

ARTÍCULO

Anatomía comparada del sistema digestivo de los lenguados *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae)

Comparative anatomy of the digestive system of the flounder, *Syacium papillosum* and *Syacium gunteri* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae)

Abraham Kobelkowsky¹ y María Iraiz Rojas-Ruiz²

¹Laboratorio de Peces, Departamento de Biología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, 09349 Ciudad de México, México. akd@xanum.uam.mx

²Licenciatura de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, México

Abstract.- In order to understand the anatomical organization of the digestive system of the flounders *Syacium papillosum* and *Syacium gunteri*, adult specimens from both sexes for the two species were analysed. By means of dissections of the visceral skeleton, visceral musculature, and the digestive tract, the morphology of the digestive system of the species was found to be affected by the extreme flattening of the body, the asymmetry of the cephalic region, and the reduction in volume of the visceral cavity. The flattening of the cephalic region implies a certain degree of vertical expansion of the visceral skeleton and musculature. The asymmetry was more pronounced in the palatine bones series, mandibles, and in the *adductor mandibulae* and *intermandibularis* muscles. The reduction in size of the visceral cavity, due to the forward extension of the anal fin, also implies that the location of the posterior intestine and anus is advanced. The most noticeable characters of the digestive tract were the great size of the stomach, the presence of 4 pyloric caeca, and the intestinal valve. The liver was located on the left side of the visceral cavity. The sharpness of the mandibular and branchial teeth, the great development of the *adductor mandibulae* muscles and *retractor dorsalis* muscles, the great size of the stomach and the intestinal ratio correspond to species of carnivorous habits. The anatomical characters that differentiate the digestive system of the species under study are the presence of a small stomach caeca, the greater length of the inferior pyloric caeca and 8 gill rakers in the inferior branch of the first branchial arch in *S. papillosum*, and the absence of the stomach caeca, the shorter length of the inferior pyloric caeca and 7 gill rakers in the inferior branch of the first branchial arch in *S. gunteri*. The comparison of the digestive system of both species with other Paralichthyidae and a Bothidae, allows the recognition of the same morphological pattern. The digestive system of *Achirus lineatus* (Achiridae) markedly differs from that of the Paralichthyidae and Bothidae by the extravisceral character of 2 intestinal loops, while the one from *Symphurus civitatum* (Cynoglossidae) differs by the presence of the suspension of the esophagus from 3 precaudal vertebrae.

Key words: Buccopharyngeal cavity, digestive tube, visceral skeleton, visceral musculature, flounders

Resumen.- Con el fin de conocer la organización anatómica del sistema digestivo de los lenguados *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri* se analizaron ejemplares adultos de ambos sexos de las 2 especies. Mediante disecciones del esqueleto visceral, la musculatura visceral y el tubo digestivo se reconoció que la morfología del sistema digestivo de las especies está afectada por el extremo aplanamiento del cuerpo, la asimetría de la región cefálica y la reducción del volumen de la cavidad visceral. El aplanamiento de la región cefálica implica un cierto grado de ampliación en el sentido vertical del esqueleto y la musculatura viscerales. La asimetría fue más marcada en las series palatinas de huesos, las mandíbulas y en los músculos aductores mandibulares e intermandibular. La reducción del tamaño de la cavidad visceral debida a la extensión hacia adelante de la aleta anal, implica la ubicación del intestino posterior y del ano en una posición adelantada. Los caracteres más notables del tubo digestivo fueron el gran tamaño del estómago, la presencia de 4 ciegos pilóricos y de la válvula intestinal. El hígado está localizado en el lado izquierdo de la cavidad visceral. La agudeza de los dientes mandibulares y branquiales, el gran desarrollo de los músculos aductores mandibulares y retractores dorsales, el gran tamaño del estómago y la relación intestinal corresponden a especies de hábitos carnívoros. Los caracteres anatómicos que diferencian el sistema digestivo de las 2 especies en estudio, son la presencia de un pequeño ciego estomacal, la mayor longitud del ciego pilórico inferior y 8 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial en *S. papillosum*, y la ausencia del ciego estomacal, la menor longitud del ciego pilórico inferior y 7 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial en *S. gunteri*. La comparación del sistema digestivo de ambas especies con relación a otros paralictidos y un bótido, permite reconocer un mismo patrón morfológico. El sistema digestivo de *Achirus lineatus* (Achiridae) difiere notablemente de los Paralichthyidae y Bothidae por el carácter extravisceral de 2 asas intestinales, mientras que el de *Symphurus civitatum* (Cynoglossidae) difiere por la presencia de la suspensión del esófago desde 3 vértebras precaudales.

Palabras clave: Cavidad bucofaringea, tubo digestivo, esqueleto visceral, musculatura visceral, lenguados

INTRODUCCIÓN

Los Pleuronectiformes son teléosteos comprimidos con una notable asimetría (Policansky 1982) debida a la migración ocular, manifestada en la torsión del neurocráneo, la posición de ambos ojos en el mismo lado de la cabeza (Norman 1934) y en las diferencias del sistema olfatorio entre ambos lados (Prasada Rao & Finger 1984). En las familias Psettodidae y Citharidae los ojos pueden estar en un lado o el otro; en Scopthalmidae, Paralichthyidae, Bothidae, Achiropsettidae y Cynoglossidae los ojos se localizan en el lado izquierdo, mientras que en Pleuronectidae, Samaridae, Achiridae y Soleidae se ubican en el lado derecho (Norman 1934).

De acuerdo con Nelson (2006), Paralichthyidae es una de las familias más diversas de Pleuronectiformes, en la cual se encuentra el género *Syacium* Ranzani, 1842, que se distribuye en la plataforma continental de América tropical y de África occidental. Dicho género contiene 8 especies, entre las cuales 2 de ellas, *Syacium papillosum* (Linnaeus, 1758) y *Syacium gunteri* Ginsburg, 1933, se distribuyen en las costas atlánticas de Centroamérica y Sudamérica, desde Carolina del Sur hasta Río de Janeiro, y en Isla Ascensión. La distribución de *S. gunteri* es desde Florida hasta la Guyana Francesa, mientras que la de *S. papillosum* desde Carolina del Norte hasta Río Grande do Sul (Figueiredo & Menezes 2000).

Estas especies muestran un dimorfismo sexual manifestado en los machos en un mayor espacio interorbital, una mayor longitud de la aleta pectoral del lado oculado, y la presencia de 2 líneas oscuras en el margen anterior del ojo superior (Murakami & Amaoka 1992).

De acuerdo con Nikolsky (1963), los procesos energéticos y las funciones básicas de los peces tienen lugar a expensas de la energía que entra al organismo en forma de alimento. Aunque los lenguados son peces de importancia ecológica o comercial por ser componentes de las comunidades demersales, los estudios integrales sobre su biología trófica son escasos. Entre los lenguados del Golfo de México, la anatomía general del sistema digestivo es descrita en *Citharichthys spilopterus* por Castillo-Rivera *et al.* (2000), la de *Symphurus civitatum*, *S. plagiusa* y *S. urospilus* por Kobelkowsky (2000b), la de *Cyclosetta chittendeni* por Kobelkowsky (2007). La única publicación sobre alimentación de especies de *Syacium* es la de García-Abad *et al.* (1992), la cual registra la dieta de *S. gunteri* en áreas del Golfo de México.

De acuerdo con Topp & Hoff (1972) y García-Abad *et al.* (1992) *S. papillosum* y *S. gunteri* son especies simpátricas a lo largo de la plataforma continental del Golfo de México, y cuya distribución está determinada por el tipo de sustrato, encontrándose la primera especie en sedimentos calcáreos y la

segunda en sustratos lodosos y arenosos; otros factores asociados a su distribución son los bancos de camarón café (*Penaeus aztecus*) y camarón blanco (*Peneus setiferus*) (Chittenden & McEachran, 1976). El único aspecto anatómico del sistema digestivo de *Syacium* corresponde a una ilustración del tubo digestivo de *S. micrurum* presentada por De Groot (1971).

Considerando que *S. papillosum* y *S. gunteri* son especies simpátricas en la plataforma continental del Golfo de México y son dominantes en las comunidades demersales, el objetivo del presente estudio fue la descripción anatómica comparativa del sistema digestivo de los lenguados *S. papillosum* y *S. gunteri*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron mediante red de arrastre ejemplares de *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri* en localidades del litoral del Golfo de México, los cuales se fijaron con formaldehído al 10% y se conservaron en alcohol etílico al 70%.

Se analizaron anatómicamente 17 ejemplares adultos de *S. papillosum* de ambos sexos, con un intervalo de longitud patrón de 100,0 a 160,5 mm, y 20 ejemplares adultos de *S. gunteri* de ambos sexos, con un intervalo de longitud patrón de 112,0 a 171,0 mm. Se observó y describió la morfología externa de la boca y de sus estructuras asociadas. Se retiró la piel de la región cefálica con el objeto de exponer la musculatura visceral, el esqueleto visceral y el neurocráneo. Se describió el arco mandibular y su dentición. Se extrajo el globo ocular inferior para evidenciar parte de los músculos viscerales más superficiales. Se retiraron el hueso nasal y el órgano del olfato para observar el conjunto de ligamentos y cartílagos rostrales.

Se analizó y retiró el músculo aductor mandibular, para exponer los músculos más internos, así como también las series de huesos del paladar y de la suspensión mandibular. Se retiraron los huesos del arco mandibular, la serie palatina, la suspensión mandibular y la serie opercular, exponiendo los aparatos hioideo y branquial y su musculatura. Se desprendieron los filamentos branquiales con el objeto de apreciar los arcos branquiales. Se observaron los músculos que relacionan la cintura escapular con los arcos branquiales y con el urohial. Posteriormente, se cortó el ligamento de Baudelot y se retiró la cintura escapular, con el propósito de exponer los músculos que relacionan las vértebras con los arcos branquiales. Se retiró el aparato branquial y se analizó su esqueleto para describir las branquiespinas y la dentición faríngea.

Se separó la piel de la región entre la cintura escapular y el nivel de las primeras espinas hemales. Se extrajeron los músculos axiales de dicha región, así como también las costillas dorsales o epipleurales y las ventrales o pleurales, con el objeto de

descubrir la cavidad visceral. Se describió la organografía de esta cavidad. Con el fin de extraer el tubo digestivo con el hígado, la vesícula biliar, el páncreas y el bazo, se separó el esófago del último arco branquial, y se seccionaron las venas hepáticas, así como también el recto.

Se analizaron y describieron el esqueleto visceral, la dentición mandibular y branquial, la musculatura visceral, la cavidad visceral y su organografía, el tubo digestivo y el hígado. Se registró el número de branquiespinas y de ciegos pilóricos. Se determinó la relación intestinal, considerando la longitud del tubo digestivo (esófago, estómago, intestino anterior e intestino posterior) y la longitud patrón.

La terminología osteológica siguió el criterio de Hoshino & Amaoka (1998) y la terminología miológica el criterio de Winterbottom (1974). Las ilustraciones se realizaron mediante una *camera lucida* acoplada a un microscopio estereoscópico Wild M3Z.

Debido a que los Paralicthyidae tienen ambos ojos en el lado izquierdo, se utilizaron los siguientes términos: lado izquierdo= lado oculado; lado derecho= lado ciego; ojo derecho= ojo superior; ojo izquierdo= ojo inferior.

Con el objeto de contribuir en la definición del patrón morfológico del sistema digestivo de los Paralicthyidae se realizó una comparación con otras especies de la familia como: *Citharichthys spilopterus* Günther, 1862, *Cyclopsetta chittendeni* Bean, 1895 y *Paralicthys lethostigma* Jordan & Gilbert, 1884. De la misma manera, también se comparó con otras especies de Pleuronectiformes como: *Bothus robinsi* Topp & Hoff, 1972 (Bothidae), *Achirus lineatus* (Linnaeus, 1758) (Achiridae) y *Symphurus civitatum* Ginsburg, 1951 (Cynoglossidae).

RESULTADOS

ESQUELETO VISCERAL

El esqueleto visceral de *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri* consistente en los arcos mandibular, hioideo y branquiales se localiza ventralmente al neurocráneo y muestra en conjunto un notable aplanamiento lateral y un alargamiento en el sentido vertical. Se articula con la región etmoidea del neurocráneo mediante los ligamentos rostrales y con la cápsula ótica mediante los huesos hiomandibulares y faringobranquiales 1. Su asimetría se manifiesta principalmente en las series palatinas y las mandíbulas, y en segundo término en las suspensiones mandibulares y series operculares.

Mandíbulas. La boca de *S. papillosum* y *S. gunteri* tiene orientación oblicua y no sobrepasa hacia atrás el nivel de la

pupila del ojo inferior (Figs. 1a, 9a). Se reconoce una mayor longitud de las mandíbulas superior e inferior del lado ciego (Figs. 3a, b; 9a, b). Las mandíbulas superiores están formadas por los premaxilares y los maxilares, mientras que las inferiores están integradas por los dentarios, anguloarticulares, retroarticulares y coronomeckelianos (espleniales).

En las mandíbulas superiores es notable la asimetría de la sínfisis premaxilar (Fig. 3f). Asimismo, el extremo posterior del maxilar del lado oculado es más amplio y de bordes romos (Fig. 3b), mientras que el del lado ciego es más anguloso (Fig. 3a). Ambos maxilares difieren en la orientación del borde que recibe al ligamento maxilo-mandibular, siendo más lateral en el elemento del lado oculado. En las mandíbulas inferiores sobresale el carácter esbelto del proceso coronoides de ambos anguloarticulares.

Serie palatinas (Figs. 2, 9c). Cada serie está integrada en ambas especies por el palatino, el endopterigoides y el ectopterigoides. Se reconocen a los palatinos como los huesos de mayor asimetría de todo el esqueleto visceral, teniendo el palatino del lado oculado el proceso articular delgado y curvo, mientras que el del lado ciego es aplanado y recto (Fig. 2c). Luego, se reconocen los endopterigoides con una marcada asimetría, consistente en la mayor inclinación del elemento del lado oculado, así como también por su concavidad que contribuye a la formación de la 'órbita ocular secundaria' que alberga al ojo inferior. El ectopterigoides es el elemento más delgado de la serie.

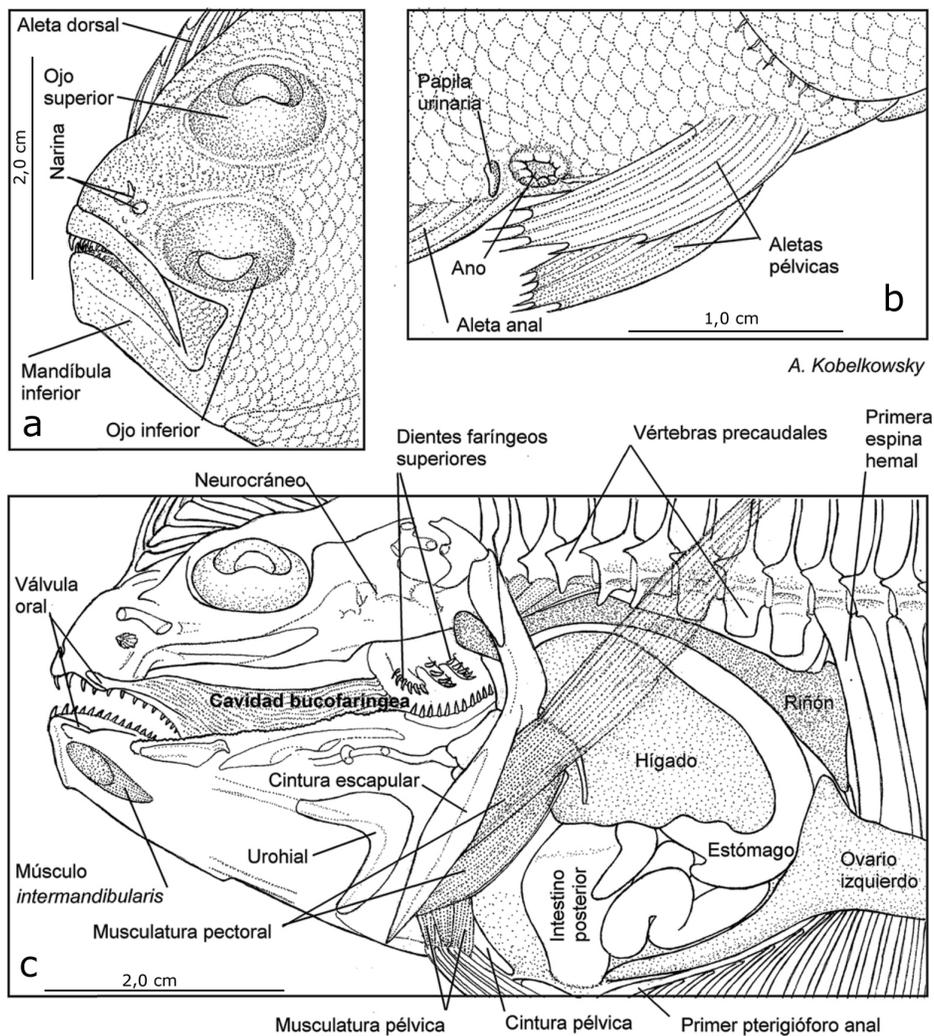
Suspensiones mandibulares (Figs. 2a, 9c). Cada suspensión mandibular está formada en las 2 especies por los huesos hiomandibular, metapterigoides, simpléctico y cuadrado (Fig. 2a, 9c), siendo ligeramente más larga la del lado oculado. Cada hiomandibular es alargado, tiene un cóndilo anterodorsal que se articula con el esfenótico, uno posterodorsal que lo hace con el pterótico y otro posterior que recibe al opercular; lateralmente lleva un reborde vertical que se acopla con parte del preopercular. Cada metapterigoides es irregular y se une por sutura al simpléctico, el cual es relativamente pequeño. Cada cuadrado es triangular con el cóndilo articular hacia abajo, que se acopla a la fosa articular del hueso ánguloarticular (Figs. 2a, 9c).

Serie operculares (Figs. 2a, 9a, b, c). Cada serie está constituida en las 2 especies por los huesos preopercular, opercular, interopercular y subopercular y muestra una discontinuidad entre el preopercular y el resto de la serie. Se observan ligeras diferencias entre la serie del lado oculado con respecto a la del lado ciego. Cada preopercular lleva una rama del sistema sensorial de la línea lateral y está unido más firmemente a la suspensión mandibular que al resto de la serie

opercular. Cada opercular forma un pequeño proceso anterodorsal al que se une el músculo *dilatator operculi* (Fig. 5a); su borde superior tiene una escotadura por la que se observa el *adductor operculi*, y en la parte recta del borde se inserta el *levator operculi* (Figs. 5a, d). El subopercular se prolonga por un delgado proceso bajo el borde inferior del opercular. El interopercular es triangular y se une mediante un ligamento al retroarticular.

Aparato hioideo (Figs. 4, 10a). Está formado en las especies en estudio por las 2 barras hioideas y por los huesos impares basihial y urohial. Cada barra hioidea es robusta y está integrada

de adelante hacia atrás por los siguientes huesos (Figs. 4a, 10b): hipohial dorsal, hipohial ventral, ceratohial, epihial, interhial y los radios branquiostegos 1 a 7. Los 3 primeros radios branquiostegos se unen por su extremo anterior al ceratohial y se curvan por la parte interna, mientras que los restantes se articulan al epihial; el último radio branquiostego se adosa a la superficie interna de los huesos interopercular y subopercular. El basihial es aplanado lateralmente y se une a cada hipohial ventral mediante ligamentos. El urohial es impar, está aplanado lateralmente y tiene forma de 'L' invertida (Figs. 4c, 10c).



A. Kobelkowsky

Figura 1. Sistema digestivo de un ejemplar hembra de *Syacium papillosum*. a) Aspecto externo de la boca por el lado ocularo. b) Localización del ano y la papila urinaria en el lado ciego en la hembra, c) Vista lateral izquierda de la cavidad bucofaringea y de la organografía de la cavidad visceral / Digestive system of *Syacium papillosum*. a) External view of the mouth from the eye side, b) Localization of the anus and urinary papilla on the blind side in the female, c) Left lateral view of the buccopharyngeal cavity and the organography of the visceral cavity

Aparato branquial (Figs. 4, 10a). Está formado en las 2 especies por 4 basibranchiales impares, 3 pares de hipobranquiales, 5 pares de ceratobranquiales, 4 pares de epibranchiales y 4 pares de faringobranquiales. Los hipobranquiales, ceratobranquiales y epibranchiales tienen un surco externo por el que corren las arterias branquiales aferentes y eferentes, y llevan en su borde externo las branquiespinas.

Éstas son triangulares y cada una soporta en su borde superior una hilera de dientes delgados (Figs. 4d, 10a). El primer arco branquial lleva generalmente en las 2 especies 3 branquiespinas en su rama superior (epibranchial) y 8 en su rama inferior (hipobranquial y ceratobranquial) en *S. papillosum* (Fig. 4a) y 7 en *S. gunteri* (Fig. 10a).

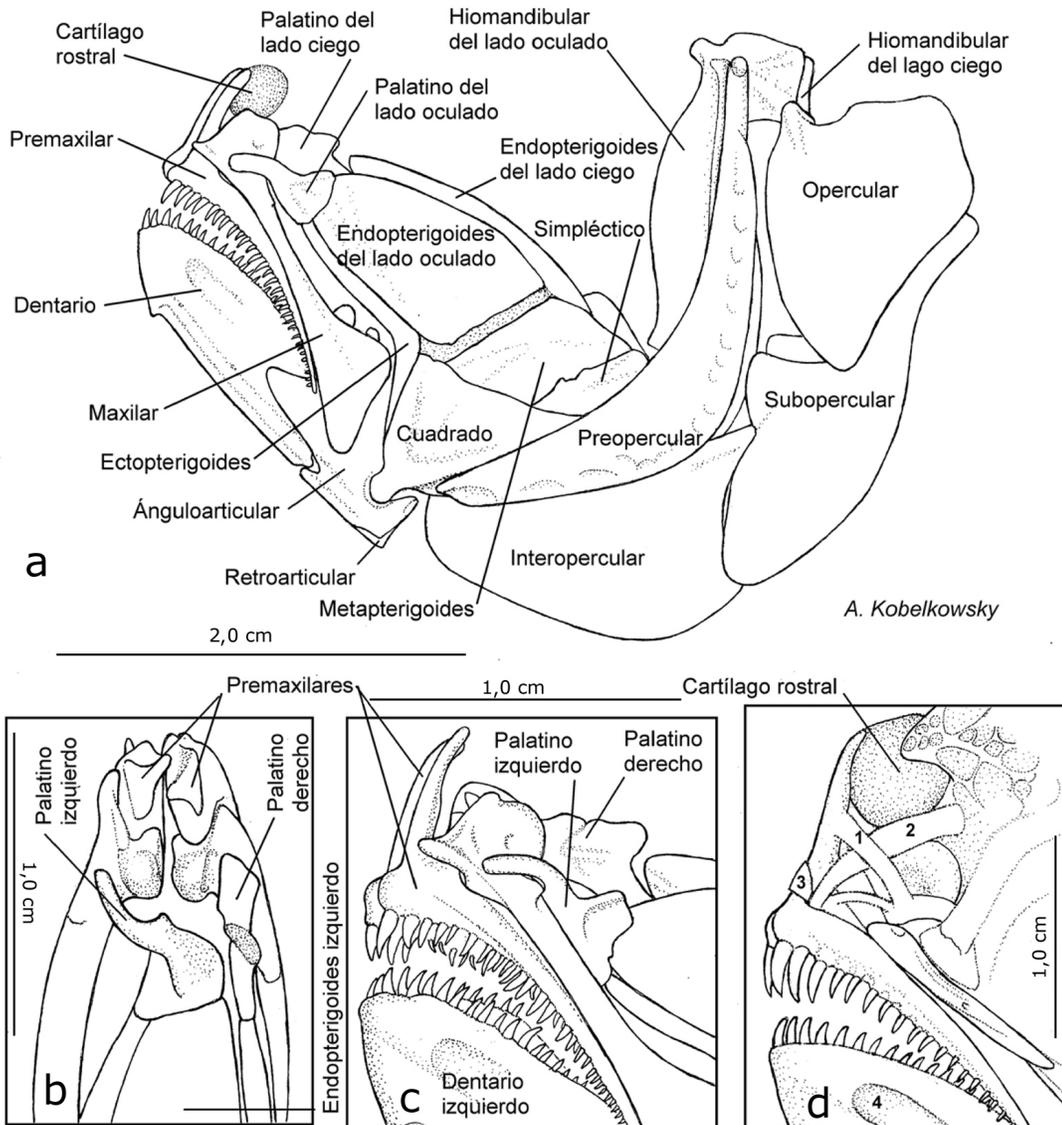


Figura 2. Esqueleto visceral de *Syacium papillosum*. a) Vista lateral (lado oculado) de las mandíbulas, serie palatina, suspensión mandibular y el opérculo. b) Vista dorsal de la región rostral, c) Vista del lado oculado de los huesos de la región rostral, d) Vista del lado oculado de los ligamentos rostrales: 1. Ligamento palatino-premaxilar, 2. Ligamento etmoides-premaxilar, 3. Ligamento interpremaxilar / Visceral skeleton of *Syacium papillosum*, a) Lateral view (eye side) of the jaws, mandibular suspension, and operculum, b) Dorsal view of the rostral region, c) Eye side view of the bones of the rostral region, d) Eye side view of the rostral ligaments: 1. Palatine-premaxillae ligament. 2. Ethmoid-premaxillae ligament. 3. Intermaxillae ligament

De los basibranchiales, el segundo es el más largo. De los hipobranquiales el 1 muestra una escotadura en su lado interno, mientras que los restantes forman cada uno un proceso ventral que protege a la aorta ventral; el proceso ventral de cada hipobranquial 3 es largo y delgado y permite la inserción tanto del músculo *transversus communis* como de un ligamento que se fija en el urohial; entre el borde externo del hipobranquial 2 y cerca del borde interno del hipobranquial 1 se extiende un largo ligamento (Fig. 4b). Los ceratobranquiales 5 o 'huesos faríngeos inferiores' son angostos y soportan una hilera de

dientes largos y delgados. Los faringobranquiales 1 son alargados y se articula cada uno con la cápsula ótica correspondiente (Figs. 4a, 6b), constituyendo la suspensión del aparato branquial. Los faringobranquiales 2, 3 y 4 o 'huesos faríngeos superiores' de cada lado desarrollan procesos ventrales robustos con una hilera de dientes cónicos y curvados hacia el plano sagital (Fig. 4b); la posición de los 6 procesos dentados se alterna dentro de la cavidad faríngea.

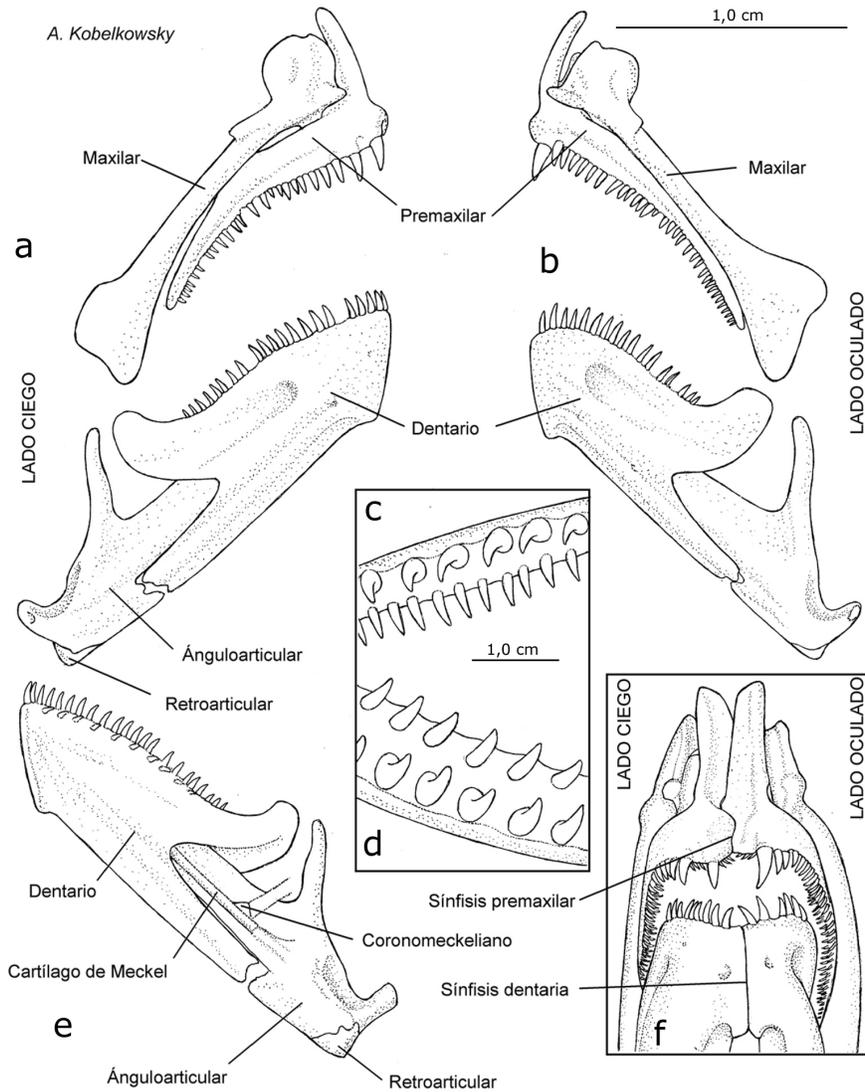


Figura 3. Mandíbulas de *Syacium papillosum*. a) Vista del lado ciego de las mandíbulas superior e inferior, b) Vista del lado oculado de las mandíbulas superior e inferior, c) Vista ventral de la dentición del premaxilar, d) Vista dorsal de la dentición del dentario, e) Vista interna de la mandíbula inferior del lado ciego, f) Vista anterior de las mandíbulas de ambos lados / Jaws of *Syacium papillosum*. a) Blind side view of the upper and lower jaws, c) Ventral view of the premaxillary dentition, d) Dorsal view of the dentary dentition, e) Medial view of the blind side lower jaw, f) Anterior view of the both side jaws

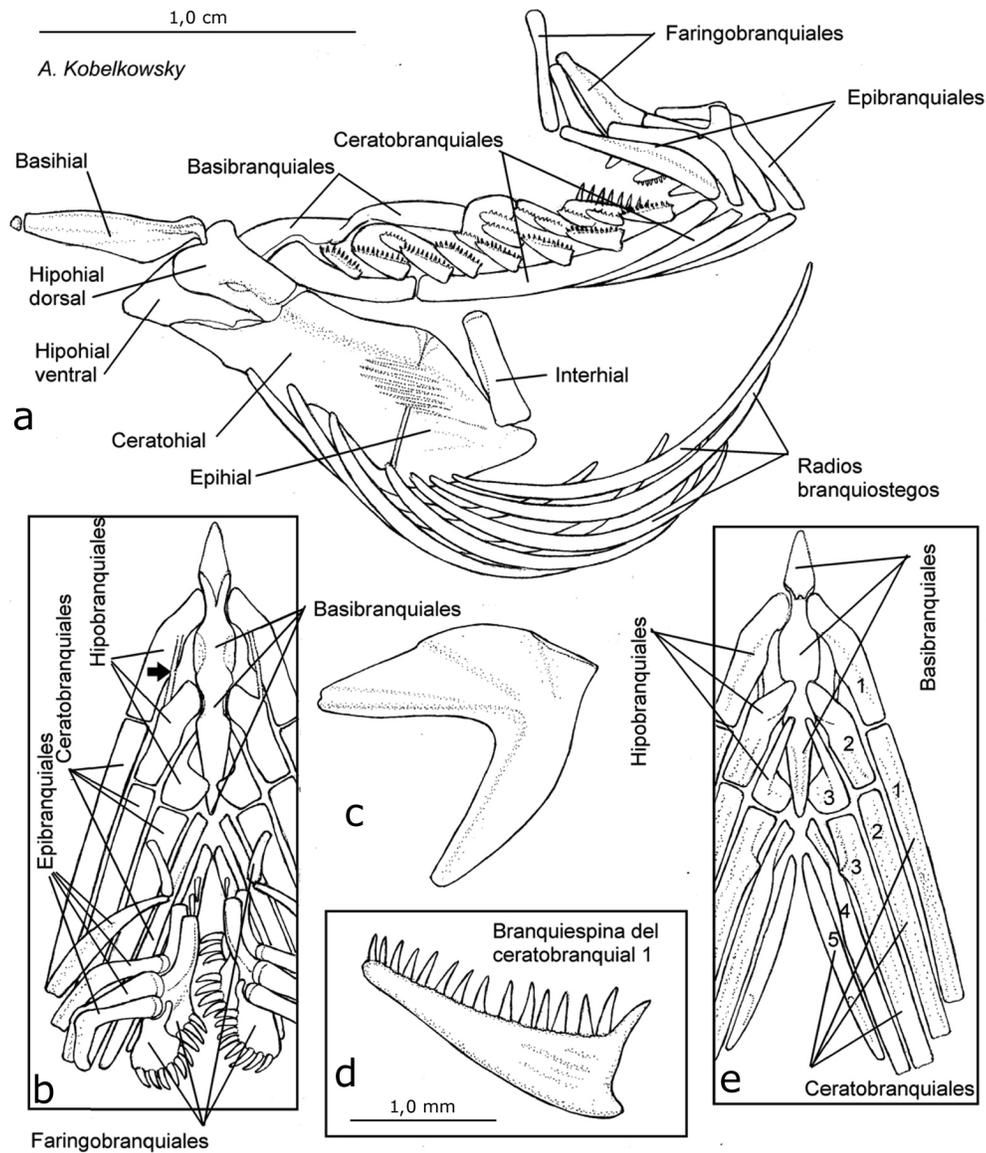


Figura 4. Aparatos hioideo y branquial de *Syacium papillosum*. a) Vista lateral izquierda, b) Vista dorsal del aparato branquial; la flecha señala el ligamento, c) Vista lateral izquierda del urohial, d) Vista lateral de una branquiespina del ceratohial 1, e) Vista ventral del aparato branquial / Hyoid and branchial apparatus of *Syacium papillosum*, a) Left lateral view, b) Dorsal view of the branchial apparatus; arrow points the ligament, c) Left lateral view of the urohyal, d) Lateral view of a gill raker of the ceratohyal 1, e) Ventral view of the branchial apparatus

DENTICIÓN

La dentición mandibular de ambas especies de *Syacium* se presenta formando 2 hileras de dientes cónicos en los premaxilares (Fig. 3c) y los dentarios (Figs. 3d, 5c). Los de la hilera externa son de mediano tamaño, mientras que los de la interna son pequeños y de orientación hacia la cavidad bucal. Los dientes de la hilera interna de los dentarios son más gruesos que los correspondientes de los premaxilares.

La dentición branquial se presenta en las branquiespinas, los huesos faríngeos inferiores (ceratobranquiales 5) y los faringobranquiales 2 a 4. Cada branquiespina lleva en su borde superior una hilera de pequeños dientes (Figs. 4d, 10a). Los huesos faríngeos inferiores llevan una hilera de dientes rectos y puntiagudos (Figs. 1c, 4a). Cada uno de los faringobranquiales 2 a 4 lleva una hilera de dientes puntiagudos curvados hacia el plano sagital (Figs. 1c, 4b).

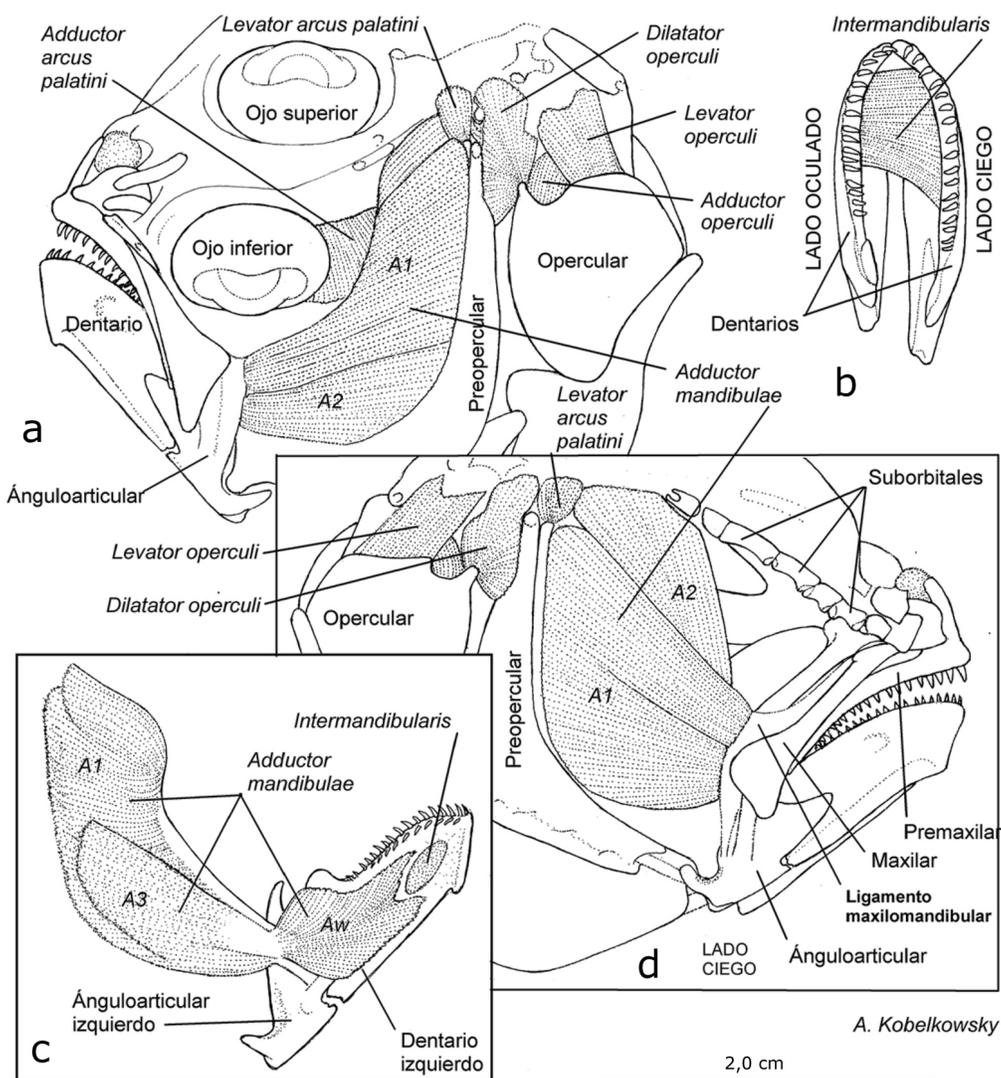


Figura 5. Musculatura visceral de *Syacium papillosum*. a) Vista del lado oculado del *adductor mandibulae* y algunos músculos operculares, b) Vista dorsal del *intermandibularis*, c) Vista lateral interna del *adductor mandibulae* del lado oculado, d) Vista del lado ciego del *adductor mandibulae* y músculos operculares / Visceral musculature of *Syacium papillosum*. a) Eye side view of the *adductor mandibulae* and some opercular muscles, b) Dorsal view of the *intermandibularis*, c) Internal lateral view of the *adductor mandibulae* of the eye side, d) Blind side view of the *adductor mandibulae* and some opercular muscles

MUSCULATURA VISCERAL

La musculatura visceral de las especies de *Syacium* está organizada de manera general en los siguientes conjuntos de músculos: a) los que mueven las mandíbulas superior e inferior, b) los que accionan la suspensión mandibular, c) los que relacionan el opérculo con el neurocráneo, d) los que elevan las ramas superiores de los arcos branquiales, e) los relacionados con las ramas inferiores de los arcos branquiales, f) los que elevan la serie palatina, g) los que se fijan al urohial.

a) El músculo *adductor mandibulae* (Figs. 5a, c; 9a, b) está subdividido en las secciones A1, A2, A3 y Aw; muestra una notable asimetría, consistente en la formación de una concavidad anterior de la sección A1 del músculo del lado oculado, que proporciona espacio para el ojo inferior; mientras que el homónimo del lado ciego es más amplio. El músculo *intermandibularis* (Figs. 5b, 6d, 10b) es un músculo que relaciona ambos dentarios, y muestra una considerable asimetría por tener el extremo del lado ciego notablemente más amplio que el del lado oculado. El *protractor hyoidei* (Figs. 6d, 10b)

tiene un aspecto metamérico, se origina en el ceratohial y se inserta mediante unos tendones planos en los dentarios, cerca de su sínfisis; dicho tendón se divide en 2 ramas que rodean al *intermandibularis*. b) El músculo *levator arcus palatini* (Fig. 6a) es de apariencia compuesta; se origina del esfenótico y se inserta ampliamente en el hiomandibular. c) El *dilatator operculi* (Fig. 6a) tiene forma de abanico, se origina de parte del esfenótico y del preopercular y se inserta en el proceso anterodorsal del opercular. El *adductor operculi* (Fig. 6a) se origina del prótico y se inserta en la superficie interna del opercular inmediatamente detrás del proceso superior. El *levator operculi* (Fig. 6a) se origina del posttemporal y se inserta en parte del borde dorsal del opercular, detrás del *adductor operculi*. d) Los *levatores externi* (Figs. 6b, 10b) se originan del proceso del esfenótico y se insertan en los epibranchiales 1 a 4. Los *levatores interni* 1 y 2 (Figs. 6b, c) se originan de la superficie interna del extremo superior del hiomandibular y se insertan en los faringobranquiales 2 y 3, respectivamente, mientras que el *levator interni* 3 se origina del proceso lateral del esfenótico y se inserta en el

faringobranquial 4. Como músculos intrínsecos del aparato branquial se identifican a los *transversi dorsales*, al *obliquus dorsalis* y a los *adductores* (Fig. 6c). El *retractor dorsalis* (Figs. 6a, b; 9a, 10b) está constituido por 4 paquetes musculares que se originan respectivamente de los centros vertebrales 3 a 6 y se insertan mediante un tendón laminar en los faringobranquiales 3 y 4. e) El *pharyngoclavicularis internus* (Figs. 6d, 10b) es corto y robusto, se origina en el ceratobranquial 5 y se inserta en la superficie anterior de la porción media del cleitrum. El *pharyngoclavicularis externus* (Figs. 6d, 10b) es largo y aplanado, se origina del ceratobranquial 5 y se inserta en la superficie anterior de la porción inferior del cleitrum. f) El músculo *adductor arcus palatini* (Fig. 6a) se origina del paraesfenoides y se inserta tanto en la superficie superior del endopterigoides como en parte de la superficie interna del metapterigoides y del hiomandibular. g) El *sternohyoideus* (Figs. 6d, 10b) es corto y notablemente robusto, tiene aspecto metamérico, se origina de manera amplia de la superficie anterior de la porción inferior del cleitrum y se inserta en ambas caras del urohial.

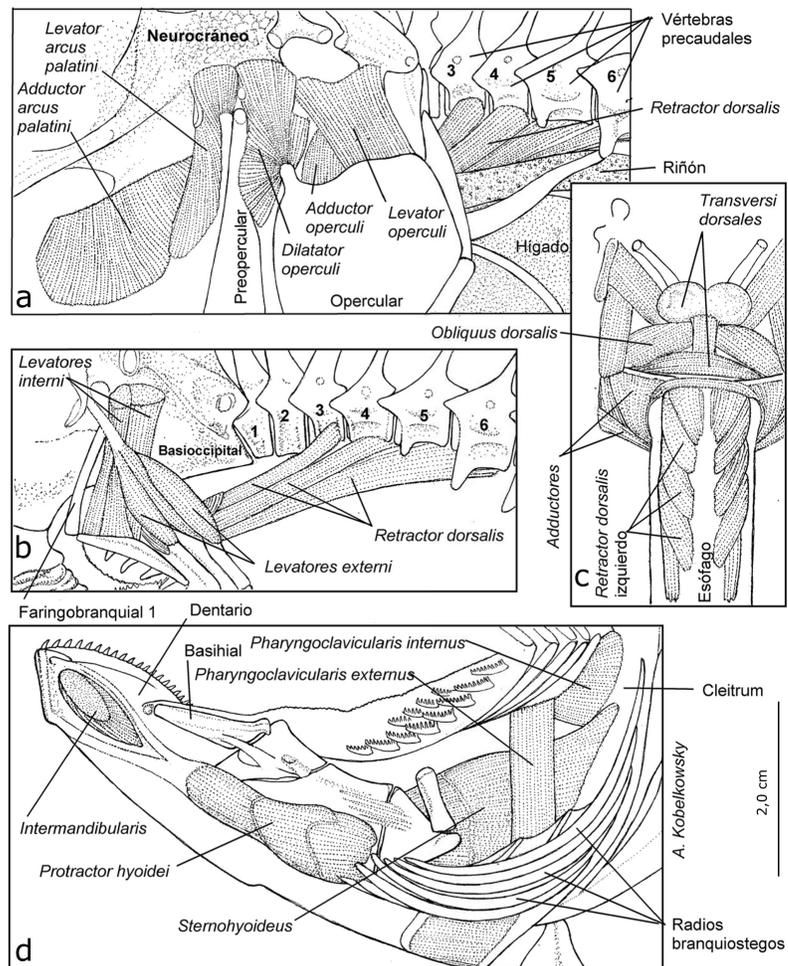


Figura 6. Musculatura visceral de *Syacium papillosum*. a) Músculos del paladar, suspensión mandibular y opérculo del lado oculado, y parte del *retractor dorsalis*, b) Músculos dorsales de los arcos branquiales del lado oculado, c) Vista dorsal de los músculos de los arcos branquiales, d) Vista del lado oculado de las relaciones musculares de las mandíbulas con la barra hioidea y de la cintura escapular con los arcos branquiales y con el urohial / Visceral musculature of *Syacium papillosum*. a) Muscles of palatine, mandibular suspension and operculum of the blind side, c) Dorsal view of the muscles branchial arches, d) Eye side view of the muscular relationships of the jaws and with the hyoid bar, and of the scapular girdle with the branchial arches and urohial

CAVIDAD VISCERAL

La cavidad visceral de *S. papillosum* y *S. gunteri* es relativamente reducida (Figs. 1c, 9a) y está aplanada lateralmente. Está delimitada por las cinturas escapular y pélvica, las vértebras precaudales, la primera espina hemal, el primer pterigióforo de la aleta anal, las costillas pleurales, las musculaturas pectoral y pélvica y los miotomos precaudales. La espina hemal de la primera vértebra caudal es larga y robusta. El primer pterigióforo de la aleta anal, el cual es notablemente largo y curvo, hace contacto con la primera espina hemal caudal y algunos otros pterigióforos anales.

El riñón mesonéfrico, el cual es extraperitoneal está localizado entre las vértebras precaudales y el estómago. Las gónadas se sitúan entre el estómago y el primer pterigióforo anal; los testículos son pequeños, mientras que los ovarios son largos y

se desarrollan extravisceralmente hacia atrás entre la musculatura caudal y los pterigióforos anales.

En el resto de la cavidad visceral se encuentran el tubo digestivo, el hígado, el páncreas y el bazo. Mientras que el hígado se extiende principalmente por el lado izquierdo del tubo digestivo, el bazo, el cual es pequeño se observa por el lado derecho, cerca de los ciegos pilóricos.

TUBO DIGESTIVO

El esófago en ambas especies de *Syacium* en estudio es relativamente corto, de sección ovalada y hace contacto con el riñón, el seno venoso del corazón y el hígado (Fig. 1c). La interpretación del patrón de enrollamiento del tubo digestivo se muestra en la Figura 8b.

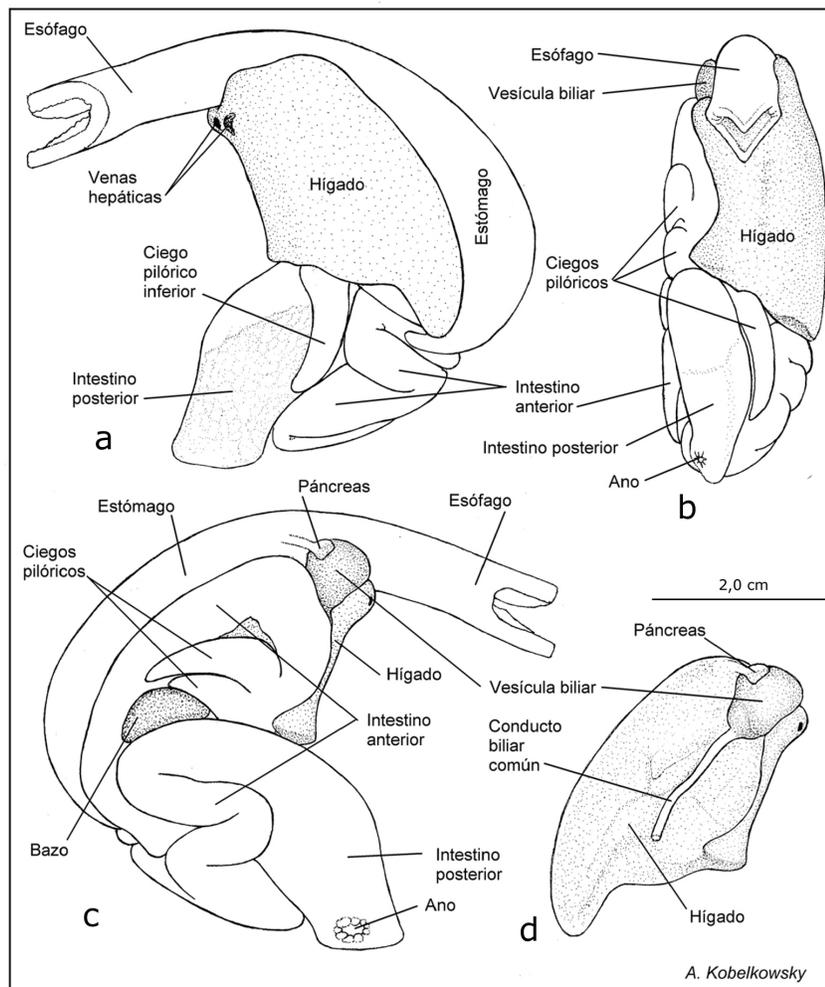


Figura 7. Tubo digestivo y glándulas anexas de *Syacium papillosum*. a) Vista del lado oculado, b) Vista anterior, c) Vista del lado ciego, d) Vista del lado ciego del hígado, la vesicular biliar y el páncreas / Digestive tube and anexed glands of *Syacium papillosum*. a) Eye side view, b) Anterior view, c) Blind side view, d) View of the blind side of the liver, gall bladder and pancreas

El estómago es amplio, en forma de C (Figs. 1c, 8, 9a, 10c) y desarrolla ventralmente un pequeño ciego orientado hacia adelante; está parcialmente cubierto por el hígado en su lado izquierdo, hace un amplio contacto por su superficie dorsal con el riñón y un contacto menor por su parte posterior con las gónadas.

Al nivel del duodeno se desarrollan 4 ciegos pilóricos (Figs. 7, 8, 10d, c), de los cuales 3 son cortos, orientados hacia atrás y dispuestos por el lado derecho del estómago y otro es relativamente largo y orientado hacia abajo por el lado izquierdo. El segundo ciego pilórico hace contacto con el bazo, el cual es ovoide y se observa por el lado derecho de la masa intestinal (Fig. 7c).

El intestino se divide en anterior y posterior mediante la denominada válvula intestinal (Fig. 8b). El intestino anterior es relativamente largo y de diámetro menor al del estómago; forma una amplia asa en forma de C, paralela al costado derecho del estómago (Fig. 7c, 10e), después de la cual se forman otras asas pequeñas. El intestino posterior es grueso, relativamente corto, de posición vertical (Figs. 8b, 10d, e) y termina en un reducido recto. El ano se abre en el lado ciego, cerca del inicio de la aleta anal, inmediatamente anterior a la papila urinaria de la hembra (Fig. 1b) y a la papila urogenital del macho.

Se determinó la relación intestinal de *S. papillosum* en 1,06 y en *S. gunteri* de 0,97.

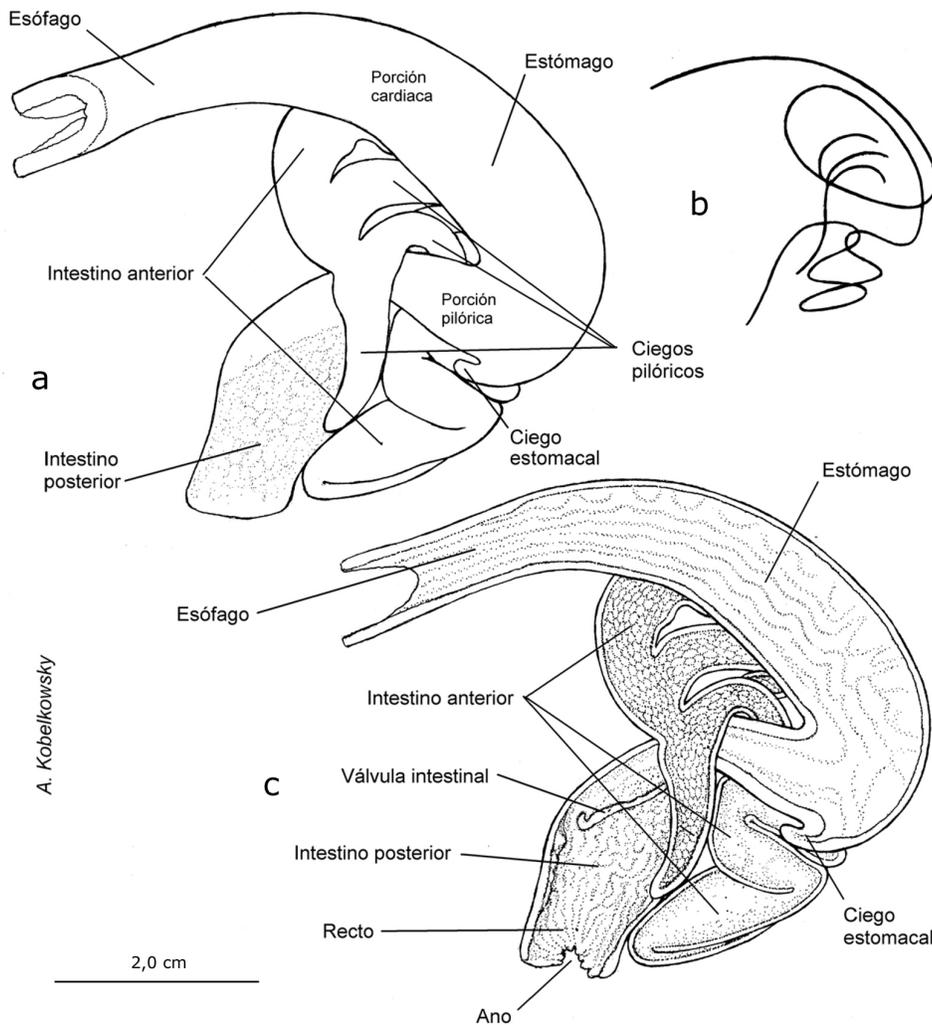


Figura 8. Tubo digestivo de *Syacium papillosum*. a) Vista del lado oculado, b) Patrón de enrollamiento, c) Corte longitudinal en vista del lado oculado / Digestive tube of *Syacium papillosum*. a) Blind side view, b) Coil pattern, c) Longitudinal section in blind side view

El hígado es relativamente plano, se extiende por el costado izquierdo del estómago (Figs. 7a, 10b) y por la parte anterior a los 3 ciegos pilóricos derechos. Las venas hepáticas (Fig. 7a) se comunican directamente con el seno venoso del corazón. La vesícula biliar se localiza en la parte anterosuperior derecha del estómago.

El páncreas es relativamente pequeño y se localiza adosado a la superficie posterior de la vesícula biliar (Fig. 7c, d), con su conducto orientado hacia atrás, siguiendo en parte la trayectoria del estómago.

La superficie interna del tubo digestivo muestra rasgos diferentes en cada una de sus porciones (Fig. 8b). La superficie interna del esófago está formada por pliegues y surcos finos longitudinales. La superficie interna de la porción cardiaca del estómago está formada por pliegues y surcos longitudinales gruesos, mientras que en la porción pilórica son difusos. La superficie interna, tanto de los ciegos pilóricos como de la primera porción del intestino está formada por finos hexágonos, mientras que el resto del intestino anterior es de aspecto liso. Marcando el límite entre intestino anterior y posterior se encuentra la válvula intestinal, de aspecto laminar y orientada hacia abajo. La superficie interna del intestino posterior está formada por pliegues finos ondulados, mientras que en la superficie del recto son longitudinales.

ASPECTOS COMPARATIVOS DEL SISTEMA DIGESTIVO DE *S. PAPILLOSUM* Y *S. GUNTERI*

Los aspectos anatómicos del sistema digestivo que mostraron mayores diferencias corresponden a los ciegos pilóricos y al estómago. El ciego pilórico inferior (Figs. 7a, b) de *S. papillosum* es notablemente más alargado que el correspondiente de *S. gunteri* (Figs. 10d, e); el estómago de *S. papillosum* muestra un ciego estomacal (Figs. 7a, 11a), mientras que el de *S. gunteri* no lo desarrolla (Figs. 10d, 11b).

ASPECTOS COMPARATIVOS DE *S. PAPILLOSUM* Y *S. GUNTERI* CON OTRAS ESPECIES DE LA FAMILIA PARALICHTHYDAE

El análisis anatómico comparativo de las especies de *Syacium* con *Citharichthys spilopterus*, *Cyclopsetta chittendeni* y *Paralichthys lethostigma* permite definir un mismo patrón morfológico del sistema digestivo de las 4 especies de Paralichthyidae. Sin embargo, de acuerdo con la Tabla 1 se identifican algunas diferencias, consistentes en el tamaño relativo de la boca y los dientes mandibulares, el número de músculos *levator operculi*, la inserción del *retractor dorsalis*, la morfología de las branquiespinas, la presencia del ciego estomacal, el número de asas intestinales, el número de ciegos pilóricos, y la morfología de la válvula intestinal.

Tabla 1. Comparación del sistema digestivo de especies de *Syacium*, *Citharichthys*, *Cyclopsetta* y *Paralichthys* (Familia Paralichthyidae) / Comparison of the digestive system of the species of *Syacium*, *Citharichthys*, *Cyclopsetta*, and *Paralichthys* (Familia Paralichthyidae)

	<i>Syacium papillosum</i> <i>Syacium gunteri</i>	<i>Citharichthys spilopterus</i>	<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	<i>Paralichthys lethostigma</i>
Boca	No sobrepasa el nivel medio del ojo inferior	Alcanza el límite posterior del ojo inferior	sobrepasa el borde posterior del ojo inferior	Sobrepasa el borde posterior del ojo inferior
Dentición mandibular	Dientes pequeños	Dientes pequeños	Dientes del dentario más largos	Dientes del lado ciego ligeramente más largos
Músculo <i>levator operculi</i>	Con una sola sección	Con una sola sección	Con una sola sección	Dividido en dos secciones
Músculo <i>retractor dorsalis</i>	Inserción en las vértebras 3 a 6	Inserción en las vértebras 2 a 4	Inserción en las vértebras 3 a 7	Inserción en las vértebras 2 a 4
Branquiespinas	Triangulares y con una hilera de dientes medianos	Delgadas y sin dientes	Ovaladas y con una hilera de dientes grandes	Triangulares y con una hilera de dientes medianos
Estómago	En forma de C, con ciego estomacal	En forma de C, sin ciego estomacal	En forma de C, sin ciego estomacal	En forma de C, sin ciego estomacal
Intestino	Con 6 asas	Con 3 asas	Con 3 asas	
Ciegos pilóricos	En número de 4	En número de 4	En número de 3	En número de 4
Válvula intestinal	En forma de tabique	Con forma circular	Con forma circular	Con forma circular

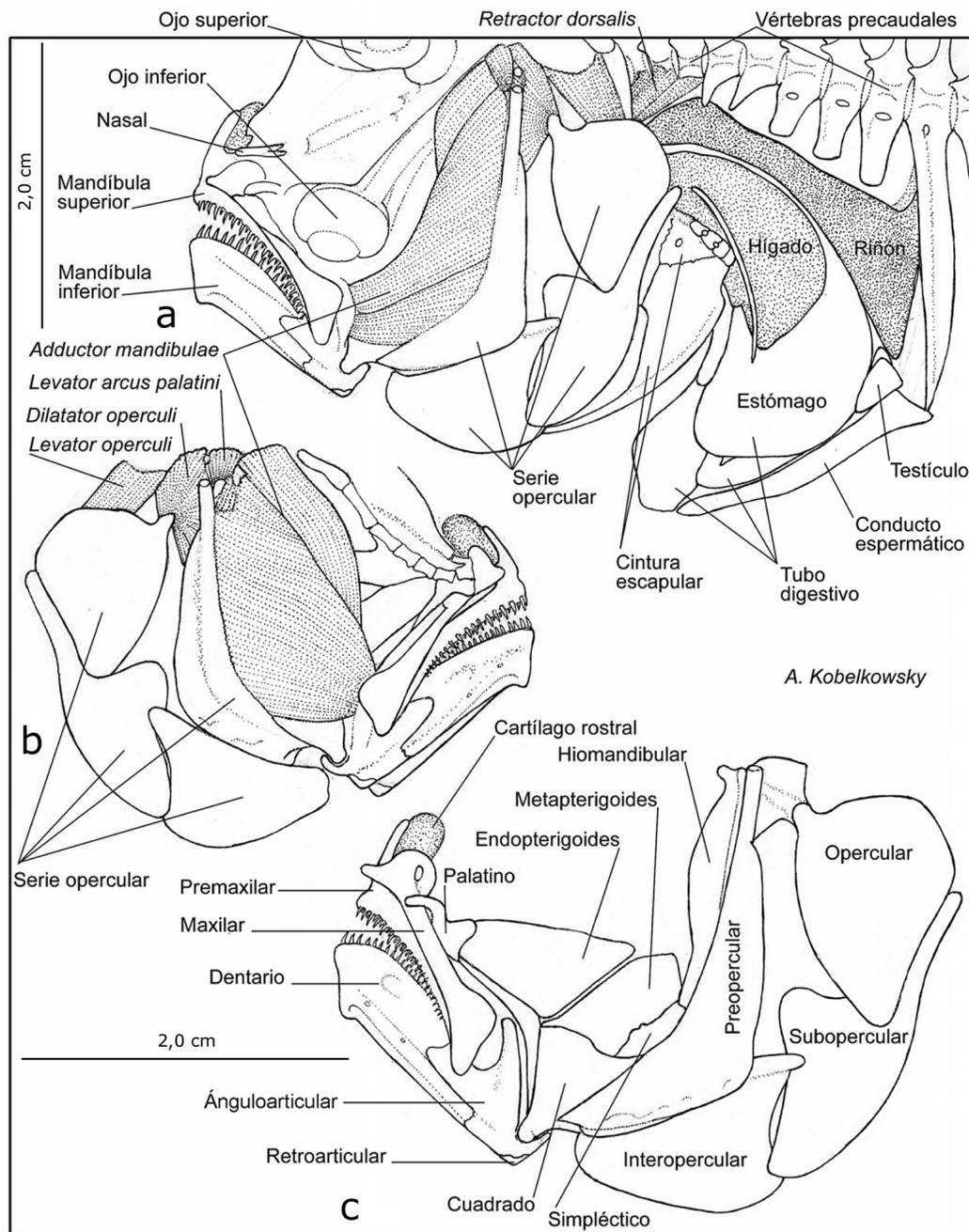


Figura 9. Sistema digestivo de *Syacium gunteri*. a) Vista del lado oculado de parte del esqueleto visceral, la musculatura visceral y de la cavidad visceral, b) Vista del lado ciego de la región cefálica, c) Vista del lado oculado de las series mandibular, palatina, opercular y suspensión mandibular / Digestive system of *Syacium gunteri*. a) Eye side view of part of the visceral skeleton and musculature, b) Blind side view of the cephalic region, c) Eye side view of the mandibular, palatine and opercular series, and the jaw suspension

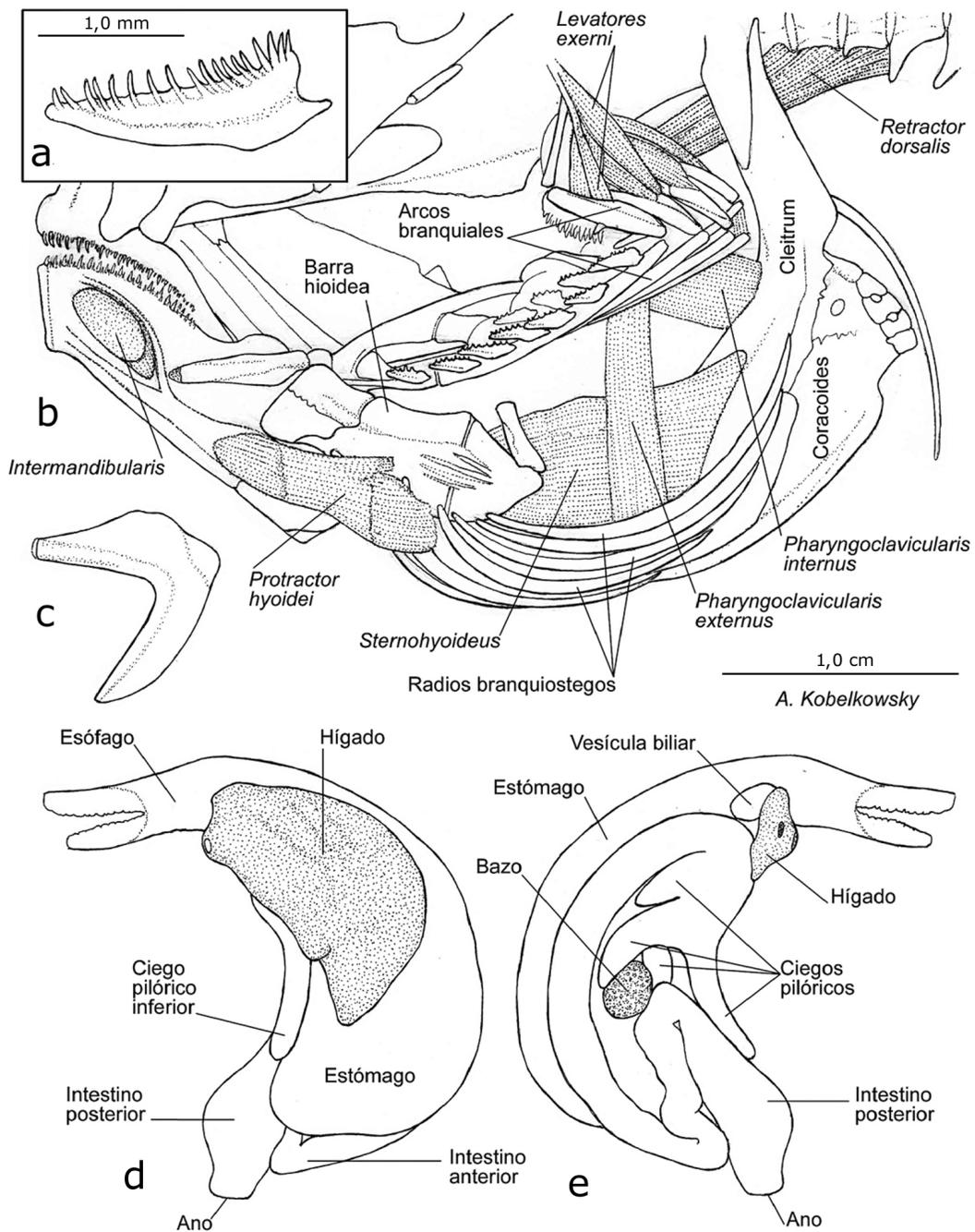


Figura 10. Esqueleto branquial, musculatura branquial y tubo digestivo de *Syacium gunteri*. a) Branquiespina del primer arco branquial, b) Vista del lado ocular del esqueleto branquial y hioideo, y parte de su musculatura, c) Vista lateral izquierda del urohial, d) Vista del lado ocular del tubo digestivo, e) Vista del lado ciego del tubo digestivo / Branchial skeleton and musculature, and digestive tube of *Syacium gunteri*. a) Gill raker of the first branchial arch, b) Blind side view of the branchial and hyoid skeleton, and of part of their musculature, c) Left lateral view of urohyal, d) Eye side view of the digestive tube, e) Blind side view of the digestive tube

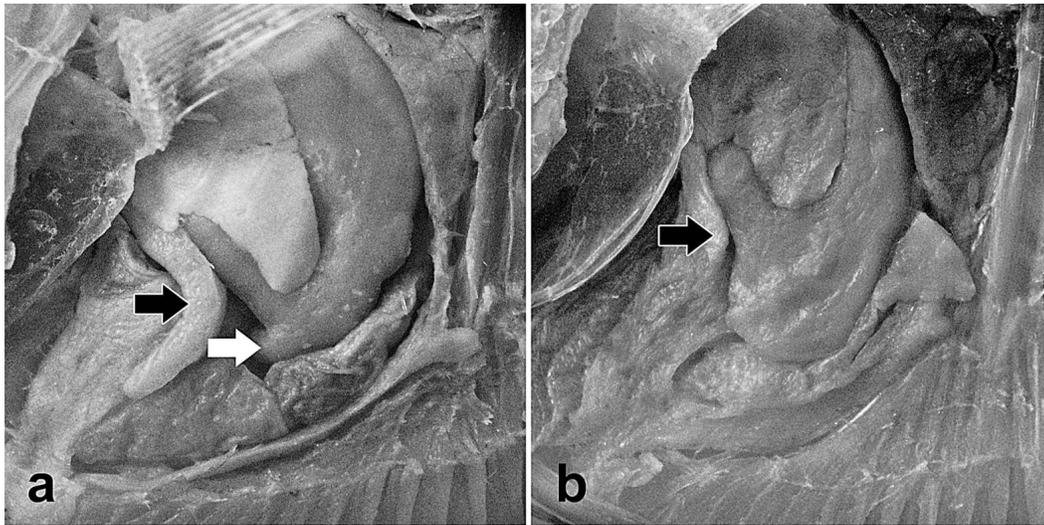


Figura 11. Principales diferencias anatómicas del tubo digestivo entre *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri*. Vista del lado oculado. a) *S. papillosum* mostrando el ciego pilórico inferior (flecha negra) y el ciego estomacal (flecha blanca), b) *S. gunteri* mostrando el ciego pilórico inferior (flecha negra) / Main anatomical differences of the digestive tube between *Syacium papillosum* and *Syacium gunteri*. Eye side. a) *S. papillosum* showing the lower pyloric cecum (black arrow) and the stomach cecum (white arrow), b) *S. gunteri* showing the lower pyloric cecum (black arrow)

ASPECTOS COMPARATIVOS DE LAS ESPECIES DE PARALICHTHYIDAE CON REPRESENTANTES DE LAS FAMILIAS BOTHIDAE, ACHIRIDAE Y CYNOGLOSSIDAE (TABLA 2, FIG. 12)

En el representante de la familia Bothidae, *Bothus robrinsi* la boca es corta (Fig. 12a), la longitud de las mandíbulas del lado ciego es ligeramente mayor que la del lado oculado, el arreglo de la dentición mandibular es simétrico (Fig. 12b), el músculo *adductor mandibulae* es más amplio en el lado ciego, las branquiespinas son cortas y sin dientes, el estómago tiene forma de C y no desarrolla ciego estomacal (Fig. 12c); el intestino anterior forma varias asas, después de la última se conforma el intestino posterior, el cual es amplio.

En el representante de la familia Achiridae, *Achirus lineatus* la boca es notablemente asimétrica (Fig. 12d), siendo más curvada en el lado ciego y la dentición mandibular solo se encuentra en el premaxilar y el dentario del lado ciego (Fig. 12e); no se forman verdaderas branquiespinas; el estómago tiene forma de C y no desarrolla ciego estomacal; el carácter más sobresaliente se observa en la ubicación de 2 asas intestinales extraviscerales que se extienden por el lado oculado del pez, acompañando al ovario derecho (Fig. 12f); no se desarrollan ciegos pilóricos y no se define el intestino posterior.

En el representante de la familia Cynoglossidae, *Symphurus civitatium* la boca es notablemente asimétrica (Fig. 12g), siendo más curvada en el lado ciego y la dentición mandibular (Fig.

12h) se encuentra en el premaxilar y el dentario del lado ciego, mientras que en el lado oculado solo se observan escasos dientes en el premaxilar; el rasgo más importante es la suspensión del tubo digestivo al nivel del esófago (Fig. 12i) mediante una fascia que lo une con los procesos hemales de las vértebras precaudales 4 a 6; no se desarrollan ciegos estomacal ni ciegos pilóricos y no se define el intestino posterior.

DISCUSIÓN

Mientras que la mayoría de las publicaciones sobre la anatomía del sistema digestivo de los teleósteos, restringe su descripción a la forma de la boca y del tubo digestivo, el presente estudio incluye tanto la del esqueleto visceral como la de musculatura visceral de *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri*. De acuerdo con Wilson & Castro (2011), la cavidad bucofaringea tiene la función de obtener el alimento y procesarlo mecánicamente, mientras que la del esófago y el estómago es iniciar la digestión química del alimento y la del intestino es continuar la digestión y realizar la absorción del mismo.

A diferencia de numerosos teleósteos la morfología del sistema digestivo de ambas especies de *Syacium* y probablemente también de los restantes Pleuronectiformes, está determinada principalmente por 3 factores: a) el acentuado aplanamiento lateral del cuerpo, b) la asimetría de la región cefálica y c) la reducción del volumen de la cavidad visceral.

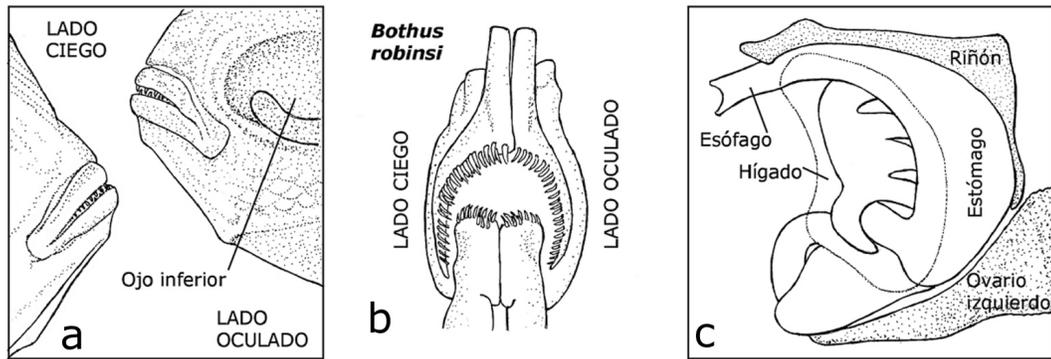
Tabla 2. Comparación del sistema digestivo de especies representativas de las familias Paralichthyidae (*Syacium papillosum*, *Syacium gunteri*, *Citharichthys spilopterus*, *Cyclosetta chittendeni*, *Paralichthys lethostigma*), Bothidae (*Bothus robinsi*), Achiridae (*Achirus lineatus*) y Cynoglossidae (*Symphurus civitatum*) / Comparison of the digestive system of representative of the families Paralichthyidae (*Syacium papillosum*, *Syacium gunteri*, *Citharichthys spilopterus*, *Cyclosetta chittendeni*, *Paralichthys lethostigma*), Bothidae (*Bothus robinsi*), Achiridae (*Achirus lineatus*), and Cynoglossidae (*Symphurus civitatum*)

	Paralichthyidae	Bothidae	Achiridae	Cynoglossidae
Forma de la boca	Ligeramente curvada en ambos lados	Ligeramente curvada en ambos lados	Más curvada en el lado ciego	Más curvada en el lado ciego
Dentición mandibular	Similar en premaxilar y dentario de ambos lados	Similar en premaxilar y dentario de ambos lados	Presente en premaxilar y dentario del lado ciego. Ausente en las mandíbulas del lado oculado	Presente en ambos premaxilares y en el dentario del lado ciego. Ausente en el dentario del lado oculado
Longitud relativa de las mandíbulas	Mandíbulas superior e inferior del lado ciego, ligeramente más largas	Mandíbulas superior e inferior del lado ciego, ligeramente más largas	Mandíbulas superior e inferior del lado ciego, más grandes	Mandíbulas superior e inferior del lado ciego, más grandes
Simetría del <i>adductor mandibulae</i>	Más amplio en el lado ciego	Más amplio en el lado ciego	Ligeramente más amplio en el lado ciego	Ligeramente más amplio en el lado ciego
Branquiespinas	Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes
Estómago	Grande y en forma de C	Grande y en forma de C	Grande y en forma de C	Largo y recto
Intestino	Corto y sin asas extraviscerales	Corto y sin asas extraviscerales	Largo y con dos asas extraviscerales en el lado oculado	Largo y sin asas extraviscerales
Ciegos pilóricos	3 o 4	3 o 4	Ausentes	Ausentes
Válvula intestinal	Presente	Presente	Ausente	Ausente
Origen del <i>retractor dorsalis</i>	En las vértebras 3 a 6	En las vértebras 3 a 5	En las vértebras 2 a 4	En las vértebras 2 a 4

El pronunciado aplanamiento lateral del cuerpo de los lenguados implica el aplanamiento en el mismo sentido de las cavidades bucofaríngea y visceral. Las series de huesos que conforman las mandíbulas, el paladar, la suspensión de las mandíbulas, el opérculo, el aparato hioideo y en menor grado, el aparato branquial, están dispuestas principalmente en el plano vertical. Asimismo, numerosos músculos que mueven a estas series son aplanados lateralmente.

La asimetría del esqueleto visceral se reconoce principalmente en las series palatinas, siendo los palatinos y los endopterigoides los huesos más asimétricos. Tal situación morfológica ha sido descrita e ilustrada por Díaz de Astarloa (2005) en 3 especies de *Paralichthys* (Paralichthyidae) y Flores & De la Hoz (2010) en *Hippoglossina macrops* (Paralichthyidae). La asimetría de los endopterigoides se manifiesta por la concavidad del hueso del lado oculado que

contribuye a formar una nueva órbita ocular, descrita en *Citharichthys spilopterus* por Kobelkowsky (2002) y denominada en *Cyclosetta chittendeni* como ‘órbita ocular secundaria’ por Kobelkowsky (2007). La asimetría se observa en las mandíbulas, las suspensiones mandibulares y las series operculares, pero no se percibe en el aparato hioideo. En el aparato branquial la asimetría consiste en la posición alternada de los huesos faringobranquiales 2 a 4, con los dientes faríngeos superiores orientados hacia atrás, lo cual supone una deglución efectiva. Los músculos viscerales que muestran mayor asimetría son el *adductor mandibulae*, con un mayor volumen el del lado ciego, y el *intermandibularis* con la base del lado ciego más amplia. La mayor amplitud del *adductor mandibulae* del lado ciego se correlaciona con la ausencia en ese lado del ojo migratorio.



A. Kobelkowsky

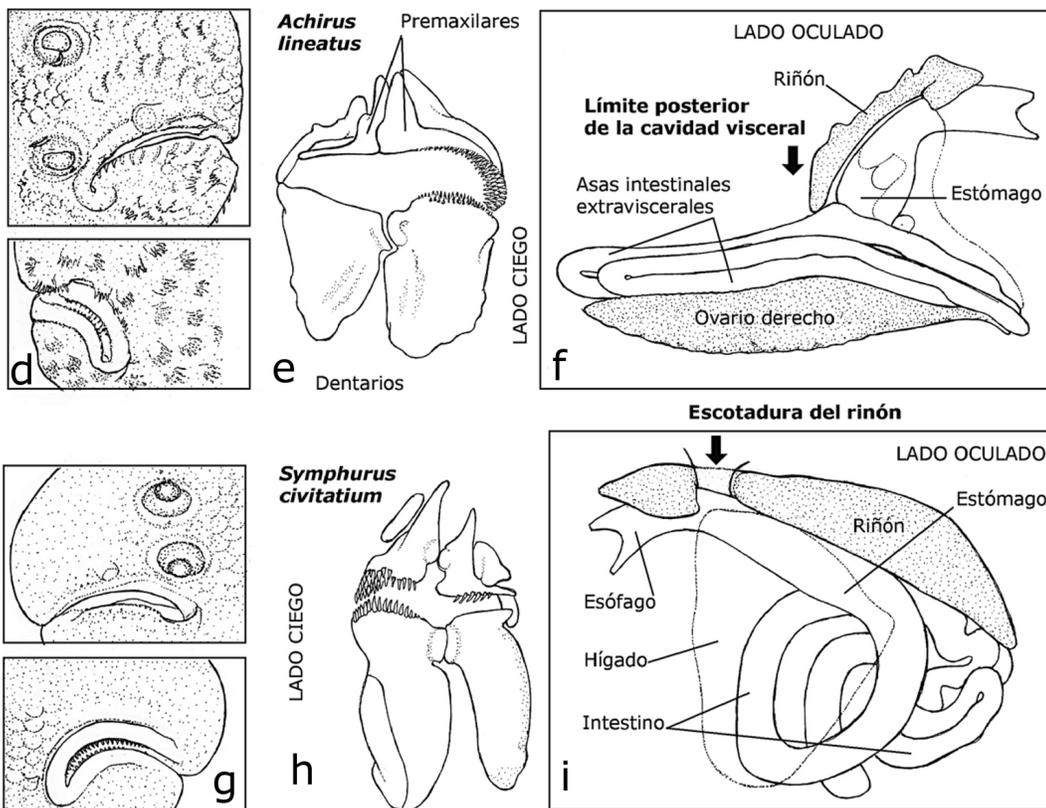


Figura 12. Caracteres anatómicos sobresalientes del sistema digestivo de representantes de las familias Bothidae, Achiridae y Cynoglossidae. a) Vista de la boca de los lados ciego y oculado de *Bothus robinsi*, b) Vista anterior de las mandíbulas de *B. robinsi*, c) Vista del lado oculado del tubo digestivo de *B. robinsi*, d) Vista de la boca de los lados oculado y ciego de *Achirus lineatus*, e) Vista anterior de las mandíbulas de *A. lineatus*, f) Vista del lado oculado del tubo digestivo de *A. lineatus*, g) Vista de la boca de los lados oculado y ciego de *Symphurus civitatum*, h) Vista anterior de las mandíbulas de *S. civitatum*, i) Vista del lado oculado del tubo digestivo de *S. civitatum* / Outstanding anatomical characters of the digestive system of representative species of the families Bothidae, Achiridae, and Cynoglossidae. a) View of the mouth of both blind and eye sides of *Bothus robinsi*, b) Anterior view of the jaws of *B. robinsi*, c) Eye side view of the digestive tube of *B. robinsi*, d) View of the mouth of both sides of *Achirus lineatus*, e) Anterior view of the jaws of *A. lineatus*, f) Eye side view of the digestive tube of *A. lineatus*, g) View of the mouth of both sides of *Symphurus civitatum*, h) Anterior view of the jaws of *S. civitatum*, i) Eye side view of the digestive tube of *S. civitatum*

La asimetría de las mandíbulas consistente en la mayor longitud de las del lado ciego y la mayor robustez del *adductor mandibulae* de dicho lado, probablemente implique una apertura asimétrica de la boca, como es descrita por Gibb (2003) en *Pleuronichthys verticalis* (Pleuronectidae). Van Dobben (1935) describe en los Pleuronectiformes la orientación asimétrica de la boca durante la captura de la presa, siendo más notable en los Soleidae y Cynoglossidae, en los cuales indica que el lado oculado de la boca permite la circulación del agua para el intercambio gaseoso, mientras que el lado ciego se utiliza para la captura de la presa.

La reducción del tamaño de la cavidad visceral es debida al aplanamiento lateral del cuerpo y al adelantamiento de la aleta anal. Probablemente dicha reducción ha sido un proceso gradual, que ya se percibía en el lenguado primitivo *Heteronectes chaneti* del Eoceno (Friedman 2012). El adelantamiento de la aleta anal de *S. papillosum* y *S. gunteri*, así como también de los restantes Pleuronectiformes implica el crecimiento extravisceral de los ovarios y la ubicación del ano y las aberturas urogenitales en una posición notablemente adelantada, como lo describen Kobelkowsky (2000a) en *Achirus lineatus* (Achiridae), Kobelkowsky (2000b) en *Symphurus civitatum* (Cynoglossidae), Kobelkowsky (2004) en *Bothus robinsi* (Bothidae) y Kobelkowsky (2007) en *C. chittendeni* (Paralichthyidae), y como se aprecia en el presente estudio en *Paralichthys lethostigma* (Paralichthyidae). El aspecto más notable de la organografía de la cavidad visceral de los lenguados es la ubicación extravisceral de 2 asas intestinales en los Achiridae; en segundo término, la suspensión del esófago desde algunas vértebras en los Cynoglossidae.

La organización del tubo digestivo de ambas especies de *Syacium* corresponde en términos generales a la de la mayoría de los teleósteos, reconociéndose las regiones del esófago, estómago, ciegos pilóricos, intestino anterior e intestino posterior. Sin embargo, el hábito carnívoro de alimentación se correlaciona con el mayor tamaño del estómago, como en la mayoría de los Pleuronectiformes, con excepción de los Rhombosoleidae *Ammotretis rostrata* y *Rhombosolea tapirina* descritas por Grove & Campbell (1979) como especies sin estómago ni ciegos pilóricos.

Mientras que en varios teleósteos carnívoros de tipo depredador el estómago forma un largo ciego estomacal, que alberga la presa mientras se realiza la digestión, en *S. papillosum* resalta la formación de un pequeño ciego estomacal cerca de la región pilórica, mientras que en *S. gunteri* no se desarrolla esta estructura.

Así como en otros teleósteos, las especies en estudio muestran la formación de la válvula intestinal que divide al intestino en anterior y posterior. De acuerdo con Mok (1980)

los Pleuronectiformes tienen un tipo de enrollamiento intestinal consistente en un asa intestinal dirigida hacia delante y otra hacia atrás, sin embargo, en *S. papillosum* y *S. gunteri* así como también en *C. spilopterus* (Castillo-Rivera *et al.* 2000), *C. chittendeni* (Kobelkowsky 2007), *B. robinsi* y *P. lethostigma*, el último tramo intestinal se orienta hacia delante y se dobla formando el intestino posterior.

La organización anatómica del sistema digestivo de *S. papillosum* y *S. gunteri* corresponde a especies de teleósteos carnívoros de tipo bentófago, lo cual coincide con lo señalado para todos los Pleuronectiformes por autores como Norman (1934) y Podoskina (1993).

La organización anatómica del esqueleto visceral, la musculatura visceral y la dentición de *S. papillosum* y *S. gunteri* se encuentra dentro de la principal estrategia trófica de los acantopterigios o teleósteos superiores, que de acuerdo con Vanderwalle *et al.* (2000) y Wainright & Bellwood (2002) consiste en la captura de la presa, que generalmente es por succión y su procesamiento en la cavidad faríngea.

Aunque no existen registros de la dieta de *S. papillosum*, probablemente su alimentación sea similar a la de *S. gunteri* (García-Abad *et al.* 1992), consistente en crustáceos peneidos y pequeños peces y en menor grado de poliquetos.

Las largas mandíbulas y la forma aguda de sus dientes permiten la ingestión de presas relativamente grandes. La dentición de las branquiespinas, probablemente produzca una descamación de las presas ícticas en teleósteos depredadores (Moyle & Cech Jr. 2000). De Groot (1971) indica que los lenguados ingieren completa su presa y la digieren casi totalmente en el estómago, el cual es grande. La presencia de los ciegos pilóricos probablemente contribuya a la absorción del alimento (Buddington & Diamond 1987). Los escasos estudios del sistema digestivo de lenguados, registran una cierta diversidad del número de ciegos pilóricos; así en su estudio filogenético de los Scopthalmidae, Chanet (2003) señala su ausencia en *Phrynorhombus regius* y *Zeugopterus punctatus*, mientras que en *Psetta maxima* registra el desarrollo de 2 ciegos pilóricos; Castillo-Rivera *et al.* (2000) registran 4 ciegos pilóricos en *C. spilopterus*, y Kobelkowsky (2007) cuenta 3 ciegos en *C. chittendeni*.

El análisis anatómico comparativo del sistema digestivo de las especies de *Syacium*, *C. spilopterus*, *C. chittendeni* y *P. lethostigma* contribuye a la definición de un patrón morfológico del sistema digestivo de la familia Paralichthyidae. Asimismo, el análisis comparativo de los Paralichthyidae con especies representativas de las familias Bothidae, Achiridae y Cynoglossidae permite reconocer preliminarmente una mayor afinidad morfológica del sistema digestivo con los Bothidae, que con los Achiridae y los Cynoglossidae.

LITERATURA CITADA

- Buddington RK & JM Diamond. 1987.** Pyloric ceca of fish: a 'new' absorptive organ. *American Journal of Physiology* 252: 65-76.
- Castillo-Rivera M, A Kobelkowsky & AM Chávez. 2000.** Feeding biology of the flatfish *Citharichthys spilopterus* (Bothidae) in a tropical estuary of Mexico. *Journal of Applied Ichthyology* 16: 73-78.
- Chanet B. 2003.** Interrelationships of Scophthalmid fishes (Pleuronectiformes: Scophthalmidae). *Cybiurn* 27(4): 275-286.
- Chittenden ME & JD McEachran. 1976.** Composition, ecology and dynamics of demersal fish communities in the north-western Gulf of Mexico continental shelf, with a similar synopsis for the entire Gulf. Sea Grant Publications TAMU-SG-76-208: 1-104.
- De Groot SJ. 1971.** On the interrelationships between morphology of the alimentary tract, food and feeding behaviour in flatfishes (Pisces: Pleuronectiformes). *Netherlands Journal of Sea Research* 5: 121-196.
- Díaz de Astarloa JM. 2005.** Osteología craneal comparada de tres especies de lenguado del género *Paralichthys* (Pleuronectiformes, Paralichthyidae) del Atlántico suroccidental. *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 343-391.
- Figueiredo JL & NA Menezes. 2000.** Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei 5, 116 pp. Museu de Zoologia. Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo.
- Flores H & E De la Hoz. 2010.** Osteología de *Hippoglossina macrops* (Pleuronectiformes, Paralichthyidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(1): 547-563.
- Friedman M. 2012.** Osteology of *Heteronectes chaneti* (Acanthomorpha, Pleuronectiformes), an Eocene stem flatfish, with a discussion of flatfish sister-group relationships. *Journal of Vertebrate Paleontology* 32: 735-756.
- García-Abad MC, A Yáñez-Arancibia, P Sánchez-Gil & M Tapia García. 1992.** Distribución, reproducción y alimentación de *Syacium gunteri* Ginsburg (Pisces: Bothidae), en el Golfo de México. *Revista de Biología Tropical* 39(1): 27-34.
- Gibb AC. 2003.** Modeling the jaw mechanism of *Pleuronichthys verticalis*: the morphological basis asymmetrical jaws movement in a flatfish. *Journal of Morphology* 256: 1-12.
- Grove DJ & G Campbell. 1979.** The role of extrinsic nerves in the coordination of gut motility in the stomachless flatfish *Rhombosolea tapirina* and *Ammotretis rostrata* Guenther. *Comparative Biochemistry & Physiology* 63C: 143-159.
- Hoshino K & K Amaoka. 1998.** Osteology of the flounder, *Tephrinectes sinensis* (Lacépède) (Teleostei: Pleuronectiformes), with comments on its relationships. *Ichthyological Research* 45: 69-77.
- Kobelkowsky A. 2000a.** Sistema urogenital de los lenguados de la familia Achiridae (Pisces: Pleuronectiformes) del Golfo de México. *Hidrobiológica* 10: 51-60.
- Kobelkowsky A. 2000b.** Sistema digestivo del lenguado *Symphurus* (Pisces: Cynoglossidae). *Zoología Informa ENCB-IPN* 43: 17-26.
- Kobelkowsky A. 2002.** Osteología del lenguado *Citharichthys spilopterus* (Pisces: Pleuronectiformes). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 73: 53-65.
- Kobelkowsky A. 2004.** Sexual dimorphism of the flounder *Bothus robinsi* (Pisces: Bothidae). *Journal of Morphology* 260: 165-171.
- Kobelkowsky A. 2007.** Morphology of the digestive system of the Mexican flounder, *Cyclopsetta chittendeni* (Teleostei, Paralichthyidae). *Bulletin of Fish Biology* 9: 39-49.
- Mok H-K. 1980.** Notes on the classification of actinoptergian intestinal patterns. *Japanese Journal of Ichthyology* 27(1): 29-40.
- Moyle PB & JJ Cech Jr. 2000.** *Fishes: An introduction to ichthyology*, 590 pp. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Murakami T & K Amaoka. 1992.** Review of the genus *Syacium* (Paralichthyidae) with the description of a new species from Ecuador and Colombia. *Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University* 43(2): 61-95.
- Nelson JS. 2006.** *Fishes of the world*, 601 pp. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Nikolsky GV. 1963.** *The ecology of fishes*, 352 pp. Academic Press, London & New York.
- Norman JR. 1934.** A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata). Vol. 1, Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae, 480 pp. British Museum of Natural History, London.
- Podoskina TA. 1993.** Morphology of some pleuronectiform fishes in relation to feeding specializations. *Journal of Ichthyology* 246: 116-122.
- Policansky D. 1982.** The asymmetry of flounders. *Scientific American* 246: 116-122.
- Prasada Rao PD & TE Finger. 1984.** Asymmetry of the olfactory system in the brain of the winter flounder, *Pseupleuronectes americanus*. *The Journal of Comparative Neurology* 225: 492-510.
- Topp RW & FH Hoff Jr. 1972.** Flatfishes (Pleuronectiformes). *Memoirs of the Hourglass Cruises, Florida Marine Research Institute Department of Natural Resources* 4(1): 1-135.
- Van Dobben WH. 1935.** Über den Kiefermechanismus der Knochenfische. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 2: 1-72.
- Wilson JM & LFC Castro. 2011.** Morphological diversity of the gastrointestinal tract in fishes. In: Grosell M, AP Farrell & CJ Brauer (eds). *The multifunctional gut of fish*, pp. 2-55. Academic Press, London.
- Winterbottom R. 1974.** A descriptive synonymy of striated muscles of the Teleostei. *Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 125: 225-317.

Recibido el 2 de abril de 2016 y aceptado el 4 de abril de 2017

Editor: Claudia Bustos D.