tiempo y dedicación, haberme asesorado para presentar la mejor versión de esta tesis.

Al M. en C. Ernesto Mendoza Vallejo por compartir su conocimiento conmigo, guiarme y asesorarme durante todo este proyecto de tesis con mucha paciencia y compromiso, así como también brindarme su amistad y darme consejos de vida, es un gran mentor.

A mí madre Luisa, por ser mi amiga y enseñarme que siempre se puede ser mejor, más valiente y fuerte y que para eso nunca hay un límite, todo lo bueno que soy y hasta donde he llegado, te lo debo a ti y es por ti.

A mis hermanos:

Carlos, no me imagino un día sin que el caos de mi cabeza no se salga de ahí para tener la plática más espontánea de la vida, haciendo todos los temas “el más interesante” y poder poner todo en orden de nuevo y reír.

A mi gemelo Luis, por ser mi cómplice y ser la fuente de sin sentidos que para nosotros es completamente congruente, seguro ya podemos terminar nuestras... ¿cenas? Y, por cierto, ya entendí por qué los hermanos mayores vienen antes.

“Una vez que nos convirtamos en piratas puede que no estemos en el mismo barco, pero nuestra hermandad seguirá uniéndonos estemos donde estemos y hagamos lo que hagamos, ese vínculo nunca se romperá”

A Pirchu porque siempre que la necesité fue el perrito más cariñoso de la vida, no pasa un solo día sin que te extrañemos y a Tatami, porque le das color a todo, todos los días.

A Cristi, nunca pararía de agradecerte, Dianita y Jimenita por ser tan buenas amigas e inseparables.



CONTENIDO

I. RESUMEN	6
II. INTRODUCCIÓN	7
III. ANTECEDENTES	8
3.1. Algunos aspectos de la historia taxonómica de los bagres	8
3.2. Generalidades de la familia Ariidae	9
3.3. Importancia biológica de la familia Ariidae	10
IV. JUSTIFICACIÓN	12
V. OBJETIVOS	12
VI. MÉTODO	13
VII. RESULTADOS	14
Cathorops melanopus (Günther, 1864)	14
Ariopsis guatemalensis (Günther, 1864)	20
Ariopsis felis (Linnaeus, 1776)	24
VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS	30
IX. DISCUSIÓN	32
X. CONCLUSIONES.	38
XI. BIBLIOGRAFÍA	39



I. RESUMEN

La familia Ariidae está conformada por alrededor de 147 especies a nivel global (Fricke, 2018) por sus características morfológicas, reproductivas, de alimentación y adaptaciones migratorias, en los sistemas lagunar-costeros se encuentran adaptadas a los diversos procesos físicos ambientales y heterogeneidad de hábitat de éstos. En los estuarios tropicales y las lagunas costeras, las especies de bagres (Ariidae) son considerados uno de los grupos de peces más importantes en términos de riqueza de especies, densidad y biomasa (Lowe McConnell, 1987; Barletta & Blaber, 2007; Barletta *et al.*, 2008; Yáñez 1988). Dicha riqueza, aunada a su amplia distribución les otorga un papel preponderante en la acuicultura tropical.

La historia taxonómica de la familia Ariidae ha sido compleja, por lo que su filogenia continuamente ha sido ajustada. Debido a esto, resulta fundamental sumar información que coadyuve al reconocimiento taxonómico y sistemático de sus especies. diferenciar las especies pertenecientes. En la presente investigación se llevó a cabo el estudio comparativo a nivel de neurocráneo de tres especies representantes de la familia, incluyendo a *Cathorops melanopus*, *Ariopsis guatemalensis* y *Ariopsis felis*. Para su análisis se revisó y describió el neurocráneo de varios los especímenes que forman parte de la Colección de Peces de la FES Zaragoza, UNAM, complementando la información con la revisión bibliográfica de diferentes aspectos biológicos para cada una de éstas. Se aporta la descripción morfológica del neurocráneo y del esqueleto axial de cada una de las especies de áridos, complementando la bibliografía existente por autores como Rosas-Luis, *et al.*, 2016; Betancur, 2004, y Marceniuk, 2017. Los resultados arrojan una clara variación taxonómica entre los componentes del esqueleto axial como la diferencia del número de vértebras que componen cada espécimen teniendo 38-41 vértebras para *Cathorops melanopus*, 41-43 vértebras para *Ariopsis felis* y 49-51 vértebras para *Ariopsis guatemalensis*, también diferenciando la posición del arco hemal y la ubicación de la espina hemal entre especies, así como las características que diferencian el neurocráneo como es la forma de las cornuas.



II. INTRODUCCIÓN

Los peces óseos del orden de Siluriformes está constituido por 35 familias, 446 géneros y 2867 especies distribuidas en todos los continentes (Nelson *et.al.* 2006). A lo largo del litoral mexicano sus especies generalmente son conocidas con los nombres vernáculos de peces gatos y bagres.

La historia evolutiva de los áridos inicia a partir de los fósiles reconocidos por primera vez de la Era Mesozoica durante en el Periodo Cretácico Superior de América del Sur, siendo comunes en la mayoría del continente durante la Era Cenozoica en la Época del Eoceno y perteneciente al Periodo Paleógeno.

Marceniuk y Meneses (2007) revisaron la familia redefiniendo sus géneros, Ariidae se colocó en Doradoidea en de Pinna (1998), pero se trasladó a Bagroidea como hermana de Claroteidae en Nelson *et.al.* (2006).

Una reciente revisión acerca de las especies de áridos realizada por Marceniuk, *et al.* (2017), reconoció que Ariidae tiene por mucho el mayor número de especies con un estatus taxonómico jerárquico incierto dentro de las familias de Siluriformes

En estuarios y las lagunas costeras tropicales, las especies de la familia Ariidae representan uno de los grupos de peces más importantes en términos de riqueza de especies, al estar conformada por alrededor de 147 especies a nivel global (Fricke, 2018), además de aportar gran densidad y biomasa, y habitar en todos los mares tropicales y subtropicales, en aguas costeras continentales y en las cuencas bajas de ríos costeros del mundo (Lowe McConnell, 1987; Barletta & Blaber, 2007; Barletta *et al.*, 2008; Yáñez, 1988). Por sus características morfológicas, reproductivas, de alimentación y adaptaciones migratorias se encuentran estrechamente vinculadas a procesos físicos y a la heterogeneidad de los hábitats en sistemas de lagunas estuarinas, es decir, su capacidad euri-termohalina, y el poseer el aparato de Weber se consideran características muy importantes para el éxito, a lo largo de las diversas etapas de su ciclo de vida, de este grupo de peces, en ambientes de agua dulce, estuarinos y marinos (Yáñez, 1988). Su riqueza de especies y amplia distribución les otorga un papel muy importante en la acuicultura tropical, muchas de ellas con un alto valor comercial y ampliamente reconocidas por su gran tamaño, abundancia y calidad de su carne, los bagres son populares también, debido a la pesca deportiva, y como peces de acuario debido a su coloración y los rasgos que particularmente se hace conocerlos como “peces gato”, por lo cual se ven amenazados al ser recursos de alto nivel económico. (Betancur, 2009; García-Molina & Uribe-Alcocer, 1988; Nelson, 2016).



La estructura del esqueleto axial de los peces está compuesta de la columna vertebral, que, a su vez, se divide en segmentos o cuerpos vertebrales que tienden a diferenciarse regionalmente. En la mayoría de los peces la columna axial se diferencia en una región precaudal y otra caudal. El número de vértebras que constituyen la columna generalmente es variado y puede diferenciarse entre especies, una de sus principales estructuras óseas, son las espinas. La columna se extiende desde la base del cráneo hasta la aleta caudal. Muchos peces presentan en cada segmento vertebral costillas dorsales y ventrales. La función del esqueleto axial es otorgar soporte y anclaje a los músculos del cuerpo del pez y dependiendo de la porción de la columna que se esté analizando, va a depender los músculos que se encuentren ligados a ellas (Rosas-Luis, *et al.* 2016; Olivares R., Rojas M. 2013).

La familia Ariidae ha tenido una historia taxonómica compleja, ya que ha sufrido ajustes constantemente en cuanto a la situación de algunas de sus especies, por lo que resulta fundamental sumar información que ayude a diferenciar con claridad a las especies pertenecientes. En este trabajo de investigación se realizó el análisis del esqueleto axial de algunos especímenes de la familia Ariidae, con la finalidad de contribuir, con un mayor número de caracteres taxonómicos, a la escasa información de caracteres morfológicos existentes de las tres especies de áridos seleccionadas para su estudio..

III. ANTECEDENTES

3.1. Algunos aspectos de la historia taxonómica de los bagres

Betancur, *et al.*, (2004), utilizando una matriz de caracteres osteológicos de 19 especies de bagres marinos, realizaron un análisis taxonómico, del que infieren que la familia Ariidae podría estar compuesta por alrededor de 300 especies conocidas. de las cuales sólo 130 son consideradas como válidas, ya que el resto carece de confirmación sobre su estatus específico. Además, los resultados del análisis reflejan una situación compleja a nivel supra específico, ya que la gran mayoría de los géneros han sido definido con base en caracteres externos de dudoso valor informativo, como la forma de las placas dentarias palatina. Debido a que el número de especies que conforman al género *Arius*, representan un mayor número que a las presentes en todos los demás géneros juntos, éste presenta un estado jerárquico taxonómico con mayor grado de incertidumbre.

Rosas-Luis, *et al.* (2016), incluyen en su “Manual para la identificación de peces óseos marino- costeros del Pacífico ecuatoriano basado en esqueletos axiales”, únicamente la especie *Bagre panamensis* (Ariidae).



Marceniuk *et. al.* (2017), aborda el estudio de la delimitación de las especies de *Ariopsis*, por medio del análisis de evidencia morfológica y molecular, resultado la documentación de dos nuevas especies y redescubriendo 6 más.

3.2. Generalidades de la familia Ariidae

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (Bleeker, 1862)

Reino	Animalia
Phylum	Chordata
Clase	Actinopterygii
Subclase	Neopterygii
División	Teleostei
Superorden	Ostariophysi
Orden	Siluriformes
Familia	Ariidae

Morfología

La familia Ariidae está representado por un conjunto de especies cuya talla corporal adulta varía de mediana a muy grande (20-120 cm). Cuerpo moderadamente alargado cabeza ancha, larga, achatada. Aun tomando en cuenta la distribución mundial, principalmente marina (se pueden encontrar a un máximo de 100 m de profundidad), en aguas dulces o salobres en zonas de clima tropical a templado cálido y su amplia capacidad eurihalina, aleta dorsal adiposa ubicada a 3/4 de la base de la aleta dorsal, generalmente con tres pares de barbillas, dependiendo de la especie perteneciente; barbillas nasales ausentes; barbillas maxilares, mandibulares y mentonianas suelen estar presentes para la familia; placas óseas generalmente de apariencia rugosa en la parte dorsal de la cabeza y cercana a la aleta dorsal éstas se encuentran recubiertas de una piel fina en algunas especies, o por piel gruesa y músculos en otras; las placas suelen tener también una forma característica en muchas especies; fusión, reducción o pérdida de varios huesos del cráneo presentes en teleosteos inferiores; ojos con margen orbital libre con un diámetro mediano a pequeño, subcutáneo en algunas especies debido a sus hábitos de alimentación bentónicos y nocturnos; fosas nasales a cada lado de la cabeza, cercanos uno del otro y el posterior se encuentra cubierto por un plegamiento de piel; boca terminal e inferior; vómer con dientes y placas dentales accesorias cónicas o



granulares de forma y disposición en el vómer variables, debido a ello suelen utilizarse para diferenciar especies y géneros. Radios branquiostegos de 5 a 9. Membranas branquiales fusionadas entre sí y unidas al istmo. Primer arco branquial con 7 a 42 branquiespinas totales, y pueden estar ausentes en algunas especies en la cara posterior del primero y segundo arco branquial. La columna dorsal a menudo está precedida por una columna más corta que ayuda a bloquear la columna más grande en la posición erguida. Aletas pectorales bajas con una espina dentada con sierras prominentes en el margen interno y de 8 a 13 radios. Aleta pélvica con 6 radios; Aleta anal con 14 a 40 radios; Línea lateral completa, ramificándose en la aleta caudal en lóbulos dorsales o ventrales. Escamas ausentes. Coloración corporal generalmente grisácea, amarilla, gris oscura o marrón, a veces con manchas negras o una franja lateral plateada. Vientre blanquecino o con una tonalidad más clara (Nelson et al., 2016; Marceniuk y Ferraris, 2003).

3.3. Importancia biológica de la familia Ariidae

Los miembros de la familia Ariidae presentan una amplia distribución geográfica a lo largo de costas marinas, regiones estuarinas y en ríos costeros, con un restringido número de especies limitadas totalmente a las aguas dulces. Una gran proporción de ellos mantiene una estrecha relación con ambientes mixohalinos, con especies residentes permanentes, migratorias, cíclicas y visitantes ocasionales, y debido a que algunas de sus especies tienen un amplio medio de alimentación, estos desempeñan un papel fundamental en la ecología de los sistemas que habitan, como una forma de almacenamiento de energía dentro del ecosistema, como transformadores y reguladores de energía se encuentran en las regiones tropicales y subtropicales de los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, exhibiendo una alta diversidad de 147 especies a nivel global (Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Fricke, 2018; Marceniuk y Menezes, 2007; Marceniuk y Ferraris 2003; Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977).

Reproducción

Las hembras depositan un reducido número de grandes huevos (hasta 2 cm de diámetro), que después de la fecundación, son incubados por el macho dentro de la cavidad bucal hasta el momento de la eclosión y reabsorción del saco vitelino. (Amezcuca & Muro-Torres, 2012). Los machos de varios áridos llevan los huevos en la boca hasta que nacen las crías. Los juveniles son necesariamente llevados por un tiempo después de la eclosión, ya que están indefensos con el saco vitelino adjunto. La incubación de estos ocurrirá durante un lapso aproximado de dos meses en los que los



machos estarán sin comida, debido a esto, ya que ciertamente se necesitará una nutrición fuerte, la hembra alimenta al macho en el momento que ocurre el desove con los huevos no funcionales y altamente nutritivos de su propio cuerpo, para ayudarlo a prepararse para el largo ayuno que se avecina. Mientras que la región hioidea se hunde en los machos, al acercarse la época del desove y así aumentar la capacidad de la cavidad bucofaríngea. (Gunter, G., 1947; Lee, G., 1937).

Morfología del esqueleto axial

El esqueleto axial de los peces está compuesto de la columna vertebral, que a su vez está integrada de vértebras. El esqueleto axial de la mayoría de los peces se prolonga en la cola, donde puede adoptar diversas formas heterocerca, dificerca u homocerca y el número de vértebras que constituyen la columna generalmente es variado entre cada especie. En los teleósteos, la columna vertebral está osificada y sus centros se relacionan con la notocorda como soporte mecánico principal del cuerpo también se puede destacar que en esta infraclase si bien, los lóbulos de la cola parecen simétricos, la reducida columna vertebral caudal, se inclina hacia arriba, formando el soporte del extremo dorsal de la aleta (Castro et al., 2011; Olivares, R.; Rojas, M. 2013).

El esqueleto axial inicia en la primera vértebra conocida como la vértebra atlas, y se puede distinguir en dos grupos de vértebras de la porción anterior hacia la posterior diferenciados regionalmente, y a su vez, en la mayoría de los peces la columna axial se diferencia en una región precaudal y otra caudal. En la zona precaudal se observan costillas dorsales y ventrales, En la vértebra caudal se observa un canal neural y otro hemal (Kardong, 2005). El primer grupo (anterior) es el integrado por las vértebras abdominales, y posteriormente las vértebras caudales, finalizando con el urostilo, el cual marca el inicio de la aleta caudal. En la mayoría de los peces óseos la columna vertebral termina en la aleta caudal del tipo homocerca; para poder dar anclaje a los radios de la aleta caudal, la penúltima y última vértebra están modificadas, en especial la última vértebra que se modifica formando bandas planas óseas hipurales y epurales (Rosas-Luis, *et, al.* 2016).



IV. JUSTIFICACIÓN

El conjunto taxonómico de la familia Ariidae consta con una riqueza específica muy amplia, taxonómicamente con algunas especies muy complejas y de difícil reconocimiento debido a su relativa homogeneidad morfológica, por lo tanto, su situación taxonómica ha sido muy inestable. Siendo una familia tan diversa es importante complementar la información acerca de la biología comparada sobre este grupo de peces. Durante siglos, la comprensión de la biodiversidad se basa en las descripciones anatómicas y taxonómicas de las especies (Adams et al., 2004). La sistemática, enfoca su estudio de las relaciones evolutivas entre especies y es la base de la biogeografía; los trabajos biogeográficos dependen de una taxonomía sólida. Si las especies no se identifican y describen correctamente, sus relaciones evolutivas no se entenderán a cabalidad y toda explicación sobre su origen y distribución será fallida (Miller et al., 2009). Este trabajo de investigación aporta una descripción detallada de características novedosas de algunas de las estructuras que forman parte del esqueleto axial en tres especies de áridos.

Pregunta de investigación

Comparativamente ¿Qué tan distintivos pueden ser los elementos morfológicos seleccionados del esqueleto axial entre *Cathorops melanopus*, *Ariopsis felis* y *Ariopsis guatemalensis*?

V. OBJETIVOS

- Describir el esqueleto axial de *Cathorops melanopus*, *Ariopsis guatemalensis* y *Ariopsis felis* pertenecientes a la familia Ariidae.
- Analizar comparativamente la osteología del esqueleto axial de las especies en estudio



VI. MÉTODO

Se seleccionó a los organismos pertenecientes a la familia Ariidae, disponibles en la Colección de peces de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza “Dr. José Luis Castro Aguirre”, registrando los datos morfológicos de las especies en estudio y procediendo a hacer una re-identificación de los ejemplares. Una vez concluido este proceso se realizó la extracción de vísceras con ayuda de un bisturí y pinzas de disección, enseguida, para eliminar el tejido muscular, los especímenes fueron sometidos a un proceso de cocción, para el cual fueron envueltos en papel aluminio y colocados sobre una estufa a fuego bajo, durante entre 12 y 25 min, esto dependiendo del tamaño del ejemplar, teniendo especial cuidado de no quemar el esqueleto, solo ablandando el tejido muscular y revisando periódicamente. Una vez desprendido el tejido, se procedió a retirar la musculatura restante, con ayuda de agujas y pinzas de disección, para organismos en los que aún era complicado retirar los tejidos con delicadeza, se procedió a sumergir las estructuras en una solución de peróxido de hidrógeno de 40 vol. y agua destilada con una relación 1:3 en alrededor de 30 min bajo una constante revisión, para después repetir el método de limpieza. Una vez obtenido el resultado deseado se dejaron secar para después ser montados y resguardados en cajas de cartón.

El análisis de los especímenes se realizó con la ayuda de fuentes bibliográficas y fotografiados con cámaras profesionales y estereoscopio para mantener la mayor fidelidad posible.



Figura 1 y 2. Área de análisis de los componentes osteológicos de los especímenes.



VII. RESULTADOS

Para cada una de las especies de áridos consideradas en el estudio fueron seleccionados tres especímenes, obteniendo los siguientes resultados

Cathorops melanopus (Günther, 1864)

Bagre Prieto



Figura 3. Bagre prieto, se observa el color corporal oscuro característico.

Clasificación

Orden: Siluriformes
Familia: Ariidae
Género: *Cathorops*
Especie: *Cathorops melanopus* (Günther, 1864)

Aspectos biológicos

Se distribuye ampliamente en América Central. Está considerada como una de las especies más abundantes en la región occidental de la costa de Campeche (Ayala-Pérez *et. al.* (2008)), donde sus poblaciones son consideradas como la principal pesca de acompañamiento desaprovechado, en las capturas de camarón siete barbas, consistiendo en hasta un 42% en dicha pesca no intencional. Presenta amplia tolerancia a las variaciones de salinidad (0.2 -40 ‰) y temperatura del agua (20-34 °C), así como su preferencia por la desembocadura de ríos.



Kowsky y Rivera (1995) llevaron a cabo una revisión del contenido estomacal de *C. melanopus* con lo cual determinaron que su dieta se basa principalmente en copépodos, tanaidáceos, anfípodos gamáridos y detritus. Para conseguir su alimento, en los bagres, es muy importante destacar, además del olfato, la importancia de los tentáculos o barbillas, gracias a su efectividad sensorial que contribuyen como herramienta de ayuda a la boca, que se caracteriza por su posición ventral, también las placas dentales del paladar, sobre vómer y/o palatinos, proporciona superficies rugosas que permiten el manejo presas vivas, como peces y crustáceos. También las dientes y placas faríngeas contribuyen al fraccionamiento del alimento antes de pasarlo esófago, aunque estas características se comparten para la familia y de hecho en el estudio de Kobelkowsky y Rivera no sólo se incluyeron especímenes de *Cathorops melanopus*, sino que también de *Ariopsis felis*.

En un estudio realizado por Kobelkowsky (2012) sobre la morfología de los ovarios de distintos Teleósteos, analizando 90 especies distintas, entre las cuales se incluyó a *C. melanopus* y *A. felis*, se observó que los representantes de la familia Ariidae se caracterizan por tener las estructuras ováricas en contacto a diferencia de otros organismos en los cuales dichas estructuras se encuentran de manera paralela, por lo tanto, nunca llegan a tocarse entre sí.

Descripción del esqueleto axial de *Cathorops melanopus*

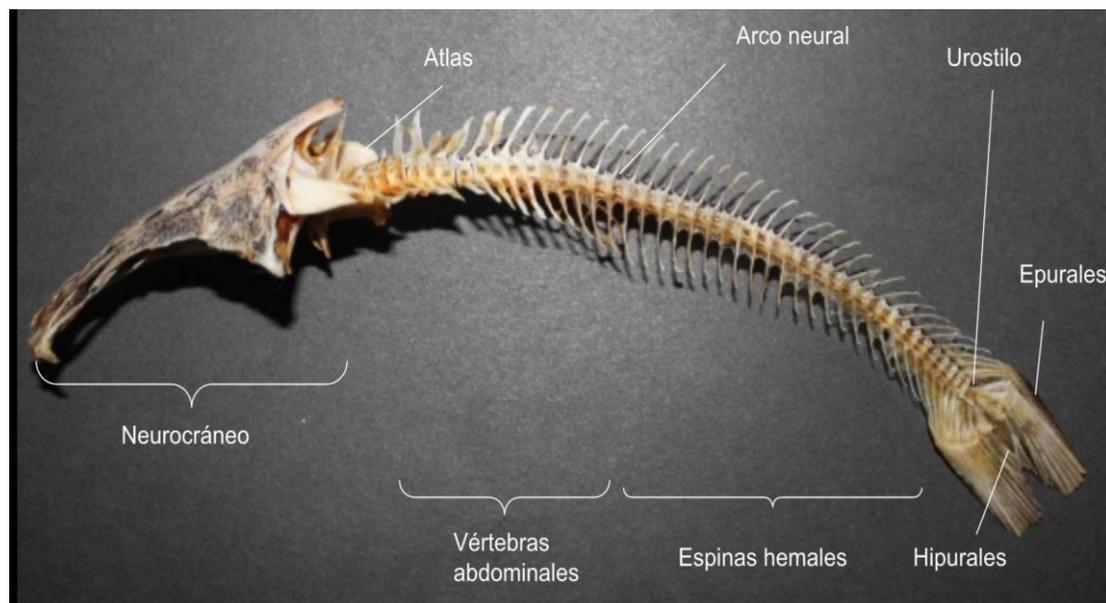


Figura 4. Se señalan los diversos componentes del esqueleto axial en un espécimen de *Cathorops melanopus*



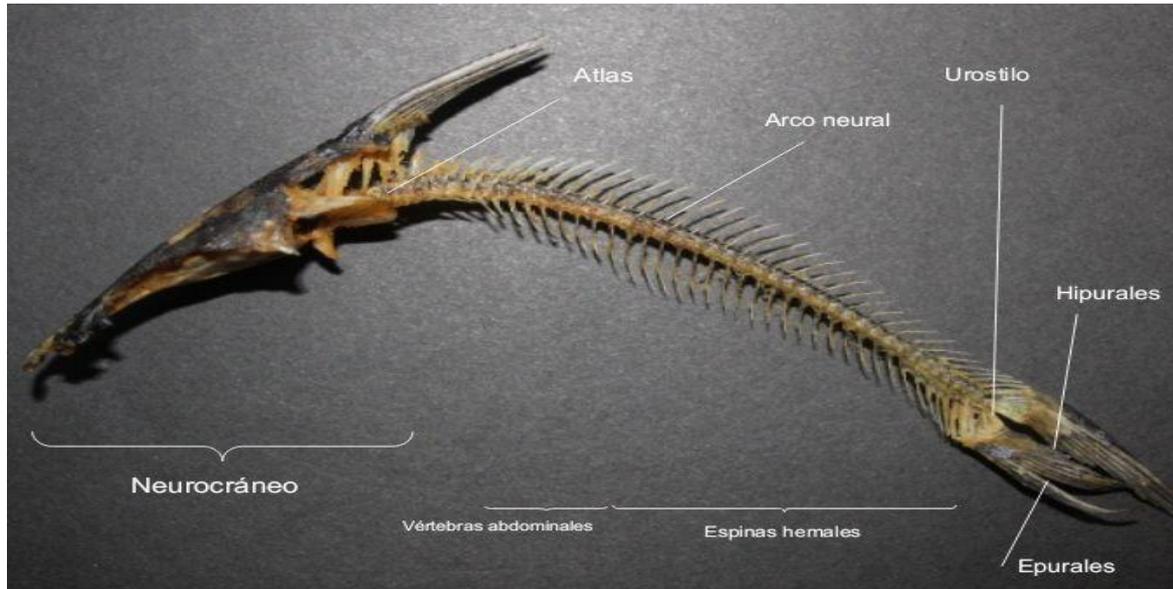


Figura 5. Vista lateral del esqueleto axial de *Cathorops melanopus* y neurocráneo

Las figuras 4 y 5, describen el esqueleto axial de *C. melanopus*, compuesto por 38 a 41 vértebras, el arco hemal se localiza en las vértebras 14-16 y la espina hemal en la vértebra 19, las vértebras caudales son fuertes y rígidas, con espinas neutrales y hemales delgadas, la distribución hacia la zona trasera es simétrica disminuyendo entre sí el espacio intervertebral.



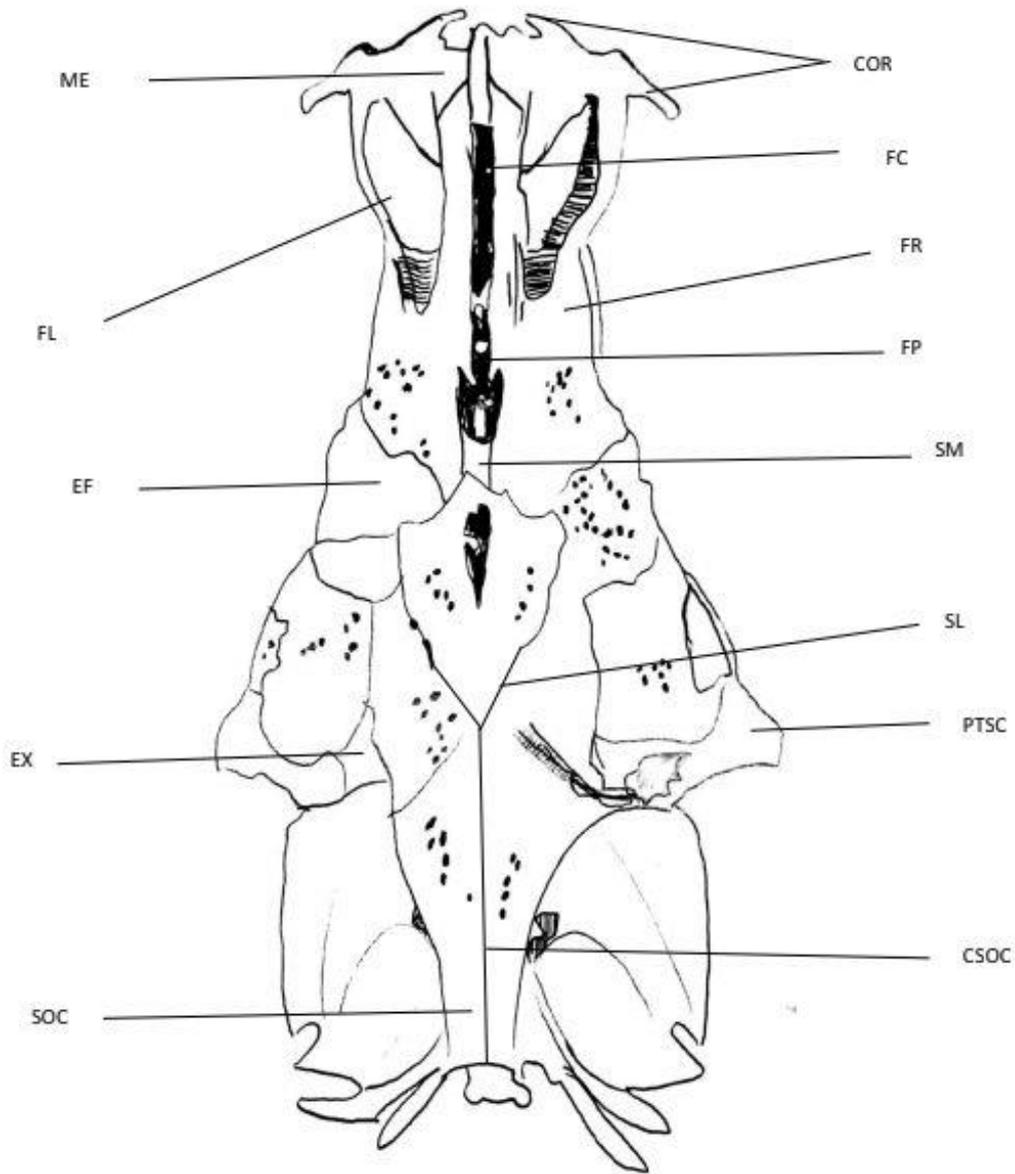


Figura 6. Vista dorsal del neurocráneo de *C. melanopus* en la que se indican los principales componentes óseos. COR- Cornua; ME- Mesetmoides; FC- Fontanela craneana; FE- Fenestra lateral; SM- Surco medio; FR- Frontal; Ef- Esfenótico; FP- Fontanela posterior; PTSC– Postemposupracleitro; EX– Extra escapular; SL- Surco lateral; CSOC- Cresta supraoccipital; SOC- Supraoccipital. (Fuente: Blancarte-C.)



A partir del análisis morfológico practicado al neurocráneo de *Cathorops melanopus*, se determinaron las siguientes características, cráneo con ligeras ornamentaciones, que cuenta con un ligero aspecto granuloso, presentando una cornua de contornos casi rectos y terminación puntiaguda ya que los procesos anterolaterales son de desarrollo medio, característico del género *Cathorops*; la hendidura anterior al mesetmoides es profunda y delgada. Con fenestras presentes rodeadas por anterolaterales finos y delgados. Sus frontales robustos, El surco medio está presente desde la cresta del proceso supraoccipital hasta la fontanela craneana, a cada lado de este surco y próximo a su origen se encuentra un surco más delgado que diverge hacia los lados y dicha división recorre el neurocráneo hasta llegar a los frontales.



• Figura 7. Vista ventral del neurocráneo de *C. melanopus*. AW - Aparato de Weber; BO - Basioccipital



Figura 8. Vista lateral del neurocráneo de *C. melanopus*. PTSC- Posttemporosupracleitro PT- Pteróico; BO - Basioccipital.

Los frontales son ligeramente curvados, con un proceso occipital largo, el surco medio es notorio sin ser muy amplio y la cornua medianamente desarrollada es distintiva.



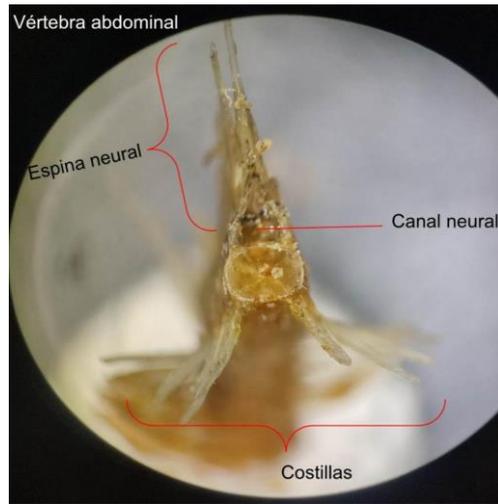


Figura 9. Se observa una vértebra abdominal de *C. melanopus*, destacando las costillas, el canal y la espina neurales,

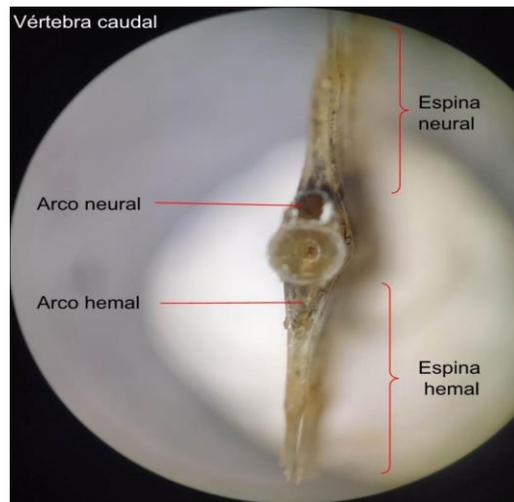


Figura 10. Se observan los principales componentes de una de las vértebras caudales de *C. melanopus*.



Ariopsis guatemalensis (Günther, 1864)

Bagre lisa



Figura 11. Espécimen de bagre lisa (Tomado de la Colección de Peces de la FES Zaragoza)

Clasificación

- Orden: Siluriformes
- Familia: Ariidae
- Género: *Ariopsis*
- Especie: *Ariopsis guatemalensis* (Günther, 1864)

Aspectos biológicos

Su distribución geográfica comprende las costas del Pacífico Oriental Tropical, donde ha adaptado en su ciclo de vida a una gran variedad de ambientes. En su etapa adulta se reconoce como consumidor de segundo y tercer orden al alimentarse principalmente de peces, crustáceos decápodos, insectos, moluscos, anélidos, isópodos, nemátodos, copépodos, ostrácodos, detritus y materia orgánica, vegetales y sedimentos inorgánicos (Yáñez-Arancibia *et al*, 1976).

En cuanto al Dimorfismo Sexual, en un estudio realizado por Yáñez-Arancibia y Nunget (1977), documentan característica de dimorfismo sexual, destacando que, en la parte dorsal de las aletas pélvicas, las hembras presentan una carnosidad, sostenida por un radio cartilaginoso, que se torna de un fuerte color negro en la época del desove. En la etapa juvenil de hembras y machos jóvenes esta modificación no es tan notable. En los adultos las hembras son más robustas del tronco, siendo claramente distinguibles.

Rodríguez-Amador, R. *et al*. (2007), documentan a partir de una muestra de bagre lisa obtenida de sistema lagunar Tres Palos, Gro., la concentración de cadmio y plomo



presente en los especímenes. Se determino que los valores de concentración de estos elementos estuvieron por encima de lo que establece la NOM-27-SSA1- 1993,. Concluyen que es necesario que se efectúe un seguimiento cercano en el cual se investigue también el sedimento y otros organismos del medio para conservar la biodiversidad, así como al ser esta especie muy popular entre la pesca debido a la calidad de su carne y tamaño, es primordial darle importancia al estudio.

Descripción del esqueleto axial de *Ariopsis guatemalensis*



Figura 12. Imagen lateral del esqueleto axial de *Ariopsis guatemalensis*

El esqueleto axial de *Ariopsis guatemalensis* está compuesto por 49 a 51 vértebras siendo esta especie quien, al compararse con especímenes de las otras dos especies de áridos analizadas en el presente estudio, presenta el mayor número de cuerpos vertebrales. El arco hemal se localiza en la vértebra 24-26 y la espina hemal en la vértebra 31, las vértebras caudales son fuertes y rígidas con espinas neurales y hemales rígidas y delgadas, la distribución hacia la zona trasera es simétrica disminuyendo entre sí su espacio.



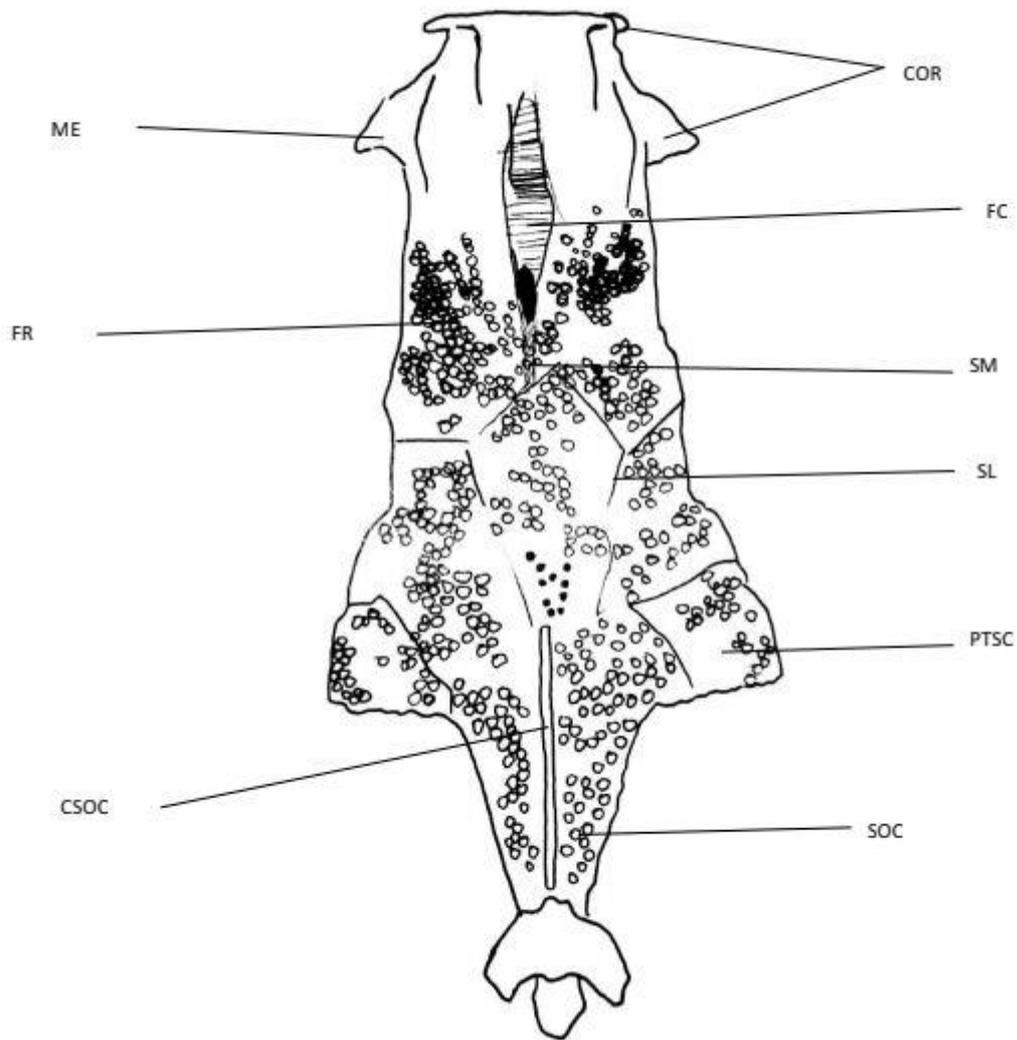


Figura 13. Vista dorsal del neurocráneo de *Ariopsis guatemalensis*. en la que se indican los principales componentes óseos. COR- Cornua; ME- Mesetmoides; FC- Fontanela craneana; SM- Surco medio; FR- Frontal; PTSC- Postemposupracleitro; SL- Surco lateral; CSOC- Cresta supraoccipital; SOC- Supraoccipital. (Fuente: Blancarte-C.)



Derivado del análisis morfológico practicado al neurocráneo de *Ariopsis guatemalensis*, se determinaron las siguientes características, cráneo con rugosidades que le imparten una apariencia ornamentada y granulosa por en su mayor superficie craneal, presenta una cornua de contornos ligeramente angulares y terminación redondeada debido a que los procesos anterolaterales son de desarrollo medio, la hendidura anterior al mesetmoides es profunda y ancha. Sin fenestras presentes, con unos frontales robustos, El surco medio está presente desde la cresta del proceso supraoccipital hasta la fontanela craneal, a cada lado de este surco y próximo a su origen se encuentra un surco más delgado que diverge hacia los lados, división que recorre el neurocráneo hasta llegar a los frontales, con un postemposupracleitro de cuatro lados.

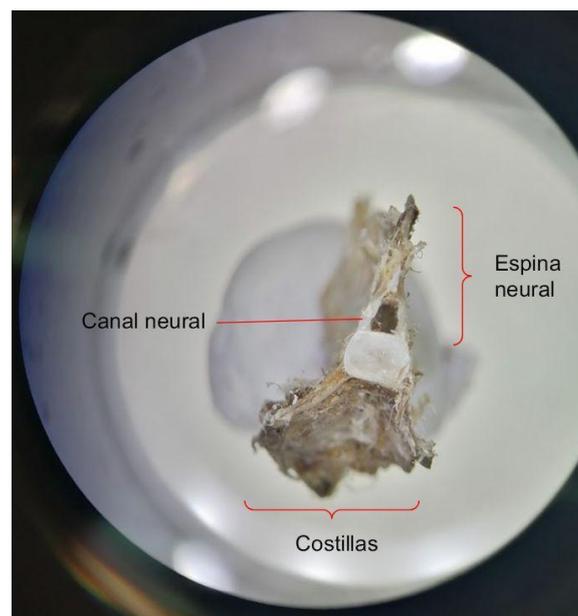


Figura 14. Vértebra abdominal de *A. guatemalensis*, se observa el canal neural, entre otros de los componentes.



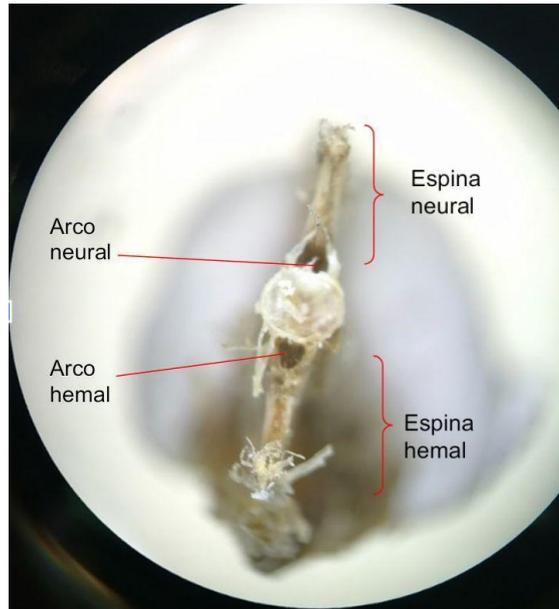


Figura 15.. Espina caudal de *A. guatemalensis*, resaltando sus componentes.

***Ariopsis felis* (Linnaeus, 1776)**

Bagre de boca chica, bagre cabeza dura



Figura 16. Imagen de *Ariopsis felis* (Tomada de la Colección de Peces de la FES Zaragoza)

Clasificación

- Orden: Siluriformes
- Familia: Ariidae
- Género: *Ariopsis*
- Especie: *Ariopsis felis* (Linneo, 1766)



Aspectos biológicos

Su distribución geográfica avanza de la costa Atlántica, de Carolina del Norte hasta Florida, Golfo de México hasta Yucatán. Se encuentra en aguas turbias sobre fondos fangosos, principalmente a lo largo de la costa y en los estuarios de los ríos (Jiménez, 2010).

Wakida-Kusunoki y Del Ángel (2017), analizaron, por medio de placas radiográficas de especímenes de *A. felis*, las deformidades presentes en la columna vertebral de *A. felis*, apreciando curvaturas de diferentes grados, la que adjudicaron al daño causado por depredadores, enfermedades óseas e inducidas ambientalmente relacionadas con aguas residuales y efluentes industriales.

Jiménez-Cano y Masson (2016), en un estudio osteológico de *A. felis*, con la finalidad de demostrar que esta especie, en el periodo Clásico, formaba parte del alimento en la cultura maya. Los estimadores de talla corporal sugieren que en Mayapán y Xcambó hubo una preferencia por tallas medias similares de bagres.

Descripción del esqueleto axial de *Ariopsis felis*



Fig. 17. Vista lateral del esqueleto axial de *Ariopsis felis*.



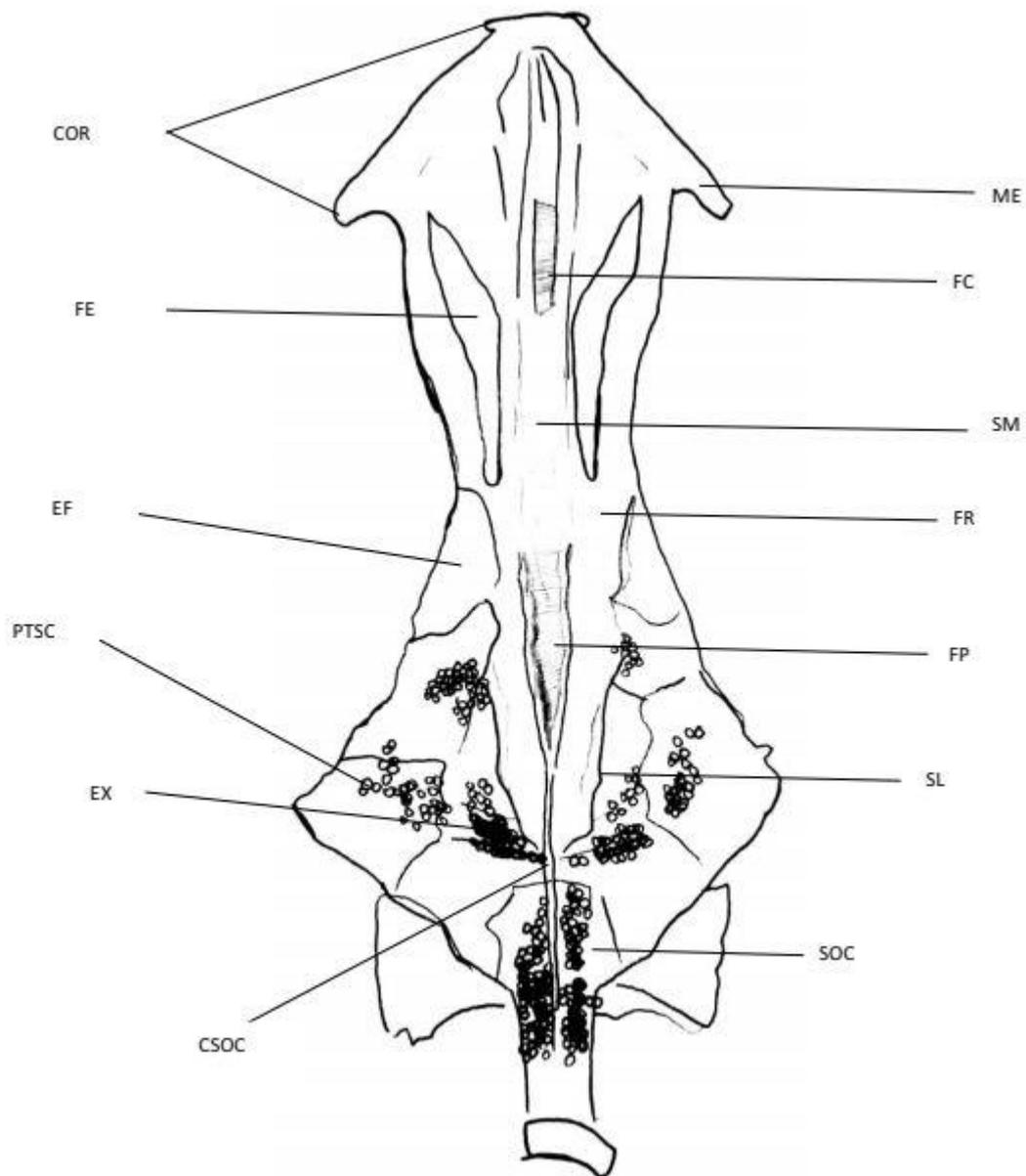


Figura 18. Vista dorsal del neurocráneo de *A. felis*. En la que se indican los principales componentes óseos.
 . COR- Cornua; ME- Mesetmoides; FC- Fontanela craneana; FE- Fenestra lateral; SM- Surco medio; FR- Frontal; Ef- Esfenótico; FP- Fontanela posterior; PTSC – Postemposupraclleiro; EX – Extra escapular; SL- Surco lateral; CSOC- Cresta supraoccipital; SOC- Supraoccipital (Fuente: Blancarte-C.)



A partir del análisis morfológico realizado al neurocráneo de *Ariopsis felis*, se determinaron las siguientes características, cráneo con rugosidades, presentando una cornua con sus contornos redondeados ya que los procesos anterolaterales son de desarrollo medio-bajo, la hendidura anterior al mesetmoides es poco profunda pero ancha. Con fenestras presentes unidos a unos frontales pequeños y orillados, las ramas del etmoides lateral son robustas, la fontanela craneana se encuentra a la altura de las fenestras y la fontanela posterior a la altura del estenótico. El surco medio está presente desde la cresta del proceso supraoccipital hasta la fontanela craneana, a cada lado de este surco y próximo a su origen se encuentra un surco más delgado que diverge hacia los lados y dicha división recorre el neurocráneo hasta llegar a los frontales, el postemosupracleitro es de contorno pentagonal.

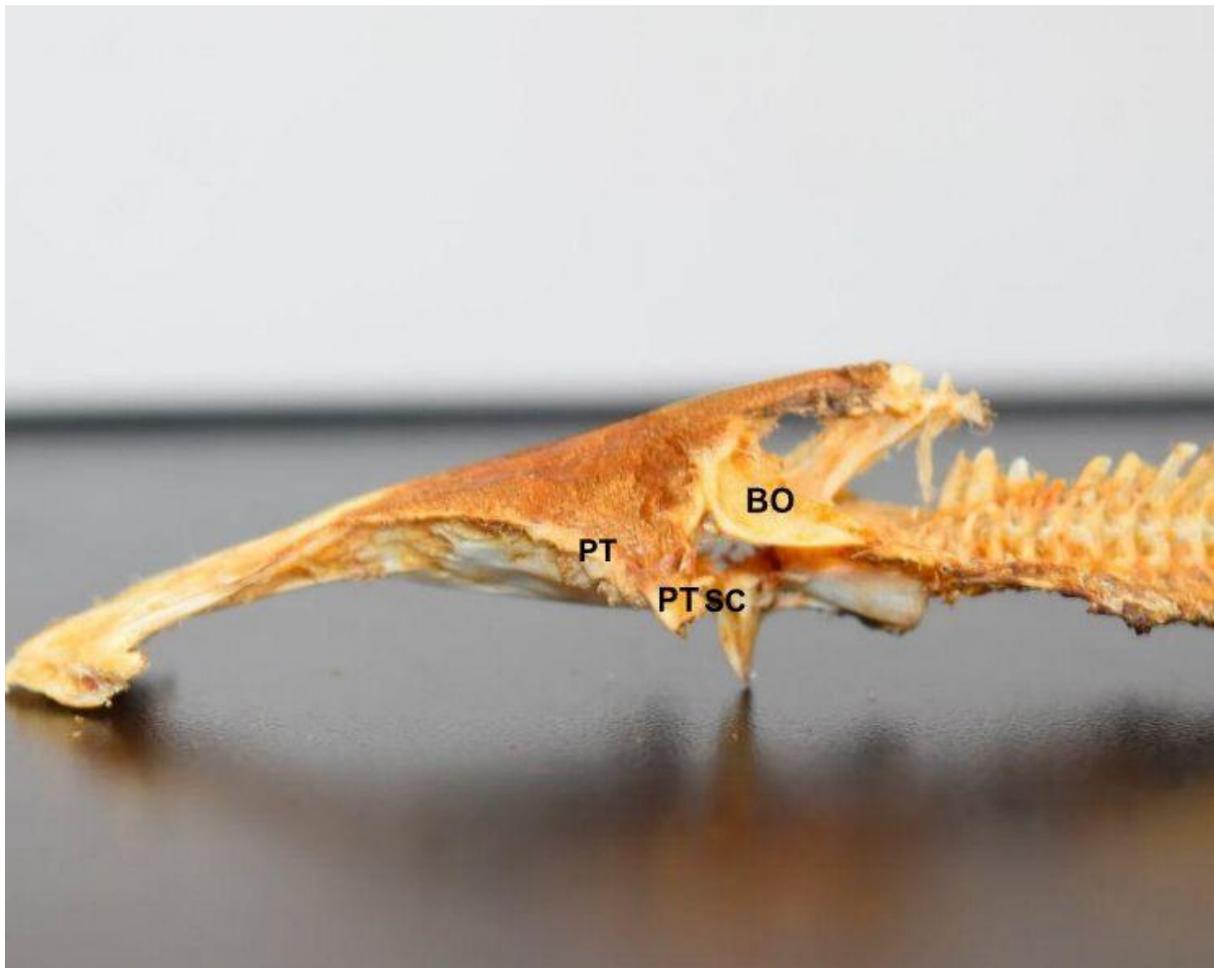


Figura 19. Vista lateral del neurocráneo de *Ariopsis felis* PTSC- Postemosupracleitro, PT- Pterótico; BO - Basioccipital

El esqueleto axial de *Ariopsis felis* está compuesto por 41 a 43 vértebras, el arco hemal se localiza en la vértebra 17-19 y la espina hemal en la vértebra 20, las vértebras caudales son fuertes y rígidas con espinas neurales y hemales rígidas y delgadas, la distribución hacia la zona trasera es simétrica disminuyendo entre sí su espacio



En el neurocráneo se puede apreciar que, en la vista dorsal, los frontales son notablemente curvados, el proceso occipital es alargado y afilado, el surco medio presente casi desde el proceso occipital hasta la fontanela craneal

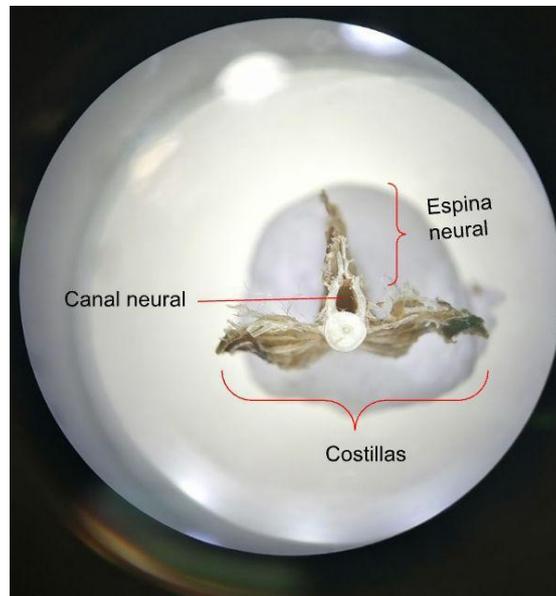


Figura 20 Vértebra abdominal de *A. felis*. Se muestran sus componentes estructurales.

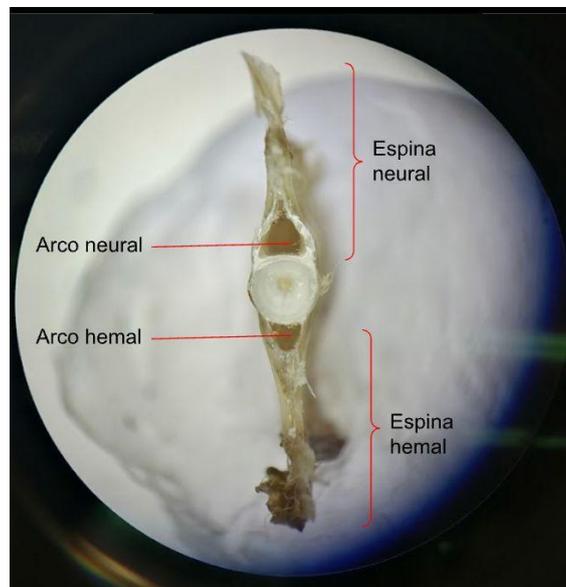


Figura 21 Se observa una vértebra caudal de *A. felis* y sus componentes.



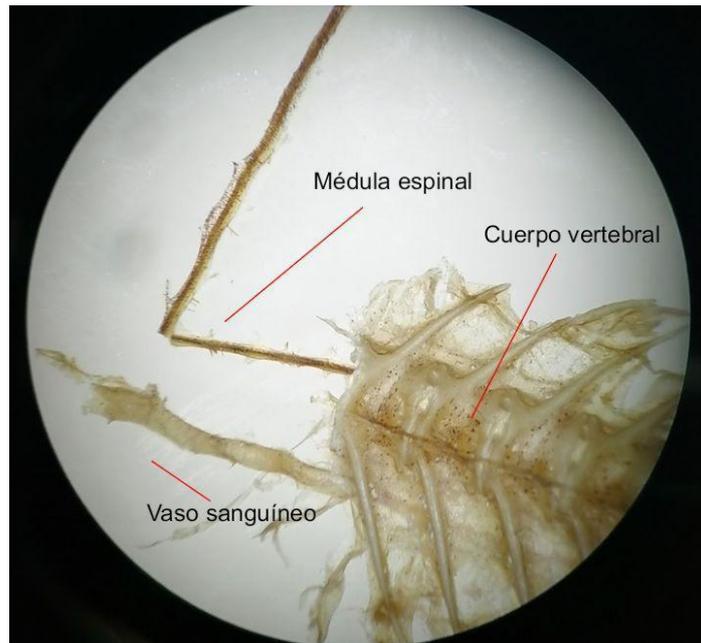


Figura 22. Región caudal de la columna vertebral de *A. felis*. Se observa el canal neural con médula espinal, así como los cuerpos vertebrales y el canal hemal con vaso sanguíneo.



VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El basioccipital en *Cathorops melanopus* se encuentra bien desarrollado y conectado al Aparato de Weber, y la osificación de este último recubre el complejo vertebral, que, a su vez, representan características de la familia Ariidae (Bogan, S. y Agnolin, FL, 2011), (Kailola, 1991).

La morfología del mesetmoides en *Ariopsis guatemalensis*, se caracteriza como una estructura ancha y con bajo desarrollo, en *Cathorops melanopus*, se presenta como una estructura delgada, afilada y ornamentada, y en *Ariopsis felis* es afilada, recta y sin ornamentaciones y con un bajo desarrollo.

En la región posterior del mesetmoides, los complejos del lateroetmoides se encuentran más desarrollados en *C. melanopus* que en *A. guatemalensis* y en *A. felis*; ya que, en la primera se observó una morfología ovalada, y redonda en las dos últimas especies. (Figura 24 a), b) y c.)

En las figuras 6, 13, y 18, se destaca que *C. melanopus* cuenta con fenestras anchas que promueven a su vez, anterolaterales delgados, a diferencia de *A. felis* cuyas fenestras son alargadas y delgadas lo que permite unos anterolaterales ligeramente más anchos. La ausencia de fenestras es notoria en *A. guatemalensis*.

Una característica que ayuda a diferenciar a las especies es el surco medio. En *A. felis* nace desde el proceso supraoccipital con un canal fino que se ensancha conforme avanza por el neurocráneo, y en las otras dos especies aparece al término del supraoccipital.





Especie -Colecta -Tamaño	A) <i>Arius seemani</i> -Pacífico Ecuatoriano - <10cm.	B) <i>Bagre panamensis</i> -Pacífico Ecuatoriano - <20cm.	C) <i>Cathorops melanopus</i> -Laguna Grande Veracruz -15.6cm, 15cm y 16. cm.	D) <i>Ariopsis felis</i> -Laguna Grande, Veracruz -17cm, 16.5cm, 18.2cm	E) <i>Ariopsis guatemalensis</i> -Laguna de Chacahua, Oaxaca +15.3cm, 16. 5cm y 17cmcm.
Número de vértebras que conforman el esqueleto axial.	46-47 vértebras	51-52 vértebras	38-41 vértebras	41-43 vértebras	49-51 vértebras
Posición del arco hemal	vértebra 12-13	vértebra 11-12	vértebra 14-16	vértebra 17-19	vértebra 24-26
Posición de la espina hemal	vértebra 19	vértebra 18	vértebra 19	vértebra 20	vértebra 31
Distribución de las vértebras hacia la región caudal	Las vértebras caudales son fuertes y rígidas con espinas neurales y hemales rígidas y delgadas, la distribución hacia la zona trasera es simétrica disminuyendo entre sí su espacio.	Vértebras rígidas y fuertes, con desarrollo de las apófisis ventrales prominentes. El espacio entre las espinas neurales y hemales disminuye hacia las vértebras caudales y se elimina en las últimas 5-4 vértebras	Las vértebras caudales son fuertes y rígidas con espinas neurales y hemales rígidas y delgadas, la distribución hacia la zona trasera es simétrica disminuyendo entre sí su espacio.	Las vértebras caudales son fuertes y rígidas con espinas neurales y hemales rígidas y delgadas, la distribución hacia la zona trasera es simétrica disminuyendo entre sí su espacio.	Las vértebras caudales son fuertes y rígidas con espinas neurales y hemales rígidas y delgadas, la distribución hacia la zona trasera es simétrica disminuyendo entre sí su espacio

Tabla 1. Comparación de los resultados obtenidos (C, D y E), con los reportados por Rosas-Luis, *et.al.*, (2016), (A y B).

IX. DISCUSIÓN

Marceniuk, *et, al.* (2017) en su análisis de silúridos, describen al neurocráneo de *Cathorops agassizii* con morfología similar a *C. melanopus*, en cuanto al desarrollo del etmoides lateral aliforme, cornua similarmente ornamentada y surco medio amplio. Para ambas especies, según Bogan, S. y Agnolin, (2011) estos rasgos se comparten con *A. felis* y †*Genidens ancestralis*, pero no así con *A. guatemalensis*. Entre los rasgos que varían notablemente entre especies silúridas se encuentra al mesetmoides, como en el caso de *Cephalocassis melanochir*, donde la estructura media es muy delgada y marca una diferencia con *A. felis*.

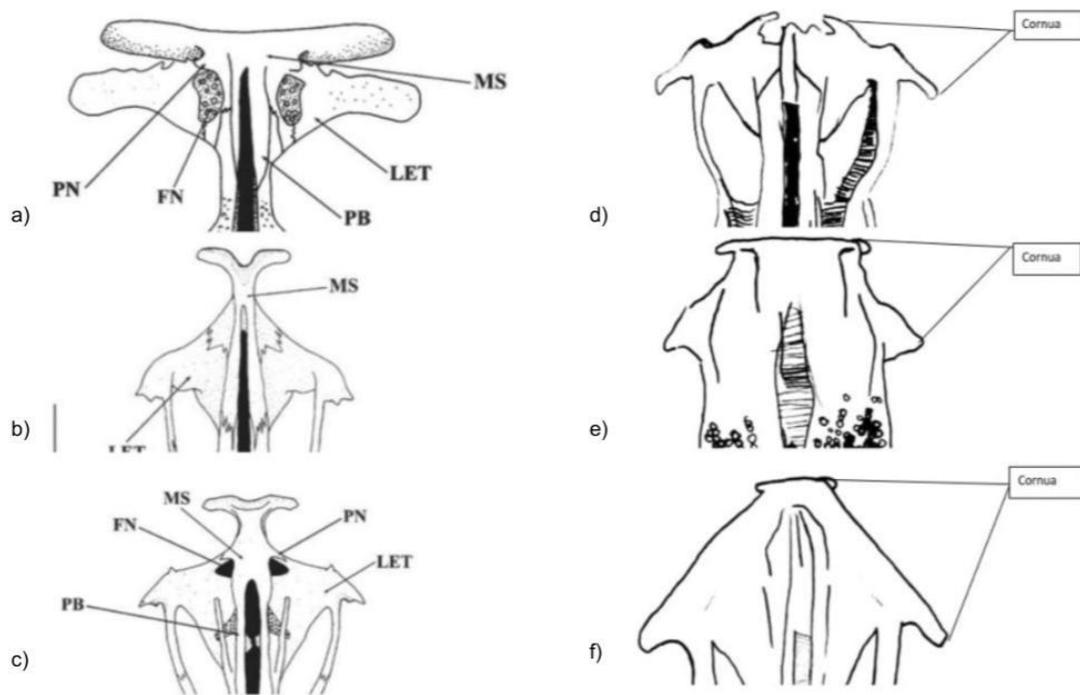


Figura 23. Se observa a) *Katengus typus*, b) *Cephalocassis melanochir*, y c) *Cathorops agassizii* (Tomados de Marceniuk, *et, al.* 2017), y resaltando los compuestos anterolaterales del mesetmoides (Cornua). d) *Cathorops melanopus*, e) *Ariopsis guatemalensis*, y f) *Ariopsis felis* (Fuente: Blancarte-C.)



De las tres especies de áridos analizadas, *A. felis* presenta la cornua menos desarrollada, ya que tanto el mesetmoides como los lateroetmoides no cuentan con una ornamentación marcada, siendo ésta una clara diferencia no solo con *C. melanopus*, sino también con *K. typus* (Marceniuk, et, al., 2017) en el cuál, se observan los lateroetmoides anchos y ovalados.

Cabe destacar que a diferencia de los organismos presentados con los incisos b) y c) de la Figura 23, los mesetmoides de todas las especies presentadas son de un desarrollo ancho constante en la porción media del mismo.

Una característica diferencial para las tres especies de áridos analizadas corresponde a la región anterior, donde el proceso occipital en *Ariopsis felis*, destaca por tener un contorno recto que inmediatamente se amplía hacia el postemposupracleitro, y en las otras dos especies inicia con un contorno inclinado que tiende a aumentar hasta formar la estructura (Fig. 24).

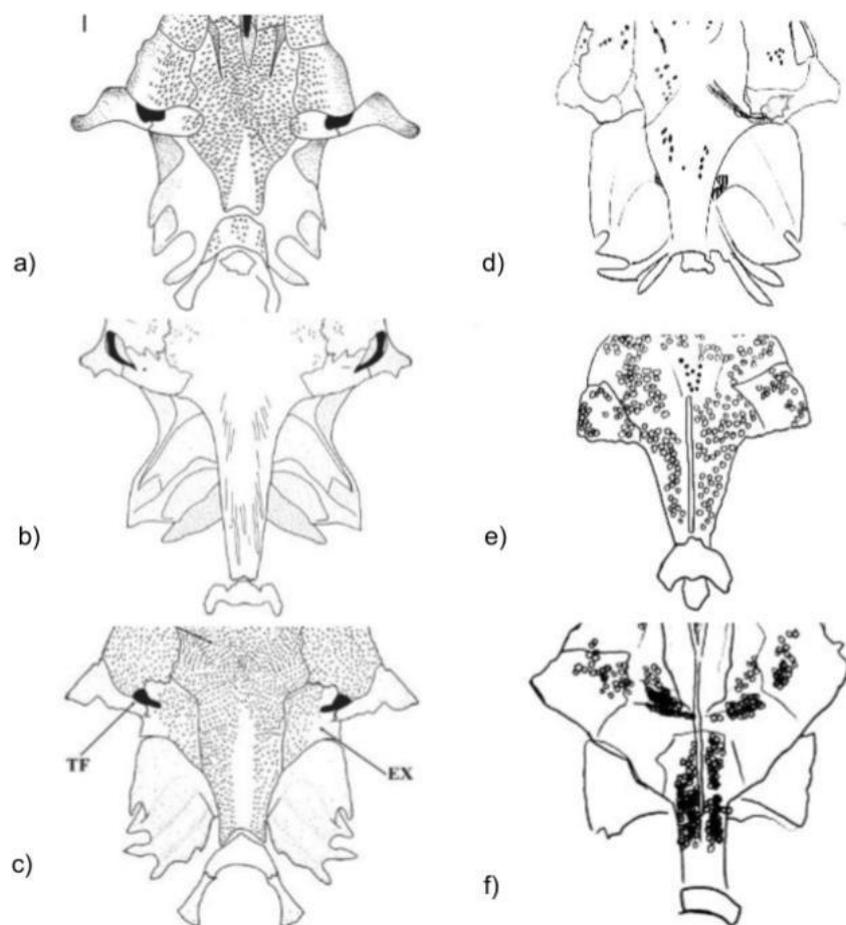


Figura 24. Región anterior del neurocráneo. a) *Cathorops melanopus*, b) *Ariopsis guatemalensis* y c) *A. felis*, (Fuente: Blancarte-C.) d) *C. agassizii* e) *Cephalocassis melanochir*, f) *Katengus typus* (Tomados de Marceniuk, et, al. 2017),



Betancour (2004) y Marceniuk *et. al.* (2012), documentan que, evolutivamente, los caracteres presentados por *K. typus*, son los más basales de los evolutivamente los más basales de los silúridos (Fig. 25), destacando el amplio desarrollo y complejidad de los anterolaterales (Fig. 23), seguido por *Cephalocassis melanochir*, especie en la que se observa la porción media del mesetmoides como estrecha y alargada, permaneciendo esta estructura, aunque haciéndose más delgada en *C. melanopus* y *C. agassizii*; y pasando al género más anidado, *Ariopsis*, según lo reportado por estos autores (Fig. 26), se observa que el desarrollo de la parte media del mesetmoides se ensancha y pierde ese particular alargamiento estrecho y los anterolaterales son menos ornamentados.



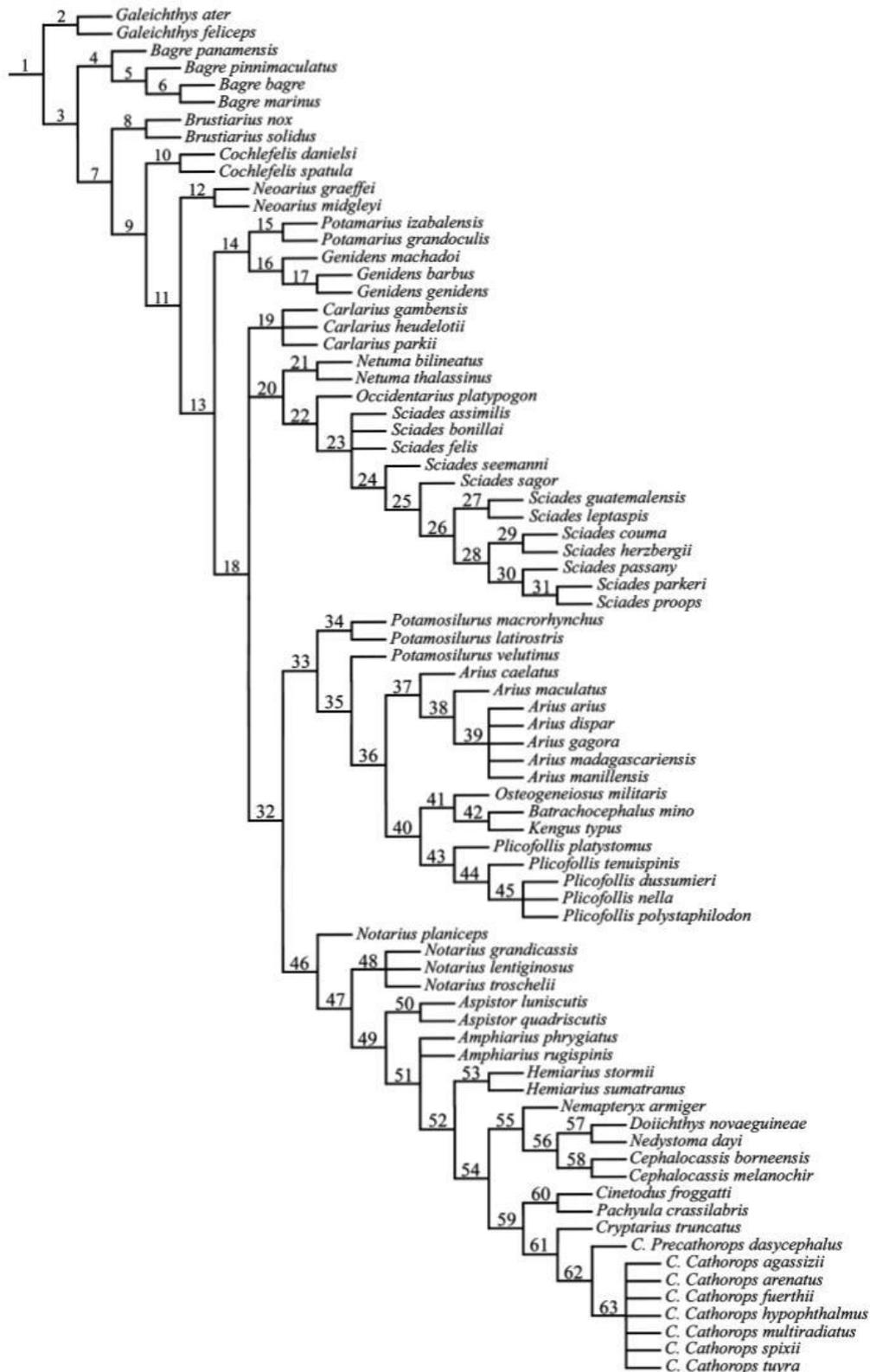


Figura 25. Cladograma que muestra la posición filogenética contemplando algunas especies del género Ariidae, incluyendo especies asiáticas y europeas como *Katengus typus* y *Cephalocassis melanochir* (Fuente: Marceniuk *et al.*, 2012).



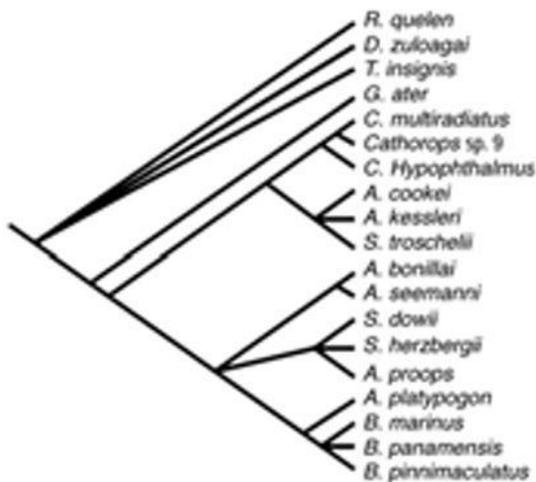


Figura 26. Cladograma propuesta por Betancur (2004) para algunas especies de Ariidae neotropicales.

El análisis morfológico del esqueleto axial de *Cathorops melanopus*, *Ariopsis felis* y *Ariopsis guatemalensis*, provienen de los sistemas lagunar-estuarino Laguna Grande, Ver., y Laguna de Chacahua. En éste se determinó, que el número de vértebras obtenido para peces con tallas entre los 12.5cm. y 18.2cm, difiere con lo reportado en la bibliografía para *Arius seemani* y *Bagre panamensis* por Rosas-Luis, *et. al.* (2016), ya que *B. panamensis* es el que tiene una mayor cantidad de vértebras, siendo la especie que alcanza la mayor talla corporales, con un esqueleto axial conformando por un intervalo de 51-52 vértebras. Seguido en orden descendente por *A. guatemalensis* con un intervalo de 49-51 vértebras, *A. seemani* con 46-47, *A. felis* con 41-43 componentes vertebrales, y finalmente *Cathorops melanopus* con 38-41 vértebras.

El arco hemal en *A. seemani* se encuentra ubicado entre las vértebras 12-13, y la espina hemal en la vértebra 19, mientras que en *B. panamensis* se ubica en la vértebra 11-12 y la espina hemal en la vértebra 18. En el presente estudio se determinó que *C. melanopus* presenta el canal hemal en la vértebra 14-16 y la espina hemal en la vértebra 19, en *A. felis* el arco hemal se localiza en la vértebra 17-19 y la espina hemal en la vértebra 20, y por último *A. guatemalensis* el arco hemal se localiza en la vértebra 24-26 y la espina hemal en la vértebra 31. Se puede apreciar que la ubicación de la espina hemal también puede variar entre especies salvo el caso entre *A. seemani* y *C. melanopus* que comparten la ubicación en la vértebra 19, también en el arco hemal se observa similitud entre *A. seemani* y *B. panamensis*. El conjunto de estos rasgos morfológicos ayuda a complementar la diagnosis taxonómica de las especies analizadas.

La parte posterior de las vértebras caudales muestran un ordenamiento similar en *Cathorops melanopus*, *Ariopsis felis* y *Ariopsis guatemalensis*, pero comparando con lo



reportado por Rosas-Luis, *et. al.* (2016), se observa que esta similitud también la podemos encontrar en *Arius seemani*, pero difiere en *Bagre panamensis*, siendo este un rasgo variable entre especies y no una generalidad.

La forma y composición de las vértebras suele ser constante, aunque puede haber deformidades dadas por escoliosis, lordosis, cifosis y anquilosis (Fagbuaro & Oso 2011), las cuáles ocasionan principalmente efectos como curvaturas anormales, ya sea lateral, interna o hacia fuera de manera excesiva o fusión de los huesos que la componen, ocasionando inmovilidad. Al no encontrar ninguna curvatura o fusión de huesos anormal se puede asumir que los especímenes analizados pueden considerarse, bajo la condición de tallas corporales similares, como referencia respecto a otros organismos de las mismas especies, ya que el número de vértebras y la forma del neurocráneo no se encuentran afectados, dejando abierta la posibilidad a nuevos estudios en los que se haga una comparación con diferentes tallas o localidades para observar la variación ósea.



X. CONCLUSIONES.

La descripción del esqueleto axial de 3 especies de la familia Ariidae demostró la presencia de características particulares para su identificación. En *Ariopsis felis*, una cornua con sus contornos redondeados, ya que los procesos anterolaterales son de desarrollo medio-bajo y también el proceso occipital en *A. felis*, destaca por tener un contorno recto que inmediatamente se amplía hacia el postemposupracleitro, que en *Cathorops melanopus* y *Ariopsis guatemalensis* inicia con un contorno inclinado que tiende a aumentar hasta formar la estructura. Se distingue también a los organismos mediante la identificación de la posición de la espina hemal, ya que se encuentra en una posición particular para cada especie, en la vértebra 19 para *C. melanopus*, en la 20 para *A. felis*, y en la 31 para *A. guatemalensis*. y cuando esta característica se comparte con otras especies se puede identificar mediante el número total de vértebras (38-41, 41-43 y 49-51, respectivamente).

El desarrollo de las estructuras óseas presenta un orden filogenético, que va de lo complejo y ornamentado a uno más simple y de desarrollo medio-bajo. Esto se observa en el mesetmoides y anterolaterales. Se presenta en las especies más basales como es *Katengus typus*, disminuyendo la complejidad estructural y pasando a un contorno más definido con *C. melanopus* y simplificando las estructuras con un desarrollo medio-bajo como se aprecia en *A. felis*

Este trabajo de tesis aporta la descripción del neurocráneo de tres especies como son *Cathorops melanopus*, *Ariopsis guatemalensis* y *Ariopsis felis* complementando así los diversos estudios realizados por autores como Betancur, Marceniuk y Rosas-Luis, *et, al.*, (2016) y abriendo paso a nuevas investigaciones que pueden complementar este trabajo y el de dichos autores mediante el análisis de otras especies pertenecientes a la familia Ariidae, así como también desde otros enfoques.



XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Acero, A. (2002). Order Siluriformes: Ariidae: Sea catfishes. In: K. E. Carpenter (ed.). *The living marine resources of the western Central Atlantic. Vol. 2, Bony fishes Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. pp. 831–852. FAO, Rome. Adams, D. C.
2. Amezcua, F., Muro-Torres, V. (2012). Biología reproductiva del bagre combinante *Occidentarius platypogon* (Pisces: Ariidae) en el sureste del golfo de California. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(2), 428-434. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2012000200017&lng=pt&tlng=es
3. Ayala-Pérez, LA, Ramos-Miranda, J., Flores-Hernández, D., Vega-Rodríguez, BI y Moreno-Medina, UC (2008). Caracterización biológica y ecológica del bagre *Cathorops melanopus* frente a la costa occidental de Campeche, México. *Ciencias Marinas*, 34 (4), 453-465. <https://doi.org/10.7773/cm.v34i4.1416>
4. Barletta, M., Amaral, C. S., Corrêa, M. F. M., Guebert, F., Dantas, D. V., Lorenzin, L., & Saint-Paul, U. (2008). Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical–subtropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 73(6), 1314-1336. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02005.x>
5. Barletta, M., & Blaber, S. J. (2007). Comparison of fish assemblages and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. *Bulletin of marine science*, 80(3), 647-680. <http://hdl.handle.net/102.100.100/128037?index=1>
6. Betancur, R., Acero, A., & Mejia-Ladino, L. (2004). Análisis filogenético preliminar de algunos bagres marinos (Siluriformes: Ariidae) neotropicales. *Mem. Fund. La Salle Ciencias Nat*, 158, 61-85. https://www.researchgate.net/publication/235962079_Sistematica_filogenetica_preliminar_de_algunos_bagres_marinos_Siluriformes_Ariidae_neotropicales
7. Betancur-R. R. (2009). Molecular phylogenetics and evolutionary history of ariid catfishes revisited a comprehensive sampling. *BMC Evol. Biol.* 9: 175. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-175>
8. Bogan, S. y Agnolin, FL (2011). Descripción de una nueva especie de bagre marino fósil (Teleostei, Siluriformes, Ariidae) del Mioceno de la provincia de Río Negro, Argentina. *Papéis Avulsos de Zoología*, 51, 373-382. <https://doi.org/10.1590/S0031-10492011002500001>



9. Castro-Aguirre, J.L., Espinosa, H., Shmitter-Soto, J. (1999) *Ictiofauna Estuario Lagunar y Vicaria de México*. Editorial Limusa. México, 711 p.
10. Castro, S. R.; Bustos-Obregón, E. & Rojas R. M. (2011) Vertebral column deformity and hypoxia in *Salmo salar*. *Int. J. Morphol.*, 29 (4):1291-5. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022011000400036>
11. Fagbuaro O. and Oso J.A. (2011). Skeletal malformations among the *Clarias* species from fish mongers in Ekiti state. *Continental Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 5: 32–37. <http://hdl.handle.net/1834/24297>
12. Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Van der Laan, R. (2018). *Catalog of fishes: genera, species, references*. California Academy of Sciences, San Francisco, CA, USA <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
13. García-Molina, F., & Uribe-Alcocer, M. (1988). Análisis cromosómico del Bagre marino *Arius felis* (Ariidae: Siluriformes) de la Región de la Laguna de Términos, Campeche. *In Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* (UNAM) 16: 69-74. <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1989-1/articulo327.html>
14. Gunter G. (1947). Observations on Breeding of the Marine Catfish, *Galeichthys felis* (Linnaeus). *Copeia* 4: 217–223. <https://doi.org/10.2307/1438916>
15. Helfman, G., Collete, B., Facey, D. and Bowen, B. (2009). *The diversity of fishes*. 2nd ed. Chichester: Blackwell, 720 p.
16. Jiménez-Cano, NG y Masson, MA (2016). Estimación del tamaño de los peces a partir de huesos arqueológicos de bagres de cabeza dura (*Ariopsis felis*): evaluación de la adquisición de peces prehispánicos en dos sitios mayas. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 8, 116-120. <https://www.academia.edu/download/47113237/1-s2.0-S2352409X16302206-main.pdf>
17. Jiménez, L. N. L. (2010). *BIODIVERSIDAD DE LOS PECES BENTO-DEMERSALES DEL SUR DEL GOLFO DE MÉXICO* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO). https://www.academia.edu/download/32037524/Tesis_Leonardo_Noriel_2010.pdf
18. Kailola, P. J. (1991). The catfish family Ariidae in New Guinea and Australia: relationships, systematics, and zoogeography. *Unpublished PhD thesis, University of Adelaide, Adelaide, Australia*. https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/19627/3/03whole_v.2.pdf
19. Kardong, K.V. Vertebrados, (2005) *Anatomía Comparada, Función, Evolución*. McGraw-Hill Interamericana, Segunda Edición. 2005, 732pp.



20. Kobelkowsky, DA y Rivera, MC (1995). Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. *Hidrobiológica*, 5 (1-2), 95-103. <https://www.redalyc.org/pdf/578/57850208.pdf>
21. Kobelkowsky, A. (2012). Diversidad morfológica de los ovarios de los peces teleósteos mexicanos. *Revista Internacional de Morfología* 30 (4), 1353-1362. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071795022012000400017&script=sci_arttext&tlng=en
22. LEE, G., (1937). Oral gestation in the marine catfish, *Galeichthys felis*. *Copeia*, 1: L9-56. <https://doi.org/10.2307/1437368>
23. Marceniuk, A. P., and C. J. Ferraris, Jr. (2003). Family Ariidae (sea catfishes), *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America*. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 729p.
24. Marceniuk, AP, Menezes, NA y Britto, MR (2012). Análisis filogenético de la familia Ariidae (Ostariophysi: Siluriformes), con una hipótesis sobre la monofilia y relaciones de los géneros. *Revista zoológica de la Sociedad Linneana*, 165 (3), 534-669. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.2012.00822.x>
25. Marceniuk, A. P., & Menezes, N. A. (2007). Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera. *Zootaxa*, 1416(1), 1-126. <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.1416.1.1>
26. Marceniuk, A. P., Acero, A. P., Cooke, R. G., & Betancur-R, R. (2017). Revisión taxonómica del género *Ariopsis* Gill (Siluriformes: Ariidae) del Nuevo Mundo, con descripción de dos nuevas especies. *Zootaxa*, 4290 (1), 1-42. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4290.1.1>
27. McConnell, R., & Lowe-McConnell, R. H. (1987). *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press.
28. Miller, R. R., Minckley, L.W. y Norris, M. S. (2009). *Peces Dulceacuícolas de México*. CONABIO, SIMAC, ECOSUR, DFC. México, 545p.
29. Nelson, J.S., Grande, T.C. & Wilson, M.V.H. (2016). *Fishes of the World*. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 707p.
30. Olivares, R., & Rojas, M. (2013). Esqueleto axial y apendicular de vertebrado. *International Journal of Morphology*, 31(2), 378-387. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022013000200003&script=sci_arttext



31. Rodríguez-Amador, R., Monjes, S., Pulido-Flores, G., Gaytán-Oyarzún, JC, & Romo-Gómez, C. (2007). Presencia de Plomo y Cadmio en *Ariopsis guatemalensis* (Günter, 1864), en la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Revista Científica Biológica Agropecuaria Tuxpan*, 2 (3), 551-555. <https://biblat.unam.mx/hevila/RevistabiologicoagropecuariaTuxpan/2014/no3/59.pdf>
32. Rosas-Luis, R., Andrade, P., Avila-Tumbaco, A., & Pincay-Espinoza, J. (2016). *Manual para la identificación de peces óseos marino-costeros del Pacífico ecuatoriano basado en esqueletos axiales*. Manta, Manabí, Ecuador. Editorial Mar abierto.
33. Wakida-Kusunoki, A. T., & del Ángel, L. E. A. (2017). Vertebral deformities in hardhead catfish *Ariopsis felis* (Siluriformes: Ariidae) in the southeastern Mexico. *Revista de biología marina y oceanografía*, 52(1), 159-162. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5917001.pdf>
34. Yáñez-Arancibia, A. (1977, marzo). Estudios Biológicos y Ecológicos y perspectivas del cultivo del siluro de mar. *Galeichthys caerulescens* (Gunther) En las lagunas costeras de la costa del Pacífico de México. En *Actas de la reunión anual de la Sociedad Mundial de Maricultura* (8) 117-133. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1977.tb00111.x>
35. Yáñez-Arancibia, A., Curiel-Gómez, J., & de Yáñez, V. L. (1976). Prospección biológica y ecología del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Günther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México (Pisces: Ariidae). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* (UNAM), 3(1), 125-180. <https://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/centro/1976-1/articulo19.html>
36. Yáñez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, AL (1988). Ecología de tres bagres de mar (Ariidae) en un ecosistema costero tropical: sur del Golfo de México. *Serie de avances de la ecología marina. Oldendorf*, 49 (3), 215-230. https://www.researchgate.net/profile/AlejandroYanezArancibia/publication/250214751_Ecology_of_three_sea_catfishes_Ariidae_in_a_tropical_coastal_ecosystem_Southern_Gulf_of_Mexico/links/00463532859af11eaf000000/Ecology-of-threeseacatfishes-Ariidae-in-a-tropical-coastal-ecosystem-Southern-Gulf-of-Mexico.pdf
37. Yáñez-Arancibia, A., Nugent, R. S. (1977). The ecological role of fishes in estuaries and coastal lagoons. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* (UNAM) 4 (1): 107-114

