



# NUEVO REGISTRO DE FAMILIAS DE PECES ÓSEOS EN FORMACION BAHÍA INGLESA.

Pablo Oyanadel Urbina<sup>1, 2</sup>, Jorge Carrillo-Briceño<sup>3</sup>, Jaime Villafaña<sup>2, 4</sup>, Victor Castelletto<sup>5</sup>, Cristian Varas<sup>5</sup>, Alex Albailay<sup>4</sup>, Marcelo Rivadeneira<sup>2, 1</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Biología Marina, Facultad de de Ciencias del Mar, Universidad católica del Norte (UCN), Larrondo 1281, Coquimbo, Chile; <sup>2</sup>Laboratorio de Paleobiología, Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Av. Ossandon 877, Coquimbo, Chile; <sup>3</sup>Paleontological Institute and Museum, University of Zurich, Karl-Shmid-Strasse 4, Zürich, Switzerland.; <sup>4</sup>Programa de Magister en Ciencias del Mar, UCN, Coquimbo, Chile; <sup>5</sup>Sala de colecciones Biológicas, Facultad de Ciencias del Mar, UCN, Coquimbo, Chile. <sup>6</sup>Subsecretaría de Pesca, Av. Ossandón 890, Coquimbo.

\*Mail: [pablo.oyanadel@ceaza.cl](mailto:pablo.oyanadel@ceaza.cl).

Palabras claves: Registro fósil, Fm. Bahía Inglesa, ictiofósiles, peces óseos.

**Resumen.** La formación Bahía Inglesa (Mioceno – Plioceno), es reconocida por su diversidad de vertebrados marinos fósiles. Se analizó la sistemática paleontológica de cuatro nuevas familias de peces óseos, depositado en la colección del Museo Paleontológico de Caldera. Se identificaron ictiofósiles óseos de individuos de las familias: Haemulidae, Merlucciidae, Ophidiidae y Sciaenidae, completando 10 familias descritas para la formación. Esta paleoictiofauna presenta una similitud de un 100% a la actual, basado en el coeficiente de Similitud de Simpson. Es menor al compararla con otras faunas Neógenas, 22% con Formación Pisco, Perú, y 30% con Fm. Hórcon, Chile. Se distinguieron tres grupos, uno con preferencia principalmente bentónica, asociados a la zona litoral, sublitoral (Labridae, Haemulidae, Sciaenidae, Serranidae y Oplegnathidae); un segundo pelágico-bentónico, con migración vertical, en el caso de Merlucciidae, y asociados al fondo en el límite de la plataforma y talud continental en el caso de Ophidiidae; y un tercero, pelágico presente en la zona nerítica y oceánica (Clupeidae, Istiophoridae y Scombridae). La batimetría de las familias de peces demersales, mostró preferencia por profundidades de 50 m para la plataforma continental, mientras Merlucciidae y Ophidiidae, asociados a plataforma externa y talud, con 500 m de profundidad. Finalmente se propone un paleoclima Tropical-Subtropical.

## Introducción

La relevancia paleontológica de Formación Bahía Inglesa, reside en ser una de las unidades geológicas del Neógeno más ricas en vertebrados fósiles de Chile. Para esta unidad se han registrado más de 60 especies de vertebrados, entre los que se encuentran peces elasmobranquios y óseos, reptiles, aves y mamíferos marinos, terrestres o semi-acuáticos (Rojo, 1985; Long, 1993; Walsh, 2001). Estudios realizados en condriactios, peces óseos, aves y microfósiles han determinado que la edad geológica de esta unidad corresponde a Mioceno medio-Plioceno tardío (Rojo, 1985; Achurra *et al.*, 2009). Sin embargo, el rango geocronológico más aceptado es Mioceno tardío a Plioceno sobre la base de dataciones radiométricas y correlaciones bioestratigráficas (Walsh y Suárez, 2005;

Rubilar-Rogers y Suárez, 2007). La Fm. Bahía Inglesa posee un ambiente deposicional típico de ambientes litorales neríticos, con profundidades que rondaban los 150m (Godoy *et al.*, 2003). Carreño (2012), considera rangos someros 140-200 m de profundidad para la plataforma continental externa, y el talud continental superior, 200-500 m de profundidad, aunque existen sugerencias de que llegó hasta los 800 m (Achurra *et al.*, 2009).

El estudio morfológico de los elementos óseos es una herramienta valiosa para la taxonomía, que ha permitido la definición de los grandes grupos de los vertebrados y la descripción e identificación de especies de peces y, fundamenta la discusión de afinidades y diferencias entre los mismos (Rojo, 1988; Falabella *et al.*, 1995; Watt *et al.*, 1997). Así la osteología comparada aporta elementos diagnósticos utilizables en estudios de biodiversidad, ecología trófica, filogenia, y dinámica de la alimentación de ictios. Esta suministra, elementos de juicio útiles para establecer pautas tendientes a preservar la biodiversidad, conociendo la interacción y composición del medio ambiente (Deli Antoni *et al.*, 2008), además de poder inferir características de los ambientes en que vivieron estos organismos (Walsh, 2001; Rubilar-Rogers y Suárez, 2007; Chavez, 2008; Achurra *et al.*, 2009).

En este estudio se revisan la sistemática paleontológica 4 familias nuevas de ictiofósiles óseos. Además se analizan las profundidades del paleoambiente en base a la batimetría de las 10 familias en total registradas para Fm. Bahía Inglesa, a saber: Clupeidae, Istiophoridae, Labridae, Oplegnathidae, Scombridae y Serranidae (Long, 1993; Walsh, 2001), mas las descritas en este estudio.

## Materiales y Métodos

Se revisaron 177 piezas fósiles de peces óseos depositados en la colección de fósiles del Museo Paleontológico de Caldera. El material estuvo comprendido por neurocraneos, piezas del cráneo mandibular y braquiocraneo, vertebras y complejo de la zona caudal. De estas se asignaron 64 a estructuras de peces óseos, por sus

caracteres diagnósticos, de las cuales 5 correspondían a 4 nuevas familias de la formación en cuestión. Se determinó sus caracteres diagnósticos de las piezas basado en los trabajos de: Rojo (1988), Falabella *et al.* (1995), Watt *et al.* (1997), entre otros. Se comparó el grado de similitud entre las familias presentes en las Formaciones Pisco (Perú), y Horcón (Chile central), y la fauna actual de la provincia Peruana de Chile (18°S-42°S), extraída de Ojeda *et al.* (2000), modificada con Pequeño (1989) y Falabella *et al.* (1995). Para ello se utilizó el coeficiente de similitud de Simpson (1943), basado en presencia/ausencia (Kolleff *et al.*, 2003). Finalmente, se reconstruyó las posibles profundidades del ambiente deposicional, utilizando las medianas de los rangos de profundidades preferenciales de las especies actuales presentes en la costa de Chile de las familias de los fósiles encontrados.

### Sistemática Paleontológica

Orden: GADIFORMES Günther, 1818  
Suborden: GADOIDEI (sensu, Endo, 2002)  
Familia: MERLUCCIIDAE (GILL, 1884).

Material.- Una pieza correspondiente a un dentario incompleto (MPC-467), (Fig. 1E). La pieza forma una horquilla caniniforme con dos filas de dientes grandes y puntiagudos pareados horizontalmente inmersos en alveolos dentarios notorios, presencia del surco longitudinal en la sección inferior. Las dimensiones de los fósiles son significativamente más grandes que los tamaños observados para este hueso por Falabella *et al.* (1995).

Observaciones.- La mayoría de los miembros de la familia pertenecen a especies bentopelágicas propias de la plataforma y talud continental; poseen una migración vertical diaria, y migraciones de reproducción anual (Nakamura *et al.*, 1986). Llegan a alcanzar los 1000 m de profundidad pero en general es encontrada entre los 50 y 500 m (Bianchi *et al.*, 1999). La distribución geográfica de esta familia, es amplia con ciertas discontinuidades en latitudes ecuatoriales o en sus proximidades (Nelson, 2006).

Orden: PERCIFORMES Bleeker, 1859  
Suborden: SCOMBROIDEI Bleeker, 1859  
Familia: OPHIDIIDAE. Thurmond y Jones, 1981

Material.- Dos piezas correspondientes a sección media de un neurocraneo: región orbital, parte de la ótica, y basiocraneal determinada entre etmoides laterales y hueso supraoccipital (MPC-33, MPC-208), (Fig. 1B y 1C). En las dos piezas hay coincidencia visual en tamaño y proporción en largo y ancho, posee líneas de relieve diagonales (estrías), que se cierran hacia posterior en el hueso frontal, la sección media del temporal posee una hendidura en forma de flecha que coincide con la pieza de comparación. En la parte posterior (región ótica), se aprecia, aunque con

sedimento, la base de las prolongaciones de los huesos epióticos y hueso supraoccipital a continuación de los huesos parietales, estos forman una “cruz” de un ángulo levemente menor a 90°.

Observaciones.- Esta familia, de carácter bentodemersal, posee una distribución circumtropical y subtropical en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico; mar Mediterráneo (Nelson, 2006, Froese y Pauly, 2014). Aunque existen registros para latitudes subpolares cercanas a los 56° sur en el Pacífico sudeste (Ojeda *et al.*, 2000).

Suborden: PERCOIDEI Bleeker 1859  
Familia: HAEMULIDAE Richardson 1949

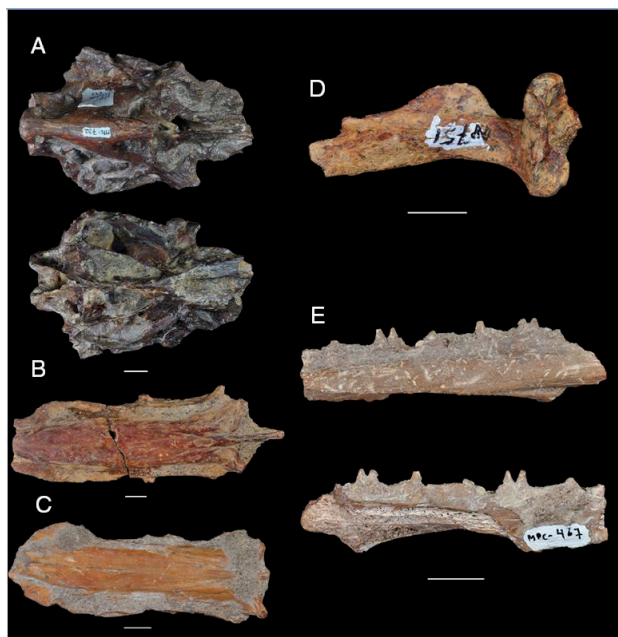
Material.- Sección proximal de maxilar izquierdo (MPC-751), (Fig. 1D). Hay una alta coincidencia visual con los dos caracteres diagnósticos que se aprecian en la pieza a saber: protuberancia superior y cabeza de la articulación. Hueso robusto, con protuberancia superior del cuerpo aparentemente más grande que la cabeza de la articulación, cabeza de la articulación alargada y procesos cortos; proceso exterior de la cabeza de la articulación de base cuadrangular. La presencia de una articulación fuerte es sinónimo de una dieta de presas duras, donde el estrés que sufre el músculo por el tamaño de la presa, provoca el crecimiento de sus células, esto hace que la estructura ósea tenga la necesidad de aumentar su tamaño, lo cual favorece la capacidad de soportar mayores cargas (Tavera, 2006). En miembros de esta familia se aprecia al igual que en la familia anteriormente mencionada la presencia de MF, lo que sugiere que parte de su alimentación este también basada en organismos de exoesqueletos duros.

Observaciones.- Poseen una distribución geográfica amplia sometida a aguas costeras circumtropicales del Atlántico, Índico y Pacífico (Nelson, 2006; Tavera, 2006; Froese y Pauly, 2014), de hábitat demersal, en playas arenosas y praderas, fondos lodosos y playas rocosas (Tavera, 2006), alcanzando los 40 m de profundidad (Tavera, 2006), aunque existen registros de profundidades cercanas a los 200 m (Froese y Pauly, 2014).

Familia: SCIAENIDAE Cuvier 1928

Material.- Sección proximal de un neurocraneo (MPC-732), (Fig. 1A). En la vista ventral, desde los huesos esfenóticos en la región orbital a la región basicraneal (craneoespinal) se aprecian: sección orbital fragmentada sin presencia de la barra ni las apófisis alares del parasfenoide, con dos cavidades en el comienzo de la capsula ótica (región ótica), estructura conformada por la fusión de los huesos proóticos, superficie posterior del parasfenoide, y basiooccipital, esta última estructura contiene los cóndilos articulares que encajan la primera vertebra precaudal o atlas. En vista dorsal se aprecian en región orbital, frontales fusionados con indicio de la cresta supraoccipital. La región basiocraneal está destruida y se aprecian dos grandes cavidades en la región ótica.

Observaciones.- Presentes en costas tropicales, subtropicales y en menor medida en zonas templadas al oeste y sur de África, desde la península de Yucatán a Argentina en el Atlántico oeste y costas europeas del mismo océano, costas de Noruega y Suiza, IPO, ambas costas de Sudamérica ( Grubich, 2005; Takeuchi y Huddleston, 2006), altamente asociados al bentos (demersales), generalmente en un rango de profundidad de 15-200 m de profundidad (Chao, 1986). Existen, sin embargo, registros del Pacífico oriental en profundidades de 600 m (Chao, 1995). Su hábitat corresponde a aguas costeras y plataforma continental, arrecifes de aguas someras, especialmente bahías, canales estuarinos, embalses, manglares, lagos, lagunas, pastos marino y desembocaduras de ríos, principalmente en fondos fangosos (Gonzales de Melo *et al.*, 2014).

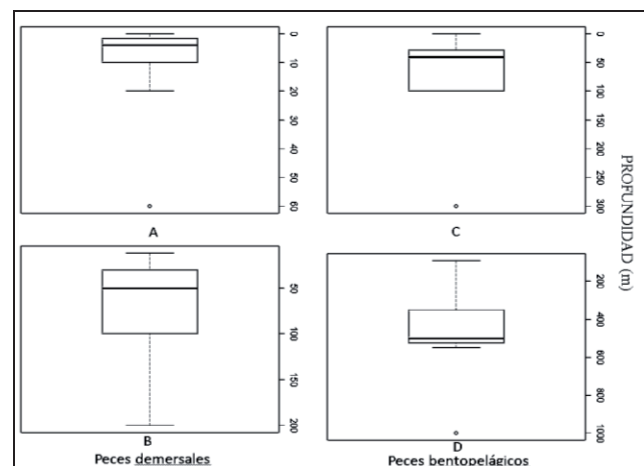


**Figura 1:** Fósiles de peces óseos presentes en Fm. Bahía Inglesa. A, vista ventral y dorsal de un neurocraneo de Sciaenidae; B y C, vista dorsal de neurocraneos de Ophidiidae. D, vista lateral interna de maxilar de la familia Haemulidae; E, vista lateral externa e interna de dentario de Merlucciidae. Escala 1 cm.

### Discusión y Conclusiones.

Las familias de peces óseos fósiles registradas anteriormente para esta formación son: Clupeidae, Istiophoridae, Labridae, Oplegnathidae Scombridae, Serranidae (Long, 1993; Walsh, 2001, Chavez, 2008). En este trabajo se identificaron, ictiofósiles óseos de individuos pertenecientes a las nuevas familias: Haemulidae, Merlucciidae, Ophidiidae, Sciaenidae. Esta paleoictiofauna presenta una similitud de un 100% a la actual, basado en el coeficiente de Similitud de Simpson. Su similitud es menor al compararla con otras faunas Neógenas; a pesar de su cercanía geográfica es posible que

la fauna Pliocénica de Fm. Horcón, 30% similitud, refleje una ictiofauna de características más frías, siendo la ictiofauna de este estudio mas comparable a la fauna coeval de Fm. Pisco, 22% similitud. La mayor similitud con Horcón podría atribuirse a la menor distancia (700 km), en comparación a Pisco (2300 km). No obstante, no es posible descartar diferencias temporales, i.e. las formaciones presentan rasgos estratigráficos que se sobrepone solo parcialmente. Dentro de las familias encontradas se distinguieron tres grupos, uno con preferencia principalmente bentónica (demersales), de alimentación durófaga, asociados a la zona litoral, sublitoral y, plataforma continental (Labridae, Haemulidae, Sciaenidae, Serranidae y Oplegnathidae); un segundo grupo de preferencia pelágica-bentónica (Bentopelagicos y Bentodemersales), principalmente piscívoro, que poseen hábitat duales, con migración vertical, en el caso de Merlucciidae, y asociados al fondo en el límite de la plataforma y talud continental en el caso de Ophidiidae. Y un tercer grupo de hábitat pelágico en la zona nerítica y oceánica (Clupeidae, Istiophoridae y Scombridae). Las profundidades preferenciales de las familias, aunque amplias por poseer algunos de estos taxos miembros con diferencias significativas en su batimetría, no concuerdan con las profundidades que proponen anteriores trabajos (Walsh, 2001; Achurra *et al.*, 2009). Los peces de hábitos demersales, presentaron como profundidad máxima preferencial los 50 m en la plataforma continental; por otro lado las familias asociadas al fondo en la plataforma externa y talud continental, indican valores cercanos a 500 m. (Fig. 2). Todas las familias tienen representantes en zonas tropicales a templadas de todos los océanos, excepto Merlucciidae que posee representantes desde regiones templadas a polares. Istiophoridae como familia, es cosmopolita, sin embargo sus géneros son mas regionalizados (Nakamura, 1983).



**Figura 2:** Análisis de cuartiles de las profundidades máximas y mínimas preferidas por las especies actuales representativas de las 10 familias registradas para Fm. Bahía Inglesa. La línea negra representa la mediana de los datos.

Por la amplia variedad de hábitats de los miembros de estas familias, es necesario identificar los restos fósiles a un nivel taxonómico menor (genero, especie), lo que daría rangos de distribución latitudinal, de temperatura y preferencia de hábitats mas acotado y se podría realizar una reconstrucción paleoambiental mas certera.

### Agradecimientos

Se agradecen la información prestada por Dr. Héctor Flores y Jorge Avilés. Al Museo paleontológico de Caldera (MPC), en particular a la administradora Annie Olivares, y a los curadores Maurice Guicharrouse y Gabriel Roa por el apoyo en la facilitación muestras fósiles. Estudio financiado por Proyecto FONDECYT #1140841 (MMR).

### Referencias

- Achurra, L.E.; Lacassie, J.P.; Le Roux, J.P.; Marquardt, C.; Belmar, M.; Ruiz del Solar, y J., Ishman S.E. 2009. Manganese nodules in the Miocene Bahía Inglesa Formation, north-central Chile: Petrography, geochemistry, genesis and palaeoceanographic significance. *Sedimentary Geology* 217: 128–139.
- Bianchi, G.; K.E. Carpenter; J-P. Roux; F.J. Molloy; D. Boyer y H.J. Boyer. 1999. FAO species identification field guide for fishery purposes. The living marine resources of Namibia. FAO, Rome. 250p.
- Carreño, C. 2012. Ambiente deposicional de la formación Bahía Inglesa (Neógeno), en la cuenca de caldera, III región. Memoria para optar al título de geólogo. Universidad de Chile, Departamento de Geología. 109p.
- Carrillo-Briceño, J. 2011. Significado paleoambiental y paleoecológico de la fauna marina del Plioceno de la Formación Horcón, Región de Valparaíso, Chile central. Tesis para optar al grado de Magister en Oceanografía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 154p.
- Chao, L.N. 1986. A synopsis on zoogeography of the Sciaenidae. Pages 570-589 in T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura, eds. *Indo-Pacific fish biology: Proc. Second Int'l Conf. Indo-Pacific Fishes*. Ichthyological Society of Japan, Tokyo.
- Chao, N.L. 1995. Sciaenidae, En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, V.H. Niem (Eds.), *Guía FAO para la identificación para los fines de la pesca, 2, Pacífico centro-oriental*. 1427–1518.
- Chávez, M. 2008. La Ornitofauna de la Formación Bahía Inglesa, Caldera Chile. Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al Grado de Licenciado en Ciencias Biológicas. Escuela de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. 165p.
- Deli Antoni, M. Y.; González Castro, M.; y Díaz de Astarloa Juan, M. 2008. Análisis de la morfología ósea de peces de la laguna costera Mar Chiquita, Argentina. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(2): 355-380.
- Falabella, F.; R. Meléndez y M. L. Vargas. 1995. Claves osteológicas para peces de Chile central, un enfoque arqueológico. Editorial Artegrama, Santiago. 208 p.
- Froese R. y D. Pauly (eds) (2014) *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. versión (11/2014).
- Godoy, E., Marquardt, C., Blanco, N. 2003. Geología de la carta Caldera, región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Básica. Mapa escala 1:100.000. Santiago.
- García-Abad, M. C.; M. Tapia-García; A. Yáñez-Arancibia y P. Sánchez-Gil. 1999. Distribución, Abundancia y Reproducción de *Harengula jaguana* Goode y Bean, 1879, en la Plataforma Continental del Sur del Golfo de Mexico (Pisces: Clupeidae). *Biotropica*, Vol. 31, (3): 494-501.
- Gonzales de Melo, F. A.; Do Nascimento, Melo R.; Borges de Resende L. 2014. Ichthyofauna of coastal lakes and the Igarazu River in ilha Grande, delta do Parnaíba, Parnaíba, Piauí state, northeastern Brazil. *Check list* 10(6):1270-1276.
- Koleff P.; Kevin J. Gaston y Jack J. Lennon. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*. 72: 367–382
- Long, J. D. 1993. Late Miocene and early Pliocene Fish assemblages from the north central coast of Chile. *Tertiary Research*. 14(3): 117-126
- Nakamura, I. 1983. Systematics of the billfishes (Xiphiidae and Istiophoridae). *Publ. Seto mar. biol. Lab.* 28: 255-396.
- Nakamura, I.; T. Inada; M. Takeda y H. Hatanaka. 1986. Important fishes trawled off Patagonia. *Japan Marine Fishery Resource Research Center*, Tokyo. 369 p.
- Pequeño, G. R. 1989. Peces de Chile, Lista sistemática revisada y comentada. *Rev. Biol. Mar.* 24(2): 1-132.
- Rojo, M. A. 1985. Un aporte al conocimiento del Terciario marino: Formación Bahía Inglesa. *Actas Congreso Geológico Chileno*. 4: 1.514-1.533.
- Rojo, A.L. 1988. Diccionario enciclopédico de anatomía de peces. *Monografías del Instituto Español de Oceanografía N° 3*: 1-566.
- Rubilar-Rogers, D.; Suárez, M. 2007. Nuevos fósiles de Crocodyliformes del Neógeno del Desierto de Atacama. *Internacional Geological Congress on the Southern Hemisphere*. Libro de Resúmenes p. 142.
- Suárez, M.E y C. Marquardt. 2003. Revisión preliminar de las faunas de peces elasmobranquios del Mesozoico y Cenozoico de Chile: su valor como indicadores cronoestratigráfico. *X Congreso Geológico Chileno*, Concepción. 9p.
- Takeuchi, G.T. y R.W. Huddleston. 2006. A new late Miocene species of Sciaenid fish, based primarily on an in situ otolith from California. *Bull. Southern California Acad. Sci.*, 105(1):30–42.
- Tavera, J. L., 2006. Análisis Filogenético y biogeográfico del género *Anisotremus* Gill, 1861 (PERCIFORMES: HAEMULIDAE). Tesis para obtener el grado de Magister en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. 103p.
- Walsh, A. A. 2001. The Bahía Inglesa Formation Bonebed: Genesis and palaeontology of a Neogene konzentrat lagerstätte. A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. School of Earth and Environmental Sciences, University of Portsmouth, United Kingdom. 441p.
- Watt G., Pierce J., Boyle R. 1997. Guide to the identification of north sea fish using premaxillae and vertebrae. Department of Zoology, University of Aberdeen, Scotland, United Kingdom. 231p.
- Walsh, S.A., Suárez, M. E. 2005. First post-Mesozoic record of Crocodyliformes from Chile. *Acta Palaentologica Polonica*. 50: 595–600.
- Westneat M.W., Hoese W., Pell Ch. A., y Wainwright A. S. 1993. The horizontal septum: Mechanisms of force transfer in locomotion of Scombrids fishes (Scombridae, Perciformes). *Journal of Morphology*. 217: 1836-204.