

MORFOLOGÍA COMPARADA DEL HUESO UROHIAL DE PECES
RECOLECTADOS EN LA LÍNEA COSTERA DE VERACRUZ, MÉXICOComparative morphology of the urohial bone of fishes
collected on the coastline of Veracruz, MexicoJosé Antonio Martínez-Pérez^{1a}, Jairo Sarael Garduño-Gaona^{1b*}, Luis Ángel Medina-Narvaez^{1c},
Samantha Bravo-Morán², Carlos Blas-Garfias^{1d} y Jonathan De la Cruz-Torres³

^{1a}Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Av. de los Barrios Número 1, Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Edo. México. México C.P. 54090. ^{1a}  orcid.org/0000-0002-9132-4777, jamp4422@gmail.com; ^{1b}  orcid.org/0000-0002-4417-3443; ^{1c}  orcid.org/0000-0003-4367-2491, luisnarvaez2099@gmail.com; ^{1d}  orcid.org/0000-0003-2666-3657, carlosblas122@gmail.com. ²Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Av. 1° de Mayo s/n Santa María las Torres, Campo uno, Cuautitlán Izcalli, Edo. México. México C.P. 54740;  orcid.org/0000-0003-3961-5849, sam.bravo.moran@gmail.com; ³Posgrado de Ciencias Biológicas, UNAM. Ciudad Universitaria, Coyoacán, CDMX, México. C.P. 04510;  orcid.org/0000-0001-7856-7638, jonathandct.90@gmail.com. *Para correspondencia: saga9620@gmail.com

[Recibido: 12 de julio, 2021. Aceptado para publicación: 01 de marzo, 2022]

RESUMEN

El urohial está presente en la mayoría de los peces óseos, es un hueso impar que se ubica en la región cefálica-ventral y desempeña un papel importante en el mecanismo de cierre y apertura de la boca. En México, tanto la descripción morfológica de los urohiales como su aplicación en el apoyo en la determinación de peces es poco utilizada, por ello la finalidad de este trabajo es iniciar un registro de urohiales de los peces de la costa de Veracruz. Se presenta una morfología comparada del urohial de 56 especies de peces pertenecientes a 40 géneros y 26 familias colectados en la línea costera del estado de Veracruz. Los peces con cuerpo elongado presentan un urohial bajo y elongado, mientras que otros peces como los meros y huachinangos, en su mayoría presentan costillas, la parte terminal en forma lunada y líneas de crecimiento evidentes, otros presentan la parte terminal redondeada y los urohiales de corvinas presentan una proyección en la parte dorsal del cóndilo. Se concluye la factibilidad de utilizar el urohial en la clasificación de familias géneros y especies dada su forma característica entre cada taxon dentro de los teleósteos.

Palabras clave: urohial, determinación, taxonomía, osteología.

ABSTRACT

The urohial bone is present in most teleost fishes, it's an unpaired bone located in the cephalic-ventral region and participate in the mechanism of opening-closing of the mouth. In Mexico, the morphological description of the urohials as their application in the identification of fish is not common, for this reason the purpose of this study is to initiate a registry of urohials



of fishes in Veracruz coast, a comparative morphology is presented for the urohyal of 56 species of fishes belonging to 40 genera and 26 families collected in the coastline of the state of Veracruz. Fishes with an elongated body have a low and elongated urohyal, while other fishes, such snappers, mostly have ribs, the terminal part in lunate shape and evident growth lines, others have a rounded terminal part; the urohyal of croakets present a projection in the dorsal part of the condyle. We concluded that the shape of the urohyal is characteristic in different groups of teleosts, it can be used to classify families, genera and species.

Keywords: urohyal, identification, taxonomy, osteology.

INTRODUCCIÓN

Los peces son el grupo más antiguo y con mayor diversidad de especies dentro de los vertebrados (De la Cruz-Torres et al., 2016; Nelson et al., 2016), en muchos casos mostrando patrones morfológicos similares que, aunado a esta gran versatilidad de formas, conllevan a un problema en la determinación precisa de las especies, debido a que comúnmente existe traslape entre los caracteres externos utilizados tradicionalmente, como lo son espinas, radios y escamas, entre otros. Por ello, se buscan otro tipo de caracteres, principalmente internos, como los otolitos, vejigas y urohiales (Kusaka, 1974; Martínez et al., 2007), los cuales presentan una morfología única a nivel de especie o superior.

El urohial es un hueso impar, formado a partir de la osificación de un tendón no pareado del músculo estenoideo, se ubica en la región cefálica-ventral de la mayoría de los peces óseos (Fig. 1); su porción anterodorsal se encuentra unida al primer basibranchial, la anterior a los hipohiales ventrales y la posterior a la cintura pectoral a través de una fuerte musculatura. Esta estructura desempeña un papel importante en el mecanismo de cierre y apertura de la boca (Jawad et al., 2016; Kusaka, 1974), algunos autores lo consideran una sinapomorfía en peces óseos (Chollet-Villalpando et al., 2014a, 2014b).

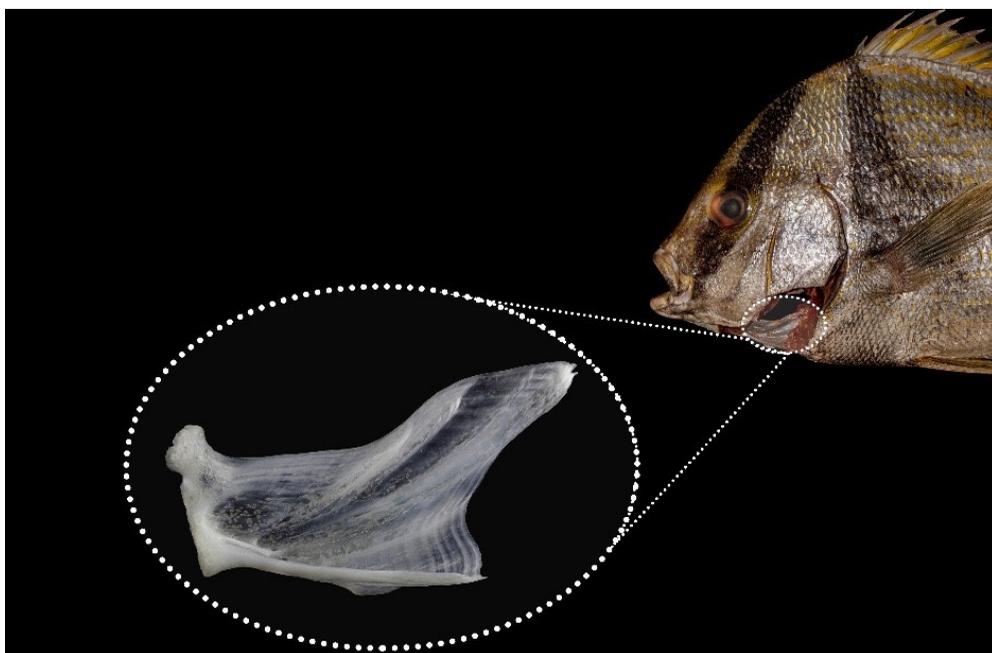


Figura 1. Ubicación del urohial. Se muestra en *Anisotremus virginicus* (Linnaeus 1758).

La descripción del urohial, para diferentes grupos de peces, se remonta a la época de Cuvier en 1835, sin embargo, el trabajo más extenso fue realizado por Kusaka (1974), quien además de clasificarlos de acuerdo a la variación en su morfología, señaló que esta estructura tiene importancia taxonómica, ya que permite diferenciar entre familias, géneros y especies (Askari et al., 2020; González-Acosta et al., 2014; Jawad et al., 2016; Lagahikhaz et al., 2010; Salehi, et al., 2017; Sow et al., 2015; Teimori et al., 2018).

Se ha observado que el hueso urohial no se digiere con facilidad, por ello se ha utilizado en estudios tróficos de animales piscívoros, como mamíferos, aves e incluso otros peces (Iranmanesh et al., 2020); por otro lado, en estudios ecomorfológicos, se ha evidenciado una relación entre la forma del urohial y la forma de vida de los peces: organismos de nado activo presentan un urohial con forma de triángulo, un urohial alto en peces comprimidos o alargado en peces de cabeza esbelta (Chollet-Villalpando et al., 2014b; Delpiani et al., 2012; Teimori et al., 2018).

En general, tanto la descripción morfológica de los urohiales como su aplicación en el apoyo en la identificación de peces es poco utilizada en México, esto principalmente se debe a la falta de trabajos que permitan ahondar en la utilización de estas estructuras en la determinación de especies e incluso en su aplicación ligada a la ecomorfología de las especies distribuidas en aguas nacionales.

OBJETIVO

-Comparar la morfología del hueso urohial entre diferentes especies de peces, valorando su utilidad para la identificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron organismos en diferentes puntos de la costa del estado de Veracruz, México, utilizando un chinchorro playero de 800 m de longitud con abertura de malla de 2 pulgadas; los ejemplares fueron separados y etiquetados con sus respectivos datos de colecta para su almacenamiento y procesamiento en el laboratorio de zoología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, donde se determinaron con las claves disponibles para el Golfo de México (Carpenter, 2002a, 2002b; De la Cruz-Torres et al., 2016; McEachran y Fechhelm, 2005a, 2005b).

La extracción de los urohiales se llevó a cabo mediante disección en la región cefálica-ventral de los ejemplares, separando las membranas branquiostegas hasta la altura del istmo y cortando los ligamentos anteriores que los unen con los basibranquiales (modificado de Bemis et al., 2004; Burns y Everly, 2000), una vez extraído, fueron colocados en agua oxigenada para facilitar la separación de los residuos de tejido y músculo.

Fueron tomadas fotografías de cada urohial utilizando la técnica de Bravo-Morán (2021), para lo cual se montaron en una cartulina negra, de modo que estuviese completamente horizontal, en vista lateral-izquierda, con el cóndilo hacia arriba; la iluminación consistió en 2 lámparas LED de luz blanca de 3 watts, dispuestas a ambos lados del objeto con una posición que varía dependiendo de éste, entre los 45° frontal y los 90°. El equipo fotográfico constó de una cámara APS-C (Canon EOS Rebel T6i), objetivo macro (Canon Lens EF 100 mm 1:2.8 L IS USM), trípode (Manfrotto Compact Action) y disparador de cable; la técnica fotográfica inicial

fue la fotomacrografía, auxiliada por la de Z-Stack (con los programas de Adobe Lightroom y Photoshop), los parámetros utilizados para realizar las tomas constaron de un ISO 100, diafragma (f) 10 y una velocidad (v) de 1/25” (“ = segundos) al 1/60” (variable dependiendo del tamaño del urohial y su distancia al sensor de la cámara).

Se registró y analizó el urohial de 56 especies, pertenecientes a 40 géneros y 26 familias; adicionalmente, se verificó el estatus taxonómico de acuerdo a Fricke et al. (2021). Los huesos urohiales se describieron siguiendo la terminología de Kusaka (1974) y Chollet-Villalpando et al. (2014b), ver (Fig. 2). Fueron almacenados, catalogados dentro de la Colección de Urohiales de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CUFESI) y depositados en el acervo que dará origen a la *Colección nacional de urohiales de peces de los litorales de México*, dispuesta en las instalaciones de la FESI, UNAM.

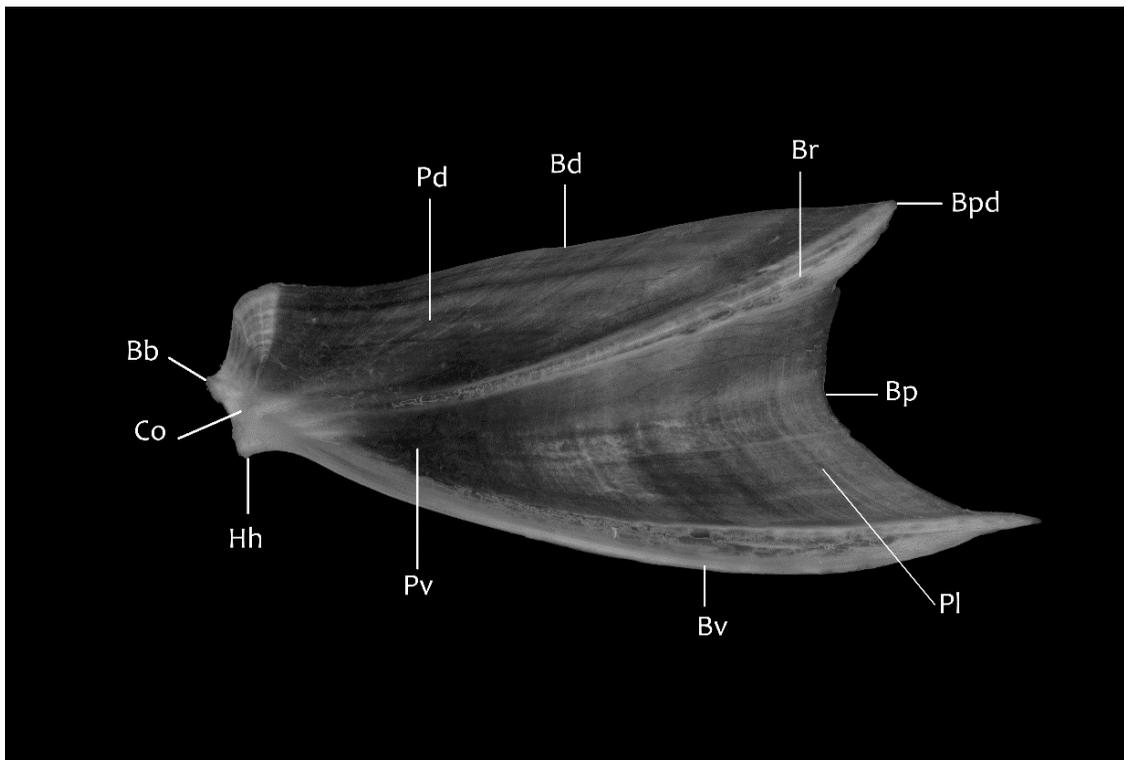


Figura 2. Caracteres morfológicos del urohial en vista lateral de *Lutjanus campechanus* (Poey 1860), basado en lo propuesto por Kusaka (1974). **Bb**) Unión al basibranchial; **Bd**) borde dorsal; **Bp**) borde posterior; **Bpd**) borde postero-dorsal; **Br**) banda radial; **Bv**) borde ventral; **Co**) cóndilo; **Hh**) unión al hipohial; **Pd**) Placa dorsal; **Pl**) placa lateral; **Pv**) placa ventral.

RESULTADOS

Del total de especies se realizó la descripción de únicamente 36 urohiales, en vista lateral, que de acuerdo a nuestro criterio comprenden la mayor diversidad morfológica entre los grupos observados.

Tabla I. Especies de peces recolectadas en línea costera del estado de Veracruz

Clasificación taxonómica	Repeticiones	Número de Catálogo
Elopidae		
<i>Elops saurus</i> (Linnaeus 1766)	4	CUFESI 78–81
Albulidae		
<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus 1758)	1	CUFESI 8
Clupeidae		
<i>Dorosoma petenense</i> (Günther 1867)	1	CUFESI 76
<i>Opisthonema libertate</i> (Günther 1867)	2	CUFESI 169–170
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch 1787)	5	CUFESI 3–7
Eleotridae		
<i>Gobiomorus dormitor</i> (Lacepède 1800)	5	CUFESI 98–102
Mugilidae		
<i>Mugil curema</i> (Valenciennes 1836)	4	CUFESI 161–164
Hemiramphidae		
<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus 1758)	2	CUFESI 108–109
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani 1841)		CUFESI 208
Echeneidae		
<i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus 1758)	1	CUFESI 77
Carangidae		
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill 1815)	13	CUFESI 37–49
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider 1801)	2	CUFESI 167–168
<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill 1815)	7	CUFESI 186–192
<i>Seriola dumerili</i> (Risso 1810)	1	CUFESI 193
Sphyraenidae		
<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards 1771)	1	CUFESI 195
<i>Sphyraena borealis</i> (DeKay 1842)	1	CUFESI 196
Trichiuridae		
<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus 1758)	4	CUFESI 197–200
Scombridae		
<i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Collette, Russo & Zavala-Camin 1978)	1	CUFESI 206
<i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier 1829)	1	CUFESI 183

Clasificación taxonómica	Repeticiones	Número de Catálogo
<i>Scomberomorus maculatus</i> (Mitchill 1815)	2	CUFESI 180–182
Scaridae		
<i>Sparisoma chrysopterum</i> (Bloch & Schneider 1801)	1	CUFESI 194
Centropomidae		
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch 1792)	1	CUFESI 205
Gerreidae		
<i>Diapterus auratus</i> (Ranzani 1842)	8	CUFESI 66–73
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker 1863)	1	CUFESI 206
<i>Eugerres plumieri</i> (Cuvier 1830)	3	CUFESI 86–88
<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum 1792)	2	CUFESI 96–97
Mullidae		
<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier 1829)	1	CUFESI 160
Kyphosidae		
<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus 1758)	4	CUFESI 116–120
Serranidae		
<i>Cephalopholis cruentata</i> (Lacepède 1802)	1	CUFESI 204
<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus 1766)	2	CUFESI 75–75
<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck 1765)	1	CUFESI 82
<i>Hyporthodus niveatus</i> (Valenciennes 1828)	3	CUFESI 83–85
Pomatomidae		
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus 1766)	1	CUFESI 172
Priacanthidae		
<i>Priacanthus arenatus</i> (Cuvier 1829)	3	CUFESI 173-175
Haemulidae		
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus 1758)	6	CUFESI 9–14
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus 1758)	7	CUFESI 54–60
<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest 1823)	3	CUFESI 103–105
<i>Haemulon macrostoma</i> Günther 1859	1	CUFESI 209
Lutjanidae		
<i>Lutjanus campechanus</i> (Poey 1860)	2	CUFESI 122–123
<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus 1758)	3	CUFESI 124–126
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus 1758)	9	CUFESI 127–135

Tabla I. Continuación

Clasificación taxonómica	Repeticiones	Número de Catálogo
<i>Rhomboplites aurorubens</i> (Cuvier 1829)	1	CUFESI 179
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch 1791)	2	CUFESI 165-166
Scorpaenidae		
<i>Scorpaena plumieri</i> (Bloch 1789)	1	CUFESI 185
Triglidae		
<i>Prionotus rubio</i> (Jordan 1886)	3	CUFESI 176-178
Ephippidae		
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet 1782)	3	CUFESI 51-53
Sciaenidae		
<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Vaillant & Bocourt 1883)	2	CUFESI 61-62
<i>Cynoscion nebulosus</i> (Cuvier 1830)	3	CUFESI 63-65
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus 1758)	2	CUFESI 142-143
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest 1823)	1	CUFESI 207
<i>Micropogonias undulatus</i> (Linnaeus 1766)	4	CUFESI 144-147
<i>Umbrina coroides</i> (Cuvier 1830)	2	CUFESI 201-202
Acanthuridae		
<i>Acanthurus bahianus</i> (Castelnau 1855)	2	CUFESI 1-2
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch 1787)	5	CUFESI 3-7
Sparidae		
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum 1792)	7	CUFESI 15-21
<i>Calamus calamus</i> (Guichenot 1868)	2	CUFESI 35-36
<i>Calamus leucosteus</i> (Jordan & Gilbert 1885)	1	CUFESI 203

* Sistemática de acuerdo a Nelson (2016)

Se puede observar urohiales bajos y elongados, donde se aprecia un cuello largo (Fig. 3A-C), con un cóndilo pequeño, pero con una marcada separación entre la unión al basibranquial y el hipohial; de igual manera, en varios de ellos se logra observar modificaciones laterales, a manera de alerones, en la parte distal del hueso (Fig. 3D-F); la forma del urohial, coincide con la forma corporal general de la mayoría de especies en cuestión (Ej: rémoras, pajaritos, lisas, barracudas y machetes, etc.), que al igual son especies elongadas.

Se pueden encontrar urohiales con forma triangular o de abanico, que se expande hacia la región posterior, donde el cóndilo puede ser corto y elevado, se distingue claramente la conexión al basibranquial e hipohial (Fig. 4A); en la mayoría se presenta una costilla oblicua que recorre longitudinalmente la estructura y termina en la parte dorsal a manera

de punta (Fig. 4E-I); la región ventral está bordeada por una segunda costilla gruesa que termina en punta; el borde posterior es sumamente cóncavo; en la mayoría de los urohiales observados con esta configuración, es evidente la presencia de líneas de crecimiento (Fig. 4B-H), estos urohiales son típicos de plumas (Fig. 4A), meros (Fig. 4B-C) y huachinangos (Fig. 4E-I) examinados.

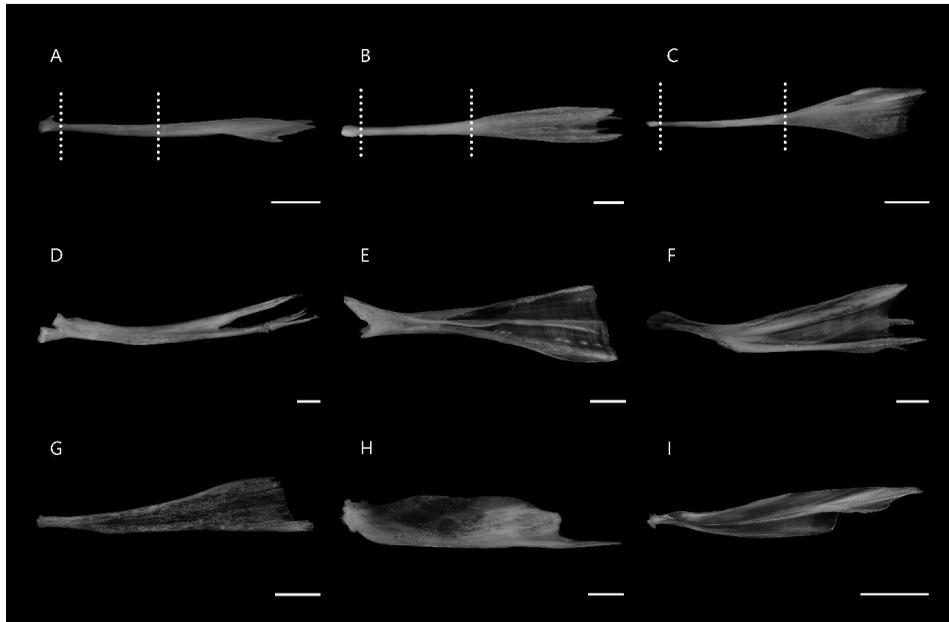


Figura 3. Urohiales bajos y elongados. A) *Hemiramphus brasiliensis*; B) *Elops saurus*; C) *Centropomus undecimalis*; D) *Echeneis naucrates*; E) *Mulloidichthys martinicus*; F) *Trichiurus lepturus*; G) *Scomberomorus brasiliensis*; H) *Mugil curema*; I) *Hyporhamphus unifasciatus*. Líneas punteadas señalan el cuello del urohial. Escala: 5 mm.

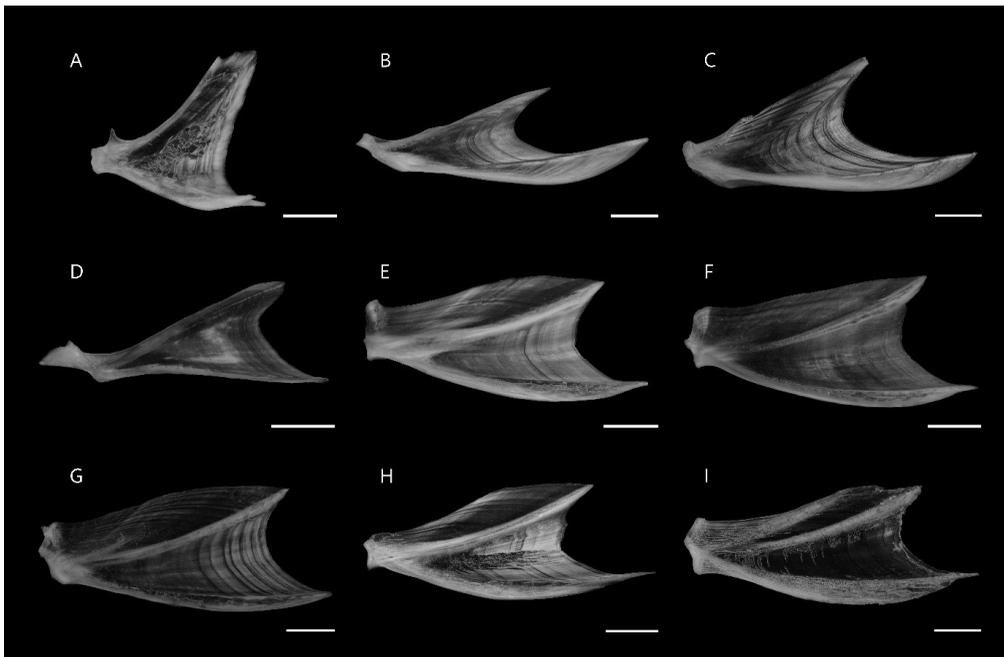


Figura 4. Urohiales con la parte terminal lunada. A) *Archosargus probatocephalus*; B) *Epinephelus adscensionis*; C) *Cephalopholis cruentata*; D) *Gobiomorus dormitor*; E) *Lutjanus campechanus*; F) *L. griseus*; G) *L. synagris*; H) *Ocyurus chrysurus*; I) *Rhomboplites aurorubens*. Escala: 5 mm.

Se presentan urohiales en forma de ala de insecto, algunos con cuellos cortos (Fig. 5A-E), sin cuello (Fig. 5F) y largos (Fig. 5G-I), con un cóndilo pequeño y poca separación entre el basibranchial e hipohial; el borde dorsal es de horizontal, hasta oblicuo ascendente, con forma redondeada en el extremo posterior (Fig. 5C-E); el borde ventral puede ser casi horizontal hasta ligera (Fig. 5G, H) o fuertemente cóncavo (Fig. 5C-E), urohiales típicos de mojarras plateadas (Fig. 5B-E), chabelas (Fig. 5F), jureles (Fig. 5G, H) examinados.

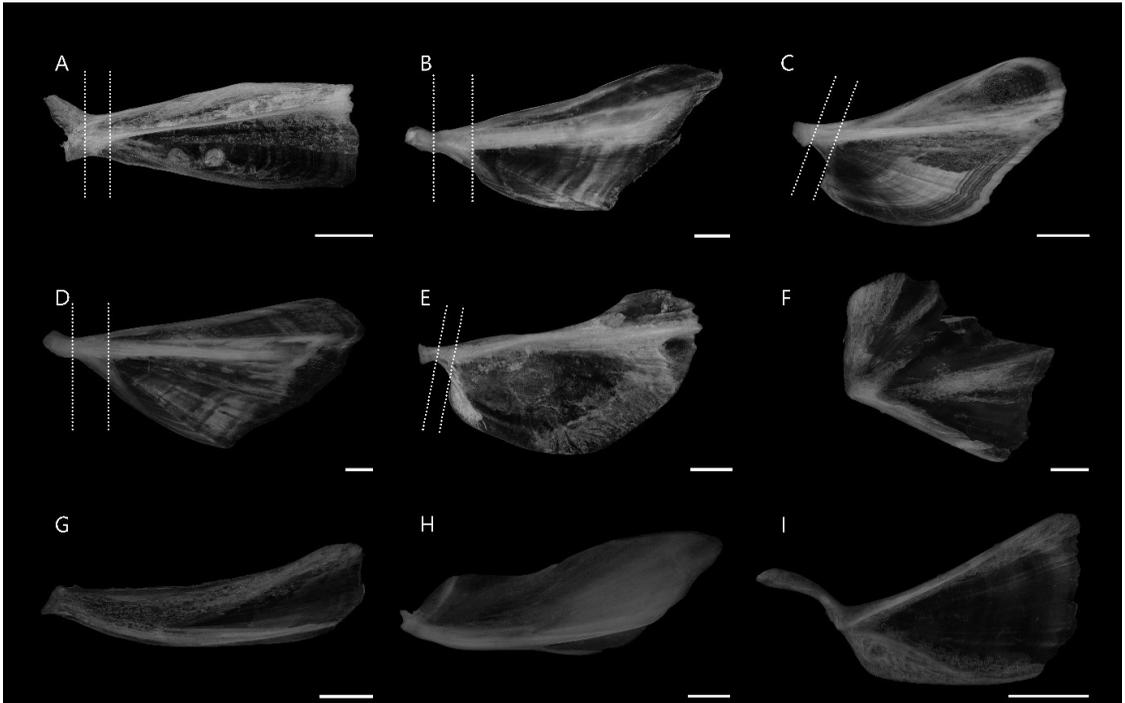


Figura 5. Urohiales con la parte terminal redondeada. **A)** *Priacanthus arenatus*; **B)** *Diapterus auratus*; **C)** *Gerres cinereus*; **D)** *Eugerres plumieri*; **E)** *Eucinostomus melanopterus*; **F)** *Chaetodipterus faber*; **G)** *Oligoplites saurus*; **H)** *Opisthonema libertate*; **I)** *Bairdiella ronchus*. Líneas punteadas señalan el cuello del urohial. Escala: 5 mm.

En la figura 6 se presenta una gran heterogeneidad de formas, donde el cóndilo es corto y elevado, distinguiéndose claramente la unión al basibranchial e hipohial; se aprecia una proyección en la parte dorsal del cóndilo, a manera de colmillo, distintiva en esciénidos (Fig. 6C, D, F, I); el borde dorsal puede ser completamente horizontal (Fig. 6E) o presentar una inclinación oblicua ascendente (Fig. 6 B, C, F), generalmente terminada en punta; el borde ventral puede ser de horizontal (Fig. 6A-C) a ligera o fuertemente cóncavo (Fig. 6H); con una o dos costillas (Fig. 6D, E, con una costilla: C, F, I con dos costillas), por ejemplo: roncadores (Fig. 6A, B), corvinas (Fig. 6C-F), cirujanos (Fig. 6G), etc.

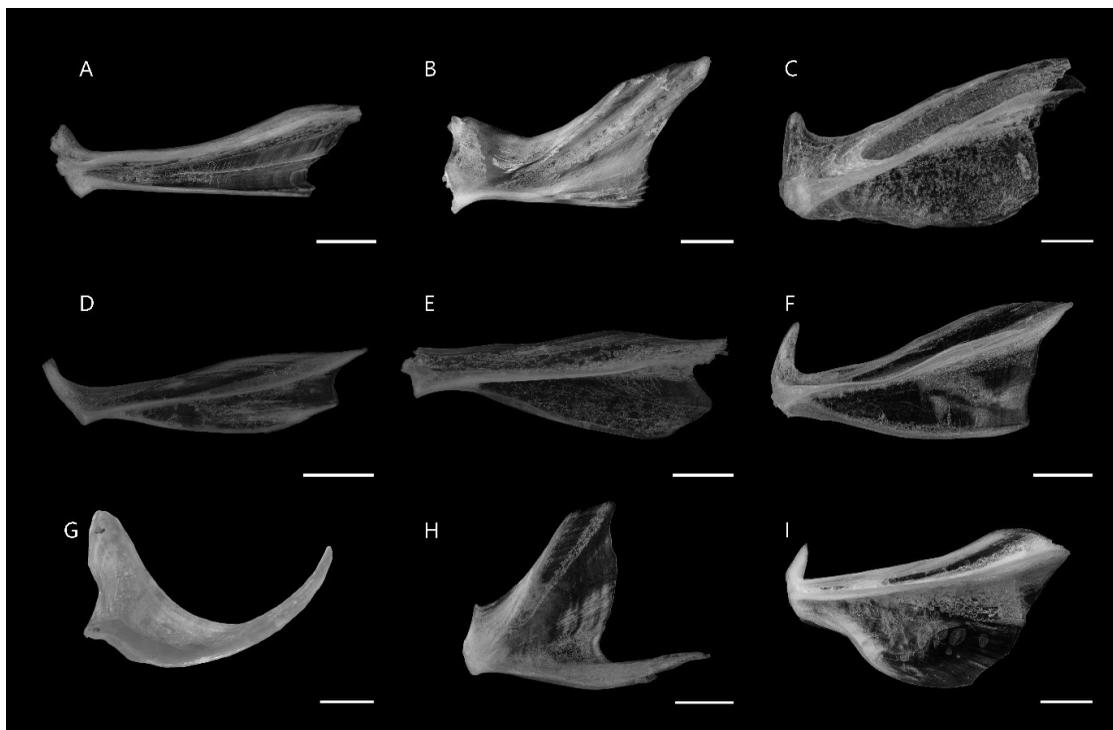


Figura 6. Urohiales con heterogeneidad de formas. A) *Conodon nobilis*; B) *Haemulon macrostoma*; C) *Menticirrhus americanus*; D) *Cynoscion nebulosus*; E) *Cynoscion jamaicensis*; F) *Micropogonias furnieri*; G) *Acanthurus bahianus*; H) *Calamus leucosteus*; I) *Umbrina coroides*. Escala: 5 mm.

DISCUSIÓN

Si bien, las diferencias en la forma del urohial pueden ser una herramienta que permite la determinación de especies y relaciones filogenéticas (Arratia y Schultze, 1990; Askari et al., 2020; Jawad et al., 2016; Kusaka, 1974; Lagahikhaz et al., 2010; Salehi et al., 2017; Sow et al., 2015; Teimori et al., 2018; Yazdani y Prakash, 1990), en este estudio se comprueba que la forma del urohial, en la mayoría de la especies analizadas, está estrechamente relacionada con la forma corporal del pez y tiene diferente morfología dependiendo de las características del mismo, al igual como lo mencionan otros autores (Delpiani et al., 2012; Iranmanesh et al., 2020; Teimori et al., 2018).

El urohial de los peces de las familias Sparidae y Ehipidae son altos y cortos, lo que coincide con su morfología corporal, los cuales son comprimidos, altos y no elongados a diferencia de los peces alargados, quienes presentaron urohiales bajos y largos. A pesar de que estas características no están sujetas forzosamente a una relación filogenética o alimentaria, esto puede explicarse por las similitudes morfológicas compartidas (Jawad et al., 2016; Kusaka, 1974).

En algunas familias se encontraron semejanzas morfológicas entre los urohiales de las distintas especies, por ejemplo, en Lutjanidae, todos los ejemplares analizados presentaron urohiales grandes, que de acuerdo con Jawad et al. (2016) corresponden a especies de nado activo. En la mayoría de Sciaénidos es característico el desarrollo de una proyección ascendente en la región anterior, la cual fungió como un carácter de utilidad para diferenciarlos del resto de las familias.

También se encontraron diferencia a nivel de género en los urohiales de algunas familias como Haemulidae, en donde en el género *Conodon* se diferencia por presentar un urohial más bajo y largo que en *Anisotremus*, en el cual es alto y corto, lo que coincide con la morfología del pez.

Un hecho notable al considerar las relaciones antes señaladas, permite demostrar que en las familias de peces con morfologías heterogenias, el urohial es considerablemente variante, dado que entre los distintos géneros existe una variedad de formas de vida, tipos alimentarios, cantidad de músculos unida a esta estructura, morfología craneal, formas del cuerpo, longitud de las mandíbulas y tipo de dientes, lo cual contrasta con lo mencionado por diversos autores (Iranmanesh et al., 2020; Jawad et al., 2016) principalmente en estudios de tipo alimentario en góbidos, en los cuales se observó un patrón similar.

Estas características demuestran la utilidad de esta estructura para identificar a las especies o niveles supra específicos, a partir de la visualización de algunos aspectos de esta estructura, dejando un antecedente más en las bondades de esta estructura.

CONCLUSIÓN

La forma del urohial de las 56 especies incluidas en este estudio es tan característica entre los diferentes grupos de teleósteos de las costas de Veracruz, México, que confirman la validez de usar este hueso en la identificación de taxones. En las especies revisadas la forma corporal del pez corresponde a la forma del urohial. La creación de la colección científica (CUFESI) proporcionara referencias para diversos estudios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Tomás Corro Ferreira, técnico pesquero del CETMAR-Veracruz, por su apoyo en la colecta de ejemplares. A la bióloga Ivoone Martínez Solares de la FES-Iztacala, por su apoyo en el procesamiento de material biológico.

REFERENCIAS

- Arratia, G., & Schultze, H. P. (1990). The urohyal: development and homology within osteichthyans. *Journal of Morphology*, 203(3), 247–282.
- Askari H., M., Mohammadi, F., Teimori, A., & Madjdzadeh, S. M. (2020). The intraspecific variations of otolith and urohyal bone structures in *Capoeta fusca* (Nikolskii, 1897) (Teleostei: Cyprinidae) in Loot Basin. *Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(2), 198–211.
- Bemis, W. E., Hilton, E., Brown, B., Arrindell, R., Richmond, A. M., Little, C. D., Grande, L., Forey, P. L., & Nelson, G. J. (2004). Methods for preparing dry, partially articulated skeletons of osteichthyes, with notes on making ridewood dissections of the cranial skeleton. *Copeia*, 2004(3), 603–609.
- Bravo-Morán, S. (2021). *Fotomacrografía del hueso urohial de peces del Atlántico Mexicano* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2021/mayo/0811677/Index.html>
- Burns, P. A., & Everly, A. (2000). *Preliminary Protocol for Preparing Fish Skeletons*. www.mcz.harvard.edu/Departments/Fish/skeltechnique.htm
- Carpenter, K. E. (2002a). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae)*. FAO (601–374).
- Carpenter, K. E. (2002b). *The living marine resource of the Western Central Atlantic Vol. 3: Bony fishes part 2 (opistognathidae to Molidae)*. FAO (1375–2127).
- Chollet-Villalpando, J. G., De la Cruz-Agüero, J., & García-Rodríguez, F. J. (2014a). Comparison of urohyal bone morphology among gerreid fish (Perciformes:Gerreidae). *Italian Journal of Zoology*, 81(2), 246–255.
- Chollet-Villalpando, J. G., García-Rodríguez, F. J., & De la Cruz-Agüero, J. (2014b). Urohyal size versus body-length and weight relationships for thirteen mojarras species (Perciformes: Gerreidae) in Mexican waters. *Journal of Ichthyology*, 54(2), 195–202.
- De la Cruz-Torres, J., Martínez-Pérez, J. A., Badillo, M., Del Moral-Flores, L. F., Franco-López, J., & Chiappa, X. (2016). *Familias de peces óseos del golfo de México: Clave ilustrada y descripción*. UNAM-Unidad Académica Yucatán–SIIES.
- Delpiani, S. M., González-Castro, M., & Díaz de Astarloa, J. M. (2012). El uso de otolitos y huesos de la cabeza para la identificación de dos especies del género *Merluccius*, en estudios de predador-presa. *Revista de biología marina y oceanografía*, 47(2), 351–357.
- Fricke, R., Eschmeyer, W. N., & Laan van der, R. (Eds.) (2021). *Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references*. http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcat_main.asp.
- González-Acosta, A. F., Rubio-Rodríguez, U., & Ruiz-Campos, G. (2014). The urohyal bone of the American Gerreidae (Teleostei: Percoidei) with notes on its taxonomic application. *International Journal of Morphology*, 32(3), 923–929. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022014000300029>

- Iranmanesh, M., Askari Hesni, M., Lashkari, M., & Teimori, A. (2020). Shape variation and functional adaptation in a structure involved in the feeding system of gobiid fishes. *Journal of Zoology*, 312(1), 63–71.
- Jawad, L. A., Jahromi, F. L. K., Teimori, A., Mehraban, H., & Esmaeili, H. R. (2016). Comparative morphology of the urohyal bone of fishes collected from the Persian Gulf and Oman Sea. *Journal of the Marine Biological Association UK*, 97(6), 1317–1333.
- Kusaka, T. (1974). *The urohyal of fishes*. University of Tokyo Press.
- Laghaikhaz, J. F., Esmaeili, H. R., Teimori, A., Nokhatolfoghahai, M., & Hosseini, O. S. (2010). Morphology of urohyal bone and its importance in identification of two coral reef fishes (Perciformes: Scaridae). *Journal of aquatic sciences*, 1(3), 61–69.
- Martínez, J. A., Arteaga, M. M. C., Musi, J. L. T., & Aranda, A. A. M. (2007). Utilización de otolitos como herramienta en la determinación de especies. *Revista de Zoología*, (18), 13–18.
- McEachran, D. J., & Fechhelm, J. D. (2005a). *Fishes of the Gulf of Mexico* (Vol. 1): *Myxiniformes to Gasterosteiformes*. University of Texas Press.
- McEachran, D. J., & Fechhelm, J. D. (2005b). *Fishes of the Gulf of Mexico* (Vol. 2): *Scorpaeniformes to Tetraodontiformes*. University of Texas Press.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., & Wilson, M. V. (2016). *Fishes of the World*. John Wiley & Sons.
- Salehi N. R. V., Teimori, A., Askari, H. M., & Lashkari, M. (2017). Comparative morphology of urohyal bone and otolith in taxonomic identification of two mullet species (Mugilidae: Teleostei) in Persian Gulf. *Journal of taxonomy and biosistematics*, 8(29), 13–24.
- Sow, A. Y., Zulkifli, S. Z., & Ismail, A. (2015). Evaluation of urohyal bone for age determination in *Monopterus albus* (Zuiew, 1793). *Indian Journal of Fisheries*, 62(2), 115–117.
- Teimori, A., Motamedi, M., & Iranmanesh, A. (2018). Comparative morphology of urohyal bone in brackish water species of the genus *Aphanius* Nardo, 1827 in the Persian Gulf and Southeastern Mediterranean Sea basins (Teleostei: Aphaniidae). *Mediterranean Marine Science*, 19(2), 356–365.
- Yazdani, G., & Prakash, O. (1990). The importance of urohyal in fish systematics. *Zoological Survey of India, Gangetic Plains Regional Station, Patna*, 87(4), 277–292.
- Cómo citar:** Martínez-Pérez, J. A., Garduño-Gaona, J. S., Medina-Narvaez, L. A., Bravo-Morán, S., Blas-Garfias, C., & De la Cruz-Torres, J. (2022). Morfología comparada del hueso urohial de peces recolectados en la línea costera de Veracruz, México. *Novitates Caribaea*, (20), 84–98. <https://doi.org/10.33800/nc.vi20.311>.

ANEXO 1. MATERIAL MUSEOGRÁFICO ANALIZADO

Acanthuridae: *Acanthurus bahianus* Castelnau 1855, CUFESI 1–2; *Acanthurus chirurgus* (Bloch 1787), CUFESI 3–7; **Albulidae:** *Albula vulpes* (Linnaeus 1758), CUFESI 8; **Carangidae:** *Caranx crysos* (Mitchill 1815), CUFESI 37–49, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider 1801), CUFESI 167–168, *Selene setapinnis* (Mitchill 1815) CUFESI 186–192, *Seriola dumerili* (Risso 1810), CUFESI 193; **Centropomidae:** **Centropomus undecimalis* (Bloch 1792); **Clupeidae:** *Dorosoma petenense* (Günther 1867), CUFESI 76, *Opisthonema libertate* (Günther 1867), CUFESI 169–170; **Echeneidae:** *Echeneis naucrates* Linnaeus 1758, CUFESI 77; **Eleotridae:** *Gobiomorus dormitor* Lacepède 1800, CUFESI 98–102; **Elopidae:** *Elops saurus* Linnaeus 1766, CUFESI 78–81; **Ehippidae:** *Chaetodipterus faber* (Broussonet 1782), CUFESI 51–53; **Gerreidae:** *Diapterus auratus* Ranzani 1842, CUFESI 66–73, **Eucinostomus melanopterus* (Bleeker 1863), *Eugerres plumieri* (Cuvier 1830), CUFESI 86–88, *Gerres cinereus* (Walbaum 1792), CUFESI 96–97; **Haemulidae:** *Anisotremus virginicus* (Linnaeus 1758), CUFESI 9–14, *Conodon nobilis* (Linnaeus 1758), CUFESI 54–60, *Haemulon flavolineatum* (Desmarest 1823), CUFESI 103–105, **Haemulon macrostoma* Günther 1859; **Hemiramphidae:** *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus 1758), CUFESI 108–109, **Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani 1841); **Kyphosidae:** *Kyphosus sectatrix* (Linnaeus 1758), CUFESI 116–120; **Lutjanidae:** *Lutjanus campechanus* (Poey 1860), CUFESI 122–123, *Lutjanus griseus* (Linnaeus 1758), CUFESI 124–126, *Lutjanus synagris* (Linnaeus 1758), CUFESI 127–135, *Rhomboplites aurorubens* (Cuvier 1829), CUFESI 179, *Ocyurus chrysurus* (Bloch 1791), CUFESI 165–166; **Mugilidae:** *Mugil curema* (Valenciennes 1836), CUFESI 161–164; **Mullidae:** *Mulloidichthys martinicus* (Cuvier 1829), CUFESI 160; **Pomatomidae:** *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus 1766), CUFESI 172; **Priacanthidae:** *Priacanthus arenatus* Cuvier 1829, CUFESI 173–175; **Scaridae:** *Sparisoma chrysopterum* (Bloch & Schneider 1801), CUFESI 194; **Sciaenidae:** *Cynoscion jamaicensis* (Vaillant & Bocourt 1883), CUFESI 61–62, *Cynoscion nebulosus* (Cuvier 1830), CUFESI 63–65, *Menticirrhus americanus* (Linnaeus 1758), CUFESI 142–143, **Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823), *Micropogonias undulatus* (Linnaeus 1766), CUFESI 144–147, *Umbrina coroides* Cuvier 1830, CUFESI 201–202; **Scombridae:** **Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin 1978, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier 1829), CUFESI 183, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill 1815), CUFESI 180–182; **Scorpaenidae:** *Scorpaena plumieri* Bloch 1789, CUFESI 185; **Serranidae:** **Cephalopholis cruentata* (Lacepède 1802), *Diplectrum formosum* (Linnaeus 1766), CUFESI 75–75, *Epinephelus adscensionis* (Osbeck 1765), CUFESI 82, *Hyporthodus niveatus* (Valenciennes 1828), CUFESI 83–85; **Sparidae:** *Archosargus probatocephalus* (Walbaum 1792), CUFESI 15–21, *Calamus calamus* (Valenciennes 1830), CUFESI 35–36, **Calamus leucosteus* Jordan & Gilbert 1885; **Sphyraenidae:** *Sphyraena*

barracuda (Edwards 1771), CUFESI 195, *Sphyraena borealis* DeKay 1842, CUFESI 196; **Trichiuridae:** *Trichiurus lepturus* Linnaeus 1758, CUFESI 197–200; **Triglidae:** *Prionotus rubio* Jordan 1886, CUFESI 176–178.

* *Organismos pendientes de catalogar.*