



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

ESTATUS TAXONÓMICO Y ASPECTOS
BIOGEOGRÁFICOS DE LAS ESPECIES DE PECES
AGUJA PERTENECIENTES A LA FAMILIA BELONIDAE
(BELONIFORMES: ATHERINOMORPHA) EN MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

JOAQUIN URIEL MORENO PUENTE



DIRECTOR DE TESIS:

DR. LUIS FERNANDO DEL MORAL FLORES

Los Reyes Iztacala, Edo. de México, 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme ser parte de esta máxima casa de estudios, es un orgullo que llevaré siempre conmigo.

A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, a sus profesores y personal por la formación y apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera.

Al Dr. Luis Fernando del Moral Flores, por aceptarme en su laboratorio, por su enorme paciencia y sobre todo por ser un ejemplo para mi formación. Es un placer trabajar contigo.

A mis padres y mi hermano, por apoyarme todo este tiempo y ser gran parte de todos mis logros.

A mis abuelos, en especial a mi abuelita "Rafa", quien a pesar de ya no estar aquí la llevo presente en todos mis logros.

A toda mi familia, porque a pesar de no saber exactamente lo que hacía siempre existía ese interés de su parte.

A Daniela y Brenda por siempre escucharme y estar ahí para mí.

A mis compañeros del Laboratorio de Zoología, en especial al del cabello largo (Lalo) por su ayuda tanto dentro del laboratorio cómo en el campo.

A la comunidad de Oaxaca, Veracruz y Chiapas por su hospitalidad y ayuda durante los muestreos, en especial a Fidel de Santa María Chimalapas y a la señora Felicitas de Matías Romero.

I. ÍNDICE.	
II. RESUMEN.....	4
III. INTRODUCCIÓN.....	5
IV. ANTECEDENTES.....	8
V. OBJETIVOS.....	10
5.1. Objetivo general.....	10
5.2. Objetivos particulares.....	10
VI. MATERIALES Y MÉTODO.....	11
VII. RESULTADOS.....	15
VIII. LISTADO SISTEMÁTICO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA BELONIDAE QUE HABITAN EN MÉXICO.....	20
IX. OSTEOLÓGÍA DE LA ESPECIE <i>Strongylura hubbsi</i>.....	42
9.1. Neurocráneo.....	42
A. Región etmoidal.....	42
B. Serie orbital.....	43
C. Techo craneal.....	43
D. Serie ótica.....	43
E. Región occipital.....	44
F. Base craneal.....	44
9.2. Aparato mandibular.....	45
9.3. Suspensorio mandibular.....	46
9.4. Serie opercular.....	47
9.5. Arco hioide.....	48
9.6. Arco branquial.....	48
9.7. Esqueleto axial.....	49
9.8. Esqueleto apendicular.....	49

A. Aleta pectoral.....	49
B. Cintura pélvica.....	50
C. Aleta dorsal y aleta anal.....	50
D. Aleta caudal.....	50
X. CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA BELONIDAE EN MÉXICO.....	52
XI. DISCUSIÓN.....	54
XII. CONCLUSIONES.....	60
XIII. LITERATURA CITADA.....	61

II. RESUMEN

La familia Belonidae se compone actualmente por 47 especies a nivel mundial, a pesar de ser un grupo con pocas especies, existen problemas de identificación en las especies de amplia distribución. Debido a esto, se desconoce el número de especies de esta familia que habita en los cuerpos de agua de México. Por lo que en el presente trabajo se tiene como objetivo determinar el estatus taxonómico de las especies de la familia Belonidae que habitan en México. Para ello se obtuvieron registros tanto de colecciones científicas así como de literatura especializada (artículos y libros). Además, se efectuaron algunas capturas dirigidas y se revisaron físicamente algunos ejemplares curatoriales. De estos se tomaron los datos morfométricos y merísticos básicos de 57 ejemplares pertenecientes a 8 especies. Finalmente se contrastó su área de distribución y las descripciones originales de las especies. En total se obtuvieron 300 registros de colecciones científicas y 144 registros de literatura. En el territorio mexicano habitan 11 especies de la familia Belonidae agrupadas en cuatro géneros: *Ablennes*, *Platybelone*, *Strongylura* y *Tylosurus*. Cuatro especies se distribuyen en el Atlántico mexicano, cuatro en el Pacífico, dos en ambos litorales y una especie se encuentra restringida al ambiente dulceacuícola. En contraste con las descripciones originales, a nivel específico, no hubo diferencias a excepción de la especie *Strongylura hubbsi* perteneciente a la cuenca del Río Coatzacoalcos; esta población presentó una merística diferente en el número de escamas predorsales de (301-345) en comparación con la de la cuenca del Grijalva-Usumacinta (vs 216-293); además de tener una pigmentación diferente a la normal para la especie, por lo que se procedió a detallar su estructura esquelética. Ésta se dividió en ocho regiones principales, se le dio un mayor enfoque al esqueleto axial y se realizó la descripción de diez caracteres.

III. INTRODUCCIÓN

El término o agrupación de “pez” no se encuentra en ninguna clasificación taxonómica actual. Este es un grupo artificial de organismos, de origen parafilético, que incluye a todos los vertebrados acuáticos con respiración branquial, presencia de línea lateral, escamas y aletas como apéndices de locomoción. El conjunto incluye, dependiendo de la autoridad taxonómica, desde los organismos más simples como los anfibios o a partir de grupos primitivos como las lampreas y los peces bruja, reconocidos como líneas evolutivas separadas por falta de su esqueleto mandibular, hasta los grupos más derivados y recientes (Espinosa-Pérez, 2014).

Los peces ocupan el medio acuático, desde los ambientes dulceacuícolas hasta los hipersalinos, además de las aguas limpias y bien aireadas hasta aquellas turbias casi anóxicas. En el medio marino se encuentran desde la superficie hasta las grandes profundidades; libres en el medio, o más o menos vinculadas al sustrato y, en las aguas continentales, están adaptados a todos los cuerpos de agua, desde las subterráneas hasta los lagos de montañas altas (Cervigón, 1980).

Los peces al igual que muchos otros seres vivos, son de inmenso valor para los seres humanos. Durante mucho tiempo han sido un elemento básico en la dieta de muchos pueblos. Hoy en día, constituyen un elemento importante en la economía de muchas naciones, al tiempo que otorgan un valor recreacional y ecológico incalculable en los ecosistemas en los que se presentan. Algunos peces son peligrosos para el ser humano y son de inmensa preocupación en algunas partes del mundo. Los aspectos particulares de varias especies se prestan al estudiar su comportamiento, ecología, evolución, genética, fisiología y taxonomía (Nelson, 2006).

El número de especies de peces que habitan actualmente en el planeta es de 34,464, lo que corresponde a poco más de la mitad del número de vertebrados registrados que corresponde aproximadamente a 60,000. Se han reconocido hasta la fecha para los peces 85 órdenes y 536 familias (Nelson et al., 2016; Eschmeyer & Fong, 2017).

Dentro de los peces Teleósteos, la serie Atherinomorpha está conformada por los Ordenes Atheriniformes, Beloniformes y Cyprinodontiformes (Nelson, 2006). Se diagnostica por al menos 14 caracteres derivados compartidos, entre ellos están desde los reproductivos (e.g., huevos con filamentos coriónicos y glóbulos de aceite unidos al polo vegetal, acoplamiento durante apareamiento) hasta los anatómicos (e.g., supracleitro reducido o ausente, región del etmoides con una o dos láminas osificadas) (Parenti, 1993).

En tanto los Beloniformes, previamente conocidos como Pharyngognathi, Malacopterygii y Synentognathii (Regan, 1911; Berg, 1965), se caracterizan por tener caracteres como: presencia de dientes unidos directamente en pedicelos óseos mandibulares, reducción o ausencia tanto del cartílago interarcual como de los epibranchiales segundo y tercero, además poseer el hueso hipohial ventral (Rosen & Parenti 1981; Parenti 1987). Este orden está representado por seis familias: Adrianichthyidae, Exocoetidae, Hemiramphidae, Zenarchopteridae, Scomberosidae y Belonidae (Nelson, 2006) (Fig. 1).

Los representantes del orden Beloniformes son un buen modelo para las investigaciones sobre la evolución de la ontogenia, ya que sus especies presentan variaciones en la estructura mandibular, que varía tanto ontogénica como filogenéticamente y parece estar relacionada con su alimentación. Los cambios más notables se presentan en la familia Belonidae, en las etapas juveniles se alarga la mandíbula superior produciendo en primer lugar una morfología claramente reminiscente de la familia Hemiramphidae (Lovejoy & Collette, 2001).

La familia Belonidae se diferencia del resto de los Beloniformes por tener tanto la mandíbula superior como inferior alargadas; presentan dientes cónicos en forma de aguja; escamas pequeñas (en promedio entre 130 y 350 en la línea lateral); aletas conformadas únicamente por radios, la dorsal presenta de 11 a 25 radios en promedio y la anal con 12 a 39; hueso posttemporal furcal; y sistema cefálico interrumpido (Nelson, 2006). La mayoría de sus especies son marinas pero existen algunas restringidas al ámbito dulceacuícola (Collete, 2003).

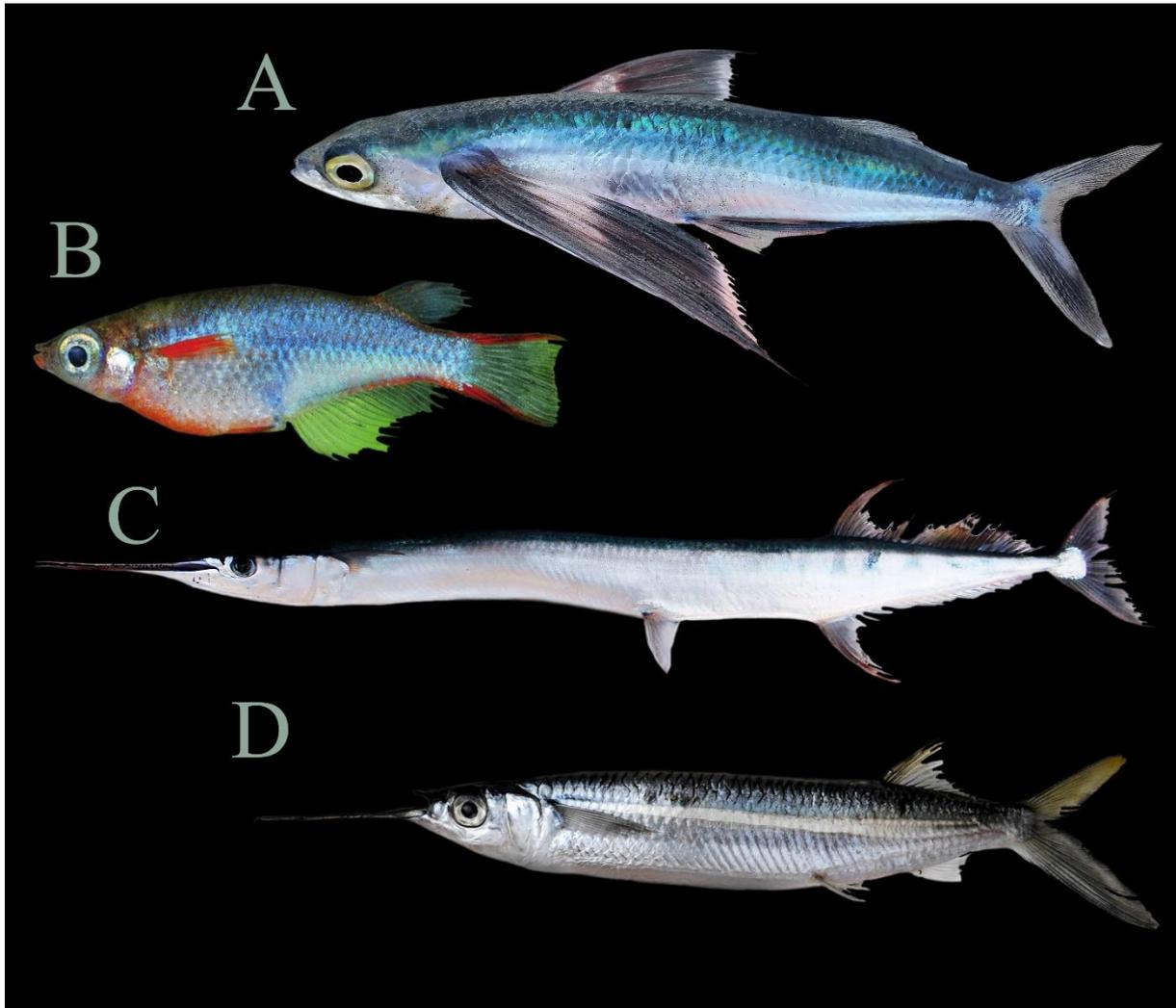


Figura 1. Algunas familias del orden Beloniformes: A) Exocoetidae, B) Adrianichthyidae, C) Belonidae y D) Hemiramphidae.

La familia Belonidae actualmente está representada por 10 géneros: *Ablennes* (1 sp.), *Belone* (3), *Belonion* (2), *Petalichthys* (1), *Platybelone* (7), *Potamorrhaphis* (4), *Pseudotylosurus* (2), *Strongylura* (15), *Tylosurus* (10) y *Xenentodon* (2), con 47 especies en total (Nelson *et al.*, 2016).

Incluso Banford *et al.* (2004) estudiaron las relaciones filogenéticas entre las especies de los géneros *Strongylura* y *Tylosurus* que se distribuyen en el nuevo mundo y las del Atlántico Oriental, a partir de la revisión de 3689 pb de secuencias de nucleótidos, lo que les permitió hacer una inferencia robusta de las relaciones de especies dentro de estos géneros, además de la cronología de la diversificación en los dos géneros.

A pesar de que en México la pesca dirigida a las especies de la familia sólo se da en el género *Tylosurus* como pesca deportiva, en otros países existe pesca dirigida hacia especies del género *Strongylura* con la ayuda de luz artificial. Son vendidos en fresco y en salado; la carne de las especies del género *Tylosurus* es de alta calidad pero en México no es muy consumida debido a que en ocasiones el esqueleto llega a tener colores amarillentos o incluso verdosos (Collette, 1995).

IV. ANTECEDENTES

Los Beloniformes han sido objeto de diferentes estudios a lo largo del mundo. Han considerado diferentes niveles: desde cuestiones de su taxonomía (Lovejoy, 2000; Magtoon & Termvidchakorn, 2009); otros enfocados a su biología, como alimentación (Robertson & Klumpp, 1983), reproducción (Liao & Chang, 2011; Oliveira *et al.*, 2012); aspectos ecológicos y de distribución (Monteiro *et al.*, 1998), entre otros.

En México no existen trabajos enfocados a establecer la identidad taxonómica de las especies de la familia Belonidae que habitan dentro de su territorio. Sin embargo existen trabajos enfocados en evaluar distintos aspectos tanto biológicos como ecológicos particulares de algunas especies, como son los siguientes:

Arceo-Carranza *et al.* (2004) realizaron una comparación de la dieta de los belónidos *Strongylura marina* y *S. notata* en el sistema lagunar de Alvarado, Veracruz, México. Analizaron 74 tractos digestivos de *S. marina*, su alimento estuvo representado por 25 tipos de presa de los cuales los peces constituyeron la presa dominante. Para *S. notata*, analizaron 89 tractos digestivos y alimento estuvo comprendió de 29 tipos de presas diferentes, siendo los peces, camarón, poliquetos e himenópteros las presas dominantes.

Collette (1974) describió a la especie *Strongylura hubbsi* a partir de 105 ejemplares provenientes del Papaloapan, Grijalva y drenajes del Coatzacoalcos. La distribución geográfica de los Belonidae dulceacuícolas tiene una relación

biogeográfica inversa con la de Hemiramphidae. Hay nueve especies de Belonidae de agua dulce en América Central y América del Sur y dos en la región Indo-Australiana. En contraste con la situación en Hemiramphidae, dos en América Central y América del Sur y diez en la región Indo-Australiana.

Collette & Branford (2001) estudiaron el status de la especie *Tylosurus pacificus*. Confirmaron que la especie tiene el valor de especie completa, basado en: 1) simpatría con *T. melanotus* en Isla Gorgona y en Panamá; 2) nivel de diferenciación morfológica en número de vértebras, radios de la aleta dorsal y anal; y 3) nivel de diferenciación en mtDNA. Esta especie de pez aguja tiene amplia distribución en el Pacífico oriental, se encuentra desde el Golfo de California, México, hasta Perú, incluyendo las Islas Galápagos.

En México se han reportado al menos seis especies de belónidos en ambientes estuarino-lagunares (Castro-Aguirre *et al.*, 1999) y una en el ambiente dulceacuícola (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993; Miller, 2009). Sin embargo, aún no se precisa el número exacto de las especies que habitan en los mares mexicanos, debido a que persisten problemas taxonómicos en las especies de amplia distribución. Es por ello que en el presente trabajo se analizaron aspectos básicos de la taxonomía y de los registros de las especies distribuidas en México, analizando y verificando registros curatoriales, datos anatómicos y de distribución.

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

-Revisar el estatus taxonómico actual y de distribución de las especies de la familia Belonidae que habitan en México.

5.2. Objetivos particulares

-Enlistar sistemáticamente a las especies de la familia Belonidae que habitan en México.

-Elaborar mapas con la distribución de las especies en México.

-Realizar una descripción osteológica de la especie *Strongylura hubbsi* que habita en la cuenca superior del Río Coatzacoalcos.

-Elaborar unas claves dicotómicas para la identificación de las especies de la familia Belonidae que habitan en México.

-Contrastar los caracteres diagnósticos de las especies que habitan en México con los caracteres señalados en sus descripciones originales.

VI. MATERIALES Y MÉTODO

La determinación de la composición específica de la familia Belontiidae en México se obtuvo mediante la conformación de una base de datos, la cual integró información de registros tanto curatoriales como de literatura y de recolectas adicionales.

Los registros curatoriales provienen de la revisión de ejemplares provenientes de distintas colecciones de referencia y la consulta de sus bases de datos en línea (Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM; Colección Nacional de Peces, Instituto de Biología, UNAM; Colección Ictiológica CICIMAR, IPN; Colección Ictiológica, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Colección Nacional de Peces Dulceacuícolas, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN; Colección de Peces Continentales y de lagunas costeras del estado del CIIDIR-Oaxaca, IPN; Colección Ictiológica de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Colección de peces de la Universidad de Michoacán; Colección Ictiológica, Universidad Autónoma de Baja California Sur; Colección Ictiológica, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León; Colección de Peces, Unidad San Cristóbal, ECOSUR).

Las colecciones extranjeras consultadas en línea fueron: Academy of Natural Sciences Philadelphia, Arizona Museum of Natural History, California Academy of Sciences y Florida Museum of Natural History.

Los registros de literatura provienen de: libros especializados (Álvarez del Villar, 1970; Castro-Aguirre *et al.*, 1999; Carpenter, 2002; Amezcua-Linares, 2008, 2009), catálogos (Hildebrand, 1946; Castro-Aguirre, 1978; McEachran & Fechhelm, 1998; Schmitter-Soto, 1998; Gallardo-Torres *et al.*, 2012;), revisiones taxonómicas (Evermann & Goldsborough, 1902; Regan 1906-1908; Mees, 1962, 1964; Collette, 1974), listados faunísticos (Jordan & Gilbert, 1882; Jordan *et al.*, 1895; Gilbert & Starks, 1904; Barbour & Cole, 1906; Breder, 1928; Gunter, 1942; Fowler, 1944; Álvarez del Villar, 1950; Gunter, 1956; Briggs, 1958; Springer y Woodburn, 1960; Zarur, 1962; Miller, 1966; Castro-Aguirre *et al.*, 1970; Miller, 1976; Amezcua-Linares, 1977; Castro-Aguirre *et al.*, 1977; Reséndez-Medina, 1979, 1981, 1983; Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980; Kobelkowsky, 1985; Castro-Aguirre *et al.*, 1986;

Miller, 1986; Minckley *et al.*, 1986; Smith & Miller, 1986; Lozano-Vilano y Contreras-Balderas, 1987; Fuentes-Mata *et al.*, 1989; Edwards & Contreras-Balderas, 1991; Espinoza-Pérez *et al.*, 1993; Lozano-Vilano *et al.*, 1993; Abitia-Cárdenas *et al.*, 1994; Obregón-Barboza *et al.*, 1994; Gaspar-Dillares, 1996; Schmitter-Soto & Gamboa-Pérez, 1996; Vega-Cendejas *et al.*, 1997; Villareal-Cabazos *et al.*, 2000; Lucano-Ramírez *et al.*, 2001; Erisman *et al.*, 2011; Abarca-Arenas *et al.*, 2012; Badillo-Alemán *et al.*, 2012; Franco-López *et al.*, 2012; Márquez-Espinoza, 2012; Martínez-Pérez *et al.*, 2012; Anzueto-Calvo *et al.*, 2013; Del Moral-Flores *et al.*, 2013 a,b; Del Moral-Flores *et al.*, 2016; Del Moral-Flores *et al.*, 2017).

Adicionalmente se realizaron algunas recolectas, usando un chinchorro charalero (85.8" largo, 117.3" ancho, 0.25" abertura de malla), y redes de cuchara (14.5" largo, 16.5" ancho y 0.2" abertura de malla), en algunos tributarios del Río Coatzacoalcos, pertenecientes al estado Oaxaca (Barrio de la Soledad 15/07/2016, Santa María Chimalapa 23-25/06/2015 y Santa María Petapa 17/12/2015, 18/03/2016, 11/07/2016) y Veracruz (Uxpanapa 12/07/2016) (Fig. 2). Los ejemplares fueron procesados curatorialmente (fijación en formol al 10%; preservación alcohol 70%), identificados con claves especializadas (Fernández-Yépez, 1948; Collete, 1974, 2003; Castro-Aguirre *et al.*, 1999) y depositados en la Colección Ictiológica de la Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM (CIFI) (Fig. 3).

Las entidades taxonómicas identificadas fueron contrastadas con las descripciones originales de las especies (Walbaum, 1792; Lacepede, 1803; Jordan & Lesueur, 1821; Peron & Lesueur, 1821; Valenciennes, 1846; Girard, 1854; Poey, 1860; Steindachner, 1876; Jordan & Gilbert, 1882; Collette, 1974). La comparación se basó mediante la obtención de la merística (e.g., número de escamas laterales, predorsales; fórmulas radiales) y la morfometría tradicional correspondiente, siguiendo a Collette (1966) y Sant'Anna *et al.* (2012) (Fig. 4). Los datos morfométricos se tomaron con la ayuda de una cinta métrica y un vernier electrónico.

La distribución geográfica de las especies de los Belónidos en México se plasmó en mapas con base en las coordenadas de los registros consolidados en la base de datos. Estos mapas se presentan adicionados al listado junto con los registros para tener un mejor entendimiento y una visión más amplia de estos.



Figura 2. Muestreos realizados en diferentes localidades. A) muestreo nocturno, con red de chinchorro, en tributario Ajal, Río Coatzacoalcos. B) recolectas en un tributario del Río Uxpanapan con red de cuchara. C) muestreo diurno con red de chinchorro en el arroyo la Aurora, Santo Domingo Petapa. D) muestreo diurno con red de cuchara en un ojo de agua de Santo Domingo Petapa.



Figura 3. Ejemplares de la familia Belontiidae, conservados en alcohol 70%, depositados en la Colección Ictiológica de la FES-Iztacala, UNAM.

La descripción osteológica y el conteo merístico de vertebras y radios de *Strongylura hubbsi* fue posible mediante la diafanización (KOH 5%) y tinción con rojo de Alizarina 0.001% y azul de alcian (n=3) de tres ejemplares. Dos organismos más, fueron descarnados (agua hirviendo para suavizar tejido muscular y cloro para blanquear).

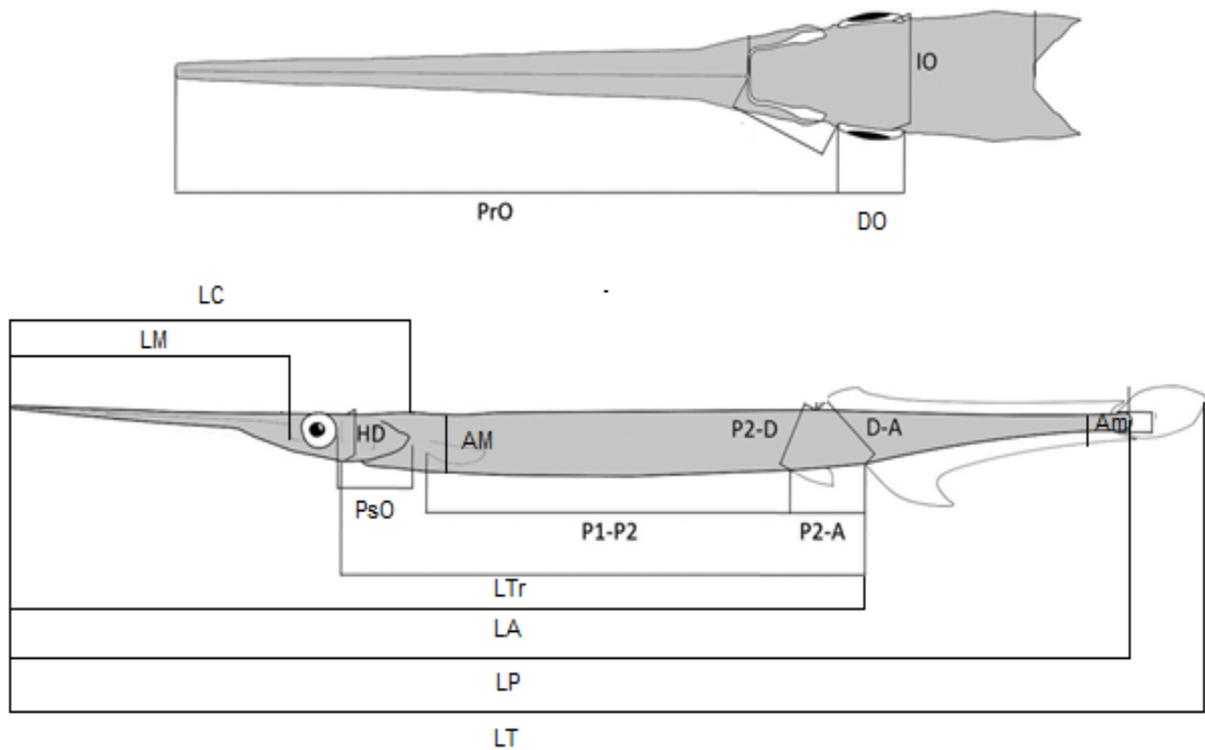


Figura 4. Datos morfométricos que se tomaron en los ejemplares. LT: Longitud total; LP: Longitud patrón; LC: Longitud cefálica; AM: Altura máxima; Am: Altura mínima; DO: Diámetro ocular; LA: Longitud pre anal; PrO: Longitud pre orbital; PsO: Longitud pos orbital; IO: Espacio inter orbital; LTr: Longitud del tronco; LM: Longitud mandibular; P1-P2: Distancia aleta pectoral-pélvica; P2-D: Distancia aleta pélvica-dorsal; D-A: Distancia aleta dorsal-anal; A-P2: Distancia aleta anal-pélvica.

VII. RESULTADOS

La base de datos generada estuvo conformada por 444 registros. De ellos 253 provienen de colecciones nacionales, 47 registros de colecciones internacionales y 144 corresponden a los registros de la literatura (Tabla 1).

TABLA 1. Registros de la familia Belonidae en México contenidos en la base de datos.

Fuente	No. de registros	Especies
Colecciones	300	11
Literatura	144	11

De las colecciones nacionales revisadas, la Colección Nacional de Peces (IBUNAM) tuvo un mayor número de registros (105), además del mayor número de especies (8). En contraste, la colección con menor número de registros nacionales fue la Universidad Autónoma del Estado de Morelos con únicamente un registro de la familia Belonidae. Por su parte, de las colecciones internacionales revisadas, la Academia de Ciencias de California (CAS) tuvo un mayor número de registros (29) y el mayor número de especies (4) compartida con el Museo de Historia Natural de Florida (4), mientras que la colección con menor número de registros (4) fue el Museo de Historia Natural de Arizona (ANMH) representando a una especie (Tabla 2).

TABLA 2. Registros de la familia Belonidae capturados en territorio mexicanos, obtenidos tanto de colecciones nacionales como internacionales.

Acrónimo	No. de Registros	No. de Especies
Colecciones Nacionales		
CP-FES-I	22	4
CNP-IBUNAM	105	8
CI-CICIMAR	20	2
CI-ICMYL	19	6
ENCB-IPN	31	3
CIIDIR-Oax	7	3
UAEM	1	1
UMICH	12	6
UABCS	3	3
UANL	6	1
ECOSUR	27	3
Colecciones Internacionales		
ANSP	6	2
AMNH	4	1
CAS	29	4
FLMNH	8	4

Del total de los registros, se evidenció la presencia en México de 11 especies pertenecientes a la familia Belonidae divididas en cuatro géneros. El género *Strongylura* fue el más representativo con cinco especies, seguido por *Tylosurus* con cuatro especies y por último los géneros *Ablennes* y *Platybelone*, ambas con solamente una especie. El mayor número de registros fue para las especies *Strongylura notata* (74), *S. marina* (55) y *S. exilis* (43). Cuatro especies se distribuyen en el Atlántico mexicano, cuatro en el Pacífico, dos en ambos litorales y una está restringida al ambiente dulceacuícola. Las especies *Platybelone argalus* y *Tylosurus acus* son las que se encuentran en ambos litorales (Tabla 3).

TABLA 3. Registros curatoriales por especie y patrón general de distribución de las especies de Belonidae en México.

Especie	No. registros	Atlántico	Pacífico	Dulceacuícola
<i>Ablennes hians</i>	4		X	
<i>Platybelone argalus</i>	21	X	X	
<i>Strongylura exilis</i>	43		X	
<i>Strongylura hubbsi</i>	38			X
<i>Strongylura marina</i>	55	X		
<i>Strongylura notata</i>	74	X		
<i>Strongylura timucu</i>	7	X		
<i>Tylosurus acus</i>	16	X	X	
<i>Tylosurus crocodilus</i>	24	X		
<i>Tylosurus fodiator</i>	13		X	
<i>Tylosurus pacificus</i>	5		X	

Se revisaron de manera física un total de 57 ejemplares depositados en colecciones. Estos representaron a ocho especies, pertenecientes a los géneros *Platybelone*, *Strongylura* y *Tylosurus*. El mayor número de ejemplares pertenecen a la especie *Strongylura hubbsi* con 24. Solo se pudo revisar un ejemplar de la especie *Platybelone argalus*, cuya longitud total fue de 397 mm y un total de 116 escamas predorsales. De la especie *Strongylura exilis* se revisaron dos ejemplares, su longitud total va de 356-424 mm y el número de escamas predorsales va de 284-292. *Strongylura hubbsi* es la especie con más ejemplares revisados (24), su longitud total va de 251-489 mm y las escamas predorsales van de 301-345, siendo el mayor número obtenido para el género *Strongylura*. La especie *Strongylura marina* con seis ejemplares presentó una longitud que va de 203-330 mm, y entre 236-266 escamas predorsales. *Strongylura notata* es la especie que más varió en cuanto a longitud total, con valores que van de 154-400 mm, es la especie con menor número de escamas predorsales 82-92 (Tablas 4 y 5).

TABLA 4. Morfometría tomada de los ejemplares, los valores están en porcentaje en relación a la longitud total. Las medidas con el símbolo * fueron tomadas con una cinta métrica, las demás con la ayuda de un vernier.

	<i>Platybelone argalus</i> (n=1)	<i>Strongylura exilis</i> (n=2)	<i>Strongylura hubbsi</i> (n=24)	<i>Strongylura marina</i> (n=6)	<i>Strongylura notata</i> (n=6)	<i>Tylosurus acus</i> (n=9)	<i>Tylosurus crocodilus</i> (n=6)	<i>Tylosurus pacificus</i> (n=3)
L.T.*	397	356-424	251-489	203-330	154-400	471-978	326-582	812-835
L.P.*	78.3	87.9-90.1	81.7-94.3	90.2-94.6	89.1-93.5	86.4-91.7	85.2-94.6	90.2-97.6
L.C.*	27.7	28.9-31.6	25-37.4	28.9-32.4	33-39.4	24.6-32	26-31.2	27.8-29.4
A.M.	3.6	5.1-5.4	4.3-5.8	4-5.5	4.9-6	5-6.5	5-6.2	4.7-5
A.m.	0.8	1.5-1.8	1.6-2.2	1.3-1.7	1.7-2.2	1.3-2.2	2-2.6	1.9-2.1
D.O.	2.6	3.1	2.9-3.7	2.6-3.5	3.1-4.8	2.1-3.2	3-3.6	2.2-2.8
L.A.*	62.4	68-70.7	66.5-73.8	63.8-74	65-77	66.5-70.1	42.6-69.7	67.4-73.3
L.Pro.	25	17.1-21.2	20.7-25.4	18.2-22.9	22.1-27	16-21.7	14-20.7	19.2-20.3
L.Pso.	4.5	7.5-7.8	7.4-9.1	6.7-8	7.5-8.7	6.3-8	6.8-7.7	5.8-6.7
I.O.	2.3	3-4	2.6-3.7	2.2-3	3.1-4.7	3.1-4.9	3.7-4.3	2.9-3.0
L.Tr.*	39.8	37-41.5	38.2-47.4	36-46.3	34.6-46	41.6-48.7	40.4-48	42.1-48.5
L.M.	18	15.8-20.1	18.9-22.7	16.4-20.8	20.2-25.2	14.4-20.4	12-18.8	19.1-19.5
P1-P2	22.3	24-27.8	21.3-25.6	22.3-26.2	20.4-29.8	25.2-28	19.4-26.5	25.3-31.3
P2-D	13.8	15.5-16	13-16.2	13.7-18.5	9.7-12	15.4-17.2	15.1-19.1	16.9-18.3
D-A	2.7	5-5.1	4.5-5.8	3.5-4.7	4-5.8	5-6.5	5.2-7	5.9-6.2
A-P2	9.4	12.2-4.4	10.8-14.3	12-15.3	6.5-12	12.8-15.2	6-15.9	12.3-16.3

El género *Tylosurus* presenta las tallas más grandes alcanzado cerca de 1 m de longitud total. *Tylosurus acus* tiene una longitud total que va de 471-978 mm y escamas predorsales que van de 320-331. *Tylosurus crocodilus* es la especie con las menor longitud del género, su longitud total va de 326-582 mm, y sus escamas predorsales van de 243-282. Por último la especie *Tylosurus pacificus* posee una longitud total que va de 812-835 mm, no se pudo realizar el conteo de escamas predorsales por la mala preservación de dichos ejemplares (Tablas 4 y 5).

TABLA 5. Merística, fórmulas radiales y escamas predorsales, de los ejemplares revisados. No se refiere la merística de la aleta pélvica, todos están constituidos por seis radios.

	Número de radios dorsales														X
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	22	23	24	
<i>Platybelone argalus</i>			1												
<i>Strongylura exilis</i>			1			1									
<i>Strongylura hubbsi</i>		2	15	6	1										
<i>Strongylura marina</i>				3	3										
<i>Strongylura notata</i>	1	3	2												
<i>Tylosurus acus</i>													3	6	
<i>Tylosurus crocodilus</i>										2	3		1		
<i>Tylosurus pacificus</i>													1	2	
	Número de radios pectorales														
	9	10	11	12	13	14	15								
<i>Platybelone argalus</i>					1										
<i>Strongylura exilis</i>							2								
<i>Strongylura hubbsi</i>	20		4												
<i>Strongylura marina</i>			1		5										
<i>Strongylura notata</i>			3		3										
<i>Tylosurus acus</i>									3		6				
<i>Tylosurus crocodilus</i>											5			1	
<i>Tylosurus pacificus</i>							2				1				
	Número de radios anales														
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23					
<i>Platybelone argalus</i>					1										
<i>Strongylura exilis</i>				1	1										
<i>Strongylura hubbsi</i>			2	15	7										
<i>Strongylura marina</i>					6										
<i>Strongylura notata</i>	6														
<i>Tylosurus acus</i>								2	5	2					
<i>Tylosurus crocodilus</i>								3	3						
<i>Tylosurus pacificus</i>										2	1				
	Número de radios caudales										Escamas predorsales				
	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
<i>Platybelone argalus</i>					1							116			
<i>Strongylura exilis</i>					2							284-292			
<i>Strongylura hubbsi</i>			14	7	3							301-345			
<i>Strongylura marina</i>				1	2	2	1					236-266			
<i>Strongylura notata</i>		5		1								82-92			
<i>Tylosurus acus</i>			7	2								320-331			
<i>Tylosurus crocodilus</i>			1	2	3							243-282			
<i>Tylosurus pacificus</i>							2	1				---			

A continuación se menciona la lista sistemática anotada de las especies de la Familia Belonidae registradas en México. Se refieren algunos aspectos básicos de su taxonomía (descripción original; localidad tipo), distribución general en los litorales de México, registros curatoriales y algunos comentarios taxonómicos relevantes.

VIII. LISTADO SISTEMÁTICO DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA BELONIDAE QUE HABITAN EN MÉXICO.

CLASE ACTINOPTERYGII

SUPERORDEN CYPRINODONTEA

ORDEN BELONIFORMES

SUBORDEN BELONOIDEI

SUPERFAMILIA SCOMBERESOCOIDEA

FAMILIA BELONIDAE Bonaparte, 1832

Fueron en total once especies las que se reportaron en México. Como se puede ver en el mapa de la figura 5, estas se encuentran en ambos litorales, una de ellas se encuentra en el ambiente dulceacuícola.

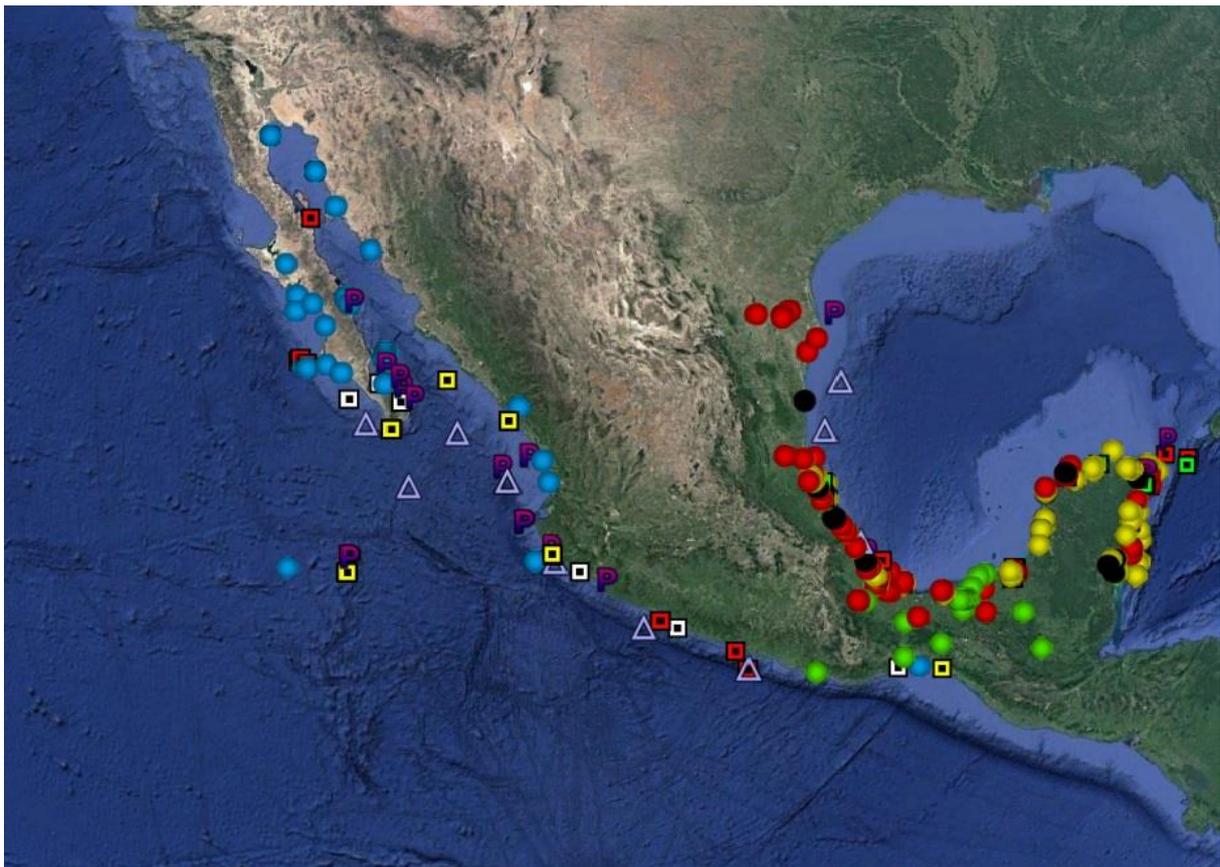


Figura 5. Mapa de distribución de la familia Belonidae en México.

Género ***Ablennes*** Jordan & Fordice, 1887

Ablennes Jordan y Fordice, 1887: 342, 345. Subgénero de *Tylosurus*. Especie tipo: *Belone hians* Valenciennes, 1846.

1. ***Ablennes hians*** (Valenciennes, 1846)

Belone hians Valenciennes 1846: 432, Pl. 548 (descr. original; localidad típica: Bahía de Brasil).

Ablennes hians (Valenciennes, 1846). Abitia-Cárdenas *et al.*, 1994: 59 (lista; Bahía de La Paz, Baja California Sur, México). McEachran & Fechhelm, 1998: 941 (catálogo; Golfo de México). Lucano-Ramírez, 2001: 13 (lista; Jalisco y Colima). Carpenter, 2002: 1104 (claves; Atlántico). Erisman *et al.*, 2011: 26 (lista; Islas Marías, México). Márquez-Espinoza, 2012: 159 (Listado sistemático de los peces marinos de la costa Norte del estado de Guerrero, México). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 184 (lista; Golfo de California). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 825 (lista; Sistema Arrecifal Veracruzano). Del Moral-Flores *et al.*, 2016: 596 (lista; Islas Revillagigedo). Del Moral-Flores *et al.*, 2017: 596 (lista; Oaxaca).

Registros en México: ANSP-81719, ANSP-82179, FLMNH-77532, MHN-UABCS 98.

Biogeografía: Es una especie circunglobal, su distribución debería corresponder a ambos litorales del país. Su distribución en el Pacífico Mexicano va desde Baja California Sur hasta Guerrero. Se encuentra comúnmente en las Islas Marías (Nayarit) y Revillagigedo (Colima).

Nota: No se encontraron registros en las colecciones de esta especie que correspondan al Atlántico mexicano.



Figura 6. Mapa de distribución de la especie *Ablennes hians* en México.

Género ***Platybelone*** Fowler, 1919

Platybelone Fowler, 1919: 2. Especie tipo: *Belone platyura* Bennett, 1832.

2. *Platybelone argalus* (Lesueur, 1821)

Belona argalus Lesueur 1821: 125, pl. Sin nombre. (descr. original; localidad típica: Isla Guadalupe, Indias occidentales).

Belone argala Lesueur. Obregón-Barboza *et al.*, 1994: 27 (lista; Río Jamapa, Ver.).

Platybelone argalus (Lesueur). Edwards y Contreras Balderas, 1991: 206 (Lista; Río Bravo del Norte, Tamps.). Obregón-Barboza *et al.*, 1994: 84 (Lista; Río Jamapa, Ver.). McEachran y Fechhelmm, 1998: 941 (catálogo; Golfo de México).

Platybelone argalus pterura (Osburn & Nichols, 1916). Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000: 413 (Lista; Cabo Pulmo, BCS). Carpenter, 2002: 1104 (claves; Atlántico). Erisman *et al.*, 2011: 26 (lista; Islas Mariás, México). Del Moral-Flores *et al.*, 2013:

184 (lista; Golfo de California). Del Moral-Flores *et al.*, 2016: 596 (lista; Islas Revillagigedo). Del Moral-Flores *et al.*, 2017: 596 (lista; Oaxaca).

Registros en México: ANSP-86802, ANSP-86866, ANSP-86867, ANSP-90585, CAS-1540, CAS-1541, CAS-27527, CAS-80734, CAS-80738, CAS-80737, CICIMAR-CI-4538, CPUM-10742, FLMHN-231959, FLMNH-98665, FLMNH-98386, IBUNAM-P2265, IBUNAM-P6691, ICMYL-P497.01, SU-18322, SU-39316, SU-59064.

Biogeografía: Se considera una especie circuntropical, con tres subespecies, por lo cual podemos encontrarla tanto en el Atlántico como en el Pacífico mexicano. En el Atlántico se encuentra principalmente en el Caribe mexicano, pero existen registros en la costa occidental del Golfo de México. Mientras, en el lado del Pacífico, su distribución va desde la costa oriental de Baja California hasta el estado de Guerrero. Se encuentra mayormente en las Islas Revillagigedo.

Nota: En México encontramos dos de las tres subespecies: *Platybelone argalus argalus* (Lesueur, 1821) para el Golfo de México y El Caribe; y *Platybelone argalus platyura* (Bennett, 1832) para el Pacífico Oriental. La tercer subespecie es *Platybelone argalus pterurus* (Osburn y Nichols, 1916) cuya distribución corresponde al Atlántico Occidental.



Figura 7. Mapa de distribución de la especie *Platybelone argalus* en México.

Género *Strongylura* van Hasselt, 1824

Strongylura van Hasselt, 1824: 374. Especie tipo: *Strongylura caudimaculata* van Hasselt, 1824.

El género *Strongylura* es el que presenta más especies (seis considerando a *S. scapularis*), el mayor número de estas se presentan del lado del Atlántico, son las que comúnmente se presentan en los ambientes estuario-lagunares y además aquí se presenta la única especie dulceacuícola en México. Las especies del género *Strongylura* en México tienen, al contrario de los Géneros *Ablennes*, *Platybelone* y *Tylosurus*, una distribución más costera.

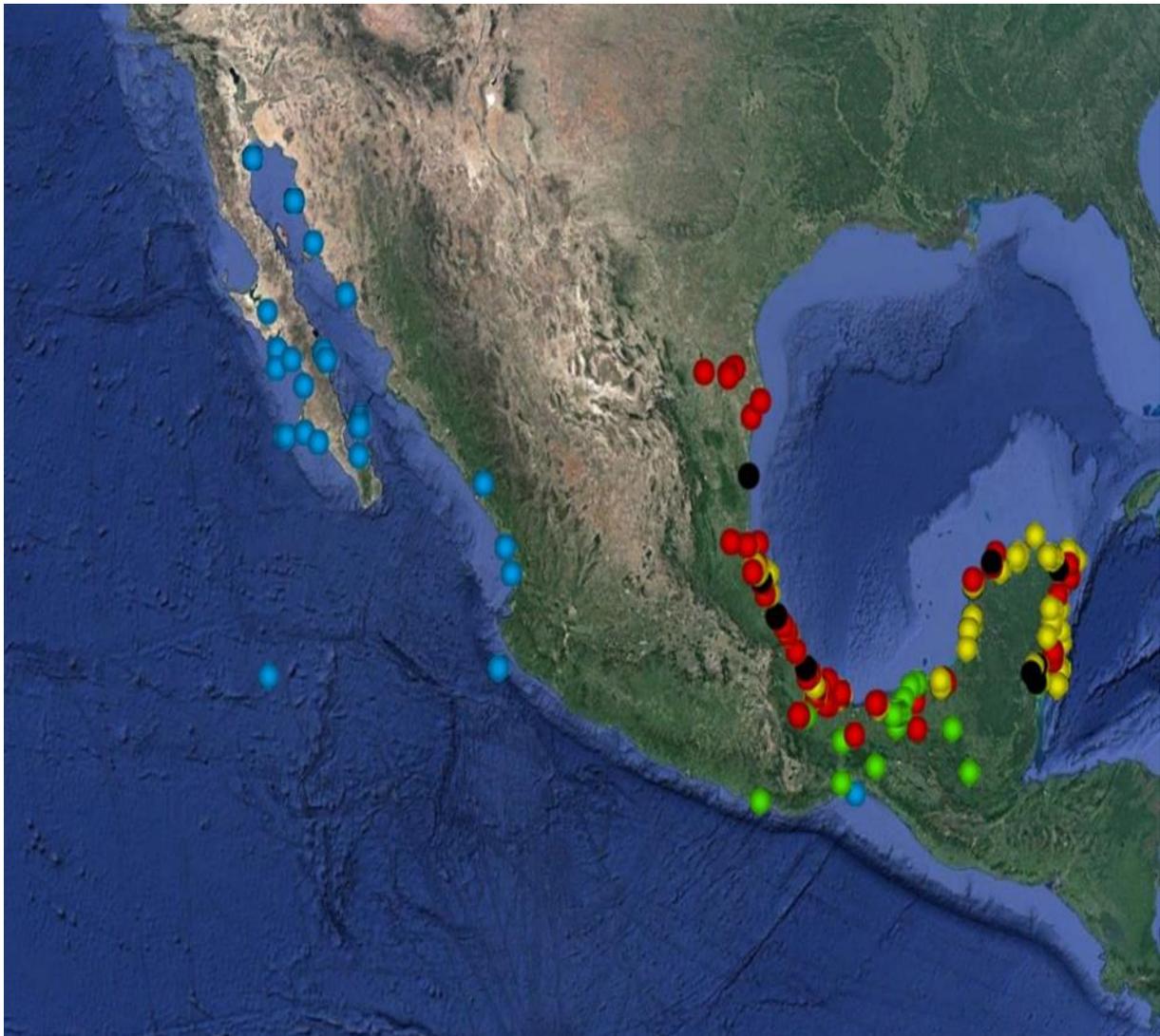


Figura 8. Mapa de distribución del género *Strongylura* en México.

3. *Strongylura exilis* (Girard, 1854)

Belone exilis Girard, 1854: 149 (descr. original; localidad típica: San Diego, California, U.S.A.).

Belone exilis Girard, 1854. Mees, 1962: 25 (descr.: discusión y distribución desde San Francisco, California, a Bahía Magdalena, Baja California, México).

Belone exilis stolzmanni Steindachner. Mees, 1962: 25 (descr.; discusión desde Mazatlán, Méx., a Perú). Mees, 1964: 317 (notas).

Dorybelone stolzmanni (Steindachner). Fowler, 1944: 215 (refs.; descr.; México).

Strongylura exilis (Girard). Miller, 1966: 796 (lista; desde California a Perú). Lozano-Vilano & Contreras-Balderas, 1987: 229 (lista; Chiapas, México). Abitia-Cárdenas *et al.*, 1994: 59 (lista; Bahía de La Paz, Baja California Sur, México). Amezcua-Linares, 2009: 95 (de California y Golfo de California a Perú e Islas Revillagigedo). Erisman *et al.*, 2011: 26 (lista; Islas Marías, México). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 184 (lista; Golfo de California). Del Moral-Flores *et al.*, 2016: 596 (lista; Islas Revillagigedo). Del Moral-Flores *et al.*, 2017: 596 (lista; Oaxaca).

Strongylura scapularis Jordan & Gilbert. Castro-Aguirre *et al.* 1970: 131 (notas; Golfo de California a Panamá; "penetra las aguas estuarinas").

Strongylura stolzmanni (Steindachner). Breder, 1928: 11 (notas; bahía Concepción, San Felipe e Isla Tiburón, Baja California, Méx.). Hildebrand, 1946: 143 (refs.; Golfo de California a Perú). Amezcua-Linares, 1977: 9 (lista; lagunas Huizache-Caimanero, Sin., Méx.). Yáñez-Arancibia *et al.* 1980: 54 (notas; lagunas de Apozahualco, Chautengo, Nuxco y Cuajo. Gro., Méx.).

Tylosurus exilis (Girard). Castro-Aguirre *et al.*, 1977: 160 (lista; lagunas Oriental y Occidental Oax.). Castro-Aguirre, 1978: 62 (catálogo; distr.; laguna Oriental, Oax.). Minckley *et al.*, 1986: 548 (lista; Sonora y Sinaloa). Castro-Aguirre *et al.*, 1999: 205 (diversas localidades estuarino-lagunares de México).

Tylosurus sierrita Jordan & Gilbert 1882: 458 (descr. original; localidad típica: Mazatlán, Méx.).

Tylosurus stolzmanni (Steindachner). Jordan *et al.*, 1895: 415 (descr.; Mazatlán, Méx.). Gilbert & Starks, 1904: 52 (descr.; Mazatlán Méx.; Panamá).

Registros en México: CAS-1075, CAS-79878, CAS-80718, CAS-80722, CAS-80725, CAS-80729, CAS-80730, CICIMAR-CI-13, CICIMAR-CI-14, CICIMAR-CI-5132, CICIMAR-CI 722, CICIMAR-CI 2842, CICIMAR-CI 3328, CICIMAR-CI 3817,

CICIMAR-CI-3818, CICIMAR-CI-3844, CICIMAR-CI-3846, CICIMAR-CI-3847, CICIMAR-CI-3849, CICIMAR-CI-3850, CICIMAR-CI-3852, CICIMAR-CI-3865, CICIMAR-CI-3868, CICIMAR-CI-4440, CICIMAR-CI-5007, CICIMAR-CI-5585, CIDOAX-79, FLMNH-98663, FLMNH-98741, FLMNH-98742, IBUNAM-P946, IBUNAM-P1040, IBUNAM-P1097, IBUNAM-P3292, IBUNAM-P5161, ICMYL-P112.01, ICMYL-P112.02, SU-3031, SU-16475, SU-16491, SU-16518, SU-47068, SU-63615, UAEM-1200.

Biogeografía: Es endémica del Pacífico Oriental Tropical. Su distribución en México va desde el sur de la costa occidental de Baja California hasta el Golfo de Tehuantepec, en las costas de Oaxaca, incluyendo al Golfo de California. Esta especie cuenta con un gran número de registros en México, principalmente en los estados de Baja California y Sonora. Presente en las Islas Revillagigedo.

Nota: La especie *Tylosurus sierrita* descrita por Jordan & Gilbert (1882) de material recolectado en Mazatlán, Sinaloa, México, corresponde a un sinónimo de *S. exilis*.

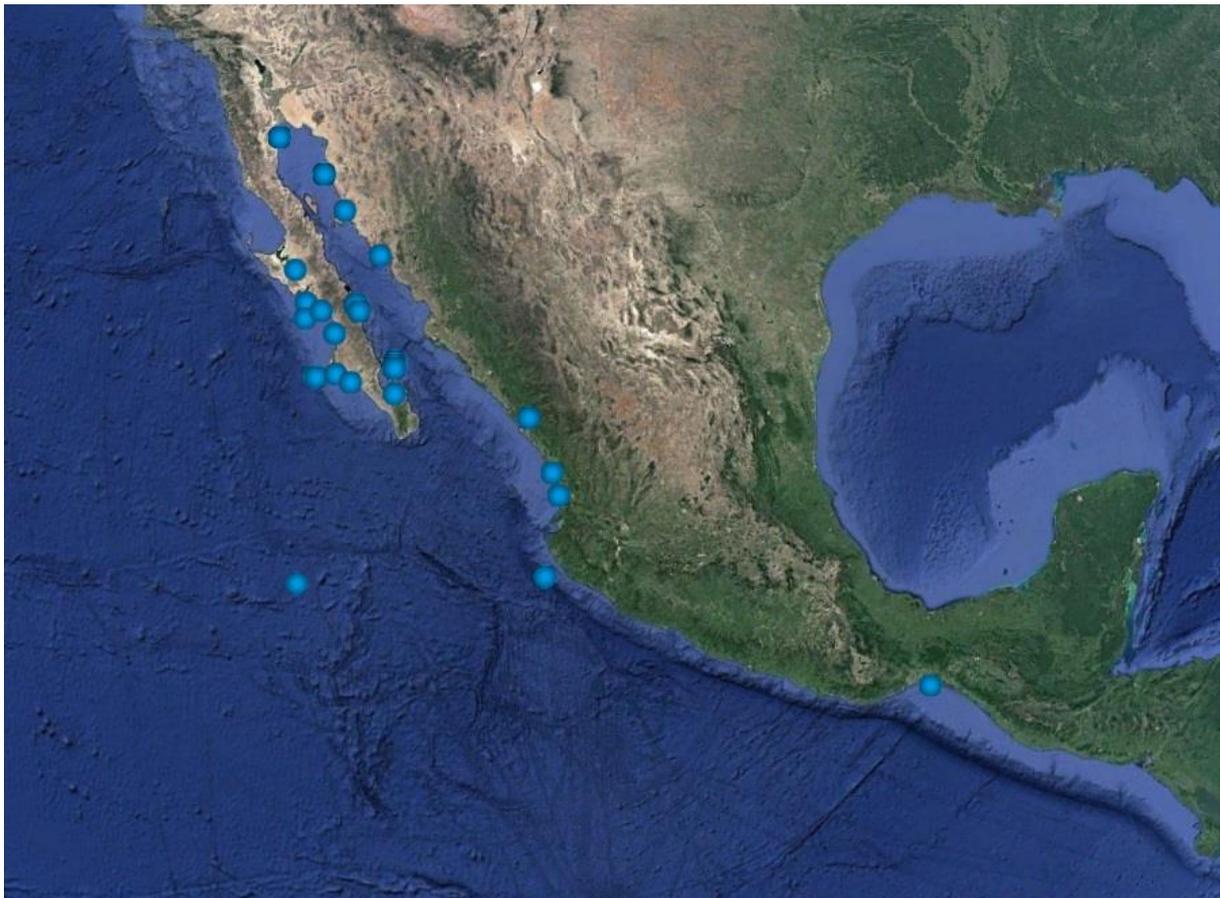


Figura 9. Mapa de distribución de la especie *Strongylura exilis* en México.

4. *Strongylura hubbsi* Collette, 1974

Strongylura hubbsi Collette 1974: 612 (descr. original; localidad típica: Río de la Pasión, inmediatamente sobre la boca del Arroyo de Petexbatúm en Sayaxché, El Petén, Guatemala).

Strongylura hubbsi Collette 1974. Miller, 1976: 156 (lista; desde la cuenca del Río Papaloapan, México, a la cuenca del Usumacinta, Guatemala). Miller, 1986: 136 (lista; cuenca de los ríos Coatzacoalcos, Papaloapan y Grijalva-Usumacinta). Lozano-Vilano & Contreras-Balderas, 1987: 229 (lista; Chiapas). Espinosa-Pérez *et al.*, 1993: 32 (lista; ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta). Gaspar-Dillanes, 1996: 49 (lista; Río Lacantún y Laguna Colorada, Chis.). Anzueto-Calvo *et al.*, 2013: 62 (lista; Reserva de la Biosfera El Ocote, Chiapas, México).

Registros en México: CIDOAX-87, CIDOAX-249, CIDOAX-526, CIDOAX-542, CIFI-85, CIFI-95, CIFI-105, CIFI-115, CIFI-213, CIFI-410, CIFI-423, CIFI-437, CIFI-442, CIFI-457, CIFI-506, CIFI-507, ENCB-IPN-P2587, ENCB-IPN-P4172, IBUNAM-P3666, IBUNAM-P5618, IBUNAM-P8401, IBUNAM-P11491, IBUNAM-P11499, IBUNAM-P11527, IBUNAM-P11544, IBUNAM-P11556, IBUNAM-P11566, IBUNAM-P11612, IBUNAM-P11708, IBUNAM-P11723, IBUNAM-P11959.

Biogeografía: Es la única especie de la familia Belonidae de ámbitos dulceacuícolas, su origen es vicario. Su distribución en México va desde la cuenca del Río Coatzacoalcos, Veracruz, hasta Campeche. Tiene amplia distribución en el Sistema Grijalva-Usumacinta, llega hasta Guatemala.

Nota: Existe una población en la cuenca superior del Río Coatzacoalcos, que de acuerdo con Collette (1974) presenta un número mayor de valores merísticos, es posible que se trate de una entidad diferente y emparentada a *S. hubbsi*.

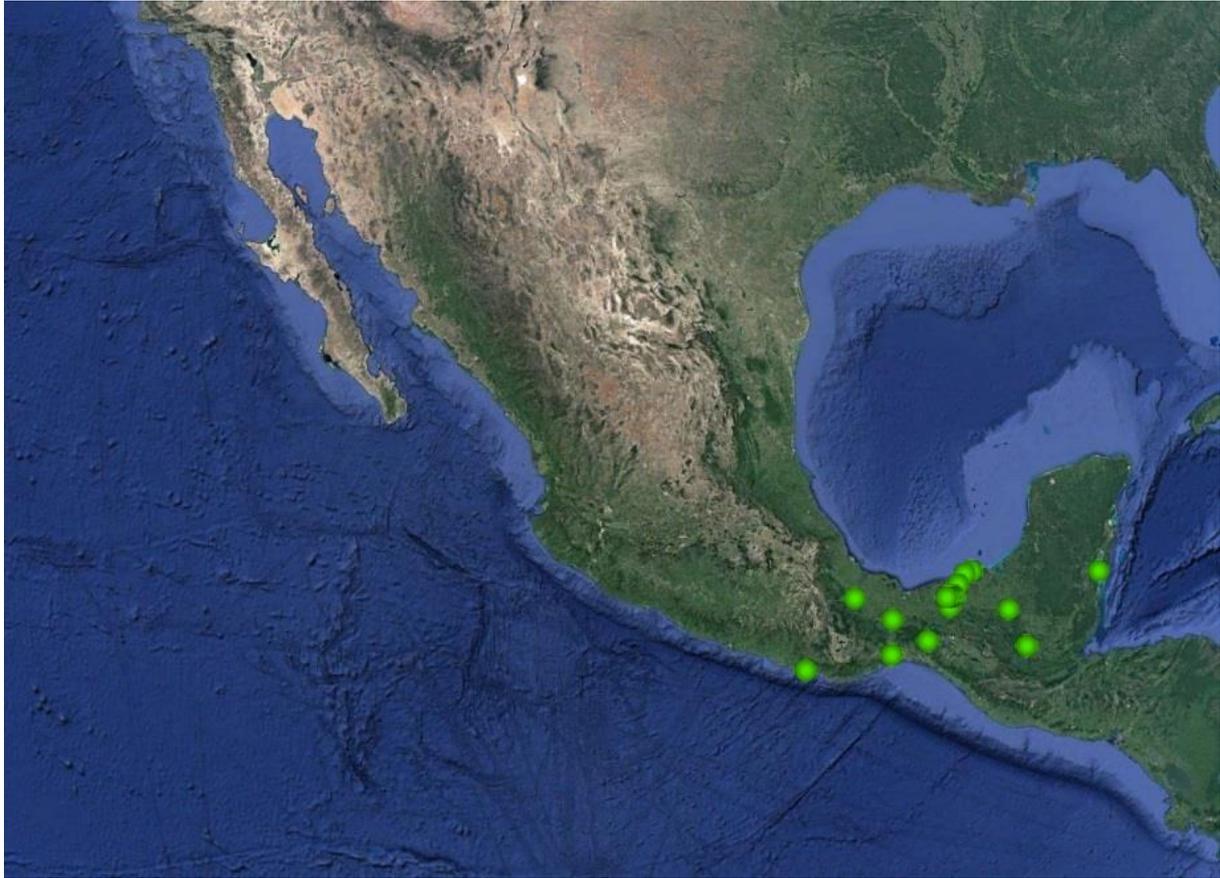


Figura 10. Mapa de distribución de la especie *Strongylura hubbsi* en México.

5. *Strongylura marina* (Walbaum, 1792)

Esox marinus Walbaum (ex Schöpfung) 1792: 88 (descr. original; localidad típica: sin precisar, posiblemente corresponda a New York, E.U.A.)

Strongylura marina (Walbaum). Álvarez del Villar, 1950: 59 (claves; costa del Atlántico, penetra a los ríos). Briggs, 1958: 264 (lista: ambas costas del Atlántico). Miller, 1966: 796 (lista: desde Cabo Cod a Brasil e Indias Occidentales). Álvarez del Villar, 1970: 79 (claves; costa del Atlántico). Reséndez-Medina, 1979 (lista; lagunas de Tamiahua, Alvarado y Sontecomapan, Ver.; lagunas El Carmen-Machona-Redonda, Tab.). Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980: 469 (lista, laguna de Términos, Camp.). Reséndez-Medina, 1981: 486 (notas; Laguna El Carmen, Tab.). Reséndez-Medina 1983: 394 (notas; Laguna de Sontecomapan, Ver.). Castro-Aguirre *et al.*, 1986: 164 (lista; sistema Tuxpan Tampamachoco, Ver.). Smith y Miller, 1986: 462 (lista; Río Grande, Tamps.). Gómez-Soto & Contreras-Balderas, 1988; 12 (lista;

Laguna Madre de Tamaulipas). Edwards & Contreras-Balderas, 1991: 205 (lista: Río Bravo del Norte, Tamps.). Lozano-Vilano *et al.*, 1993: 582 (lista; Tuxpan y lagunas de Tamiahua, Grande, La Mancha, Mandinga, Alvarado y Sontecomapan, Ver.). Vega-Cendejas *et al.*, 1997: 45 (notas; distr.; Río Celestún, Yuc.). McEachran y Fehhelm, 1998: 941 (catálogo; Peces del Golfo de México). Schmitter-Soto, 1998: 74 (notas; distr.; Somosaya (Nitchupté), QR). Carpenter, 2002: 1104 (claves; Atlántico). Martínez-Pérez *et al.*, 2012: 47 (lista; Ver.). Abarca-Arenas *et al.*, 2012: 127 (lista; Lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua, Tampamachoco, La mancha, Mandinga Grande, Alvarado, Sontecomapan, Ostión; ríos de Tecolutla, Casitas, Laguna y plataforma continental frente a Alvarado). Franco-López *et al.*, 2012: 259 (lista; Laguna de Alvarado, Ver.). Gallardo-Torres *et al.*, 2012:61 (catálogo; Yucatán). *Belone marina* (Walbaum). Regan 1906-08: 74 (refs.; breve descr.; desde Cabo Cod al sur de México).

Strongylura scrutator (Baird & Girard). Hubbs, 1936: 207 (notas; discusión; comparación con *Strongylura marina* y otras spp. afines; Río Champotón Camp., Méx.).

Strongylura scrutator (Girard). Álvarez del Villar, 1950: 60 (claves; Golfo de México; penetra a los ríos). Álvarez del Villar, 1970: 79 (claves; costa del Atlántico).

Tylosurus marinus (Walbaum). Barbour & Cole 1906: 157 (lista: ciénega cercana a Progreso, Yuc.).

Registros en México: CIDOAX-104, CPUM-5874, CPUM-10535, CPUM-10575, ECO-CH-P2465, ENCB-IPN-P213, ENCB-IPN-P214, ENCB-IPN-P217, ENCB-IPN-P220, ENCB-IPN-P225, ENCB-IPN-P227, ENCB-IPN-P715, ENCB-IPN-P1237, ENCB-IPN-P1824, ENCB-IPN-P2087, ENCB-IPN-P2318, ENCB-IPN-P2346, ENCB-IPN-P2570, ENCB-IPN-P2817, ENCB-IPN-P3812, IBUNAM-P262, IBUNAM-P385, IBUNAM-P481, IBUNAM-P525, IBUNAM-P624, IBUNAM-P651, IBUNAM-P2422, IBUNAM-P2984, IBUNAM-P3087, IBUNAM-P3123, IBUNAM-P3175, IBUNAM-P3212, IBUNAM-P4096, IBUNAM-P4106, IBUNAM-P4115, IBUNAM-P4175, IBUNAM-P4563, IBUNAM-P6636, IBUNAM-P6678, IBUNAM-P6692, IBUNAM-P6722, IBUNAM-P6856, IBUNAM-P9086, IBUNAM-P10650, ICMYL-P319.01, ICMYL-P319.02, ICMYL-P319.03, UANL-6015, UANL-6036, UANL-6049, UANL-6127, UANL-6144, UANL-6152.

Biogeografía: La especie es endémica del Atlántico occidental. Se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de la región costera del Atlántico mexicano, va

desde Tamaulipas hasta Bacalar (Quintana Roo), incluso penetra a los sistemas estuarinos, soportando variaciones en la salinidad.

Nota: Al ser una especie eurihalina e incursionar río arriba, en los ríos de Veracruz y Tabasco, suelen confundirla con *S. hubbsi*.



Figura 11. Mapa de distribución de la especie *Strongylura marina* en México.

6. *Strongylura notata* (Poey, 1860)

Belone notata Poey 1860: 293 (descr. original; localidad típica: Habana, Cuba).

Strongylura notata (Poey). Hubbs, 1936: 207 (notas; en una Ciénega a 2 km al sur de Puerto Progreso, Yuc.). Álvarez del Villar, 1950: 59 (clave; mar de las Antillas). Miller, 1966: 796 (lista; Ciénegas salobres cercanas a Puerto Progreso, Yuc.). Álvarez del Villar, 1970: 103 (notas; Laguna de Tamiahua, Ver.). Castro-Aguirre, 1978: 62 (catálogo; distr.; Alvarado, Ver., Progreso, Yuc.). Reséndez-Medina, 1979: 643 (lagunas de Tamiahua, Ver. y Términos, Camp.). Kobelkowsky-Díaz, 1985: 153 (lista; Laguna de Tampamachoco, Ver.). Fuentes-Mata *et al.*, 1989: 258 (lista; Laguna de Sontecomapan, Ver.). Lozano-Vilano *et al.*, 1993: 582 (lista; lagunas de

Tamiahua, Tampamachoco, Mandinga Grande, Alvarado y Sontecomapan, Ver.). Schmitter-Soto y Gamboa-Pérez, 1996: 204 (lista; aguas dulces de QR.). Vega *et al.*, 1997: 46 (distr.; notas; Ría de Celestún, Yuc.). McEachran y Fechhelmm, 1998: 941 (catálogo; Golfo de México). Schmitter-Soto, 1998: 77 (notas; distr.; Lagunas Muyil y Bacalar, QR.). Carpenter, 2002: 1104 (claves; Atlántico). Martínez-Pérez *et al.*, 2012: 47 (lista; Ver.). Abarca-Arenas *et al.*, 2012: 127 (lista; Laguna Pueblo Viejo, Laguna de Tamiahua, Laguna de Tampamachoco, Casitas, Laguna Grande, Laguna de La Mancha, Laguna de Mandinga, Laguna de Alvarado, Laguna de Sontecomapan, Laguna del Ostión, Sistema Arrecifal Veracruzano, Plataforma continental frente a Alvarado y Arrecifes Lobos-Tuxpan). Badillo-Alemán *et al.*, 2012: 247 (lista; Laguna de La Carbonera, Yucatán). Franco-López *et al.*, 2012: 259 (lista; Alvarado, Ver.). Gallardo-Torres *et al.*, 2012: 62 (catálogo; costa de Yucatán). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 825 (lista; Sistema Arrecifal Veracruzano).

Tylosurus notatus (Poey). Evermann & Goldsborough, 1902: 207 (notas; Puerto Progreso, Yuc.).

Registros en México: CPUM-10552, CPUM-10669, CPUM-10727, ECO-CH-P80, ECO-CH-P1322, ECO-CH-P1745, ECO-CH-P1770, ECO-CH-P1812, ECO-CH-P1880, ECO-CH-P1894, ECO-CH-P2000, ECO-CH-P2147, ECO-CH-P2160, ECO-CH-P2203, ECO-CH-P2246, ECO-CH-P2283, ECO-CH-P2517, ECO-CH-P2518, ECO-CH-P2571, ECO-CH-P2534, ECO-CH-P2608, ECO-CH-P2609, ECO-CH-P2842, ECO-CH-P2967, ECO-CH-P3008, ENCB-IPN-P349, ENCB-IPN-P2274, ENCB-IPN-P2306, ENCB-IPN-P2594, ENCB-IPN-P2522, ENCB-IPN-P3008, ENCB-IPN-P5087, ENCB-IPN-P5104, ENCB-IPN-P5109, ENCB-IPN-P5121, ENCB-IPN-P5124, ENCB-IPN-P5127, ENCB-IPN-P5135, ENCB-IPN-P5146, IBUNAM-P261, IBUNAM-P659, IBUNAM-P2347, IBUNAM-P2416, IBUNAM-P2421, IBUNAM-P2426, IBUNAM-P2663, IBUNAM-P2807, IBUNAM-P2842, IBUNAM-P2855, IBUNAM-P2940, IBUNAM-P3124, IBUNAM-P3150, IBUNAM-P3213, IBUNAM-P4124, IBUNAM-P4588, IBUNAM-P4607, IBUNAM-P4618, IBUNAM-P4988, IBUNAM-P5254, IBUNAM-P5270, IBUNAM-P5536, IBUNAM-P5580, IBUNAM-P6274, IBUNAM-P6288, IBUNAM-P6723, IBUNAM-P10662, UANL-6152.

Biogeografía: *Strongylura notata* vive en simpatria con *S. marina*, pero con distribución más restringida. Su distribución va desde el norte de Veracruz hasta algunas lagunas de Quintana Roo. Muy común en los estados de Veracruz y

Yucatán. Se le encuentra con regularidad en los estuarios y fue la especie con el mayor número de registros en México tanto virtuales como literarios.

Nota: Dos posibles subespecies en el Atlántico de México: *Strongylura notata notata* (Poey, 1860) para el Atlántico Centro-Occidental: Cuba, Jamaica, México, Belice y Honduras y *Strongylura notata forsythia* Breder, 1932, para las Bahamas, el sur de la Florida, y el Golfo de México al oeste de Mobile Bay, Alabama.



Figura 12. Mapa de distribución de la especie *Strongylura notata* en México.

7. *Strongylura timucu* (Walbaum, 1792)

Esox belone var. *timucu* (Walbaum) 1792: 88 (descr. original; localidad típica: Lago Papary, cerca de 24 millas al sur de Natal, Brasil).

Strongylura timucu (Walbaum). Gunter, 1942: 317 (Lista; eurihalina). Álvarez del Villar, 1950: 59 (claves; desde Florida a Brasil). Zarur, 1962: 58 (mención; Laguna de Términos, Camp.). Álvarez del Villar, 1970: 79 (claves; costa del Atlántico). Castro-Aguirre, 1978: 61 (catálogo; distr.; varias localidades continentales en México). Lozano-Vilano *et al.*, 1993: 582 (lista; Laguna de Tamiahua, Ver.). Schmitter Soto &

Gamboa-Pérez, 1996: 204 (lista; aguas dulces de QR.). Vega-Cendejas *et al.*, 1997:47 (distr.; notas; Ría de Celestún, Yuc.). McEachran y Fechhelmm, 1998: 941 (catálogo; Golfo de México). Schmitter-Soto, 1998: 77 (notas; distr.; Xul-Há, QR). Carpenter, 2002: 1104 (claves; Atlántico). Martínez-Pérez *et al.*, 2012: 47 (lista; Ver.). Abarca-Arenas *et al.*, 2012: 127 (lista; Laguna Pueblo Viejo, Laguna de Tamiahua, Laguna de Tampamachoco, Plataforma continental frente a Alvarado). Franco-López *et al.*, 2012: 259 (lista; Alvarado, Ver.). Gallardo-Torres *et al.*, 2012: 63 (catálogo; costa de Yucatán). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 825 (lista; Sistema Arrecifal Veracruzano).

Registros en México: CPUM-10551, ECO-CH-P1257, ECO-CH-P1742, ECO-CH-P1811, ECO-CH-P2847, IBUNAM-P10679, IBUNAM-P10691.

Biogeografía: Se distribuye y es endémica del Atlántico occidental. Ocasionalmente penetra en los estuarios pero no es tan común en ellos. Su distribución va desde Tamaulipas hasta Quintana Roo dónde se le encuentra con más frecuencia.

Nota: Previamente se consideraba a *S. timucu* como un sinónimo de *S. marina*.

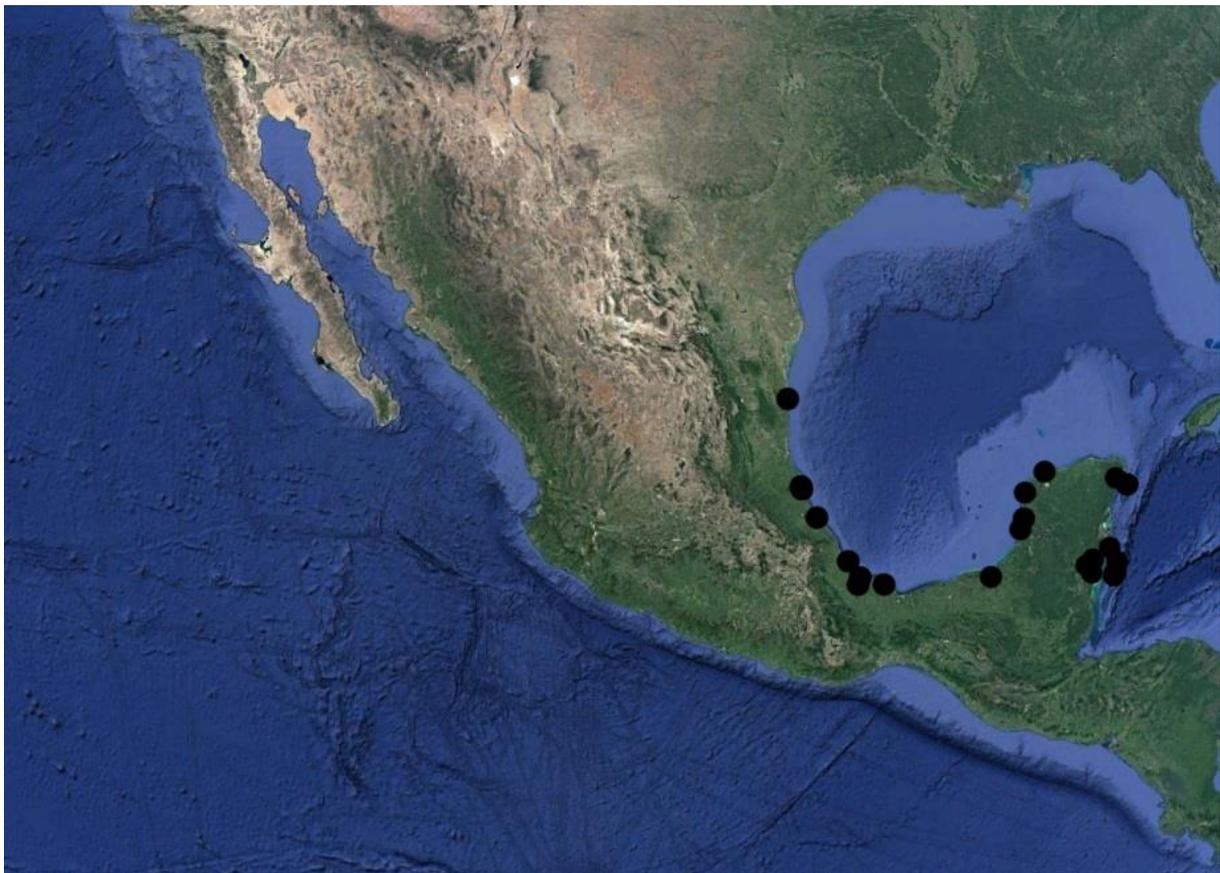


Figura 13. Mapa de distribución de la especie *Strongylura timucu* en México.

Género *Tylosurus* Cocco, 1833

Tylosurus Cocco, 1833: 18. Especie tipo: *Tylosurus cantrainei* Cocco, 1833.

A pesar de ser menos especies que en el género anterior, *Tylosurus* se encuentra distribuido ampliamente en ambas costas del país. En especial, la especie *Tylosurus acus* que se encuentra en ambos litorales.

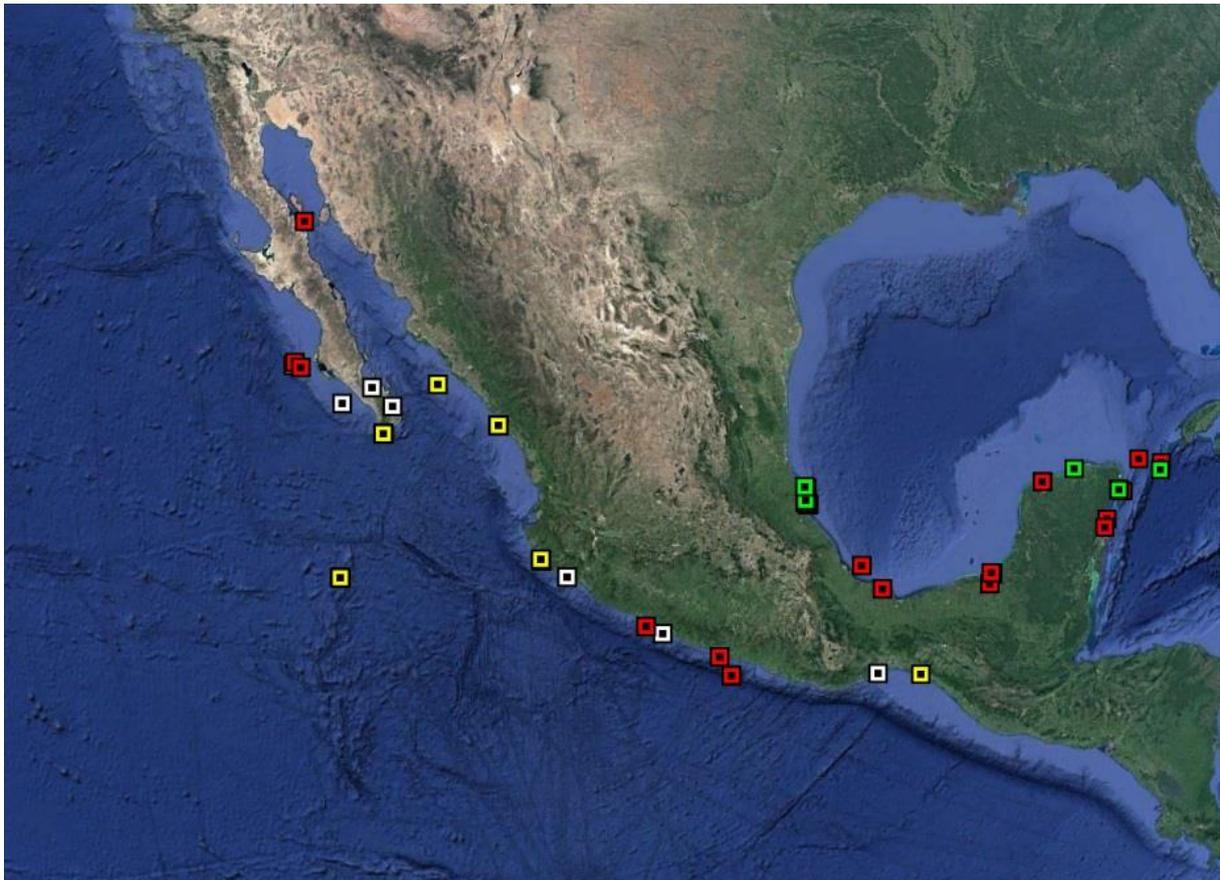


Figura 14. Mapa de distribución del género *Tylosurus* en México.

8. *Tylosurus acus* (Lacepede, 1803)

Sphyræna acus Lacepède 1803: 325, Pl. 1 (descr. original; localidad típica: Isla Martinica o Indias occidentales).

Tylosurus acus (Lacepède). Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980: 469 (Lista; Laguna de Términos, Camp.). McEachran & Fechhelm, 1998: 941 (catálogo; Peces del Golfo de México). Carpenter, 2002: 1104 (claves; Atlántico). Del Moral-Flores *et al.*, 2016: 596 (lista; Islas Revillagigedo).

Registros en México: CPUM-10536, CPUM-10576, CPUM-10670, FLMNH-223564, IBUNAM-P403, IBUNAM-P694, IBUNAM-P778, IBUNAM-P2841, IBUNAM-P2895, IBUNAM-P3232, IBUNAM-P3471, IBUNAM-P4078, IBUNAM-P4769, IBUNAM-P11418, IBUNAM-P11433, UAEM-1221.

Biogeografía: Es considerada una especie circunglobal. En México se encuentra en ambos litorales y está representada por dos subespecies: *Tylosurus acus acus* para el Atlántico occidental y *Tylosurus acus melanotus* para el Pacífico oriental. En el Pacífico mexicano se encuentra desde la costa occidental de Baja California Sur, Golfo de California hasta Oaxaca. Mientras que en el Atlántico, su ocurrencia va desde Veracruz hasta Quintana Roo.

Nota: Anteriormente se consideraba una sola especie de amplia distribución. Actualmente se ha comprobado existe un aislamiento entre poblaciones y con ello se han validado cuatro subespecies: *Tylosurus acus acus* (Atlántico occidental), *Tylosurus acus imperialis* (Atlántico oriental), *Tylosurus acus rafale* (África occidental) y *Tylosurus acus melanotus* (Indopacífico). Esta última especie suele incursionar y de manera ocasiona a la parte del Pacífico oriental. En el Pacífico oriental *Tylosurus acus* es reemplazada por *T. pacificus*. Con base en lo anterior, en México encontramos dos subespecies: *Tylosurus acus acus* (Lacepede, 1803) para el Atlántico occidental y *Tylosurus acus melanotus* (Bleeker, 1850) en el Pacífico, donde es rara.

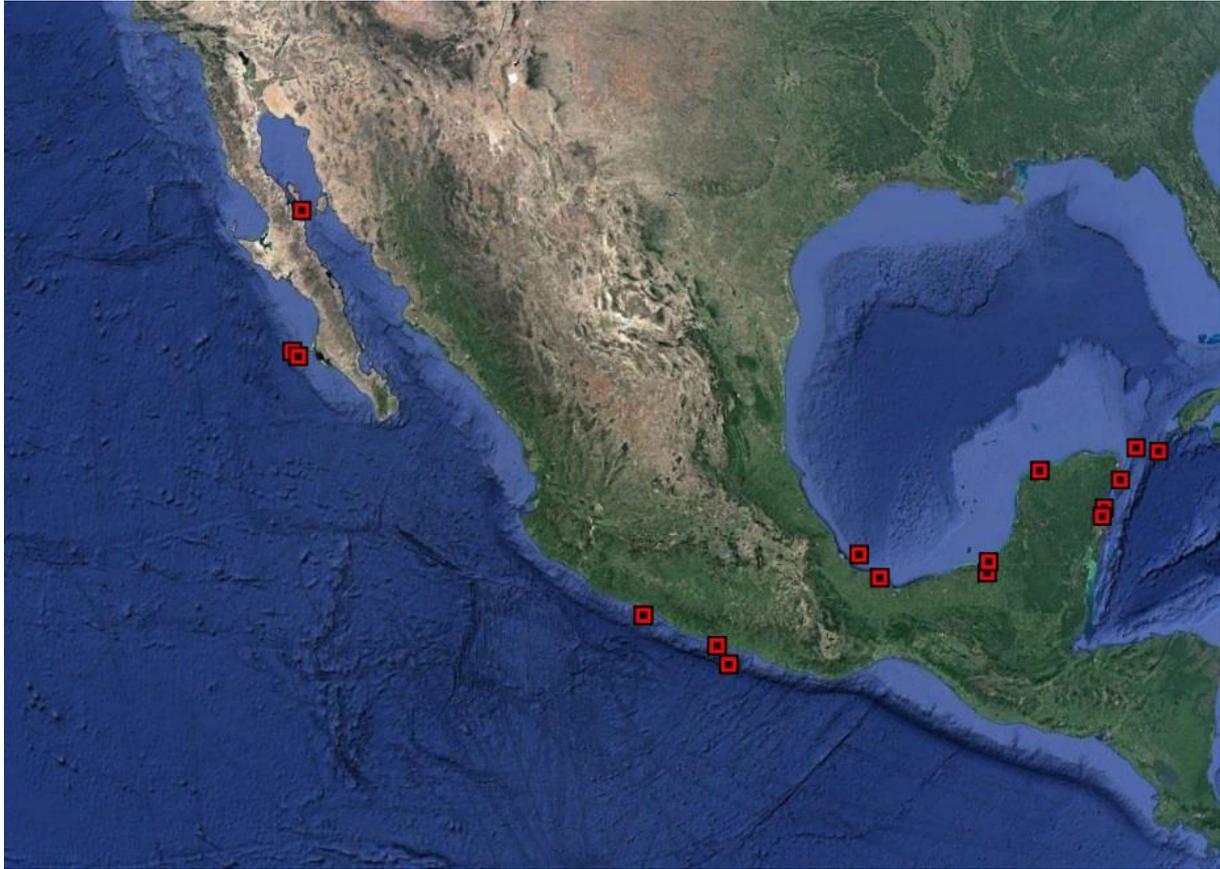


Figura 15. Mapa de distribución de la especie *Tylosurus acus* en México.

9. *Tylosurus crocodilus* (Peron y Lesueur, 1821)

Belona crocodila Péron & Lesueur 1821: 129 (descr. original; localidad típica: Isla Mauricio).

Tylosurus crocodilus (Péron & Lesueur). Fuentes-Mata *et al.*, 1989: 259 (notas; Laguna de Sontecomapan Ver.). McEachran & Fechhelm, 1998: 941 (catálogo; Peces del Golfo de México). Carpenter, 2002: 1104 (claves; Atlántico). Abarca-Arenas *et al.*, 2012: 127 (lista; Sistema Arrecifal Veracruzano y Arrecifes Lobos-Tuxpan.). Gallardo-Torres *et al.*, 2012: 64 (catálogo; costa de Yucatán).

Tylosurus raphidoma (Ranzani). Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980: 469 (lista; Laguna de Términos Camp.). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 825 (lista; Sistema Arrecifal Veracruzano).

Registros en México: IBUNAM-P309, IBUNAM-P1059, IBUNAM-P1098, IBUNAM-P1889, IBUNAM-P2002, IBUNAM-P2100, IBUNAM-P2808, IBUNAM-P3043, IBUNAM-P3070, IBUNAM-P5669, IBUNAM-P6278, IBUNAM-P6769, IBUNAM-

P6849, ICMYL-P326.01, ICMYL-P326.02, ICMYL-P326.03, ICMYL-P326.04, ICMYL-P326.05, ICMYL-P326.06, ICMYL-P326.07, ICMYL-P326.08, ICMYL-P326.09.

Biogeografía: La especie *Tylosurus crocodilus* está restringida al Atlántico; previamente era considerada de amplia distribución. Su distribución en México va desde Veracruz hasta Quintana Roo. En México la subespecie presente es *Tylosurus crocodilus crocodilus*. De manera ocasional se le llega a encontrar en estuarios.

Nota: Está representada en México por la subespecie *Tylosurus crocodilus crocodilus* (Péron y Lesueur, 1821). Tiene importancia dentro de la pesca deportiva.



Figura 16. Mapa de distribución de la especie *Tylosurus crocodilus* en México.

10. *Tylosurus fodiator* (Jordan y Gilbert, 1882)

Tylosurus fodiator Jordan & Gilbert 1882: 459 (descr. original; localidad típica: Mazatlán, Sinaloa, México).

Tylosurus crocodilus fodiator (Jordan & Gilbert 1881). Amezcua-Linares, 2008: 96 (lista; Baja California Sur y Golfo de California). Erisman *et al.*, 2011: 26 (lista; Islas Marías, México). Márquez-Espinoza, 2012: 159 (lista; Guerrero, México). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 184 (lista; Golfo de California). Del Moral-Flores *et al.*, 2016: 596 (lista; Islas Revillagigedo). Del Moral-Flores *et al.*, 2017: 596 (lista; Oaxaca).

Registros en México: AMNH-11888, AMNH-11889, AMNH-11890, AMNH-11891, CAS-11099, CAS-1537, CAS-1538, CAS-1539, CPUM-3331, ICMYL-P507.01, SU-2939, SU-12069, MHN-UABCS-100.

Biogeografía: *Tylosurus fodiator* fue validada recientemente, antes se consideraba una subespecie de *Tylosurus crocodilus*. Es una especie endémica del Pacífico oriental. En México su distribución va desde Baja California hasta Oaxaca. Se encuentra comúnmente en el Golfo de California y por su gran tamaño también tiene importancia en la pesca deportiva.

Nota. Su especie hermana es *T. crocodilus*, la reemplaza en el resto de los océanos.



Figura 17. Mapa de distribución de la especie *Tylosurus fodiator* en México.

11. *Tylosurus pacificus* (Steindachner, 1876)

Belone pacifica Steindachner 1876: 93 (descr. original; localidad típica: Acapulco, México; Panamá).

Tylosurus pacificus (Steindachner). Amezcua-Linares 2008: 96 (lista; del sur de Baja California y Golfo de California a Perú.). Villarreal-Cavazos *et al.*, 2000: 413 (lista; Cabo Pulmo, Golfo de California). Erisman *et al.*, 2011: 26 (lista; Islas Marías, México). Del Moral-Flores *et al.*, 2013: 184 (lista; Golfo de California).

Tylosurus acus pacificus (Steindachner). Lucano-Ramírez, 2001: 13 (lista; Jalisco y Colima). Márquez-Espinoza, 2012: 159 (lista; norte del estado de Guerrero, México). Del Moral-Flores *et al.*, 2016: 596 (lista; Islas Revillagigedo). Del Moral-Flores *et al.*, 2017: 596 (lista; Oaxaca).

Registros en México: CAS-27607, ICMYL-P768.01, ICMYL-P768.02, ICMYL-P768.03, MHN-UABCS-1.

Biogeografía: Endémica del Pacífico Oriental, posee una amplia distribución en México que va desde el sur de la costa occidental de Baja California Sur, Golfo de California hasta Chiapas.



Figura 18. Mapa de distribución de la especie *Tylosurus pacificus* en México.

*** Especie probable**

***Strogylura scapularis* (Jordan & Gilbert, 1882)**

Tylosurus scapularis (Jordan & Gilbert) 1882: 307 (descr. original; localidad típica: costa Pacífica, Bahía de Panamá, Panamá).

Registros en México: CICIMAR-CI 5465.

Biogeografía: De ambas revisiones se obtuvo únicamente dos registros de la especie *Strongylura scapularis*, por lo cual la distribución de esta en mares mexicanos está en duda. Los registros son de Baja California y Nayarit.

Nota: En duda por falta de registros y distribución que no corresponde a la establecida para la especie.



Figura 19. Distribución aparente de la especie *Strongylura scapularis* en México.

La descripción osteológica de la especie *Strongylura hubbsi* se realizó para comparar con la especie original ya que la especie capturada del Río Coatzacoalcos podría ser una entidad diferente.

IX. OSTEOLÓGÍA DE LA ESPECIE *Strongylura hubbsi*

9.1. Neurocráneo

El neurocráneo de la familia Belonidae está compuesto por 17 huesos, siendo 13 pares y cuatro impares (Sant'Anna, 2011).

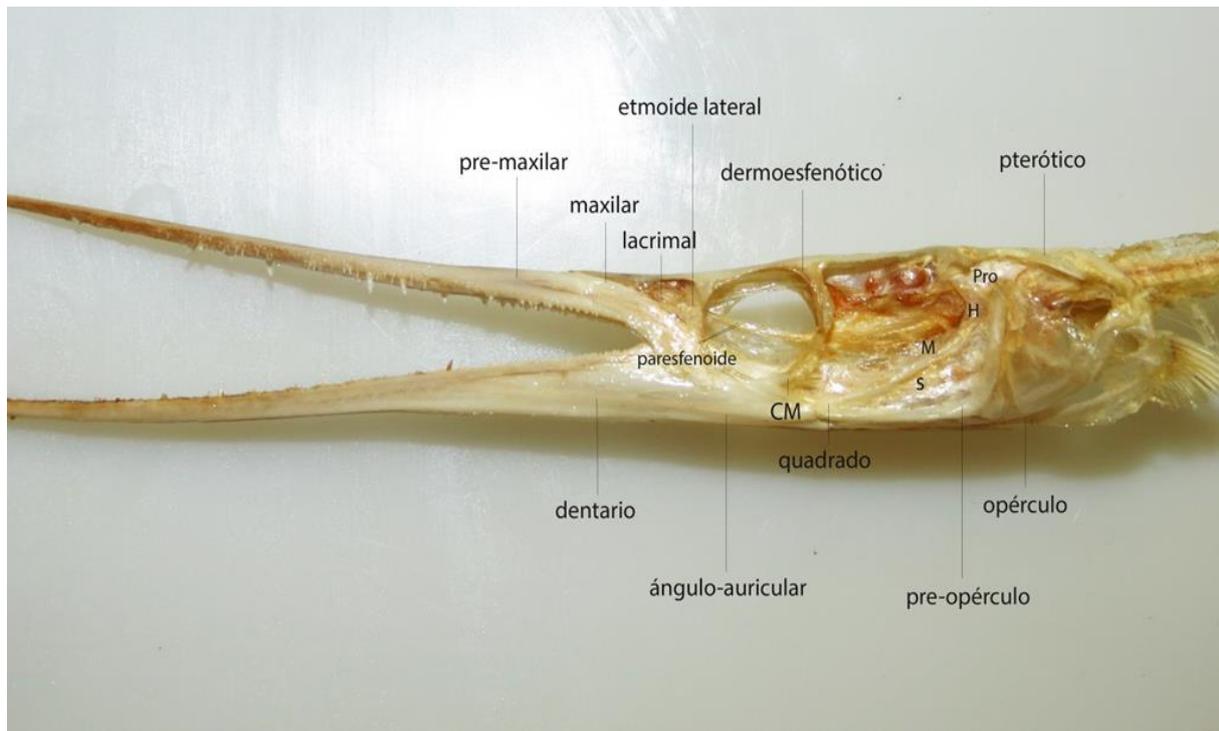


Figura 20. Vista lateral del cráneo de la especie *Strongylura hubbsi*. Capturado en el Río Coatzacoalcos. H- hiomandibular; M- metapterigoide; Pro- proótico; S- simplético.

Región etmoidal. Esta región está compuesta por dos huesos pares, el etmoide lateral y nasal, y por dos huesos impares, el vómer y el mesetmoides. Anteriormente se articula al aparato mandíbular, posteriormente se articula con el frontal y ventralmente con el suspensorio mandíbular. Los nasales acompañan el alargamiento craneal, en vista dorsal están en contacto con el mesetmoide y el frontal. En vista lateral se articulan con el palatino, la maxila, el pre-maxilar y el etmoides lateral. El mesetmoides es un hueso con forma circular. Debajo del disco dorsal hay una parte cartilaginosa que hace contacto con el vómer, palatino, cartílago pterigoide y endopterigoides. Dorsalmente el mesetmoides se encuentra unido a los nasales y posteriormente a los frontales.

Serie orbital. En Beloniformes la serie orbital está conformada por tres huesos pares, el lagrimal, el pteroesfenoides y el dermoesfenótico. Los demás huesos de la serie infraorbital se perdieron tanto en Beloniformes cómo en Cyprinodontiformes (Parin, 1961; Rosen, 1964; Parenti, 1981, 2008). El lagrimal es un hueso par generalmente triangular, este está conectado con la mandíbula, posteriormente con el etmoide lateral y ventralmente con el ángulo-auricular a través de un ligamento largo en forma de tubo. El pteroesfenoides es el único hueso condral de la serie orbital, se sitúa en posición media a la órbita. Hace contacto con el basesfenoides y puede hacer contacto con el esfenótico y el proótico. El dermoesfenótico se conecta dorsalmente con el frontal y ventralmente con el coromeckeliano a través de un haz muscular.

Techo craneal. El techo cráneo se compone en Beloniformes por ocho huesos pares y uno impar. Los huesos nasal, mesetmoide, esfenótico, supraoccipital, y dermoesfenótico fueron descritos con anterioridad o se abordarán en la serie ótica, por lo que en este apartado se tratará aquí el frontal, el epoccipital y los pteróticos.

El frontal es el hueso de mayor tamaño en los Beloniformes, es un hueso par que se encuentra en contacto con todos los huesos que conforman el techo craneal. Está en contacto anterior con el nasal y mesetmoides, contacto posterior con el pterótico, epoccipital y supraoccipital, lateralmente con el esfenótico y dermoesfenótico, y ventralmente con el pteroesfenoide y el etmoide lateral.

El epoccipital es un hueso par situado en la parte posterior que conforma parte de la caja craneal, se relaciona con el pterótico, con el frontal y ventralmente con el exoccipital. El pterótico es un hueso par que junto con el epoccipital forman parte de la caja craneal (Fig. 21).

Serie ótica. En esta serie únicamente se mencionarán dos huesos pares ya que los demás huesos que conforman esta serie se trataron en el apartado de techo craneal. El esfenótico y el proótico son los que conforman esta serie. El esfenótico tiene dos partes principales, la parte lateral está cubierta de musculatura del suspensorio, esta hace contacto con el pteroesfenoides, ventralmente con el proótico y posteriormente con el pterótico. El proótico es uno de los huesos principales de la caja craneal ya

que está en contacto con siete de los huesos que la conforman (basesfenoides, pteroesfenoides, paresfenoides, esfenótico, pterótico, basioccipital y exoccipital).

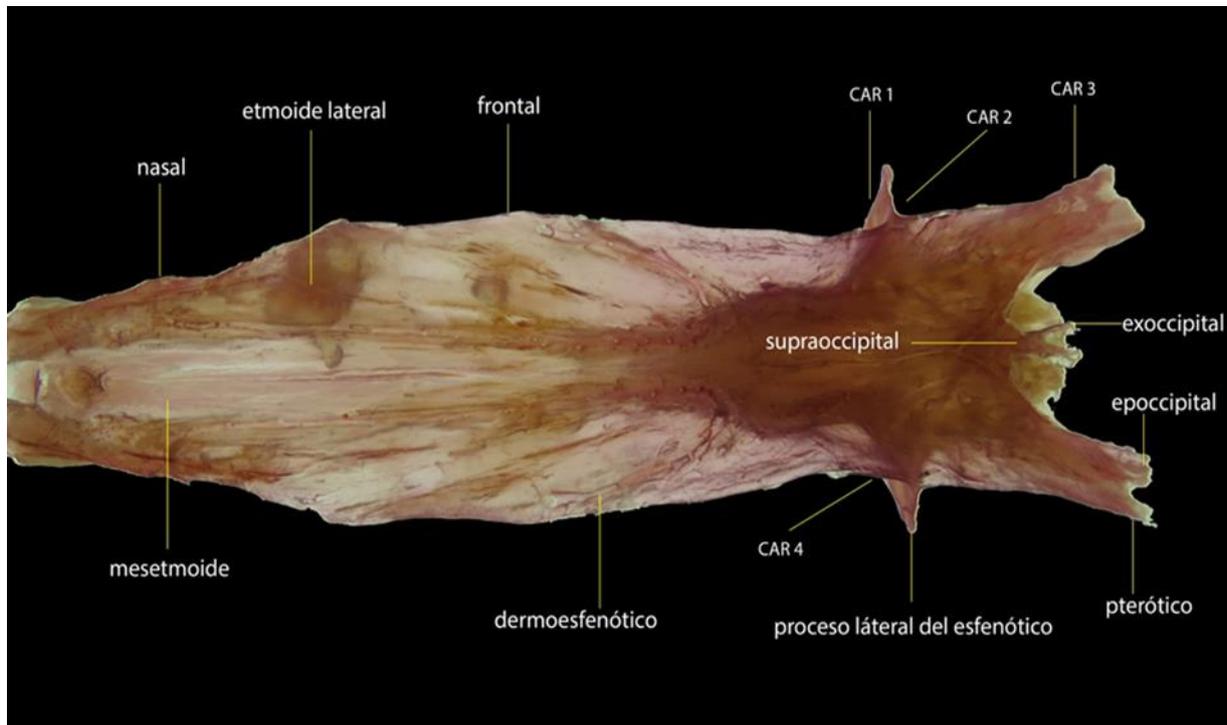


Figura 21. Vista dorsal del neurocráneo de la especie *Strongylura hubbsi*, capturado en el Río Coatzacoalcos. CAR 1: Proceso lateral del esfenótico, porción lateral en vista dorsal. CAR 2: Región posterior del hueso frontal, porma plana al igual que el techo craneal. Zona de contacto con el pterótico. CAR 3: Porción posterior del pterótico. Parte de la caja craneal. CAR 4: Porción dérmica del hueso esfenótico en vista dorsal.

Región occipital. La región occipital se compone por tres huesos: supraoccipital, basioccipital y exoccipital. En la parte posterior esta región está sostenida por el epoccipital y el pterótico. El supraoccipital está cubierto en su mayoría por la musculatura de la región occipital, debajo de este encontramos el exoccipital, este forma parte de la pared posterior de la caja craneal. El basioccipital es el hueso más ventral de la región, dorsalmente hace contacto con el exoccipital, formando la región de encaje de las vértebras, y anteriormente hace contacto con el paresfenoides.

Base craneal. La base craneal está formada por el paresfenoides y el basesfenoides. El paresfenoides tiene la forma de una barra lateral que va del vomer

al basioccipital, mientras que el basesfenoide asimila una forma de “Y” y se conecta principalmente con los huesos de la serie ótica.

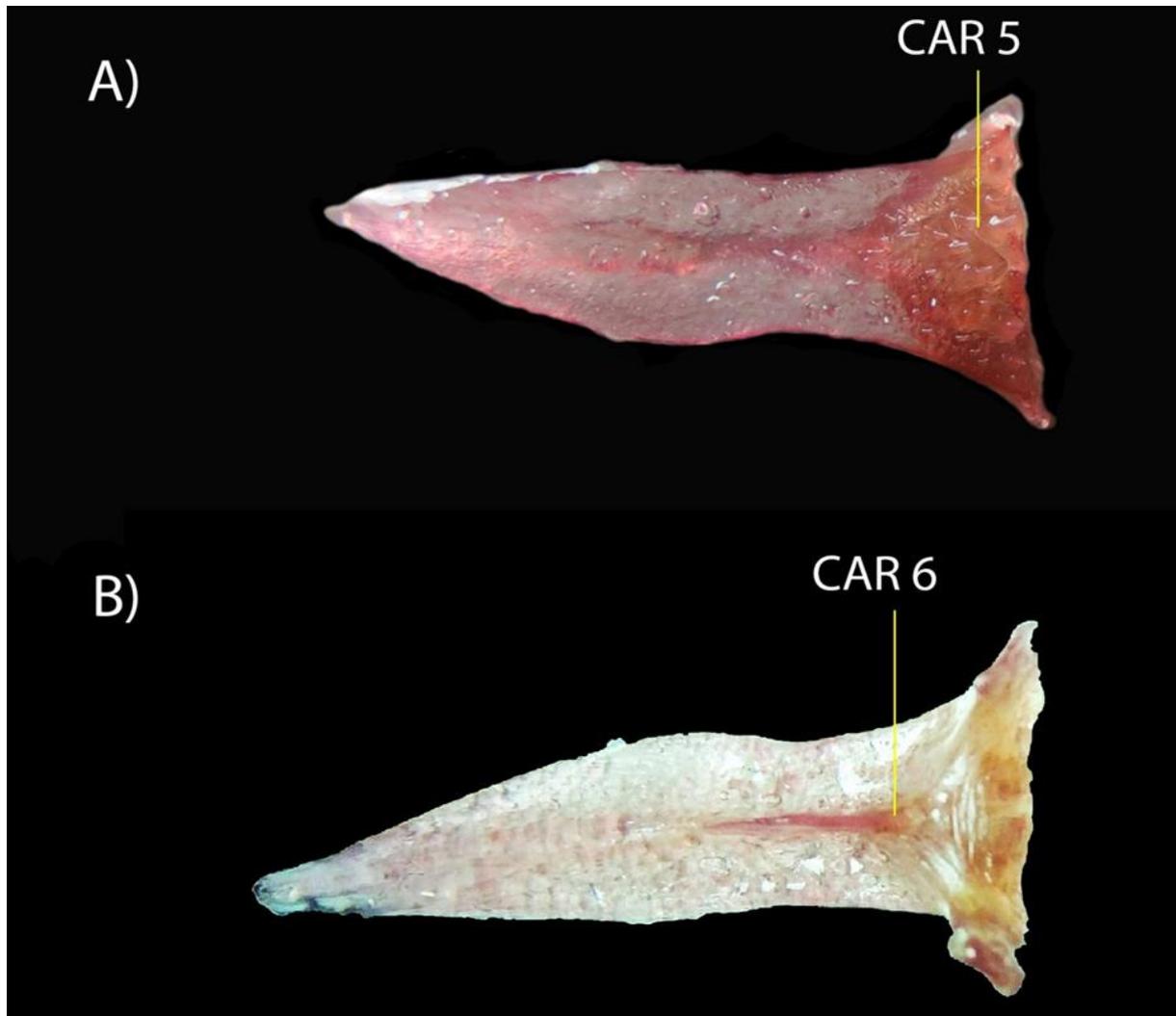


Figura 22. A) Vista dorsal y B) ventral del vómer de *S. hubbsi* proveniente del Río Coatzacoalcos. CAR 5: Dentición en la zona dorsal del vómer. CAR 6: Zona del vómer con mayor cantidad de unión con el tejido.

9.2. Aparato Mandibular

El aparato mandibular se refiere a los huesos que conforman tanto la mandíbula superior como inferior y la dentición de estos. La mandíbula superior está formada por el pre-maxilar y el maxilar, mientras que la mandíbula inferior está conformada por el dentario, ángulo-articular, coromeckeliano y retroarticular, la mandíbula superior se alarga después de la inferior. La dentición se encuentra únicamente en el pre-maxilar y el dentario (Fig. 24).

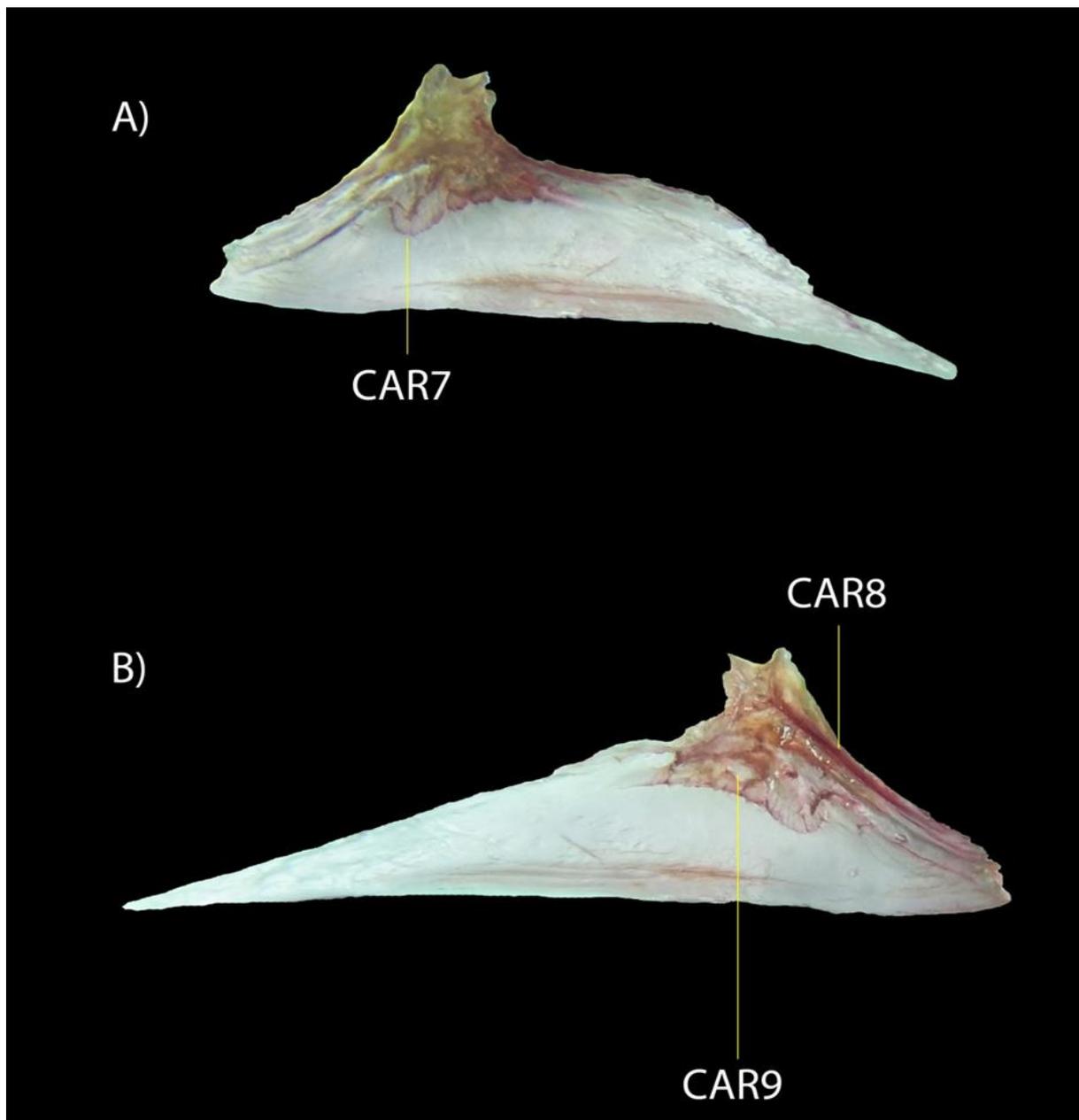


Figura 23. Lagrimal en vistas laterales A) Izquierda, B) Derecha. CAR 7: Canal sensorial del lagrimal con cobertura ósea. CAR 8: Cresta del lagrimal, principal zona de contacto con el nasal. CAR 9: Canal del lagrimal cubierto completamente.

9.3. Suspensorio Mandibular

El suspensorio mandibular se compone de siete huesos: palatino, ectopterigoides, endopterigoides, cuadrado, simplético, metapterigoides y hiomandibular. Este conjunto de huesos es responsable del movimiento del aparato mandibular. La unión del suspensorio con el aparato mandibular es hecha dorsalmente por la articulación

del palatino con la mandíbula y ventralmente por la unión del cuadrado con el ángulo articular (Fig. 25)

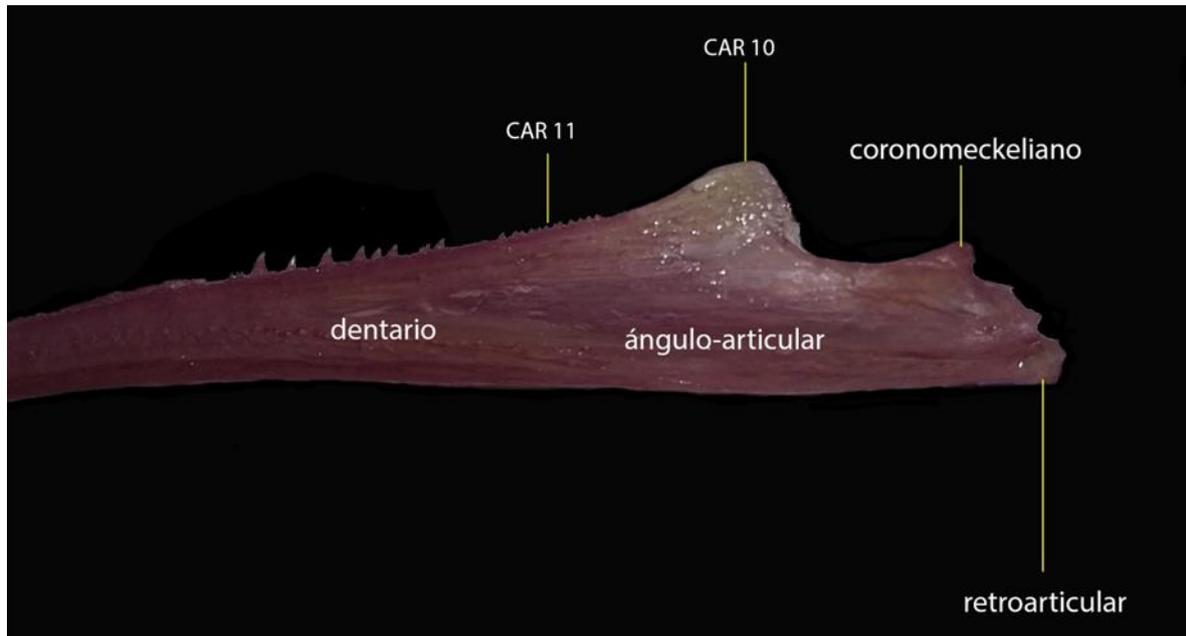


Figura 24. Vista lateral de la mandíbula inferior. CAR 10: Dentario fuertemente elevado.

9.4. Serie opercular

La serie opercular está formada por el interopérculo, subopérculo, pre-opérculo y opérculo. El interopérculo es un hueso en forma de lámina lateral al pre-opérculo. El subopérculo lateralmente entra en contacto con el margen ventral del opérculo y anteriormente con el interopérculo. El pre-opérculo es el hueso más complejo de la serie, haciendo contacto con huesos del suspensor mandibular y presenta ramas de canales sensoriales (Fig. 25).

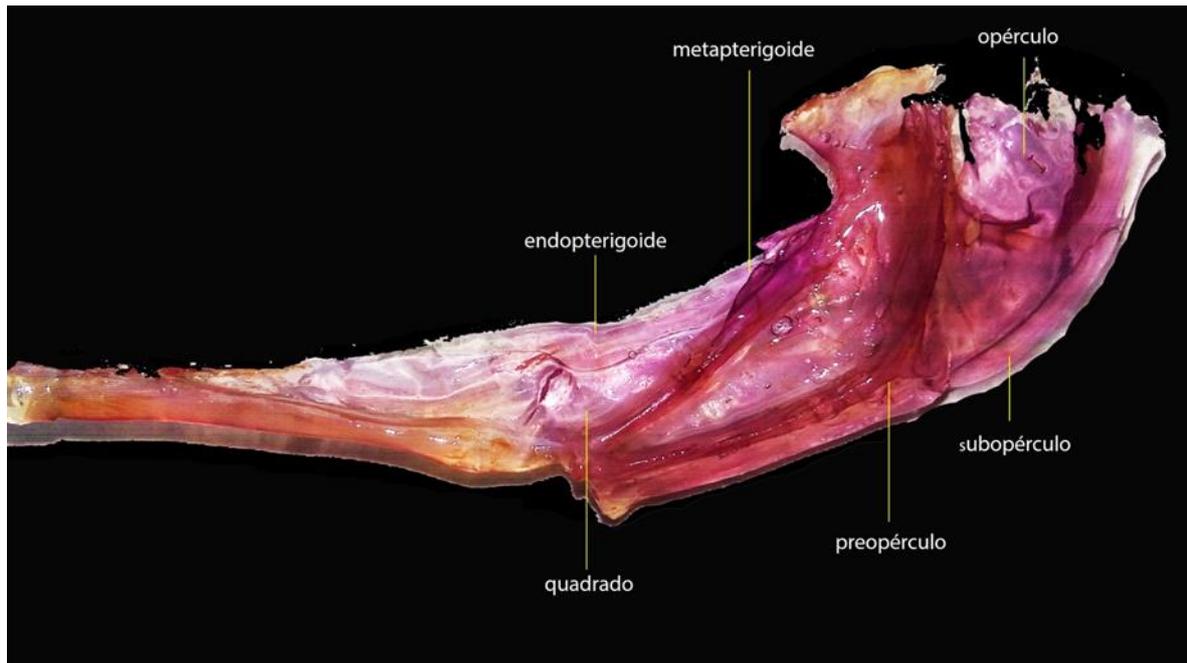


Figura 25. Vista lateral de la serie opercular.

9.5. Arco hioide

El arco hioide está conformado por tres huesos, el hipohial, ceratohial y el basiial. El basiial conecta el arco hioide con el arco branquial. El hipohial en Beloniformes es único y ventral, este no se conecta con los rayos branquiostegos. El ceratohial anterior sostiene la mayoría de los rayos branquiostégios (entre 2 y 14 radios), mientras que el ceratohial posterior sostiene hasta cuatro rayos branquiostegos y conecta el arco hioide con la serie opercular.

9.6. Arco Branquial

El arco branquial se compone de cuatro conjuntos de huesos: basibranquial, ceratobranquial, epibranquial, y placas faríngeas. El orden Beloniformes posee tres huesos basibranquiales, estos huesos impares son centrales en el arco branquial y conectan ventralmente las mitades del arco. Al lado de cada basibranquial se encuentra un par de ceratobranquias, en total son cuatro pares que forman la pared ventral del arco branquial. Cada par de ceratobranquias está articulado dorsalmente con un par de epibranquias. Las epibranquias de los Beloniformes se reducen a pequeñas barras que se conectan con las placas faríngeas. El aparato faríngeo de los Beloniformes presenta cuatro placas faríngeas.

9.7. Esqueleto Axial

El esqueleto axial se compone de las vértebras, costillas pleurales y epipleurales. Los Beloniformes pueden presentar entre 27 y 97 vértebras tóales, en el caso de la especie *Strongylura hubbsi* se contó vértebras tóales (64-65), caudales (23-24) y pre-caudales (41-42) (Fig. 26).



Figura 26. Esqueleto axial de la especie *Strongylura hubbsi*.

9.8. Esqueleto apendicular

El esqueleto apendicular está conformado por las aletas pares e impares. Las aletas de las especies de la familia Belonidae están conformadas únicamente por radios. Los radios al igual que las espinas se originan de los pterigióforos.

Aleta pectoral. La aleta pectoral consta de seis radios. Esta se encuentra en posición ventral y está sostenida por la clavícula y el coracoides (Fig. 27).



Figura 27. Aleta pectoral.

Cintura pélvica. La cintura pélvica se compone de tres huesos principales: hueso isquiopúbico, hueso pélvico, radios y el proceso isquiático (Fig. 28).

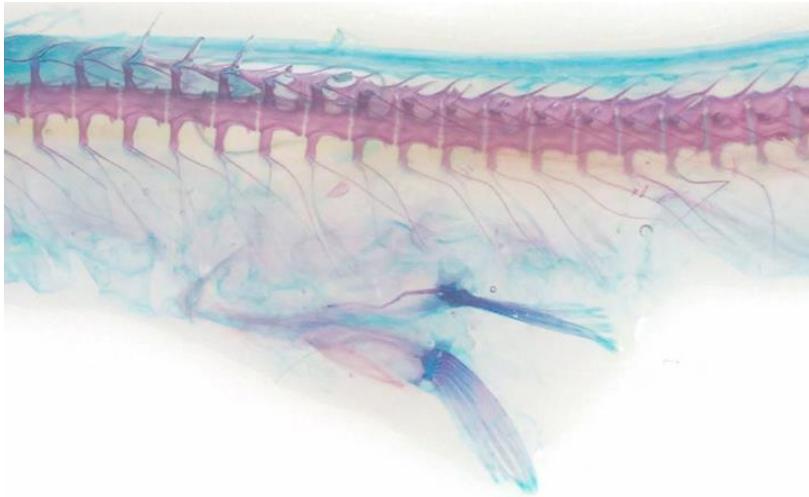


Figura 28. Aleta y cintura pélvica.

Aleta dorsal y Aleta anal. Están compuestas por pterigióforos y no existe fusión o contacto con otros huesos (Fig. 29).

Aleta caudal. Esta se diferencia de las demás aletas por presentar una estructura llamada placa hipúrica. La cuál está formada por espinas neurales y hemales. Esta está en contacto con el pleurostilo, el epural y los hipurales (Fig. 30).

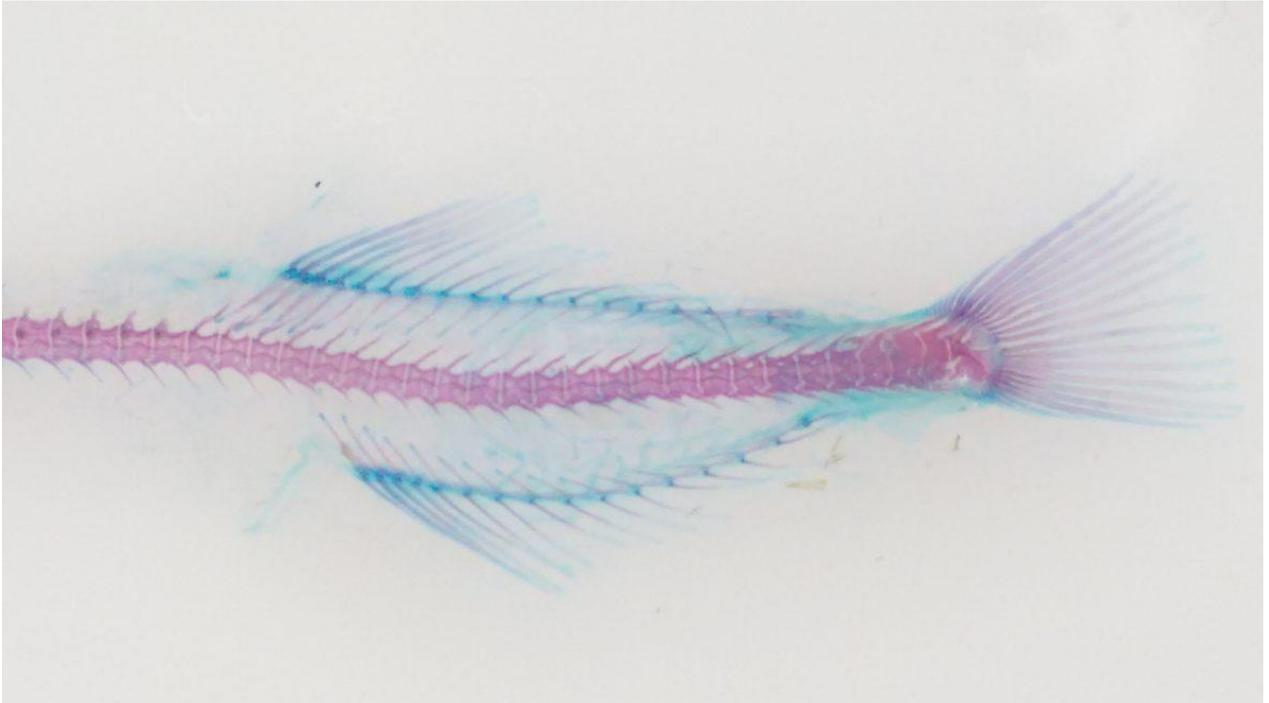


Figura 29. Aleta anal y dorsal en vista lateral.



Figura 30. Aleta caudal (placa hipúrica).

La identificación de la familia Belontiidae en México es bastante difícil ya que a pesar de ser una familia poco próspera (47 especies a nivel mundial) existen problemas de taxonomía con aquellas especies de amplia distribución, esto se notó revisando las diagnósticos de las especies y las claves usadas para la identificación de los especímenes, ya que en ocasiones no son claras y se limitan a las especies ya sea del Atlántico o del Pacífico. Debido a esto, se elaboró una clave que tenga a todas las especies de la familia que habitan en México.

X. CLAVE PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ESPECIES DE LA FAMILIA BELONIDAE EN MÉXICO

- 1a.** Cuerpo comprimido lateralmente con una serie de entre 12 y 14 barras a lo largo del cuerpo; radios en la aleta anal 24-28.....*Ablennes hians*
- 1b.** Cuerpo redondeado o con una ligera forma de rectángulo sin barras verticales; 13-24 radios en la aleta anal.....2
- 2a.** Pedúnculo caudal aplanado dorsoventralmente; quillas laterales bien desarrolladas; espinas branquiales presentes.....*Platybelone argalus*
- 2b.** Pedúnculo caudal no muy aplanado; quillas laterales pequeñas o ausentes; sin espinas branquiales.....3
- 3a.** Radios en la aleta dorsal 12 a 17; no hay quillas en el pedúnculo caudal; lóbulo inferior de la aleta caudal no mucho más grande que el lóbulo posterior, caudal en forma truncada.....4
- 3b.** Radios en aleta dorsal 18-26; pequeñas quillas en el pedúnculo caudal; lóbulo inferior de la aleta caudal más grande que el lóbulo posterior.....9
- 4a.** Maxilar cubierto completamente por el preorbital, 80-110 escamas predorsales; 53-61 vértebras.....*Strongylura notata*
- 4b.** Maxilar expuesto en la parte posterior, más de 120 escamas predorsales, más de 61 vértebras.....5
- 5a.** Gónadas presentes en ambos sexos.....*Strongylura timucu*
- 5b.** Solamente una gónada presente.....7
- 6a.** Gónada derecha ausente.....*Strongylura exilis*
- 6b.** Gónada derecha presente.....8
- 7a.** Gónada izquierda presente en machos, ausente en hembras; vértebras 64-68; escamas predorsales 216-293.....*Strongylura hubbsi*

7b. Únicamente gónada derecha presente; vértebras 70-77; escamas predorsales 213-304.....*Strongylura marina*

8a. Los lóbulos de las aletas dorsal y anal relativamente bajos en comparación con la longitud corporal (10,1 a 13,3 y 9,7 a 11,7 veces en la longitud corporal, respectivamente); aletas pectorales y pélvicas relativamente cortas (8,0 a 12,4 y 10,0 a 14,1 veces en longitud corporal, respectivamente); dientes superiores e inferiores de la mandíbula rectos en todos los tamaños; gónada izquierda ausente o muy reducida en longitud.....10

8b. Los lóbulos de las aletas dorsal y anal son relativamente altos en comparación con la longitud corporal (5,4 a 10,6 y 5,5 a 8,0 veces en la longitud corporal, respectivamente); aletas pectorales y pélvicas relativamente largas (6,6 a 8,3 y 7,3 a 10,6 veces en longitud corporal, respectivamente); dientes superiores e inferiores de la mandíbula hacía adelante en juveniles; gónada izquierda presente pero más corta que la derecha.....11

9a. Radios en aleta dorsal 21-23 (raramente 24); radios en aleta anal 18-21; número de vértebras 74-80.....*Tylosurus pacificus*

9b. Radios en aleta dorsal 24-27; radios en aleta anal; 22-24; número de vértebras 82-96.....*Tylosurus acus*

10a. 67-72 Vértebras.....*Tylosurus fodiator*

10b. 80-86 Vértebras.....*Tylosurus crocodilus*

XI. DISCUSIÓN

El número de especies de peces aguja presentes en aguas mexicanas corresponde al 23.4 % del total de especies de belónidos registradas a nivel mundial. Además corresponde al 0.39% de las 2,763 especies ícticas reportas en México (Espinosa-Pérez, 2014).

La diversidad de belónidos puede aumentar si se considera en un futuro los argumentos necesarios, tanto con diferencias a nivel genérico y morfológico, para elevar a nivel de especies las subespecies *Platybelone argalus platyura*, *Platybelone argalus pterurus*, *Strongylura notata forsythia*, *Tylosurus acus imperialis*, *Tylosurus acus rafale* y *Tylosurus acus melanotus*. Además, es necesario revisar mayor número de especímenes provenientes de la costa sur del Pacífico mexicano, es posible registrar y ampliar el área de distribución conocida de *Strongylura scapularis*, cuya distribución va de El Salvador a Panamá (Collette *et al.*, 1984).

Existen varios vacíos en cuanto a la taxonomía de ciertas poblaciones de belónidos con distribución en México, considerando desde las poblaciones restringidas a los ambientes dulceacuícolas hasta las distribuidas ampliamente en las aguas jurisdiccionales del país. Además, deben considerarse mejores registros y resguardo de especímenes dentro de colecciones científicas para dar sustento a los patrones de distribución. Respecto a esto, se encontraron deficiencias en diversos registros curatoriales, carecían de una georreferencia adecuada y otros datos, haciendo difícil la validación y determinación taxonómica por correspondencia geográfica.

Esto se debe a que en algunos registros de colecciones científicas no se tenían los datos de dónde fueron capturados los especímenes, por lo que habría de tomarse en cuenta ser más estricto en cuanto a la importancia de datos cómo coordenadas o localidad para posteriores georreferencias, o la facilidad de consulta por parte de colecciones ya que tampoco se pudo revisar ningún ejemplar de esta especie para su revisión taxonómica.

El género *Ablennes* es monotípico, la especie *Ablennes hians* es considerada una especie circumglobal (Parin, 1967; Collette *et al.*, 2015). A pesar de estar reportada en ambos litorales por autores (McEachran & Fechhelm, 1998; Lucano-Ramírez, 2001; Carpenter, 2002; Del Moral-Flores *et al.*, 2013) que mencionan que esta se distribuye en el Golfo de México y el Mar Caribe. Sin embargo, en este trabajo la revisión de las bases de datos pertenecientes a las colecciones científicas, no existieron registros para los litorales del Atlántico mexicano. Puede deberse a que en el Atlántico habita fuera de la zona costera, siendo más frecuente en la zona oceánica, dado a sus hábitos biológicos (Eschmeyer *et al.* 1983). Esto dificulta su captura y su respectiva representatividad en las colecciones científicas, dónde se albergan principalmente ejemplares capturados en zonas accesibles a los investigadores (Varela-Romero y Estrada-Godínez, 2005).

Futuros estudios, ya se ha morfológicos o genéticos, podrán apoyar o cuestionar el patrón de distribución circumglobal de *Ablennes hians*. Ya se ha demostrado diferencias genéticas entre las poblaciones de diversas especies de belónidos consideradas como una sola especie (Gaither *et al.*, 2015). En todas ellas existe un patrón, el aislamiento y baja conexión de la población del Pacífico oriental (Collette y Banford, 2001; Banford *et al.*, 2004). Este patrón se ha corroborado para varias especies ícticas previamente transpacíficas (Rosenblatt y Waples, 1986). En caso de ser diferenciable, la población del Pacífico oriental debería recibir el nombre de *Ablennes pacificus* ya que fue descrita por Walford (1936) de un ejemplar recolectado en Zihuatanejo, México.

Por su parte, la revisión taxonómica de la especie *Platybelone argalus* en México concordó con la merística reportada por Collette (2013) para la especie: radios de la aleta dorsal entre 12-15; aleta anal 17-20; escamas predorsales 107-128. En tanto en este estudio se obtuvo 14, 17 y 116 respectivamente, valores que están dentro de los intervalos reportados. Se logró distinguir la presencia de un pedúnculo caudal deprimido con quillas laterales como carácter diagnóstico. Con respecto a su distribución, concuerda en parte, presenta la distribución en la costa occidental del Atlántico, va desde Virginia del Sur hasta el Caribe, principalmente en aguas tropicales (Collette, 2003).

El género *Strongylura* contiene el 50% del total de especies de la familia Belonidae reportadas en México, además presenta el 40% de las especies reportadas para el género a nivel mundial (Collette, 2003). La mayor diversidad de especies del género *Strongylura* en el Atlántico mexicano puede deberse como resultado de los procesos históricos que ocurrieron antes de la interrupción interoceánica de ambos océanos (Topp, 1969), cuya efectividad y patrón tiene influencia sobre la diversidad y distribución de otros organismos marinos (Hurtado *et al.*, 2016).

La especie *Strogylura exilis* fue la única representante del género a lo largo del Pacífico mexicano, donde tiene amplia distribución (Collette *et al.*, 2010). Los ejemplares revisados corresponden a la merística acotada para la especie por Eschmeyer (1983): radios anales 16-19, dorsal 13-17, pectoral 11-12, escamas predorsales 274-330 (en este trabajo se obtuvo 16-17, 14-17, 12 y 284-292 respectivamente). Autores como Castro-Aguirre *et al.* (1999) la consideraba del género *Tylosurus*.

Con base en los registros se corroboró la exclusividad por parte de la especie *Strongylura hubbsi* al ambiente dulceacuícola en México. En otras áreas a lo largo del mundo existen especies de belónidos propios de aguas dulces, como los géneros *Potamorrhaphis*, *Pseudotylosurus* y *Belonion*, propios del Amazonia (Goulding y Carvalho, 1984). El origen biogeográfico de este grupo parece tener influencia por algunas incursiones marinas y disminución del nivel del mar durante el Mioceno y Pleistoceno (Lovejoy *et al.*, 2006; Ludt y Rocha, 2014). Esto ha sido un factor clave para explicar las relaciones filogenéticas de los belónidos que habitan en ambas costas de América (Lovejoy y Collette, 2001), con fuerte evidencia de procesos vicariantes (Lovejoy *et al.*, 2006).

La descripción de *S. hubbsi*, mayoritariamente basada en ejemplares del sistema Grijalva-Usumacinta, no coincide con lo observado para la población de la cuenca superior del Río Coatzacoalcos, principalmente en el número de escamas predorsales. Collette (1974) reportó un intervalo de 216 a 293 (promedio 245), mientras que la población referida tiene de 301 a 345 (321). Se lograron distinguir otras diferencias en los caracteres externos, como son dos bandas de color negro

que recorren el largo del cuerpo; estos indicios nos señalan que la población del Río Coatzacoalcos podría tratarse de una entidad taxonómica diferente. Además hace falta realizar una comparación a nivel osteológico con los ejemplares originales de Guatemala para observar si existen más diferencias entre ambas ya que es muy posible que no sean las mismas. Collette en (1974) menciona que en los especímenes de los ríos Grijalva (uno), Coatzacoalcos (tres) y Papaloapan (uno) tienen un número mayor de escamas predorsales (255, 285, 290, 293 y 276, respectivamente) que la población de Usumacinta, pero a pesar de esto sigue siendo superior el número de escamas predorsales en este trabajo.

Su distribución concuerda con la establecida por Collette (1974), que para México la reporta en los drenajes del Usumacinta, Papaloapan y drenajes del Coatzacoalcos.

La revisión taxonómica de las especies *Strongylura marina* y *Strongylura notata* estuvo dentro de lo reportado por Collette (2003). Para *Strongylura marina* los valores que maneja son: radios en aleta dorsal 14-17, radios en aleta anal 16-20 y escamas predorsales 213-304. Los datos obtenidos en el presente trabajo fueron: aleta dorsal 15-16, radios en aleta anal 18 y escamas predorsales 236-266. Mientras que para *Strongylura notata* fueron: radios en aleta dorsal 12-15, radios en aleta anal 12-15 y escamas predorsales 76-117. Muy similar a lo obtenido que fue 14, 12-14 y 82-92 respectivamente. La distribución de estas estuvo dentro de lo establecido por Collette (2003), que abarca toda la costa del Atlántico Mexicano. Por su parte *Strongylura notata* posee una distribución un tanto más pequeña que *Strongylura marina*, la cual difiere de la establecida por Collette (2015) que menciona que se puede encontrar en toda la costa del Atlántico Mexicano, sin embargo no se tuvieron registros de esta especie más allá del norte de Veracruz. Ambas especies como lo menciona Castro-Aguirre et al. (1999) son las que llegan a penetrar comúnmente a los sistemas estuario-lagunares. De los registros de literatura obtenidos no se encontraron registros de la subespecie *Strongylura notata forsythia*, esto puede deberse a que la distribución de esta se da principalmente en los Estados Unidos y no es común verla en territorio Mexicano

La especie *Strongylura timucu*, no fue posible revisar ejemplares. Sin embargo, se obtuvieron sus registros curatoriales y se logró establecer su distribución en México; esta concuerda con lo establecido por Collette *et al.* (2015) que está presente en desde Veracruz hasta Quintana Roo y Yucatán donde se encuentra con mayor facilidad, sólo un registro no concuerda ya que este está llegando a Tabasco. Haría falta realizar muestreos cerca de esa zona para observar si la distribución de esta especie se ha ampliado en relación a lo establecido.

El género *Tylosurus* se encuentra en ambos litorales al igual que *Strongylura*, los registros de este género tanto virtuales como literarios fueron en menor cantidad. Esto puede deberse a que el género *Strongylura* es atrapado como fauna acompañante con redes de arrastre principalmente, mientras que las especies del género *Tylosurus* por sus tallas mayores se utilizan para pesca deportiva.

La revisión de los ejemplares de *Tylosurus acus* estuvo dentro de lo establecido por Collette (2003): radios en aleta anal 20-24, aleta dorsal 22-26 y escamas predorsales 320-390. En cuanto a su distribución, esta concuerda con la establecida por Collette (2015), quien menciona que en México se encuentran dos de las cuatro subespecies reportadas a nivel mundial: *Tylosurus acus acus* del lado del Atlántico y *Tylosurus acus melanotus* del lado del Pacífico. La distribución de las subespecies al igual concuerda con Zorica (2015) que publicó el primer registro de la especie *Tylosurus acus imperialis* en el mar Adriático, en una parte de Croacia.

Los valores obtenidos de la especie *Tylosurus crocodilus* en contraste con los de establecidos por Collette (2003) caen dentro de los mismos. Por lo que la diagnosis de la especie corresponde con la original. Su distribución difiere un poco de la mencionada por Collette *et al.* (2015), que esta se encuentra en toda la costa del Atlántico mexicano, mientras que en este estudio va de Veracruz a Quintana Roo. Esta es una especie considerada circumglobal a pesar de que no se distribuye en el Pacífico, esto se debe a que en hasta el 2010 se manejaba a la especie *Tylosurus fodiator* como una subespecie de *Tylosurus crocodilus* (*Tylosurus crocodilus fodiator*).

No se pudo revisar ejemplares de la especie *Tylosurus fodiator*, ya que al ser validada recientemente cómo especie hay registros curatoriales que aún la tienen cómo subespecie de *Tylosurus crocodilus*. La distribución concuerda con la establecida con Collette & Banford (2001). Existen diversos problemas con los ejemplares de esta especie ya que en los registros aún aparece como una subespecie de *Tylosurus crocodilus*, no se sabe si esto es por desacuerdo con la recién validación como especie o si se debe a que no se han actualizado los registros. Se debe estudiar más a fondo a esta especie junto con su similar *Tylosurus acus*, para remarcar las diferencias entre ambas, ya que a pesar de la literatura y registros consultados, la única diferencia reportada entre ellas es el número de vértebras (67-72 para *Tylosurus fodiator* y 80-86 para *Tylosurus crocodilus*), un análisis más detallado de éstas puede dar mayores diferencias para una identificación más fácil y una mayor distinción entre ambas.

La última especie es *Tylosurus pacificus*, los datos obtenidos en comparación con Collette y Banford (2001) están dentro de lo reportado por ellos, sus valores son: aleta anal 18-21, aleta dorsal 21-23 y aleta pectoral 11-14. Mientras que en este estudio se obtuvo 20-21, 22-23 y 12-14 respectivamente. La distribución en comparación con la reportada por Collette *et al.* (2010) es similar, ya que en este trabajo no se encontraron registros pertenecientes al Golfo de California. Los pocos registros de esta especie en las colecciones tanto nacionales como internacionales es debido a que esta especie originalmente era considerada una subespecie de *Tylosurus acus*, por lo que hace falta actualizar y revisar algunos ejemplares.

La presencia de la especie *Strongylura scapularis* en México está en duda ya que únicamente se tienen dos registros de esta, tanto de colecciones cómo literarios. Debido a esto es muy posible que se trate de una mala identificación de los organismos, por lo que habría de realizarse una revisión más a fondo de estos. Ya que algunos autores cómo Banford *et al.* (2004) no consideran que esta especie alcance a llegar a mares mexicanos ya que es endémica del Pacífico Oriental Tropical.

XII. CONCLUSIONES

- En México la familia Belonidae está representada por 11 especies pertenecientes a cuatro géneros (*Ablennes*, *Platybelone*, *Strongylura* y *Tylosurus*).
- La distribución de la familia belonidae en México corresponde a la siguiente: cuatro especies en el Atlántico, cuatro para el Pacífico, dos en ambos litorales y una es exclusivamente dulceacuícola.
- Se tienen en duda los registros de la especie *Strongylura scapularis* en México ya que únicamente se obtuvieron dos. Por lo que se debe realizar una revisión de los ejemplares ya que puede tratarse de una mala identificación.
- La población de la especie *Strongylura hubbsi* estudiada que se ubica en Santa María Chimalapas difiere en el número de escamas predorsales y pigmentación de la especie descrita originalmente por Collette (1974), por lo que se debe estudiar más a fondo ya que puede tratarse de una entidad diferente.

XIII. LITERATURA CITADA

- Abarca-Arenas, L. G., J. Franco-López, C. González-Gándara y G. Silva-López. 2012. Los peces de la costa veracruzana: relación especies-área y conectividad entre sitios. En: *Investigación ictiológica en México*. UNAM 127-158.
- Abitia-Cárdenas, L. A., J. Rodríguez-Romero, F. Galván-Magaña, J. De la Cruz-Agüero & H. Chávez-Ramos. 1994. Lista Sistemática de la Ictiofauna de Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*, 20: 159-181.
- Álvarez del Villar, J. 1950. *Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas*. México: Secretaria de Marina. 36 p.
- Álvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Instituto Nacional de Investigación Biológica Pesquera, México, *Serie de Investigación Pesquera*, 1-166 p.
- Amezcu-Linares, F. 1977. Generalidades ictiológicas del sistema lagunar costero de Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. *Anales del Centro Ciencias del Mar y Limnología.*, UNAM, 4 (1): 1-26.
- Amezcu-Linares, F. 2008. *Peces Demersales del Pacífico Mexicano*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México. 325 p.
- Amezcu-Linares, F. 2009. *Peces demersales del Pacífico de México*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Guadalajara. 281 p.
- Anzueto-Calvo, J. M., E. V. Velázquez, A. E. Gómez, R. M. Quiñones & B. J. Olson. 2013. *Peces de la reserva de la biosfera El Ocote, Chiapas, México*. Primera edición. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. 139 p.
- Arceo-Carranza, D., J. Franco-Lopez, G. L. Waggy & R. Chavez-López. 2004. Trophic Comparison of Two Species of Needlefish (Belonidae) in the Alvarado Lagoonal System, Veracruz, Mexico. *Gulf and Caribbean Research*, 16 (1): 81-88.
- Badillo-Alemán, M., A. Gallardo-Torres & Chiappa-Carrara. 2012. Mareas rojas: una desafortunada oportunidad para estudiar la diversidad de peces. En: *Investigación ictiológica en México*. UNAM. 247-257.
- Banford, H. M., E. Bermingham y B. B. Collette. 2004. Molecular phylogenetics and biogeography of transisthmian and amphi-Atlantic needlefishes (Belonidae:

- Strongylura* and *Tylosurus*): perspectives on New World marine speciation. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31: 833–851.
- Barbour, T. & L. J. Cole. 1906. Reptilia, Amphibia and Pisces. En: Vertebrata from Yucatan. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 50:155-159.
- Breder, C. M. 1928. Nemathognathi, Apodes, Isospondyli, Synentognathi, and Thoracostraci from Panama to Lower California. *Bulletin Bingham Oceanography Colletion*, 2 (2): 1-25.
- Briggs, J. C. 1958. A list of Florida fishes and their distribution. *Bulletin Florida State Museum, biology Sciences*, 2 (8): 223-318.
- Berg, L.S. 1965. Classification of fishes both recent and fossil. *Travaux de l'Institut zoologique de l'Académie des sciences de l'URSS*, 5 (2):87-517. (reimp. del: Document Reproduction Unit Thai.; Nat. Doc. Centre Applied Sci. Res. Corp. Thailand, Bangkok, 1965).
- Carpenter, E. K. 2002. The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 1-600.
- Castro-Aguirre, J. L., J. M. Arvizu & J. B. Páez. 1970. Contribución al conocimiento de los peces del Golfo de California. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 31: 107-181.
- Castro-Aguirre, J. L., M. J. Parra-Alcocer & F. de Lachica-Bonilla. 1977. Los peces de las lagunas Oriental y Occidental, Oaxaca y sus relaciones con la temperatura y salinidad. *Memorias V Congreso Nacional de Oceanografía*, Guaymas, Sonora, México. 148-161.
- Castro-Aguirre J. L. 1978. *Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos*. Departamento de Pesca, México, Serie Científica 19: 298 p.
- Castro-Aguirre J. L., R. Torres-Orozco, M. Ugarte & A. Jiménez. 1986. Estudios ictiológicos en el Sistema estuarino-lagunar Tuxpa-Tampamachoco, Veracruz. I. Estudios ecológicos y elenco sistemático. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, 30: 155-170.
- Castro-Aguirre J. L., H. Espinosa-Pérez, J. J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa. 711 p.

- Cervigón, F. 1980. *Ictiología Marina*. Volumen 1. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Caracas, Venezuela. 360 p.
- Collete, B. B. 1966. *Belonion*, a new genus of fresh-water needlefishes from South America. *American Museum Novitates*, 2274: 2-22.
- Collette, B. B. 1974. *Strongylura hubbsi*, a new species of freshwater needlefish from the Usumacinta Province of Guatemala and México. *Copeia*, (3): 611–619.
- Collette, B. B., G. E. McGowen, N. V. Parin & S. Mito. 1984. Beloniformes: development and relationships. En: *Ontogeny and systematics of fishes*. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication 1: 335–354.
- Collette, B. B. 1995. Belonidae. En: *Guía para la identificación de especies para fines de pesca Pacífico Centro-Oriental*. 919-926.
- Collette, B. B. & H. M. Banford. 2001. Status of the eastern Pacific agujon needlefish *Tylosurus pacificus* (Steindachner, 1876) (Beloniformes: Belonidae). *Revista Biología Trópica*, (1): 51-57.
- Collette, B. B. 2003. Belonidae, needlefishes. En: *The living marine resources of the western central Atlantic*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication 5. FAO, Rome. v. 2: 1104–1113.
- Collette, B. B., A. Acero & P. Rojas. 2010. *Tylosurus pacificus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T183637A8149141. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T183637A8149141>.
- Collette, B. B. 2003. Belonidae, needlefishes. En: *The living marine resources of the western central Atlantic*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special Publication 5 FAO, Rome. V. 2.1104-1113.
- Collette, B. B., P. Fernandez & K. A. Aiken. 2015a. *Ablennes hians*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T13486514A15603320. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015>.
- Collette, B. B., K. A. Aiken & A. Polanco-Fernandez. 2015b. *Strongylura timucu*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T190195A1943913. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015>.

- Collette, B. B., K. A. Aiken & A. Polanco-Fernandez. 2015. *Tylosurus acus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T189820A15537844. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T189820A15537844>.
- Collette, B. B., K. A. Acero & A. Polanco-Fernandez. 2015. *Tylosurus crocodilus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T183274A15602960. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.20154.RLTS.T183274A15602960>.
- Del Moral-Flores, L. F., A. F. González-Acosta, H. Espinosa-Pérez, G. Ruiz-Campos & J. L. Castro-Aguirre. 2013a. Lista anotada de la ictiofauna de las islas del golfo de California, con comentarios sobre sus afinidades zoogeográficas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84: 184-214.
- Del Moral-Flores, L. F., J. L. Tello-Mussi, H. Reyes-Bonilla, H. Pérez-España, J. A. Martínez-Pérez, G. Horta-Puga, L. A. Velazco-Mendoza & P. A. A. Castillo-Cárdenas. 2013b. Lista sistemática y afinidades zoogeográficas de la ictiofauna del Sistema Arrecifal Veracruzano, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84: 825-846.
- Del Moral-Flores, L. F., J. M. Gracian-Negrete & A. F. Guzmán-Camacho. 2016. Peces del Archipiélago de las Islas Revillagigedo; una actualización sistemática y biogeográfica. *Ciencia y Tecnología*, 9 (34): 596-619.
- Del Moral-Flores, L. F., V. Anislado-Tonentino, E. Martínez-Ramírez, G. Pérez-Ponce de León, E. Ramírez-Antonio & G. González-Medina. 2017. Ictiofauna marina de Oaxaca, México: listado sistemático y afinidades zoogeográficas. *Acta Universitaria*, 27 (1), 3-25.
- Edwards, R. J. & S. Contreras-Balderas. 1991. Historical changes in the ichthyofauna of the Lower Rio Grande (Río Bravo del Norte), Texas and Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 36 (2): 201-212.
- Erisman, B. E., G. R. Galland, I. Mascareñas, J. Moxley, H. J. Walker, O. Aburto-Oropeza, P. A. Hastings & E. Ezcurra. 2011. List of coastal fishes of Islas Marías archipelago, Mexico, with comments on taxonomic composition, biogeography, and abundance. *Zootaxa*, 2985: 26-40.
- Eschmeyer, W. N., E. S. Herald & H. Hammann, 1983. A field guide to Pacific coast fishes of North America. *Houghton Mifflin Company*, Boston, U.S.A. 336 p.

- Eschmeyer, W. N. & J. D. Fong, 2017. Catalog of Fishes. [available on internet at <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>. Accedido en Junio del 2017].
- Espinosa-Pérez, H., M. T. Gaspar-Dillanes & P. Fuentes-Mata. 1993. *Los peces dulceacuícolas mexicanos*. Listados Faunísticos de México. III. Instituto de Biología, UNAM. 99 p.
- Espinosa-Pérez, H. 2014. Biodiversidad de peces en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 450-459.
- Evermann, B. W. & E. L. Goldsborough. 1902. A report on fishes collected in Mexico and Central America, with descriptions of five new species. *Bulletin of the United States Fish Commission*, 137-159.
- Fernández-Yépez, A. 1948. Contribución al estudio de la familia Belontiidae. *Memorias-Sociedad de Ciencias Naturales, La Salle*, 8(22): 142-144.
- Fowler, H. W. 1944. The fishes. En: Results of the fifth George Vanderbilt Expedition (1941). Bahamas, Caribbean Sea, Panama, Galapagos Archipiélago and Mexican Pacific Islands. *Monographs Academy Natural Sciences of Philadelphia*, 6: 57-583.
- Franco-López, J., L. G. Abarca-Arenas, C. Bedia-Sánchez, H. Barrera-Escorcia & G. Silva-Contreras. 2012. Comportamiento de la comunidad ictiofaunística, ante los cambios ambientales a nivel local y regional en la laguna de Alvarado. En: *Investigación ictiológica en México*. UNAM. 259-283.
- Fuentes-Mata, P., H. Espinosa-Pérez & J. L. Wiarco. 1989. Nuevos registros de peces en la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología*, UNAM, Serie Zoología, 60 (2): 257-262.
- Gaither, M. R., M. A. Bernal, R. R. Coleman, B. W. Bowen, S. A. Jones, W. B. Simison & L. A. Rocha. 2015. Genomic signatures of geographic isolation and natural selection in coral reef fishes. *Molecular Ecology*. Vol. 24: 1543–1557.
- Gallardo-Torres, A., M. Badillo-Alemán, V. R. Felix, J. Rubio-Molina, C. Galindo de Santiago, J. Loera-Pérez, T. G. García & X. Chiappa-Carrara. 2012. Catálogo de peces de la costa norte de Yucatán. Segunda edición. *Consejo de Ciencia, Innovación y Tecnología del estado de Yucatán*. 87-90.

- Gaspar-Dillares, M. T. 1996. Aportación al conocimiento de la ictiofauna de la Selva Lacandona, Chiapas. *Revista de Zoología Informa* (Departamento de Zoología, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México). 33: 41-54.
- Girard, C. F. 1854. Observations upon a collection of fishes made on the Pacific coast of the United States, by Lieut. W. P. Trowbridge U. S. A., for the museum of the Smithsonian Institution. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 7: 142-156.
- Gómez-Soto, A. & S. Contreras-Balderas. 1988. Ictiofauna de la laguna Madre, Tamaulipas, México. *Memorias del Congreso Nacional de Zoología*, (2): 8-17.
- Goulding, M. & M. L. Carvalho. 1984. Ecology of Amazonian needlefishes (Belontiidae). *Revista Brasileira de Zoología*, 2: 99-111.
- Gilbert, C. H. & E. Starks. 1904. The fishes of Panama bay. *Memories California Academy of Sciences*, 4: 1-304.
- Girard, C. F. 1854. Observations upon a collection of fishes made on the Pacific coast of the United States, by Lieut. W. P. Trowbridge, U. S. A., for the museum of the Smithsonian Institution. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. v.7: 142-156.
- Gunter, G. 1942. A list of the fishes of the Mainland of North America recorded from both fresh water and sea water. *The American Midland Naturalist Journal*, 28 (2): 305-326.
- Gunter, G. 1956. A revised list of euryhaline fishes of North and Middle America. *The American Midland Naturalist Journal*, 56 (2): 345-354.
- Hildebrand, S. F. 1946. A descriptive catalog of the shore fishes of Peru. *Bulletin United States Natural Museum*, 189: 530.
- Hubbs, C. L. 1936. Fishes of the Yucatan Peninsula. *Carnegie Institution of Washington Publications*, 457 (17): 157-287.
- Hurtado, L. A., M. Mateos & S. Liu. 2016. Phylogeographic patterns of a lower intertidal isopod in the Gulf of California and the Caribbean and comparison with other intertidal isopods. *Ecology and evolution*, 7: 346-357.
- Kobelkowsky D. A. 1985. Los peces de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Biótica*, 10 (2): 145-156.

- Jordan, D. S. & C. H. Gilbert. 1882. Description of five new species of fishes Mazatlan, Mexico. *Proceedings of the United States National Museum*, 4: 458-463.
- Jordan, D. S., E. C. Starks, G. B. Culver & T. M. Williams. 1895. The fishes of Sinaloa. *Proceedings California Academy of Sciences*, 5: 377-514.
- Lacepède, B. G. E. 1803. *Histoire naturelle des poissons*. 5 803: 1-21.
- Lesueur, C. A. 1821. Observations on several genera and species of fish, belonging to the natural family of the Esoces. *Journal of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia*. v. 2 (pt 1): 124-138.
- Liao Y.-Y. & Y.-H. Chang. 2011. Reproductive Biology of the Needlefish *Tylosurus acus melanotus* in Waters around Hsiao-Liu-Chiu Island, Southwestern Taiwan. *Zoological Studies*, 50(3): 296-308.
- Lovejoy, N. R. 2000. Reinterpreting Recapitulation: Systematics of Needlefishes and Their Allies (Teleostei: Beloniformes). *Evolution*, 54 (4): 1349-1392.
- Lovejoy, N. R., & B. B. Collette. 2001. Phylogenetic relationships of New World needlefishes (Teleostei: Belonidae) and biogeography of transitions between marine and freshwater habitats. *Copeia*, 2001: 324-338.
- Lovejoy, N. R., J. S. Albert & W. G. R. Crampton 2006. Miocene marine incursions and marine/freshwater transitions: evidence from Neotropical fishes. *Journal of South American Earth Sciences*, 21: 5–13.
- Lozano-Vilano, M. & S. Contreras-Balderas. 1987. Lista zoogeográfica y ecológica de la ictiofauna continental de Chiapas, México. *The Southwestern Naturalist*, 32 (2): 223-236.
- Lozano-Vilano, M. L., M. E. García-Ramírez & S. Contreras-Balderas. 1993. Peces costeros y marinos del estado de Veracruz. En: *Biodiversidad marina y costera de México*. México. CONABIO/CIQRO. 576-595.
- Ludt, W. B. & L. A. Rocha. 2014. Shifting seas: the impacts of Pleistocene sea-level fluctuations on the evolution of tropical marine taxa. *Journal of Biogeography*, 42 (1), 25-38.
- Lucano-Ramírez, G., S. Ruiz-Ramírez, B. Aguilar-Palomino & J. A. Rojo-Vázquez. 2001. Listado de las especies de peces de la región costera de Jalisco y Colima, México. *Ciencia y mar*, 5: 13-20.

- Magtoon, W. & A. Termvidchakorn. 2009. A Revised Taxonomic Account of Ricefish *Oryzias* (Beloniformes; Adrianichthyidae) in Thailand, Indonesia and Japan. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, 9(1): 35-68.
- Márquez-Espinoza, A. 2012. Listado sistemático de los peces marinos de la costa del Norte del estado de Guerrero, México. En: *Investigación ictiológica en México*. UNAM. 159-167.
- Martínez-Pérez, J. A., L. F. Del Moral-Flores, M. M. Chávez-Arteaga, J. L. Tello-Mussi, C. Santillán-Reyes, A. J. Ramírez-Villalobos, A. E. de Sucre-Medrano & R. E. Quintanar-Zúñiga. 2012. Los otolitos y su importancia como herramienta de identificación de especies de peces óseos. En: *Investigación ictiológica en México*. UNAM. 47-56.
- McEachran, J. & J. D. Fechhelm. 1998. *Fishes of the Gulf of México*. University of Texas Press, Austin. Vol: 1. 931-941.
- Mees, G. F. 1962. A preliminary revision of the Belonidae. *Zoologische Verhandelingen*, 54: 1-96.
- Mees, G. F. 1964. Further revisional notes on the Belonidae. *Zoologische Mededelingen*, 39: 311-326.
- Miller, R. R. 1966. Geographical distribution of Central American freshwater fishes. *Copeia*, (4): 773-802.
- Miller, R. R. 1976. An evaluation of Seth E. Meek's contributions to Mexican Ichthyology. *Fieldiana, Zoology*, 69 (1): 1-31.
- Miller, R. R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of México. *Anales Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, 30: 121-153.
- Miller, R. R. 2009. *Peces dulceacuícolas de México*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, Sociedad Ictiológica Mexicana, A.C., El Colegio de la Frontera Sur, México. 559 p.
- Minckley, W. L., D. A. Hendrickson & C. E. Bond. 1986. Geography of western north American freshwater fishes: description and relationships to intracontinental tectonism. En: *Zoogeography of North American freshwater fishes*. Nueva York: Academic Press, 519-698.
- Monteiro, A., T. Vaske, R. P. Lessa & A. C. A. El-Deir. 1983. Exocoetidae (Beloniformes) off North-Eastern Brazil. *Cybium*, 22 (4): 395-403.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the World*. 4 edition. John Wiley & Sons, Inc. 601 p.

- Nelson, J. S., T. C. Grande & M. V. H. Wilson. 2016. *Fishes of the world*. 5 edition. John Wiley & Sons, Inc. 707 p.
- Obregón-Barboza, H., S. Contreras-Balderas & M. L. Lozano-Vilano. 1994. The fishes of northern and central Veracruz, México. *Hydrobiología*, 286: 79-95.
- Oliveira, B. M. I., M. R. de Oliveira, M. E. Yamamoto & S. Chellappa. 2012. Biología reproductiva de agulha-preta, *Hemiramphus brasiliensis* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes: Hemiramphidae) das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amazonia Open Journal System*, 2 (2): 44-53.
- Parenti, L. R. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of Cyprinodontiform fishes (Teleostei. Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 168(4): 335-557.
- Parenti, L.R. 1987. Phylogenetic aspects of tooth and jaw structure of the medaka, *Oryzias latipes*, and other beloniform fish. *Journal Zoology of London*, 211: 561-572.
- Parenti, L.R. 1993. Relation of Atherinomorph Fishes (Teleostei). *Bulletin of Marine Science*, 52(1): 170-196.
- Parenti, L. R. 2008. A phylogenetic analysis and taxonomic revision of ricefishes, *Oryzias* and relatives (Beloniformes, Adrianichthyidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 154: 494-610.
- Parin, N. V. 1961. A contribution to the knowledge of the flyingfish fauna (family Exocoetidae) of the Pacific and Indian oceans. *Trudy Instituta Okeanologii*, 43:40–91.
- Parin, N. V. 1967. Review of marine belonids [needlefishes] of the western Pacific and Indian oceans. *Trudy Instituta Okeanologii*, 84:3–83.
- Perón, F. & C. A. Lesueur. 1821. En: Lesueur, C. A. 1821. Observations on several genera and species of fish, belonging to the natural family of the Esoces. *Journal of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia*. v. 2 (pt 1): 124-138.
- Poey, F. 1858-61. Memorias sobre la historia natural de la Isla de Cuba, acompañadas de sumarios Latinos y extractos en Francés. Tomo 2. *La Habana*. v. 2: 1-96 (1858), 97-336 (1860), 337-442, (1861), Pls. 1-19.
- Regan, C. T. 1906-1908. Pisces. En: *Biologia Centrali Americana*. Vol. 8: 201 p.
- Regan, C. T. 1911. The classification of the Teleostean fishes of the order Synentognathi. *Annals And Magazine of Natural History*, 7 (8): 327-335.

- Reséndez-Medina, A. 1979. Estudios ictiofaunísticos en lagunas costeras del Golfo de México y Mar Caribe, entre 1966 y 1978. *Anales del Instituto de Biología, UNAM*, 50, Serie Zoología, (1): 477-504.
- Reséndez-Medina, A. 1981. Peces colectados en el Sistema lagunar El Carmen-Machona-Redonda, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM*, 51, Serie Zoología, (1): 477-504.
- Reséndez-Medina, A. 1983. Hidrología e ictiofauna de la laguna de Zontecomapan, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM*, 53, Serie Zoología, (1): 385-417.
- Robertson, A. I. & D. W. Klumpp. 1983. Feeding Habits of the Southern Australian Garfish *Hyporhamphus melanochir*. A Diurnal Herbivore and Nocturnal Carnivore. *Marine Ecology – Progress Series*. Vol 10: 197-201.
- Rosen, D. E. 1964. The relationships and taxonomic position of the halfbeaks, killifishes, silversides and their relatives. *Bulletin Museum of Natural History*, 127(5): 217-268.
- Rosen, D. E. & L. R. Parenti. 1981. Relationships of *Oryzias*, and the groups of atherinomorph fishes. *American Museum Novitates*, 2719: 1-25.
- Rosenblatt, R. H. & R. S. Waples. 1986. A genetic comparison of allopatric populations of shore fish species from the eastern and central Pacific ocean: dispersal or vicariance?. *Copeia*, (2): 275-284.
- Sant'Anna, V. B. 2011. *Filogenia dos Peixes-Agulha da Família Belonidae (ATHERINOMORPHAE: BELONIFORMES)*. Pontificia Universidade Católica d Rio Grande do Soul. Faculdade de Biociencias 280pp.
- Sant'Anna, V. B., M. L. S. Delapieve & R. E. Reis. 2012. A New Species of *Potamorrhaphis* (Beloniformes: Belonidae) from the Amazon Basin. *Copeia*, 2012 (4): 663-669.
- Schmitter-Soto, J. J. & H. C. Gamboa-Pérez. 1996. Composición y distribución de peces continentales en el sur de Quintana Roo, Península de Yucatán, México. *Revista Biología Tropical*, 44 (1): 199-212.
- Schmitter-Soto, J. J. 1998. *Catálogo de los peces continentales de Quintana Roo*. Col. Guías Científicas ECOSUR. San Cristóbal de Las Casas: El Colegio de la Frontera Sur. 239 p.

- Smith, M. L. & R. R. Miller. 1986. The evolution of the Rio Grande Basin as inferred from its fish fauna. En: *Zoogeography of North American Freshwater Fishes*. Nueva York: John Wiley Sons, 457-485.
- Springer, V. G. & K. D. Woodburn. 1960. An ecological study of the fishes of the Tampa Bay Area. Florida. State Board. *Conservation, Professional Paper*. Series, 1: 1-104.
- Steindachner, F. 1876. Ichthyologische Beiträge (III). *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien*, 72:29-96.
- Topp, R. W. 1969. Interoceanic sea-level canal: effects on the fish faunas. *Science*, 165: 1324-1327.
- Valenciennes, A. 1846. En: Cuvier, G. & A. Valenciennes. 1846. *Histoire naturelle des poissons. Tome dix-huitième. Suite du livre dix-huitième. Cyprinoïdes. Livre dix-neuvième. Des Ésoques ou Lucioïdes*. v. 18: 520-553.
- Varela-Romero, A. & J. A. Estrada-Godínez. 2005. Colección de los peces nativos de Sonora. Universidad de Sonora. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. AA005. México, D.F.
- Vega-Cendejas, M. E., M. Hernández de Santillana y G. de la Cruz-Agüero. 1997. *Los peces de la reserva de la biósfera de Celestún*. Cinvestav-U. Mérida/Pronatura, península de Yucatán. 171 p.
- Villarreal-Cabazos, A., H. Reyes-Bonilla, B. Bermúdez-Almada & O. Arizpe-Covarrubias. 2000. Los peces del arrecife de Cabo Pulmo, Golfo de California, México: Lista sistemática y aspectos de abundancia y biogeografía. *Revista de Biología Trópica*, 48: 413-424.
- Walbaum, J. J. 1792. Petri Artedi sueci genera piscium. En: *quibus systema totum ichthyologiae proponitur cum classibus, ordinibus, generum characteribus, specierum differentiis, observationibus plurimis. Redactis speciebus 242 ad genera 52. Ichthyologiae pars III*. Ant. Ferdin. Rose, Grypeswaldiae, Part 3: 723.
- Walford, L. A. 1936. Contributions from the Fleischmann expedition along the west coast of Mexico. *Occasional Papers of the Santa Barbara Museum*. v. 4: 1-10.
- Yáñez-Arancibia, A., F. Amezcua-Linares & J. W. Day. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico. En: *Estuarine perspectives*. 465-482.

Zarur, M. A. 1962. Algunas consideraciones geobiológicas de la laguna de Términos, Campeche. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 23: 51-63.