



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

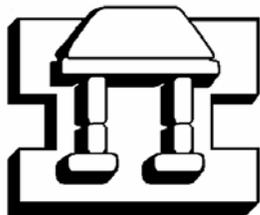
IZTACALA

**Análisis de Semejanzas del Esqueleto de los Miembros Pares
y Aleta Caudal entre Peces Óseos**

**T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIÓLOGO
PRESENTA
ALFREDO ÁVILA GARCÍA**

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. JORGE R. GERSENOWIES RODRÍGUEZ



IZTACALA

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2003



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES Iztacala

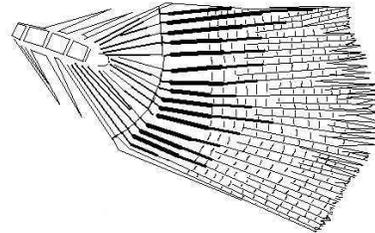
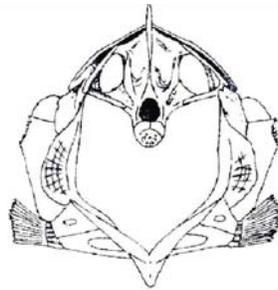


CARRERA BIOLOGÍA

Laboratorio de Anatomía Animal Comparada

TESIS

"ANÁLISIS DE SEMEJANZAS DEL ESQUELETO DE LOS MIEMBROS
PARES Y ALETA CAUDAL ENTRE PECES ÓSEOS"



POR: ALFREDO AVILA GARCÍA

ASESOR: BIOL. JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRÍGUEZ

Agradecimientos

Quiero agradecer a todos los que hicieron posible la realización de esta tesis:

En primer lugar a mi asesor el biól. Jorge R. Gersenowies Rodríguez por toda la ayuda teórica, práctica y técnica. También a la M. en C. Alba Márquez E. por ayudarme en la determinación de los organismos.

A mis padres y hermanos que siempre estuvieron conmigo.

A mis amigos de la carrera Jenny G. por soportarme, Alma Z. A. por demostrar lo que puede hacer una mujer, Tomas E. S. por sus locuras, Héctor H. R. por su ayuda para mejorar los esquemas de esta tesis, Roberto L. B. por enseñarme otra visión de la biología, a Goku por su apoyo, y a S.S. quien llegó en la parte final cuando necesitaba más apoyo (ahora se que es mejor tener un día malo pero muchos buenos), y a todos aquellos que alguna vez estuvieron conmigo.

También a todos mis compañeros del laboratorio de Anatomía Animal Comparada sin excepción alguna, disculpen no los nombre pero es para que no excluya a nadie ya que temo que mi memoria ahora no me sea fiel.

Finalmente a mis amigos Victor y Cesar por su apoyo y ayuda durante toda mi carrera.

Gracias por todo.

Dedico este trabajo a:

Mis padres

Elvira García Luna
Ignacio Ávila Camacho

y a todos mis hermanos aún a quien no está con nosotros

Porque todos ellos siempre me alentaron en todas las formas posibles.

**“Todos somos muy ignorantes.
Lo que ocurre es que no todos
ignoramos las mismas cosas”**

Einstein

**“Si no hablo no es por ignorancia
sino porque escuchando y
observando es como de todos
aprendo. Si solo pudiera
comunicarme con un sí y un no, sí
estoy seguro que no respondería
no”**

A. Ávila

**“Cuanto más comprendo más amo;
porque todo lo comprendido es
bueno”**

Pauwels y Bergier

**“Moviendo el dedo se escribe;
y habiendo escrito, si se pasa
por encima; ni toda nuestra
devoción, ni todo nuestro ingenio
serán capaces de borrar media línea,
así como tampoco todas vuestras
lágrimas podrán lavar una palabra
de lo escrito”**

O Khayyam

INDICE

0.-Resumen.....	1
1.-Introducción.....	2
2.-Antecedentes.....	16
3.-Objetivos.....	22
4.-Método.....	23
5.-Resultados.....	24
5.1.- <i>Oncorhyncus mykiss</i>	24
5.2.- <i>Mugil curema</i>	29
5.3.- <i>Strongilura notata</i>	34
5.4.- <i>Centropomus undecimalis</i>	38
5.5.- <i>Oligoplites altus</i>	43
5.6.- <i>Lutjanus cyanopterus</i>	47
5.7.- <i>Rhomboplites aureobens</i>	51
5.8.- <i>Archosargus probatocephalus</i>	55
5.9.- <i>Polydactylus octonemus</i>	60
5.10.- <i>Menticirrhus littoralis</i>	64
5.11.- <i>Ophioscion imiceps</i>	69
5.12.- <i>Scomberomorus maculatus</i>	74
5.13.- <i>Paralichthys aestivalis</i>	78
6.-Análisis de conglomerados.....	81
6.1.-Apéndices pectorales	81
6.2.-Apéndices pélvicos.....	84
6.3.-Aleta caudal.....	86
6.4.-Completo.....	88
6.5.-Apéndices pectorales y aleta caudal.....	91

7.-Conclusiones.....	94
8.-Apéndices.....	95
8.1.-Apéndice 1.....	95
8.2.-Apéndice 2.....	97
8.3.-Apéndice 3.....	98
8.4.-Apéndice 4.....	101
9.-Bibliografía citada.....	104

0.-RESUMEN

El esqueleto de un pez es indispensable en cuanto a su composición y estructura para los estudios de tipo taxonómico, ya que nos ayudan a determinar organismos desde género hasta subespecie. Además la forma corporal en los peces es el resultado de la interacción entre el esqueleto, la masa muscular y la adaptación evolutiva de los dos sistemas a modos de vida específicos de estos animales. El presente trabajo tuvo como objetivo principal realizar un análisis de semejanzas del esqueleto de los apéndices pares y aleta caudal entre *Ophiosción imiceps*, *Menticirrhus littoralis*, *Mugil curema*, *Oligoplites altus*, *Scomberomorus maculatus*, *Rhomboplites aureobens*, *Archosargus probatocephalus*, *Centropomus undecimalis*, *Lutjanus cyanopterus*, *Paralichthys aestivalis*, *Polydactylus octonemus*, *Oncorhynchus mykiss* y *Strongilura notata notata*. Se obtuvieron preparaciones, se describieron y se determinó el grado de semejanzas utilizando el análisis de conglomerados (cluster). Se elaboró un atlas de las características anatómicas y se estableció de acuerdo al análisis de conglomerados el modo de nado de cada una de las 13 especies. Los resultados en el análisis de conglomerados de los apéndices pectorales sobre las características aquí estudiadas, dan evidencias suficientes para afirmar que existen semejanzas entre el modo de nado con el medio en el que viven los organismos. Al igual que el análisis de la aleta caudal, pero sobre todo el análisis completo (apéndices pectorales, pélvicos y aleta caudal) y el análisis en conjunto de los apéndices pectorales y aleta caudal presentaron mayores semejanzas con el modo de nado, lo que refleja que la estructura de los apéndices pectorales y la aleta caudal tienen una clara relación con la función en el modo de nado. De esta manera los apéndices pectorales y aleta caudal presentan una relación estrecha entre la forma y la función. En tanto que la escasa variación de los elementos de los apéndices pélvicos no mostró las mismas semejanzas, además esto parece corroborar su nula función en la natación de los peces. Los modos de nado que se encontraron en los organismos estudiados fueron anguilliforme, carangiforme, balistiforme, labriforme, subcarangiforme y thunniforme, con predominio del modo labriforme para los organismos pertenecientes al orden Perciformes.

1.-INTRODUCCIÓN

Los peces son el grupo de vertebrados más abundantes sobre la tierra, además de ser muy diversos en cuanto a formas, hábitat y número de especies con cerca de 26,959 en todo el mundo (Gibbs, 2002). En forma amplia se define a un pez como un vertebrado acuático, ectotermo, que respira por medio de branquias y con extremidades pares en forma de aletas (Nelson, 1984). Esta definición enunciada, más operativa que biológico-evolutiva, se acepta entre los estudiosos de los peces e incluye, desde las lampreas, rayas y tiburones hasta los peces óseos; todos ellos, en la actualidad, son objeto de estudio de la ictiología y de disciplinas afines (Espinosa, 1993).

Los peces se pueden encontrar en casi todos los cuerpos de agua del mundo, sin importar si el clima es adverso o si la región es remota. Son tolerantes a las temperaturas altas así como a bajas y pueden resistir cambios de salinidad y oxígeno; esta gran resistencia tiene mucho que ver con su diversidad de forma y comportamiento. En el caso de la ictiofauna mexicana se han elaborado estudios desde tres puntos de vista: uno dirigido al conocimiento de las nuevas especies, el segundo enfocado a conocer la distribución, lo cual no ha sido una tarea fácil debido a la diversidad de la fisiografía del país y, por último, el concerniente a la explotación pesquera (Espinosa, op. cit.).

El esqueleto de un pez es indispensable en cuanto a su composición y estructura para los estudios de tipo taxonómico, ya que son sistemas cuyo patrón básico difícilmente cambian drásticamente con el tiempo, siendo muy constantes dentro de una población, por lo que son tomados como caracteres que nos ayudan a determinar organismos desde género hasta subespecie. Además, las estructuras osteológicas usadas para este fin van desde un solo hueso, el conteo de las vértebras, costillas, radios y espinas del esqueleto apendicular, etc., hasta la observación del esqueleto completo (Márquez, 1997), sin embargo es imprescindible detectar aquellas estructuras que puedan tener un valor diacrítico.

Hasta el momento pocos son los estudios realizados sobre la morfología del esqueleto apendicular de los peces mexicanos. El esqueleto apendicular, incluye los soportes de

todas las proyecciones procedentes del cuerpo que estén relacionadas con la locomoción y el control de la dirección. Por tanto, abarca las aletas impares y los apéndices pares. Las primeras incluyen la aleta caudal (en la zona terminal posterior del cuerpo, o cola), una o dos aletas dorsales a lo largo de la línea media dorsal y una aleta anal, en posición ventral y caudal al ano. Los pares de apéndices incluyen los apéndices pectorales colocados en posición inmediata caudal al cráneo y los apéndices pélvicos caudales a los primeros. En cualquiera de ellas aparece una cintura asociada. Esta última se encuentra en el interior del tronco y sirve como soporte al apéndice libre. Además proporciona un área para la inserción de los músculos. De esta manera, al hablar de los apéndices pectorales se debe de tomar en cuenta tanto a los miembros o aletas pectorales como a las cinturas a las que éstos se unen. En la misma forma, los apéndices pélvicos se refieren a las aletas o miembros pélvicos y sus cinturas (Torrey, 1983).

No es clara la evidencia sobre cuando y como las aletas pares se originaron (pectoral y pélvica) y aparecieron en el curso de la evolución temprana en un pez ancestral y precedieron a los primeros vertebrados equipados con miembros (los anfibios). Una primera idea es la propuesta por Gegenbaur en 1876 (Tamura, 2001), en su teoría de los arcos branquiales, que sugería que el origen del esqueleto apendicular se derivaba de los arcos branquiales colocados en porción más caudal. Se suponía que las propias barras branquiales daban lugar a la cintura, mientras que las aletas provenían de los vacíos dentro de la piel de los bordes de las branquias. Las partes duras e internas de estas últimas se transformaron en los soportes de las aletas (Torrey, 1983). Esta hipótesis, está basada en similitudes esqueléticas entre los arcos branquiales y las aletas en dipnoos, pero no es apoyada por otras consideraciones embriológicas y morfológicas, además, no toma en consideración los elementos dérmicos de la cintura pectoral y dejaba sin respuesta el origen de los apéndices pélvicos. Excepto por algunas especies, cuyas aletas son degeneradas secundariamente, todos los peces modernos tienen dos conjuntos de aletas pectoral y pélvicas (Tamura, op. cit.).

Una segunda explicación, la teoría de espina de aleta propuesta por Romer en 1966 (Torrey, op. cit.), la cual se basa en el hecho de que ciertos ostracodermos se caracterizan por poseer una serie de proyecciones espinosas pares, las cuales se unen ostensiblemente

a los músculos de los flancos. Sugirió que dichas espinas se agregaron en los niveles pectoral y pélvico para constituir un esqueleto que se recubrió con piel. Posteriormente especuló que algunos de los elementos basales espinosos podían haber migrado hacia zonas más profundas, dando lugar a los componentes endoesqueléticos de la cintura. Los acantodios del devónico proporcionaban apoyo a esta teoría. En ellos se podían observar numerosas aletas accesorias colocadas entre las pares pectoral y pélvica, las cuales constituían algo más que baterías de espinas fuertemente unidas por la piel (Torrey, op. cit).

Una tercera hipótesis es la denominada pliegue de aleta propuesta por Balfour y Thacher en 1876 (Tamura, op. cit.) en la cual proponen que dos conjuntos de aletas pares fueron originados a partir de pliegues laterales extendidas a lo largo del cuerpo de un pez ancestral hipotético. Dichos pliegues se interrumpieron a intervalos, dando lugar primero a una serie de apéndices, las cuales fungían como aletas intermedias. Posteriormente, al eliminarse éstas, quedaron exclusivamente las aletas pares pectoral y pélvicas. Simultáneamente se proyectaban unas piezas esqueléticas radiales, paralelas entre sí, y perpendicularmente en relación con el cuerpo. Se suponía que se concentraban en los apéndices persistentes, desarrollándose hacia el interior de la aleta y del esqueleto de la cintura. Esta teoría es aceptada y soportada por evidencia reciente del registro fósil, la existencia de estructuras semejantes a pliegues en amphioxus, y descripciones del desarrollo de aletas pares en peces cartilagosos. Además la evidencia obtenida de algunos estudios embriológicos experimentales también apoya esta teoría (Tamura, op. cit.). Aun cuando éstas ideas, especialmente las últimas dos, son muy ingeniosas, se debe de tomar en cuenta que tienen carácter notoriamente especulativo (Torrey, op. cit).

Recientemente, dos modelos han sido presentados para explicar la evolución de las extremidades de los vertebrados a nivel molecular. Tabin y Laufer (1993) han sugerido que las aletas pectorales evolucionaron como consecuencia de la transposición homeótica rostral de un conjunto preexistente de aletas pélvicas que resultan de la remodelación novedosa de los genes Hox. Coates y Cohn (1998, 1999) propusieron un modeb para explicar la evolución de la posición de las extremidades como resultado de la co-elección de un "código Hox" que habría evolucionado originalmente en el mesodermo esplácnico

para regular el patrón rostro-caudal de la vía digestiva. A partir de los recientes descubrimientos se ha podido tener una comprensión de las bases moleculares de la especificación y desarrollo de la extremidad de los vertebrados.

La variación de la posición de las aletas pectorales y la cintura pectoral a lo largo del eje durante la evolución de los vertebrados ha tenido grandes cambios en los elementos esqueléticos individuales que componen la cintura pectoral. Hay abundantes teorías sobre la presión evolutiva de esos cambios, pero hay poca información que indique cómo ocurrieron. Las aletas pares aparecieron en peces agnatos y serían para conferir estabilidad antes que propulsión. Los fósiles muestran un elemento esquelético, que es una expansión de los elementos basales endocondrales de las aletas articuladas a los escudos dérmicos cefálicos. Así mismo, la homología de las placas dérmicas y los elementos individuales de la cintura pectoral en vertebrados no es clara. Los osteicties consisten de dos grupos, los actinopterigios y los sarcopterigios. La cintura pectoral en este grupo está bien descrita, además del borde posterior de la cámara branquial. Generalmente consiste de un pequeño hueso endocondral llamado escapulocoracoides con una zona articular de la aleta, llamado fosa glenoidea. Esta está embebida en un grupo de huesos dérmicos largos. Consiste del posttemporal y postcleitrum, que articulan la cintura al cráneo. Ventralmente los elementos más largos, cleitrum (dentro del cual el escapulocoracoides está embebido) se articula a la clavícula, el elemento más ventral. Hay una variación entre el modelo de los osteicties extintos y actuales, adicionalmente, los huesos dérmicos pueden ser encontrados en algunos grupos, mientras que en otros grupos dichos elementos se han perdido. En los crossopterigios hay varios elementos pares en la porción ventral de la cintura pectoral, la interclavícula, la cual, al parecer, es formada a partir de una escama dérmica alargada. Esta transición, está bien definida, la robusta cintura dérmica es un reflejo de la existencia predadora más activa de los peces mandibulados, requiriendo un incremento de la estabilidad y control proporcionado por los músculos de las aletas. Así mismo, los cambios en el desarrollo involucrados en esta transición son desconocidos, debido a que en los agnatos vivientes no poseen aletas pares. Los condroichties como su nombre lo indica, poseen solo elementos esqueléticos cartilagosos, y como consecuencia la cintura pectoral está reducida. En otros peces primitivos, consiste de un elemento cartilaginoso par. Además en otros grupos, está

fusionado en su porción dorsal a donde inicia la barra escapulocoracoides (McGonnell, 2001).

En lo que se refiere a la aleta caudal en peces debido a su diversidad estructural que presenta, ha sido agrupada dentro de grandes categorías, basado primero en la forma y tamaño relativo de los lóbulos de la cola y la posición de la columna vertebral en la cola. La clasificación básica de la forma de la aleta data de Louis Agassiz en 1833 (Lauder, 2000), quien propuso los términos "heterocerca" (para colas extensivamente asimétricas con lóbulos dorsales largos conteniendo la extensión terminal de la columna vertebral o notocorda) y "homocerca" (para colas que son externamente simétricas y que tienen los lóbulos superior e inferior de talla igual). La cola heterocerca se encuentra en una diversidad de peces y se cree la poseían tiburones y rayas primitivos, además presenta considerable diversidad de formas en peces fósiles. La cola homocerca representa un derivado morfológico que se encuentra en todas las clases de rayas. En colas homocerca, la columna vertebral típicamente termina cerca de la base de los elementos esqueléticos que soportan la aleta (en teleosteos el hueso hipural), y aunque el esqueleto caudal interno no es completamente dorsoventralmente simétrico, los lóbulos ventral y dorsal de la cola son aproximadamente equivalentes en área y composición (Figura 1). Aunque adicionalmente son usados términos para describir variantes de esas dos formas de cola caudal, la terminología de Agassiz se usa en todos los textos modernos. La evolución de los modelos de la estructura de la aleta caudal ha sido relativamente bien documentada en peces, y su anatomía interna es un conjunto de caracteres ideal para el análisis filogenético (Lauder, op. cit.).

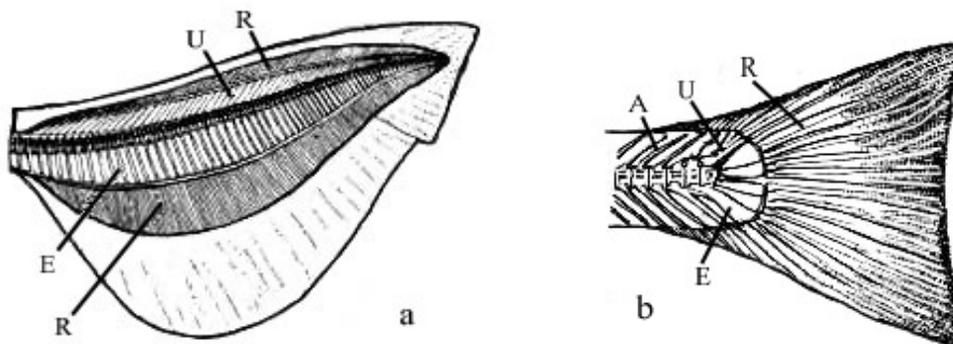


Figura 1. Muestra las aletas caudales: a, heterocerca observada en tiburones; b, homocerca de teleosteos. Las letras significan: R, radios dérmicos; E, espinas hemales; A, arcos neurales; U, urostilo (Tomado de Romer y Parsons, 1981).

La aleta caudal de los peces con aletas radiadas, a diferencia de las demás aletas medias, está soportada en su base carnosa por diversos arcos neurales modificados y espinas llamadas epiurales (= sobre + cola), y por numerosos arcos hemales y espinas llamadas hipurales (= debajo + cola) (Hildebrand, 1991). En lo que se refiere a los radios de las aletas de acuerdo con Goodrich (1904), las aletas de los sarcopterigios y actinopterigios están sostenidas por diferentes elementos esqueléticos, los dermatricos, que según su estructura son denominados actinotricos, camptotricos, y lepidotricos. Además también existen los ceratotricos, muy extendidos en los elasmobranquios (Arratia et al., 2001).

Dermotricos: este término ha sido utilizado para los radios de las aletas de acantodios. Sin embargo también son llamados ceratotricos. La porción proximal de los dermatricos está osificada y su porción distal se desarticula, ocasionalmente se observan. Así mismo de acuerdo con Géraudie y Meunier (1980) la porción distal podría ser un actinotrico (Arratia op. Cit.).

Actinotrico: estos radios se conocen en algunos dipnoos recientes, actinistios como Latimeria, y en actinopterigios. Estos son el soporte basal de las aletas pectorales en estadios jóvenes y el soporte distal en adultos (Arratia op. Cit.).

Camptotricos: estos radios son conocidos solo en dipnoos. Estos radios están formados por dos diferentes regiones; una región superficial de hueso acelular fibroso y una región profunda continua. La región profunda no está constituida por tejido óseo típico porque carece de calcificación (Arratia op. Cit.).

Lepidotricos: estos radios son conocidos en dipnoos fósiles, en actinistios, y en actinopterigios fósiles y actuales. Los lepidotricos son radios dérmicos compuestos de dos hemisegmentos sobre los cuales los actinotricos están distal e internamente (Arratia op. Cit.).

Cerototricos: estos radios son conocidos en elasmobranquios fósiles y actuales, además en holocéfalos. Están formados por largas fibras de colágeno que se desarrollan en filas

bilaterales con la dermis. Rodeando cada ceratotrico está una capa de fibroblastos peritriquios conteniendo vesículas secretorias (Arratia op. Cit.).

La forma corporal en los peces es el resultado de la interacción entre el esqueleto, la masa muscular y la adaptación evolutiva de los dos sistemas a modos de vida específicos de estos animales. Las adaptaciones se han producido en varias tendencias desarrollando distintos tipos de nado, aunque algunos peces también se han adaptado a la locomoción limitada en la tierra (Lagler, 1984).

Un gran número de peces pueden desplazarse o realizar movimientos especiales solo con el empleo de sus aletas, aunque la mayoría tiene que usar los movimientos oscilatorios del cuerpo para poder nadar (Lagler op. cit.).

En la mayoría de los peces, la aleta que más contribuye en el nado es la caudal, tanto para velocidad baja, como para muy altas velocidades, ésta última es una actividad que podríamos llamar "explosiva", donde el empleo de esa aleta es imprescindible. De las variadas clases de aletas, todas, a excepción de las pélvicas, son empleadas por algunas especies como órganos primarios para la natación, aunque no necesariamente solo para obtener los impulsos más potentes de los que el pez es capaz. Las aletas pares y medias son de mucha utilidad en los peces, como órganos para la conservación de la estabilidad y para lograr la maniobrabilidad. Las aletas pélvicas y pectorales también pueden servir para retardar o frenar el movimiento giratorio, aunque parece ser que sus principales funciones son las de permitir maniobras tales como trepar y bucear, posarse en alguna roca dentro del agua, girar y permanecer inmóvil en el agua. Las aletas pectorales son las más importantes para estas acciones y las pélvicas desarrollan un papel secundario, según se ha aprendido por la remoción experimental de las aletas en peces. Las fuerzas de elevación de las aletas pectorales y caudales (heterocerca) se contraponen a la flotación negativa del cuerpo que carece de una vejiga gaseosa como en los escombridos. Hay una función adicional en las aletas pectorales porque sirven para frenar. En los peces teleósteos relativamente largos como los salmones, las aletas pectorales están situadas cercanas al centro de gravedad y las aletas pélvicas, evitan que el extremo caudal del cuerpo se levante cuando el pez detiene su marcha (Lagler op. cit.).

Generalmente, el pez que utiliza rutinariamente el mismo método de propulsión muestra morfología semejante. Sin embargo, las diferentes formas existentes están relacionados con el modo específico de vida de cada especie. Webb (1984) identificó tres diseños básicos óptimos para la morfología del pez, derivados de especializaciones en acelerar, navegar, y maniobrar (diagrama 1). En algunos peces el cuerpo está especializado en alguna de ellas aunque la mayoría no son especialistas (Sfakiotakis et al, 1999).

Es evidente la notable variedad de formas y tamaños de los peces, no sólo varía en el cuerpo, sino también en sus apéndices. Esta diversidad parecería ser algo inabordable pero resulta mucho más fácil, pues la locomoción se funda en dos tipos de movimientos principales, el ondulante y el oscilante (Webb, op. cit.).

En el movimiento ondulante, una onda recorre al propulsor, es decir, la estructura que proporciona la fuerza propulsora (diagrama 1). Dos son los tipos de estructuras que pueden ondular: 1) el cuerpo y la aleta caudal, que actúan como una sola unidad y 2) las aletas de base larga, que pueden insertarse sobre la línea media de los dos bordes, el dorsal y el ventral o bien, en pares, a los lados (Webb, op. cit.).

La natación basada en el movimiento acoplado al cuerpo y de la aleta caudal puede dividirse en dos categorías: propulsión transitoria y propulsión sostenida o periódica (diagrama 1). Por la primera entendemos el movimiento que se observa en arrancadas rápidas y en giros potentes; se efectúa mediante movimientos propulsores breves y de gran amplitud. Los hay que duran solo decenas de milisegundos; en ellos la cola puede atravesar una distancia igual a la mitad de la longitud del cuerpo (Webb, op. cit.).

Se llama propulsión sostenida a cualquier movimiento natatorio repetido cíclicamente; tales movimientos incluyen generalmente varios golpes de la cola. La propulsión sostenida puede dividirse, asimismo, en dos tipos, atendiendo a la duración de la propulsión. La navegación es un tipo de propulsión que puede mantenerse durante una hora o más. La carrera, otro tipo de propulsión sostenida, que puede durar sólo unos pocos segundos (Webb, op. cit.).

En el movimiento oscilante, la porción del cuerpo que proporciona la fuerza propulsora se mueve de adelante y hacia atrás, al tiempo que gira sobre su base, sin presentar el movimiento en ondas que muestran las estructuras ondulatorias. Las aletas que se fijan al cuerpo mediante una base corta suelen oscilar (diagrama 1). Dicha forma tiene considerables ventajas para el pez en hábitats complejos, como arrecifes de coral, donde viven muchos especialistas en maniobras a bajas velocidades (Webb, op. cit.).

En general las aletas oscilantes y ondulantes no apoyadas por movimientos corporales se utilizan cuando el pez se desplaza a poca velocidad en situaciones donde la maniobra de precisión contribuye de manera importante a su alimentación y/o su supervivencia (Webb, op. cit.).

La clasificación de los movimientos de natación propuesta por Webb en 1984 no exhibe un desempeño óptimo del pez en las tres funciones, además no todos los peces son especialistas en una sola actividad; son generalistas que combinan los elementos de diseño de los tres especialistas en un grado variado. Por ello la nomenclatura propuesta originalmente por Breder en 1926 es utilizada aplicando los nombres particulares de ordenes y familias al modo de nado. En general se reconocen 12 tipos o modos de nado: anguilliforme, subcarangiforme, carangiforme, thunniforme, ostraciiforme, rajiforme, diodontiforme, amiiforme, gymnotiforme, balistiforme, labriforme y tetraodontiforme (Helfman et. al., 1997).

La mayoría de los peces originan el empuje doblando sus cuerpos en una onda móvil atrasada de propulsión que se extiende hacia su aleta caudal, un tipo de natación clasificada como locomoción del cuerpo y/o aleta caudal denominada BCF (Body and/or Caudal Fin locomotion). En modos ondulatorios BCF, la onda de propulsión atraviesa el cuerpo del pez a una gran velocidad en dirección contraria al movimiento general y a la velocidad general de nado. Otros peces han desarrollado alternativas de mecanismos de natación que implican el uso de sus aletas medias y/o pares, llamada locomoción de las aletas medias y/o pares denominada MPF (Median and/or Paired Fin locomotion) (diagrama 1). Aunque el término pares se refiere a las aletas pectorales y pélvicas, las últimas raramente contribuyen a la propulsión y en ningún modo particular de locomoción

se asocia con ellas en las clasificaciones encontradas en la literatura (Sfakiotakis et. al., 1999).

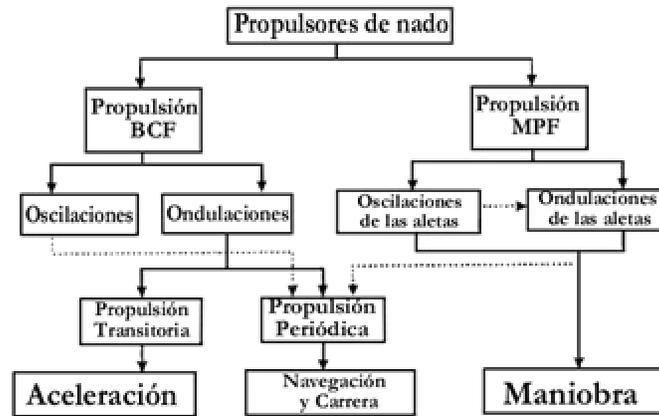


Diagrama 1. Muestra la relación entre los propulsores de nado y las funciones de nado. (Adaptado de Webb, 1984 por Sfakiotakis, 1999).

El primer modo de nado es el anguilliforme, donde el cuerpo entero toma parte con ondulaciones de amplitud grande. Por lo menos una longitud de onda completa de la onda propulsiva está presente a lo largo del cuerpo (fig. 2 y 3). Muchos nadadores de modo anguilliforme son capaces de nadar tanto hacia adelante como hacia atrás por alteración de la dirección de la propagación de la onda propulsora. El nado hacia atrás requiere de aumento de desplazamientos y flexibilidad del cuerpo. Los ejemplos típicos de este modo común de locomoción son los de la anguila y la lamprea (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

Los organismos que utilizan el modo carangiforme son generalistas más rápidos que los que utilizan el nado anguilliforme o subcarangiforme (figs. 2 y 3). Sin embargo, su vuelta y habilidades de aceleración ceden, debido a la rigidez relativa de sus cuerpos en ellos se encuentran por ejemplo los arenques (Sfakiotakis et al., op. cit.).

El modo subcarangiforme es muy similar al carangiforme, pero en este se utiliza un poco más allá de la mitad del cuerpo y los carangiformes utilizan menos de la mitad del cuerpo para la propulsión (fig. 2 y 3), por ejemplo truchas y bacalaos (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

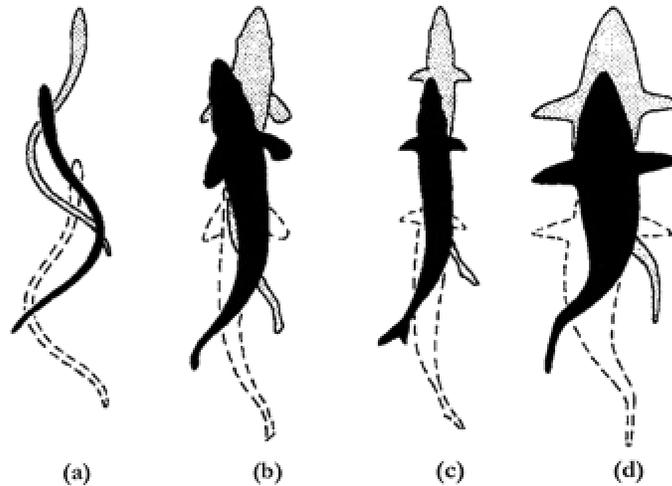


Figura 2. Muestra la clasificación de los movimientos de nado BCF de (a) anguiliforme, (b) subcarangiforme, (c) carangiforme, a (d) thunniforme (Tomado de Sfakiotakis et. al., 1999).

El modo Thunniforme es el más eficiente desarrollado en el ambiente acuático, donde el empuje es originado por el método de levantamiento, permitiendo las altas velocidades para que sean mantenidas por periodos largos. Se considera un punto culminante en la evolución de los diseños de nado, que se encuentra entre variados grupos de vertebrados (peces teleosteos, tiburones, y mamíferos marinos) que han evolucionado independientemente (fig. 2 y 3). En peces teleósteos, el modo thunniforme se encuentra en scombridos, tal como el atún y la caballa. Los movimientos laterales significativos ocurren sólo en la aleta caudal (que produce más del 90% del empuje) y en el área del estrecho pedúnculo. El diseño para el nado thunniforme se optimiza en el nado de alta velocidad (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

El modo Ostraciiforme es exclusivamente oscilarorio BCF. Es caracterizado por la oscilación del péndulo de la aleta caudal (bastante rígida, mientras el cuerpo permanece esencialmente rígido por ejemplo en torpedos (fig. 3). A pesar de algunas similitudes superficiales con nadadores thunniformes, las adaptaciones hidrodinámicas y refinamientos encontradas en el último se pierden en el modo ostraciiforme, que es caracterizado por una baja eficiencia hidrodinámica (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

Las aletas que ondulan son utilizadas rutinariamente por muchos peces con propulsores auxiliares, tanto como para maniobrar como para estabilizarse. Ellas pueden proporcionar

también el empuje adecuado para ser utilizado como los únicos medios de locomoción, en velocidades generalmente bajas (debajo de 3 BL/s (BL/s= Longitudes del cuerpo por segundo)) (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

El modo Rajiforme se encuentra en peces como rayas y mantarayas, cuya natación ha sido comparado con el vuelo de aves. La generación del empuje implica el pase de ondulaciones verticales por los músculos pectorales que están muy desarrollados, con forma triangular, y flexibles (fig. 3) (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

Similarmente, en el modo diodontiforme, la propulsión se logra por ondulaciones por debajo de las anchas aletas pectorales. Hasta dos longitudes de onda completas simultáneamente pueden ser visibles a través de las aletas, mientras las ondulaciones a menudo se combinan con movimientos oscilatorios de la aleta (fig. 3) (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

El modo de nado amiiforme, es por ondulaciones de una (generalmente con base larga) aleta dorsal, mientras el eje del cuerpo está en muchos casos recto cuando nada. Los mejores ejemplos de esta característica se encuentran entre las anguilas eléctricas, de agua dulce y africanas (fig. 3). Las aletas anal y caudal están ausentes, mientras la aleta dorsal se extiende por casi toda la longitud del cuerpo, estrechándose para señalar un extremo caudal, y exhibe una gran cantidad de radios en la aleta (hasta 200) (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

El modo Gymnotiforme se puede considerar como una forma invertida del modo amiiforme, la propulsión es obtenida por ondulaciones de una aleta anal de base larga (fig. 3). La aleta dorsal está generalmente ausente y el cuerpo está rígido durante la natación. La tendencia presentada en anguilas eléctricas de poseer un cuerpo rígido durante la natación, ha sido considerada una adaptación, debido al sistema electrosensorial que ellos poseen. Sin embargo, puede estar relacionado con la reducción de la fricción asociada al movimiento ondulatorio (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

Finalmente, en la locomoción balistiforme, tanto la aleta anal como la dorsal ondulan para originar las fuerzas de propulsión (fig. 3). Esto se observa principalmente en la familia Balistidae (por ejemplo, el pez disparador). Una característica típica es que sus aletas impares se inclinan relativamente cada una hacia la otra, mientras el cuerpo es generalmente comprimido lateralmente. Esas características de diseño han sido asociadas con la eficiencia aumentada de la propulsión (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

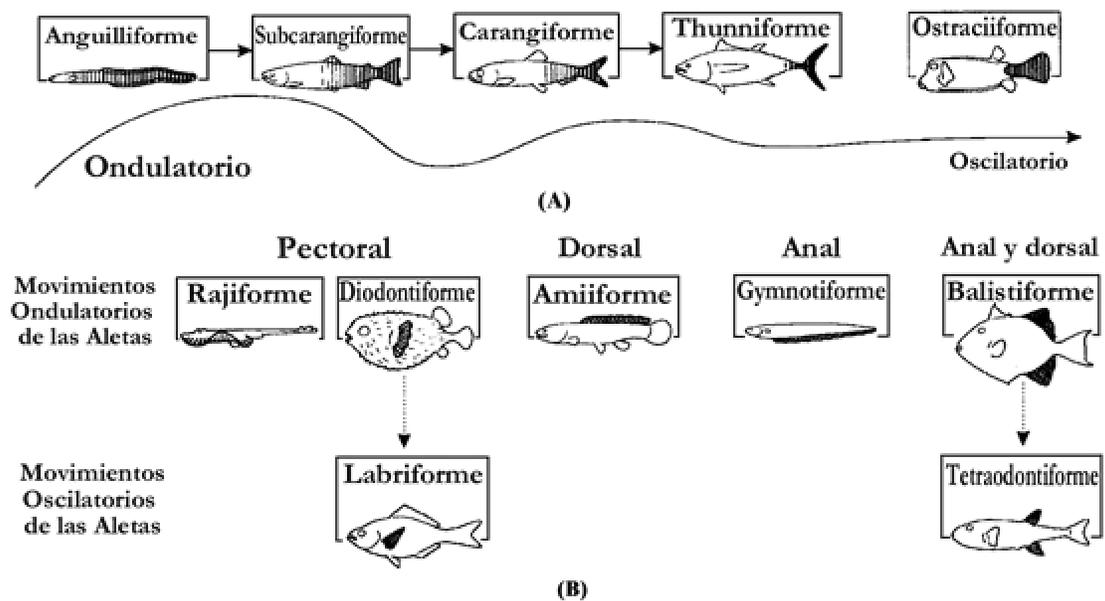


Figura 3. Muestra los modos asociados con (A) propulsión BCF y (B) propulsión MPF. Las áreas sombreadas contribuyen a la generación del empuje (Tomado de Sfakiotakis et. al., 1999).

Oscilaciones MPF, éstas usualmente involucran las aletas medias de base corta y/o aletas pares.

En el modo tetraodontiforme, las aletas dorsal y anal baten como una sola unidad, nunca en fase o alternándose para lograr la propulsión (fig. 3). El pez luna del océano es un ejemplo extremo de nado tetraodontiforme: no tiene virtualmente aleta caudal ni musculatura del cuerpo y se propulsa por oscilaciones sincronizadas de sus aletas dorsal y anal muy altas. El modo tetraodontiforme se puede ver como una modificación del modo balistiforme, donde la longitud de onda de la onda propulsora es muy grande, y, consecuentemente, los radios individuales de la aleta oscilan más o menos en fase (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

En el modo labriforme, la propulsión se logra por movimientos oscilatorios de las aletas pectorales por ejemplo en quimeras, peces cirujano y perca de rompiente (fig. 3). La dificultad en la observación y el análisis cinemático de las aletas pectorales debido a su velocidad, variabilidad y complejidad de movimientos (golpeo o batido, rotaciones y ondulaciones) así como la naturaleza transparente de su membrana ha llamado la atención recientemente a un número de técnicos para el desarrollo de sofisticadas técnicas de filmación para poder obtener una detallada información sobre la cinemática natatoria que pueda ayudarnos a comprender mejor las fuerzas hidrodinámicas desarrolladas por dichas aletas (Sfakiotakis et. al., op. cit.).

2 .-ANTECEDENTES

Entre los trabajos relacionados con los apéndices pares y aleta caudal se encuentran:

Drucker y Jensen (1996) se enfocaron sobre un modo singular de nado que utiliza propulsión ondulatoria, en la cual el empuje es generado por ondas producidas por el cuerpo y la cola. Aunque ha sido poco estudiado, un modo de nado denominado Labriforme por Breder (1996) el cual utiliza las aletas pectorales está presente entre muchos peces óseos y fue estudiado en *Embiotica lateralis*.

Gordon et al., (1996) describieron como dos especies representantes de peces globo del océano Pacífico, *Arothron meleagris* y *A. nigropunctatus*, con nado libre rectilíneo, sobre un rango de velocidad moderada, bajo condiciones de laboratorio en un túnel de flujo de agua. Los cambios en dirección y forma, el uso de las aletas pectorales, de la dorsal y anal, la fase de la coordinación de los movimientos de las aletas, y los cambios en las frecuencias y amplitudes de movimientos de las aletas fueron analizados.

Koumoundourous y Gagliardi (1997) describieron el desarrollo osteológico normal de la aleta caudal, la génesis y desarrollo de dos anomalías características, las cuales se presentan en esta aleta, en estadios larvales y juveniles de *Sparus aurata*. Las anomalías fueron elementos supernumerarios con fusiones, deformaciones y desplazamientos.

Faustino y Power (1998) estudiaron el desarrollo normal de estructuras cartilaginosas de la columna vertebral y aleta caudal en larvas de *Sparus aurata* en cultivo y el tiempo de su sustitución por hueso. Las estructuras óseas originadas de precursores cartilaginosos y de hueso dérmico fueron también identificados. El estudio es la base de trabajos experimentales sobre la regulación molecular del desarrollo osteológico, de acuerdo a la comprensión de cómo las alteraciones y sus procesos conducen a anomalías.

Faustino y Power (1999) caracterizaron el patrón de desarrollo normal de cartílago y hueso en las aletas pectoral, dorsal y anal en teleósteos marinos, en cultivo de *Sparus*

aurata y lo compararon con especies silvestres. Los elementos osificados en las aletas fueron también clasificadas de acuerdo a su origen como dérmicas o endocodrales. Finalmente compararon la cronología de aparición de las estructuras de las aletas y las compararon con Sparidae, Engraulidae, y Haemulidae.

Marí-Beffa et al., (1999) estudiaron la regeneración de radios individuales en la aleta caudal de teleosteos. Los resultados obtenidos usando variables morfométricas, permitieron describir los patrones de regeneración de los radios de la aleta, reportados para amputaciones de radios de la aleta individuales en *Carassius auratus* y *Brachydanio rerio*. Al parecer la diferenciación de células del blastema como células formadoras de lepidotriquias pueden también relacionarse con cambios morfológicos en el recubrimiento por la epidermis. Las interacciones de gran rango de los blastemas vecinos a los radios de la aleta o interacciones de corto rango dentro del blastema pueden ser postulados para el análisis de la segmentación.

Tabin et al., (1999) examinaron los nuevos métodos comparativos y del desarrollo así como los tradicionales para reconocer homologías en diferentes niveles de organización biológicas, las cuales son necesarias para asegurar las relaciones entre estructuras. Se describen una jerarquía establecida de criterios genéticos, anatómicos, embriológicos, y monofiléticos para asegurar las potenciales relaciones filogenéticas entre las estructuras. Aplicando éstos análisis en la evolución de apéndices, la genética proporciona datos de paralelismos en algunos niveles de homología del desarrollo de una estructura ancestral. Aplican estos criterios para explicar la evolución de apéndices de vertebrados (pollo) e invertebrados (*Drosophila*), concluyendo que no hay una continuidad de la estructura, lo cual implica que los apéndices de insectos e invertebrados son derivados.

Lauder (2000) realizó dos aproximaciones experimentales para dar una nueva visión sobre la función y evolución de la aleta caudal: el análisis cinemático tridimensional y la cuantificación de la medida del flujo en nado libre de peces, usando un velocímetro digital de partículas de imagen (DPIV). Estos métodos los aplican para analizar la función de la aleta caudal durante el nado sostenido en peces con aletas heterocerca y homocerca. Los resultados que obtuvieron muestran que la aplicación de nuevas técnicas demostraron que

las creencias previas sobre la función de la aleta caudal homocerca y heterocerca, y no reflejan con precisión la función en el organismo vivo.

Mabee (2000) usó las extremidades pélvicas de vertebrados como un ejemplo para mostrar que la ubicación de la información morfológica dentro de una filogenia, surge una interpretación alternativa de la expresión de genes Hox. Los peces teleósteos y tetrápodos pueden compartir elementos esqueléticos homólogos en sus extremidades posteriores, sus similitudes y sus diferencias en sus patrones Hox durante el desarrollo de las extremidades puede ser reinterpretada. Especialmente, la presencia de la fase III de patrones Hox en tetrápodos puede no estar correlacionada con los dedos pero, podría ser simplemente el patrón normal de la expresión de un metapterigio de pez. Este ejemplo ilustra la hipótesis rigurosa que puede ser desarrollada usando información morfológica y métodos filogenéticos.

Arratia et al., (2001) trabajaron con la columna vertebral y sus elementos asociados en dipnoos comparando los datos con los reportados para otros peces. En lo que respecta a las aletas los argumentos para considerar que una aleta caudal verdadera esta ausente en los dipnoos actuales. Los cartílagos postcaudales se extienden hasta el extremo caudal del cuerpo separando los radios dorsal y ventral (camptotricos). Los actinotricos están presentes en dipnoos juveniles. Estos son también conocidos en actinistios y actinopterigios. Esto probablemente representa el estado primitivo de los teleóstomos. En contraste, los camptotricos son exclusivos en dipnoos actuales (y probablemente en dipnoos juveniles del Carbonífero). Lepidotrico aparentemente se desarrolló también en osteictios.

Diogo et al., (2001) realizaron un estudio sobre la configuración de la cintura pectoral y sus elementos óseos y músculos de la perca, y lo compararon con otros siluriformes, así como algunos teleósteos, descritos en la literatura (*Amphilius brevis*, *Arius heudilotti*, *Bagrus docmak*, *Clarias gariepinus*, *Chriysichthys nigrodiitatus*, *Diplomystes chilensis*, *Phractura brevicaudata*, y *Plotosus lineatus*). La cintura pectoral de la perca esta compuesta de solo tres huesos, los cuales probablemente corresponden al posttemporal-supracleitrum (posttemporal + supracleitrum), escapulacoracoides (escapula + coracoides)

y cleitrum de otros teleósteos. Los dos últimos huesos constituyen los puntos de origen de los músculos pectorales. Dos de esos músculos están relacionados al movimiento de las aletas pectorales. Estos músculos corresponden, probablemente, al abductor superficialis y al adductor superficialis de otros teleósteos. Con relación a la espina pectoral (primer radio de la aleta pectoral) es movido usualmente por tres músculos bien desarrollados, los cuales son probablemente homólogos al arrector ventralis, arrector dorsalis, y abductor profundus de teleósteos no siluriformes.

Jeffery (2001) trabajó con el orden Rhizodontida encontrados en los depósitos de agua dulce del Devónico y Carbonífero. Se piensa que ellos son los miembros basales de tetrápodos. En este artículo el esqueleto de la aleta pectoral de *Rhizodus hibberti*, un miembro derivado del grupo, es descrito en detalle y se mostró que los procesos musculares del húmero (proceso supinador y el del deltoides) pudieron haber aparecido en la evolución de tetrápodos como se pensaba previamente.

Koumoundourous et al., (2001) examinaron la ontogenia del síndrome Saddleback y deformidades de la aleta caudal en *Dentex dentex* y el efecto de las condiciones ambientales sobre la apariencia diferencial de esta deformidad. El síndrome de Saddleback y las deformidades de la aleta caudal fueron automática y ontogenéticamente relacionadas, originadas en estadios larvales tempranos como resultado de anomalías del margen primordial y del extremo posterior de la notocorda.

McGonnell (2001) en su trabajo sobre la evolución de la cintura pectoral examinó su estructura y posición a lo largo del esqueleto axial, ya que ha cambiado a lo largo de la evolución de los vertebrados. Revisó los cambios en la cintura pectoral a través de los diferentes taxa de vertebrados, indicando y reconociendo los mecanismos de desarrollo. Sugiere como la relación entre el cráneo y la cintura pectoral se han mantenido una vez que los huesos que las asociaban desaparecieron, desplazándose durante la evolución de los vertebrados.

Murciano y Ruiz (2001) presentan evidencias a favor de la hipótesis de que el blastema de interrradio es específicamente necesario para una diferenciación apropiada de los

procesos de la bifurcación en cada radio durante su regeneración en *Danio rerio* (Hamilton Buchanan) (Cyprinidae, Teleostei).

Oliveira et al., (2001) estudiaron la anatomía ostomioarticular detalladamente de la región cefálica (excluyendo el aparato branquial) y la cintura pectoral de *Plotosus lineatus* y los compararon con las de otros siluriformes plotósidos y no plotósidos como la base para un análisis de las autopomorfias de Plotosidae.

Rosenberger (2001) realizó un estudio donde explora la dicotomía entre la locomoción ondulatoria y oscilatoria comparando la cinemática de la aleta pectoral en batoideos (*Dasyatis americana*, *D. sabina*, *D. Say*, *D. violacea*, *Gimnura micrura*, *Raja eylanteria*, *Rhinobatus lengitinosus*, y *Rhinoptera bonasus*) que difieren en su conducta de nado, posición filogenética y tipo de vida. En el estudio describe y compara la conducta de la locomoción de la aleta pectoral para clarificar cómo los movimientos de la aleta cambian con la velocidad de nado en cada especie.

Tamura (2001) realizó estudios sobre el desarrollo, los cuales contribuyen al conocimiento de la evolución de vertebrados, ya que los cambios en los procesos de desarrollo y los genes responsables proveen un único camino para evaluar la evolución de la morfología. Las extremidades endoesqueléticas, los órganos locomotores que son únicos en vertebrados, son un popular sistema en el campo de la paleontología y filogenia, porque su estructura es claramente reconocible y sus huesos son fácilmente preservados en el registro fósil. El desarrollo de extremidades ha servido como un excelente sistema para estudiar la formación de modelos corporales en vertebrados. En la revisión, la evolución del desarrollo de las extremidades se examina a la luz del último conocimiento, puntos de vista e hipótesis.

Haines y Currie (2001) usando el método de sus estudios previos con embriones de pollo y ratón lo aplican de forma similar en el pez cebra. Analizando el mesenquima de los mioblastos delimitado a nivel de los somitas de las aletas, no se diferencia claramente en el contexto del origen del quiridio. La migración de mioblastos de las aletas y quiridio

expresan genes idénticos lo que sugiere que poseen procesos moleculares y morfología parecidos.

Tolley y Torres (2002) evaluaron la actividad del metabolismo y función del nado en el róbalo juvenil *Centropomus undecimalis*, para determinar la cantidad de oxígeno consumido en un respirómetro. La relación crítica de la velocidad de nado se redujo isométricamente con respecto a la longitud, implicando que los róbalos juveniles son capaces de realizar un nado prolongado en regímenes de velocidad similar a los experimentados por individuos más grandes. El nado no fue eficiente en la transición entre la propulsión de la aleta pectoral (velocidad baja) y a la aleta caudal (velocidad alta). Los resultados de este estudio apoyan la creencia previa de que mantienen los costos que pueden ser reducidos en presencia de depredadores, cuando se comparan con otros peces.

3 .-OBJETIVOS

3.1 .-OBJETIVO GENERAL

Realizar un análisis de semejanzas del esqueleto de los apéndices pares y aleta caudal entre 13 especies de peces óseos (*Ophiosción imiceps*, *Menticirrhus littoralis*, *Mugil curema*, *Oligoplites altus*, *Scomberomorus maculatus*, *Rhomboplites aureobens*, *Archosargus probatocephalus*, *Centropomus undecimalis*, *Lutjanus cyanopterus*, *Paralichthys aestivalis*, *Polydactylus octonemus*, *Oncorhynchus mykiss* y *Strongilura notata notata*).

3.2 .- OBJETIVOS PARTICULARES

- A) Describir los apéndices pares y aleta caudal, de cada una de las 13 especies.
- B) Determinar el grado de semejanza de los apéndices pares y aleta caudal, en cada una de las 13 especies utilizando el análisis de conglomerados.
- C) Elaborar un atlas sobre las características anatómicas de los apéndices pares y aleta caudal de las 13 especies.
- D) Establecer de acuerdo al análisis de conglomerados el modo de nado de cada una de las 13 especies.

4 .- MÉTODO

Se obtuvieron al azar un par de organismos adultos de las siguientes especies *Ophiosción imiceps*, *Menticirrhus littoralis*, *Mugil curema*, *Oligoplites altus*, *Scomberomorus maculatus*, *Rhomboplites aurorebens*, *Archosargus probatocephalus*, *Centropomus undecimalis*, *Lutjanus cyanopterus*, *Paralichthys aestivalis*, *Polydactylus octonemus*, *Oncorhynchus mykiss* y *Strongilura notata notata* en los centros de distribución. A estos se les tomaron sus datos merísticos y morfométricos (ver apéndice 1). Para la determinación de los organismos se utilizaron las claves de Castro-Aguirre, (1978), Instituto Nacional de Pesca, (1976), Alvarez del Villar, (1970), Dickson y Moore, (1977). Todos los organismos se fotografiaron con una cámara digital Sony Handycam CCD-TRV76PK y se fijaron en formol al 4% neutralizado con borato de sodio. La obtención de los apéndices pares y aletas caudales se realizó por disección manual y, para apreciar mejor algunos elementos como los huesos hipurales, epurales, y radiales, los apéndices pares y aletas caudales fueron teñidas con rojo de alizarina "S" al 0.01% en KOH al 4% (Dingerkus, 1977 y Hollister, 1934) y observadas en la cámara clara. Se fotografiaron los apéndices y aletas, se elaboraron esquemas para describirlas con base a la nomenclatura de Chiasson (1980). Con los datos obtenidos a partir de la descripción (ver apéndice 3) se aplicó el análisis de conglomerados utilizando el programa Statistica para Windows versión 98 y se estableció el modo de nado de cada una de las 13 especies de peces.

5.-RESULTADOS

5.1 .-*Oncorhynchus mykiss*



5.1.1 .-Características Generales

Oncorhynchus mykiss (Walbaum, 1792)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, 2003).

Orden: Salmoniformes (Fishbase, op.cit.).

Familia: Salmonidae (Salmonidos), subfamilia: Salmoninae (Fishbase, op.cit.) (ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Rainbow trout (Fishbase, op.cit.).

Nombre común (español): Trucha arcoiris (Fishbase, op.cit.).

Tamaño máximo: 120.0 cm (Fishbase, op.cit.).

Peso máximo: 26 Kg (Fishbase, op.cit.).

Longevidad reportada: 11 años (Fishbase, op.cit.).

Ambiente: Bentopelágico; agua dulce; salobre; marina; rango de profundidad -10 m (Fishbase, op.cit.).

Clima: temperatura; 10 - 24°C; 63°N - 32°N (Fishbase, op.cit.).

Distribución: Este del Pacífico: Alaska a Baja California, México. Uno de los peces lo más extensamente introducidos, puede ser observado en su actual distribución. En las zonas tropicales restringidas a las áreas en altitudes sobre 1.200 m. de varios países (Fishbase, op.cit.).

Biología: El hábitat natural de la especie es agua dulce con alrededor 12°C en verano. Es confuso si su anadromía es una adaptación verdaderamente genética o simplemente un

comportamiento oportunístico. Parece que la trucha arcoiris es capaz de la migración hacia el mar, o por lo menos adaptándose al agua de mar, si se presenta la necesidad o la oportunidad. Requieren ayuno moderado para fluir en las aguas bien oxigenadas para criar, pero también viven en los lagos fríos. La trucha arcoiris sobrevive mejor en los lagos que en las corrientes (Fishbase, op.cit.).

Alimentación: Generalmente se alimentan cerca del fondo. Los adultos se alimentan de insectos acuáticos y terrestres, moluscos, crustáceos, huevos de peces, y otros peces pequeños (incluso otra trucha); los jóvenes se alimentan predominantemente del zooplancton. La trucha arcoiris se cultiva en muchos países y a menudo se almacena en los ríos y lagos especialmente para atraer a los pescadores recreacionales (Gall y Crandell, 1992).

Peligrosidad: Parásito potencial. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op.cit.).

Sinonimias de *Oncorhynchus mykiss* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Onchorynchus mykiss</i>	(Walbaum, 1792)	Nueva	No
<i>Salmo mykiss</i>	Walbaum, 1792	Original	No
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	(Walbaum, 1792)	Nueva	Sí
<i>Parasalmo mykiss</i>	(Walbaum, 1792)	Nueva	No
<i>Onchorrhynchus mykiss</i>	(Walbaum, 1792)	Falta ortográfica	No
<i>Salmo purpuratus</i>	Pallas, 1814	Nueva	No
<i>Salmo qairdneri</i>	Richardson, 1836	Nueva	No
<i>Fario qairdneri</i>	(Richardson, 1836)	Nueva	No
<i>Salmo qairdnerii</i>	Richardson, 1836	Nueva	No
<i>Salmo qairdnerii qairdnerii</i>	Richardson, 1836	Nueva	No
<i>Salmo qairdneri irideus</i>	Gibbons, 1855	Nueva	No
<i>Salmo qairdnerii irideus</i>	Gibbons, 1855	Nueva	No
<i>Salmo iridea</i>	Gibbons, 1855	Nueva	No
<i>Salmo irideus</i>	Gibbons, 1855	Nueva	No
<i>Salmo rivularis</i>	Ayres, 1855	Nueva	No
<i>Salmo stellatus</i>	(Girard, 1856)	Nueva	No
<i>Salmo truncatus</i>	Suckley, 1859	Nueva	No
<i>Salmo masoni</i>	Suckley, 1860	Nueva	No
<i>Salmo kamloops</i>	(Jordan, 1892)	Nueva	No
<i>Oncorhynchus kamloops</i>	Jordan, 1892	Nueva	No
<i>Salmo rivularis kamloops</i>	(Jordan, 1892)	Nueva	No
<i>Salmo qairdneri shasta</i>	Jordan, 1894	Nueva	No
<i>Salmo gilberti</i>	Jordan, 1894	Cuestionable	No
<i>Oncorhynchus mykiss nelsoni</i>	Evermann, 1908	Nueva	No
<i>Salmo nelsoni</i>	Evermann, 1908	Nueva	No
<i>Salmo irideus argentatus</i>	Baikov, 1927	Nueva	No

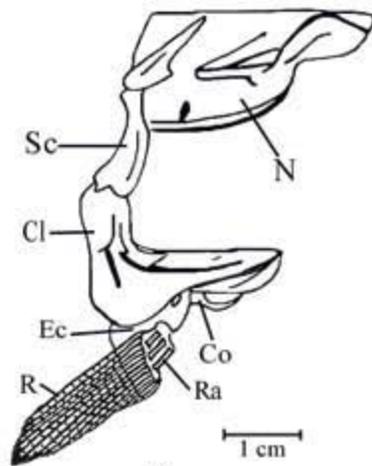
<i>Salmo kamloops whitehousei</i>	<u>Dymond, 1931</u>	Nueva	No
<i>Rhabdofario mykiss</i>	<u>Walbaum, 1792</u>	Original	No

5.1.2 .-APÉNDICES PECTORALES

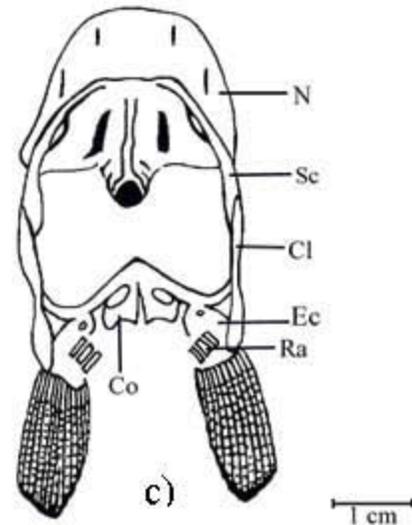
Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo formando una estructura con forma de "U". Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de forma semejante, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Distalmente la escápula posee una zona articular para un radial y el coracoides posee para dos. Los radiales son los huesos que sostienen a los 13 radios tipo lepidotrico de cada aleta pectoral (fig. 4).



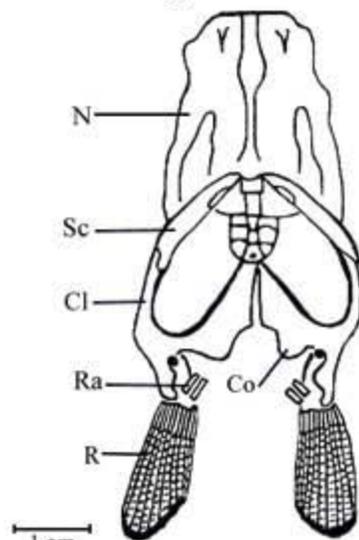
a)



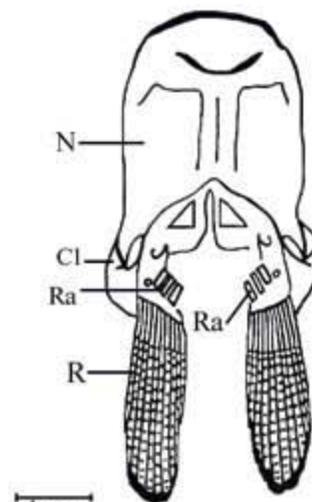
b)



c)



d)



e)

Figura 4. Muestra los apéndices pectorales de *Oncorhynchus mykiss*. a) fotografía, y dibujos en: b) vista lateral de derecha, c) vista caudal, d) vista dorsal y e) vista ventral. Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum.

5.1.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

La barra isquiopúbica está dividida rostro-caudalmente por la línea media y no se articula a la cintura pectoral. Cada aleta pélvica esta sostenida directamente sobre la porción caudal de una mitad de la barra isquiopúbica. Además cada aleta está compuesta por 10 radios tipo lepidotrico (fig.5).

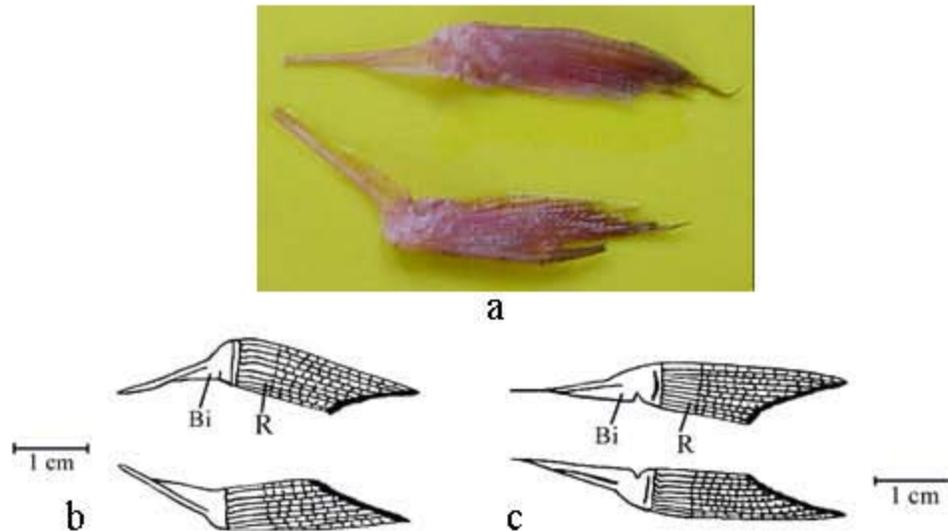


Figura 5. Muestra los apéndices pélvicos de *Oncorhynchus mykiss*. a) fotografía, y dibujos en: b) vista ventral c) vista dorsal. Bi, barra isquiopúbica; R, radios.

5.1.4.-ALETA CAUDAL

Está formada por 39 radios lepidotricos sostenidos dorsalmente por 10 huesos epurales y ventralmente por 13 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 6).

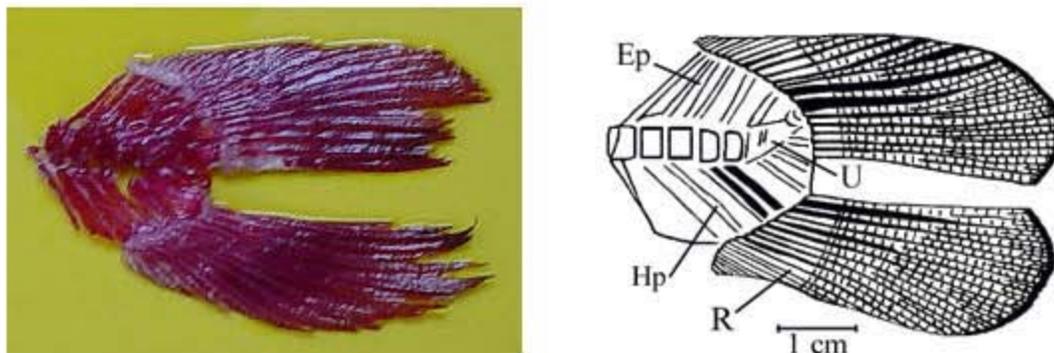


Figura 6. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Oncorhynchus mykiss*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.2.- *Mugil curema*



5.2.1.-Características Generales

Mugil curema Valenciennes, 1836

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Mugilidae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2)

Nombre común (inglés): White mullet (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Lebrancha (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 90.0 cm; peso máximo. 1 Kg (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Bentopelágico; agua dulce; salobre; marina; rango de profundidad 15 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 45°N - 5°N (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Atlántico Norte: Nueva Escocia, Bermudas, y Norte del Golfo de México al sur de Brasil. Registrado desde San Diego, California, Estados Unidos de América (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Habita las piscinas cubiertas de arena de las costas y litorales pero se encuentra también en fondos fangosos de lagunas y estuarios salobres. Penetra a veces los ríos. Puede también encontrarse en barreras coralinas. Los juveniles son comunes en aguas costeras y se encuentran en los carrinos a estuarios y lagunas costeras. El crecimiento en juveniles es moderado (30-40 cm en 4 años). Se alimentan de algas filamentosas o microscópicas y pequeños organismos planctónicos. La reproducción ocurre entre marzo y agosto (Robins y Ray, 1986).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Mugil curema* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Mugil brasiliensis</i>	(Spix & Agassiz, 1831)	Mala determinación	No
<i>Mugil gaimardianus</i>	(non Desmarest, 1831)	Mala determinación	No
<i>Mugil curema</i>	Valenciennes, 1836	original	Sí
<i>Mugil petrosus</i>	Valenciennes, 1836	Nueva	No
<i>Myxus harenqus</i>	Günther, 1861	Nueva	No
<i>Mugil metzelaari</i>	Chabanaud, 1926	Nueva	No

5.2.2.-APÉNDICES PECTORALES

El hueso posttemporal se une posteroventralmente al supracleitrum. Este se une ventralmente al cleitrum. Este último se extiende hacia la región rostral del organismo adquiriendo una forma de "U". Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de la misma manera, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Estos dos huesos son aproximadamente del mismo tamaño y distalmente sirven como base para los radiales. La escápula posee zona articular para dos y el coracoides también para dos. Los radiales tienen forma de reloj de arena y son los huesos que sostienen a los 20 radios tipo lepidotricos de cada aleta pectoral (figs. 7 y 8).

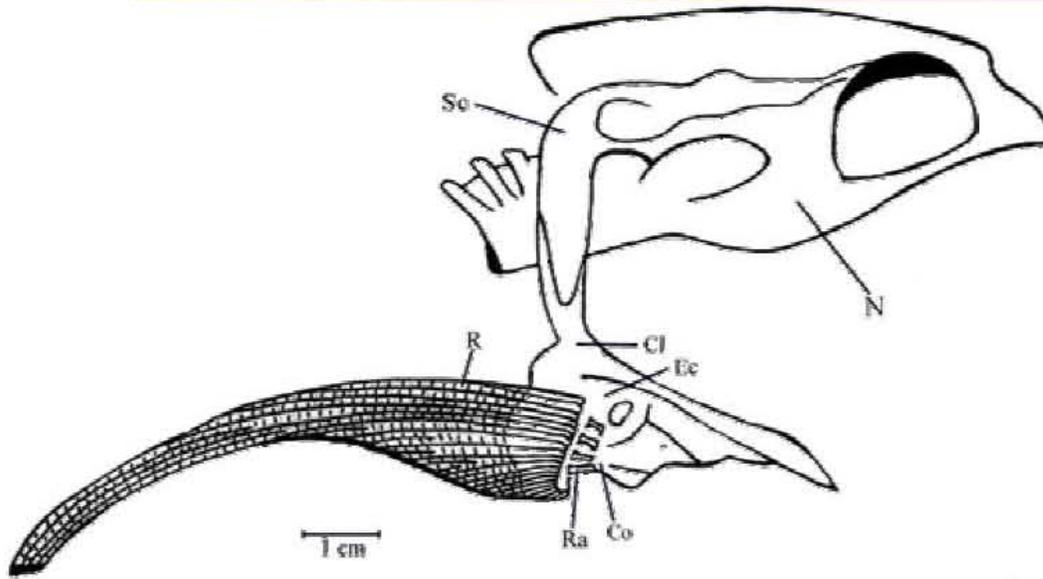


Figura 7. Muestra los apéndices pectorales de *Mugil curema*, arriba la fotografía y abajo el dibujo en vista lateral derecha. Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supraclitrum.

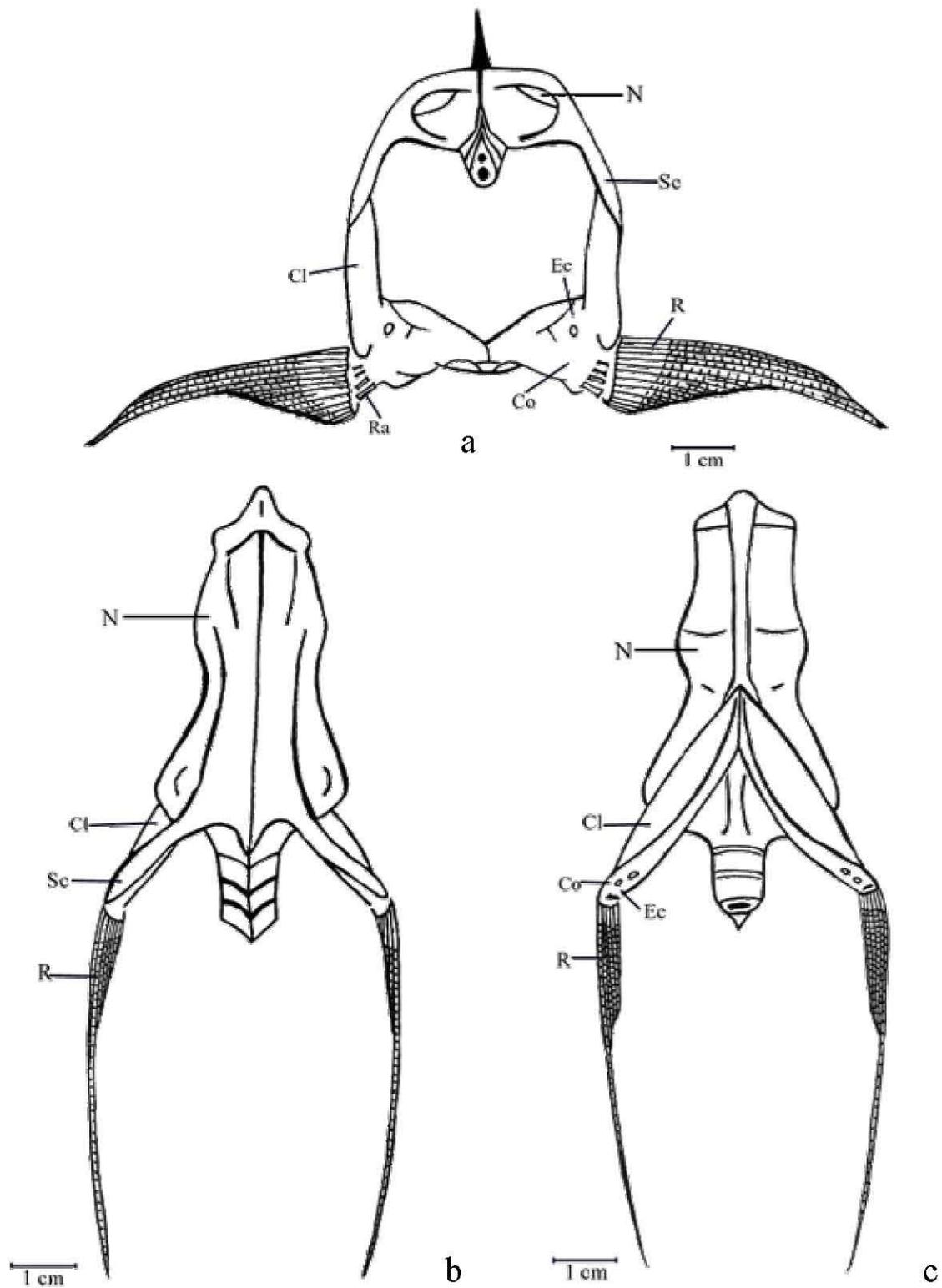


Figura 8. Muestra los apéndices pectorales de *Mugil curema*. Dibujos en: a) vista caudal, b) vista dorsal y c) vista ventral. Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supraclavium.

5.2.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 6 radios tipo lepidotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Esta barra presenta una prolongación posterior aproximadamente hasta la mitad de la longitud de las aletas y se bifurca. La barra isquiopúbica no se encuentra articulada a la cintura pectoral (fig. 9).

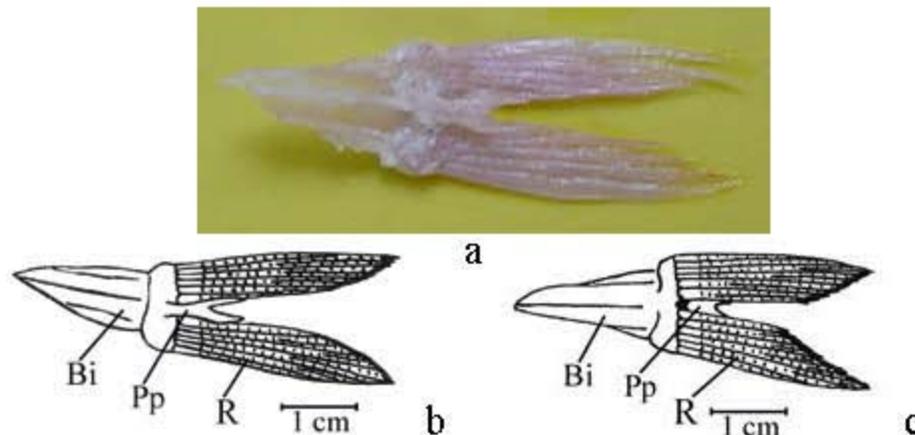


Figura 9. Muestra los apéndices pélvicos de *Mugil curema*. a) fotografía en vista dorsal, y los dibujos en: b) vista dorsal, c) vista ventral. Bi, barra isquiopúbica; Pp, proceso posterior; R, radios.

5.2.4.-ALETA CAUDAL

Está compuesta por 26 radios tipo lepidotrico bifurcados que están sostenidos dorsalmente por 4 huesos epurales y ventralmente por 7 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 10).

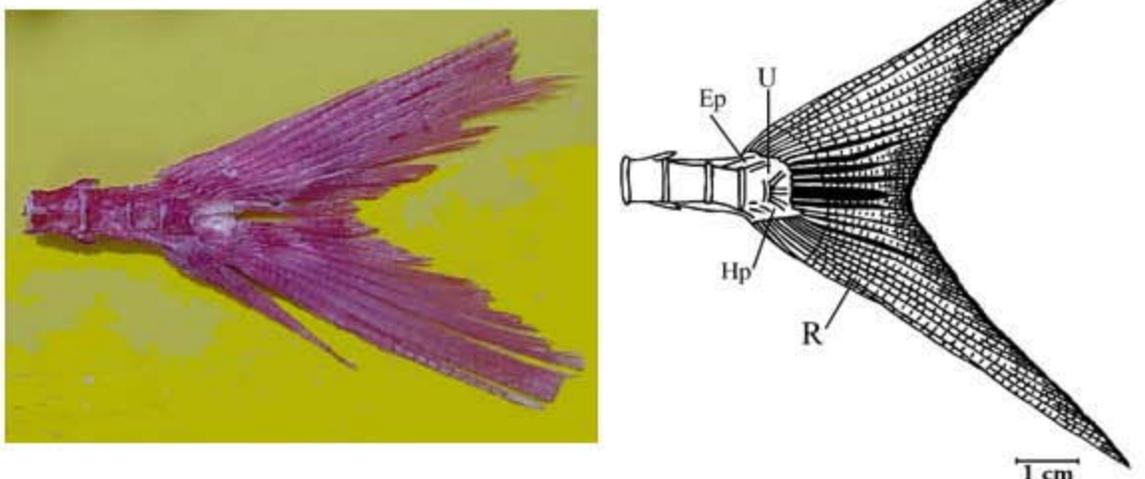


Figura 10. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Mugil curema*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radiales; U, urostilo.

5.3.-*Strongylura notata notata*



5.3.1.-Características Generales

Strongylura notata notata (Poey, 1860)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Beloniformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Belontiidae (Fishbase, op. Cit.)(Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Redfin needlefish (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Agujón (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 61.0 cm (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Pelágico; agua dulce; salobre; marina (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Tropical (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Atlántico: Bermudas, Florida (Estados Unidos de América), y de las Bahamas a las Antillas y América Central (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Habita las aguas salobres, sobre todo en bahías y entradas. Puede entrar a agua dulce (Robins y Ray 1986).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la UICN de especies en peligro (Fishbase, op. cit.).

Sinonimias de *Strongylura notata notata* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Belone notata</i>	Poey, 1860	Original	No
<i>Strongylura notata notata</i>	(Poey, 1860)	Nueva	Sí
<i>Strongylura notata</i>	(Poey, 1860)	Nueva	No

5.3.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo y adquiere una forma de "U". En la región dorso-caudal del cleitrum se encuentra unido el escapulocoracoides. Este hueso sostiene directamente en la región dorso-caudal a 11 radios lepidotricos de cada aleta pectoral (figs. 11 y 12).

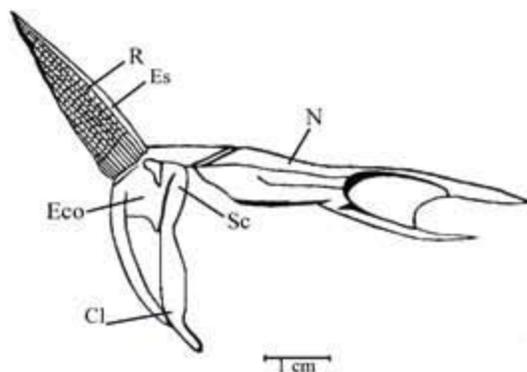


Figura 11. Muestra los apéndices pectorales de *Strongylura notata notata*, arriba la fotografía en vista lateral derecha y abajo el dibujo en la misma posición. Cl, cleitrum; Eco, escapulocoracoides; Es, espina; N, neurocráneo; R, radios; Sc, supracleitrum.

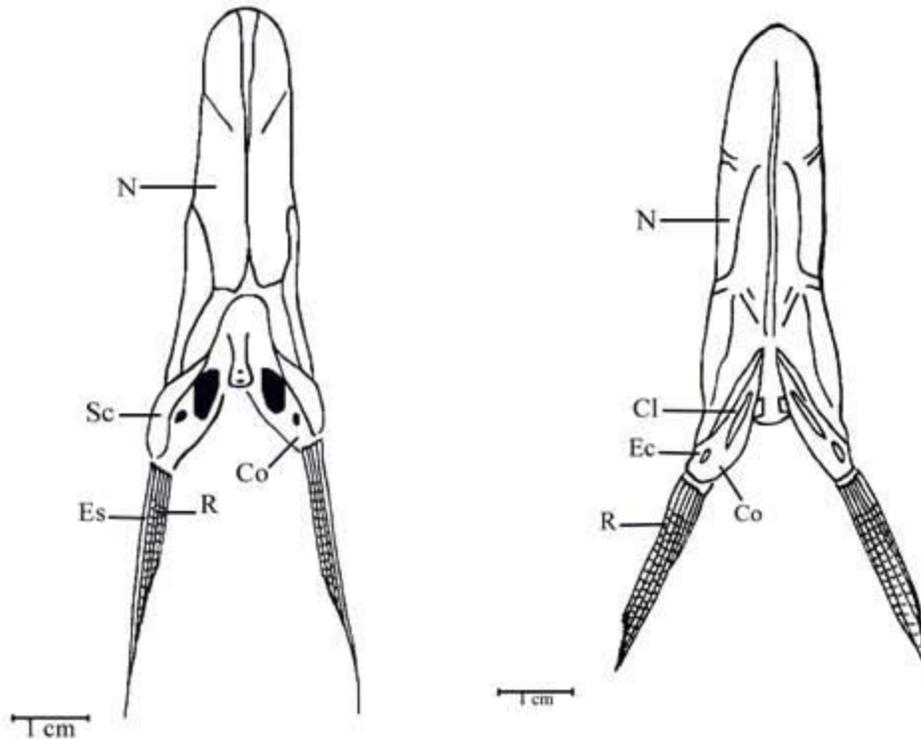


Figura 12. Muestra los dibujos de los apéndices pectorales de *Strongilura notata notata*, a la izquierda en vista dorsal y a la derecha en vista ventral. Cl, cleitrum; Co coracoides; Ec, escápula; Es, espina; N, neurocráneo R, radios; Sc, supraclitrum.

5.3.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 6 radios tipo lepidotrico. La barra isquiopúbica está dividida por su línea rostro-caudal media y cada mitad sostiene directamente sobre su región caudal a una aleta. Además las barras isquiopúbicas no están articuladas por sus extremos rostro-ventrales al deitrum de la cintura pectoral (fig. 13).

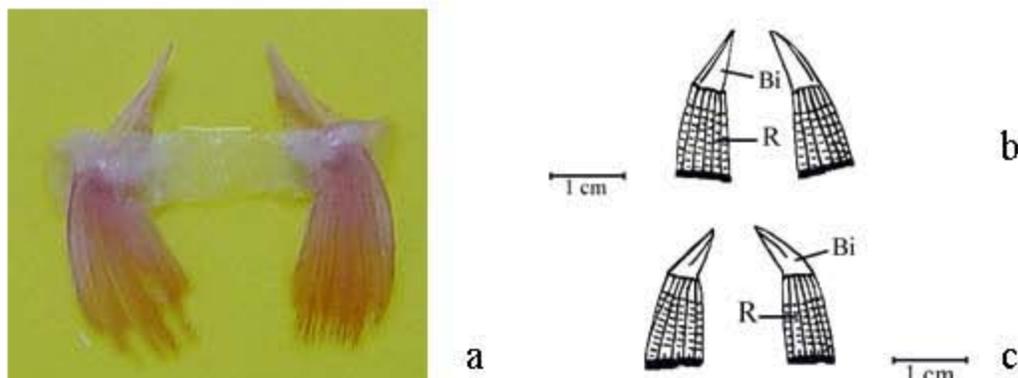


Figura 13. Muestra los apéndices pélvicos de *Strongilura notata notata* a) fotografía en vista ventral, y los dibujos en: b) vista ventral y c) vista dorsal. Bi, barra isquiopúbica; R, radios.

5.3.4.-ALETA CAUDAL

Está compuesta por 21 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 3 huesos epurales y ventralmente por 5 hipurales ambos separados por el urostilo (fig.14).

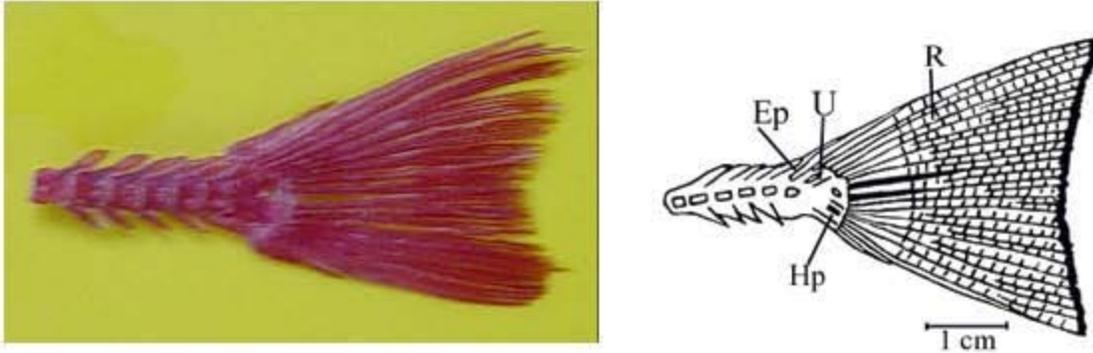


Figura 14. Muestra a la izquierda la fotografía y a la derecha el dibujo de la aleta caudal de *Strongilura notata notata*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.4.-*Centropomus undecimalis*



5.4.1.-Características Generales

Centropomus undecimalis (Bloch, 1792)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Centropomidae; subfamilia: Centropominae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Common snook (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Robalo blanco (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 140.0 cm; peso máximo: 25 Kg; edad máxima reportada, 7 años (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Demersal; agua dulce; salobre; marina; rango de profundidad - 22 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 29°N - 23°S (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Atlántico: sur de Florida (Estados Unidos de América) costa sureste del Golfo de México, la mayor parte de costa del Caribe y Antillas de América Central y Sur, Hacia el sur a Río de Janeiro, Brasil; también Carolina del norte y Texas, Estados Unidos de América (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Habita aguas costeras, estuarios y lagunas, penetrando en agua dulce; generalmente a menos de 20 m de profundidad. Se alimentan de peces (Gobiidae, Gerreidae, y Engraulidae) y crustáceos (camarones y cangrejos) Se congrega en bocas de pasos y ríos durante la temporada de desove (Robins y Ray, 1986).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Centropomus undecimalis* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Sciaena undecimalis</i>	Bloch, 1792	Original	No
<i>Centropomus undecimalis</i>	(Bloch, 1792)	Nueva	Sí

5.4.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo, teniendo forma de "U". Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de la misma manera, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Distalmente la escápula sirve como base para dos radiales y el coracoides para otros dos. Los radiales son los huesos que sostienen a los 12 radios lepidotricos de cada aleta pectoral (figs. 15 y 16).



Figura 15. Fotografía en vista lateral derecha de los apéndices pectorales y pélvicos de *Centropomus undecimalis*.

5.4.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 5 radios tipo lepidotrico y un actinotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (figs. 15 y 16).

5.4.4.-ALETA CAUDAL

Está compuesta por 26 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 5 huesos epurales y ventralmente por 5 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 17).

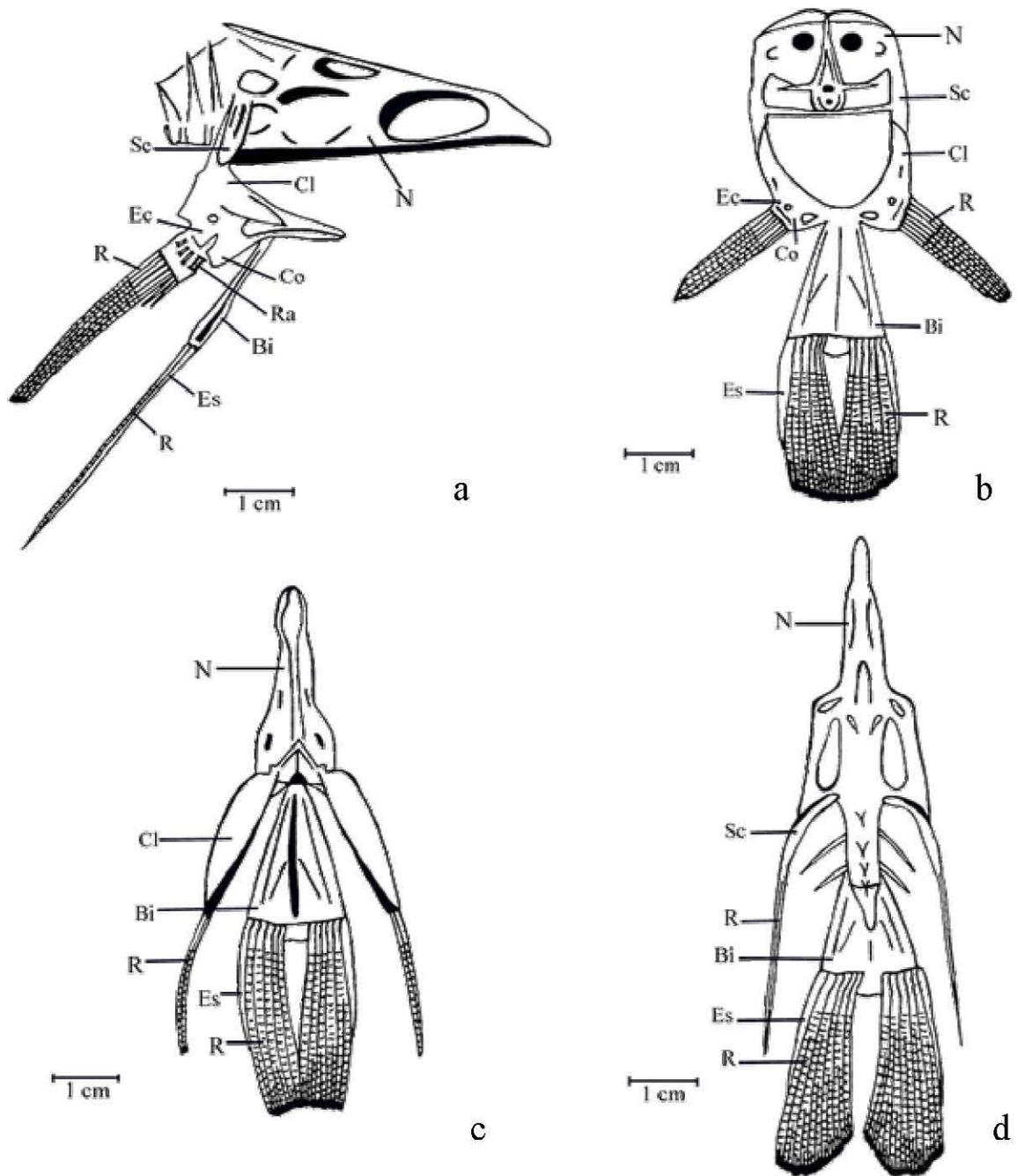


Figura 16. Muestra los dibujos de los apéndices pectorales y pélvicos de *Centropomus undecimalis*, a) vista lateral, b) vista caudal, c) vista ventral y d) vista dorsal. Bi, barra isquiopúbica; Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; Es, espina; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum.

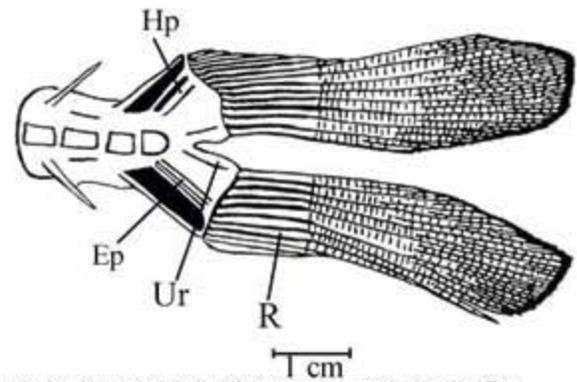


Figura 17. Muestra a la izquierda la fotografía y la derecha el dibujo de la aleta caudal de *Centropomus undecimalis*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.5.-*Oligoplites altus*



5.5.1.-Características Generales

Oligoplites altus (Günther, 1868)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Carangidae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Longjaw leatherjack (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Zapatero pelón (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 56.0 cm; peso máximo 2 Kg (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Bentopelágico; agua salobre y marina (Fishbase, op. Cit.).

Clima: tropical; 32°N (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Desde el Golfo de California a Perú (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Unas especies pelágicas y demersales, también se encuentran en estuarios. Sus espinas dorsales y anales están conectadas a glándulas venenosas que pueden provocar heridas dolorosas (Smith-Vaniz, 1995).

Peligrosidad: Venenoso. No está en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Oligoplites altus* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Chorinemus altus</i>	Günther, 1868	Original	No
<i>Oligoplites altus</i>	(Günther, 1868)	Nueva	Sí
<i>Oligoplites mundus</i>	Jordan & Starks, 1898	Nueva	No

5.5.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo, con forma de "U". El cleitrum está sostenido ventralmente por el escapulocoracoides. Este hueso sirve como base para cuatro radiales que tienen forma de reloj de arena. Los radiales y el escapulocoracoides son los huesos que sostienen a los 17 radios lepidotricos de cada aleta pectoral (fig. 18).

5.5.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

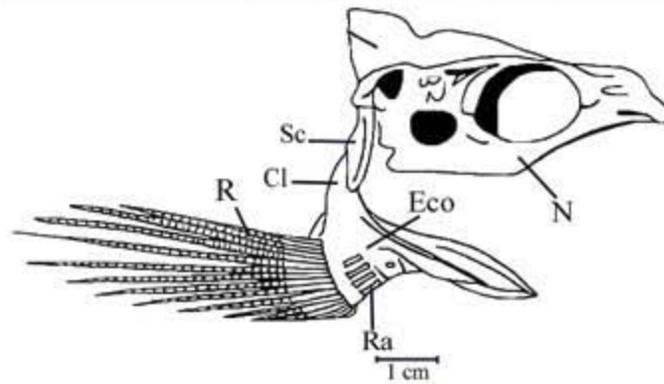
Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 5 radios tipo lepidotrico y un actinotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra no está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (fig. 19).

5.5.4.-ALETA CAUDAL

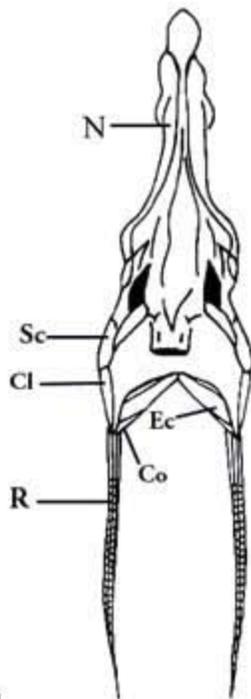
Está compuesta por 27 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 3 huesos epurales y ventralmente por 6 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 20).



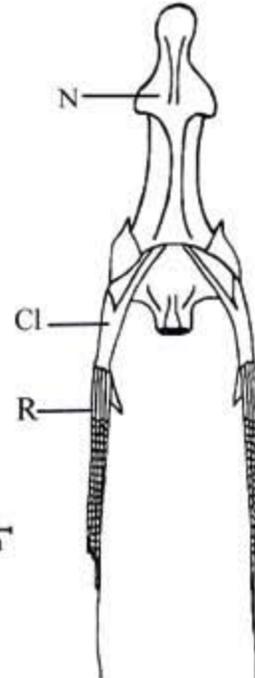
a



b



c



d

Figura 18. Muestra los apéndices pectorales de *Oligoplites altus*, a) fotografía en vista lateral derecha, y los dibujos en: b) vista lateral derecha, c) vista dorsal, y d) vista ventral. Cl, cleitrum; Eco, escapulocoracoides; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supraclitrum.

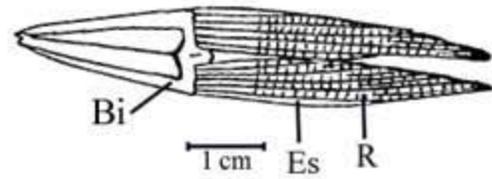


Figura 19. Muestra a la izquierda la fotografía y a la derecha el dibujo en vista ventral los apéndices pélvicos de *Oligoplites altus*. Bi, barra isquiopúbica; Es, espina; R radios.

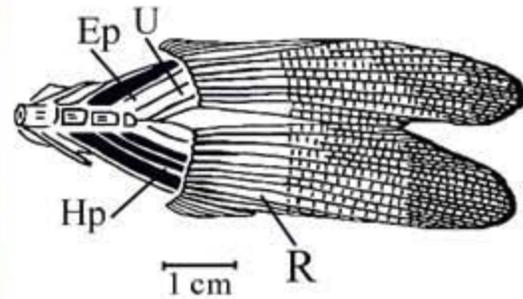


Figura 20. Muestra a la izquierda la fotografía y a la derecha el dibujo de la aleta caudal de *Oligoplites altus*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostyle.

5.6.-*Lutjanus cyanopterus*



5.6.1.-Características Generales

Lutjanus cyanopterus (Cuvier, 1828)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Lutjanidae (Snappers), subfamilia: Lutjaninae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Cubera snapper (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Pargo o cubera (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 160.0 cm; peso máximo: 57 Kg (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Asociados a agua salobre y marina; rango de profundidad 18 - 55 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 36°N-2°S (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Desde el sur de Florida hasta Brasil, inclusive el Golfo de México y Cuba.

Localidades mexicanas: Tampico, Tamaulipas; Tuxpan, Veracruz; Laguna de Términos, Campeche (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Los adultos se encuentran principalmente alrededor de salientes sobre fondos rocosos o alrededor de escollos. Los jóvenes habitan a veces áreas de mangle. Se alimentan principalmente de peces, camarones y cangrejos. Es un pez cauteloso, no se aproxima fácilmente (Allen, 1985).

Peligrosidad: Se reporta envenenamiento de ciguatera. Se encuentra como vulnerable en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Lutjanus cyanopterus* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	(Cuvier, 1828)	Falta ortográfica	No
<i>Mesoprion cyanopterus</i>	(Cuvier, 1828)	Original	No
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	(Cuvier, 1828)	Nueva	Sí
<i>Mesoprion parqus</i>	Cuvier, 1828	Nueva	No
<i>Lutjanus cynodon</i>	Poey, 1868	Nueva	No
<i>Lutjanus cubera</i>	Poey, 1871	Nueva	No

5.6.2.-APÉNDICES PECTORALES

Están formados cada uno por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la parte rostral del organismo además tiene una forma de "U". La escápula se encuentra unida al cleitrum por su región dorso-caudal y ventralmente a la escápula está unido el coracoides. Distalmente la escápula sirve como base para 2 radiales y el coracoides para uno. Los radiales tienen forma de reloj de arena y son los huesos que sostienen a los 17 radios tipo lepidotrico de cada aleta pectoral (figs. 21 y 22).

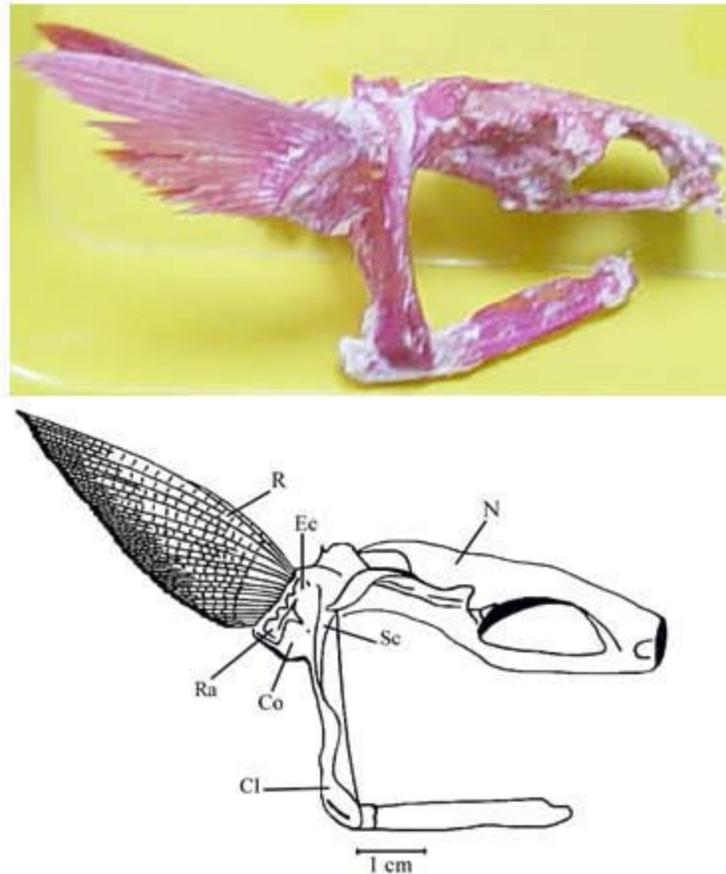


Figura 21. Muestra arriba la fotografía y abajo el dibujo en vista lateral derecha de los apéndices pectorales de *Lutjanus cyanopterus*. Cl, cleitrum; Co coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum.

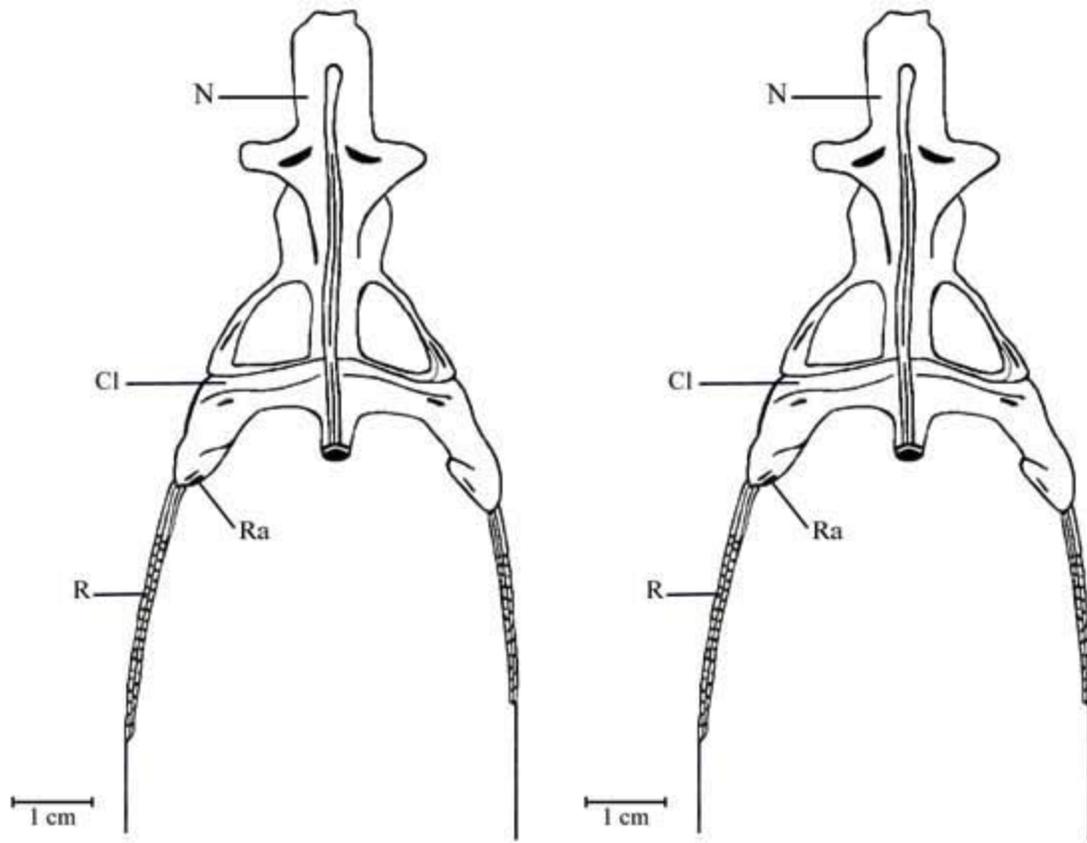


Figura 22. Muestra a la izquierda en vista dorsal y a la derecha en vista ventral los dibujos de los apéndices pectorales de *Lutjanus cyanopterus*. Cl, cleitrum; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum.

5.6.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 5 radios tipo lepidotrico y un actinotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra no está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (fig. 23).

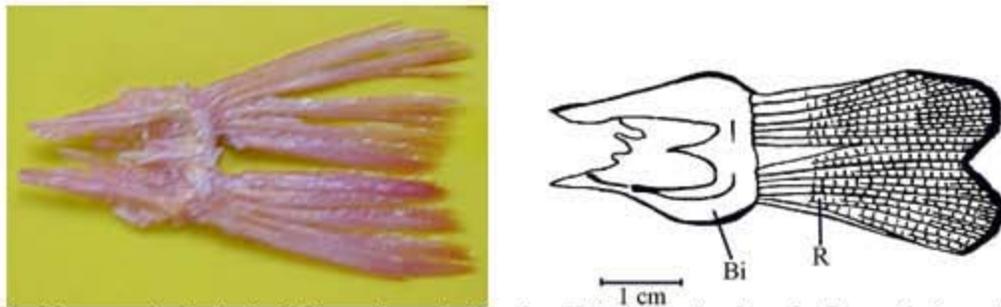


Figura 23. Muestra a la izquierda a fotografía y a la derecha el dibujo en vista dorsal de los apéndices pélvicos de *Lutjanus cyanopterus*. Las letras significan: Bi, barra isquiopúbica; R, radios.

5.6.4.-ALETA CAUDAL

La aleta caudal está compuesta por 24 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 3 huesos epurales y ventralmente por 5 hipurales ambos separados por el urostilo (Fig. 24).

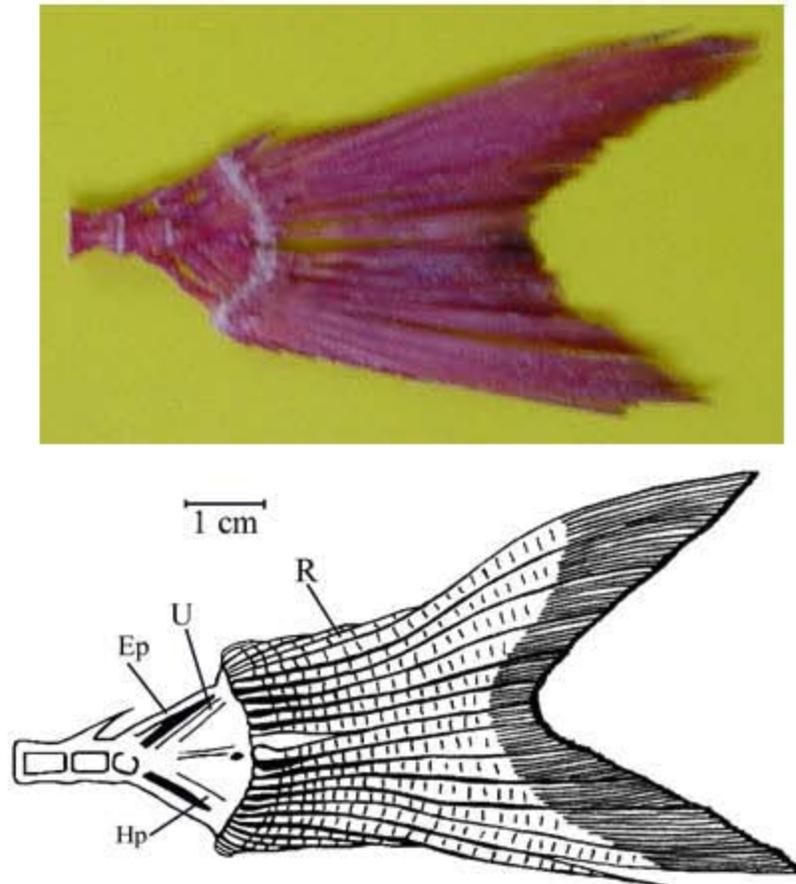


Figura 24. Muestra arriba la fotografía y abajo el dibujo de la aleta caudal de *Lutjanus cyanopterus*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.7.-*Rhomboplites aureobens*



5.7.1.-Características Generales

Rhomboplites aureobens (Cuvier, 1829)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Lutjanidae; subfamilia: Lutjaninae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Vermilion snapper (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Besugo (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 60.0 cm; peso máximo; 4 kg; edad máxima reportada; 10 años (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Demersales; marinos; rango de profundidad 180 - 300 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 36°N - 25°S (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Atlántico: Bermudas y Carolina del norte, los Estados Unidos de América, cerca de Río de Janeiro, Brasil, Golfo de México y el Mar Caribe (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Se encuentran en aguas moderadamente profundas, muy común sobre piedras, los fondos de grava o arena cerca de la orilla de las islas continentales. Los peces jóvenes se encuentran a profundidades más superficiales (cerca de 25 m). Se alimentan de peces, camarones, cangrejos, poliquetos, otros invertebrados bentónicos, organismos cefalópodos y planctónicos (Allen, 1985).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Rhomboplites aurorebens* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Rhomboplites aurorebens</i>	(Cuvier, 1829)	Falta ortográfica	No
<i>Centropristis aurorebens</i>	Cuvier, 1829	Original	No
<i>Rhomboplites aurorebens</i>	(Cuvier, 1829)	Nueva	Sí
<i>Mesoprion elegans</i>	Poey, 1860	Nueva	No
<i>Aprion ariommus</i>	Jordan & Gilbert, 1883	Nueva	No

5.7.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo y con forma de "U". En la región caudal del cleitrum se une el postcleitrum el cual tiene forma de espina y se extiende ventralmente hacia la cintura pélvica aproximadamente a un centímetro de la unión con los radios pélvicos. Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de la misma manera, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Distalmente la escápula sirve como base para 3 radiales y el coracoides para uno. Los radiales son los huesos que sostienen a los 16 radios bifurcados de cada aleta pectoral (figs. 25 y 26).

5.7.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 6 radios tipo lepidotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (figs. 25 y 26).

5.7.4.-ALETA CAUDAL

Está compuesta por 25 radios de tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 5 huesos epurales y ventralmente por 5 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 27).

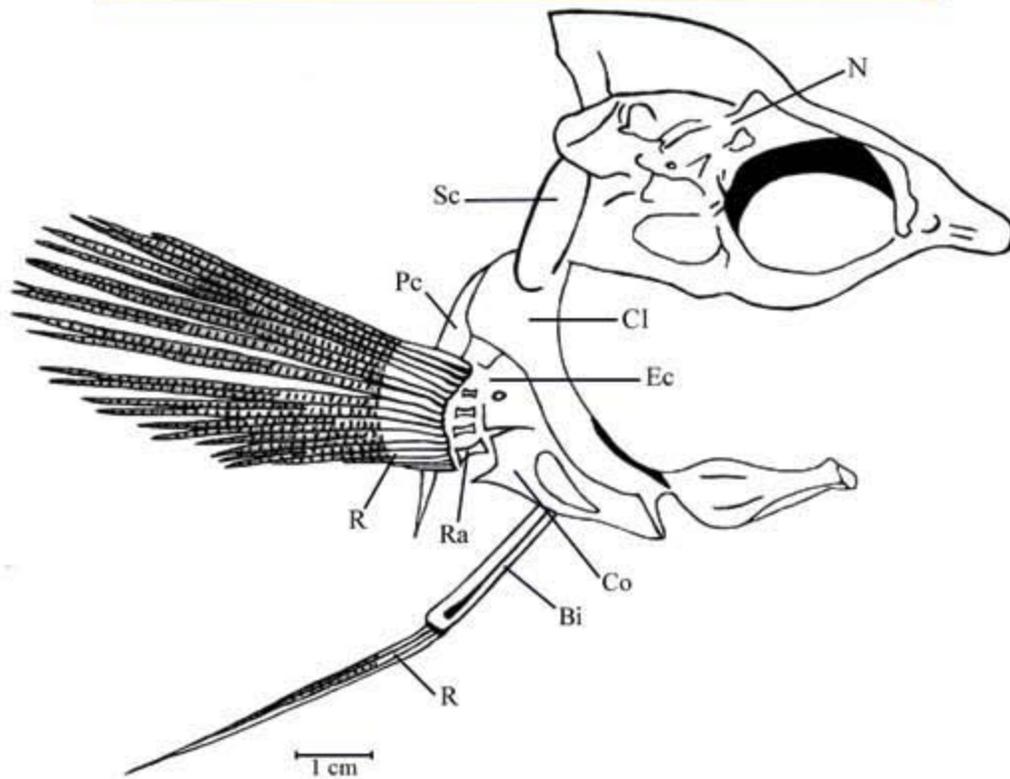


Figura 25. Muestra arriba la fotografía y abajo el dibujo en vista lateral derecha de los apéndices pélvicos y pectorales de *Rhomboplites aureobens*. Bi, barra isquiopúbica; Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; Pc, postcleitrum; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum.

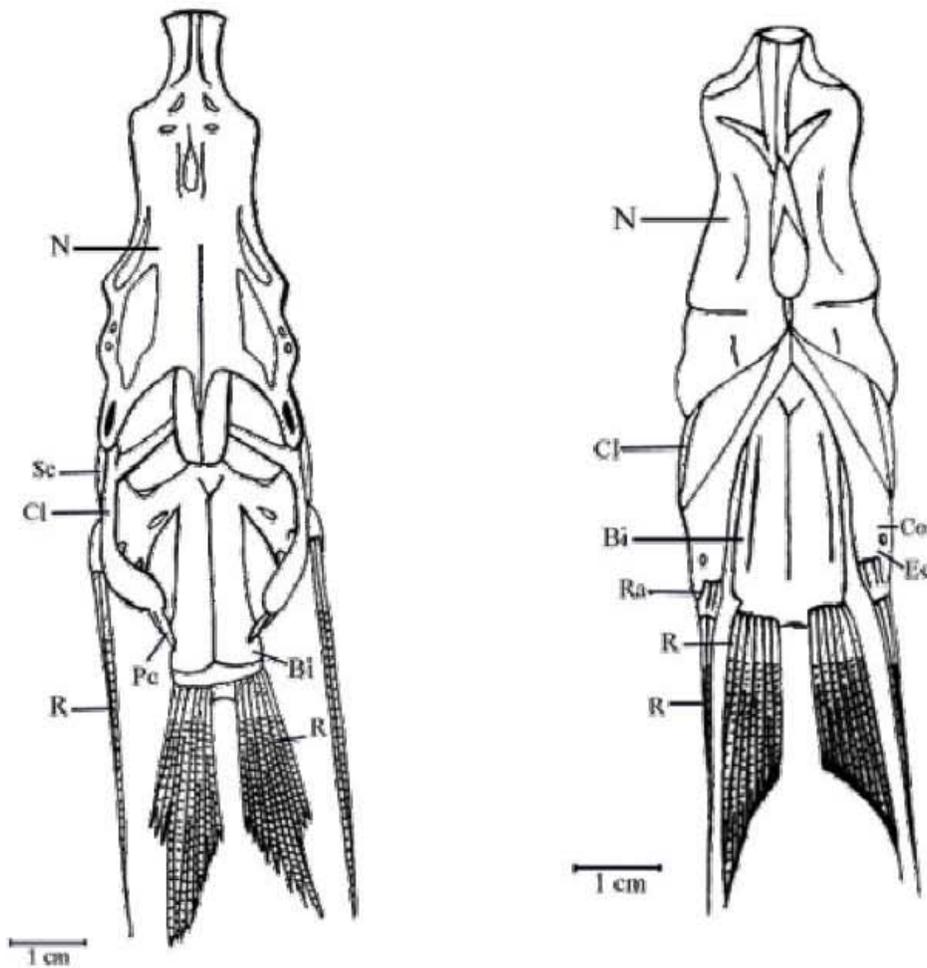


Figura 26. Muestra a la izquierda en vista dorsal y a la derecha en vista ventral los dibujos de los apéndices pélvicos y pectorales de *Romboplites aureobens*. Bi, barra isquiopúbica; Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; Pc, postcleitrum; R, radios; Ra, radiales; Sc, supraclitrum.

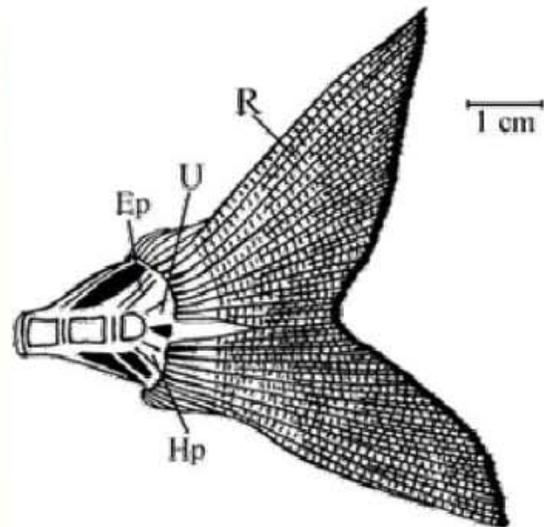


Figura 27. Muestra a la izquierda la fotografía y a la derecha el dibujo de la aleta caudal de *Romboplites aureobens*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.8.-*Archosargus probatocephalus*



5.8.1.-Características Generales

Archosargus probatocephalus (Walbaum, 1792)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Sparidae (Fishbase, op. Cit.). (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Sheepshead seabream (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Sargo (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 91.0 cm; peso máximo: 10 Kg (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Demersal; salobre; marino; rango de profundidad - 15 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 46°N - 33°S (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Atlántico: Nueva Escocia, Canadá y Golfo de México a Brasil; ausente en las Bahamas también ausente en Bermudas, Granada (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Habita las bahías y los estuarios. Entra libremente a aguas salobres; a veces entra a agua dulce. Se alimenta principalmente de moluscos y crustáceos (Robins y Ray, 1986).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Archosargus probatocephalus* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Sparus probatocephalus</i>	Walbaum, 1792	Original	No
<i>Archosargus probatocephalus</i>	(Walbaum, 1792)	Nueva	Sí
<i>Archosargus aries</i>	(Valenciennes, 1830)	Nueva	No

5.8.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo y con forma de "U". Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de la misma manera, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Distalmente la escápula sirve como base para 3 radiales y el coracoides para uno. Aunque el coracoides y la escápula tienen aproximadamente el mismo tamaño. Los radiales son los huesos que sostienen a los 16 radios lepidotricos de cada aleta pectoral (figs. 28 y 29).

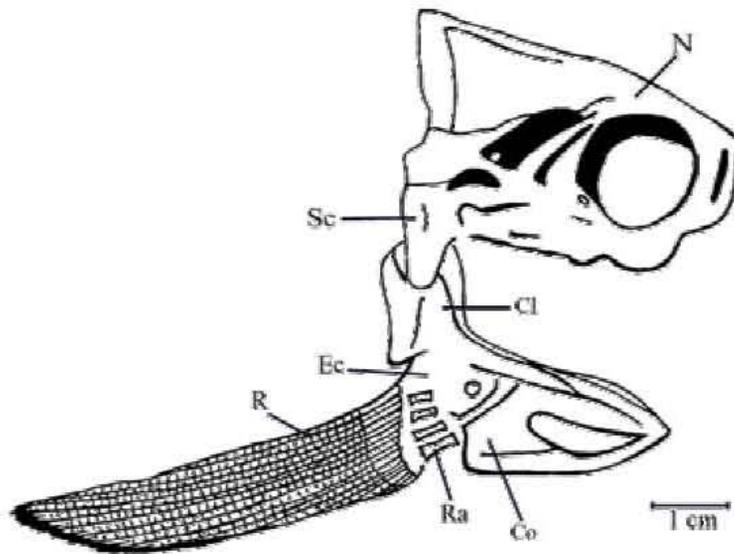


Figura 28. Muestra la fotografía y el dibujo en vista lateral derecha de los apéndices pélvicos de *Archosargus probatocephalus*. Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum.

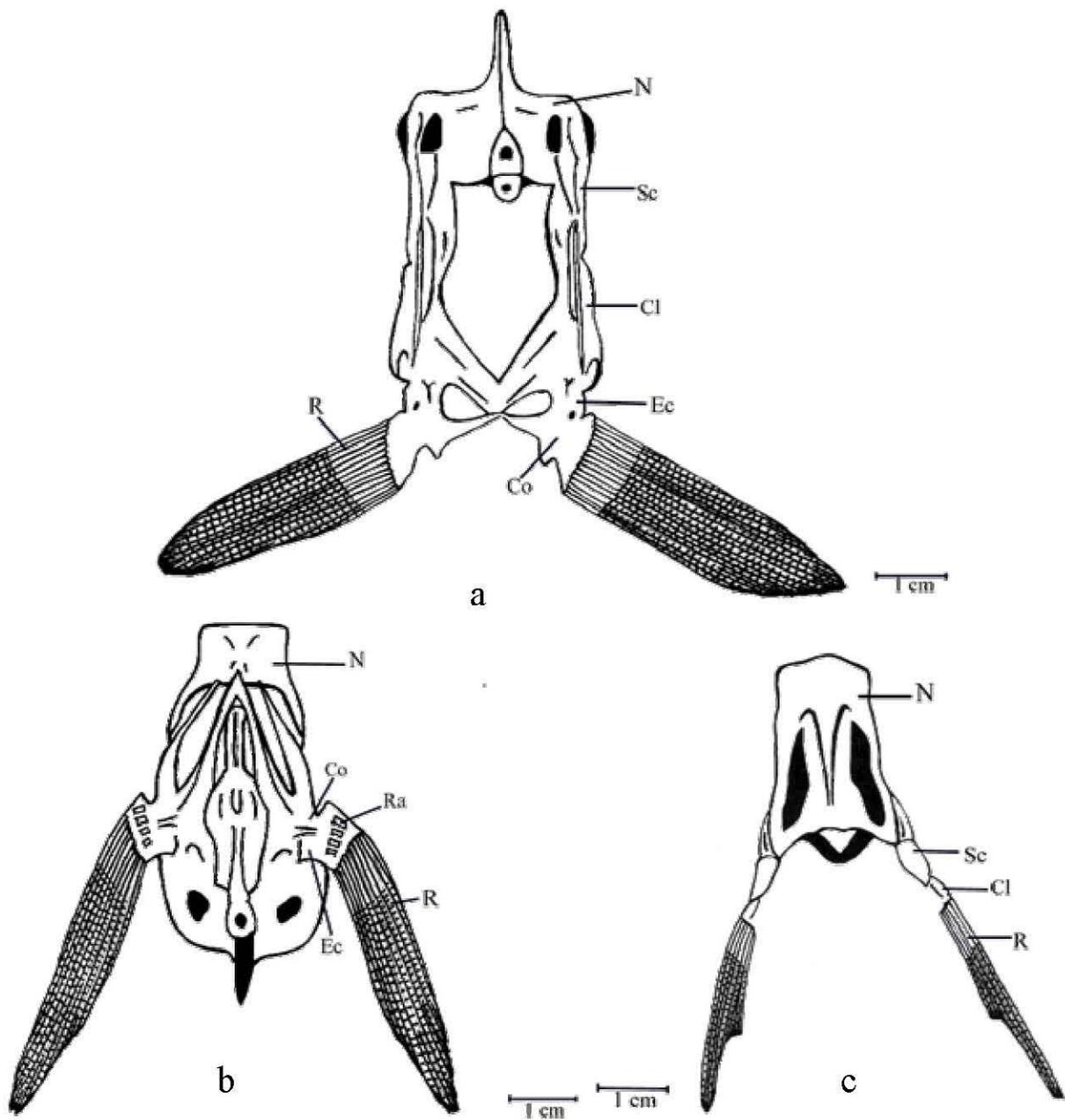


Figura 29. Muestra los dibujos de los apéndices pectorales de *Archosargus probatocephalus*, a) en vista caudal , b) ventral y c) dorsal. Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supraclitrum.

5.8.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 5 radios tipo lepidotrico y un actinotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Esta barra no está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (fig. 30).

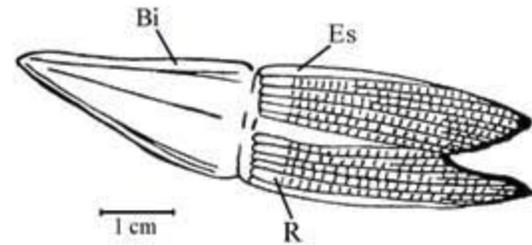


Figura 30. Muestra la fotografía y el dibujo en vista ventral de los apéndices pélvicos de *Archosargus probatocephalus*. Bi, barra isquiopúbica; Es, espina, R, radios.

5.8.4.-ALETA CAUDAL

La aleta caudal está compuesta por 30 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 4 huesos epurales y ventralmente por 6 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 31).

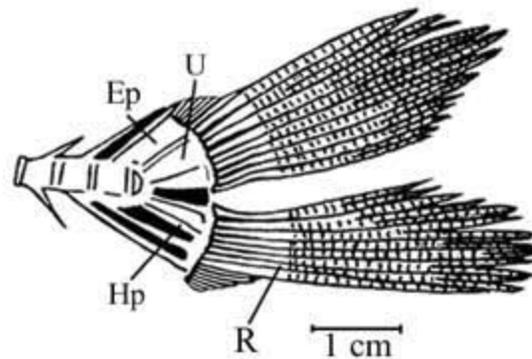


Figura 31. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Archosargus probatocephalus*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.9.-*Polydactylus octonemus*



5.9.1.-Características Generales

Polydactylus octonemus (Grard, 1858)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Polynemidae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Atlantic threadfin (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Barbudo ocho barbas (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 33.0 cm (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Demersal; marino (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 41°N (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Atlántico Norte: Nueva York a Texas, inclusive la Florida sureña en Estados Unidos de América. Algunos autores reportan esta especie a través del Norte de Sudamérica (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Se encuentra en fondos de arena. Penetra, al parecer, libremente a las lagunas litorales y estuarios de baja salinidad (Robins y Ray, 1986).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Polydactylus octonemus* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Polynemus octonemus</i>	Girard, 1858	Original	No
<i>Polydactylus octonemus</i>	(Girard, 1858)	Nueva	sí

5.9.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum el cual está sostenido dorsalmente por el posttemporal y ventralmente al cleitrum. El cleitrum se extiende hacia la región rostral del organismo y con una forma de "U". En la región ventral del cleitrum se encuentra unido el escapulocoracoides. Este hueso sirve como base para las basalias de las aletas pectorales. Las aletas pectorales presentan una peculiaridad ya que cada una está a su vez dividida en pectoral posterior y en pectoral anterior. La pectoral posterior presenta 3 basalias y 13 radios lepidotricos y la pectoral anterior 8 basalias y 11 radios tipo lepidotrico (fig. 32).

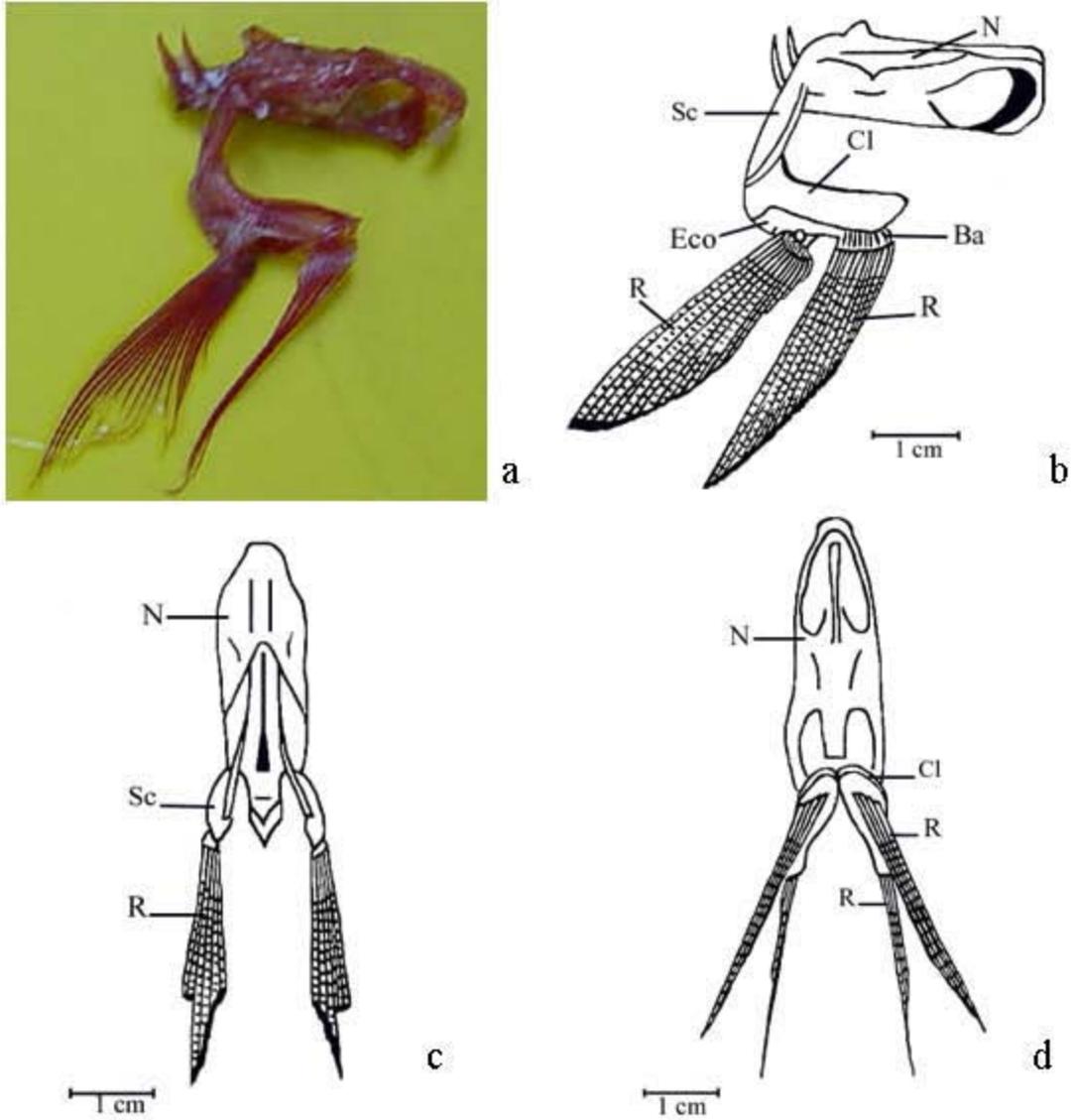


Figura 32. Muestra los apéndices pectorales de *Polydactylus octonemus*, a) la fotografía y los dibujos en vista: b) lateral derecha, c) vista dorsal y d) vista ventral. Ba, basalias; Cl, cleitrum; Eco, escapulocoracoides; N, neurocráneo; R, radios; Sc, supraclitrum.

5.9.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 5 radios de tipo lepidotrico y un actinotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Esta barra no está articulada por su extremo rostro-ventral al deitrum de la cintura pectoral (fig. 33).

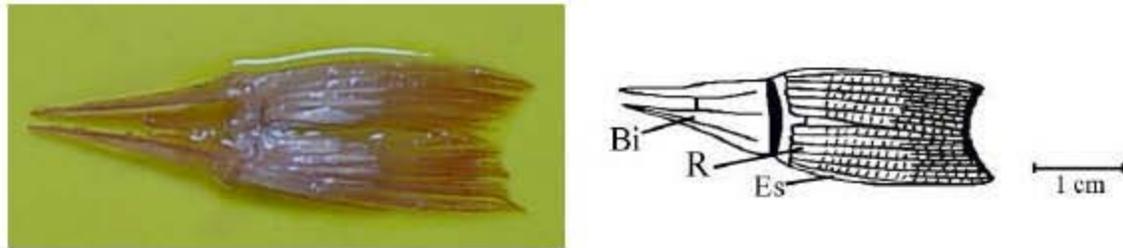


Figura 33. Muestra la fotografía y el dibujo de los apéndices pélvicos de *Polydactylus octonemus*. Bi, barra isquiopúbica; R, radios.

5.9.4.-ALETA CAUDAL

Esta aleta está compuesta por 31 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 3 huesos epurales y ventralmente por 5 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 34).

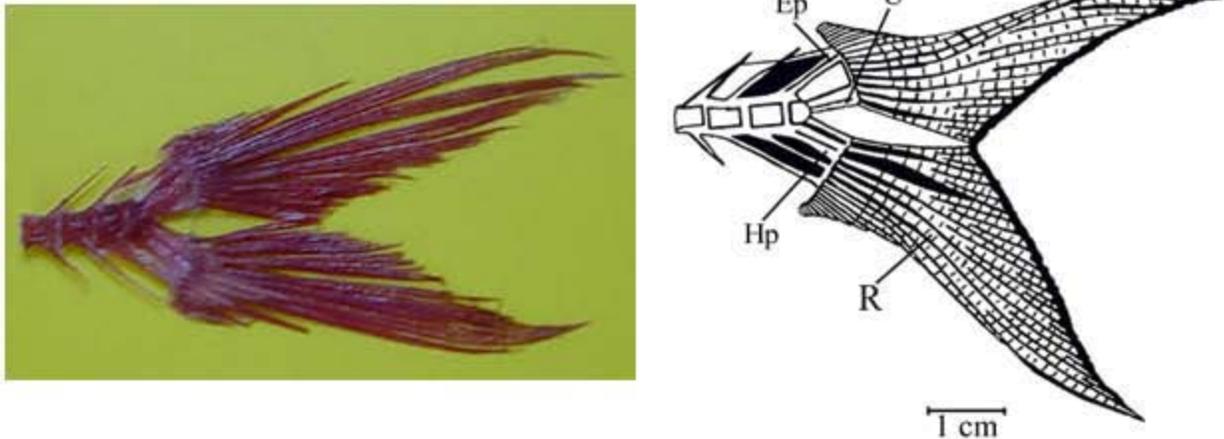


Figura 34. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Polydactylus octonemus*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.10.-*Menticirrhus littoralis*



5.10.1.-Características Generales

Menticirrhus littoralis (Holbrook, 1855)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Sciaenidae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Gulf kingcroaker (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Gurrubata o berrugata (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño Máximo: 48.3 cm; peso máximo: 2 Kg (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Demersal; agua salobre; marina; rango de profundidad 10 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 38°N - 33°S (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Atlántico Norte: Desde Virginia a Florida, Estados Unidos de América y todo el Golfo de México al Río Sur de Brasil (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Se encuentran generalmente en aguas costeras sobre fondos cubiertos de arena y fango; juveniles abundantes en la zona del oleaje. A veces se entran en estuarios. Se alimentan principalmente de gusanos y crustáceos. Pez excelente para alimento (Robins y Ray, 1986).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Menticirrhus littoralis* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Umbrina littoralis</i>	Holbrook, 1855	Original	No
<i>Menticirrhus littoralis</i>	(Holbrook, 1855)	Nueva	Sí

5.10.2.-APÉNDICES PECTORALES

Hay dos supracleitrums por cada apéndice pectoral. El primero se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al segundo. Este en su región rostroventral se une al cleitrum es el mayor hueso de la cintura pectoral y se extiende hacia la parte rostral del organismo además tiene una forma de "U". En la región rostro-caudal del segundo supracleitrum se une el postcleitrum. Este tiene forma de espina y se prolonga hacia la región ventral apenas sobrepasando la aleta pectoral. Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de la misma manera, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Distalmente la escápula sirve como base para dos radiales y el coracoides para otros dos radiales. Los radiales son los huesos que sostienen a los 20 radios lepidotricos de cada aleta pectoral (figs. 35 y 36).

5.10.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 6 radios tipo lepidotrico y un actinotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra no está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (fig. 37).

5.10.4.-ALETA CAUDAL

Está compuesta por 27 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 3 huesos epurales y ventralmente por 6 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 38).

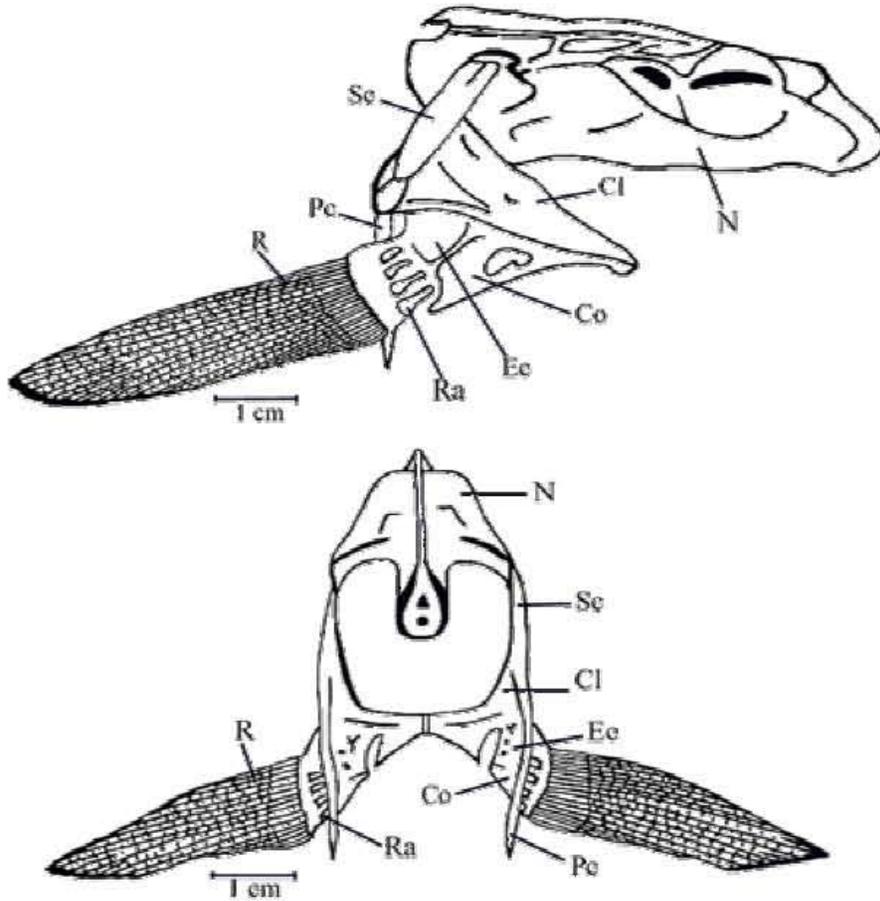


Figura 35. Muestra los apéndices pectorales de *Menticirrhus littoralis*, a) fotografía en vista lateral derecha, y los dibujos en: b) vista lateral derecha y c) vista caudal. Co, coracoides; Cl, cleitrum; Ee, escápula; N, neurocráneo; Pc, postcleitrum; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum.

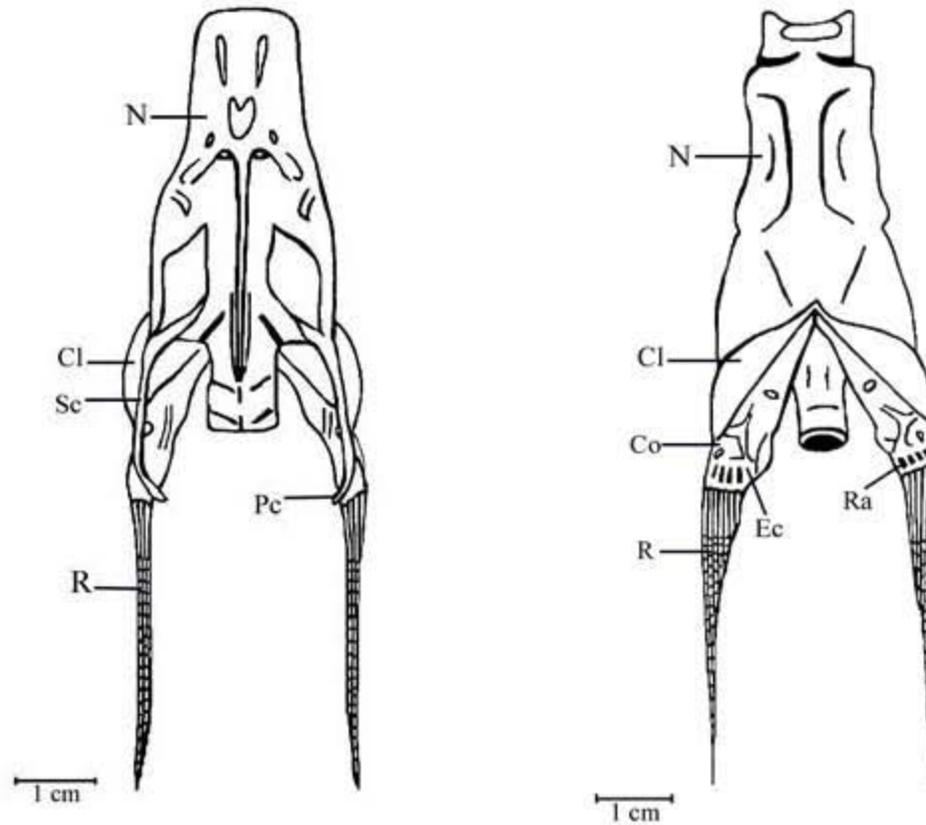


Figura 36. Muestra los dibujos en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha) de los apéndices pélvicos de *Menticirrhus littoralis*. Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; Pc, postcleitrum; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum;

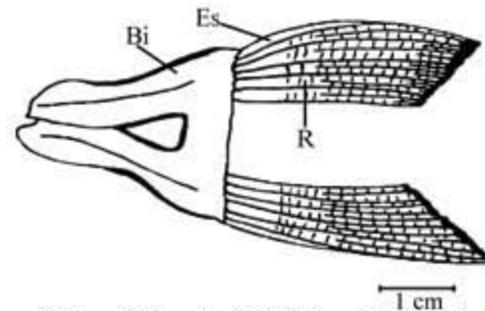


Figura 37. Muestra la fotografía y el dibujo en vista ventral de los apéndices pélvicos de *Menticirrhus littoralis*. Las letras significan: Bi, barra isquiopúbica; Es, espina, R, radios.

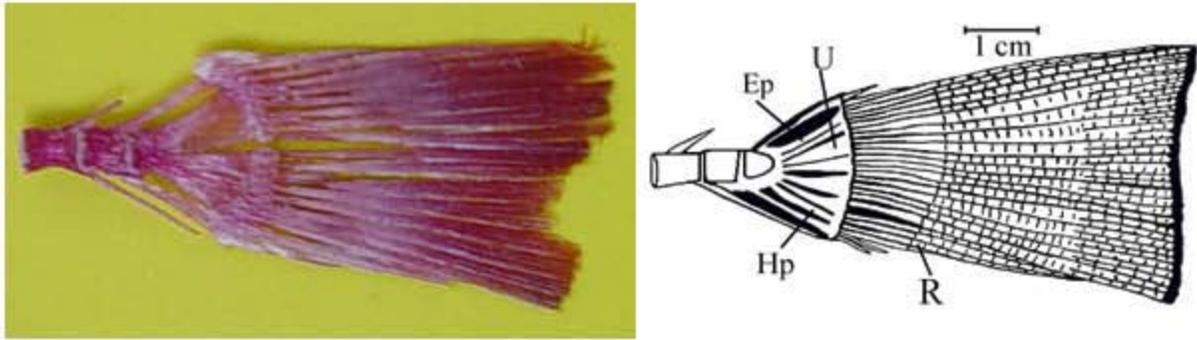


Figura 38. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Menticirrhus littoralis*. Las letras significan: Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostyle.

5.11.-*Ophioscion imiceps*



5.11.1.-Características Generales

Ophioscion imiceps (Jordan & Gilbert, 1882)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Sciaenidae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (español): Corvineta ronca (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (inglés): Blinkard croaker (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 25.0 cm (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Demersal; marino (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Tropical; 15°N - 2°N (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Este del Pacífico: Guatemala al norte de Ecuador (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Encontrado en aguas bajas pero no común en estuarios con salinidades bajas. Se alimentan de invertebrados bentónicos (Chao, 1995).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Ophioscion imiceps* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Sciaena imiceps</i>	Jordan & Gilbert, 1882	Original	No
<i>Ophioscion imiceps</i>	(Jordan & Gilbert, 1882)	Nueva	Sí

5.11.2.-APÉNDICES PECTORALES

Comenzando a describir desde la articulación dorsal de la cintura pectoral con el neurocraneo y siguiendo hacia el lado ventral, el posttemporal se reúne posteroventralmente al supracleitrum. Este se articula al cleitrum ventralmente. El cleitrum es el mayor hueso de la cintura pectoral y se extiende hacia la parte rostral del organismo además tiene una forma de "U". Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de la misma manera, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Distalmente la escápula sirve como base para 3 radiales de la aleta pectoral. El coracoides es más grande que la escápula y sostiene a dos huesos radiales. Los radiales tienen forma de reloj de arena y son los huesos que sostienen a los 17 radios lepidotricos y a un actinotrico de cada aleta pectoral (figs. 39 y 40).

5.11.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 5 radios tipo lepidotrico y un actinotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (figs. 39 y 40).

5.11.2.-ALETA CAUDAL

La aleta caudal está compuesta por 24 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 5 huesos epurales y ventralmente por 6 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 41).

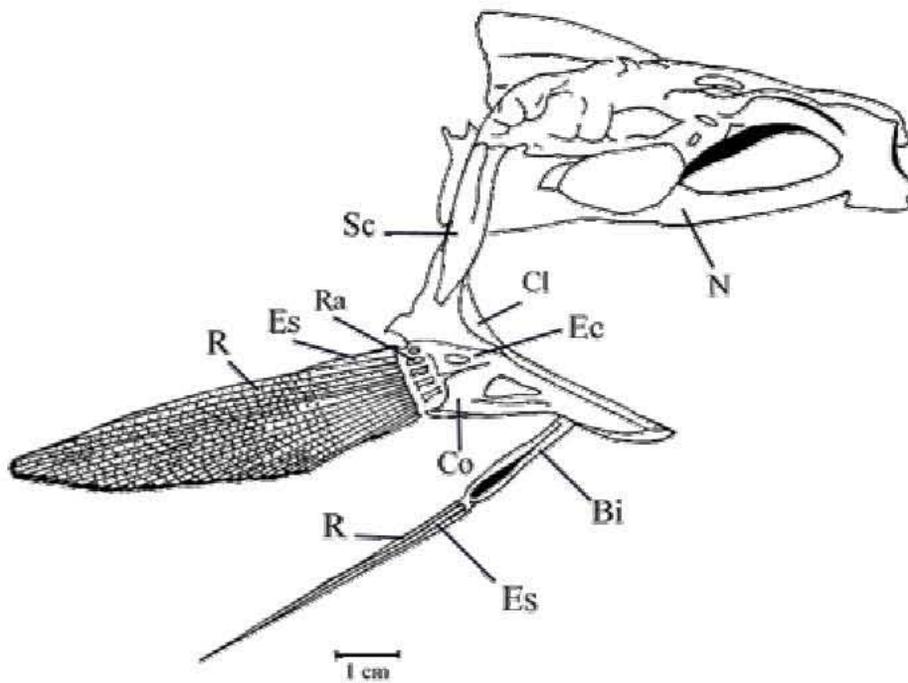
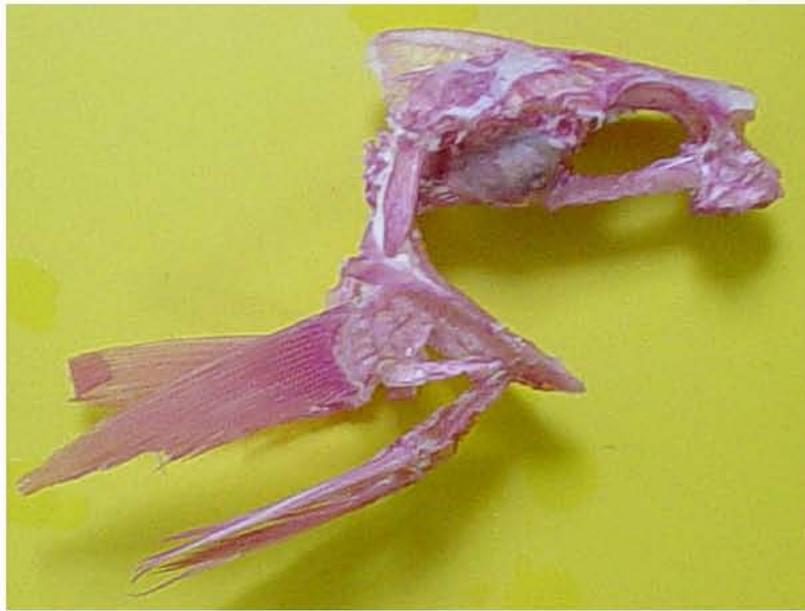


Figura 39. Muestra la fotografía y el dibujo en vista lateral derecha de los apéndices pélvicos y pectorales de *Ophioscion imiceps*. Bi, barra isquiopúbica; Cl, cleitrum, Co, coracoides; Ec, escápula; Es, espina; N, neurocráneo; R, radiales; Ra, radiales; Se, supraclitrum.

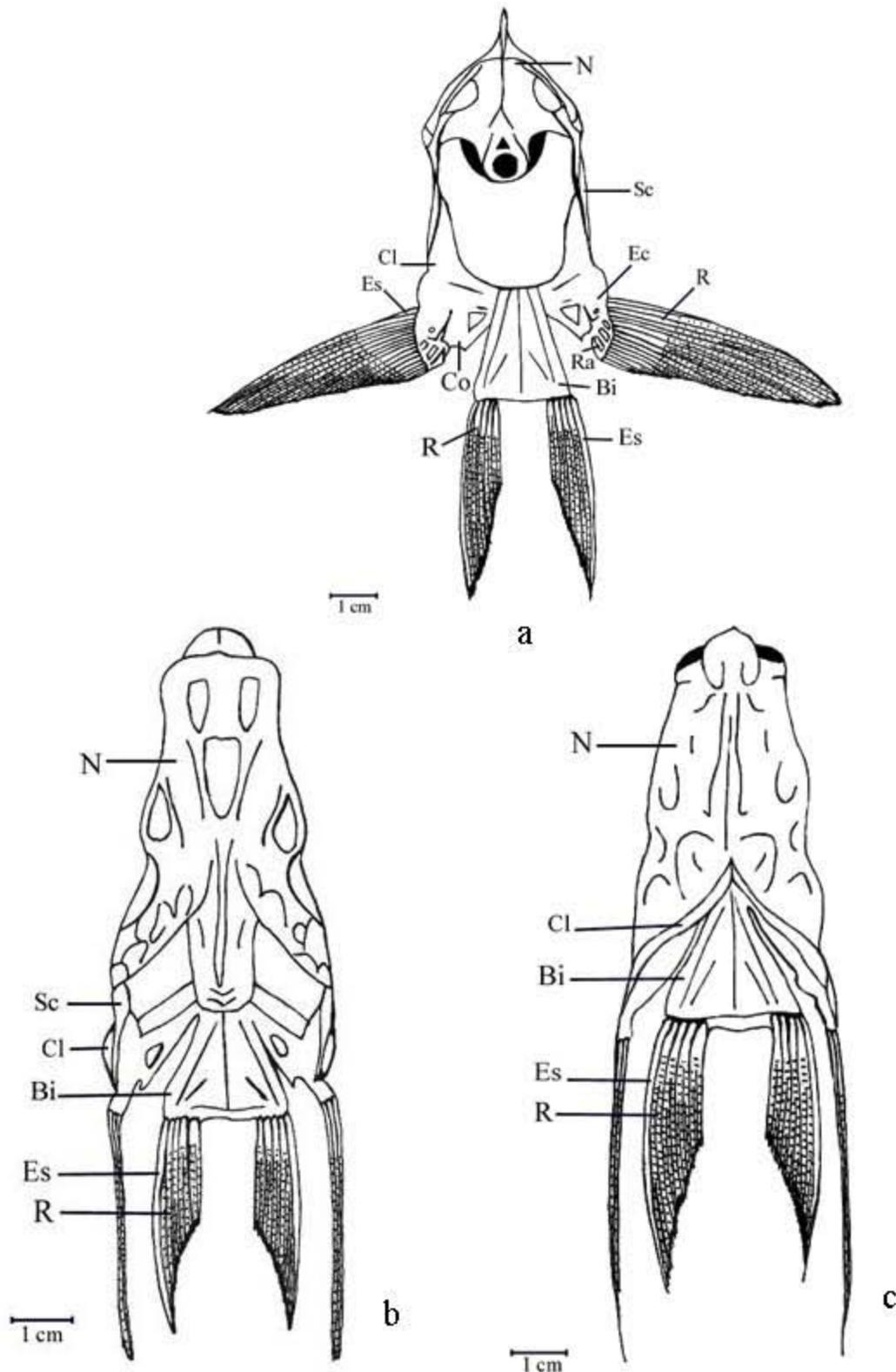


Figura 40. Muestra los dibujos de los apéndices pélvicos y pectorales de *Ophioscion imiceps* en: a) vista caudal, b) vista dorsal y c) vista ventral. Bi, barra isquiopúbica; Cl, cleitrum; Es, espina; N, neurocráneo; R, radiales; Sc, supracleitrum.

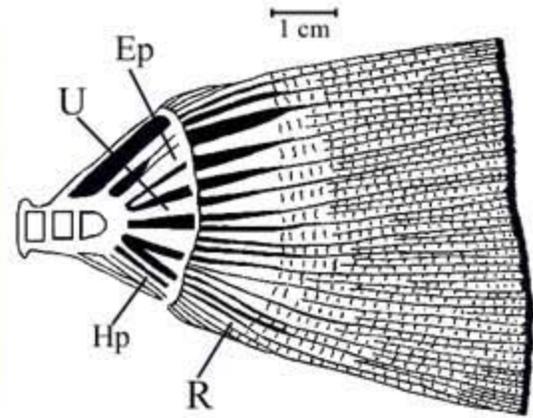


Figura 41. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Ophioscion imiceps*. Las letras significan: Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

5.12.-*Scomberomorus maculatus*



5.12.1.-Características Generales

Scomberomorus maculatus (Mitchill, 1815)

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Perciformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Scombridae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Spanish mackerel (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Carite o sierra (Fishbase, op. Cit.).

Tamaño máximo: 91.0 cm; peso máximo. : 6 Kg (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Pelágicos; marinos; rango de profundidad 10 - 35 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 43°N - 17°N (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Ambas costas y bahías de América: en el Atlántico desde Miami (los Estados Unidos de América) a Brasil; en el Pacífico, desde Baja California al sur de Perú e Islas Galápagos (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Las larvas se encuentran en aguas de superficie entre 19.6° y 29.8°C con salinidades de 28.3 a 37.4 ppm. Se alimentan principalmente de peces pequeños (dupeidos y anchoas), pocas cantidades de camarones y cefalopodos (Collette y Nauen, 1983).

Peligrosidad: Se reporta envenenamiento de ciguetera. No está en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Scomberomorus maculatus* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Valido
<i>Scomber maculatus</i>	Mitchill, 1815	Original	No
<i>Scomberomorus maculatus</i>	(Mitchill, 1815)	Nueva	Sí
<i>Cybium maculatum</i>	(Mitchill, 1815)	Nueva	No
<i>Scomberomorus tritor</i>	(non Cuvier, 1831)	Mala determinación	No
<i>Scomberomorus sierra</i>	(non Jordan & Starks, 1895)	Mala determinación	No
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	(Zavalla-Camin, 1978)	Mala determinación	No

5.12.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo y con forma de "U". El cleitrum se encuentra sostenido ventralmente por el escapulocoracoides. La base caudal de este hueso sirve a su vez como base para dos radiales los cuales no tienen la forma de reloj de arena. Estos huesos junto con el escapulocoracoides sirven de sostén para los 20 radios tipo lepidotrico y uno tipo actinotrico de cada aleta pectoral (figs.42 y 43).

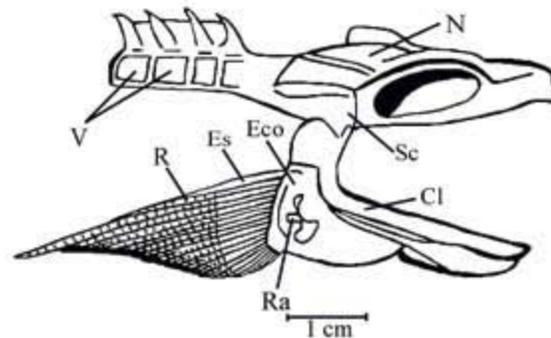


Figura 42. Muestra la fotografía y el dibujo de los apéndices pectorales de *Scomberomorus maculatus* en vista lateral derecha. Cl, cleitrum; Eco, escapulocoracoides; Es, espina; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum; V, vértebras.

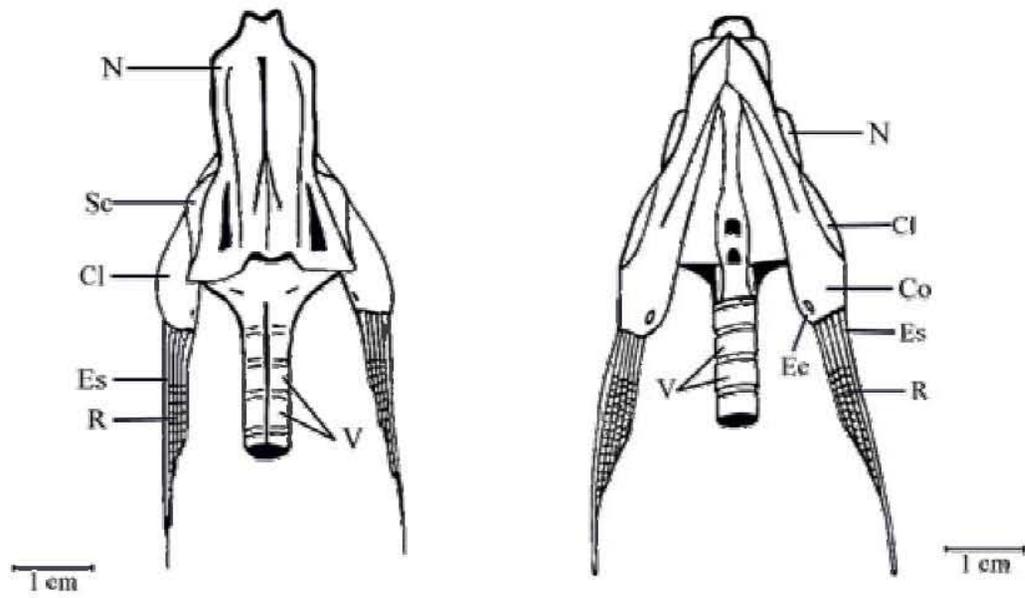


Fig. 43. Muestra los dibujos en vista dorsal (izquierda) y ventral (derecha) de los apéndices pectorales de *Scomberomorus maculatus*. Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; Es, espinas; N, neurocráneo; R, radios; Sc, supracléitrum; V, vértebras.

5.12.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos cada uno por 5 radios tipo lepidotrico y un actinotrico (espinas). Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra no está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral y presenta dos prolongaciones anteriores así como una posterior exactamente sobre la línea que separa a las dos aletas pélvicas (fig. 44).



Figura 44. Muestra a la izquierda el dibujo en vista dorsal, al centro la fotografía y a la derecha el dibujo respectivamente de los apéndices pélvicos de *Scomberomorus maculatus*. Bi, barra isquiopúbica; Pa, proceso anterior; Pp, proceso posterior; R, radios.

5.12.4.-ALETA CAUDAL

Está compuesta por 40 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 6 huesos epurales y ventralmente por 4 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 45).

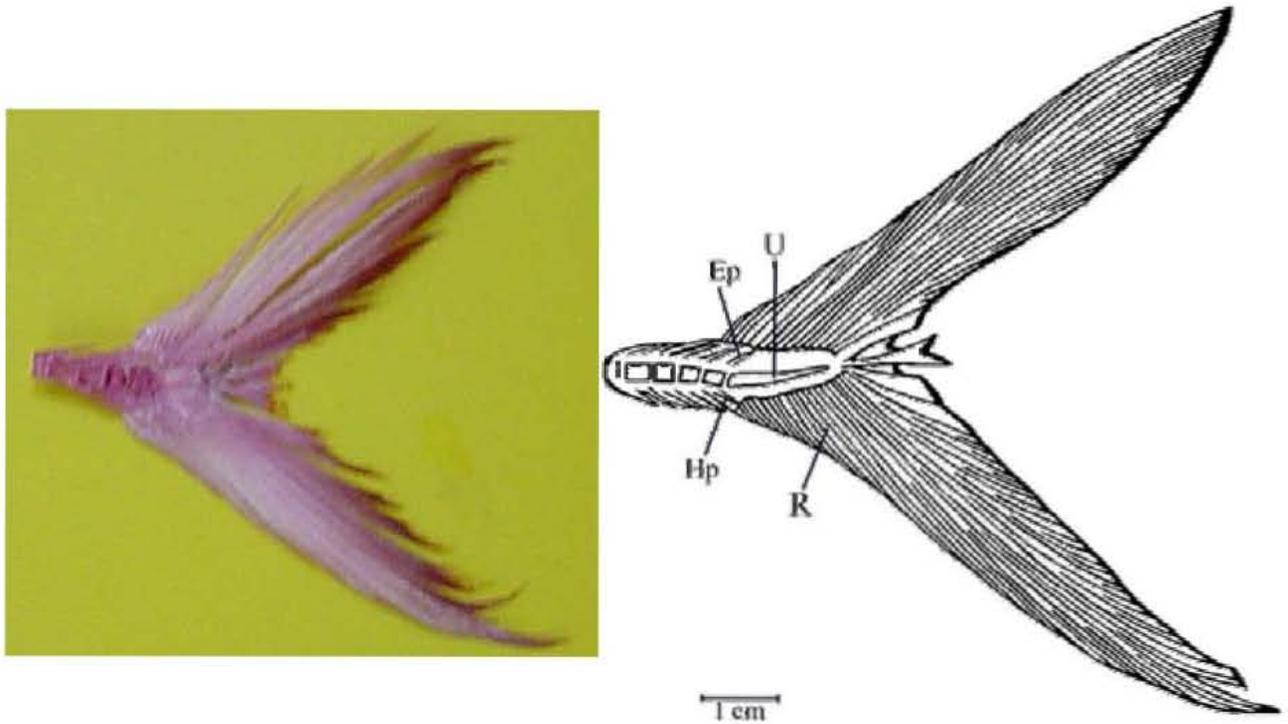


Figura 45. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Scomberomorus maculatus*. Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radiales; U, urostilo.

5.13.-*Paralichthys aestuarius*



5.13.1.-Características Generales

Paralichthys aestuarius Gilbert & Scofield, 1898

Clase: Actinopterygii (Fishbase, op. Cit.).

Orden: Pleuronectiformes (Fishbase, op. Cit.).

Familia: Paralichthyidae (Fishbase, op. Cit.) (Ver filogenia completa en apéndice 2).

Nombre común (inglés): Cortez flounder (Fishbase, op. Cit.).

Nombre común (español): Lenguado alabato (Fishbase, op. Cit.).

Ambiente: Demersal; salobre; marino; rango de profundidad- 44 m (Fishbase, op. Cit.).

Clima: Subtropical; 32°N - 24°N (Fishbase, op. Cit.).

Distribución: Pacífico: Baja California, México y Golfo de California (Fishbase, op. Cit.).

Biología: Habita fondos suaves de estuarios y hasta una profundidad de 44 m (Hensley, 1995).

Peligrosidad: Inofensivo. No se encuentra en la lista roja de la IUCN de especies en peligro (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias de *Paralichthys aestuarius* (Fishbase, op. Cit.).

Sinonimias	Autor	Categoría	Válido
<i>Paralichthys magdalenae</i>	Abbott, 1898	Nueva	No
<i>Paralichthys aestuarius</i>	Gilbert & Scofield, 1898	Original	Sí

5.13.2.-APÉNDICES PECTORALES

Cada apéndice está compuesto por el supracleitrum que se une dorsalmente al posttemporal y ventralmente al cleitrum. Este se extiende hacia la región rostral del organismo y tiene forma de "U". Ventralmente al cleitrum se encuentra unida la escápula y de la misma manera, el coracoides se encuentra en posición ventral a la escápula. Distalmente la escápula y el coracoides sirven como base para 4 radiales de la aleta pectoral. Los radiales son los huesos que sostienen a los 12 radios tipo lepidotrico de cada aleta pectoral (fig. 46).

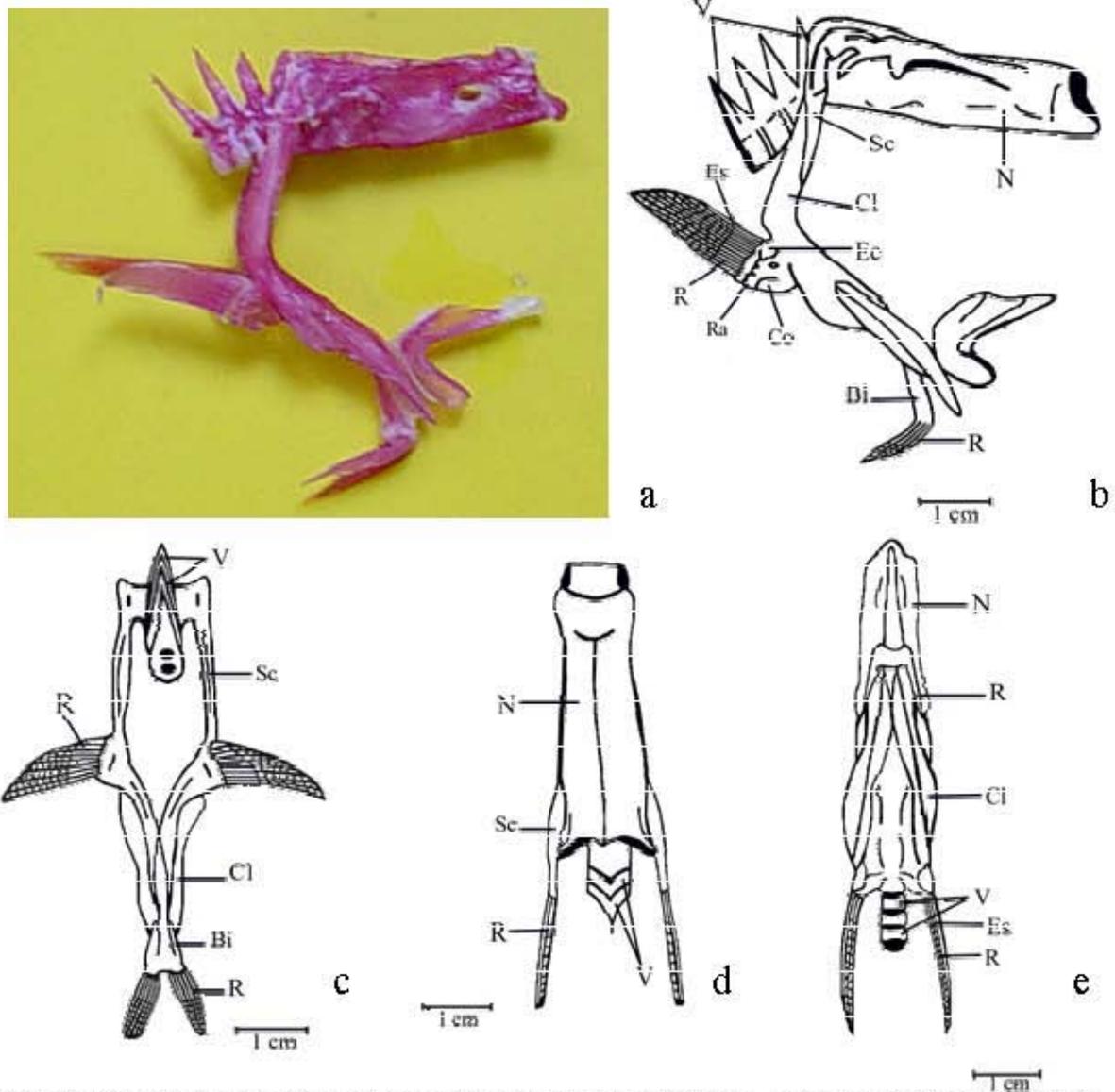


Figura 46. Muestra los apéndices pélvicos y pectorales de *Paralichthys aetnarius*, en: a) la fotografía en vista lateral derecha y los dibujos en vista: b) lateral derecha, c) caudal, d) dorsal, y e) ventral. Bi, barra isquiopúbica; Cl, cleitrum; Co, coracoides; Ec, escápula; N, neurocráneo; R, radios; Ra, radiales; Sc, supracleitrum; V, vértebras.

5.13.3.-APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos están compuestos por 5 radios tipo lepidotrico. Ambas aletas están sostenidas directamente sobre la región caudal de la barra isquiopúbica. Ésta barra está articulada por su extremo rostro-ventral al cleitrum de la cintura pectoral (fig. 46).

5.13.4.-ALETA CAUDAL

Está compuesta por 18 radios tipo lepidotrico que están sostenidos dorsalmente por 6 huesos epurales y ventralmente por 11 hipurales ambos separados por el urostilo (fig. 47).

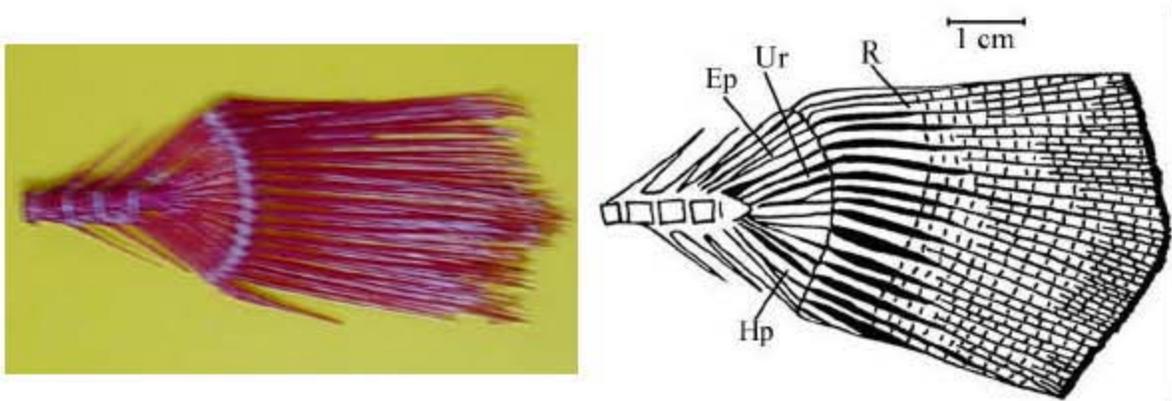


Figura 47. Muestra la fotografía y el dibujo de la aleta caudal de *Paralichthys aestivalis*. Las letras significan: Ep, epurales; Hp, hipurales; R, radios; U, urostilo.

6.-ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS

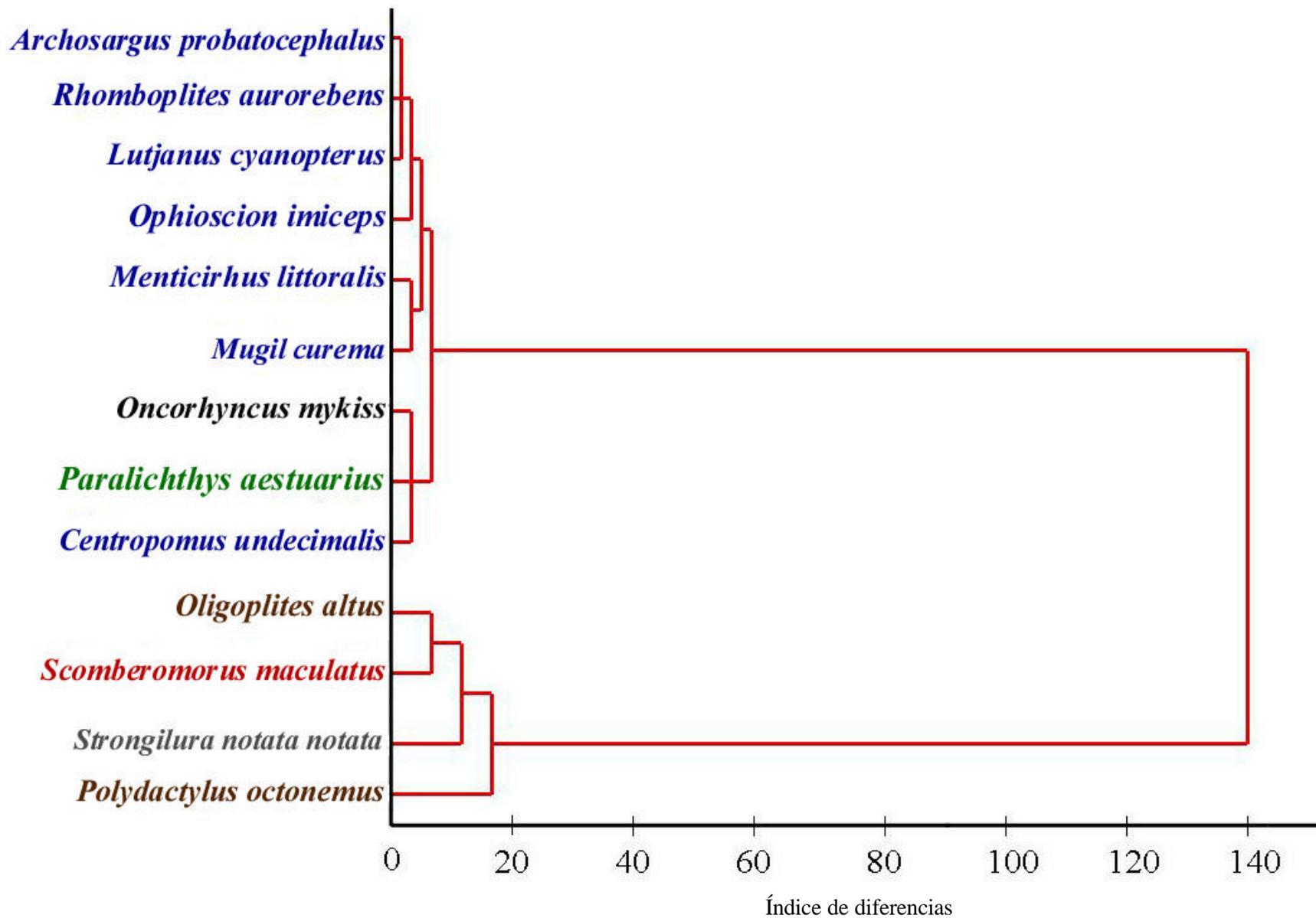
6.1- APÉNDICES PECTORALES

En el análisis de conglomerados de los apéndices pectorales se muestra que hay más semejanzas en las estructuras de *A. probatocephalus*, *R. aureobens*, *L. cyanopterus*, *O. imiceps*, *M. littoralis* y *M. curema* que utilizan el modo de nado labriforme y pertenecen al orden Perciformes con excepción de *Mugil curema* que pertenece al orden Mugiliformes. También muestran semejanzas *O. mykiss* nadador del modo subcarangiforme del orden Salmoniformes, *P. aestuarius* nadador del modo balistiforme del orden Pleuronectiformes y *C. undecimalis* nadador del modo labriforme del orden Perciformes que muestra semejanzas con el otro grupo que se forma. Éste grupo muestra más semejanzas entre *O. altus* nadador del modo carangiforme del orden Perciformes y *S. maculatus* nadador del modo thunniforme del orden Thunniniformes después con *S. notata notata* nadador del modo anguilliforme del orden Beloniformes y finalmente con *P. octonemus* nadador del modo carangiforme del orden Perciformes (dendrograma 1).

Los apéndices pectorales muestran relaciones entre las características encontradas y el modo de nado, pero no es constante, *O. mykiss*, *P. aestuarius* y *C. undecimalis* difieren en el modo de nado y al orden al cual pertenecen. Por otra parte el último grupo que se forma está compuesto por organismos que utilizan preferentemente el cuerpo o la aleta caudal en su modo de nado, pero difieren en el orden al que pertenecen. La relación que presentaron las especies aquí estudiadas fue al nivel de orden únicamente, por ello se mencionan.

En cuanto al número de elementos el dendrograma demostró que existen las siguientes semejanzas: *A. probatocephalus*, *R. aureobens* y *L. cyanopterus* presentaron la misma cantidad sólo el número de radios fué de 16 en las dos primeras especies y de 16 en *L. cyanopterus*. Así mismo *O. imiceps* presentó la misma cantidad de elementos a excepción de un radio tipo actinotrico y 5 radiales, no 4 como las tres primeras especies. *M. littoralis* y *M. curema* mostraron la misma cantidad de elementos óseos pero, *M. littoralis* presentó postcleitrum y un supracleitrum más. *O. mykiss*, *P. aestuarius* y *C. undecimalis* presentaron la misma cantidad de elementos óseos aunque la cantidad de radiales fué de

3 para *O. mykiss* y de 4 y 13 para las otras dos especies. Después *O. altus* y *S. maculatus* presentaron la misma cantidad de elementos óseos aunque *S. maculatus* presentó un radio tipo actinotrico, con 20 radios tipo lepidotrico y 2 radiales, mientras que *O. altus* presentó 29 radios tipo lepidotrico y 4 radiales, además de que no presentó un radio actinotrico. *S. notata notata* presentó 2 cleitrum, 11 radios tipo lepidotrico y sin radiales. *P. octonemus* presentó 11 radiales (basalias) y 24 radios tipo lepidotricos, además sus apéndices pectorales presentan una característica, ya que cada una está dividida en pectoral posterior y pectoral anterior. Esta es una característica que presentan algunas especies de peces que habitan los fondos y estuarios. Un aspecto importante es que los organismos que presentaron escapulacoracoides (fusión de la escápula+coracoides) se encuentran relacionados entre sí. Estas especies fueron *O. altus*, *S. maculatus*, *S. notata* y *P. octonemus*.

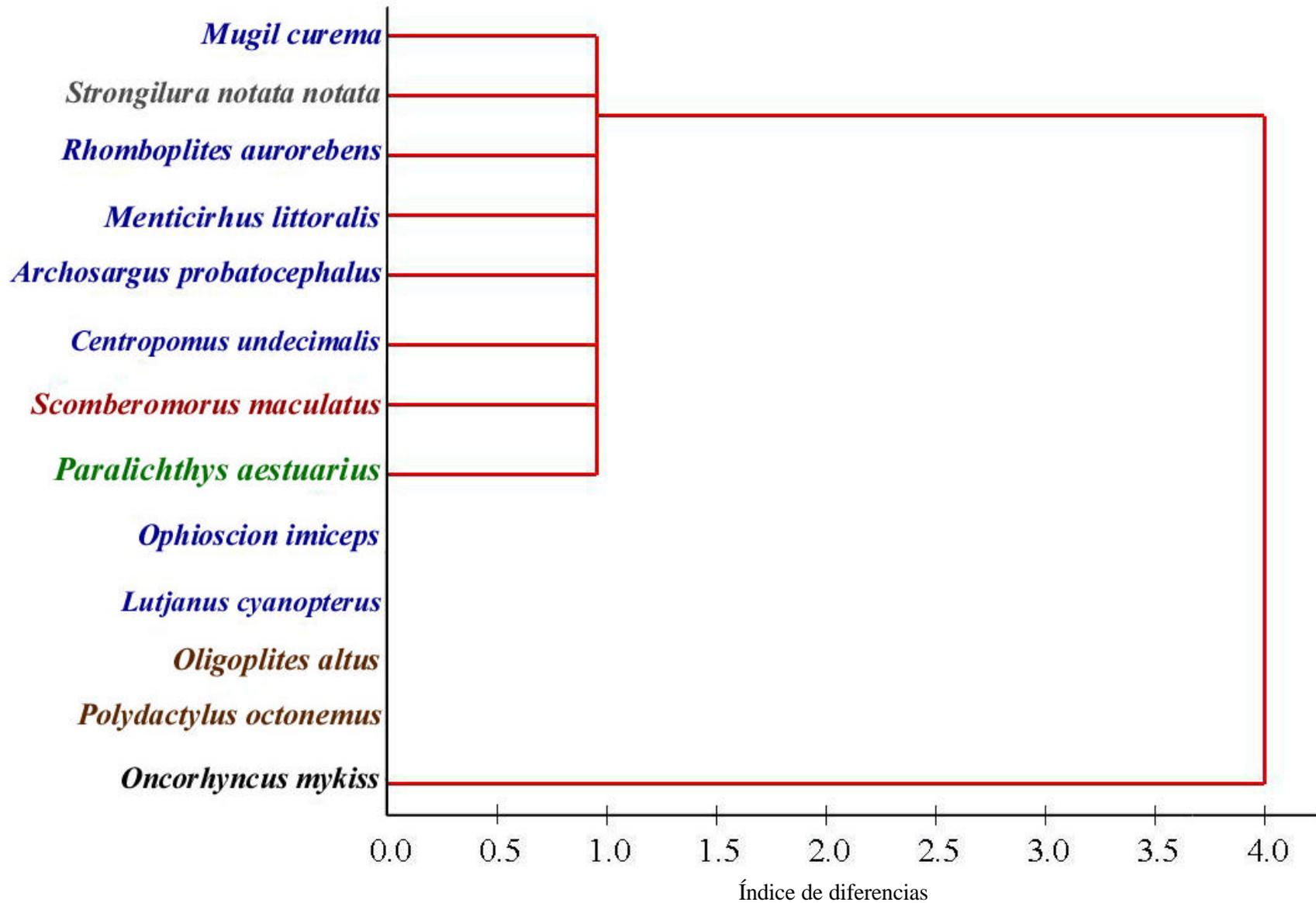


Dendrograma 1. Muestra el análisis de conglomerados de los apéndices pectorales. Los colores representan el modo de nado: azul, labriforme; café, carangiforme; gris, anguilliforme; negro, subcarangiforme; rojo thunniforme; verde, balistiforme.

6.2.-ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LOS APÉNDICES PÉLVICOS

Los apéndices pélvicos muestran semejanzas entre dos grupos uno formado por *M. curema* nadador del modo labriforme del orden Mugiliformes, *S. notata notata* nadador del modo anguilliforme del orden Beloniformes, *R. aurorebens*, *M. littoralis*, *A. probatocephalus*, *C. Undecimalis* nadadores del modo labriforme del orden Perciformes, *S. maculatus* nadador del modo thunniforme del orden Thunniniformes, y *P. aestuarius* nadador del modo balistiforme del orden Pleuronectiformes. El otro grupo está formado por *O. imiceps* y *L. cyanopterus*, ambos nadadores del modo labriforme del orden Perciformes, *O. altus*, y *P. octonemus* nadadores del modo carangiforme ambos del orden Perciformes y por último *O. mykiss* nadador del modo subcarangiforme del orden salmoniformes (dendrograma 2).

El análisis de conglomerados de los miembros pélvicos se dividió en dos grupos principales pero no mostró semejanzas en cuanto al modo de nado y al orden al que pertenecen. Tampoco mostró una variación estructural de los elementos que la componen, solo *M. curema* presentó una prolongación posterior que inicia en la barra isquípública la cual no está presente en las otras especies estudiadas en el presente trabajo. De la misma forma *S. maculatus* presentó dos prolongaciones anteriores y una posterior en la barra isquípública. Además el dendrograma para los apéndices pélvicos es el que menos información aporta.



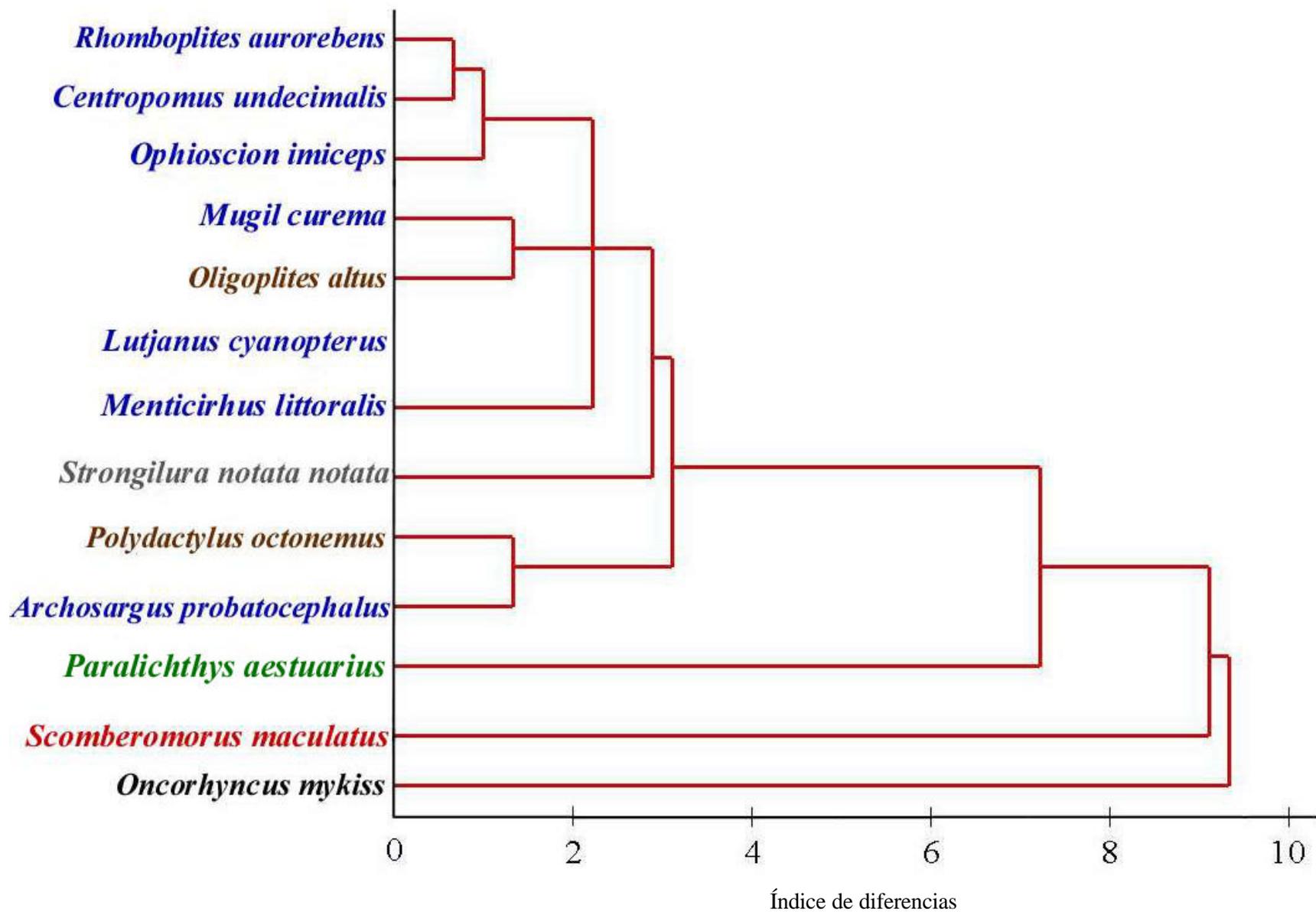
Dendrograma 2. Muestra el análisis de conglomerados de los apéndices pélvicos. Los colores representan el modo de nado: azul, labriforme; café, carangiforme; gris, anguilliforme; negro, subcarangiforme; rojo thunniforme; verde, balistiforme.

6.3.-ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS DE LA ALETA CAUDAL

Los resultados obtenidos de la aleta caudal muestran más semejanzas entre *R. aurorebens* y *C. undecimalis* luego con *O. imiceps* que a su vez presentan semejanzas con *M. curema*, que presentan el modo de nado labriforme y pertenecen al orden Perciformes, a excepción de *M. curema* que pertenece al orden Mugiliformes. Éste último muestra semejanzas con *O. altus* que muestra un tipo de nado carangiforme y pertenece al orden Perciformes. Después en orden decreciente de semejanzas esta *L. cyanopterus* y *M. littoralis* que presentan el modo de nado labriforme ambos se encuentran en el orden Perciformes y *S. notata notata* un nadador de modo anguilliforme del orden Beloniformes muy cercano con los Perciformes. Sigue, *P. octonemus* un nadador del modo carangiforme del orden Perciformes con *A. probatocephalus* un nadador labriforme pero del orden Perciformes y finalmente quienes muestran menos semejanza respecto a los demás son *P. aestuarius* nadador del modo balistiforme del orden Pleuronectiformes, *S. maculatus* nadador del modo thunniforme del orden Thunniniformes y *O. mykiss* nadador del modo subcarangiforme del orden Salmoniformes (dendrograma 3).

Las características del análisis de conglomerados de la aleta caudal presentan una relación entre las primeras cuatro especies en cuanto al modo de nado y orden al que pertenecen pero no existe la misma relación entre el resto de las especies.

En cuanto al número de elementos el dendrograma demostró que existen las siguientes semejanzas: *R. aurorebens* y *C. undecimalis* presentaron el mismo número de elementos aunque mostraron 25 y 26 radios tipo lepidotrico respectivamente. *O. imiceps* presentó el mismo número de epurales y un hipural más que las especies anteriores, así como 24 radios tipo lepidotrico. *M. curema* y *O. altus* presentaron 4 y 3 epurales, 7 y 6 hipurales, 26 y 27 radios tipo lepidotrico respectivamente. *L. cyanopterus* presentó 3 epurales, 5 hipurales y 24 radios tipo lepidotrico. *M. littoralis* presentó 3 epurales, 6 hipurales y 27 radios tipo lepidotrico. *S. notata notata* presentó 3 epurales, 5 hipurales y 21 radiales. *P. octonemus* y *A. probatocephalus* presentaron 3 y 4 epurales, 5 y 6 hipurales, 31 y 30 radios tipo lepidotrico respectivamente. *P. aestuarius* presentó 6 epurales, 11 hipurales y 18 radios tipo lepidotrico. *S. maculatus* presentó 4 epurales, 6 hipurales y 40 radios tipo lepidotrico. *O. mykiss* presentó 10 epurales, 13 hipurales y 39 radios tipo lepidotrico.



Dendrograma 3. Muestra el análisis de conglomerados de la aleta caudal. Los colores representan el modo de nado: azul, labriforme; café, carangiforme; gris, anguilliforme; negro, subcarangiforme; rojo thunniforme; verde, balistiforme.

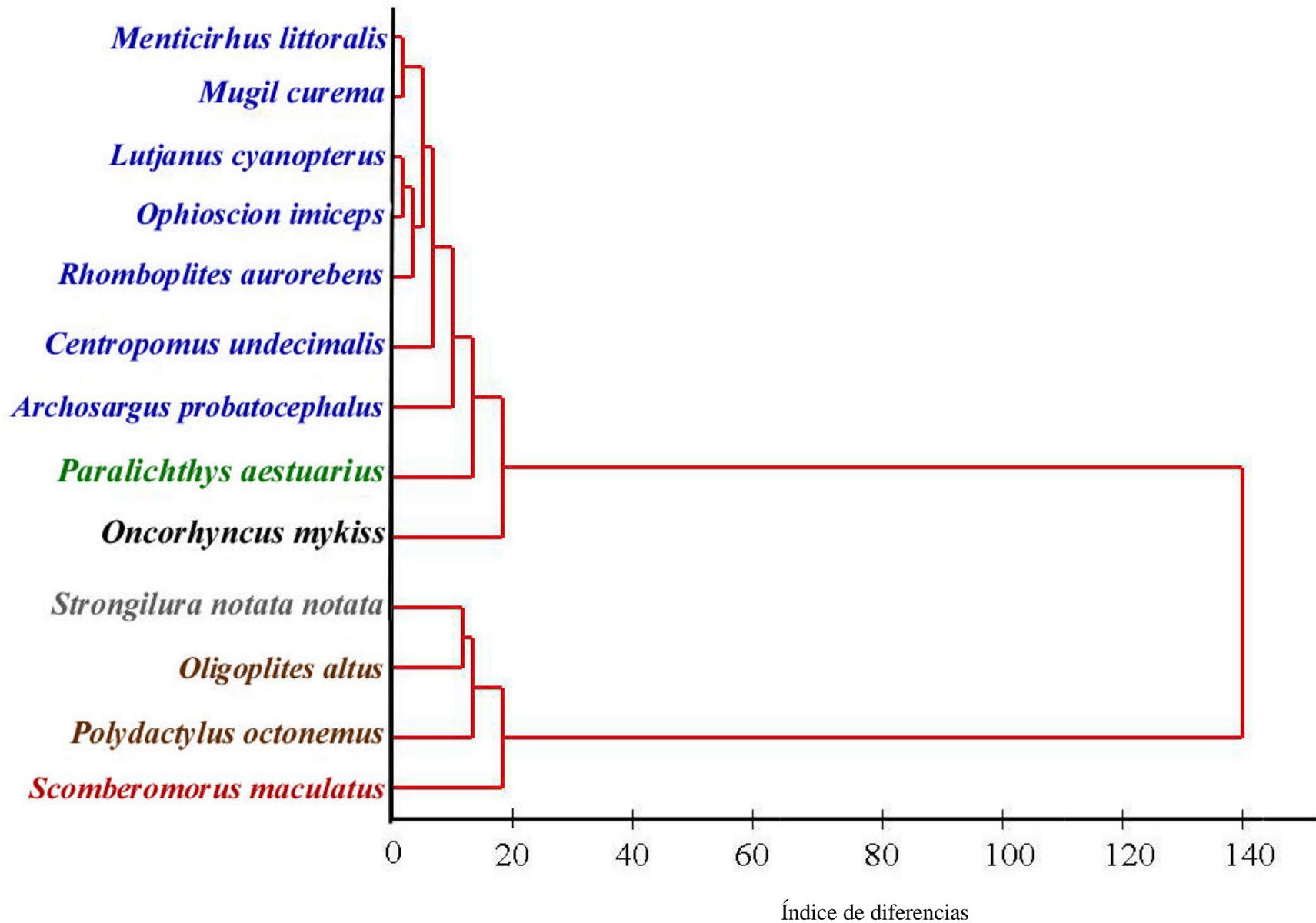
6.4.-ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS COMPLETO

El análisis de las tres aletas (completo) muestra mayores semejanzas entre *M. littoralis* y *M. curema* y estos con *L. cyanopterus*, *O. imiceps*, luego en orden decreciente de semejanzas está *R. aureobens* y *C. undecimalis*. *A. probatocephalus* todos nadadores del modo de nado labriforme además todos pertenecen al orden Perciformes a excepción de *M. curema* que pertenece al orden Mugiliformes. Éstos muestran semejanzas con *P. aestuarius* nadador del modo balistiforme del orden Pleuronectiformes y *O. mykiss* nadador del modo subcarangiforme del orden Salmoniformes que muestra semejanzas con el otro grupo que se forma. Éste muestra mayores semejanzas entre *S. notata notata* nadador del modo anguilliforme del orden Beloniformes, *O. altus* y *P. octonemus* nadadores del modo carangiforme del orden Perciformes. Luego con menos semejanza está *S. maculatus* nadador del modo thunniforme del orden Thunniniformes (dendrograma 4).

El análisis completo mostró una relación marcada entre el modo de nado ubicando a los organismos que presentan el modo labriforme relacionados entre sí en primer lugar. También los modos de nado que utilizan el cuerpo y la aleta caudal para desplazarse se ubicaron muy cercanos entre sí, igualmente quienes presentan el modo de nado carangiforme se encuentran cercanos entre sí.

Respecto al número de elementos el dendrograma demostró que existen las siguientes semejanzas: *M. littoralis* y *M. curema* presentan 2 y 1 supracleitrum, 1 y 0 postcleitrum, 1 y 0 radios tipo actinotrico, 5 y 7 hipurales, 27 y 26 radiales respectivamente. *R. aureobens* presentó 1 postcleitrum, 4 radiales, 16 radios tipo lepidotrico pectorales, 6 radios tipo lepidotrico pélvicos, 5 hipurales, y 25 radios tipo lepidotrico de la aleta caudal. *O. imiceps* y *L. cyanopterus* presentaron 5 y 1 radiales, 1 y 0 radios tipo actinotrico, 3 y 5 epurales, 5 y 6 hipurales respectivamente. *C. undecimalis* presentó 12 radios tipo lepidotrico pectorales, 5 radios tipo lepidotrico pélvicos, 1 radio tipo actinotrico, 26 radios tipo lepidotrico de la aleta caudal. *A. probatocephalus* presentó 16 radios tipo lepidotrico de la aleta pectoral, 4 epurales, 6 hipurales, 30 radios tipo lepidotrico de ala aleta caudal. *P. aestuarius* presentó 12 radios tipo lepidotrico pectorales, 6 epurales, 11 hipurales, 18

radios tipo lepidotrico de ala aleta caudal. *O. mykiss* presentó 3 radiales, 13 radios tipo lepidotrico pectorales, aleta pélvica dividida, 10 radios tipo lepidotrico de la aleta caudal. *S. notata notata* presento 2 cleitrum, 11 radios tipo lepidotrico pectorales, aleta pélvica dividida, 6 radios tipo lepidotrico de la aleta caudal. *O. altus* presentó 1 cleitrum, 4 radiales, 17 radios tipo lepidotrico, aleta pélvica no dividida, 5 radios tipo lepidotrico, 1 radio tipo actinotrico. *P. octonemus* presentó 1 cleitrum, 11 radios tipo lepidotrico, 24 radios lepidotrico pectorales, 5 radios tipo lepidotrico pélvicos, 1 radio actinotrico en los apéndices pélvicos, 5 hipurales, 31 radios tipo lepidotrico de la aleta caudal. *S maculatus* presentó 2 radiales, 20 radios tipo lepidotrico pectorales, 1 radio tipo actinotrico pectoral, 4 epurales, 6 hipurales, 40 radios tipo lepidotrico en la aleta caudal.



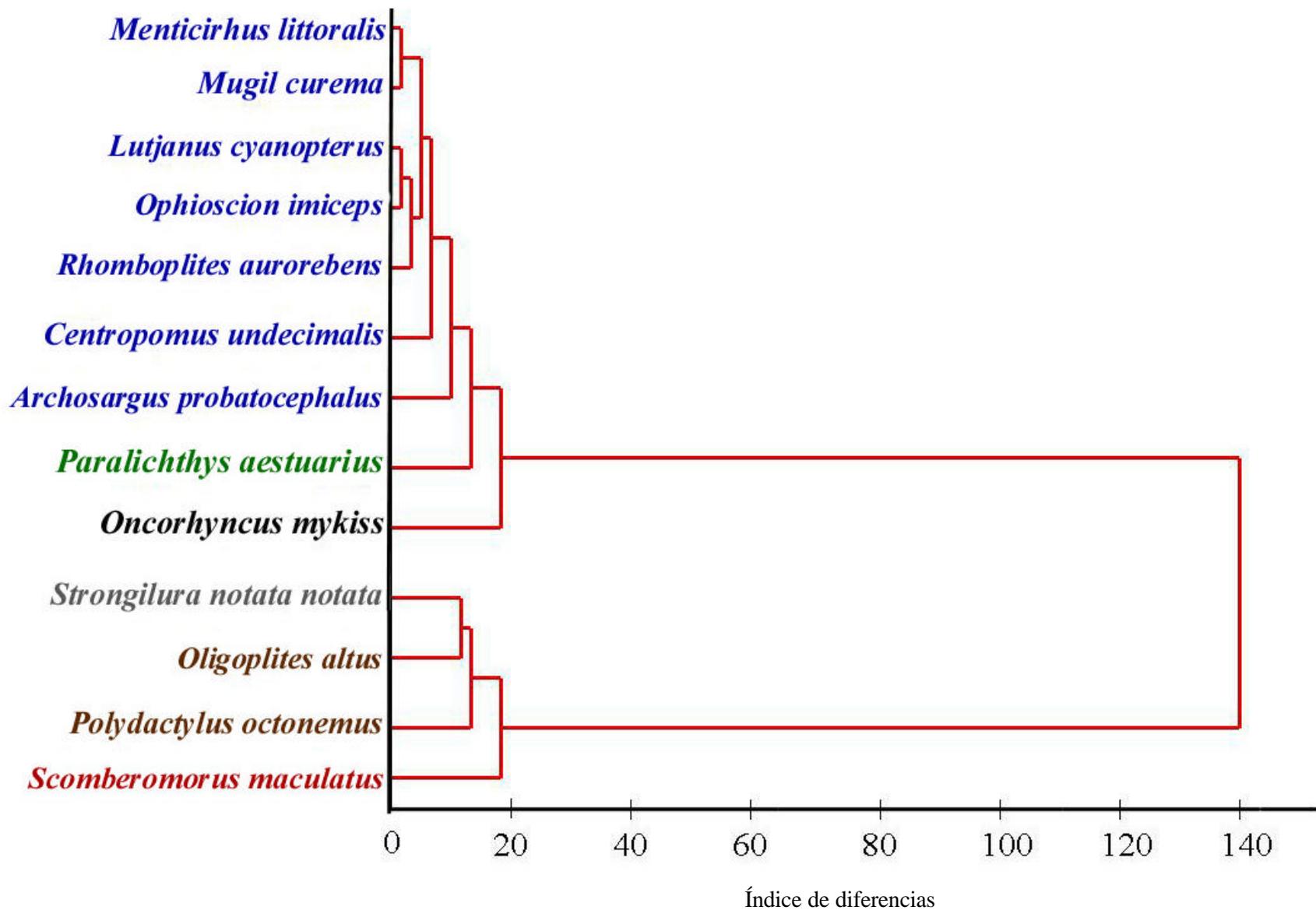
Dendrograma 4. Muestra el análisis de conglomerados completo (apéndices pectorales, pélvicos y aleta caudal). Los colores representan el modo de nado: azul, labriforme; café, carangiforme; gris, anguilliforme; negro, subcarangiforme; rojo thunniforme; verde, balistiforme.

6.5.-ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS EN CONJUNTO DE LOS APÉNDICES PECTORALES Y ALETA CAUDAL

Debido a que los apéndices pectorales y la aleta caudal son utilizados por algunas especies como órganos primarios de natación y a que los dendrogramas de ellos fueron los que mostraron mayores semejanzas en el modo de nado, se realizó un dendrograma de ellas (en conjunto) y el resultado fue exactamente el mismo al que se obtuvo del análisis de los apéndices pectorales, pélvicos y la aleta caudal (completo). Éste resultado junto con el del análisis de los apéndices pélvicos concuerda con la información de que las aletas pélvicas no tienen una función sobresaliente en la natación de los peces (Lagler, op. cit.).

El análisis de los apéndices pares y aleta caudal (completo) al igual que el de los apéndices pectorales y aleta caudal (en conjunto) mostraron que siete de las ocho especies pertenecientes al orden Perciformes presentaron el modo de nado labriforme, esto concuerda con lo mencionado por Lindsey (1978) y Blake (1983) sobre que este tipo de nado es el modo primario de locomoción para muchos taxones asociados al sustrato y es particularmente común entre el vasto grupo de peces Perciformes asociados a fondos rocosos y arrecifes de coral y a aguas bajas, donde la maniobra es esencial. Los otros modos de nado que presentaron las especies fueron: el nado balistiforme donde se utilizan las aletas impares (dorsal y anal) y el cuerpo, como es el caso de los lenguados (*P.aestuaris*) que utilizan este modo de nado en fondos y estuarios (Hensley, op. cit.); el modo carangiforme se encuentra en organismos rápidos que se localizan en lagos o mar abierto donde la locomoción es principalmente con ayuda de la aleta caudal como es el caso de la trucha (*O. mykiss*) o en organismos estuarinos como *O. altus* (Smith-Vaniz, op. cit.) y *P. octonemus* (Robins, op. cit.); el modo anguilliforme donde el cuerpo es utilizado principalmente para locomoción, éste modo de nado es encontrado en organismos de bahías y estuarios como *S. notata notata* (Robins y Ray, op. cit.); el modo thunniforme se encuentra en organismos muy rápidos, que presentan un pedúnculo estrecho y aleta caudal grande y rígida, éste modo de nado está presente en organismos de costas, bahías y de mar abierto como en los escómbridos (*S. maculatus*) (Collete y Naven, op. cit.).

Al parecer el mismo método de propulsión utilizado por los peces muestra morfología semejante lo que muestra un claro ejemplo de homoplasia y además parece relacionarse con el modo específico de vida de cada especie.



Dendrograma 5. Muestra el análisis de conglomerados en conjunto de los apéndices pectorales, y aleta caudal. Los colores representan el modo de nado: azul, labriforme; café, carangiforme; gris, anguilliforme; negro, subcarangiforme; rojo thunniforme verde; balistiforme.

7.-CONCLUSIONES

En relación con el esqueleto de los apéndices pares y aleta caudal de las diferentes especies de peces óseos evaluadas en el presente estudio, el análisis de conglomerados de los apéndices pectorales sobre las características aquí estudiadas dan evidencias suficientes para afirmar que existen semejanzas entre el tipo o modo de nado con el medio en el que viven los organismos.

Al igual que el análisis de la aleta caudal, pero sobre todo el análisis completo (apéndices pectorales, pélvicos y aleta caudal) y el análisis en conjunto de los apéndices pectorales y aleta caudal presentaron mayores semejanzas con el modo de nado, lo que refleja que la estructura de los apéndices pectorales y la aleta caudal tienen una clara relación con la función en el modo de nado. Así la aleta caudal aunque presenta una simetría externa en sus lóbulos dorsal y ventral exhibe una variedad estructural relacionada con la natación. De esta manera los apéndices pectorales y aleta caudal presentan una relación estrecha entre la forma y la función.

En tanto que la escasa variación de los elementos de los apéndices pélvicos no mostró las mismas semejanzas, además esto parece corroborar su nula función en la natación de los peces.

Los modos o tipo de nado que se encontraron en los organismos estudiados fueron anguilliforme, carangiforme, balistiforme, labriforme, subcarangiforme y thunniforme, con predominio del modo labriforme para los organismos pertenecientes al orden Perciformes.

En lo que respecta a los cinco dendrogramas cabe mencionar que ninguno concuerda con la filogenia establecida por Helsinki (2003).

Se sugiere para futuras investigaciones incluir a especies que presentan los modos de nado que en el presente trabajo no fueron tomados en cuenta, y de esta forma corroborar los resultados presentados.

8.-APÉNDICES

8.1.- DATOS MERÍSTICOS Y MORFOMÉTRICOS DE LAS 13 ESPECIES DE PECES (Lagler, 1984).

- a) Longitud total
- b) Longitud furcal
- c) Longitud patrón
- d) Altura mínima
- e) Altura máxima
- f) Longitud cefálica
- g) Diámetro interocular
- h) Longitud de la base de las aletas; dorsal (h1) y anal (h2)
- i) Número de escamas de la línea lateral
- j) Número de escamas de la serie transversal
- k) Número de radios duros y suaves de cada aleta; pectoral (k1), pélvica (k2), anal (k3), caudal (k4), dorsal (k5).
- l) Peso

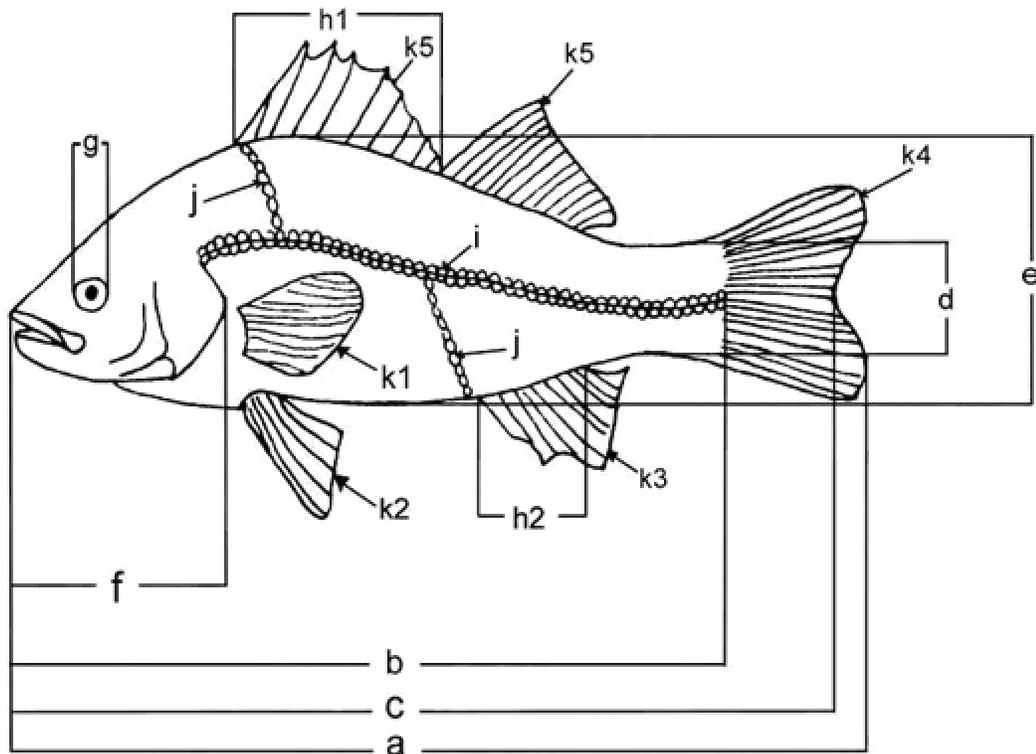


TABLA 1

DATO	<i>O. imiceps</i>	<i>S. maculatus</i>	<i>R. aureobens</i>	<i>A. probatocephalus</i>	<i>C. undecimalis</i>	<i>O. mykiss</i>
a)	36.5 cm.	41 cm.	27 cm.	25.5 cm.	25 cm.	30 cm.
b)	32 cm.	35.5 cm.	23 cm.	20 cm.	20.5 cm.	27.5 cm.
c)	36 cm.	36 cm.	25 cm.	23 cm.	22 cm.	29.5 cm.
d)	2.5 cm.	1.2 cm	3 cm.	2.5 cm.	1.8 cm.	2 cm.
e)	9.5 cm.	6 cm.	8 cm.	10 cm.	4.5 cm.	8 cm.
f)	9.5 cm.	7 cm.	7 cm.	5.5 cm.	4.8 cm.	5.5 cm.
g)	1.8 cm.	1.5 cm	1.5 cm	1.4 cm.	1.9 cm.	1 cm.
h1)	18 cm.	4 cm.	11.5 cm.	11.5 cm.	4 y 3 cm.	3.5 1 cm.
h2)	3 cm.	4 cm.	2.5 cm.	4 cm.	2.5 cm.	3 cm.
i)	96	192	49	48	112	227
j)	10 y 14	19 y 26	6 y 12	9 y 15	12 y 24	29 y 36
k1)	l (17)	l (20)	16	16	12	13
k2)	l (5)	5	6	l (5)	l (5)	10
k3)	9	14	3 (8)	3 (10)	12	14
k4)	24	40	25	30	29	39
k5)	39	14	13 (15)	12 (11)	12 y 8	1 (12)
l	504.6 gr	339.9 gr	276.5 gr	254.4 gr	124.1 gr	271.7 gr

TABLA 2

DATO	<i>L. cyanopterus</i>	<i>P. aestuarius</i>	<i>M. littoralis</i>	<i>P. octonemus</i>	<i>S. notata</i>	<i>M. curema</i>	<i>O. altus</i>
a)	24 cm.	27 cm.	28.5 cm.	20 cm.	43 cm.	33.5 cm.	33 cm.
b)	19 cm.	23.8 cm	25 cm.	15 cm.	40 cm.	28 cm.	28 cm.
c)	25 cm.	26.5 cm.	27.8 cm.	16 cm.	42 cm.	30.5 cm.	28.5cm.
d)	1.5 cm.	2 cm.	2 cm.	1.8 cm.	2.6 cm.	1.8 cm.	1 cm.
e)	7 cm.	9.5 cm.	5.5 cm.	4 cm.	3.2 cm.	7 cm.	8 cm.
f)	7 cm.	6 cm.	7.2 cm.	4 cm.	14.7 cm.	6 cm.	7 cm.
g)	1.6 cm.	0.4 cm.	1.2 cm.	1.2 cm.	1.3 cm.	1.7 cm.	1.7 cm
h1)	9.5 cm.	18.3 cm.	5 cm.	1.5 cm.	4.7 cm.	3 y 13 cm.	14 cm.
h2)	3.5 cm.	15.2 cm.	2.8 cm.	3 cm.	4.6 cm.	3.8 cm.	8 cm.
i)	54	112	92	52	130	0	106
j)	8 y 16	33 y 25	6 y 12	6 y 12	7 y 12	0	30 y 49
k1)	17	12	20	24	11	20	17
k2)	l (5)	5	l (6)	l (5)	6	5	l (5)
k3)	14	68	6 (1)	11	14	11	20
k4)	24	18	27	31	21	26	27
k5)	26	88	24 (10)	11 (5)	15	8 (4)	20
l)	173.6 gr	196.3 gr	206.1 gr	62.3 gr	109 gr	349.7 gr	373.1 gr

Tabla 1 Y 2. Datos merísticos de las 13 especies de peces estudiadas. Las letras de la izquierda se explican en la página anterior.

8.2.-APÉNDICE 2 FILOGENIA ESTABLECIDA PARA LAS 13 ESPECIES ESTUDIADAS. Tomado de Helsinki, 2003.

PHYLUM: CHORDATA

`-- SUBPHYLUM: VERTEBRATA (CRANIATA)

 `-- SUPERCLASE: GNATHOSTOMATA

 `-- CLASE: ACTINOPTERYGII

 `-- SUBCLASE: NEOPTERYGII

 `-- DIVISIÓN: TELEOSTEI

 `-- SUBDIVISIÓN: EUTELEOSTEI

 | `-- SUPERORDEN: PROTACANTHOPTERYGII

 | `-- ORDEN: SALMONIFORMES

 | `-- FAMILIA: **Salmoninae**

 | `-- *Rhabdofario mykiss* Walbaum, 1792 [*Salmo gairdneri*] *Oncorhynchus mykiss*

 `--o SUBDIVISIÓN: NEOGNATHI

 `-- SUPERORDEN: ACANTHOPTERYGII

 `-- ORDEN: MUGILOFORMES

 | `--o FAMILIA: **Mugilidae**

 | `-- *Mugil curema* Valenciennes, 1836

 `--o SERIE: ATHERINOMORPHA

 | `---- ORDEN: BELONIFORMES

 | |-- FAMILIA: **Belonidae**

 | |-- *Strongylura notata notata* Poey, 1860

 `--o SERIE: PERCOMORPHA

 `--o== ORDEN: PERCIFORMES

 | | |-- FAMILIA: **Centropomidae**

 | | |-- *Centropomus undecimalis* Bloch, 1792

 | | |-- FAMILIA: **Carangidae**

 | | |-- *Oligoplites altus* Günther, 1868

 | | |-- FAMILIA: Lutjanidae

 | | |-- *Lutjanus cyanopterus* Cuvier, 1828

 | | |-- *Rhomboplites aureobens* Cuvier, 1829

 | | |-- FAMILIA: Sparidae

 | | |-- *Archosargus probatocephalus* Walbaum, 1792

 | | |-- FAMILIA: Polynemidae

 | | |-- *Polydactylus octonemus* Girard, 1858

 | | `-- FAMILIA: Sciaenidae

 | | |-- *Menticirrhus littoralis* Holbrook, 1855

 | | |-- *Ophioscion imiceps* Jordan & Gilbert, 1882

 | `-- ORDEN: THUNNINIFORMES

 | `-- FAMILIA: Scombridae

 | `-- *Scomberomorus maculatus* Mitchill, 1815

 `-- ORDEN: PLEURONECTIFORMES

 `-- FAMILIA: Paralichthyidae

 `-- *Paralichthys aestuarius* Gilbert & Scofield, 1898

8.3.-APÉNDICE 3 ELEMENTOS PRESENTES EN LAS ALETAS

APÉNDICES PECTORALES

ESPECIE	Escápula	Coracoides	Cleitrum	Supracleitrum	Postcleitrum	Radiales	Radios	Espinas
<i>O. mykiss</i>	1	1	1	1	0	3	13	0
<i>L. cyanopterus</i>	1	1	1	1	0	4	17	0
<i>P. aestivalis</i>	1	1	1	1	0	4	12	0
<i>M. littoralis</i>	1	1	1	2	1	4	20	0
<i>P. octonemus</i>	½	½	1	1	0	11	24	0
<i>S. notata notata</i>	½	½	2	1	0	0	11	0
<i>M. curema</i>	1	1	1	1	0	4	20	0
<i>O. imiceps</i>	1	1	1	1	0	5	17	1
<i>O. altus</i>	½	½	1	1	0	4	17	0
<i>S. maculatus</i>	½	½	1	1	0	2	20	1
<i>R. aurorebens</i>	1	1	1	1	1	4	16	0
<i>A. probatocephalus</i>	1	1	1	1	0	4	16	0
<i>C. undecimalis</i>	1	1	1	1	0	4	12	0

Tabla 3. Muestra el número de elementos presentes de los apéndices pectorales que se incluyeron en el análisis de conglomerados.

APÉNDICES PÉLVICOS

ESPECIE	NO DIVIDIDA	RADIOS	ESPINAS
<i>O. mykiss</i>	0	10	0
<i>L. cyanopterus</i>	1	5	1
<i>P. aestuarius</i>	1	5	0
<i>M. littoralis</i>	1	6	1
<i>P. octonemus</i>	1	5	1
<i>S. notata notata</i>	0	6	0
<i>M. curema</i>	1	6	0
<i>O. imiceps</i>	1	5	1
<i>O. altus</i>	1	5	1
<i>S. maculatus</i>	1	5	0
<i>R. aurorebens</i>	1	6	0
<i>A. probatocephalus</i>	1	5	1
<i>C. undecimalis</i>	1	5	1

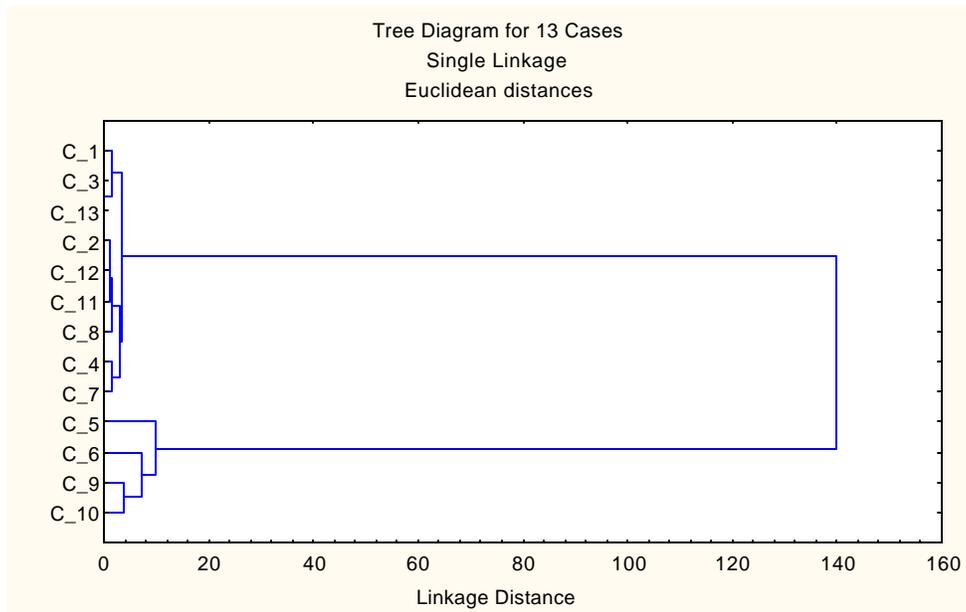
Tabla 4. Muestra el número de elementos presentes en los apéndices pélvicos que se incluyeron en el análisis de conglomerados.

ALETA CAUDAL

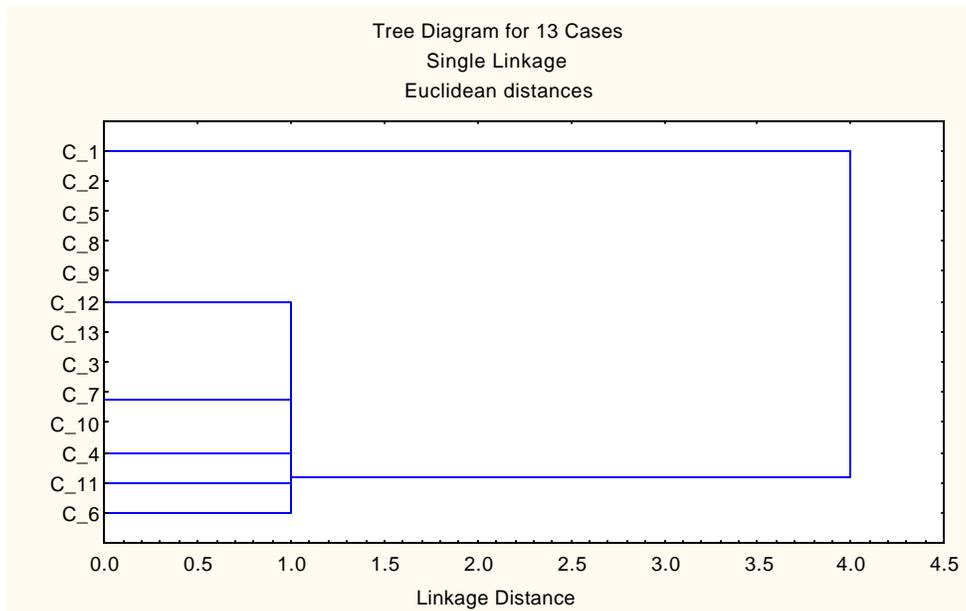
ESPECIE	EPURALES	HIPURALES	RADIOS
<i>O. mykiss</i>	10	13	39
<i>L. cyanopterus</i>	3	5	24
<i>P. aestuarius</i>	6	11	18
<i>M. littoralis</i>	3	6	27
<i>P. octonemus</i>	3	5	31
<i>S. notata notata</i>	3	5	21
<i>M. curema</i>	4	7	26
<i>O. imiceps</i>	5	6	24
<i>O. altus</i>	3	6	27
<i>S. maculatus</i>	4	6	40
<i>R. aurorebens</i>	5	5	25
<i>A. probatocephalus</i>	4	6	30
<i>C. undecimalis</i>	5	5	26

Tabla 5. Muestra el número de elementos presentes en la aleta caudal que se incluyeron en el análisis de conglomerados.

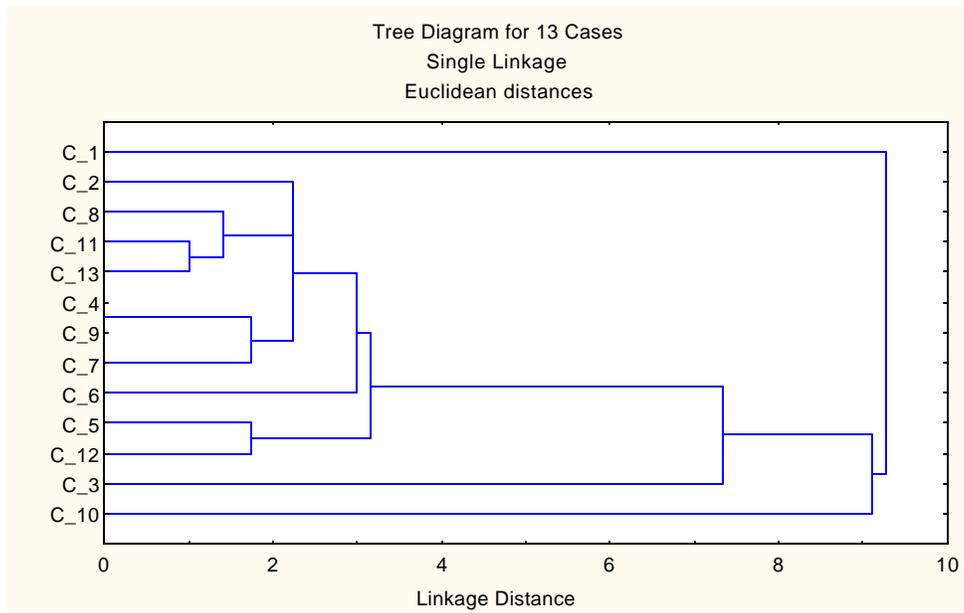
8.4.-APÉNDICE 4 ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS



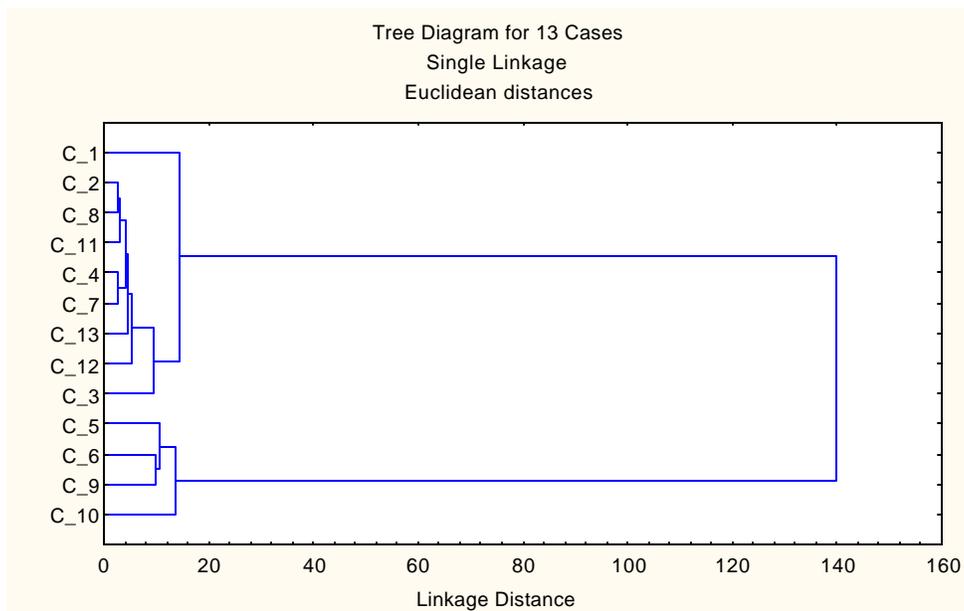
Gráfica 1. Muestra el análisis de conglomerados (cluster) de los apéndices pectorales de las 13 especies. El orden de las especies y datos son los mismos que aparecen en el apéndice 3.



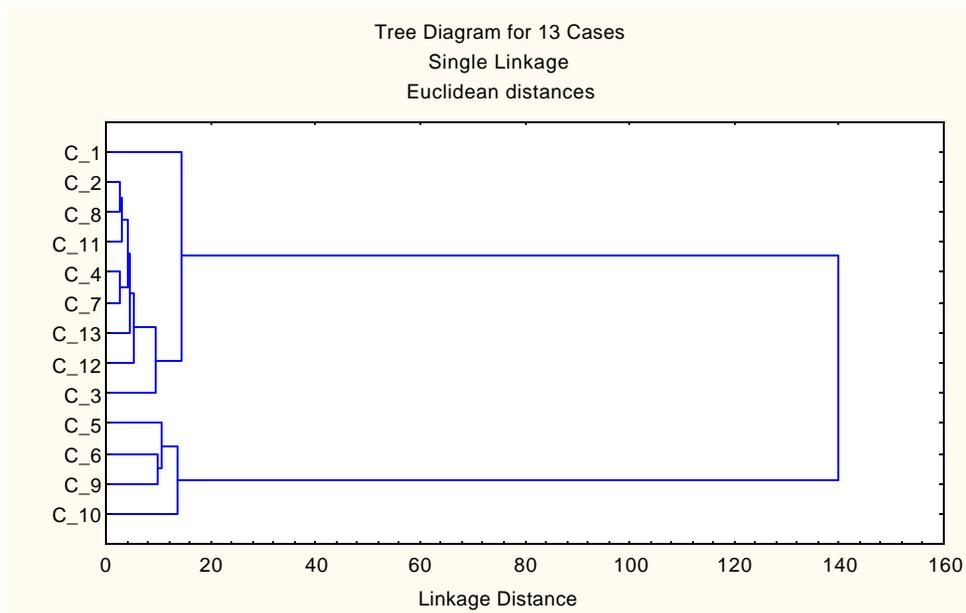
Gráfica 2. Muestra el análisis de conglomerados (cluster) de los apéndices pélvicos de las 13 especies. El orden de las especies y datos son los mismos que aparecen en el apéndice 3.



Gráfica 3. Muestra el análisis de conglomerados (cluster) de la aleta caudal de las 13 especies. El orden de las especies y datos son los mismos que aparecen en el apéndice 3.



Gráfica 4. Muestra el análisis de conglomerados (cluster) de los apéndices pectorales, pélvicos, y aleta caudal (completa) de las 13 especies. El orden de las especies y datos son los mismos que aparecen en el apéndice 3.



Gráfica 5. Muestra el análisis de conglomerados (cluster) en conjunto de los apéndices pectorales y aleta caudal de las 13 especies. El orden de las especies y datos son los mismos que aparecen en el apéndice 3.

9.-BIBLIOGRAFÍA CITADA

Allen, G.R., 1985. FAO species catalogue. Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. 6(125): Pag. 72.

Alvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Inst, Nac. de Inv. Bio-pesqueras, Comisión Nal. Consultiva de Pesca. Sria de Industria y Comercio, México. Pg 166.

Arratia, G., Schultze, H-P. y Casciotta, J. 2001. Vertebral column and associated elements in dipnoas and comparsion with other fishes: development and homology. J.Morphology. 250: 101-172.

Castro-Aguirre, J. 1978. Catalogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca. México. Pg 299.

Chao, L.N. 1995. Sciaenidae. Corvinas, barbiches, bombaches, corvinatas, corvinetas, corvinillas, lambes, pescadillas, roncachos, verrugatos. Pp. 1427-1518. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) Guia FAO para identificacion de especies para los fines de la pesca. Pacifico Centro-oriental. Volumen1. Pag. 1484.

Chiasson, R. 1980. Laboratory anatomy of the perch. 3°ed. W. M. C. Brown Company Publishers. U. S. A. Pp 67.

Coates, M. I. y Cohn, M. J. (1998). Fins, limbs, and tails: outgrowths and axial patterning in vertebrate evolution. BioEssays 20, 371-381.

Coates, M. I. y Cohn, M. J. (1999). Vertebrate axial and appendicular patterning: the early development of paired appendages. Am. Zool. 39: 676- 685.

Collette, B.B. y Nauen, C.E. 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fish. Synop. 2(125). 137 p.

Dickson, H. y Moore, R. 1977. Fishes of the Gulf of Mexico. Texas Louisiana and Adjacent waters. Texas A. & M. University Press. Texas. Pg. 327.

Dingerkus, G. y Uhler, LD. 1977. Enzyme clearing of alcian blue stained whole small vertebrates for demonstration of cartilage. Stain Technology. 52 (4): 299-232.

Diogo, R., Oliveira, C. y Chardon, M. 2001. On the osteology and myology of catfish pectoral girdle, with a reflection on catfish (Teleostei: siluriformes) plesiomorphies. J. Morphology. 249: 100-125.

Drucker, E.G. y Jensen, J.S. 1996. Pectoral fin locomotion in the striped surfperch: 1. Kinematics effects of swimming speed and body size. The Journal of Experimental Biology. 199: 2235-2242.

Espinosa, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. Ciencias. No. especial: 77-84.

Faustino, M. y Power, D.M. 1998. Development of osteological structures in the sea bream: vertebral column and caudal fin complex. Journal of Fish Biology. 52: 11-22.

Faustino, M. y Power, D.M. 1999. Development of the pectoral, pelvic, dorsal and anal fins in cultured sea bream. Journal of Fish Biology. 54: 1094-1110.

Gall, G.A.E. y P.A. Crandell, 1992. The rainbow trout. Aquaculture 100:1-10.

Géraudie J. y Meunier F-J. 1980. Elastoidin actinotrichia in coelacanth fins: a comparison with teleosts. Tissue Cell. 12: 637-645.

Gibbs, W. 2002. La extinción de las especies. Investigación y ciencia. No.304. Pp.53-56.

Goodrich, E. 1904. On the dermal fin-rays of fishes living and extinct. Q.J. Microsc. Sci. 47: 465-522.

Gordon, M.S., Plaut, I. y Kim, D. 1996. How puffers (Teleostei: Tetraodontidae) swim. Journal of Fish Biology. 49: 319-328.

Haines, L. y Currie, P. 2001. Morphogenesis and evolution of vertebrate appendicular muscle. J. Anat. 199: 205-209.

Helfman, G., Collette, B., y Facey, D. 1997. The diversity of fishes. Blackwell Science. Pp. 101-108.

Hensley, D.A., 1995. Paralichthyidae. Lenguados. Pp. 1349-1380. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) Guia FAO para Identification de Especies para lo Fines de la Pesca. Pacifico Centro-Oriental. 3 Vols. FAO, Rome. Pag. 1373.

Hildebrand, M. 1991. Anatomía y embriología de los vertebrados. Limusa. México. Pp. 218-220.

Hollister, G. 1934. Clearin and dyeing fish for bone study. Zoologica. 12 (10): 89-99.

<http://www.fmnh.helsinki.fi/users/haaramo/Metazoa/Deuterostoma/Chordata/Actinopterygii/Teleostei.htm>.2003

<http://www.fishbase.org>. 2003

Instituto Nacional de Pesca. 1976. Catálogo de peces marinos mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio. México. Pg. 132.

Jeffery, J.E. 2001. Pectoral fins of Rhizodontids and the evolution of pectoral appendages in the tetrapod stem-group. *Biological Journal of the Linnean Society*. 74: 217-236.

Koumoundourous, G. y Gagliardi, F. 1997. Normal and abnormal development of caudal fin *Sparus aurata* L. Fry. *Aquaculture*. 149: 215-226.

Koumoundourous, G., Divanach, P. and Kentourí, M. 2001. The effect of rearing conditions on development of saddleback syndrome and caudal fin deformities in *Dentex dentex* (L.). *Aquaculture*. 200: 285-304.

Lagler, K. 1984. *Ictiología*. AGT editor. México. Pp 67-172.

Lauder, G. 2000. Pectoral of the caudal fin during locomotion in fishes: kinematics, flow visualization, and evolutionary patterns. *J. Amer. Zool.* 40: 101-122.

Mabee, P.M. 2000. Development data and phylogenetic systematics: evolution of the vertebrate limb. *Amer. Zool.* 40: 789-800.

Marí-Beffa, M., Palmquist, P., Marín-Giron, F., Montes, G.S. y Becerra, J. 1999. Morphometric study of the regeneration of individual rays in teleosts tail fins. *Journal of Anatomy*. 195: 393-405.

Márquez, A. 1997. *Manual de ictiología*. UNAM. México. Pp.17-25.

Murciano, C. y Ruiz, J. 2001. Ray and inter-ray blastemas interact to control bifurcations of *Danio rerio* fin rays. *Int. J. Dev. Biol.* 45: S129-S130.

McGonnell, I. 2001. The evolution of the pectoral girdle. *J.Anat.* 1999: 189-194.

Nelson, J.S. 1984. *Fishes of the world*. John Wiley and Sons. 2nd. P 523.

Oliveira, R.D., Vandewalle, P. y Chardon, M. 2001. Osteology and myology of the cephalic region and pectoral girdle of *Plotosus lineatus*, with comments on Plotosidae (Teleostei: siluriformes) autapomorphies. *Journal of Fish Biology*. 59: 243-266.

Robins, C.R. y G.C. Ray, 1986. A field guide to Atlantic coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. Pag. 187.

Romer, A. y Parsons, T. 1981. Anatomía comparada. Interamericana. México. Pp 134-146.

Rosenberger, L. 2001. Pectoral fin locomotion in batoid fishes: undulation versus oscillation. *J. Experimental Biology*. 204: 379-394.

Sfakiotakis, M., Lane, D., y Davies, B. 1999. Review of fish swimming modes for aquatic locomotion. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*. 24(2): 237-252.

Smith-Vaniz, W.F., 1995. Carangidae. Jureles, pámpanos, cojinúas, zapateros, cocineros, casabes, macarelas, chicharros, jorobados, medregales, pez pilota. p. 940-986. In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) *Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. 3 Vols. FAO, Rome. Pag. 970.

Tabin, C., Carroll, S. y Panganiban, G. 1999. Out on a limb: Parallels in vertebrate and invertebrate limb patterning and the origin of appendages. *Amer. Zool.* 39: 650-663.

Tabin, C. y Laufer, E. (1993). Hox genes and serial homology. *Nature* 361, 692-693.

Tamura, K. 2001. Evolutionary aspects of positioning and identification of vertebrate limbs. *J. Anat.* 199: 195-204.

Tolley, S.G. y Torres, J.J. 2002. Energetics of swimming in juvenile common snook, *Centropomus undecimalis*. *Environmental Biology of Fishes*. 63: 427-433.

Torrey, 1983. Morfogénesis de los vertebrados. Limusa. 3ª. México. 265-266.

Webb, PW. 1984. Forma y función en la locomoción de los peces. *Investigación y Ciencia*. 96: 46-58.