



Latin American Journal of Aquatic
Research

E-ISSN: 0718-560X

lajar@ucv.cl

Pontificia Universidad Católica de
Valparaíso
Chile

Del Moral-Flores, Luis Fernando; Guadarrama-Martínez, Miguel Ángel; Flores-Coto,
César

Composición taxonómica y distribución de los cefalocordados (Cephalochordata:
Amphioxiformes) en México

Latin American Journal of Aquatic Research, vol. 44, núm. 3, julio, 2016, pp. 497-503

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=175046920008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Research Article

Composición taxonómica y distribución de los cefalocordados (Cephalochordata: Amphioxiformes) en México

Luis Fernando Del Moral-Flores¹, Miguel Ángel Guadarrama-Martínez¹ & César Flores-Coto²

¹Laboratorio de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala
Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México, México

²Laboratorio de Zooplancton, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior, México

Corresponding autor: Luis Del Moral-Flores (delmoralfer@gmail.com)

RESUMEN. A partir de especímenes examinados, revisión de colecciones de referencia y literatura, se determina la presencia en los mares mexicanos de cuatro especies de cefalocordados (dos géneros y una familia). Además, se precisan las localidades de registro y una clave taxonómica para su identificación. En el Golfo de México y Caribe mexicano se registra la presencia de tres de las cuatro especies, de las cuales *Branchiostoma caribaenum* tiene la mayor área de distribución, desde la costa de Veracruz hasta la Península de Yucatán; *B. longirostrum* solo está registrada en la zona occidental del Golfo de México y *Asymmetron lucayanum* frente a la costa noreste de Yucatán. *Branchiostoma californiense* es la única registrada en la costa del Pacífico mexicano pero tiene amplia distribución.

Palabras clave: anfioxos, protocordados, acrania, Branchiostomatidae.

Taxonomic composition and distribution of cephalochordates (Cephalochordata: Amphioxiformes) from Mexico

ABSTRACT. Based on the number of specimens examined, review of reference collections and literature, we determined the presence of four cephalochordates (two genera and one family) in the seas of Mexico; moreover, the registry of the locations is denoted also a taxonomic key for their identification comes attached. The presence of three of the four species for the Gulf of Mexico and the Mexican Caribbean is registered, of which *Branchiostoma caribaenum* has the largest distributional area, from Veracruz coasts to the Yucatan Peninsula; *B. longirostrum* has been registered only on the west part of the Gulf of Mexico and *Asymmetron lucayanum* in front of the northeastern coast of Yucatan. *Branchiostoma californiense* is the only one registered on the Pacific coast of Mexico but it counts with a wider distribution.

Keywords: acrania, anfioxus, protochordata, Branchiostomatidae.

INTRODUCCIÓN

El phylum Chordata está representado por organismos deuterostomados, cuyas sinapomorfias más evidentes son: presencia de notocorda, hendiduras faríngeas, endostilo, epineuria (posición dorsal del tubo neural) y una cola postanal (extensión corporal posterior al ano) (Barrington, 1965; Florkin & Scheer, 1974; Gans & Bell, 2001). Este phylum comprende tres subphylum: Urochordata (ascidias, salpas, barrilitos de mar y apendicularias), Cephalochordata (anfioxos o lancetas de mar) y Vertebrata (e.g., Myxini, Cephalaspido-

morphii, Chondrichthyes, Actinopterygii, Sarcopterygii) (Kirkaldy, 1895; Parker & Haswell, 1987; Nelson, 2006).

Los cefalocordados, comprenden una sola familia (Branchiostomatidae) y son conocidos comúnmente como anfioxos o lancetas de mar. Se reconocen por la presencia de una notocorda persistente, algunas veces visible a través de la pared corporal, que se extiende hasta el extremo anterior del cuerpo; forma corporal ahusada en ambos extremos (de donde deriva el nombre de “*Amphioxus*”, Fig. 1); y finalmente por

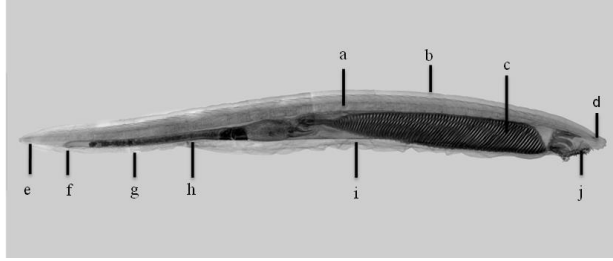


Figura 1. Características típicas de un cefalocordado juvenil. a) notocorda; b) aleta dorsal; c) faringe con hendiduras; d) rostro; e) aleta caudal; f) ano; g) aleta ventral (preanal); h) atrioporo; i) pliegues metapleurales; j) campana oral con tentáculos (cirros).

una metamerización, marcada en los paquetes musculares corporales (miotomos) que están agrupados y separados por tejido conjuntivo (mioseptos) (Kirkaldy, 1895). En la actualidad, se considera válidas a 35 especies de cefalocordados, todas incluidas en la familia Branchiostomatidae, repartidas en tres géneros: *Asymmetron*, *Branchiostoma* y *Epigonichthys* (Poss & Boschung, 1996; Nishikawa, 2004; Nelson, 2006; Yu & Holland, 2009).

Son exclusivamente marinos, con amplia distribución en aguas templadas y tropicales. La mayoría de las especies son de hábitos bentónicos que viven en aguas someras cercanas a la costa, aunque algunas pueden habitar a grandes profundidades y otras pasan la mayor parte de su vida formando parte del plancton (Richardson & McKenzie, 1994; Gibbs & Wickstead, 1996; Nishikawa, 2004). Todas las especies son dioicas y sin dimorfismo sexual aparente. Las larvas pueden ser bentónicas o planctónicas (Florkin & Scheer, 1974; Poss & Boschung, 1996; Yu & Holland, 2009). Las especies bentónicas se encuentran asociadas a fondos arenosos donde se entierran dejando al descubierto solamente los tentáculos orales para la captura de su alimento; también se encuentran en sustratos constituidos por sedimentos areno-fangosos con tamaño grande de partícula. Sin embargo, los fondos fangosos así como las bajas salinidades pueden ser factores limitantes en su distribución en zonas estuarinas (Barrington, 1965; Parker & Haswell, 1987; Álvarez-León, 2001) y aunque se registran comúnmente en aguas libres de contaminación, pueden distribuirse en zonas con alto impacto antropogénico (Silva *et al.*, 2008; Vargas & Dean, 2010).

Debido a su forma de vida, juegan un rol importante en los recambios de energía dentro de los ecosistemas marinos. Además tienen un alto valor en los estudios evolutivos, por presentar características tanto del grupo de los cordados (*e.g.*, notocorda, hendiduras faríngeas, epineuría), como de otros organismos menos especializados (*e.g.*, presencia de protonefridios, carencia de

estructuras óseas y sensoriales especializadas, así como de extremidades pareadas) (Barrington, 1965; Parker & Haswell, 1987; Silva *et al.*, 2008; García-Fernández & Benito-Gutiérrez, 2009; Yu & Holland, 2009).

A pesar de su importancia, su estudio en aguas mexicanas ha sido muy escaso. De hecho, sólo existen tres trabajos. Chávez (1964, 1965) registra por primera vez una especie para el Atlántico mexicano (*Branchiostoma caribaeum*) en Veracruz (Isla Sacrificios), Campeche (Sonda de Campeche), y Boschung (1986) registra la presencia de *Branchiostoma longirostrum* en el sur del Golfo de México. Puede mencionarse también la contribución de Cameron (2009), que hizo una recopilación de los trabajos previos pero sin actualizar la taxonomía de las especies.

Debido al escaso conocimiento sobre la composición específica de los cefalocordados que habitan en los mares mexicanos, se presenta una sinopsis de la información disponible sobre las especies registradas en México, y se incluyen los registros de especímenes revisados, así como una breve clave de identificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se examinaron 3.347 especímenes recolectados en diversas localidades de los mares mexicanos. La mayoría de ellos (3.311) fueron capturados durante muestreos realizados en septiembre y octubre de 2003, en el Golfo de México. El material biológico se recolectó mediante un muestreo vertical desde 50 m de profundidad a superficie, usando una red cónica de 30 cm de boca y apertura de malla de 200 μm . Cada muestra fue fijada en formalina al 4%. Además, se revisaron 229 registros de ejemplares depositados en colecciones científicas (CAS: California Academy of Sciences, Ichthyological Collection; CMNFI: Canadian Museum of Nature, Fish Collection; CNPE-IBUNAM: Colección Nacional de Peces, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; CYMX-CINVESTAV-IPN: Colección de Invertebrados Bentónicos de Yucatán, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-Mérida, Instituto Politécnico Nacional; LACM: Natural History Museum of Los Ángeles County; SIO: SCRIPPS Institution of Oceanography Marine Vertebrate Collection; USNM: Smithsonian National Museum of Natural History, Vertebrate Zoology; UAIC: University of Alabama Ichthyological Collection. Acrónimos de acuerdo con Sabaj-Pérez (2014).

RESULTADOS

El análisis del material examinado evidencia la presencia de dos géneros y cuatro especies de la familia Branchiostomatidae: *Asymmetron lucayanum*, *Branchiostoma caribaeum*, *B. longirostrum* y *B. californiense*.

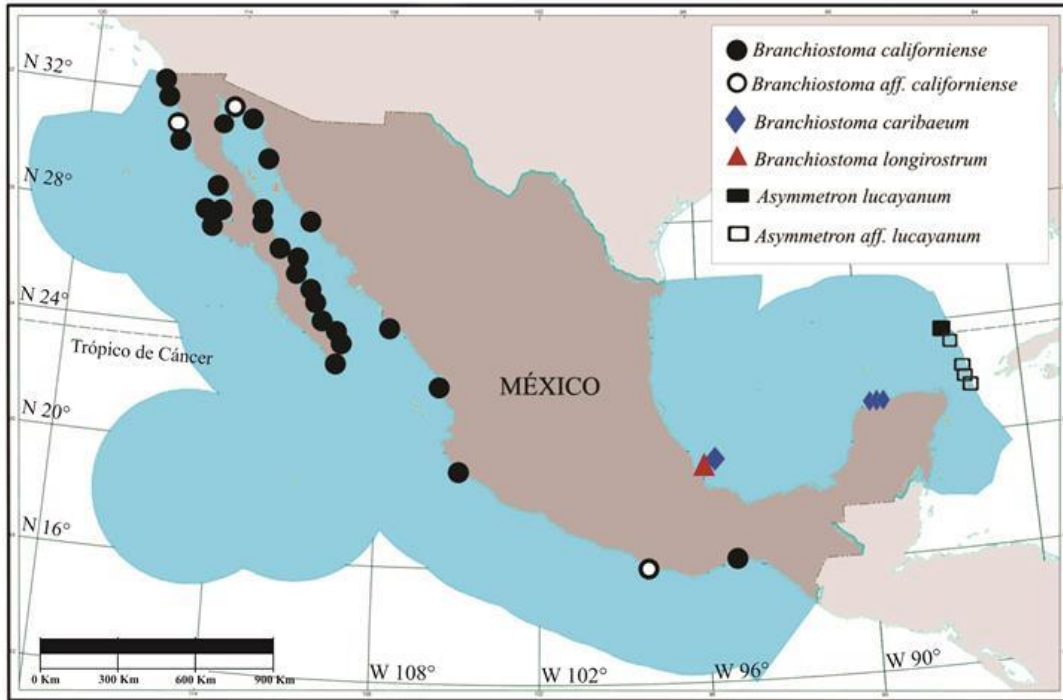


Figura 2. Mapa de distribución de las especies de cefalocordados registradas para las costas de México. Algunos símbolos representan más de un registro.

Las tres primeras están presentes en el Golfo de México y Caribe; mientras que *B. californiense* es la única registrada en el Pacífico mexicano, donde está ampliamente distribuida (Fig. 2).

Distribución y aspectos relevantes de la taxonomía de las especies registradas en aguas mexicanas

Phylum Chordata Haeckel, 1874

Clase Leptocardii Müller, 1845

Orden Amphioxiformes Anónimo (= Pharingobranchii; Branchiostomiformes; Amphioxi)

Familia Branchiostomatidae Bonaparte, 1846 (= Cirrostomi)

De acuerdo a Poss & Boschung (1996) este es el nombre correcto para la familia, pero otros autores la refieren erróneamente como Branchiostomidae (Gill, 1893; Kirkaldy, 1895; Bigelow & Farfante, 1948; Parker & Haswell, 1987; Cameron, 2009).

Género *Branchiostoma* Costa, 1834

Branchiostoma Costa, 1834: 49. Genotipo: *Branchiostoma lubricum* Costa [= *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas, 1774)].

Para el nombre genérico y común, en innumerables estudios se encuentra el nombre de “*Amphioxus*”, para designar a todas las lancetas o para un género típico, a pesar que está universalmente aceptado el hecho de que *Amphioxus* es una homonimia estricta de *Branchiostoma*.



Figura 3. Esquema representativo de *Branchiostoma californiense*. Modificado de Kirkaldy (1895).

Branchiostoma californiense Andrews, 1893 (Fig. 3)

Branchiostoma californiense Andrews, 1893: 238, 241 (descripción original; localidad tipo: San Diego, California, U.S.A.).

Diagnosis: fórmula de miotomos: 40 (40-45) preatrioporaes + 18 (14-19) del atrioporo al ano + 9 (8-9) postanales = 67 (64-71) totales. Cámaras radiales dorsales 355 (317-419). Cámaras radiales ventrales (o preanales) 44 (35-59). Número máximo de gónadas = 36. Ano situado muy posteriormente de la parte media del lóbulo inferior de la aleta caudal. Campana oral y cirros reducidos, de menor tamaño mientras mayor sea la edad del organismo. Rostro muy reducido. Talla máxima = 83,5 mm, es la especie más grande dentro del género (Poss & Boschung, 1996).

Distribución en México: se distribuye desde la costa noroccidental de la Península de Baja California hasta la costa de Oaxaca, incluyendo al Golfo de California. Es posible que su distribución alcance la costa sur de Chiapas, debido a que hay registros en Centroamérica

(Poss & Boschung, 1996; Vargas & Dean, 2010), pero es evidente la carencia de estudios sobre estos organismos.

Referencias: Jordan & Evermann (1896: 4); Beebe & Tee-Van (1941: 89).

Registros de colección: Baja California (CAS 18770, LACM 22402, SIO 62-169, USNM 46683); Baja California Sur (CAS 48449, CMNFI 1968-1330.1, LACM 21901, SIO 61-251); Jalisco (LACM 22314); Nayarit (LACM 22418); Oaxaca (CNPE-IBUNAM 10103, LACM 23237); Sinaloa (FACIMAR s/c, SIO 59-199); Sonora (USNM 232568, SIO 59-40).

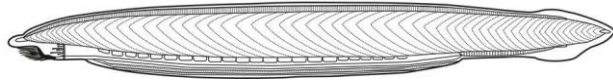


Figura. 4. *Branchiostoma caribaeum*, vista lateral generalizada. Modificado de Bigelow & Farfante (1948).

Branchiostoma caribaeum Sundevall, 1853 (Fig. 4)

Branchiostoma caribaeum Sundevall, 1853: 12 (descripción original; localidad tipo: Saint Thomas, Islas Vírgenes, Caribe).

Diagnosis: Fórmula de miótomos: 37 (27-37) peratrioporaes + 15 (11-18) del atrioporo al ano + 9 (7-10) postanales = 61 (57-65) totales. Cámaras radiales dorsales 295 (228-341). Cámaras radiales ventrales 32 (22-50). Número máximo de gónadas = 27. Ano muy cerca de la parte media del lóbulo inferior de la aleta caudal. Rostro reducido, aleta rostral ligeramente separada de la aleta dorsal por una pequeña depresión. Talla máxima = 54,8 mm.

Distribución en México: desde la costa central de Veracruz hasta la Península de Yucatán. Es muy probable que se encuentre en otras localidades del Golfo de México y costas del Caribe mexicano. Sin embargo, la falta de estudios ha impedido conocer en detalle sus patrones de distribución.

Referencias: Chávez (1964: 705; 1965: 153).

Registros de colección: Campeche (ICMyL s/n); Yucatán (CYMX-27169-PR).



Figura. 5. Esquema representativo de *Branchiostoma longirostrum*. Modificado de Boschung (1983).

Branchiostoma longirostrum Boschung, 1983 (Fig. 5)

Branchiostoma longirostrum Boschung, 1983: 92 (descripción original; localidad tipo: aproximadamente 24 km al sur de Mobile Bay, Alabama, 30°03'N, 88°03'W, fondo arenoso a una profundidad de 18 m).

Diagnosis: Fórmula de miótomos: 36 (34-38) preatrioporaes + 15 (15-19) del atrioporo al ano + 10 (10-12) postanales = 69 (66-73) totales. Cámaras radiales dorsales 242 (209-269). Cámaras radiales ventrales 40 (26-53). Número máximo de gónadas = 30. Ano muy cerca o posterior de la parte media del lóbulo inferior de la aleta caudal. Rostro bien desarrollado, sobresaliente del cuerpo, aleta rostral continúa con la dorsal. Talla máxima = 58 mm.

Referencias: Chávez (1964: 705, *in parte*); Boschung (1986: 151).

Registros de colección: no existe. Distribución en México: se distribuye en la parte occidental del Golfo de México, y su registro más meridional corresponde a la costa central del Estado de Veracruz. Boschung (1986) indica que los especímenes mexicanos son los primeros registros en el Golfo de México al sur del Trópico de Cáncer y los primeros en profundidades <11 m.

Género *Asymmetron* Andrews, 1893

Asymmetron Andrews, 1893: 34. Genotipo: *Asymmetron lucayanum*.

Las etapas juveniles de *Asymmetron lucayanum* han sido confundidas, al punto que Gill (1895) generó una nueva familia Amphioxidae, actualmente no válida (Hubbs, 1922; Bigelow & Farfante, 1948; Parker & Haswell, 1987; Gibbs & Wickstead, 1996; Poss & Boschung, 1996). Esta etapa larvaria-juvenil puede considerarse un parataxon, por lo que se incluye en la clave artificial para distinguir entre las etapas larvarias y adultos de los anfioxos.

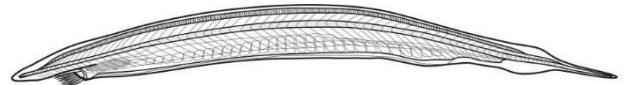


Figura. 6. Esquema representativo de *Asymmetron lucayanum*. Modificado de Andrews (1893).

Asymmetron lucayanum Andrews, 1893 (Fig. 6)

Branchiostoma pelagicum fue descrita por Günther (1889) y se empleó como genotipo de *Epigonichthys* Hubbs, 1922, por tanto *Asymmetron lucayanum* descrita a su vez por Andrews (1893) había sido relegada como sinonimia de *Epigonichthys* (Poss & Boschung, 1996). Sin embargo, estudios recientes revalidan el género *Asymmetron* (Nishikawa, 2004). Hubbs (1922) separa los géneros *Asymmetron* y *Epigonichthys*, creando para ésta su propia familia (Epigonichthyidae). Otros autores como Bigelow & Farfante (1948), Nelson (2006), y Cameron (2009) consideran que las diferencias de *Asymmetron* con los otros dos géneros son suficientes para validar la existencia de la familia Epigonichthyidae. Aquí se

sigue la propuesta de Poss & Boschung (1996) y por tanto se considera válida solo a la familia Branchiostomatidae.

Asymmetron lucayanum Andrews, 1893: 34 (descripción original; localidad tipo: estación marina Johns

Hopkins, Alice Town, norte de Bimini, Bahamas, fondo de arena calcárea).

Diagnosis: Fórmula de miótomos 36 (36-52) preatrioporales + 16 (13-18) del atrioporo al ano + 8 (7-9) postanales = 60 (55-62) totales. Cámaras radiales dorsales 307 (167-484). Cámaras radiales ventrales 42 (0-68). Número máximo de gónadas = 29. Ano anterior de la parte media del lóbulo inferior de la aleta caudal. Gónadas presentes en una hilera, únicamente del lado derecho del cuerpo; aleta caudal variable, donde la notocorda sobrepasa la musculatura y se forma un proceso urostiloide. Metapleura derecha continua con la aleta ventral media, que pasa a la derecha del ano. Campana preoral extensa, cirros unidos por una membrana en la mayor parte de su longitud, con cirros intrabucales. Proceso notocordal rostral largo, aleta rostral muy variable en forma y en el resto de sus aletas debido a sus hábitos pelágicos (Bigelow & Farfante, 1948). Aleta caudal reducida a ausente. Talla máxima = 90 mm.

Distribución en México: hacia el extremo noreste de la costa de Yucatán.

Referencias: Ninguna.

Registros de colección: Yucatán (UAIC 6244.01).

DISCUSIÓN

En México se encuentran representadas solo cuatro de las 35 especies de cefalocordados consideradas válidas a nivel mundial (Poss & Boschung, 1996; Cameron, 2009): *Branchiostoma californiense*, *B. caribaeum*, *B. longirostrum* y *Asymmetron lucayanum*. La primera es la única especie reconocida para el Pacífico mexicano, donde está ampliamente distribuida, las otras tres ocurren en el Golfo de México y Caribe.

Entre la literatura analizada se hace mención al registro de *Branchiostoma floridae* Hubbs, 1922 en colectas provenientes de México (Poss & Boschung, 1996; Cameron, 2009). Sin embargo, no se encontró ningún espécimen o registro que valide su presencia en aguas jurisdiccionales del país. De igual modo, Poss & Boschung (1996) mencionan dos registros de *B. elongatum* Sundevall, 1852 para Bahía Thurloe, Baja California, México, ambos resguardados en la colección del USNM. Al ser verificada su georreferencia de recolecta se encontró que ésta corresponde a la parte baja de California, USA. La identidad de estos

organismos debe ser verificada, debido a que *B. elongatum* sólo está registrada en las costas de Perú y Chile, incluyendo a las islas Galápagos (Vergara *et al.*, 2012).

Estudios recientes evidencian que *Asymmetron lucayanum*, especie de distribución circunglobal, es en realidad un complejo de especies crípticas, representadas por poblaciones de tres regiones marinas definidas: grupo del Atlántico, del Pacífico centro-occidental y del Indopacífico occidental (Kon *et al.*, 2006, 2007). Este enmascaramiento puede suceder en ciertas especies mexicanas, como en *B. californiense*, debido a que posee una amplia distribución a lo largo de la costa del Pacífico oriental. Sin embargo, es recomendable una revisión taxonómica detallada de esta especie, considerando la tendencia de especiación simpátrica en los cefalocordados (Poss & Boschung, 1996; Kon *et al.*, 2006).

Con respecto a los caracteres anatómicos empleados en su taxonomía, se ha considerado el uso de las hendiduras faríngeas y cirros orales como caracteres diagnósticos, aunque Poss & Boschung (1996) señalan una gran variación ontogénica en el número y disposición anatómico de estas estructuras. Se menciona además una amplia variabilidad intra-específica en las especies americanas. En algunas de ellas, por ejemplo, puede variar el número de miótomos afectando la posición relativa del atrioporo y el ano, alteración posiblemente influenciada por la temperatura en su desarrollo (Hubbs, 1922; Nishikawa, 1981). Esto dificulta el establecimiento de proporciones estándar para definir a una especie determinada, aunado a la afectación en tamaño y forma de los caracteres como aletas (rostral, dorsal y caudal) de los organismos que se han fijado y permanecen preservados en colecciones de referencia (Poss & Boschung, 1996); esta es una problemática en la taxonomía de los cefalocordados. En la actualidad, se ha enfatizando la importancia de los estudios a nivel molecular, para facilitar el reconocimiento de especies (Nohara *et al.*, 2004; Kon *et al.*, 2006, 2007), así como para identificar su relación evolutiva con los cordados (Holland & Holland, 2001; Holland *et al.*, 2008; Yu *et al.*, 2008).

Para verificar su estatus taxonómico actual y elaborar una clave que permita distinguir las especies registradas en México, se consultaron las descripciones originales de las especies, diagnosis básicas, revisiones sistemáticas y su contraste con ejemplares depositados en colecciones de referencia (Costa, 1834; Andrews, 1893; Hubbs, 1922; Bigelow & Farfante, 1948; Boschung, 1983; Richardson & McKenzie, 1994; Poss & Boschung, 1996).

Clave para los anfioxos/lancetas registrados en aguas marinas de México

1a Boca como una hendidura orientada hacia el lado izquierdo del cuerpo, sin cirros orales; cámara atrial abierta; hendiduras faríngeas en una sola serie, hacia la zona ventral o lateralmente contrarias a la boca; sin gónadas visibles o sólo cómo rudimentosparataxón "Amphioxidae", etapa larvaria

1b Boca de tamaño y posición media, con cirros orales; cámara atrial cerrada, hendiduras faríngeas pareadas y laterales, dentro de la cámara atrial, que presenta su salida en un atrioporo; gónadas en ocasiones visibles a través de la pared del cuerpo, dependiendo del estado de maduración.....2.

2a Más de 64 miótomos; con un mínimo de 50 cámaras radiales ventrales.....3.

2b Menos de 64 miótomos; sin cámaras radiales ventrales o cuando presentes menos de 504.

3a Más de 300 cámaras radiales dorsales. Fórmula de miótomos: 40 a 45 (44) + 14 a 19 (16) + 8 a 9 (9); proceso rostral corto.....*Branchiostoma californiense* (Fig. 3).

3b Menos de 300 cámaras radiales dorsales. Fórmula de miótomos: 34 a 38 (36) + 15 a 19 (16) + 10 a 12 (10); proceso rostral largo (2,9% de la LT)....*B. longirostrum* (Fig. 5).

4a Pliegues metapleurales simétricos, terminando cerca del atrioporo; gónadas simétricas, visibles en ambos pliegues; sin proceso urostiloide; fórmula de miótomos: 27 a 37 (37) + 11 a 18 (15) + 7 a 10 (9)*B. caribaeum* (Fig. 4).

4b Pliegues metapleurales asimétricos, el pliegue derecho continúa con la aleta caudal, pasando a la derecha del ano; gónadas asimétricas, sólo en el pliegue derecho; proceso urostiloide largo; fórmula de miótomos: 36 a 52 (36) + 13 a 18 (16) + 6 a 9 (8).*Asymmetron lucayanum* (Fig. 6).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda brindada por las diferentes instituciones y responsables de las principales colecciones ictiológicas y bentónicas de referencia. Al Dr. Stuart G. Poss por habernos brindado amablemente una copia de su obra. A los Dres. G.M. Torres Alfaro (CICIMAR) y J.R. Bastida Zavala (UMAR, Puerto Ángel) por su apoyo y préstamo de material científico. MAGM agradece el apoyo brindado durante sus estudios de licenciatura a J.A. Martínez-Pérez, J.L. Tello-Musi y M.M. Chávez-Arteaga (FES-I).

REFERENCIAS

Álvarez-León, R. 2001. *Branchiostoma caribeum* (Pisces: Myxinidae) en las costas del Caribe colombiano. *Dahlia, Rev. Asoc. Colomb. Ictiol.*, 4: 47-50.

- Andrews, E.A. 1893. An undescribed acraniate: *Asymmetron lucayanum*. *Stud., Biol. Lab. Johns Hopkins Univ.*, 5: 213-247.
- Barrington, E.J.W. 1965. The biology of Hemichordata and Protochordata. Freeman and Company, San Francisco, 176 pp.
- Beebe, W. & J. Tee-Van. 1941. Fishes from the Tropical Eastern Pacific. From Cedros Island, Lower California, South to the Galápagos Islands and Northern Peru Part 1. Lancelets and Hag-fishes. *Zoologica*, 26(14): 89-91.
- Bigelow, H.B. & I.P. Farfante. 1948. Fishes of the western North Pacific. Lancelets. *Mem. Sears Found. Mar. Res.*, 1: 1-28.
- Boschung, H. 1983. A new species of lancelet, *Branchiostoma longirostrum* (order Amphioxi), from the western North Atlantic. *Northeast Gulf Sci.*, 6(2): 91-97.
- Boschung, H. 1986. Ocurrence of *Branchiostoma longirostrum* from Veracruz, Mexico. *Northeast Gulf Sci.*, 8(2): 151.
- Cameron, C.B. 2009. Cephalochordata of the Gulf of Mexico. In: D.L. Felder & D.K. Camp (eds.). *Gulf of Mexico-Origins, waters, and biota*. Biodiversity Texas A&M Press, Texas, pp. 1205-1208.
- Chávez, H. 1964. *Branchiostoma caribaeum* in Mexican waters of the Gulf of Mexico. *Copeia*, 1964(4): 705.
- Chávez, H. 1965. Segundo registro de *Branchiostoma caribaeum* (Sundevall) en aguas mexicanas. *Anal. Inst. Nal. Invest. Biol. Pesq.*, 1: 153.
- Costa, O.G. 1834. Cenni zoologici, ossia descrizione somnaria delle specie nuove di Animali discopteri in diverse contrade del Regno nell'anno. *Anu. Zool.*, 1834: 1-90.
- Florkin, M. & B.T. Scheer. 1974. Chemical zoology: deuterostomians, cyclostomes, and fishes. Academic Press, New York, 8: 682 pp.
- Gans, C. & C.J. Bell. 2001. Vertebrates, overview. Volume 5 R-Z. In: S.A. Levin (ed.). *Encyclopedia of biodiversity*. Academic Press, San Diego, pp. 755-766.
- García-Fernández, J. & E. Benito-Gutiérrez. 2009. It's a long way from amphioxus: descendants of the earliest chordate. *BioEssays*, 31: 665-675.
- Gibbs, P.E. & J.H. Wickstead. 1996. The myotome formula of the lancelet *Epigonichthys lucayanum* (Acrania): can variations be related to larval dispersion patterns? *J. Nat. Hist.*, 30(4): 615-627.
- Gill, T. 1893. Families and subfamilies of fishes. *Mem. Natl. Acad. Sci.*, 6(6): 125-138.
- Gill, T. 1895. The genera of Branchiostomidae. *Am. Nat.*, 29(341): 457-459.

- Günther, A.C.L.G. 1889. Report on the pelagic fishes. Voyage of H.M.S. "Challenger". Zool., 31(78): 1-47.
- Haeckel, E. 1874. Anthropogenie oder Entwicklungsgeschichte des Menschen. Engelmann, Leipzig, 732 pp.
- Holland, L.Z. & N.D. Holland. 2001. Evolution of neural crest and placodes: amphioxus as a model for the ancestral vertebrate. J. Anat., 199(1-2): 85-98.
- Holland, L.Z., R. Albalat, K. Azumi & E. Benito-Gutiérrez. 2008. The amphioxus genome illuminates vertebrate origins and cephalochordate biology. Genome Res., 18(7): 1100-1111.
- Hubbs, C.L. 1922. A list of the lancelets of the world with diagnoses of five new species of *Branchiostoma*. Occas. Pap. Mus. Zool., Mich., 105: 1-16.
- Jordan, D.S. & B.W. Evermann. 1896. Fishes North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama. Part I. Bull. U.S. Nat. Mus., 47: 1-1240.
- Kirkaldy, J.W. 1895. A revision of the genera and species of the Branchiostomatidae. Quart. J. Microsc. Sci., 37: 303-323.
- Kon, T., M. Nohara, M. Nishida, W. Sterrer & T. Nishikawa. 2006. Hidden ancient diversification in the circumtropical lancelet *Asymmetron lucayanum* complex. Mar. Biol., 149(4): 875-883.
- Kon, T., M. Nohara, Y. Yamanoue, Y. Fujiwara, M. Nishida & T. Nishikawa. 2007. Phylogenetic position of a whale-fall lancelet (Cephalochordata) inferred from whole mitochondrial genome sequences. BMC Evol. Biol., 7: 1-127.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the world. John Wiley & Sons, London, 601 pp.
- Nishikawa, T. 1981. Considerations on the taxonomic status of the lancelets of the genus *Branchiostoma* from the Japanese waters. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 26(1-3): 135-156.
- Nishikawa, T. 2004. A new deep-water Lancelet (Cephalochordata) from off Cape Nomamisaki, SW Japan, with a proposal of the revised system recovering the genus *Asymmetron*. Zool. Sci., 21(11): 1131-1136.
- Nohara, M., M. Nishida, V. Manthacitra & T. Nishikawa. 2004. Ancient phylogenetic separation between Pacific and Atlantic cephalochordates as revealed by mitochondrial genome analysis. Zool. Sci., 21(2): 203-210.
- Parker, T.J. & W.A. Haswell. 1987. Zoología. Cordados. Editorial Reverté, Barcelona, 2: 238 pp.
- Poss, S.G. & H.T. Boschung. 1996. Lancelets (Cephalochordata: Branchiostomatidae): how many species are valid? Israel J. Zool., 42(suppl.): S13-S66.
- Richardson, B.J. & A.M. McKenzie. 1994. Taxonomy and distribution of Australian cephalochordates (Chordata: Cephalochordata). Invertebr. Tax., 8(6): 1443-1459.
- Sabaj-Pérez, M.H. 2014. Standard symbolic codes for institutional resource collections in Herpetology and Ichthyology. [http://www.asih.org]. Reviewed: 16 January 2015.
- Silva, L.F.B. da, M. Tavares & A. Soares-Gomes. 2008. Population structure of the lancelet *Branchiostoma caribaeum* (Cephalochordata: Branchiostomidae) in the Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, southeastern Brazil. Rev. Bras. Zool., 25(4): 617-623.
- Sundevall, C.J. 1853. Ny art af *Branchiostoma* (*Amphioxus caribaeum*). Ofversigt af Kongliga Svenska Vetenskaps- Akademiens Forhandlingar, Stockholm, 10(1): 11-13.
- Vargas, J.A. & H.K. Dean. 2010. On *Branchiostoma californiense* (Cephalochordata) from the Gulf of Nicoya Estuary, Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 58(4): 1143-1148.
- Vergara, M., M.E. Oliva & J.M. Riascos. 2012. Population dynamics of the amphioxus *Branchiostoma elongatum* from northern Chile. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 92(3): 591-599.
- Yu, J.K. & L.Z. Holland. 2009. Cephalochordates (amphioxus or lancelets): a model for understanding the evolution of chordate characters. Cold Spring Harb. Protols., 4(9): 1084-1092.
- Yu, J.K., D. Meulemans, S.J. McKeown & M. Bronner-Fraser. 2008. Insights from the amphioxus genome on the origin of vertebrate neural crest. Genome Res., 18: 1127-1132.

Received: 7 October 2015; Accepted: 23 March 2016