



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

BIOLOGÍA

COMPARACIÓN OSTEOLÓGICA DEL CRÁNEO DE MEMBRANA  
DE DOS ESPECIES DE RÓBALOS (PERCIFORMES:  
CENTROPOMIDAE) DE LAGUNA GRANDE, VERACRUZ.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

ZERMEÑO HERRERA NORMA GABRIELA



DIRECTOR DE TESIS  
M. en C. ERNESTO MENDOZA VALLEJO

CD. DE MÉXICO A NOVIEMBRE DEL 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

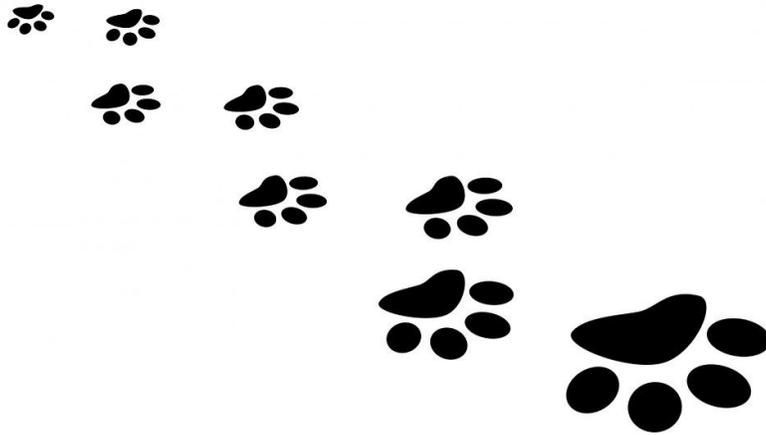


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



## Dedicatoria

*Para mi amado Allen, a quien extraño con todo mi corazón, gracias mi pequeño, no estaría aquí sin ti., Te Amo.*

*A mi pequeño Tobí, por darme tanta alegría y fuerza para seguir adelante, Te Amo.*

*A Alexis por ser la persona más importante en mi vida y mi mayor impulso.*



# AGRADECIMIENTOS

*Agradezco profundamente a mi madre Norma Angélica Herrera por haberme apoyado hasta el final y por haber priorizado mi bienestar sobre el suyo, Te Amo mamá.*

*A mi tío Daniel Herrera quién siempre me impulso y tuvo confianza en mí a pesar de todo, gracias por apoyarme y creer en mí.*

*A mi wewes Guadalupe por quererme y consentirme y a mi abuelo Jorge por sus consejos.*

*A mis primos Fany y Alejandro que siempre han estado a mi lado en las buenas y en las malas, por hacerme reír y darme fuerza en los tiempos difíciles, los amo.*

*A mis tías Pilar y Silvia por su apoyo incondicional y su cariño.*

*A Enrique por preocuparse siempre por mí y por su amistad.*

*A mis amigos incondicionales y amados que me han acompañado en cada paso, Irving, Diana, Héctor, Paola, Hugo, gracias.*

*A Alexis a quien agradezco su cariño, sus consejos, su apoyo y los buenos momentos, por ser mi mayor impulso y por estar a mi lado.*

*Quiero agradecer especialmente al Maestro Ernesto Mendoza Vallejo por su paciencia y enseñanzas, por su apoyo, sus consejos y sobre todo por su amistad, más que un profesor usted siempre ha sido como un padre para sus alumnos.*

*A la profesora Catalina Machuca por su apoyo y su amistad.*

*A mis sinodales, M. en C. Mitsui Saito Quezada, Dr. Guillermo Blancas Arroyo, Biol. Roberto Cristóbal Guzmán y al Dr. José Luis Gómez Márquez, les agradezco por su apoyo y el tiempo brindado en este proceso.*

*Finalmente agradezco a mi segunda casa la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde he pasado la mejor etapa de mi vida.*

<b>INDICE</b>	
	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Planteamiento del problema.....	3
Antecedentes.....	4
Marco teórico.....	7
Descripción taxonómica de <i>Centropomus</i> .....	9
Descripción taxonómica de <i>C. undecimalis</i> .....	11
Descripción taxonómica de <i>C. parallelus</i> .....	13
Osteología.....	15
Hipótesis.....	18
Justificación.....	18
Objetivo General.....	19
Objetivos particulares.....	19
Área de estudio.....	20

Material y Método.....	22
Fase de campo.....	22
Fase de laboratorio.....	22
Diafanización.....	25
Obtención de las estructuras de las series opercular y mandibular.....	28
Descripción y comparación de las estructuras óseas.....	28
Resultados.....	29
Descripción de la osteología de <i>C. undecimalis</i> .....	29
Descripción de la osteología de <i>C. parallelus</i> .....	48
Análisis comparativo.....	68
Análisis comparativo de <i>C. undecimalis</i> .....	69
Análisis comparativo de <i>C. parallelus</i> .....	74
Análisis comparativo entre <i>C. undecimalis</i> y <i>C. parallelus</i> .....	79
Discusión.....	89
Conclusión.....	97
Referencias bibliográficas.....	98



## RESUMEN

Róbalo es el nombre común con el que se conoce a los miembros de la familia Centropomidae. Representan a un pequeño grupo basal de peces percoideos de origen marino, endémicos de las costas tropicales y subtropicales del continente americano. Las especies de este género son consideradas como un grupo homogéneo y compacto por poseer una morfología bastante similar, lo que ha dificultado la correcta identificación de sus especies, por lo que se realizó la comparación osteológica del cráneo de membrana de las especies *Centropomus parallelus* y *Centropomus undecimalis*, con el fin de reconocer las variaciones existentes en estructuras de la serie opercular y parte de la serie mandibular en tallas similares a través de su desarrollo y entre ambas especies. Se colectaron ejemplares de *C. undecimalis* y *C. parallelus* en el sistema Laguna Grande - Chica, Veracruz, los muestreos se realizaron mensualmente de agosto del 2015 a febrero del 2016. Se utilizaron tres tallas para ambas especies y, 5 ejemplares para cada talla, procediendo con la técnica de diafanización. Las variaciones morfológicas encontradas en la osteología del cráneo de membrana fueron significativas, principalmente en el opérculo, subopérculo y preopérculo. Dichas variaciones permitieron la discriminación entre ambas especies, desde su etapa juvenil hasta la etapa adulta.

## INTRODUCCIÓN

Los róbalo, como se les conoce comúnmente a los miembros de la familia Centropomidae representan a un pequeño grupo basal de peces percoideos de origen marino, endémicos de las costas tropicales y subtropicales del continente americano que por su ciclo de vida tienen una alta dependencia a ambientes estuarinos mostrando gran tolerancia a fluctuaciones de salinidad (Vergara-Chen, 2014).

En la actualidad la familia está representada por un solo género, *Centropomus* con 12 especies, seis en el Pacífico oriental que se distribuyen desde el Golfo de Baja California en el norte de México hasta las costas de Perú en Sudamérica y seis especies reconocidas para el Atlántico occidental (Rivas 1986) con un rango de distribución general como grupo, entre la península de Florida en los Estados Unidos de Norte América y en Sudamérica hasta las costas de Brasil (Álvarez-Lanjonchère y Suzuki 2008).

Las especies de este género son consideradas como un grupo homogéneo y compacto por poseer una morfología bastante similar, llegando a dificultar la correcta identificación de sus especies (Rivas, 1986., Tringali, 1999), por lo que actualmente se considera pertinente el uso de un método complementario, proponiendo la introducción de caracteres osteológicos, en este caso provenientes del cráneo de membrana, que no sólo contribuirán a la identificación y separación de especies, si no que pueden aportar información para estudios de reconstrucción filogenética (Hoshino, 2001). En el presente trabajo se realizará la comparación osteológica del cráneo de membrana de las especies *Centropomus parallelus* y *Centropomus undecimalis* a partir de las variaciones existentes en estructuras de la serie opercular (opérculo, subopérculo, preopérculo y interopérculo) y parte de la serie mandibular (maxila, premaxila, dentario y angular) en tallas similares

a través de su desarrollo, tomando como base las descripciones osteológicas de algunas especies del género, realizadas por Fraser (1968) en el que describió y comparo de manera general la osteología de cinco especies de robalos, incluyendo parte del cráneo de membrana. Así mismo, se pretende realizar la descripción osteológica para organismos juveniles de estas dos especies, ya que las herramientas para identificación sólo aportan información para organismos adultos, lo que dificulta en gran medida la identificación y clasificación de los organismos juveniles por ser mucho más similares en esta etapa que en la adulta.

Por este motivo y a pesar de que se han realizado estudios osteológicos previos para especies del género, como el realizado por Fraser (1968), solo se han hecho para organismos adultos, por lo que este sería el primer estudio que incluye información para organismos en etapa juvenil y el primero en décadas basado en esta subunidad craneal para especies del género *Centropomus*.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A lo largo de su desarrollo, las especies de la familia Centropomidae manifiestan una morfología bastante similar y la información registrada para su taxonomía solo es para organismos en etapa adulta. A la vez, encontramos que la diagnosis junto con las claves taxonómicas para las especies del género poseen caracteres compartidos que aumentan la dificultad en su identificación y taxonomía (Rivas, 1986; Tringali, 1999), por lo que el trabajo marca el inicio para una posterior introducción de caracteres osteológicos en dichas herramientas, incluyendo no solo caracteres que permitan identificar organismos adultos sino también juveniles.

## ANTECEDENTES

La familia Centropomidae fue descrita inicialmente por Poey en 1860, y el género por Lacepede en 1802, estableciendo entre ambos la diagnosis para el género *Centropomus*, la cual taxonómicamente describe a los robalos como peces percomorfos que en ocasiones alcanzan un gran tamaño (Castro-Aguirre, 1999).

Posteriormente, Jordan y Evermann (1896, 1900), realizaron el registro para el género *Centropomus* de 12 especies, cada una con su respectiva descripción morfológica referida principalmente a las aletas y la descripción con base en el neurocráneo. También presentaron una clave taxonómica para las especies *C. viridis*, *C. undecimalis*, *C. nigrescens*, *C. mexicanus*, *C. parallelus*, *C. pectinatus*, *C. unionensis*, *C. armatus* y *C. ensiferus*, así como para algunas especies que en la actualidad son sinonimias.

Es hasta 1976, cuando Greenwood, reconoció a la subfamilia Centropominae que incluía al género *Centropomus* y a la subfamilia Latinae con los géneros *Lates* y *Psammoperca*, como parte de la familia Centropomidae y rechazó al género *Niphon* propuesto por Rivas y Cook (1968) como un centropómido. A partir de estructuras óseas, Greenwood reconoció caracteres morfológicos simplesiomórficos para los centropómidos, entre los que destacan el número de vertebras, la presencia de crestas frontoparietales, la dentición, así como caracteres derivados que incluyen la presencia de una escama axilar pélvica y la extensión de los poros de la línea lateral hasta el borde posterior de la aleta caudal, característica que sólo en *Centropomus*, *Lates*, *Psammoperca* y en algunos géneros de la familia Scianidae se presenta, ya que aunque en algunas otras familias percoideas la línea lateral se extiende sobre la aleta caudal, raramente llega a alcanzar el margen posterior de la aleta caudal.

También se han realizado estudios de hábitos alimentarios de *C. undecimalis* y *C. parallelus*, encontrando en la mayoría de estos que la alimentación está relacionada al hábitat, distribución y época del año, y que se alimentan principalmente durante el cambio de marea o en la noche. En general, la alimentación consiste en peces (57.3% anchoveta, mojarra, ronco, bagre, corvina, lenguado, sardina y lisa) y crustáceos (camarones 41% y cangrejos 18%) (Tucker, 1987).

Tringali y colaboradores (1999) en su trabajo de filogenia molecular y diversificación ecológica de los peces del género *Centropomus*, analizó las relaciones filogenéticas entre las 12 especies de peces reconocidos del género *Centropomus* (Pisces, Centropomidae) por medio de un análisis electroforético de aloenzimas y de 618 pb de RNA ribosomal 16S del ADN mitocondrial, encontrando que los árboles filogenéticos fueron generalmente consistentes con las hipótesis publicadas anteriormente con base en la evidencia morfológica de Rivas (1986). Las hipótesis de filogenia basadas en las secuencias 16S del RNA ribosomal tuvieron un soporte más fuerte que las basadas en aloenzimas. El resultado obtenido al comparar las especies basales del árbol filogenético fue que los miembros más anidados del grupo fueron significativamente de mayor tamaño corporal. Así mismo, se encontró que las tasas de evolución para el género fueron similares a las reportadas para vertebrados superiores, esto, tomando como referencia cronológica la emergencia de la barrera marina del istmo de América central como medio para calibrar las tasas de evolución del gen 16S ribosomal.

Otero (2004) realizó una investigación anatómica de la osteología de las especies fósiles y actuales de la familia Centropomidae que incluían a los géneros *Lates*, *Psammoperca* y *Centropomus*, con el objetivo de proporcionar mejores descripciones anatómicas así como establecer una hipótesis de las relaciones filogenéticas de la familia por medio de

un análisis cladístico utilizando 29 caracteres de los cuales 28 eran osteológicos, con esto encontró que esta familia era parafilética, por lo que los géneros *Lates* y *Psammoperca* al ser monofiléticos fueron separados de la familia Centropomidae y pasaron a constituir a la actual familia Latidae, quedando así un solo género dentro de la familia Centropomidae.

Finalmente, un trabajo sobre osteología para la familia Centropomidae es el de Fraser (1968), quien realizó un estudio de osteología comparativa de los robalos del Atlántico en el que da una diagnóstico general de la osteología de 5 especies del género *Centropomus*, *C. poeyi*, *C. undecimalis*, *C. parallelus*, *C. pectinatus* y *C. ensiferus*. En este trabajo Fraser describe a detalle los huesos de *C. poeyi*, y los compara con 4 especies más, *C. undecimalis*, *C. parallelus*, *C. pectinatus* y *C. ensiferus*. También describe por primera vez la hiperosificación de algunos huesos de *C. parallelus*. Otro aspecto relevante de este trabajo es que Fraser con base en la osteología de las 5 especies del Atlántico occidental y 3 más (*C. unionensis*, *C. arnatus* y *C. robalito*) del Pacífico oriental sugiere la relación existente entre 8 especies de las 9 reconocidas hasta ese momento.

## MARCO TEÓRICO

El orden Perciformes es el más diversificado de peces y el mayor grupo de vertebrados, contiene 20 subórdenes de los cuales solo tres, Percoidei, Labroidei y Gobioidi representan más de tres cuartas partes de las especies. Dentro del orden Perciformes, la familia Centropomidae representa a un grupo basal de peces percoideos, que anteriormente estaba dividida en dos subfamilias, Centropominae y Latinae (Greenwood, 1976); sin embargo Otero (2004) demostró que estas subfamilias eran parafiléticas por lo que la subfamilia Latinae paso a ser la familia Latidae y la subfamilia Centropominae se convirtió en la actual familia Centropomidae, con un sólo género, *Centropomus* (Tabla 1) (Nelson, 2016).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la familia Centropomidae (Tomado de Nelson, 2016).

<b>Reino:</b>	<i>Animalia</i>
<b>Filo:</b>	Chordata
<b>Clase:</b>	Osteichthyes
<b>Subclase:</b>	Actinopterygii
<b>Infraclase:</b>	Neopterygii
<b>División:</b>	Teleostei
<b>Subdivisión:</b>	Teleostei
<b>Superorden:</b>	Acanthopterygii
<b>Orden:</b>	Perciformes
<b>Suborden:</b>	Percoidei
<b>Familia:</b>	Centropomidae (Poey, 1968).
<b>Género:</b>	<b><i>Centropomus</i></b> (Lacepède, 1802).

En la actualidad *Centropomus* está representado por 12 especies como se muestra en la Tabla 2, seis en el Pacífico oriental tropical: *C. medius*, *C. nigrescens*, *C. viridis*, *C. unionenses*, *C. armatus* y *C. robalito*, que se distribuyen desde el Golfo de Baja California en el norte de México hasta las costas de Perú en Sudamérica (Nelson 2016) y seis especies reconocidas para el Atlántico occidental tropical: *C. pectinatus*, *C. undecimalis*, *C. poeyi*, *C. parallelus*, *C. mexicanus* y *C. ensiferus* (Rivas 1986, Nelson 2016), con un rango de distribución general como grupo, entre la península de Florida en los Estados Unidos de Norte América y en Sudamérica hasta las costas de Brasil, incluyendo las islas Antillas (Álvarez-Lanjonchère y Suzuki 2008), siendo *C. poeyi*, la única especie con rango reducido de distribución tan sólo a lo largo de las costas del Golfo de México en la sonda de Campeche del Océano Atlántico (Chávez 1963).

Los robalos habitan en lagunas costeras poco profundas y estuarios. Las tallas máximas registradas varían entre cada especie; para las especies del Atlántico encontramos que la especie con mayor crecimiento es *C. undecimalis*, que llega a medir hasta 130 cm con un peso de 23.1 kg; encontrado comúnmente en tallas de 50 cm y 2.2 kg aproximadamente, seguida de *C. poeyi* con un crecimiento máximo de 90 cm y 9 kg; generalmente 45 cm y 1.8 kg, *C. parallelus* 63 cm y 3 kg como máximo, comúnmente 25 cm y 0.5 kg, *C. pectinatus* con un máximo de 51 cm y 1 kg; comúnmente 30 cm y 0.4 kg, *C. mexicanus* con un máximo de 43 cm, generalmente 18 cm y *C. ensiferus* con 35 cm de longitud y 0.4 kg como máximo, en general 15 cm y 0.2 kg. Mientras que para las especies del Pacífico encontramos que la especie con la mayor longitud registrada es *C. nigrescens*, con una talla máxima de 117 cm y un peso máximo de 23.8 Kg, seguida de *C. viridis* con 68 cm, *C. medius* con 47 cm de longitud total, *C. armatus* con un máximo

de 37 cm y *C. unionensis* con 36.6 cm y la más pequeña, *C. robalito* con 34.5 cm de longitud máxima (FAO, 2002).

Tabla 2. Especies del género *Centropomus* (Tomado de FAO, 2002).

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>
<i>Centropomus armatus</i> (Gill, 1863)	Róbalo espina larga
<i>Centropomus ensiferus</i> (Poey, 1860)	Róbalo de espolón o Róbalo espinoso
<i>Centropomus medius</i> (Günther, 1864)	Róbalo aleta prieta
<i>Centropomus mexicanus</i> (Bocourt, 1868)	Róbalo gordo
<i>Centropomus nigrescens</i> (Günther, 1864)	Róbalo negro o Róbalo prieto
<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	Robalo gordo de escama chica o Chucumite
<i>Centropomus pectinatus</i> (Poey, 1860)	Robalo constantino
<i>Centropomus poeyi</i> (Chávez, 1961)	Róbalo prieto
<i>Centropomus robalito</i> (Jordan y Gilbert, 1882)	Róbalo de aleta amarilla
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Róbalo común o Róbalo blanco
<i>Centropomus unionensis</i> (Bocourt, 1868)	Róbalo serrano
<i>Centropomus viridis</i> (Lockington, 1877)	Róbalo plateado

### **Descripción taxonómica**

En los centropómidos, la forma del cuerpo y las aletas es muy similar; Nelson (2016) los describe como peces con el cuerpo alargado u oblongo, comprimido y comúnmente con un perfil dorsal convexo, a menudo cóncavo en los ojos o por encima del hocico. La mandíbula inferior siempre se encuentra extendida hacia delante, más allá de la mandíbula superior y sobre la mandíbula y el paladar (vómer, palatinos, y algunas veces

ectopterigoides) se encuentran dientes pequeños en bandas viliformes. En el preopérculo, el borde se encuentra aserrado, tanto en la parte ventral como en la parte posterior, en el opérculo no se observan espinas y la placa suborbital está dentada en la parte ventral. Posee dos aletas dorsales que están separadas por un pequeño hueco, la primera está compuesta por 8 espinas firmes mientras que la segunda solo tiene 1 espina y de 8 a 11 (generalmente 9 a 10) radios; la aleta anal es corta, y está conformada por 3 espinas firmes (la segunda más fuerte y larga) y de 5 a 8 (generalmente de 6 a 7) radios; la aleta pélvica está ubicada por debajo de las aletas pectorales, con 1 espina firme y 5 radios y presenta una escama axilar. La línea lateral se extiende más allá del pedúnculo alcanzando el margen posterior de la aleta caudal, la cual está profundamente bifurcada y la cantidad de vertebras encontradas en estos individuos es de 24. Las escamas son ctenoideas, medianas y grandes; la longitud máxima que se ha registrado es de aproximadamente es de 2 metros (Nelson, 2006).

En cuanto a la coloración, la línea lateral es oscura, el color en el dorso va de café-verdoso a gris-azulado, en el vientre y los flancos la coloración es plateada y en algunas especies la línea lateral es negra, color que puede ir desapareciendo en ejemplares conservados. Las membranas interespinosas de la primera aleta dorsal y de la anal puede ser negra, mientras que las demás aletas son predominantemente grisáceas (FAO, 2002).

De acuerdo a Rivas (1986), el género *Centropomus* está constituidos por un total de 24 vértebras; posee de 7 a 8 pares de costillas pleurales y presenta de 16 a 17 pterigióforos dorsales, el primer pterigióforo de la aleta anal hipertrofiado e inclinado hacia atrás en ángulo oblicuo; tres placas epurales en la caudal; la línea lateral cefálica se encuentra dentro de canales óseos cubiertos por piel: el paraesfenoides es recto o ligeramente

angulado; la parte anterior del vómer ensanchada notablemente; en su parte dorsocraneal y preopercular los canales de la línea lateral no se encuentran encerrados en el hueso, sino que el techo del canal es tan sólo una membrana; el ángulo del opérculo no presenta espinas, mientras que el ángulo posterior del preopérculo tiene entre 3 y 4 espinas alargadas. El supraoccipital escasamente separa a los frontales y el proceso premaxilar ascendente iguala en altura al proceso maxilar. La vejiga gaseosa no posee ligamento posttemporal desarrollado. La aleta caudal tiene 17 radios principales y su margen posterior está redondeado, truncado o furcado.

A pesar de que encontramos todas estas generalidades en los róbalos, también encontramos caracteres tales como el número de radios y espinas, tamaño o número de escamas, talla, entre otras características, que son particulares de cada una de las especies del género o que se comparten entre unas pocas de ellas (Chávez, 1963), tal y como se muestra en las claves elaboradas con base en los estudios de Fraser (1968), Rivas (1986) y Chávez (1963) y más adelante (Castro, 1999; FAO, 2002).

De acuerdo a la FAO (2002), ***Centropomus undecimalis***, conocido comúnmente como robalo blanco o robalo común, es el más grande y delgado de los róbalos con una profundidad del cuerpo de 59% a 64% la longitud de la cabeza. El perfil del hocico es ligeramente cóncavo con una boca grande en la que la mandíbula inferior está proyectada más allá de la mandíbula superior. Las branquiespinas, localizadas en la rama inferior del primer arco van de 8 a 10 (por lo general 8 o 9) sin incluir el rudimento. Posee en la aleta dorsal 10 radios, encontrándose en ella raramente 9 u 11. La aleta anal está conformada por 3 espinas, la segunda particularmente fuerte y gruesa, además de tener de 5 a 7 radios, modalmente 6. En la aleta pectoral, se encuentran de 14 a 16

radios, por lo general 15 o 16. Las puntas de las aletas pélvicas no alcanzan nunca el poro anal en especímenes de más de 11 cm de longitud estándar. La línea lateral se extiende al margen posterior de la aleta caudal; las escamas de la línea lateral tienen poros y se encuentran de 67 a 72 (a la base de la aleta caudal); las escamas en la fila justo por encima de la línea lateral van de 67 a 77 (por lo general 68 a 75) y el número de escamas alrededor del pedúnculo caudal es de 22 a 28, usualmente 24 a 27 (FAO, 2002).

La coloración encontrada en esta especie va de amarillo- café a café-verde en la parte superior y plateado en los lados y en la parte inferior, la línea lateral es oscura (FAO, 2002). Las aletas poseen una coloración amarilla con los contornos oscuros.

La talla máxima registrada para *C. undecimalis* de acuerdo a la FAO (2002) es de 130 cm y 23.1 Kg, aunque se han tenido algunos registros de hasta 2 metros; es encontrada comúnmente en tallas de 50 cm y 2.2 Kg.

Esta especie habita en lagunas costeras y estuarios, por lo general se encuentra a profundidades menores de 20 m y se congrega en la desembocadura de los ríos durante la época de desove de mayo a septiembre y no se conoce la ocurrencia de extensas migraciones. Se alimenta de peces y crustáceos. En las zonas de pesca se presenta en estuarios y playas y las capturas se realizan principalmente con redes de enmalle de fondo, anzuelo y sedal, con atarrayas y es comercializado principalmente en fresco (FAO, 2002).

Se distribuye desde el sur de Florida, la costa sureste del Golfo de México, la mayor parte de las Antillas y la costa caribeña de América Central y del Sur hasta Río de Janeiro, Brasil (Fig. 1) (FAO, 2002).

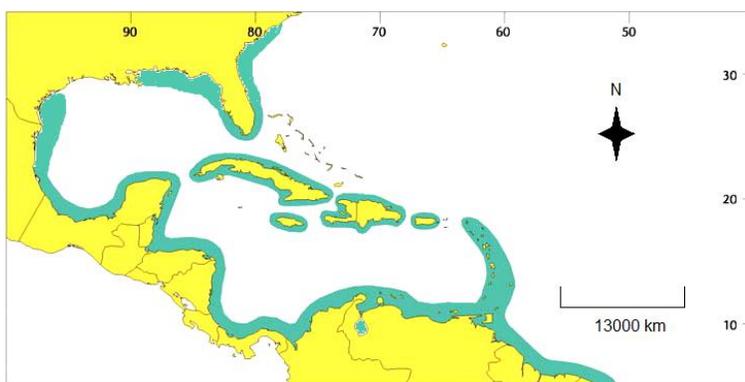


Fig. 1. Distribución de *Centropomus undecimalis*. Tomado de FAO (2002).

Para *C. parallelus* conocido comúnmente como chucumite o robalo gordo de escama chica, de acuerdo a la FAO (2002) es descrito como un pez de tamaño mediano, con una profundidad corporal de 67% a 81% la longitud de la cabeza. El perfil del hocico recto o ligeramente cóncavo; boca grande, con la mandíbula inferior saliente más allá de la mandíbula superior. El número de branquiespinas totales localizadas en el primer arco branquial es de 14 a 17, usualmente 15 a 17 sin incluir los rudimentos, y 21 a 25 branquiespinas, usualmente 22 a 24 incluyendo rudimentos. La tercera espina de la aleta dorsal es más alta que la cuarta cuando está erecta y la segunda aleta dorsal está compuesta por una espina y de 9 a 11 radios, normalmente 10. La aleta anal está conformada por tres espinas y 6 radios, raramente 7. El número de radios en la aleta pectoral va de 14 a 16, encontrándose normalmente 15. Las puntas de las aletas pélvicas llegan hasta o más allá del poro anal en todos menos en los especímenes más grandes. La segunda espina de la aleta anal llega a la base de la aleta caudal o la sobrepasa. Posee pequeñas escamas, es el robalo que posee mayor cantidad de escamas laterales, ya que van de 79 a 92.

La coloración en *C. parallelus* va de amarillo-café a café-verde en la parte superior y plateado en los lados y en la parte inferior del cuerpo, con la línea lateral oscura. Las

aletas son oscuras. *Centropomus parallelus* es muy similar a gran escala a *C. mexicanus*. (FAO, 2002).

La talla máxima registrada para *C. parallelus* de acuerdo a la FAO (2002) es de 63 cm y 3 Kg de peso, pero se le encuentra comúnmente en tallas de 25 cm y un peso aproximado de 0.5 Kg.

Estos organismos habitan en lagunas costeras y estuarios; por lo general prefieren agua de muy baja salinidad o agua dulce sobre el agua salada. Pueden desovar cerca de desembocaduras de los ríos y no existe conocimiento de que realicen extensas migraciones. Se sabe que se alimenta de peces y crustáceos y las capturas se realizan en estuarios, lagunas salobres y agua dulce. Principalmente son capturados con redes de enmalle de fondo, anzuelo y sedal, atarrayas y es comercializado principalmente en fresco (FAO, 2002).

Se distribuye desde el Sur de Florida, las Antillas Mayores y Menores, la costa sureste del Golfo de México, y las costas del Caribe continental hasta Brasil (Fig. 2) (FAO, 2002).

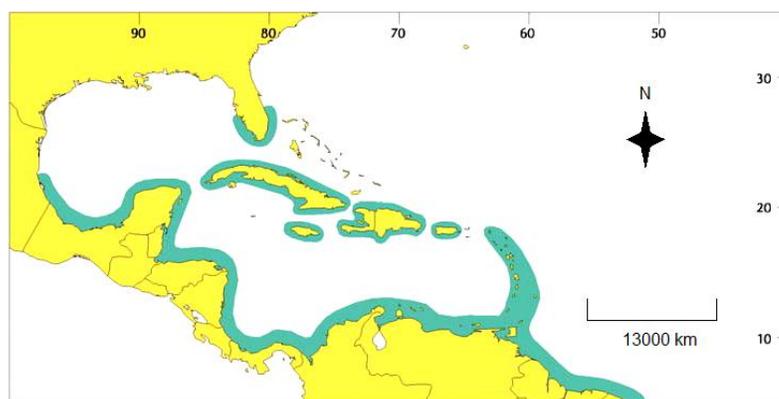


Fig. 2. Distribución de *Centropomus parallelus*. Tomado de FAO (2002).

## **Osteología**

El sistema óseo constituye el fundamento sobre el cual se apoya la definición de los grandes grupos y la discusión de afinidades y diferencias entre los mismos (Greenwood, 1973). En teoría, un hueso puede proveer información práctica y valiosa, sin embargo, el estudio del esqueleto se dificulta debido a su desarrollo progresivo, no sólo de embrión a adulto, sino también de las formas más primitivas a los más avanzados, pero es necesario para una comprensión completa de las funciones principales a la vez que provee pistas sobre la especie, sexo, edad y origen geográfico de los especímenes (Rojo, 1991). De esta manera, la osteología de peces ha permitido realizar estudios filogenéticos (Hoshino, 2001), aportar elementos para la descripción y diferenciación de especies (Matallanas y Lloris 2006). De acuerdo a su historia evolutiva, el esqueleto de los peces se puede dividir en dos grandes unidades principales, el endoesqueleto localizado profundamente en el interior del cuerpo y el exoesqueleto, conocido también como dermoesqueleto, y que como su nombre lo indica, es externo (Rojo, 1991). Así el cráneo de los peces está compuesto por tres unidades de ambos orígenes, una de ellas es el dermatocráneo o cráneo de membrana, considerada como la unidad más grande debido al número de huesos que contiene y por el área que cubren, esta unidad deriva del tejido conectivo de la dermis y los huesos que lo componen dan cobertura a las unidades subyacentes (neurocráneo, arcos mandibulares y branquiales) y en ocasiones llegan a fusionarse con ellos, y hasta a sustituirlos por completo. Así, el dermatocráneo que es la parte anterior del esqueleto axial cumple dos principales funciones, la primera es proveer soporte y protección al cerebro y a los órganos de los sentidos más importantes como son los del olfato, vista, oído, boca y branquias en conjunto con el

neurocráneo; y la segunda, dar soporte a la parte anterior del sistema digestivo y el aparato respiratorio junto al branquicráneo (Rojo, 1991).

Los huesos del dermatocráneo, como los pertenecientes al neurocráneo y al branquicráneo, pueden agruparse en subunidades como se muestra en la Tabla 3, en la que se mencionan las regiones y los huesos más constantes que la componen y en la figura 3 se muestra un esquema de la ubicación de los huesos en los peces (Rojo, 1991).

Tabla 3. Clasificación de los huesos en regiones (Tomado de Rojo, 1991).

<b>Región</b>	<b>Huesos</b>
1. Nasal	1.1 nasal
2. Orbital	2.0 huesos circumorbitales divididos en: 2.1 supraorbitales 2.2 infraorbitales 2.3 suborbitales
3. Otico	3.1 intercalar
4. Occipital	4.1 tabulares
5. Dorsocraneal	5.1 frontal 5.2 parietal 5.3 pterótico
6. Craneoespinal	6.1 paraesfenoides
7. Palatino	7.1 vómer 7.2 palatino
8. Opercular	8.1 preopérculo 8.2 opérculo 8.3 subopérculo 8.4 interopérculo
9. Oromandibular	9.1 premaxila 9.2 maxila 9.3 supramaxila 9.4 dentario 9.5 angular 9.6 retroarticular 9.7 coronoides 9.8 esplenial 9.9 endopterigoides 9.10 ectopterigoides 9.11 gular

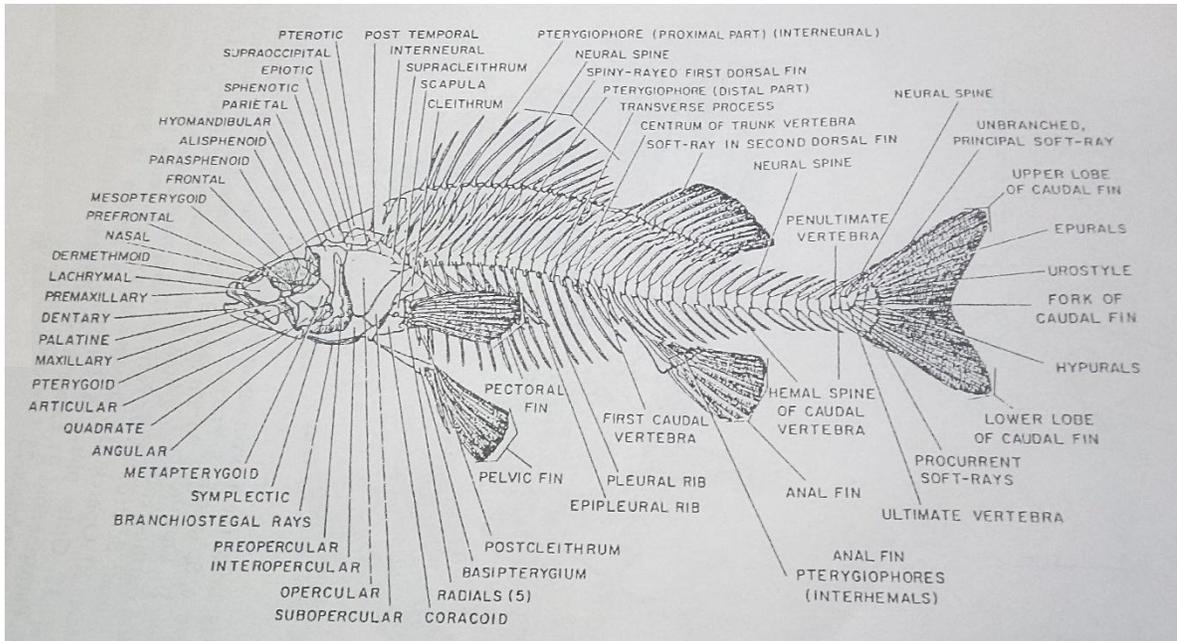


Fig. 3 Esqueleto de pez óseo de aletas radiadas (*Perca flavescens*). Tomado de Rojo, 1991.

## **HIPÓTESIS**

A partir de la comparación de los caracteres osteológicos descritos se espera encontrar variaciones morfológicas significativas que contribuyan a la discriminación entre ambas especies.

## **JUSTIFICACIÓN**

A la fecha no existe información actualizada de la morfología de los elementos del dermatocráneo o cráneo de membrana para ninguna especie del género *Centropomus*, el único trabajo para esta subunidad craneal es el realizado por Fraser (1968), por lo que éste sería el primer estudio en décadas que se hace sobre descripción y comparación osteológica del cráneo de membrana para especies de este género, siendo de gran importancia debido a que se realiza también la descripción osteológica para juveniles, ya que las herramientas actuales sólo aportan información para adultos, dificultando su correcta identificación, por lo que en el presente trabajo se describen a detalle los elementos de dos series del dermatocráneo (serie opercular y parte de la serie mandibular) de dos especies de centropómidos así como una comparación para evaluar las variaciones que existe en el desarrollo entre las especies *Centropomus undecimalis* y *Centropomus parallelus*.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Realizar la comparación de dos especies de robalos (*Centropomus parallelus* y *Centropomus undecimalis*) de Laguna grande, Veracruz, con base en la descripción del dermatocráneo.

### **PARTICULARES**

- Realizar la descripción osteológica de las regiones opercular y mandibular del cráneo de membrana para cada una de las especies en diferentes tallas.
- Determinar la variación estructural de estas regiones a través de la ontogenia de ambas especies.
- Contribuir con caracteres osteológicos del dermatocráneo únicos para ambas especies que puedan ser incluidos en su respectiva descripción taxonómica.

## ÁREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar Laguna Chica- Laguna Grande se localiza en la parte occidental del Golfo de México ( $20^{\circ} 02'$  y  $20^{\circ} 06'$  N -  $96^{\circ} 38'$  y  $96^{\circ} 41'$  W) en el Estado de Veracruz. Tiene una superficie total de  $22.5 \text{ km}^2$  e incluye dos lagunas asociadas (Fig. 4). La primera llamada Laguna Chica al norte con 3 km de longitud y 0.8 km de ancho y la segunda, Laguna Grande al sur con una longitud de 4.7 km y 1.5 km de ancho, ambas están comunicadas por un canal estrecho llamado el Caño. Es un sistema somero, con una profundidad media de 0.9 m y amplitud de marea de 0.4 a 0.6 m. Tiene influencia marina a través de una boca de conexión de 300 m de anchura que se conecta por un canal sinuoso de aproximadamente 3.5 km de largo localizado al sureste de Laguna Grande. Recibe la descarga de varios ríos de poco caudal: Cerritos, Diamante y Carey (Moreno, 2010).



Fig.4. Mapa del sistema lagunar Grande, Vega de Alatorre, Veracruz.

El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano ( $Aw_1$ ) (García, 2004). Se reconocen tres épocas climáticas: secas (marzo a junio), lluvias (julio a octubre) y nortes (noviembre a febrero) (Utrera, 2008). Existen diferentes ambientes acuáticos en el sistema como vegetación circundante de manglar en áreas salobres y de baja salinidad, vegetación emergente y sumergida, bancos de macroalgas rojas (*Gracillaria sp.*) en el sur de la laguna y áreas de alta sedimentación (Moreno, 2010; Lara, 2011).

## **MATERIAL Y MÉTODO**

### **FASE DE CAMPO**

Se colectaron ejemplares de *C. undecimalis* y *C. parallelus* en el sistema Laguna Grande - Chica, Veracruz, los muestreos se realizaron mensualmente de agosto del 2015 a febrero del 2016 por medio de redes de arrastre de 80 m de largo x 1.50 m de alto, con una luz de malla de 0.0635 m, así como una red de chinchorro de 50 m de largo, 1.5 m de alto y 0.0254 de abertura de malla.

Los organismos colectados fueron identificados por medio de las guías de Castro (1999) y FAO (2002), realizando para cada uno tomas fotográficas así como una lista anotando localidad, peso (g), longitud total y longitud patrón (mm).

Posteriormente se realizó la fijación de los mismos mediante técnicas estándar con una solución de formaldehído al 15 % neutralizado con borato de sodio (Taylor, 1985), dejándolos por lo menos una semana en la solución, siendo este paso esencial, ya que en ejemplares frescos el tejido que mantiene unidos los elementos óseos se disuelve rápidamente, generando mayor desarticulación de los ejemplares.

### **FASE DE LABORATORIO**

Para continuar con el tratamiento, se realizaron lavados con agua para eliminar el formaldehído, haciendo cambios diarios por tres días. Finalmente se realizó la inmersión en alcohol etílico al 40% para su preservación dentro de la colección ictiológica.

Se comprobó la determinación taxonómica de los centropómidos nuevamente con el apoyo de las claves de Castro (1999), Rivas (1986) y FAO (2002). Posteriormente se eligieron los especímenes a utilizar para el estudio, seleccionando tres tallas para las dos especies (Fig. 5). Para ambas especies se determinó un intervalo de acuerdo al material

obtenido en campo. Para *C. undecimalis*, el intervalo de la talla mayor es de 278 a 292 mm, para la talla intermedia de 211 a 227 mm y para la talla menor el intervalo es de 110 a 127 mm (Tabla 4). Para *C. parallelus*, el intervalo para la talla mayor es de 255 a 260 mm, para la talla intermedia de 206 a 222 mm y para la talla menor el intervalo va de 124 a 133 mm (Tabla 4). Posteriormente se eligieron 5 ejemplares en general, con distintas l. p., estas se muestran en la Tabla 5 para *C. undecimalis* y en la Tabla 6 para *C. parallelus*.

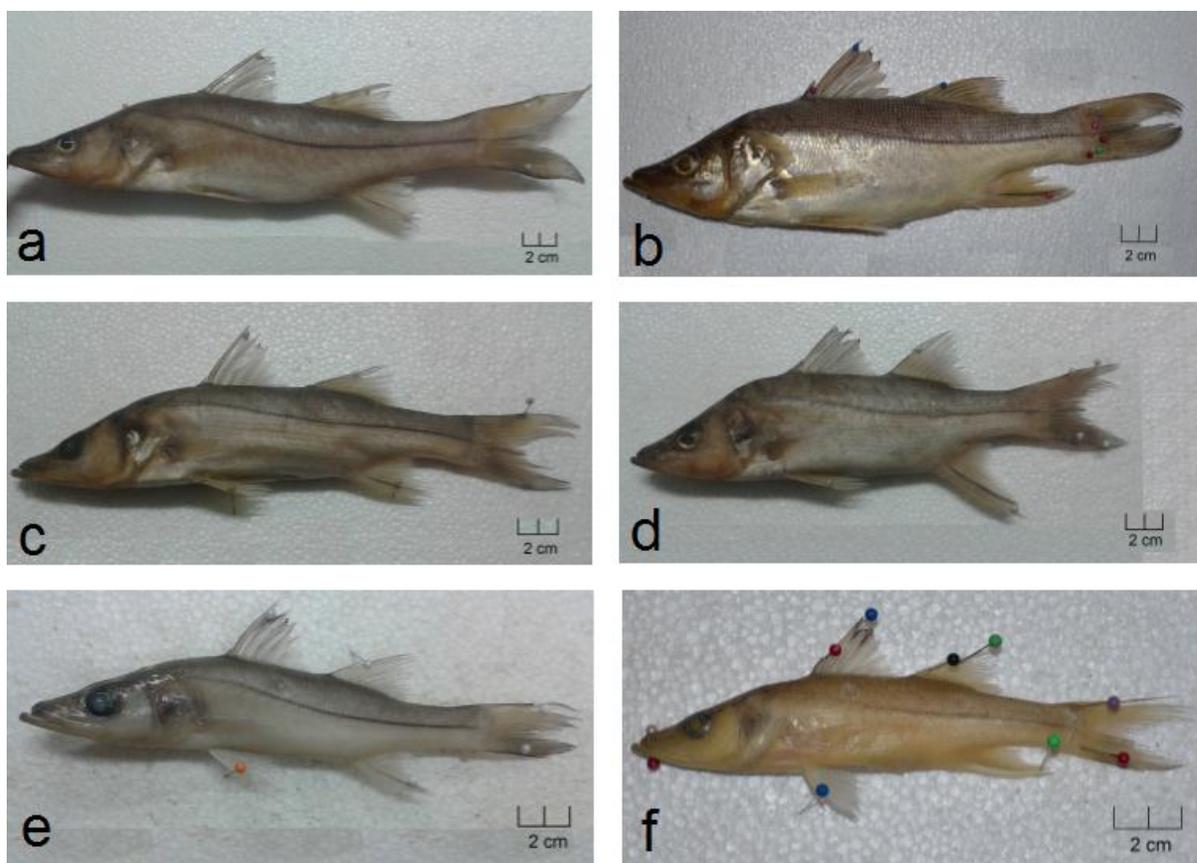


Fig. 5. Ejemplares pertenecientes a tres tallas. a. *C. undecimalis* no. 4, talla mayor. b. *C. parallelus* no. 1, talla mayor. c. *C. undecimalis* no. 4, talla intermedia. d. *C. parallelus* no. 3, talla intermedia. e. *C. undecimalis* no. 1, talla menor. f. *C. parallelus* no. 2, talla menor.

Tabla 4. Intervalos de longitud patrón en mm para *C. undecimalis*.

<b>Especie</b>	<b>Talla</b>	<b>Intervalo (l. p. en mm)</b>
<i>C. undecimalis</i>	Talla 1 o mayor	278 – 292 mm
	Talla 2 o intermedia	211 – 227 mm
	Talla 3 o menor	110 – 127 mm
<i>C. parallelus</i>	Talla 1 o mayor	255 – 260 mm
	Talla 2 o intermedia	206 – 222 mm
	Talla 3 o menor	124 – 133 mm

Tabla 5. Longitud patrón en mm de los ejemplares para *C. undecimalis* en las tres tallas.

<b>No. de ejemplar</b>	<b>Talla mayor</b>	<b>Talla intermedia</b>	<b>Talla menor</b>
1	292 mm	227 mm	127 mm
2	291 mm	224 mm	126 mm
3	290 mm	221 mm	122 mm
4	280 mm	218 mm	127 mm
5	278 mm	211 mm	110 mm

Tabla 6. Longitud patrón en mm de los ejemplares para *C. parallelus* en las tres tallas.

<b>No. de ejemplar</b>	<b>Talla mayor</b>	<b>Talla intermedia</b>	<b>Talla menor</b>
1	260 mm	222 mm	133 mm
2	259 mm	213 mm	124 mm
3	259 mm	210 mm	126 mm
4	255 mm	206 mm	132 mm
5		217 mm	

## Diafanización

El proceso de diafanización es una técnica de gran utilidad en el manejo de material osteológico ya que a partir de ella podemos visualizar detalladamente los huesos que conforman el esqueleto de los peces y de esta manera permite realizar análisis morfológicos y sistemáticos (Taylor, 1985). El objetivo de este método químico es producir la disolución de los tejidos blandos a partir de productos inorgánicos (Simmons, 1987), así como teñir el esqueleto calcificado utilizando tinte, en este caso rojo de alizarina, quedando el esqueleto de color rosa a púrpura, este proceso requiere varios pasos que se pueden dividir en cuatro etapas: blanqueamiento, digestión, tinción y preservación. Este método produce mejores resultados con muestras pequeñas enteras cuando el esqueleto ya está calcificado, pero también es aplicado en ejemplares grandes o directamente en piezas de grandes peces (branquias, cráneo, esqueleto caudal) (Rojo, 1991). Los especímenes elegidos se sometieron a este proceso, el cual permitió realizar un análisis morfológico para conocer detalladamente distintas estructuras del esqueleto. Para esto se utilizó como guía la técnica de Taylor y Van Dyke (1985) procediendo de la siguiente manera:

1. Se retiraron las escamas y la piel, así como las vísceras, debido a que interfieren en la penetración de las soluciones en algunas áreas del esqueleto (Fig. 6).



Fig. 6 Remoción de escamas y piel en un ejemplar de *C. parallelus*.

2. Se realizaron cortes en el tejido muscular de los peces para permitir que las soluciones penetraran más fácil y rápidamente (Fig. 7).



Fig. 7 Ejemplar 1 talla menor de *C. parallelus*, con remoción de carne

3. Los especímenes fueron colocados en solución “blanqueadora” de hidróxido de potasio (KOH) y peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), dejándola actuar por un máximo de 48 horas para peces grandes y medianos y 24 horas para peces pequeños (Fig. 8).



Fig. 8 Ejemplares de la talla menor de *C. parallelus* después de la etapa de blanqueamiento.

4. Para la digestión del tejido muscular se sumergieron en una solución saturada de borato de sodio por 24 horas, y pasado este tiempo, fue retirada la mayor cantidad de carne posible, posteriormente se regresaron a la solución “blanqueadora” por un tiempo no mayor a 24 horas, repitiendo este paso (4) un par de veces más y haciendo lavados con agua entre cambios de solución y retirando la mayor cantidad de carne posible de los ejemplares.

5. Después fueron colocados nuevamente en una solución de borato de sodio por 6 horas para neutralizar la solución blanqueadora.

6. Para la tinción del esqueleto se realizó una solución de KOH al 4% con rojo de alizarina y se dejó actuar por 48 horas o hasta que los radios de las aletas y los huesos se pudieron ver claramente (Fig. 9).



Fig. 9 Ejemplares de talla mayor de *C. undecimalis* teñidos con rojo de alizarina.

7. Para su preservación final se realizaron lavados con agua para eliminar el exceso de tinte y finalmente se realizó la inmersión en glicerina, añadiendo un poco de alcohol y algunos cristales de timol para prevenir el crecimiento de hongos en el material (Fig. 10).

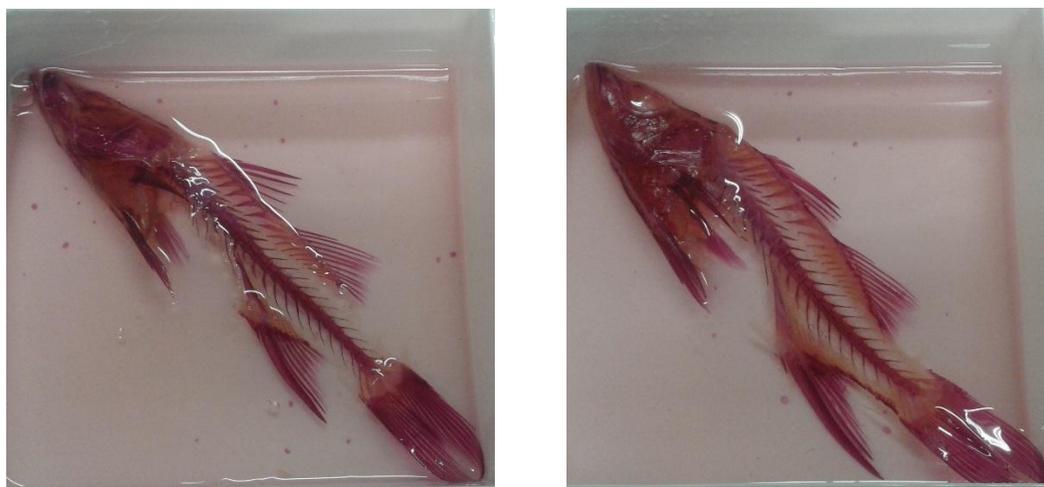


Fig. 10 Ejemplares de la talla chica de *C. undecimalis* y *C. parallelus* preservados en glicerina.

### **Obtención de las estructuras de las series opercular y mandibular**

Para la obtención de las estructuras, primero se separó el cráneo del resto del cuerpo, trozando con mucho cuidado a partir de la primera vértebra. Posteriormente con ayuda de un estereoscopio y una aguja de jeringa (con filo), se cortó y separó el tejido que conecta cada estructura con el cráneo.

Una vez extraídas las estructuras se realizaron tomas fotográficas y se almacenaron en cajas Petri con glicerina debidamente etiquetadas para evitar la pérdida o mezcla de material.

### **Descripción y comparación de las estructuras óseas**

Se observó cuidadosamente cada estructura con ayuda del estereoscopio y se procedió a la descripción, comparando las estructuras de todos los ejemplares. A partir de la correspondiente descripción y de las imágenes y las estructuras obtenidas se realizó la comparación entre las tallas y entre ambas especies.

## RESULTADOS

El cráneo de membrana es la unidad más grande de las tres que componen el cráneo de los peces, esto debido a la cantidad de huesos que presenta y a la superficie que cubre. Los huesos que se describen a continuación son parte de esta unidad craneal y pertenecen a dos regiones, región opercular y región mandibular.

A continuación se presenta la descripción de la osteología de *C. undecimalis* y *C. parallelus*. Se realiza la descripción de cada hueso en tres tallas, mostrando sólo las imágenes de las partes del hueso de una talla, debido a que el nombre de dichas partes es el mismo en las tres estructuras.

### Descripción de la osteología de *Centropomus undecimalis*.

#### Región opercular:

**Opérculo.** Lámina ósea transparente, su posición en el complejo opercular es en forma de triángulo invertido sin espinas ni aserraciones. Se conecta con el hiomandibular, el preopérculo y el subopérculo.

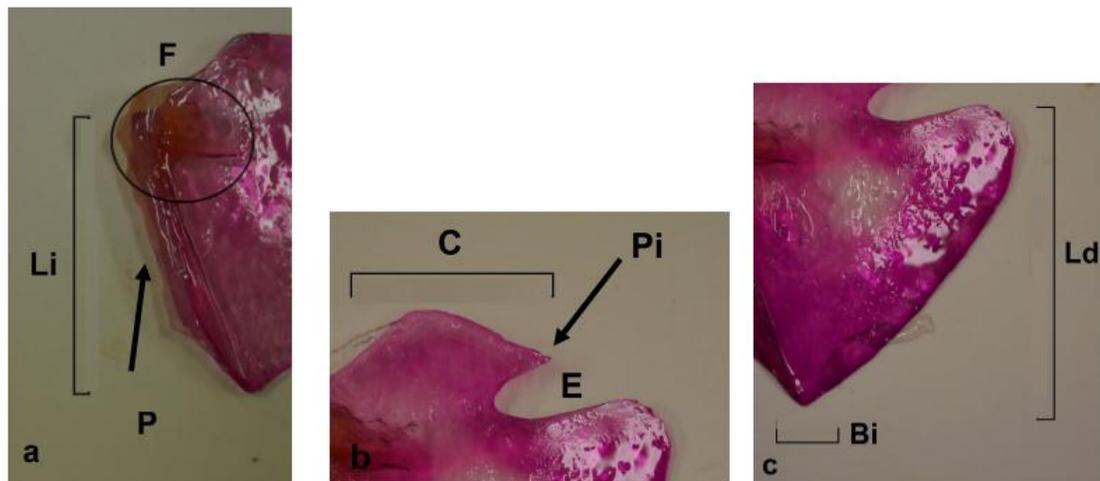


Fig. 11 Regiones del opérculo para la talla mayor de *C. undecimalis*, y que ejemplifican las partes para las tres tallas. a) Ejemplar 2: Borde lateral izquierdo (Li), fosa que conecta con el cóndilo del hiomandibular (F) y plegamiento que une al preopérculo (P). b) Ejemplar 5: Cresta del borde superior (C), pico de la cresta (Pi) y escotadura en forma de U (E). c) Ejemplar 5: Borde lateral derecho del opérculo (Ld) y borde inferior (Bi).

**Talla mayor (Fig. 12a).** La anchura máxima que presenta el opérculo es igual o casi igual a su altura máxima. El borde lateral izquierdo es ligeramente recto, y su tercio inferior con una inclinación que termina en la punta inferior del opérculo; este borde lateral izquierdo presenta una pestaña o plegamiento a causa de la unión con el preopérculo. En la parte posterior del opérculo se encuentra la fosa que permite la articulación con el cóndilo posterior del hiomandibular, la cual está reforzada por un par de trabéculas (Fig. 11a).

En su parte superior central, el opérculo presenta una cresta cuya altura máxima se alcanza al nivel del ángulo inferior del opérculo (Fig. 11b). Dicha cresta es de forma redondeada y se divide en tres porciones, una lateral izquierda e inclinada, una superior y una interna. La porción lateral es recta e inclinada hacia el borde lateral izquierdo y en la parte superior, la mitad derecha del borde junto con la cara interna termina en forma de ángulo o pico, cuya longitud cabe 2.2 veces en la longitud del borde superior de la cresta. En conjunto, la cresta y la parte superior del borde lateral derecho forman una escotadura en forma de *U*, la cual se encuentra en posición diagonal con un punto máximo a la altura del inicio de la cresta (Fig. 11b). La longitud de la escotadura cabe 3.1 veces en el ancho máximo del opérculo y tiene una abertura entre 35° y 37°. El borde superior en su porción derecha termina en una cavidad en forma de media luna.

La parte superior del borde lateral derecho es de forma notablemente redondeada y, a partir de su punto final se continúa con un borde curvo hacia el ángulo inferior del opérculo. La región inferior del opérculo, tiene forma de *V* como ángulo obtuso, cuya apertura varía entre 99° y 104° aproximadamente (Fig. 11c). El subopérculo se adjunta al opérculo en esta región inferior.

**Talla intermedia (Fig. 12b).** El ancho máximo del opérculo cabe 1.1 veces en la altura máxima del hueso opércular. En la porción lateral izquierda, el borde es ligeramente recto en sus dos terceras partes superiores mientras que en su tercio inferior posee una inclinación que termina en la punta inferior del opérculo; este borde lateral izquierdo presenta un plegamiento o pestaña a causa de la unión con el preopérculo. En la parte posterior del opérculo se encuentra una fosa reforzada por un par de trabéculas que articula con el cóndilo del hiomandibular.

La cresta que se forma en la parte superior del hueso es redondeada teniendo su punto máximo a la altura del ángulo inferior, la mayor parte de la superficie de la cresta está desplazada ligeramente hacia la mitad izquierda del opérculo quedando el pico en la región central. El borde inferior que forma parte del pico cabe 2.4 veces en el borde superior de la cresta y la escotadura que continua al borde inferior del pico tiene forma de *U* y su longitud cabe 3.3 veces en el ancho máximo del opérculo, su apertura varía entre 45° y 47° donde el punto máximo se ubica al nivel medio de la recta que continua a la cresta en la porción lateral. El borde superior en su porción derecha termina en una cavidad en forma de media luna.

La parte superior del borde lateral derecho es notablemente redondeada, sin embargo, la curvatura que continua hacia el ángulo inferior del opérculo es más suave, casi recta. En la región inferior el ángulo de abertura del opérculo varía entre 89° y 92°.

**Talla menor (Fig. 12c).** El ancho máximo del opérculo cabe 1.2 veces en la altura máxima del opérculo y en la porción lateral izquierda, el borde es recto en sus dos tercios superiores mientras que su tercio inferior está notablemente inclinado.

La cresta que se forma en la parte superior del hueso es notablemente redonda y tiene su punto máximo a la derecha del ángulo inferior, la mayor parte de la superficie de la cresta se encuentra ubicada hacia la mitad izquierda del opérculo quedando sólo la superficie del pico en la parte central. La longitud del borde inferior del pico cabe 2.5 veces en la longitud del borde superior de la cresta y la escotadura en forma de media luna que continua a dicho pico está posicionada horizontalmente, su longitud cabe 3 veces en el ancho máximo del opérculo y tiene una apertura que varía entre 62° y 70°, ubicándose su punto máximo al nivel de la fosa que conecta con el cóndilo del hiomandibular. En su porción derecha, el borde superior termina en una cavidad ligeramente curvada.

La parte superior del borde lateral derecho es ovalada y a partir de su punto final se continúa con un borde casi recto hacia el ángulo inferior del opérculo. La región inferior con forma de V tiene una abertura que varía entre 90 y 96 ° aproximadamente.

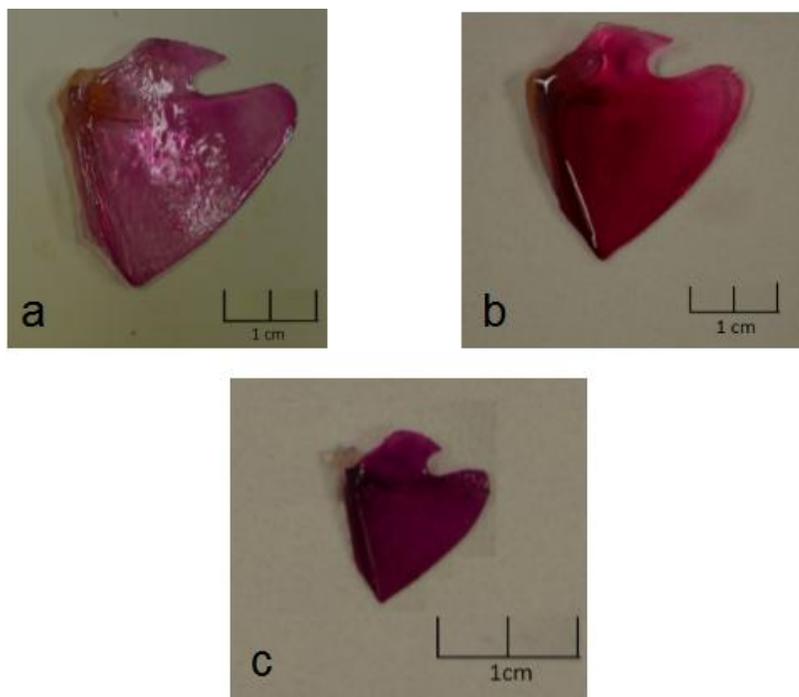


Fig. 12 Opérculo de *C. undecimalis*. a) Ejemplar 2 talla mayor con l. p. 291mm. b) Ejemplar 5 talla intermedia l. p. de 211mm. c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 127mm.

**Subopérculo.** Hueso laminar, largo y en forma de bota, conecta con el opérculo e interopérculo.

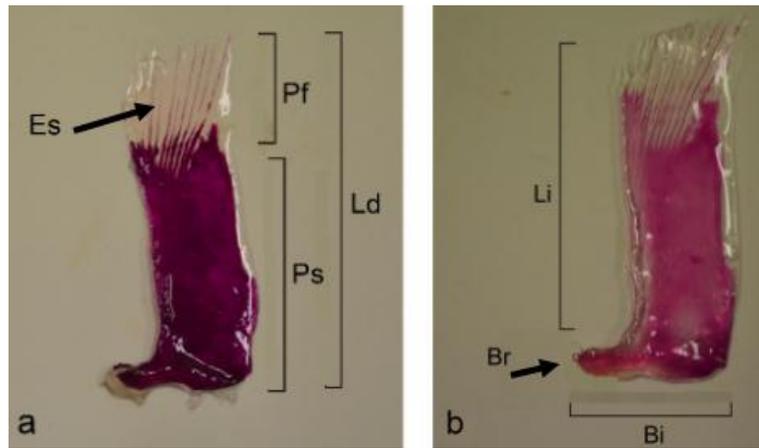


Fig.13 Regiones del subopérculo para la talla mayor de *C. undecimalis*, que permiten identificar las partes en la talla intermedia y menor. a) Ejemplar 1: Borde lateral derecho (Ld). Estríación originada en la parte izquierda (Es). Porción fina del hueso (Pf). Porción sólida del hueso (Ps). b) Ejemplar 5: Borde lateral izquierdo recto (Li). Brazo que conecta con el opérculo e interopérculo (Br). Borde inferior

**Talla mayor (Fig. 14a).** La región superior puede dividirse en dos secciones, la primera que es más ancha y fina con estrías presentes, la cual abarca una tercera parte del hueso y, la segunda en la que el hueso es sólido (Fig. 13a). En la parte izquierda de la segunda sección se originan las estrías que se extienden por la parte central hasta el borde superior, abarcando toda la superficie fina, dicho borde es irregular y su punto máximo se encuentra en la esquina superior derecha. El borde lateral derecho en su porción fina es recto mientras que en la porción sólida el borde es ondulado (Fi. 13a), ensanchándose ligeramente en algunas zonas; el borde lateral izquierdo es recto (Fig. 13b), el opérculo cubre dos terceras partes del subopérculo por este lado.

En la región inferior, a partir de la esquina izquierda se extiende un brazo con terminación angular que conecta con el opérculo en su región inferior (Fig. 13b) quedando por debajo de la superficie de éste, a su vez, su brazo se une al interopérculo quedando por encima de éste. El borde inferior del subopérculo es ondulado, y su unión con el borde lateral

derecho forma una esquina ligeramente redondeada, donde su porción derecha está ligeramente elevada (Fig. 13b).

**Talla intermedia (Fig. 14b).** La región superior del subopérculo está dividida en dos secciones, la primera más ancha y fina con estrías presentes y la segunda de hueso sólido. En la segunda sección se originan las estrías por todo el ancho y hasta el borde superior, abarcando toda la superficie fina, este borde es irregular y su punto máximo se encuentra en la esquina superior derecha. El borde lateral derecho en su porción fina es recto mientras que en la porción sólida el borde es ondulado, ensanchándose ligeramente en algunas zonas; el borde lateral izquierdo es recto, el opérculo cubre dos terceras partes del subopérculo por este lado. En la región inferior, a partir de la esquina izquierda se extiende un brazo con terminación angular que conecta con el opérculo en su región inferior quedando por debajo de la superficie de éste, a su vez, su brazo se une al interopérculo quedando por encima de éste. El borde inferior del subopérculo es ondulado, y su unión con el borde lateral derecho forma una esquina ligeramente redondeada, donde su porción derecha está ligeramente elevada.

**Talla menor (Fig. 14c).** La región superior está dividida en dos secciones, la primera que es más ancha y fina con estrías presentes y la segunda en la que el hueso es sólido. En la segunda sección se originan las estrías desde el centro extendiéndose por esta parte hasta el borde superior abarcando toda la superficie fina, dicho borde es irregular y su punto máximo se encuentra en la esquina superior derecha. El borde lateral derecho en su porción fina es recto y considerablemente inclinado y el ancho del hueso en donde termina esta porción del borde es más delgada que en el resto de la estructura, el borde

que continua en la porción sólida del hueso es ondulado, mientras que el borde lateral izquierdo es curvado, el opérculo cubre dos terceras partes del subopérculo por este lado. En la región inferior, a partir de la esquina izquierda se extiende un brazo con terminación angular que conecta con el opérculo en su región inferior quedando por debajo de la superficie de éste, a su vez, su brazo se une al interopérculo quedando por encima de éste. El borde inferior del subopérculo es ondulado y, su unión con el borde lateral derecho forma una esquina ligeramente redondeada, donde su porción derecha está ligeramente elevada.

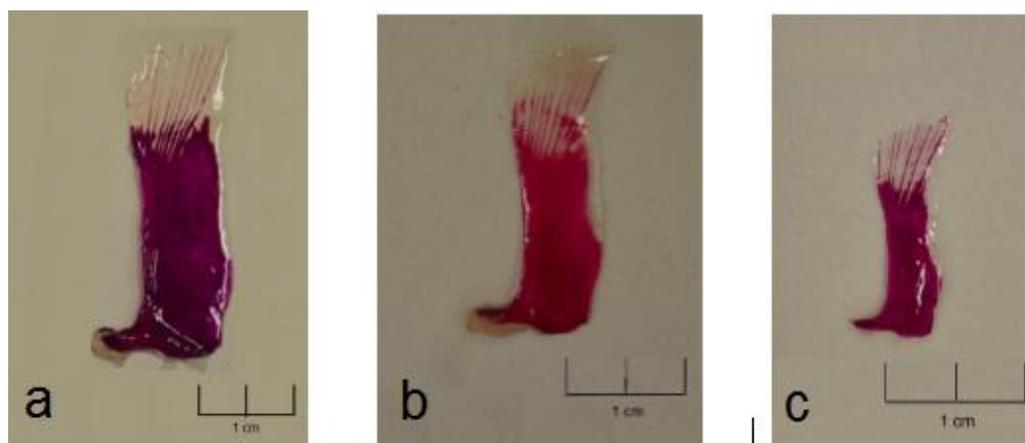


Fig. 14 Subopérculo de *C. undecimalis*. (a) Ejemplar 1 talla mayor, l. p. de 292mm. (b) Ejemplar 5 talla intermedia, l. p. de 217mm. (c) Ejemplar 4 talla menor, l. p. de 127mm.

**Preopérculo.** Hueso en forma de L invertida que se ubica en la parte más anterior del complejo opercular, presenta espinas y aserraciones. Conecta con el opérculo, interopérculo, hiomandibular y cuadrado.

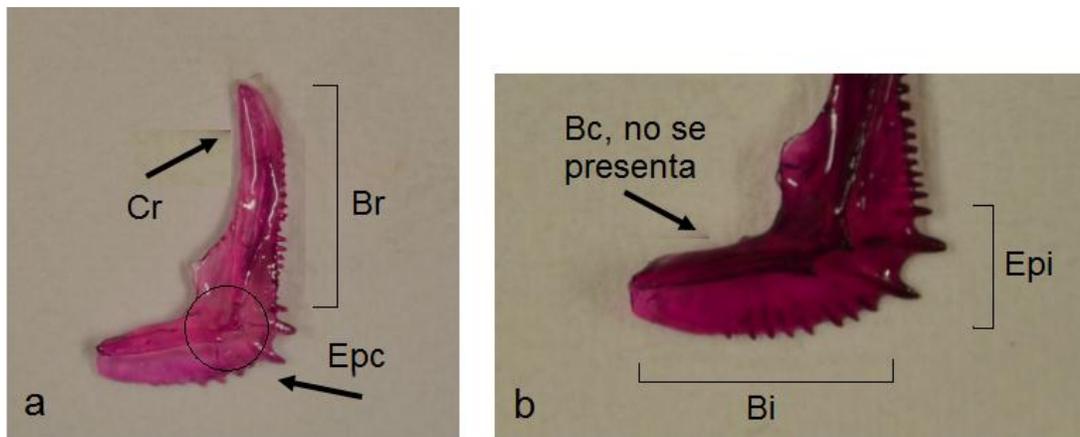


Fig.15 Regiones del preopérculo para la talla menor de *C. undecimalis*, que permiten reconocer partes para la talla mayor e intermedia. a) Ejemplar 1: Brazo del preopérculo con aserraciones definidas (Br). Cresta del preopérculo (Cr). Espina de la cresta (Epc). b) Ejemplar 4: Borde que conecta con el cuadrado sobresaliendo por detrás de la cresta (Bc). Borde inferior dentado (Bi). Tres espinas presentes en el ángulo inferior del hueso (Epi).

**Talla mayor (Fig. 16a).** En la región anterior posee una cresta que se pliega completamente en la porción superior del brazo para encerrar el canal preopérculo-mandibular, esta cresta presenta una espina en la esquina inferior derecha y, por su porción superior izquierda está en contacto con el hiomandibular. El borde lateral derecho del brazo con aserraciones bien definidas y, el ángulo inferior derecho con numerosas espinas relativamente pequeñas que apenas sobresalen de la estructura. La superficie del brazo cubre parte de la porción izquierda del opérculo.

La región inferior del preopérculo es plana y cubre parcialmente la superficie del interopérculo, su borde superior sobresale por detrás de la cresta recibiendo la superficie basal del cuadrado y, el borde inferior presenta una serie de numerosas denticiones. El borde lateral izquierdo se encuentra unido al borde del angular y del retroarticular por tejido conectivo.

**Talla intermedia (Fig. 16b).** En la región anterior posee una cresta que se pliega completamente en la porción superior del brazo, esta cresta presenta una espina en la esquina inferior derecha y, por su borde izquierdo está en contacto con el hiomandibular. El borde lateral derecho del brazo presenta aserraciones bien definidas y, el ángulo inferior derecho entre 3 y 4 espinas grandes que sobresalen notablemente de la estructura. La superficie del brazo cubre parte de la porción izquierda del opérculo. La región inferior del preopérculo es plana y cubre parcialmente la superficie del interopérculo, su borde superior que sobresale ligeramente por detrás de la cresta recibe la superficie basal del cuadrado y, el borde inferior presenta una serie de denticiones. El borde lateral izquierdo se encuentra unido al borde del angular y del retroarticular por tejido conectivo.

**Talla menor (Fig. 16c).** La estructura en la región anterior posee una cresta que se pliega casi completamente en la porción superior del brazo, dicha cresta presenta un par de espinas en la esquina inferior derecha y, por su borde izquierdo está en contacto con el hiomandibular (Fig.15a). El borde lateral derecho del brazo presenta aserraciones bien definidas y en su parte inferior sobre el ángulo inferior derecho 2 espinas grandes que sobresalen notablemente de la estructura (Fig.15b). La superficie del brazo cubre parte de la porción izquierda del opérculo.

La región inferior del preopérculo es plana y cubre parcialmente la superficie del interopérculo, su borde superior se ubica debajo de la cresta recibiendo la superficie basal del cuadrado y, su borde inferior presenta una serie de denticiones (Fig.15b). El borde lateral izquierdo se encuentra unido al borde del angular y del retroarticular por tejido conectivo.

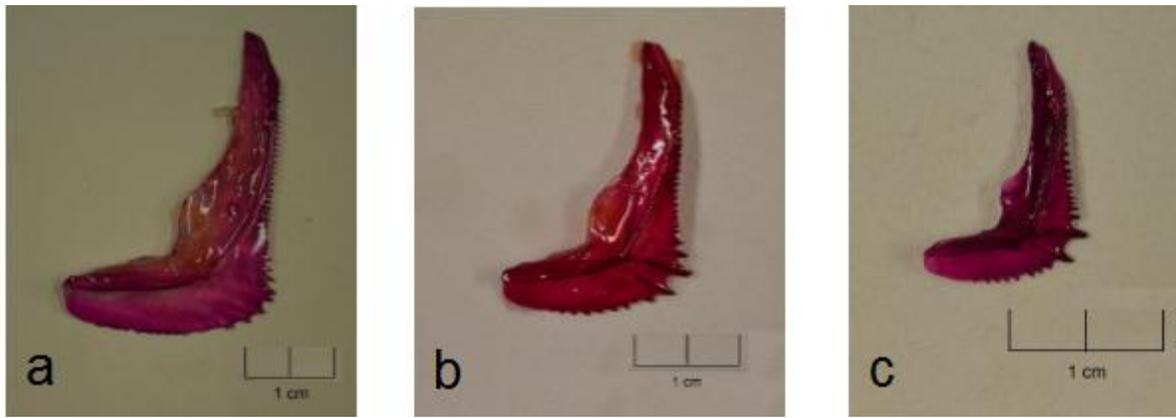


Fig. 16 Preopérculo de *C. undecimalis*. (a) Ejemplar 4 talla mayor, l. p. de 280mm. (b) Ejemplar 3 talla intermedia, l. p. de 221mm. (c) Ejemplar 4 talla menor, l. p. de 127mm.

**Interopérculo.** Hueso laminar ovalado que conecta con el preopérculo, subopérculo y retroarticular.

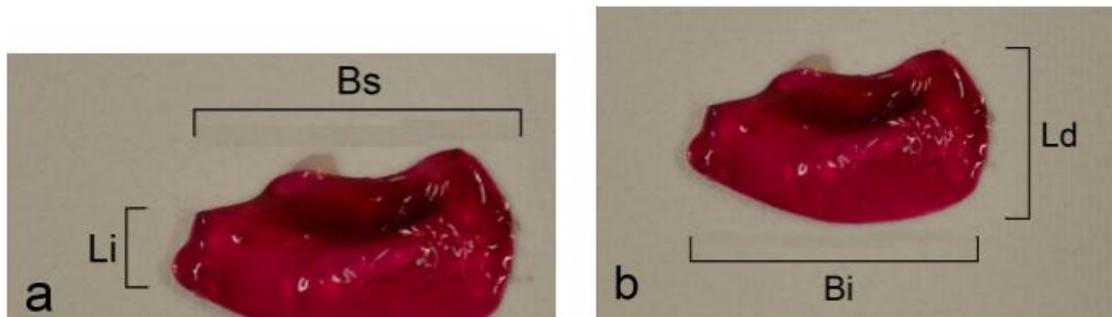


Fig.17 Regiones del interopérculo para la talla intermedia de *C. undecimalis*. Ejemplar 5: a) Borde superior ondulado (Bs). Borde lateral izquierdo (Li). b) Borde lateral derecho redondeado (Ld). Borde inferior redondeado (Bi).

**Talla mayor (Fig. 18a).** Su borde superior es ondulado y ascendente teniendo como punto máximo la esquina superior derecha, la cual es ovalada y conecta con el subopérculo; la mitad superior de este hueso queda cubierto por la región inferior del preopérculo. Los bordes lateral derecho e inferior son notablemente redondeados, el borde lateral izquierdo presenta un borde superior corto y vertical, mientras que el borde inferior está inclinado y es dos veces la longitud del superior, en esta región el hueso se une al retroarticular.

**Talla intermedia (Fig. 18b).** Su borde superior es ondulado (Fig. 17a) y ascendente teniendo como punto máximo la esquina superior derecha cuya forma es ovalada y conecta con el subopérculo; la mitad superior de este hueso queda cubierto por la región inferior del preopérculo. Los bordes lateral derecho e inferior son ligeramente redondeados (Fig. 17b) y el borde lateral izquierdo presenta un borde superior vertical mientras que el borde inferior está inclinado, en esta región el hueso se une al retroarticular.

**Talla menor (Fig. 18c).** Su borde superior es ondulado y ascendente con un par de bordes horizontales, tiene su punto máximo en la esquina superior derecha cuya forma es ovalada y conecta con el subopérculo; la mitad superior de este hueso queda cubierto por la región inferior del preopérculo. Su borde lateral derecho así como el borde inferior son ligeramente redondeados.

El borde lateral izquierdo, presenta el borde superior vertical mientras que el borde inferior es inclinado, teniendo la misma longitud, en esta región el hueso se une al retroarticular.

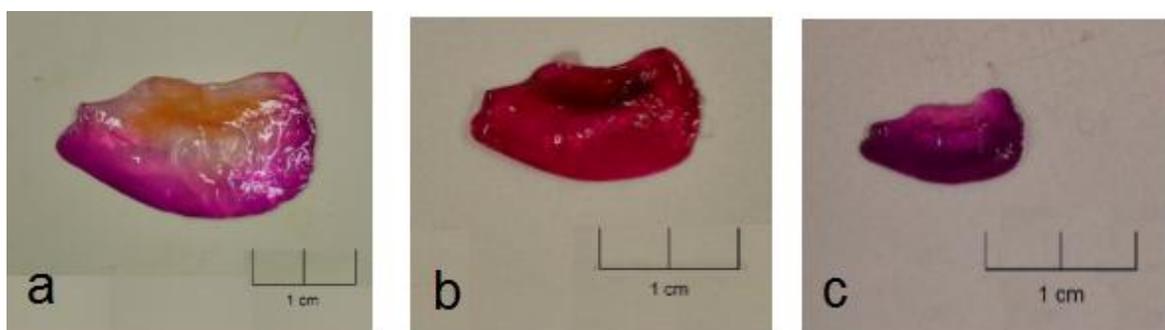


Fig. 18 Interopérculo de *C. undecimalis*. (a) Ejemplar 4 talla mayor, l. p. de 280mm. (b) Ejemplar 5 talla intermedia, l. p. de 211mm. (c) Ejemplar 2 talla menor, l. p. de 122mm.

**Maxila.** El maxilar es una barra larga, ligeramente curvada y edentada, que forma el borde posterior del hocico. Conecta con la premaxila.



Fig.19 Regiones del maxilar para la talla menor de *C. undecimalis*. Ejemplar 3: Ganchos del extremo izquierdo (G). Esquina superior derecha angulada (Eqs). Esquina inferior redondeada (Eqi). Borde donde se inserta la supramaxila (Is).

**Talla mayor (Fig. 20a).** En su porción izquierda es estrecho, terminando en un borde redondeado con un surco a partir del cual se originan un par de ganchos triangulares, en donde se inserta el borde izquierdo de la premaxila, estos ganchos sobresalen notablemente del borde. La estructura se ensancha hacia el extremo derecho, formando en la esquina superior un ángulo que se encuentra sobre el mismo eje del borde inferior derecho de la maxila, este último de forma redondeada; en su borde superior derecho se une con la supramaxila.

**Talla intermedia (Fig. 20b).** En su porción izquierda es estrecho, terminando en un borde redondo con un surco a partir del cual sobresalen un par de ganchos triangulares donde se inserta el borde izquierdo de la premaxila, dichos ganchos sobresalen notablemente del borde. La estructura se ensancha hacia el extremo derecho, formando en su esquina superior derecha un ángulo, en el que su máximo se ubica al nivel del borde inferior derecho, el cual es redondeado; la supramaxila se une a este hueso en su borde superior derecho.

**Talla menor (Fig. 20c).** En su porción izquierda es estrecho, terminando en un borde redondo con un surco a partir del cual sobresalen un par de ganchos semitriangulares en donde penetra el borde izquierdo de la premaxila, estos ganchos apenas sobresalen del borde. La estructura se ensancha hacia el extremo derecho, formando un ángulo en la esquina superior, este ángulo sobrepasa ligeramente el final del borde inferior; en su borde superior derecho se une la supramaxila al maxilar (Fig.19).

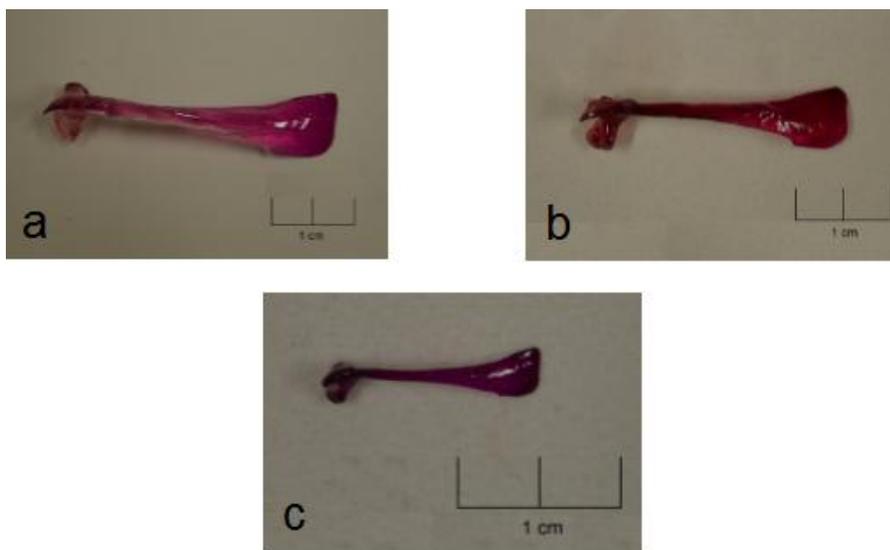


Fig. 20 Maxila de *C. undecimalis*. (a) Ejemplar 3 talla mayor, l. p. de 290mm. (b) Ejemplar 3 talla intermedia, l. p. de 210mm. (c) Ejemplar 5 talla menor, l. p. de 110mm.

**Premaxila.** Hueso en forma de barra gruesa, ligeramente curvado que conecta con la maxila.

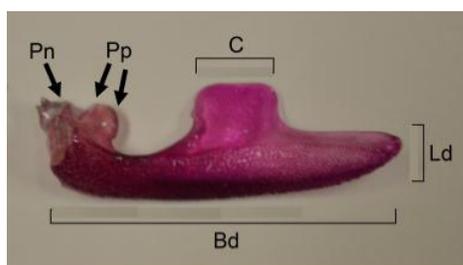


Fig.21 Regiones del premaxilar para la talla mayor de *C. undecimalis*. Ejemplar 5: Procesos paralelos del extremo izquierdo (Pp). Proceso nasal (Pn). Cresta de la premaxila (Cr). Banda de dientes de la porción ventral (Bd). Borde lateral derecho elevado (Ld).

**Talla mayor (Fig. 22a).** El ancho máximo es 3 veces la longitud de su altura máxima, la cual es tomada del punto máximo de la cresta hasta el borde inferior de la premaxila. La superficie anterior está cubierta por una amplia banda de dientes diminutos y su borde lateral izquierdo es elevado, a partir del cual se originan dos procesos paralelos y redondeados que forman una sola cavidad y un proceso ascendente o nasal de forma triangular ubicado en la porción lateral izquierda, estos procesos terminan ligeramente por debajo del nivel máximo de la cresta, la cual sobresale a la mitad del borde superior aproximadamente. Dicha cresta es lisa, de forma rectangular y bordes redondeados, marcando la elevación máxima del hueso, su anchura cabe 4.1 veces en el ancho máximo y 1.4 veces en la altura máxima de la estructura. En su porción lateral derecha la barra se comprime levemente formando un borde ovalado y ligeramente elevado, el cual se une en su región posterior a la superficie anterior del maxilar por medio de un pequeño surco (Fig. 21).

**Talla intermedia (Fig. 22b).** El ancho máximo es 3 veces la longitud de su altura máxima. La superficie anterior, está cubierta por una amplia banda de dientes diminutos y su borde lateral izquierdo es elevado, a partir del cual se originan dos procesos paralelos y redondeados que forman una sola cavidad y, un proceso ascendente o nasal de forma triangular ubicado en la porción lateral izquierda, estos procesos terminan levemente por debajo del nivel máximo de la cresta, la cual sobresale a la mitad del borde superior aproximadamente. Dicha cresta es lisa, de forma rectangular y con bordes redondeados, su borde superior se encuentra ligeramente inclinado, este borde marca la elevación máxima del hueso, su anchura cabe 4.5 veces en el ancho máximo y 1.4 veces en la altura máxima de la estructura. En su porción lateral derecha la barra se comprime

levemente formando un borde ovalado y ligeramente elevado, que se une en su región posterior a la superficie anterior del maxilar por un pequeño surco.

**Talla menor (Fig. 22c).** El ancho máximo de 3.1 veces la longitud de su altura máxima. En la superficie anterior, está cubierto por una amplia banda de dientes diminutos y, su borde lateral izquierdo es elevado, a partir del cual se originan dos procesos paralelos y redondeados que forman una cavidad en su unión y, un proceso ascendente o nasal triangular ubicado en su porción lateral izquierda, estos procesos terminan ligeramente por debajo del nivel máximo de la cresta, la cual sobresale aproximadamente a la mitad del borde superior. Dicha cresta es lisa, de forma rectangular y con bordes redondeados, su borde superior se encuentra ligeramente inclinado y marca la elevación máxima del hueso; su ancho cabe 4.3 veces en la anchura máxima y 1.4 veces en la altura máxima de la estructura. En su porción lateral derecha la barra se comprime levemente formando un borde ovalado y ligeramente elevado, que se une en su región posterior por un pequeño surco a la superficie anterior del maxilar.

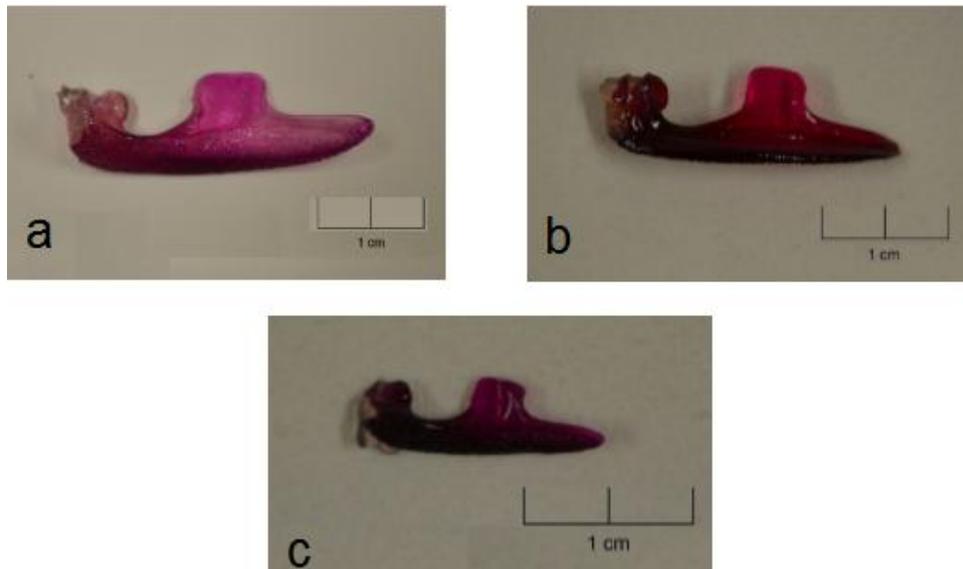


Fig. 22 Premaxila de *C. undecimalis*. (a) Ejemplar 5 talla mayor, l. p. de 278mm. (b) Ejemplar 4 talla intermedia, l. p. de 206mm. (c) Ejemplar 4 talla menor, l. p. de 127mm.

**Dentario.** Hueso alargado con forma de V que conecta con el angular.

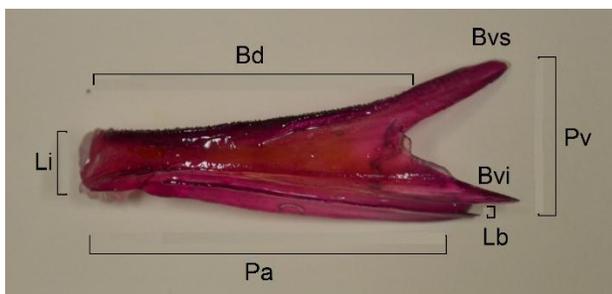


Fig. 23 Regiones del dentario para la talla mayor de *C. undecimalis*. Ejemplar 5: Banda de dientes (Bd). Porción derecha en forma de V (Pv). Brazo superior de la V (Bvs). Brazo inferior de la V (Bvi). Norde lateral izquierdo (Li). Porción inferior aplanada (Pa). Longitud entre el borde del brazo inferior y el borde anular de la parte aplanada (Lb).

**Talla mayor (Fig. 24a).** La porción derecha con forma de V recibe el extremo izquierdo del angular; el brazo inferior de esta V se extiende ligeramente más allá del brazo superior. La distancia entre el brazo inferior de la V y, el extremo del borde inferior es muy corta. A lo largo de la superficie dorsal así como en el borde superior, que es curvado, presenta una fina dentición. La superficie de la parte inferior es aplanada, con una ranura que se extiende a todo lo largo de la estructura; el borde inferior es recto y el lateral izquierdo ligeramente inclinado y, en el cual se unen ambos dentarios por una ligera extensión de cartílago en la sínfisis (Fig.23).

**Talla intermedia (Fig. 24b).** La porción derecha con forma de V recibe el extremo izquierdo del angular; el brazo inferior de esta V se extiende ligeramente más allá del brazo superior. A lo largo de la superficie dorsal así como en el borde superior, que es curvado, presenta una fina dentición. La superficie de la parte inferior es aplanada, presentando una ranura que se extiende a todo lo largo de la estructura; el borde inferior es recto y el lateral izquierdo ligeramente inclinado, uniéndose ambos dentarios en esta región por una ligera extensión de cartílago en la sínfisis.

**Talla menor (Fig. 24c).** La porción derecha con forma de V recibe el extremo izquierdo del angular; ambos brazos de esta V se extienden al mismo nivel. A lo largo de la superficie dorsal así como en el borde superior, él cual es ligeramente curvado presenta una fina dentición. La superficie de la parte inferior es aplanada y presenta una ranura que se extiende a lo largo de la estructura; el borde inferior es recto mientras que el lateral izquierdo ligeramente inclinado, en este último se unen ambos dentarios por una ligera extensión de cartílago en la sínfisis.

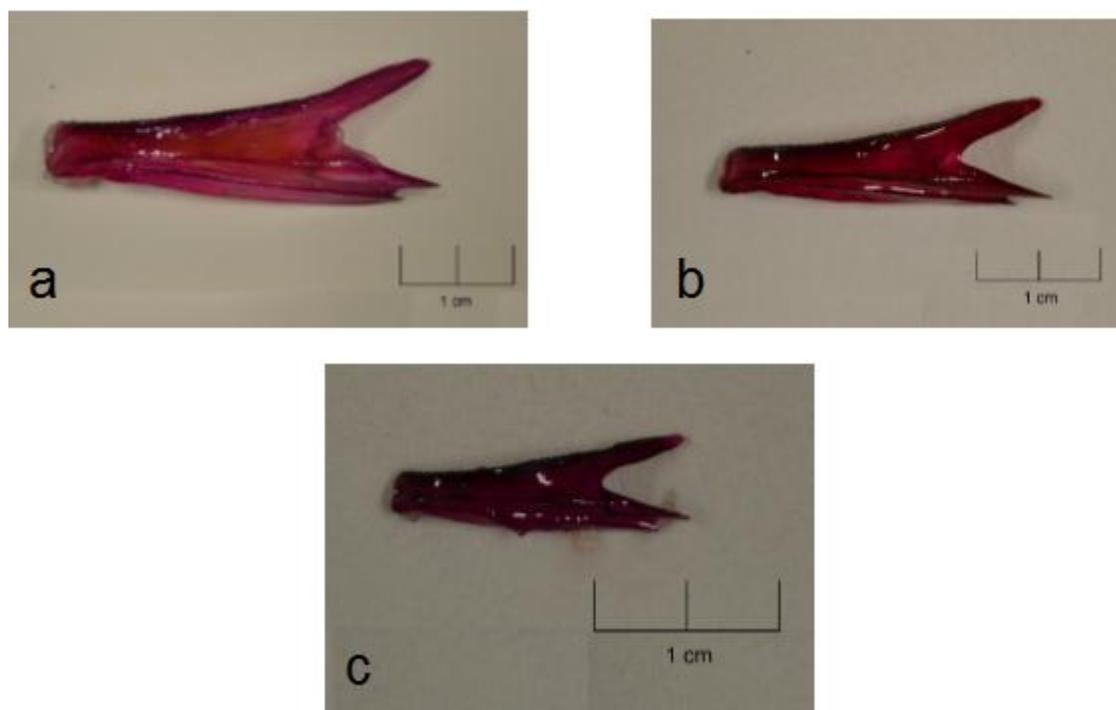


Fig. 24 Dentario de *C. undecimalis*. (a) Ejemplar 5 talla mayor, l. p. de 278mm. (b) Ejemplar 5 talla intermedia, l. p. de 211mm. (c) Ejemplar 4 talla menor, l. p. de 127mm.

**Angular.** Hueso triangular que conecta con el dentario, retroarticular y cuadrado.

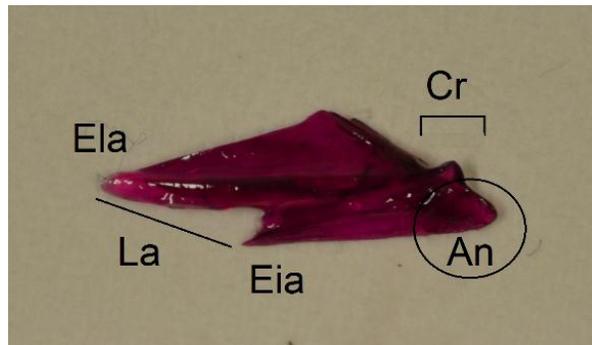


Fig.25 Regiones del angular para la talla menor de *C. undecimalis*. Ejemplar 4: Cresta del angular (Cr). Extremo angular lateral derecho (Ela). Extremo angular inferior (Eia). Longitud entre los bordes angulares (La). Articular suturado al angular (An).

**Talla mayor (Fig. 26a).** Su alto máximo cabe aproximadamente 2.7 veces en su ancho máximo y la longitud entre el extremo izquierdo y el final del borde inferior es igual a la altura máxima. El extremo izquierdo es notablemente angulado y articula con la ranura del dentario, uniéndose a este último por medio del cartílago de Meckel y su borde inferior izquierdo sobresale notablemente también formando un ángulo agudo que está en contacto con el borde inferior del dentario. El borde superior derecho está engrosado, terminando en una pequeña cresta que permite la formación de una cavidad o foceta pequeña que articula con el cuadrado y en su borde lateral derecho con el retroarticular, que se encuentra suturado al angular.

**Talla intermedia (Fig. 26b).** Su alto máximo cabe aproximadamente 2.7 veces en su ancho máximo y la longitud entre el extremo izquierdo y el final del borde inferior es igual a la altura máxima. El extremo izquierdo es notablemente angulado y articula con la ranura del dentario, uniéndose a éste último por medio del cartílago de Meckel y, su borde inferior izquierdo también sobresale notablemente formando un ángulo agudo que está en contacto con el borde inferior del dentario. El borde superior derecho está engrosado, terminando en una pequeña cresta que permite la formación de una pequeña

cavidad o faceta que articula con el cuadrado y, en su borde lateral derecho el retroarticular se encuentra suturado al angular.

**Talla menor (Fig. 26c).** Su alto máximo cabe aproximadamente 2.7 veces en su ancho máximo y la longitud entre el extremo izquierdo y el final del borde inferior es ligeramente más grande que la altura máxima, cabe aproximadamente 2.4 veces en el ancho máximo. El extremo izquierdo es notablemente angulado y articula con la ranura del dentario, uniéndose a él por medio del cartílago de Meckel; el borde inferior izquierdo sobresale notablemente formando un ángulo obtuso, el cual está en contacto con el borde inferior del dentario. El borde superior derecho está engrosado, terminando en una pequeña cresta que permite la formación de una pequeña cavidad o faceta que articula con el cuadrado y, en su borde lateral derecho el retroarticular se encuentra suturado al angular (Fig. 25).

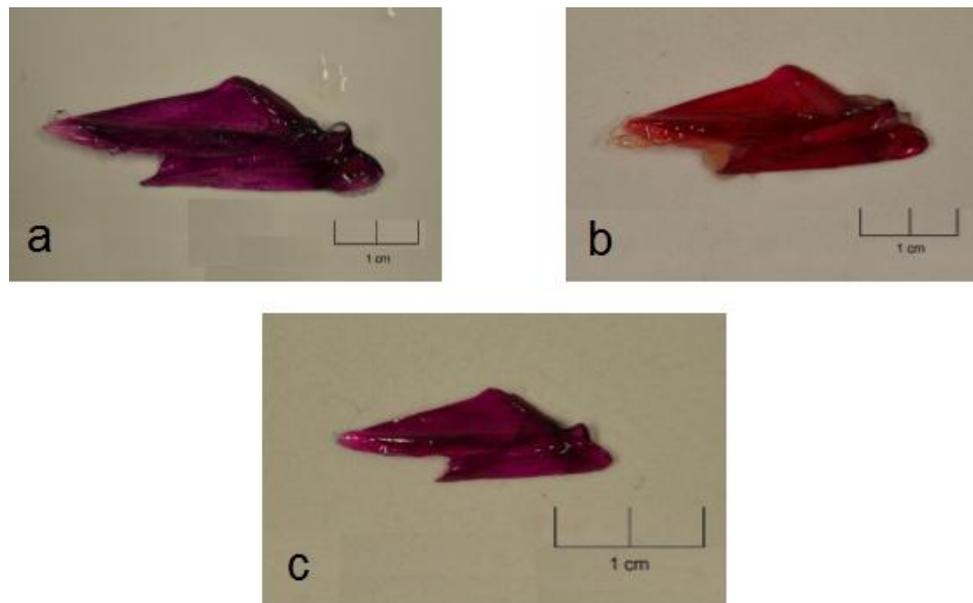


Fig. 26 Angular de *C. undecimalis*. (a) Ejemplar 5 talla mayor, l. p. de 292mm. (b) Ejemplar 4 talla intermedia, l. p. de 218mm. (c) Ejemplar 4 talla menor, l. p. de 127mm.

## Descripción de la osteología de *Centropomus parallelus*.

### Región opercular:

**Opérculo.** Lámina ósea transparente, su posición en el complejo opercular es en forma de triángulo invertido sin espinas ni aserraciones. Este hueso conecta con el hiomandibular, el preopérculo y el subopérculo.

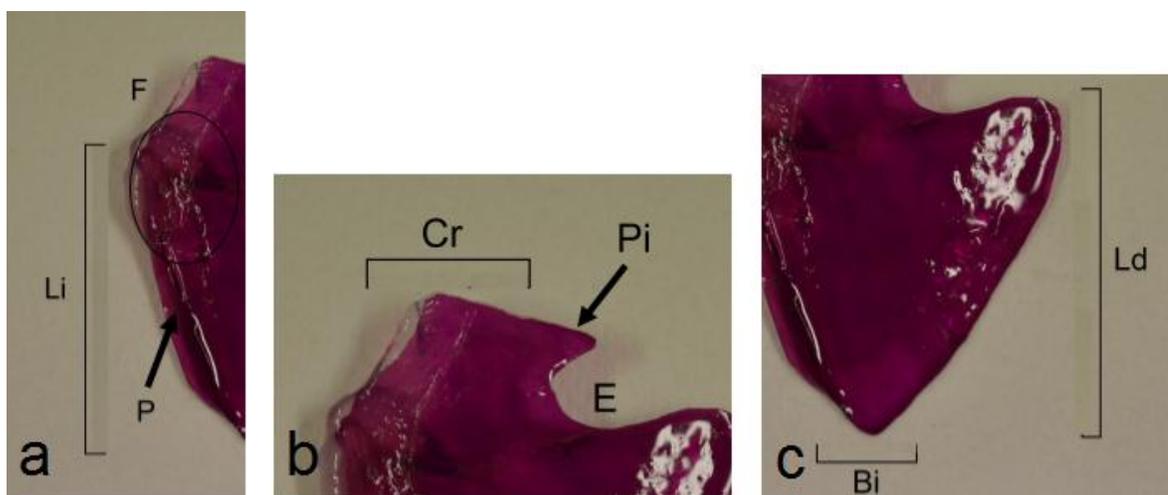


Fig. 27 Regiones del opérculo para la talla mayor de *C. parallelus*, y que ejemplifican las partes para las tres tallas. a) Ejemplar 2: Borde lateral izquierdo (Li), fosa que conecta con el cóndilo del hiomandibular (F) y plegamiento que une al preopérculo (P). b) Ejemplar 5: Cresta del borde superior (C), pico de la cresta (Pi) y escotadura en forma de U (E). c) Ejemplar 5: Borde lateral derecho del opérculo (Ld) y borde inferior (Bi).

**Talla mayor (Fig. 28a).** El ancho máximo del opérculo es 1.3 veces la longitud de su altura máxima. El borde lateral izquierdo es recto en sus tres cuartos superiores y, su cuarto inferior está ligeramente inclinado, terminando en la punta inferior del opérculo; este borde lateral izquierdo presenta una pestaña o plegamiento a causa de la unión con el preopérculo. En la parte posterior del opérculo se encuentra una fosa reforzada por un par de trabéculas que permite la articulación con el cóndilo del hiomandibular (Fig.27a). En su parte superior, el opérculo posee una cresta cuyo máximo se encuentra en la mitad izquierda del opérculo. Dicha cresta se divide en tres porciones con bordes rectos, una lateral izquierda, una superior y una interna. El borde lateral izquierdo es vertical mientras

que el superior está bastante inclinado terminando a la altura del final del borde lateral de la cresta; ambos bordes forman en su unión un ángulo, que marca el punto máximo de la estructura, el cual está ubicado a la izquierda del ángulo inferior del opérculo. El borde de la cara interna de esta cresta es corto e inclinado y al unirse con el borde superior forman el ángulo o pico de la cresta, su longitud cabe 3.2 veces en la longitud del borde superior de ésta. En conjunto, el pico y la parte superior del borde lateral derecho forman una escotadura con forma de media luna (Fig.27b), la cual posee un borde terminal casi horizontal, cuyo máximo se encuentra al nivel del inicio del borde lateral izquierdo. La longitud de esta escotadura cabe aproximadamente 3.5 veces en el ancho máximo del opérculo; el ángulo de abertura de la media luna varía entre 70° y 89°. La porción izquierda del borde superior del opérculo, termina en una inclinación casi vertical.

El borde superior de la porción lateral derecha es notablemente ovalado y a partir de su punto terminal el borde que continúa hasta el ángulo inferior del opérculo es recto.

La región inferior con forma de V posee una apertura que varía entre 88° y 94° aproximadamente; el subopérculo se adjunta al opérculo en esta región (Fig.27c).

**Talla intermedia (Fig. 28b).** El ancho máximo del opérculo es 1.3 veces la longitud de su altura máxima. En la porción lateral izquierda el borde es recto en las tres cuartas partes superiores y en su cuarto inferior ligeramente inclinado, terminando en la punta inferior del opérculo; este borde lateral izquierdo presenta una pestaña o plegamiento que permite la unión con el preopérculo. En la porción posterior, se encuentra la fosa reforzada por un par de trabéculas, dicha fosa recibe al cóndilo del hiomandibular.

En la región superior la mayor parte de la superficie de la cresta se ubica en la mitad izquierda de la estructura, dicha cresta se divide en tres porciones con bordes rectos, una lateral izquierda, una superior y una interna. Los bordes lateral izquierdo y superior son inclinados, en este último, no es posible diferenciar el inicio de la recta que lo continua; estos dos bordes al unirse forman un ángulo que marca el punto máximo de la estructura, el cual se encuentra a nivel del ángulo inferior del opérculo. El borde de la cara interna es corto y ligeramente inclinado y, al unirse con el borde superior forman un ángulo o pico, cuya longitud cabe 5.5 veces en la longitud del borde superior de la cresta. Al unirse dicho pico con el borde superior lateral derecho forman una escotadura con forma de media luna con posición horizontal, cuyo máximo se encuentra al nivel de la fosa ubicada en la porción posterior. Dicha escotadura tiene una apertura bastante amplia, formando ángulos desde  $70^\circ$  hasta  $89^\circ$  y su borde terminal cabe aproximadamente 3.7 veces en el ancho máximo del opérculo. La porción izquierda del borde superior del opérculo es casi vertical y forma una ligera cavidad.

El borde superior de la porción lateral derecha es notablemente ovalado y, a partir de su punto terminal el borde que continúa hasta el ángulo inferior es recto. La región inferior del opérculo tiene forma de V con un ángulo de abertura que varía entre  $84^\circ$  y  $94^\circ$  aproximadamente; el subopérculo se une al opérculo en esta región.

**Talla menor (Fig. 28c).** El ancho máximo del opérculo es 1.4 veces la longitud de su altura máxima. En la porción lateral izquierda, el borde es recto en sus tres cuartas partes superiores, mientras que su cuarto inferior está ligeramente inclinado, terminando en la punta inferior del opérculo; este borde lateral presenta una pestaña o plegamiento que permite la unión con el preopérculo. En la parte posterior, el opérculo presenta una fosa

reforzada por un par de trabéculas que articula con el cóndilo posterior del hiomandibular. En su parte superior, el máximo de la cresta se encuentra en la mitad izquierda del opérculo, sin alcanzar el borde inferior de la estructura; los bordes lateral izquierdo y superior de dicha cresta son rectos y bastante inclinados, su unión forma un ángulo que marca la altura máxima de la estructura. El borde de la cara interna de la cresta es recto también, pero está posicionado horizontalmente y al unirse con el borde superior forman un pico corto, cuya longitud cabe 4 veces en la longitud del borde superior de la cresta. Al unirse el pico con el borde superior de la porción lateral derecha forman una escotadura con forma de media luna cuyo borde terminal es horizontal, y su máximo se encuentra al nivel del inicio del borde lateral izquierdo; el ángulo de abertura de dicha escotadura varía entre  $60^\circ$  y  $89^\circ$  y, su longitud cabe aproximadamente 3.4 veces en el ancho máximo del opérculo. El borde superior en su porción lateral derecha termina en una ligera curvatura. La parte superior del borde lateral derecho es notablemente ovalado y, a partir de su punto terminal el borde que continúa hasta el ángulo inferior es recto. La región inferior tiene forma de V con ángulo agudo entre  $81^\circ$  y  $89^\circ$  aproximadamente; el subopérculo se adjunta en esta región al opérculo.

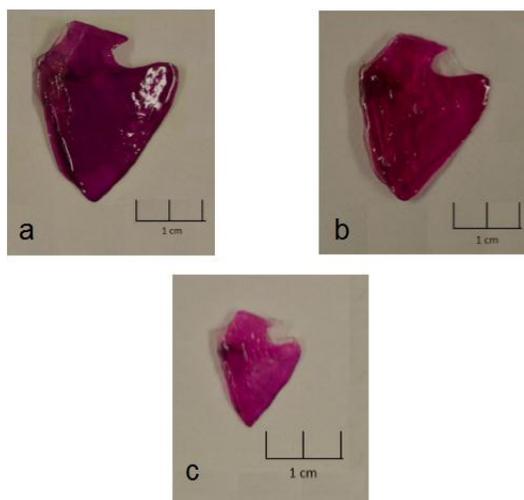


Fig. 28 Opérculo de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 2 talla mayor con l. p. 259 mm. (b) Ejemplar 1 talla intermedia l. p. de 205mm. (c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 132mm.

**Subopérculo.** Hueso laminar, largo y con forma de bota que conecta con el opérculo e interopérculo.

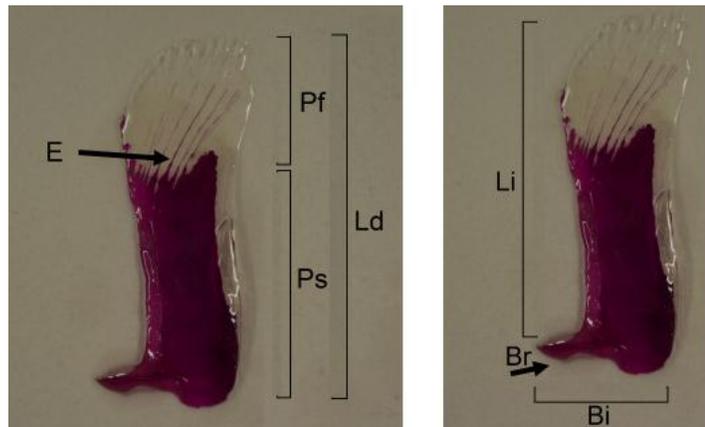


Fig.29 Regiones del subopérculo para la talla mayor de *C. parallelus*, que permiten identificar las partes en la talla intermedia y menor. Ejemplar 2: a) Borde lateral derecho (Ld). Estríación originada en la parte izquierda (Es). Porción fina del hueso (Pf). Porción sólida del hueso (Ps). b) Borde lateral izquierdo recto (Li). Brazo que conecta con el opérculo e interopérculo (Br). Borde inferior ondulado

**Talla mayor (Fig. 30a).** La región superior puede dividirse en dos secciones, la primera que es más ancha y fina con estrías presentes, abarcando una tercera parte de la estructura y la segunda en la que el hueso es sólido. En la parte izquierda de la segunda sección se originan las estrías que se extienden hasta el borde superior derecho abarcando sólo la mitad derecha de la superficie fina, este borde superior es irregular y su punto máximo se encuentra en la esquina derecha. El borde lateral derecho es recto aproximadamente hasta la mitad del subopérculo, mientras que hacia la región inferior el borde es curvado (Fig.29a). El borde lateral izquierdo es recto y el opérculo cubre dos terceras partes del subopérculo por esta región.

En la región inferior, a partir de la esquina izquierda se extiende un brazo con terminación angular que conecta con el opérculo en su región inferior quedando por debajo de la superficie de este, a su vez, este brazo se une al interopérculo quedando por encima de

él. El borde inferior del subopérculo es profundamente ondulado y su unión con el borde lateral derecho forma una esquina bastante redondeada (Fig. 29b).

**Talla intermedia (Fig. 30b).** La región superior está dividida en dos secciones, la primera más ancha y fina con estrías presentes y la segunda en la que el hueso es sólido. En la parte izquierda de la segunda sección se originan las estrías a la altura media del subopérculo, éstas estrías se extienden por la parte izquierda hasta el borde superior derecho, abarcando dos terceras partes de la porción fina. El borde superior es irregular y su punto máximo se encuentra en la esquina derecha. El borde lateral derecho en su porción fina es recto mientras que en la porción sólida el borde es ondulado, ensanchándose ligeramente en algunas zonas. El borde lateral izquierdo es ligeramente curvado; el opérculo cubre dos terceras partes del subopérculo por este lado.

En la región inferior, a partir de la esquina izquierda se extiende un brazo con terminación angular que conecta con el opérculo en su región inferior quedando por debajo de la superficie de éste, a su vez, se une al interopérculo que dando por encima de él. El borde inferior del subopérculo es ondulado, donde su porción derecha es notablemente redondeada.

**Talla menor (Fig. 30c).** La región superior está dividida en dos secciones, la primera más ancha y fina abarcando la mitad de la altura de la estructura y, la segunda sección en la que el hueso es sólido. En la parte izquierda de la segunda sección se originan las estrías a la altura media del subopérculo, éstas estrías se extienden por la parte izquierda hasta el borde superior derecho, dicho borde es irregular y su punto máximo se encuentra en la esquina superior derecha. El borde lateral derecho es ligeramente

curvado en su parte superior, mientras que en su sexta parte inferior es recto. El borde lateral izquierdo es ligeramente curvado; el opérculo cubre dos terceras partes del subopérculo por este lado.

En la región inferior, a partir de la esquina izquierda se extiende el brazo con terminación angular que conecta con el opérculo en su región inferior quedando por debajo de la superficie de éste y, a su vez, dicho brazo se une al interopérculo quedando encima de la superficie de este último. El borde inferior del subopérculo forma en su mitad izquierda una curvatura profunda mientras que en la mitad derecha, el borde es recto formando una esquina ligeramente ovalada al unirse al borde lateral derecho.

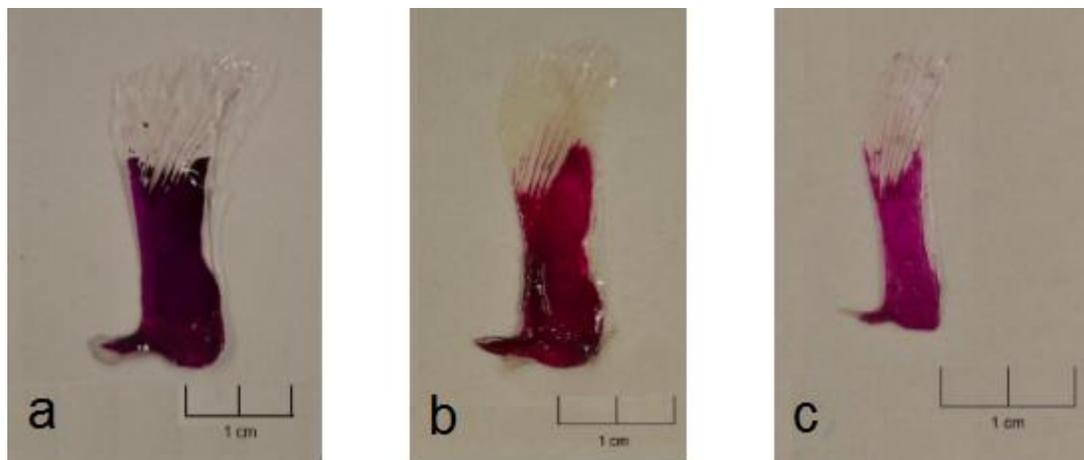


Fig. 30 Subopérculo de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 3 talla mayor con l. p. 259 mm. (b) Ejemplar 3 talla intermedia l. p. de 210mm. (c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 132mm.

**Preopérculo.** Hueso en forma de L invertida que se ubica en la parte más anterior del complejo opercular, presenta espinas y aserraciones. Conecta con el opérculo, interopérculo, hiomandibular y cuadrado.

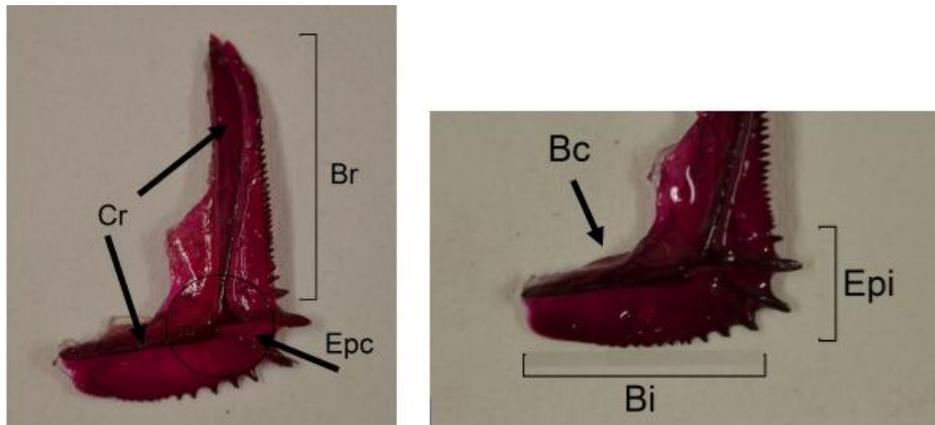


Fig.31 Regiones del preopérculo para la talla intermedia de *C. parallelus*, que permiten reconocer partes para la talla mayor e intermedia. a) Ejemplar 3: Brazo del preopérculo con aserraciones definidas (Br). Cresta del preopérculo (Cr). Espina de la cresta (Epc). b) Ejemplar 4: Borde que conecta con el cuadrado sobresaliendo por detrás de la cresta (Bc). Borde inferior dentado (Bi). Tres espinas presentes en el ángulo inferior del hueso (Epi).

**Talla mayor (Fig. 32a).** En la región anterior posee una cresta que se pliega casi completamente en la porción superior del brazo para encerrar el canal preopérculo-mandibular, esta cresta presenta 2 espinas en la esquina inferior derecha y por su borde izquierdo está en contacto con el hiomandibular. El borde lateral derecho del brazo presenta aserraciones pequeñas y poco definidas y, sobre el ángulo inferior derecho entre 2 y 3 espinas grandes que sobresalen de la estructura. La superficie del brazo cubre parte de la porción izquierda del opérculo.

La región inferior del preopérculo es plana y cubre parcialmente la superficie del interopérculo, su borde superior sobresale por detrás de la cresta recibiendo la superficie basal del cuadrado y el borde inferior presenta una serie de denticiones bien definidas. El borde lateral izquierdo se encuentra unido al borde del angular y del retroarticular por tejido conectivo.

**Talla intermedia (Fig. 32b).** En la región anterior posee una cresta que se pliega casi completamente en la porción superior del brazo para encerrar el canal preopérculo-mandibular, la cual presenta un par de espinas en la esquina inferior derecha y por su borde superior izquierdo, está en contacto con el hiomandibular. El borde lateral derecho del brazo presenta aserraciones bien definidas (Fig.31a) y en su ángulo inferior derecho 2 espinas grandes que sobresalen notablemente de la estructura (Fig.31b). La superficie del brazo cubre parte de la porción izquierda del opérculo.

La región inferior del preopérculo es plana y cubre parcialmente la superficie del interopérculo, su borde superior sobresale por detrás de la cresta recibiendo la superficie basal del cuadrado y, el borde inferior presenta una serie de denticiones bien definidas (Fig.31b). El borde lateral izquierdo se encuentra unido al borde del angular y retroarticular por tejido conectivo.

**Talla menor (Fig. 32c).** En la región anterior posee una cresta que se pliega casi completamente en la porción superior del brazo para encerrar el canal preopérculo-mandibular, presentando un par de espinas en la esquina inferior derecha y, por su borde superior izquierdo está en contacto con el hiomandibular. El borde lateral derecho del brazo presenta aserraciones bien definidas y, en su parte inferior sobre el ángulo 2 espinas grandes que sobresalen notablemente de la estructura. La superficie del brazo cubre parte de la porción izquierda del opérculo.

La región inferior del preopérculo es plana y cubre parcialmente la superficie del interopérculo, su borde superior recibe la superficie basal del cuadrado y, su borde inferior presenta una serie de denticiones bien definidas. El borde lateral izquierdo se encuentra unido al borde del angular y retroarticular por tejido conectivo.

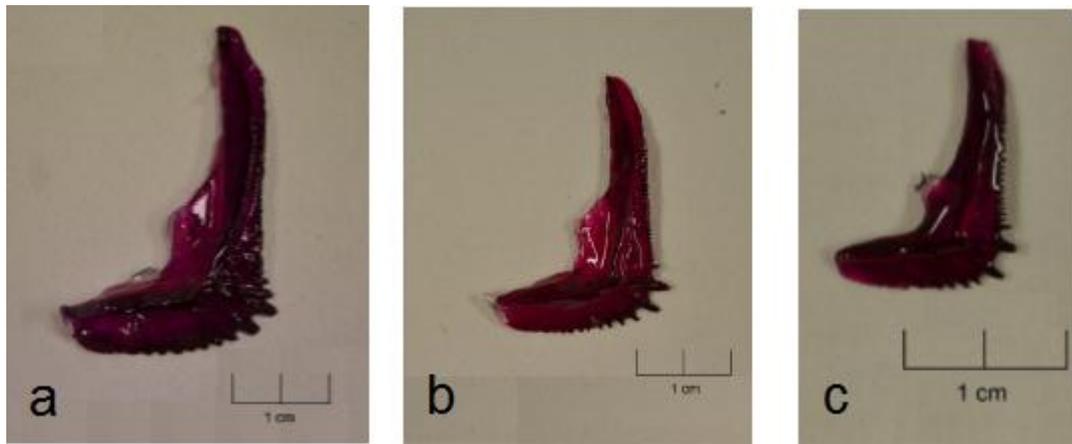


Fig. 32 Preopérculo de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 1 talla mayor con l. p. 260 mm. (b) Ejemplar 2 talla intermedia l. p. de 222mm. (c) Ejemplar 1 talla menor con l. p. de 133mm.

**Interopérculo.** Hueso laminar ovalado que conecta con el preopérculo, el subopérculo y el retroarticular.

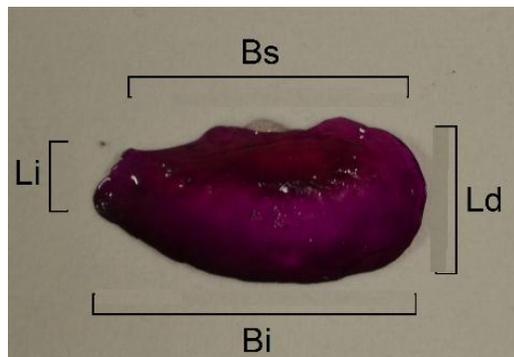


Fig. 33 Regiones del interopérculo para la talla mayor de *C. parallelus*. Ejemplar 2: a) Borde superior ligeramente ondulado (Bs). Borde lateral izquierdo inclinado (Li). Borde lateral derecho redondeado (Ld). Borde inferior redondeado (Bi).

**Talla mayor (Fig. 34a).** El borde superior es ligeramente ondulado, teniendo su punto máximo en la porción superior derecha, la cual es redondeada y conecta con el subopérculo; el preopérculo cubre con su región inferior la mitad superior de este hueso. Los bordes lateral derecho e inferior son redondeados y, el borde lateral izquierdo está inclinado, en esta región se une estrechamente al retroarticular (Fig.33).

**Talla intermedia (Fig. 34b).** El borde superior es ligeramente ondulado, teniendo su punto máximo en la porción superior lateral derecha, la cual es redondeada; la mitad superior de este hueso queda cubierta por la región inferior del preopérculo. Los bordes lateral derecho e inferior son ligeramente redondeados y el borde lateral izquierdo inclinado, a este borde se une estrechamente el retroarticular.

**Talla menor (Fig. 34c).** El borde superior es ligeramente ondulado, teniendo su punto máximo en la porción superior derecha, la cual es redondeada; el preopérculo cubre con su región inferior la mitad superior de este hueso. Los bordes lateral derecho e inferior son ligeramente redondeados y el borde lateral izquierdo es inclinado, a él se une estrechamente el retroarticular.

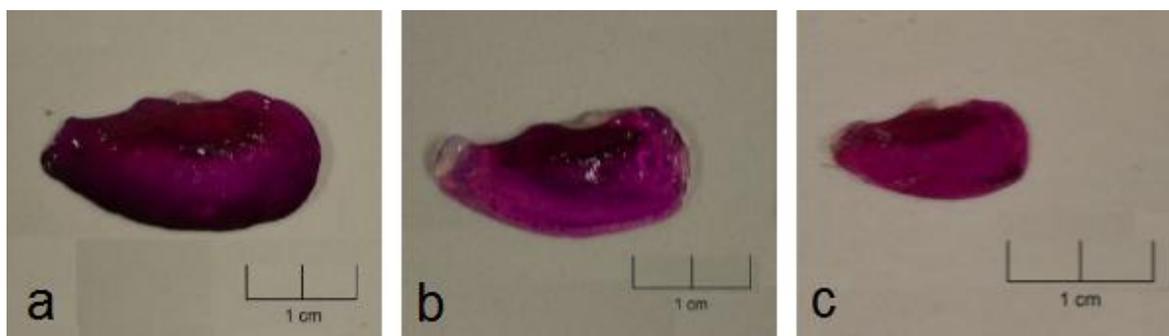


Fig. 34 Interopérculo de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 2 talla mayor con l. p. 259mm. (b) Ejemplar 5 talla intermedia l. p. de 217mm. (c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 132mm.

**Maxila.** El maxilar es una barra larga, curvada y edentada, que forma el borde posterior del hocico. Conecta con la premaxila y la supramaxila.



Fig. 35 Regiones del maxilar para la talla intermedia de *C.parallelus*. Ejemplar 2: Ganchos del extremo izquierdo (G). Esquina superior derecha angulada (Eqs). Esquina inferior redondeada (Eqi). Borde donde se inserta la supramaxila (Is).

**Talla mayor (Fig. 36a).** En su porción izquierda es estrecho terminando en un borde redondeado con un surco a partir del cual se originan un par de ganchos triangulares en donde se inserta el borde izquierdo de la premaxila, estos ganchos son cortos y apenas sobresalen de la estructura. Hacia el extremo derecho, el maxilar se ensancha formando en la esquina superior un ángulo que casi alcanza el nivel del borde inferior, éste último ligeramente redondeado y en la porción derecha, el borde superior está notablemente inclinado, la supramaxila se une al maxilar en esta región (Fig.35).

**Talla intermedia (Fig. 36b).** En su porción izquierda es estrecho terminando en un borde redondeado con un surco a partir del cual se originan un par de ganchos triangulares en los cuales penetra el borde izquierdo de la premaxila, dichos ganchos cortos y apenas sobresalen de la estructura. El maxilar se ensancha hacia el extremo derecho, formando en la esquina superior un ángulo que alcanza el nivel del borde inferior, siendo este último ligeramente redondeado, la porción derecha del borde superior es notablemente inclinada y, en ella se une la supramaxila.

**Talla menor (Fig. 36c).** En su porción izquierda es estrecho terminando en un borde redondo con un surco a partir del cual se originan un par de ganchos triangulares en los cuales penetra el borde izquierdo de la premaxila, dichos ganchos sobresalen notablemente del borde. La estructura se ensancha hacia el extremo derecho formando en la esquina superior un ángulo que se encuentra al nivel del borde inferior, el cual está ligeramente redondeado, el extremo derecho del borde superior en el cual se une la supramaxila es inclinado.

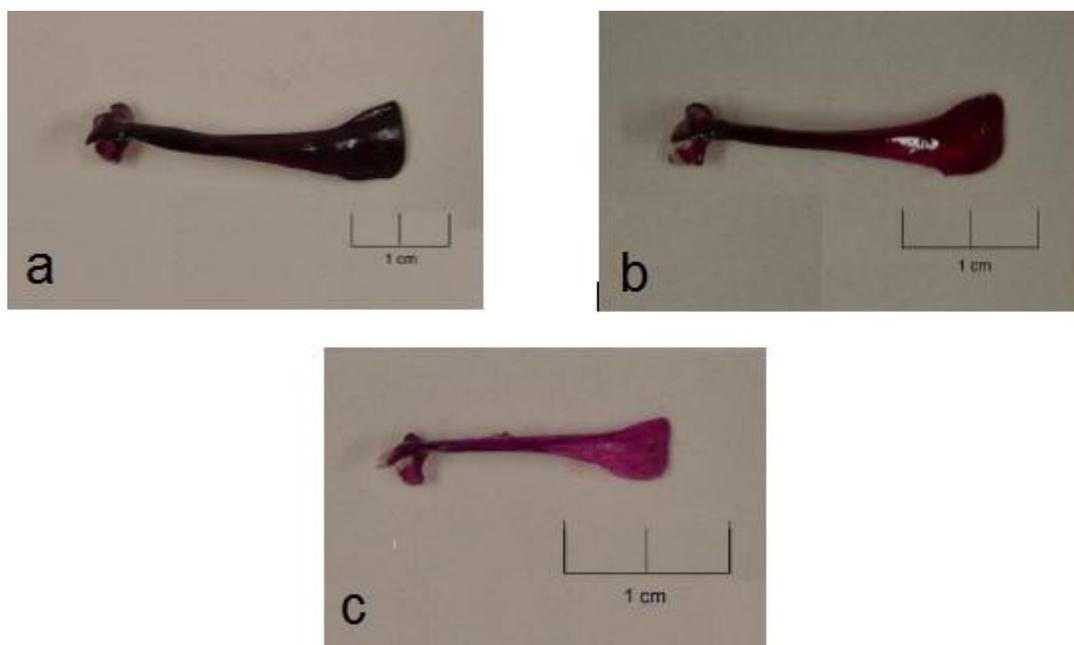


Fig. 36 Maxila de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 2 talla mayor con l. p. 259mm. (b) Ejemplar 4 talla intermedia l. p. de 206mm. (c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 132mm.

**Premaxila.** Hueso en forma de barra, ligeramente curvado que conecta con la maxila.

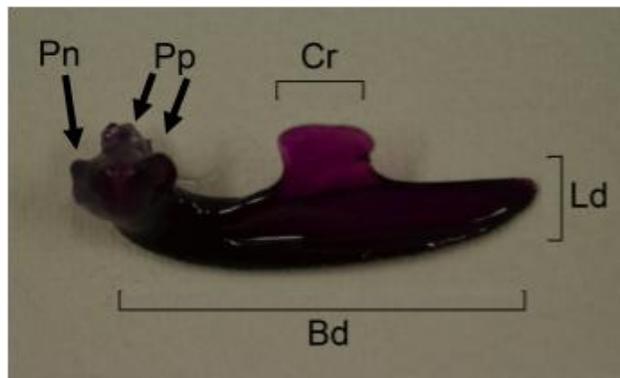


Fig. 37 Regiones del premaxilar para la talla mayor de *C. parallelus*. Ejemplar 3: Procesos paralelos del extremo izquierdo (Pp). Proceso nasal (Pn). Cresta de la premaxila (Cr). Banda de dientes de la porción ventral (Bd). Borde lateral derecho elevado (Ld).

**Talla mayor (Fig. 38a).** El ancho máximo es 3 veces la longitud de su altura máxima. La superficie anterior está cubierta por una amplia banda de dientes diminutos y a partir de su borde lateral izquierdo, el cual es elevado, se originan tres procesos, el proceso nasal o ascendente con forma triangular ubicado en la porción lateral izquierda y que se eleva aproximadamente a la mitad de la cresta y dos procesos paralelos ovalados en ángulo recto entre sí y que forman una sola cavidad, estos procesos terminan levemente por debajo del nivel de la cresta que sobresale aproximadamente a la mitad del borde superior. Dicha cresta es lisa, de forma rectangular y bordes redondeados, el borde superior está ligeramente inclinado y marca la elevación máxima del hueso, el ancho de la cresta cabe 5.5 veces en el ancho máximo y 2 veces en la altura máxima de la estructura. En su porción lateral derecha la barra se comprime levemente formando un borde ovalado y ligeramente elevado, el cual se une en su región posterior a la superficie anterior del maxilar por medio de un pequeño surco (Fig. 37).

**Talla intermedia (Fig. 38b).** El ancho máximo es 2.9 veces la longitud de su altura máxima. En la superficie anterior, está cubierto por una amplia banda de diminutos

dientes y su borde lateral izquierdo es ligeramente elevado, a partir del cual se originan tres procesos, el proceso nasal o ascendente con forma triangular ubicado en la porción lateral izquierda y dos procesos paralelos ovalados que forman una cavidad en su unión, estos procesos termina levemente por debajo del nivel de la cresta, la cual sobresale aproximadamente a la mitad del borde superior. Dicha cresta es lisa, de forma rectangular con bordes redondeadas, el borde superior está ligeramente inclinado y marca la elevación máxima del hueso; el ancho de la cresta cabe 4.1 veces en el ancho máximo y 1.4 veces en la altura máxima de la estructura. En su porción lateral derecha la barra se comprime levemente formando un borde ovalado, que se une en su región posterior a la superficie anterior del maxilar por medio de un pequeño surco.

**Talla menor (Fig. 38c).** El ancho máximo es 2.9 veces la longitud de su altura máxima. En la superficie anterior, está cubierto por una amplia banda de dientes diminutos y su borde lateral izquierdo está ligeramente elevado, a partir de este último se originan tres procesos, el proceso nasal o ascendente con forma triangular ubicado en la porción lateral izquierda y dos procesos paralelos ovalados que forman una cavidad en su unión, estos procesos terminan ligeramente por debajo del nivel de la cresta que sobresale aproximadamente a la mitad del borde superior. Dicha cresta es lisa, de forma rectangular con bordes redondeados, el borde superior se encuentra ligeramente inclinado marcando la elevación máxima del hueso; el ancho de la cresta cabe 4.6 veces en el ancho máximo y 1.5 veces en la altura máxima de la estructura. En su porción lateral derecha la barra se comprime levemente formando un borde ovalado, que se une en su región posterior a la superficie anterior del maxilar por medio de un pequeño surco.

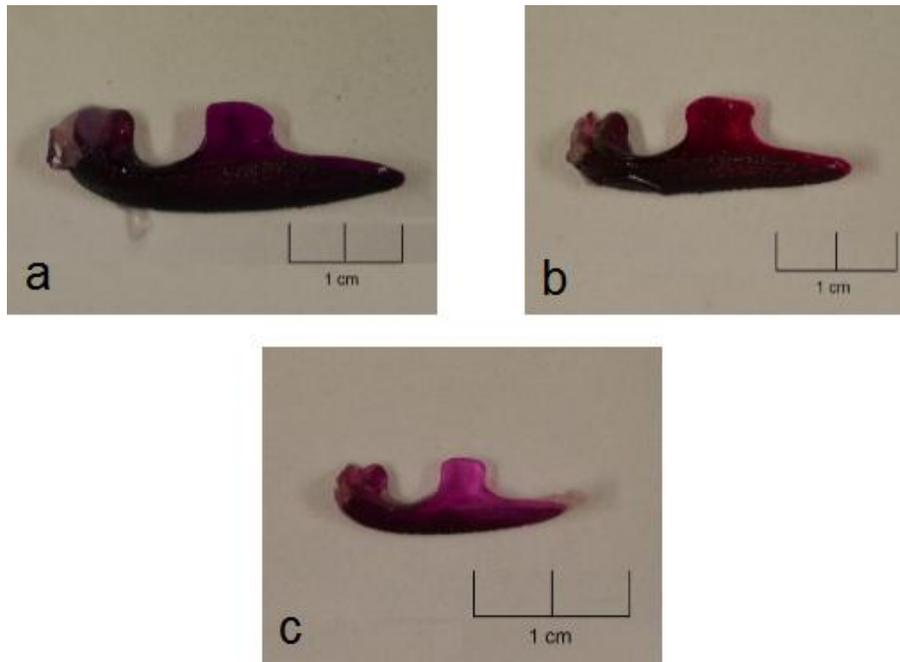


Fig. 38 Premaxila de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 1 talla mayor con l. p. 260mm. (b) Ejemplar 2 talla intermedia l. p. de 213mm. (c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 132mm.

**Dentario.** Hueso alargado con forma de V que conecta con el angular.

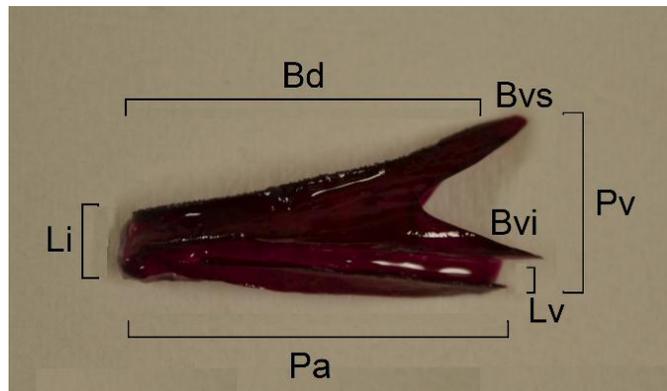


Fig. 39 Regiones del dentario para la talla intermedia de *C. parallelus*. Ejemplar 2: Banda de dientes (Bd). Porción derecha en forma de V (Pv). Brazo superior de la V (Bvs). Brazo inferior de la V (Bvi). Norde lateral izquierdo (Li). Porción inferior aplanada (Pa). Longitud entre el borde del brazo inferior y el borde anular de la parte aplanada (Lv).

**Talla mayor (Fig. 40a).** La porción derecha con forma de V recibe el extremo izquierdo del angular; el brazo superior de dicha V se extienden más allá del brazo inferior. La distancia entre el brazo inferior y el extremo inferior es relativamente corta. A lo largo de la superficie dorsal así como en el borde superior, que es curvado, presenta una fina dentición. La superficie de la parte inferior es aplanada y presenta una ranura que se extiende a todo lo largo de la estructura; el borde inferior es recto y el lateral izquierdo vertical, en este último se unen ambos dentarios por una ligera extensión de cartílago en la sínfisis.

**Talla intermedia (Fig. 40b).** El brazo inferior de la V se extiende ligeramente más allá del punto máximo del brazo superior. A lo largo de la superficie dorsal así como en el borde superior, el cual es ligeramente curvado, presenta una fina dentición. La superficie de la parte inferior es aplanada y presenta una ranura que se extiende a lo largo de la estructura, el borde inferior es recto mientras que el lateral izquierdo es vertical, en el cual se unen ambos dentarios por una ligera extensión de cartílago en la sínfisis (Fig.39).

**Talla menor (Fig. 40c).** La porción derecha con forma de V recibe el extremo izquierdo del angular, el brazo inferior se extienden ligeramente más allá del brazo superior. A lo largo de la superficie dorsal así como en el borde superior, que es recto, presenta una fina dentición. La superficie de la parte inferior es aplanada y presenta una ranura que se extiende a lo largo de la estructura; el borde inferior es recto y el lateral izquierdo vertical, en el cual se unen ambos dentarios por una ligera extensión de cartílago en la sínfisis.

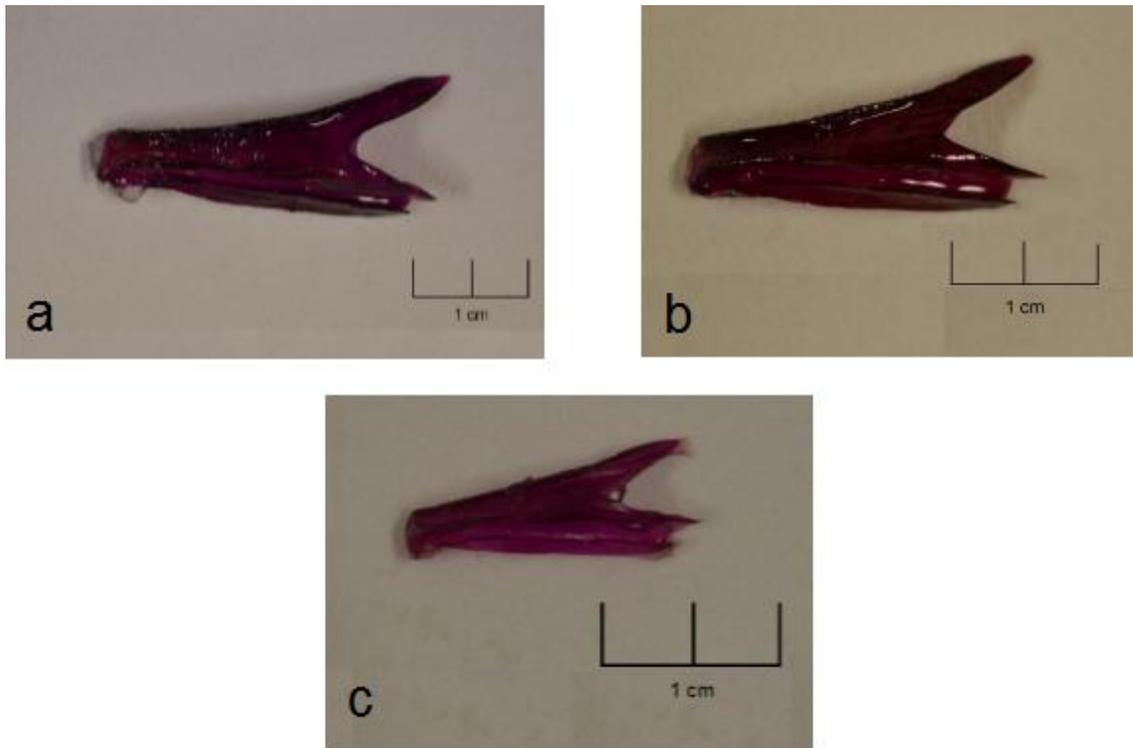


Fig. 40 Dentario de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 1 talla mayor con l. p. 260mm. (b) Ejemplar 2 talla intermedia l. p. de 213mm. (c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 132mm.

**Angular.** Hueso triangular que conecta con el dentario, retroarticular y cuadrado.

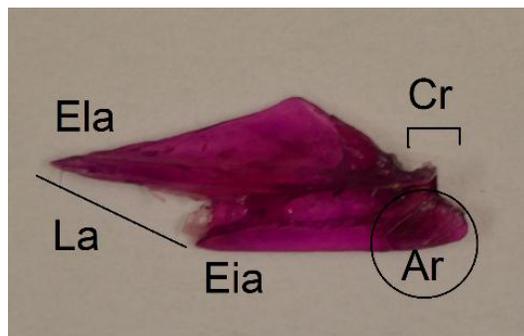


Fig. 41 Regiones del angular para la talla menor de *C. parallelus*. Ejemplar 5: Cresta del angular (Cr). Extremo angular lateral derecho (Ela). Extremo angular inferior (Eia). Longitud entre los bordes angulares (La). Articular suturado al angular (Ar).

**Talla mayor (Fig. 42a).** El alto máximo cabe aproximadamente 2.4 veces en su ancho máximo y la longitud entre el extremo izquierdo y el final del borde inferior es ligeramente menor a la altura máxima, cabe aproximadamente 2.3 veces en el ancho máximo. El extremo izquierdo es notablemente angulado y articula con la ranura del dentario, uniéndose a él por medio del cartílago de Meckel. El borde inferior izquierdo es angulado y apenas sobresale de la estructura; este borde está en contacto con el borde inferior del dentario. El borde superior derecho está engrosado terminando en una pequeña cresta que permite la formación de una pequeña cavidad o faceta que articula con el cuadrado y, en su borde lateral derecho el retroarticular con el retroarticular, que se encuentra suturado al angular.

**Talla intermedia (Fig. 42b).** El alto máximo cabe aproximadamente 2.3 veces en su ancho máximo y la longitud entre el extremo izquierdo y el final del borde inferior es ligeramente menor a la altura máxima, cabe aproximadamente 2.4 veces en el ancho máximo. El extremo izquierdo es notablemente angulado y articula con la ranura del dentario, uniéndose a él por medio del cartílago de Meckel. El borde inferior izquierdo, angulado también, apenas sobresale de la estructura, este borde está en contacto con el borde inferior del dentario. El borde superior derecho está engrosado terminando en una pequeña cresta que permite la formación de una pequeña cavidad o faceta que articula con el cuadrado y, en su borde lateral derecho el retroarticular se encuentra suturado al angular.

**Talla menor (Fig. 42c).** El alto máximo cabe aproximadamente 2.6 veces en su ancho máximo y la longitud entre el extremo izquierdo y el final del borde inferior es ligeramente

más grande que la altura máxima, cabe aproximadamente 2.5 veces en el ancho máximo. El extremo izquierdo es notablemente angulado y articula con la ranura del dentario, uniéndose a él por medio del cartílago de Meckel, mientras que el borde inferior izquierdo, también angulado, apenas sobresale de la estructura; está en contacto con el borde inferior del dentario. El borde superior derecho está engrosado terminando en una pequeña cresta que permite la formación de una pequeña cavidad o faceta que articula con el cuadrado y, en su borde lateral derecho, el retroarticular se encuentra suturado al angular (Fig. 41).

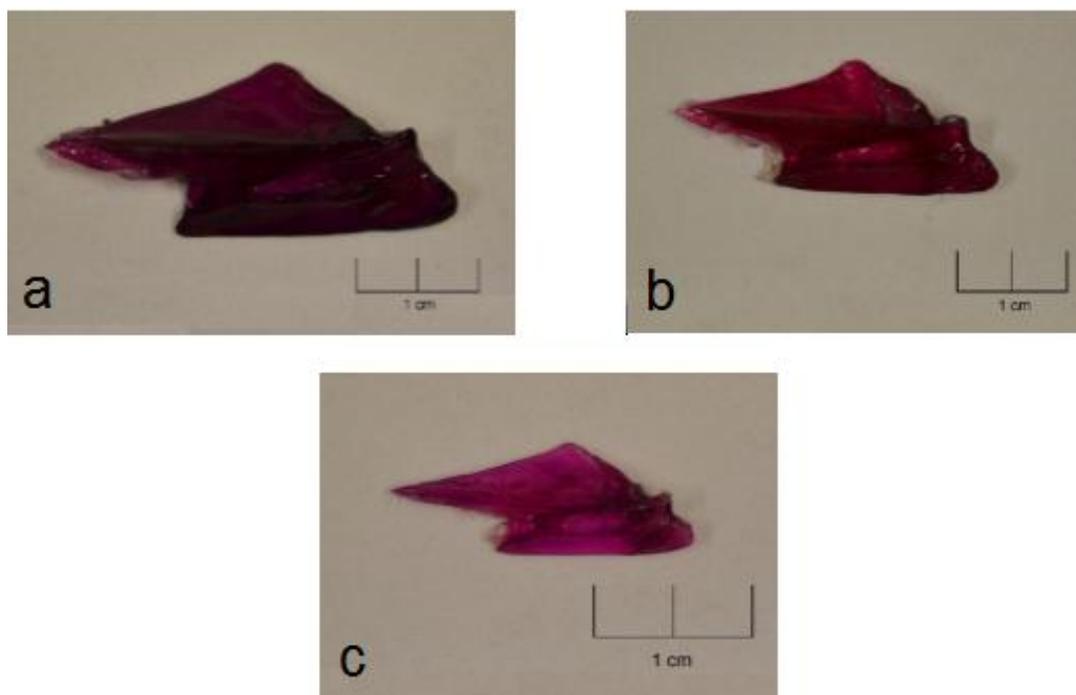


Fig. 42 Angular de *C. parallelus*. (a) Ejemplar 2 talla mayor con l. p. 259mm. (b) Ejemplar 1 talla intermedia l. p. de 222mm. (c) Ejemplar 4 talla menor con l. p. de 132mm.

## ANÁLISIS COMPARATIVO

Con el objeto de marcar el inicio en el estudio de caracteres osteológicos novedosos que complementen en un futuro la diagnosis de las especies de centropómidos adultos, así como el inicio en la descripción para individuos juveniles, se realizó el análisis comparativo de la osteología entre *C. undecimalis* y *C. parallelus*. Para ello han sido incluidas en el análisis tres tallas para para ambas especies, permitiendo reconocer variaciones específicas a través de su ontogenia. Estos caracteres complementan los trabajos realizados por Jordan y Evermann (1896, 1900) y Rivas (1986) que hacen referencia principalmente a las aletas y al neurocráneo; Greenwood (1976), que destaca el número de vertebras, la presencia de crestas frontoparietales y la dentición, así como el trabajo de Fraser (1968), que describe la osteología de *C. poeyi* y la compara con 4 especies perteneciente al género *Centropomus*, entre ellas *C. undecimalis* y *C. parallelus*.

En la comparación osteológica realizada por Fraser (1968) no se documentan variaciones significativas en las distintas estructuras utilizadas en este trabajo. Sin embargo, al realizar la descripción y la comparación en diferentes tallas de la misma especie así como entre ambas especies, se han encontrado diferencias morfológicas en su osteología que permite separar a dichas especies.

A continuación se describen las variaciones para ocho estructuras óseas, cuatro pertenecientes a la región opercular (opérculo, subopérculo, preopérculo e interopérculo) y 4 de la región mandibular (maxila, premaxila, dentario y angular) en *C. undecimalis* y *C. parallelus* y finalmente se presenta el análisis comparativo entre ambas especies.

## **Análisis comparativo de la osteológica de *Centropomus undecimalis***

El análisis comparativo de la osteología de *C. undecimalis* realizada en tres tallas comprendió individuos de: 278 a 292 mm en la talla mayor, 221 a 227 mm en la talla intermedia y finalmente en la talla menor entre 110 y 127 mm.

**Opérculo.** En la talla menor, la anchura máxima es la menor, cabe 1.2 veces en la longitud de su altura máxima, en la talla intermedia su ancho cabe 1.1 veces en su altura máxima, mientras que en la talla mayor el ancho se iguala con la altura máxima del opérculo. Esto significa que el crecimiento del hueso es mayor a lo ancho que a lo alto, esto debido a que *C. undecimalis* tiende a desarrollarse rápidamente por sus necesidades alimenticias.

La cresta que sobresale en la porción superior del opérculo, en la talla menor se encuentra posicionada en la parte izquierda del plano de la estructura y, su máximo se ubica a la derecha de la punta inferior del opérculo. En la talla intermedia la cresta se encuentra desplazada hacia la parte izquierda del opérculo, sin embargo, su máximo se ubica sobre el eje de la punta inferior del hueso. En la talla mayor, dicha cresta se localiza en la porción central y mantiene su máximo en la misma posición. En ejemplares menores, la cresta está notablemente redondeada y con pico corto. Al continuar el desarrollo de los peces, este pico se alarga, estableciéndose sobre el borde superior redondeado, pero con una curva más ligera, como se observa en la talla mayor.

La escotadura en la talla menor presenta forma de media luna, posicionada horizontalmente, y su abertura varía entre 62° y 70°. Mientras que en la talla intermedia, el ángulo es menor (45° y 47°) y presenta forma de *U* posicionada diagonalmente. En la

talla mayor, la escotadura mantiene la posición y forma anterior; sin embargo, la abertura se agudiza aún más, variando entre 35° y 37°.

El borde lateral derecho en su porción superior es de forma ovalada y se continúa por un borde recto hacia la punta inferior del opérculo en la talla menor; en las tallas intermedia y mayor la porción superior del borde lateral derecho es redondeada continuándose con un borde ligeramente curvado hacia la punta del opérculo.

En la región inferior del opérculo, en las tallas menor e intermedia, el ángulo de apertura es similar, ampliándose notablemente en la talla mayor.

**Subopérculo.** En la talla menor, las estrías se originan en la parte central, mientras que en la talla intermedia se extienden en todo el ancho del hueso. En la talla mayor, las estrías se extienden a lo largo del lado izquierdo de la estructura y, termina en el borde superior derecho del opérculo en las tres tallas. Este proceso permite observar cómo el borde lateral derecho se va solidificando y poco a poco desaparecen las estriaciones.

El borde lateral izquierdo del subopérculo se encuentra curvado en la talla menor presentándose en la talla intermedia recto y manteniendo esta forma en la talla mayor.

Estas diferencias permiten observar como varían las estructuras entre tallas diferentes de la misma especie, siendo significativas en la discriminación entre adultos y juveniles.

**Preopérculo.** En la talla menor, la esquina inferior derecha de la cresta tiene 2 espinas, a diferencia de las tallas intermedia y mayor en las que se observa una sola espina.

En la porción inferior, sobre el ángulo derecho del preopérculo, la talla menor posee 2 espinas grandes que sobresalen notablemente del opérculo, este número aumenta en la talla intermedia, presentando entre 3 y 4 espinas grandes y sobresalientes. Mientras que

en la talla mayor, las espinas son numerosas, relativamente pequeñas y poco sobresalientes, debido a que la superficie del hueso en la porción inferior aumenta incorporando parte del cuerpo de las espinas.

En su porción inferior, el borde superior en la talla menor se encuentra por detrás de la cresta del preopérculo, sobresaliendo notablemente por detrás de la cresta en las tallas intermedia y mayor.

**Interopérculo.** El interopérculo no presenta variaciones significativas entre las tallas.

**Maxila.** En la talla menor, los ganchos que se unen a la premaxila no se han desarrollado completamente, su forma es semitriangular y apenas sobresalen del borde lateral izquierdo de la maxila. En las tallas intermedia y mayor, la forma de los ganchos es triangular sobresaliendo notablemente del extremo izquierdo de la maxila.

El ángulo que se forma en la esquina superior derecha en la talla menor, sobrepasa ligeramente el borde inferior del hueso, mientras que en las tallas intermedia y mayor, este ángulo se encuentra al nivel del borde inferior del maxilar.

**Premaxila.** En las tallas menor e intermedia, el borde superior de la cresta que sobresale de la porción central de la premaxila, se encuentra ligeramente inclinado, presentándose recto en la talla mayor; el ancho de la cresta a través de las tres tallas varía ligeramente, siendo en la talla menor 4.5 veces el ancho máximo de la premaxila, y 4.3 y 4.1 veces en la talla intermedia y mayor respectivamente.

**Dentario.** En la talla menor, el brazo inferior de la forma de V que constituye la porción derecha, termina al nivel del brazo superior, mientras que en las tallas intermedia y mayor, el brazo inferior se extiende más allá del brazo superior.

**Angular.** La longitud del extremo izquierdo y el ángulo del borde inferior en la talla menor e intermedia es ligeramente mayor que la altura máxima, siendo 2.4 veces el ancho máximo del angular, mientras que en la talla mayor, dicha longitud cabe 2.7 veces en el ancho del hueso, igualándose a su altura máxima.

Entre las tallas mayor e intermedia, se encontró que en su mayoría las estructuras analizadas son morfológicamente similares. Sin embargo, son notables las diferencias entre las estructuras de estas tallas con respecto a aquellas de la talla menor.

Para las tres tallas, las estructuras que presentan la mayor cantidad de variaciones morfológicas pertenecen a la región opercular: opérculo, preopérculo y subopérculo, cada una con características para cada talla y, la única estructura que no presentó cambios significativos fue el interopérculo, manteniendo su morfología constante. En el opérculo, el ancho respecto a la altura, la forma y posición de la cresta así como la abertura de la escotadura varían a través del desarrollo, a su vez, en el subopérculo el origen de la estriación y en el preopérculo, la forma y el número de espinas en el ángulo inferior derecho también es diferente para cada talla.

En la región mandibular las variaciones de las cuatro estructuras son mínimas, presentándose similares en las tallas mayor e intermedia, excepto en el ancho de la cresta de la premaxila, donde varía ligeramente en las tres tallas.

Las variaciones encontradas en las estructuras óseas entre la talla menor y las tallas intermedia y mayor de *C. undecimalis* podrían deberse a sus hábitos alimentarios y al hábitat en el que se desenvuelven de acuerdo a su etapa de desarrollo. Los individuos en estadio juvenil, generalmente incursionan en estuarios y lagunas costeras por protección y alimentación, donde sus presas son alevines y peces de tamaño menor de otras especies así como pequeños crustáceos. En su etapa adulta, regresan a mar abierto para su reproducción, alimentándose de peces de tallas grandes como mugílidos, espáridos, scieánidos, etc., por lo que en respuesta al cambio de alimentación en el océano sus huesos se han adaptarse a este medio.

## **Análisis comparativo de la osteología de *Centropomus parallelus***

El análisis comparativo de la osteología de *C. parallelus* realizada en tres tallas comprendió individuos de: 255 a 260 mm en la talla mayor, 206 a 222 mm en la talla intermedia y finalmente en la talla menor entre 124 y 133 mm.

**Opérculo.** En la talla menor, la anchura máxima es menor, siendo 1.4 veces la longitud de su altura máxima, mientras que en las tallas intermedia y mayor el ancho máximo es 1.3 veces la longitud de la altura máxima del opérculo.

En las tallas menor e intermedia, la cresta que sobresale en la porción superior del opérculo presenta los bordes lateral y superior inclinados, mientras que la talla mayor el borde lateral es vertical. El punto máximo de la cresta en las tallas menor y mayor no alcanza el borde inferior del opérculo, ubicándose a la izquierda del borde inferior del hueso. En la talla intermedia, el punto máximo de la cresta se encuentra sobre el eje de la punta inferior del opérculo. La longitud del pico de la cresta varía bastante en las tres tallas, mientras que en la talla menor su longitud cabe 4 veces en la longitud del borde superior de la cresta, en tallas intermedia y mayor cabe 5.5 y 3.2 veces respectivamente. La escotadura en las tallas menor y mayor, tiene su punto máximo al nivel del inicio del borde lateral izquierdo, mientras que en la talla intermedia el máximo se alcanza al nivel de la fosa que conecta con el cóndilo del hiomandibular, por debajo del inicio del borde lateral izquierdo. La longitud de esta escotadura varía en las tres tallas, en la menor, la longitud del ancho máximo del hueso es 3.4 veces la longitud de la escotadura, mientras que en la talla intermedia y mayor el ancho máximo es 3.7 y 3.5 veces respectivamente. A su vez, la abertura en la talla menor es más amplia, variando entre 60° y 89°, mientras que en las tallas intermedia y mayor, es más reducido (70° a 89°).

**Subopérculo.** En la talla menor, la porción fina abarca la mitad superior del subopérculo, mientras que en la talla intermedia y mayor, forma solo el tercio superior del hueso.

El borde lateral derecho varía bastante en las tres tallas, siendo en la talla menor curvado, excepto en su sexta parte inferior, en la que el borde es recto. Mientras que en la talla intermedia, el tercio superior correspondiente a la porción fina es recto continuándose con un borde ondulado y, en la talla mayor, el borde lateral derecho es recto en su mitad superior y, la mitad inferior es curvada.

El borde lateral izquierdo en tallas menor e intermedia se encuentra ligeramente curvado, presentándose recto en la talla mayor.

En la talla menor, el borde inferior del subopérculo se encuentra curvado en su porción izquierda y recto en su porción derecha formando una esquina ligeramente ovalada al unirse con el borde lateral derecho. En las tallas intermedia y mayor, el borde inferior es ondulado y al conectar con el borde lateral derecho forma una esquina notablemente redondeada.

**Preopérculo.** El borde lateral derecho del brazo en las tallas menor e intermedia, presenta aserraciones bien definidas y, sobre el ángulo inferior derecho un par de espinas grandes que sobresalen notablemente del preopérculo. En la talla mayor, las aserraciones que presenta el brazo son poco definidas y, sobre el ángulo inferior derecho, entre 2 y 3 espinas grandes que sobresalen de la superficie del preopérculo.

En la talla menor, el borde superior de la porción inferior del hueso se encuentra detrás de la cresta del opérculo, sobresaliendo por detrás de dicha cresta en las tallas intermedia y mayor.

**Interopérculo.** El interopérculo no presenta variaciones significativas entre las tallas.

**Maxila.** En la talla menor, los ganchos que se unen a la premaxila son relativamente largos, sobresaliendo notablemente del borde del hueso, mientras que en las tallas intermedia y mayor, estos ganchos son cortos y apenas sobresalen del borde de la maxila.

En el extremo derecho, el ángulo de la esquina superior se encuentra sobre el mismo eje de la esquina inferior derecha. En las tallas intermedia y mayor, el máximo del ángulo no alcanza el nivel del borde inferior derecho, ubicándose a la izquierda de este último.

**Premaxila.** En la talla menor, el ancho de la cresta cabe 4.6 veces en el ancho máximo del hueso y 1.5 veces en su altura. 4.1 veces en el ancho y 1.4 veces en su alto en la talla intermedia, mientras que en la talla mayor cabe 5.5 veces en el ancho de la premaxila y 2 veces en su altura máxima. Este proceso permite observar que en el intervalo entre la talla menor e intermedia, la cresta se ensancha y se vuelve más alta, mientras que en el paso de talla intermedia a la mayor, la cresta se vuelve más delgada y más corta.

**Dentario.** En las tallas menor e intermedia, el brazo inferior de la forma de *V* que constituye la porción derecha, se extiende más allá del punto máximo del brazo superior. En la talla mayor, el brazo superior de esta *V*, sobrepasa ligeramente el extremo del brazo superior.

El borde superior del dentario es recto en la talla menor, presentándose curvado en las tallas intermedia y mayor.

**Angular.** La anchura máxima en la talla menor es igual a 2.6 veces la altura máxima del angular. En las tallas intermedia y mayor, la altura máxima cabe 2.3 y 2.4 veces en el ancho máximo respectivamente.

En la talla menor, la longitud del extremo izquierdo y el ángulo del borde inferior cabe 2.5 veces en el ancho máximo del hueso, siendo ligeramente mayor que la altura máxima.

En la talla intermedia, dicha longitud es ligeramente menor que la altura del angular; cabe 2.4 veces en el ancho máximo. En la talla mayor, la longitud entre el extremo izquierdo y el ángulo del borde inferior cabe 2.3 veces en el ancho de la estructura, distancia ligeramente mayor que la longitud del alto del angular.

En la ontogenia de *C. parallelus*, sólo el interopérculo se mantuvo constante en las tallas, en el resto de las estructuras óseas son pocas las características que variaron en las tres tallas, estas son: la longitud del pico de la cresta así como la longitud de la escotadura en el opérculo, el borde lateral derecho en el subopérculo y, el ancho de la cresta respecto al ancho máximo en la premaxila.

Las variaciones observadas en la talla menor y que se presentan nuevamente en la talla mayor variando en su talla intermedia, se presentaron sólo en el opérculo, en el punto máximo de su cresta, ubicado a la izquierda del ángulo inferior, posicionándose sobre el eje de este último en la talla intermedia y regresando a su posición inicial en la mayor. Otra parte del opérculo que presenta esta característica es el punto máximo de la escotadura, que se encuentra al nivel del inicio del borde lateral izquierdo, que en la talla intermedia se ubica sobre el eje de la fosa y que en la talla mayor se presenta igual que en la talla menor.

Las variaciones de la talla menor e intermedia respecto a la talla mayor se presentan en la posición de los bordes lateral y superior de la cresta del opérculo, el borde lateral izquierdo del subopérculo, en las aserraciones en el borde lateral derecho del preopérculo y, en la longitud del brazo superior del dentario.

Entre la talla intermedia y la mayor, las diferencias encontradas respecto a la talla menor son mayores. En el opérculo, la longitud del ancho respecto a la altura es ligeramente mayor que en la talla menor, así como la abertura del ángulo inferior que se mantiene constante en las tallas intermedia y mayor. En la talla menor, el subopérculo muestra que la superficie que abarca la porción fina es mayor que en las tallas intermedia y mayor, así como la forma del borde inferior del hueso. En el preopérculo, el borde superior es sobresaliente, mientras que en la talla menor no lo es. En la región mandibular, los ganchos del maxilar tiene una forma definida y el extremo derecho es diferente al de la talla menor, al igual que el borde superior del dentario.

Por lo tanto, al igual que en *C. undecimalis*, las estructuras que presentaron una mayor variación en las tres tallas fueron el opérculo, el preopérculo y el subopérculo, presentando caracteres discriminativos entre adultos y juveniles.

Las variaciones encontradas entre las tallas de *C. parallelus* pueden deberse al cambio de hábitat y de alimentación. Durante la etapa juvenil, estos individuos incursionan en estuarios y lagunas costeras por protección y alimentación, siendo sus presas principalmente alevines y juveniles de otras especies. En etapa adulta, estos individuos salen al entorno marino cercano a las costas, alimentándose principalmente de crustáceos y peces de tamaño pequeño como engráulidos y góbidos. Por esto mismo se podría explicar que las estructuras óseas en la talla juvenil sean mucho más similares a las de la talla mayor en *C. parallelus* que las de talla juvenil y adulta en *C. undecimalis*.

## **Análisis comparativo de la osteológica entre *Centropomus undecimalis* y *Centropomus parallelus***

A continuación se muestra el análisis comparativo de la osteología entre *C. undecimalis* y *C. parallelus* entre sus tres tallas utilizando las 8 estructuras óseas mencionadas previamente.

### **Opérculo**

**Talla mayor.** La anchura máxima del opérculo en *C. undecimalis* se iguala a su altura máxima, a diferencia de *C. parallelus* en donde su ancho cabe 1.3 veces en su altura máxima. Esta diferencia se debe a que *C. undecimalis* tiene un crecimiento mayor y más rápido que *C. parallelus*, esto por sus hábitos alimenticios.

En *C. undecimalis*, la porción inferior del borde lateral izquierdo, en su tercio inferior se encuentra inclinada hacia la punta del opérculo. Mientras que en *C. parallelus*, está inclinación abarca su cuarto inferior.

La cresta que sobresale del borde superior del opérculo, en *C. undecimalis* se encuentra ubicada en la porción central, presentando el borde superior redondeado y el lateral con una inclinación. El máximo de la cresta se encuentra sobre el mismo eje que la punta del hueso y, su pico abarca 2.2 veces la longitud de su borde superior. En *C. parallelus*, la cresta se encuentra sobre la parte izquierda del hueso y, su borde lateral vertical se une con el borde superior formando un ángulo. El máximo de dicha cresta se posiciona a la izquierda del ángulo inferior del opérculo y, la longitud del pico cabe 3.2 veces en su borde superior, siendo más corto que el de su contraparte.

En *C. undecimalis*, la escotadura con forma de U y abertura entre 35° y 37° se encuentra posicionada diagonalmente, su punto máximo se encuentra al inicio de la cresta del opérculo y cabe 3.1 veces en el ancho del opérculo. En *C. parallelus*, la escotadura con forma de media luna y abertura entre 75° y 89° es horizontal y, su máximo se encuentra a la altura del inicio del borde lateral izquierdo; su longitud cabe aproximadamente 5.5 veces en el ancho máximo del opérculo.

En su porción lateral derecha, el borde de *C. undecimalis* es notablemente redondeado en su parte superior continuándose con un borde curvo, mientras que en *C. parallelus* la parte superior es de forma oval y el borde que lo continua es recto.

La región inferior del opérculo con forma en V forma un ángulo entre 99° y 104° en *C. undecimalis*, siendo menor en *C. parallelus*, de 88° a 94°.

**Talla intermedia.** La anchura máxima del opérculo en *C. undecimalis* es 1.1 veces en la altura máxima, a diferencia de *C. parallelus* en donde su ancho cabe 1.3 veces en su altura máxima.

En *C. undecimalis*, la porción inferior del borde lateral izquierdo se inclina hacia la punta del opérculo en su tercio inferior, mientras que en *C. parallelus*, esta inclinación abarca su cuarto inferior.

La cresta en *C. undecimalis* es redondeada y presenta un pico que cabe 2.4 veces en su borde superior, así como una escotadura con forma de U y abertura entre 45° y 47°, cuya longitud cabe 3.3 veces en el ancho máximo del opérculo. La posición de la escotadura es diagonal y, su máximo se encuentra a la mitad del borde que continua a la cresta hacia el borde lateral izquierdo. En *C. parallelus*, la cresta forma un ángulo en su punto máximo y la longitud del pico cabe 5.5 veces en la longitud de su borde superior y, la

escotadura con forma de media luna, presenta una abertura entre 70° y 89°, con una longitud que cabe 3.7 veces en el ancho máximo del hueso. La escotadura está posicionada horizontalmente y su máximo se ubica al nivel de la fosa que articula con el cóndilo del hiomandibular.

En su porción lateral derecha, el borde de *C. undecimalis* es notablemente redondeado, mientras que en *C. parallelus* la parte superior se encuentra ovalado.

**Talla menor.** La anchura máxima del opérculo en *C. undecimalis* es 1.2 veces en la altura máxima, a diferencia de *C. parallelus* en donde su ancho cabe 1.4 veces en su altura máxima.

En *C. undecimalis*, la porción inferior del borde lateral izquierdo se inclina hacia la punta del opérculo en su tercio inferior, mientras que en *C. parallelus*, esta inclinación abarca su cuarto inferior.

La cresta que sobresale del borde superior del opérculo en *C. undecimalis*, presentando el borde superior redondeado y el lateral con una inclinación. El máximo de la cresta se encuentra a la derecha del eje que la punta inferior del hueso y su pico abarca 2.2 veces la longitud de su borde superior. En *C. parallelus*, la cresta se encuentra sobre la parte izquierda del hueso y su borde lateral vertical se une con el borde superior formando un ángulo que se ubica a la izquierda del borde inferior del opérculo. La longitud del pico cabe 3.2 veces en su borde superior, siendo más corto que el de su contraparte.

La escotadura presenta forma de media luna en ambas especies; sin embargo la abertura en *C. undecimalis* varía entre 62° y 70° y, su longitud cabe 3 veces en el ancho máximo de la estructura, mientras que en *C. parallelus*, su abertura es más amplia, entre 60° y 89°, y su longitud cabe 3.4 veces en el ancho máximo del opérculo. El punto

máximo de la escotadura en *C. undecimalis*, se encuentra al nivel del cóndilo que conecta con el hiomandibular, en *C. parallelus*, este máximo se ubica sobre el mismo nivel que el inicio del borde lateral izquierdo.

En su región inferior, *C. undecimalis* presenta una abertura entre 90° y 96°, presentándose entre 81° y 89° en *C. parallelus*.

### **Subopérculo**

**Talla mayor.** Las estrías en *C. undecimalis*, abarcan el ancho total de la porción fina y, el borde lateral derecho del hueso se presenta recto en su tercio superior y ondulado en los dos tercios inferiores. En *C. parallelus*, las estrías ocupan sólo la mitad derecha de la porción fina y, el borde lateral derecho recto hasta la mitad del subopérculo continuándose por un borde curvado.

**Talla intermedia.** La porción fina en *C. undecimalis* corresponde a una tercera parte del hueso y las estrías que presenta se extienden por todo su ancho. En *C. parallelus*, dicha porción ocupa la mitad superior del subopérculo, con estrías que se originan desde la parte izquierda hasta el borde superior derecho abarcando solo la mitad de su ancho. El borde lateral izquierdo es recto en *C. undecimalis*, presentándose curvado en *C. parallelus*.

**Talla menor.** La porción fina en *C. undecimalis*, abarca una tercera parte del hueso, originándose las estrías desde la parte central y abarcando el ancho total del hueso, mientras que en *C. parallelus*, la porción fina corresponde a la mitad superior del subopérculo y, las estrías que presenta se originan desde la parte izquierda del hueso,

abarcando dos tercios del ancho del hueso. El borde lateral derecho de *C. undecimalis*, es recto en su tercio superior y ondulado en el resto del borde. En *C. parallelus*, este borde se presenta curvado en sus cinco partes superiores y recto en su parte inferior.

### **Preopérculo**

**Talla mayor.** En *C. undecimalis*, la cresta del preopérculo presenta una espina en su ángulo inferior derecho, dicha cresta se pliega completamente en la porción superior del brazo, el cual cuenta con aserraciones bien definidas. En *C. parallelus*, la cresta presenta dos espinas en su ángulo inferior y no se pliega por completo en el brazo, el cual presenta aserraciones poco definidas. Las espinas presentes en la porción inferior en *C. undecimalis*, son pequeñas y numerosas, sobresaliendo levemente de la estructura. En *C. parallelus*, se presentan entre 2 y 3 espinas grandes y sobresalientes.

**Talla intermedia.** *C. undecimalis* presenta una sola espina en el ángulo de la cresta y en su porción inferior, entre 3 y 4 espinas grandes, mientras que en *C. parallelus*, presenta dos espinas en el ángulo de la cresta y un número igual en su porción inferior.

**Talla menor.** El preopérculo entre *C. undecimalis* y *C. parallelus* no presenta variaciones significativas en esta etapa del desarrollo.

### **Interopérculo.**

**Talla mayor.** En *C. undecimalis*, la porción derecha del borde superior es ovalada y el borde lateral izquierdo, está constituido por dos bordes, un superior vertical y corto y un inferior inclinado. Mientras que en *C. parallelus*, el borde superior derecho es

notablemente redondeado y el extremo lateral izquierdo se forma por un solo borde inclinado.

**Talla intermedia.** El borde superior en *C. undecimalis*, es profundamente ovalado y su porción lateral izquierda presenta un borde superior vertical y un inferior inclinado. En *C. parallelus*, el borde superior derecho es redondeada y, su borde lateral izquierdo es inclinado.

**Talla menor.** El borde superior en *C. undecimalis*, es profundamente ovalado y su porción lateral izquierda presenta un borde superior vertical y un inferior inclinado. En *C. parallelus*, el borde superior derecho es redondeada y su borde lateral izquierdo es inclinado.

### **Maxila**

**Talla mayor.** Los ganchos donde se inserta el borde izquierdo de la premaxila, son relativamente más grandes en *C. undecimalis*, sobresaliendo notablemente de la estructura, mientras que en *C. parallelus*, son más cortos y, casi no sobresalen del borde. El borde superior donde se une la supramaxila, es ligeramente inclinado en *C. undecimalis* y, su borde lateral derecho es recto, manteniéndose las esquinas superior e inferior sobre el mismo eje. En *C. parallelus*, el borde superior se encuentra notablemente inclinado y la esquina superior de su borde lateral derecho no alcanza el nivel de la esquina inferior.

**Talla intermedia.** Los ganchos donde se inserta el borde izquierdo de la premaxila, son relativamente más grandes en *C. undecimalis*, sobresaliendo notablemente de la estructura, mientras que en *C. parallelus*, son más cortos y casi no sobresalen del borde.

**Talla menor.** En *C. undecimalis*, los ganchos del extremo izquierdo son de forma semitriangular, cortos y apenas sobresalen del borde. El borde derecho se encuentra ligeramente inclinado, sobrepasando la esquina superior ligeramente a la inferior. En *C. parallelus*, los ganchos son de forma triangular y sobresalen notablemente del borde. Su borde lateral derecho es recto, manteniendo sus esquinas sobre el mismo eje.

#### **Premaxila.**

**Talla mayor.** Los procesos del extremo izquierdo en *C. undecimalis*, son redondeados, mientras que en *C. parallelus*, estos procesos son ovalados. El ancho de la cresta de la premaxila de *C. undecimalis* cabe 4.1 veces en el ancho máximo y 1.4 veces en la altura máxima de la estructura; presenta un borde superior horizontal. En *C. parallelus*, dicha cresta presenta un borde superior inclinado y, su ancho cabe 5.5 veces en el ancho y 2 veces en el alto máximo de la premaxila.

**Talla intermedia.** Los procesos del extremo izquierdo en *C. undecimalis* son redondeados; el ancho de la cresta de la premaxila cabe 4.5 veces en el ancho máximo. En *C. parallelus*, estos procesos son de forma ovalada y, el ancho de la cresta cabe 4.1 veces en el máximo del premaxilar.

**Talla menor.** Los procesos del extremo izquierdo en *C. undecimalis*, son redondeados y, el ancho de la cresta de la premaxila cabe 4.3 veces en el ancho máximo. En *C. parallelus*, estos procesos son ovalados y, el ancho de la cresta cabe 4.6 veces en el máximo del premaxilar.

#### **Dentario.**

**Talla mayor.** En *C. undecimalis*, el brazo inferior de la *V* es más largo que el brazo superior, mientras que en *C. parallelus*, este último es más largo que el brazo inferior. La longitud entre el brazo inferior y el extremo del borde inferior, es muy corta en *C. undecimalis*, siendo mayor en *C. parallelus*.

**Talla intermedia.** La distancia entre el brazo inferior de la *V* y el extremo del borde inferior es mínima en *C. undecimalis* y, en *C. parallelus*, estos bordes se encuentran notablemente separados.

**Talla menor.** Los brazos de la *V* en *C. undecimalis*, presentan la misma longitud; y la distancia entre el brazo inferior y el borde inferior es muy pequeña. En *C. parallelus*, el brazo inferior sobrepasa el final del brazo superior de la *V*; la distancia entre el brazo inferior y el borde inferior es notable.

#### **Angular.**

**Talla mayor.** En *C. undecimalis*, el ancho máximo es 2.7 veces su altura máxima, la cual es igual a la longitud entre su ángulo izquierdo y el borde inferior izquierdo, este último sobresale notablemente del hueso. En *C. parallelus*, la anchura máxima es 2.4

veces su alto, siendo mayor esta última que la longitud entre el borde izquierdo y el borde inferior izquierdo; el borde inferior izquierdo es relativamente pequeño, apenas sobresale de la estructura.

**Talla intermedia.** En *C. undecimalis*, el ancho máximo es 2.7 veces su altura máxima, la cual es igual a la longitud entre su ángulo izquierdo y el borde inferior izquierdo, este último sobresale notablemente del hueso. En *C. parallelus*, la anchura máxima es 2.3 veces su alto, siendo mayor esta última que la longitud entre el borde izquierdo y el borde inferior izquierdo; el borde inferior izquierdo es relativamente pequeño, apenas sobresale de la estructura.

**Talla menor.** En *C. undecimalis*, el ancho máximo es 2.7 veces su altura máxima y, el borde inferior izquierdo sobresale notablemente del hueso. En *C. parallelus*, la anchura máxima es 2.6 veces su alto y, el borde inferior izquierdo es relativamente pequeño, apenas sobresaliendo de la estructura.

Las estructuras que presentaron mayor variación entre ambas especies fueron el opérculo, subopérculo y preopérculo, encontrado en las estructuras restantes diferencias mínimas pero que también permiten separar a las especies.

Entre ambas especies las estructuras que presentaron mayor variación fueron el opérculo, subopérculo, preopérculo y maxila, excepto en el preopérculo de la talla menor, el cual es muy similar entre *C. undecimalis* y *C. parallelus*. El resto de las estructuras presentan mínimas variaciones, pero que permiten separar a las especies.

Las estructuras óseas mostraron una mayor diferenciación en los individuos de talla adulta, seguidos por la talla intermedia, mientras que en los individuos de talla menor, las diferencias en las estructuras se reducen considerablemente.

Las variaciones entre ambas especies puede deberse como ya se ha explicado anteriormente a sus hábitos alimenticios, ya que *C. undecimalis* se alimenta de mugílidos, sciánidos, sparidos y otras especies de peces de tallas grandes, por lo que las estructuras óseas tanto mandibular y opercular son huesos masivos y de mayor tamaño, adaptaciones que permiten una mejor depredación de dichos organismos, en comparación con *C. parallelus*, el cual presenta estructuras óseas de menor tamaño y grosor, por lo que capturan organismos de menor talla, como engráulidos y góbidos.

Dadas las diferencias encontradas en las estructuras óseas para las dos especies, se puede inferir que dicha variación puede tener un origen adaptativo que les permite a dichos organismos tener distintos tipos de alimentación, evitando así la competencia interespecífica, pudiendo subsistir ambas especies en una misma área determinada.

## DISCUSIÓN

Las especies de *Centropomus* presentan una morfología bastante similar, dificultando la correcta identificación y separación de sus especies, razón por la cual se propuso la introducción de caracteres osteológicos correspondientes al cráneo de membrana para la discriminación entre *C. undecimalis* y *C. parallelus*. Esta unidad craneal no ha sido tomada en cuenta en trabajos previos y en los que han sido realizadas diagnósis, descripciones y claves taxonómicas para el género. Así mismo, las diagnósis y claves taxonómicas que encontramos para la identificación de centropómidos, han sido construidas a partir de la morfología de individuos adultos, por lo que en este trabajo son incluidos los caracteres de individuos juveniles. Esto permitirá realizar en un futuro, la revisión y actualización de las diagnósis y claves taxonómicas específicas, ya que se ha observado una notable variación morfológica de las estructuras óseas estudiadas entre individuos en los estadios juvenil y adulto. A su vez, los individuos juveniles pertenecientes a diferentes especies, son morfológicamente similares, mucho más que en etapa adulta y al no contar con las herramientas adecuadas, la eficacia en su correcta identificación puede ser baja.

Al realizar la descripción y comparación de ocho estructuras óseas del cráneo de membrana para dos especies de centropómidos, *C. undecimalis* y *C. parallelus*, se corroboró la existencia de diferencias significativas en la morfología de esta unidad craneal entre la etapa juvenil y la adulta, así como entre ambas especies. Sin embargo, se observó que a pesar de presentar longitudes máximas distintas, esto dependiendo de la especie (Fig.43), las proporciones de las estructuras respecto a la longitud cefálica o longitud patrón son similares en ambas especies, por lo que se utilizaron proporciones

de los huesos sobre su misma estructura, debido a que de esta manera se encontró mayor variación.

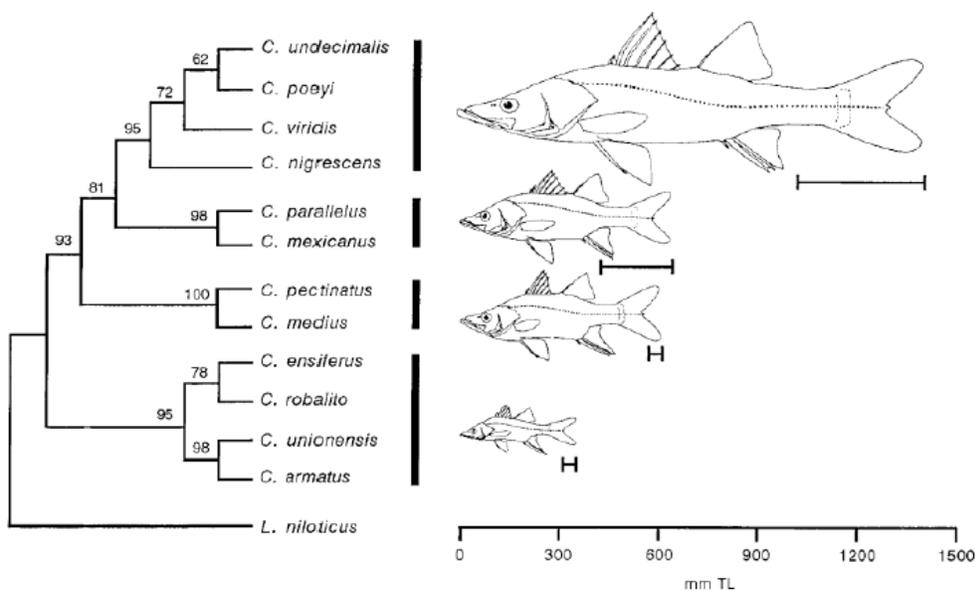


Fig. 43 Especies del género *Centropomus*. En orden descendente: *C. undecimalis*, *C. parallelus*, *C. pectinatus* y *C. ensiferus*. La barra horizontal debajo de cada dibujo representa el rango de tamaños máximos del cuerpo en mm de longitud total para todas las especies que se encuentran en cada grupo. Tomado de Tringali (1999).

Las variaciones con mayor peso se encontraron principalmente en tres huesos, opérculo, subopérculo y preopérculo y en menor grado en la maxila, premaxila, dentario y angular. En el interopérculo, no se presentó ninguna variación a través de las tallas de la misma especie, mientras que entre las dos especies se observan diferencias discriminantes.

La unidad craneal denominada dermatocráneo o cráneo de membrana, se eligió por dos razones, la primera debido a que en observaciones preliminares se encontraron algunas diferencias potenciales y, la segunda, por la no existencia de trabajos previos que incluyan esta unidad, excepto el trabajo de Fraser (1968). En la diagnosis de las especies no se mencionan las estructuras del cráneo de membrana, por lo que se consideró que

a partir de esta unidad se podría complementar la información actual y a la vez, reducir el grado de dificultad y error que ésta contenga.

Las 8 estructuras óseas utilizadas en este trabajo pertenecen al cráneo de membrana y se eligieron por ser las más externas de esta unidad, teniendo mayor acceso a ellas, no sólo por su posición, sino también por su tamaño relativamente grande, que permite manejarlas con mayor facilidad.

La osteología para *C. undecimalis* y *C. parallelus* descrita en este trabajo difiere significativamente de la realizada por Fraser (1968). En su descripción, menciona que el opérculo es un hueso sin espinas ni aserraciones que presenta el borde lateral izquierdo vertical y más grueso que el resto del hueso y, la posición de la fosa que conecta con el hiomandibular. No hace mención de la forma de cresta, la posición y forma de la escotadura o alguna otra característica mencionada en este trabajo. Se refiere al subopérculo como un hueso largo con una sección posterodorsal fina con estrías presentes y con una esquina salida como un proceso, mencionando que este hueso es similar en *C. undecimalis* y *C. parallelus*, omitiendo la superficie que abarca la porción fina así como la posición de la estriación y la forma de los bordes. El subopérculo como ha sido descrito en este trabajo, difiere mucho entre ambas especies, siendo una de las estructuras claves en la separación de las especies.

El preopérculo es descrito como un hueso lunado, con dos espinas en el ángulo inferior derecho, con una cresta que se pliega completamente o casi completamente en la parte dorsal del hueso y con los bordes inferior y lateral derecho dentados. La única diferencia que menciona entre ambas especies, es que en *C. undecimalis*, la dentición del borde inferior es más pequeña, mientras que en *C. parallelus* las espinas del ángulo inferior

presentan el mismo tamaño. Al realizar la descripción del preopérculo de *C. undecimalis* se encontró que el número de espinas que presenta tanto en la cresta como en el ángulo inferior es diferente al mencionado por Fraser (1968).

Menciona que el interopérculo para *C. undecimalis* y *C. parallelus* es un hueso redondeado que se encuentra engrosado dorsalmente, no realiza la descripción de la forma de los bordes que se hace en este trabajo.

En la comparación que se hace entre la maxila de *C. undecimalis* y *C. parallelus*, la principal diferencia encontrada es la posición del borde lateral derecho, que en *C. undecimalis* se encuentra recto, manteniéndose sobre el mismo eje las esquinas superior e inferior, presentándose inclinado en *C. parallelus*, donde la esquina superior no alcanza el nivel de la esquina inferior. Fraser (1968), describe al maxilar como un hueso largo y curvo con dentición ausente, con el extremo posterior expandido y comprimido, de forma similar en ambas especies.

Una de las estructuras utilizadas en este trabajo en la que Fraser (1968) realiza una descripción más detallada, es la premaxila. Menciona que para ambas especies, la premaxila es un hueso curvado, presentando en el extremo anterior dos procesos con un ángulo recto entre sí, formando una cavidad en su coyuntura, con un proceso nasal corto y con las superficies ventral e interna cubiertas con una amplia banda de dientes finos. A pesar de que la descripción que realiza de este hueso es más detallada que en las estructuras anteriormente mencionadas, se encontraron otras características que sirven en la separación de las especies, tales como la forma de los procesos del extremo izquierdo o el ancho de su cresta, que se presentan diferentes para cada especie.

El dentario es descrito por Fraser (1968) como un hueso que presenta las mismas características en *C. undecimalis* y *C. parallelus*. Sin embargo, se encontró que en este último, el brazo superior de la V es más largo que el brazo inferior, mientras que en *C. undecimalis*, el brazo más largo es el inferior.

Finalmente, el angular es descrito por Fraser (1968), como un hueso puntiagudo con el borde lateral derecho grueso y fuerte, que difiere entre ambas especies por la cantidad de espacio que ocupan, siendo mayor en *C. undecimalis* que en *C. parallelus*. La descripción realizada para el angular en este trabajo, es similar a la de Fraser (1968), añadiendo información sobre su altura respecto a su ancho máximo, así como la distancia que existe entre su extremo izquierdo y el borde inferior respecto a su ancho máximo.

Las descripciones realizadas por Fraser (1968) para las estructuras del cráneo de membrana son muy generales, menciona principalmente las estructuras óseas con las que conecta cada hueso descrito, omitiendo gran parte de sus características, las cuales son significativas en la separación de las especies.

Otro aspecto relevante que diferencia este trabajo del realizado por Fraser (1968), es que las características de las estructuras óseas, previamente detalladas, son esquematizadas mediante fotografías permitiendo tener un reflejo fiel y no una interpretación de dichas estructuras, como los esquemas realizados por Fraser (1968). Por ello, las fotografías mostradas en este trabajo, permiten tener mayor detalle así como una mayor precisión de todas las estructuras utilizadas en el análisis comparativo.

De acuerdo a Tringali (1999), *C. parallelus* tiene preferencia por ubicaciones cercanas al flujo permanente de agua dulce (ríos, estuarios, embalses), en contraste con los

miembros de *C. undecimalis* que generalmente se encuentran en lugares con bajo flujo de agua dulce, encontrándose a menudo en arrecifes de coral y afloramientos rocosos en mar abierto. En general, parece haber una tendencia evolutiva a ambientes salobres o salinos en los miembros de *Centropomus*, teniendo preferencia a bajas concentraciones de salinidad las especies más basales y a altas concentraciones en las especies más evolucionadas, siendo solo los miembros de *C. undecimalis* los que atraviesan habitualmente aguas marinas, presentando tamaños mayores o tasas de crecimiento más rápidas. Esto ha permitido un aumento en la velocidad de natación y un mayor rango en el tamaño de sus presas así como una mayor capacidad para evadir a sus depredadores, factor importante en la expansión de nichos. Debido a esto, se puede inferir que las variaciones encontradas en las estructuras óseas para las dos especies, puede tener un origen adaptativo que les permite a dichos organismos tener distintos tipos de alimentación como ya se ha explicado anteriormente, evitando así la competencia interespecífica, pudiendo subsistir ambas especies en una misma área determinada o incursionar en ambientes en los que otras especies no penetran.

A continuación se presentan los caracteres discriminantes de mayor peso para *C. undecimalis* y *C. parallelus* que podrían ser incluidos en las diagnósicas de estas especies. Dichos caracteres se presentan de forma tentativa, esto debido a que sólo se obtuvieron caracteres nuevos de dos de las doce especies del género *Centropomus*, por lo que no es posible incluirlos aún en las diagnósicas de *C. undecimalis* y *C. parallelus*, ya que no se conocen las características de las estructuras óseas del cráneo de membrana de las especies restantes.

- ***Centropomus undecimalis***. Adultos: El opérculo en la talla adulta presenta una anchura máxima igual a su altura máxima, la cresta del borde superior es de forma redondeada y se ubica en la porción central, sobre el mismo eje de la punta de la región inferior del hueso. La escotadura presenta forma de U con abertura entre 35° y 37°, está posicionada diagonalmente.

El preopérculo en tallas adultas presenta pequeñas y numerosas espinas en el ángulo derecho de la región inferior. Sobre el ángulo de la cresta posee una sola espina. El subopérculo en la talla adulta presenta estriación que abarca el ancho total de su porción fina. El borde lateral derecho del subopérculo es recto en su tercio superior y ondulado en el resto del borde. El Dentario en adultos presenta el brazo inferior extendiéndose más allá del brazo superior.

- Juveniles: El opérculo en tallas juveniles presenta una anchura máxima que cabe 1.2 veces en su altura máxima; la cresta en el borde superior es de forma redondeada y su máximo se ubica a la derecha de la punta inferior del opérculo. La escotadura del opérculo presenta forma de media luna y su longitud cabe 3 veces en el ancho máximo del hueso. El subopérculo en tallas juveniles la porción fina abarca el tercio superior del hueso y presenta una estriación que se originan desde el centro extendiéndose por toda la porción fina. El borde lateral derecho del subopérculo es recto en su tercio superior y ondulado en el resto del borde. El Dentario en juveniles presenta ambos brazos de la V con la misma longitud.

- ***C. parallelus***. Adultos: El opérculo en la talla adulta presenta una anchura máxima que cabe 1.3 veces en su altura máxima; la cresta del opérculo presente en el borde superior forma un ángulo en su punto máximo y se ubica a la izquierda del eje de la

punta inferior del hueso. La escotadura presenta forma de media luna con una abertura entre 75° y 89°, posicionada horizontalmente.

El preopérculo en tallas adultas presenta de 2 a 3 espinas en el ángulo derecho de la región inferior. Sobre el ángulo de la cresta posee un par de espinas. El subopérculo en la talla adulta presenta estriación que se extiende solo hacia la mitad derecha de la porción fina. El borde lateral derecho del subopérculo es recto en su mitad superior y curvado en su mitad inferior. El Dentario en adultos presenta el brazo superior extendiéndose más allá del brazo inferior.

- Juveniles: El opérculo en tallas juveniles presenta una anchura máxima que cabe 1.4 veces en su altura máxima; la cresta en el borde superior de la estructura es de forma angular y su máximo se ubica a la izquierda del borde inferior del opérculo. La escotadura del opérculo presenta forma de media luna y su longitud cabe 3.4 veces en el ancho máximo del hueso. El subopérculo en tallas juveniles, la porción fina abarca la mitad superior del hueso y presenta una estriación que se originan desde la parte izquierda abarcando los dos tercios derechos de la porción fina. El borde lateral derecho del subopérculo se encuentra curvado en sus cinco sextas partes superiores y recto en el resto del borde. El Dentario en juveniles presenta el brazo inferior de V extendiéndose más allá de su brazo superior.

## CONCLUSIONES

Las diferencias en las estructuras óseas entre las tallas de *C. undecimalis* y *C. parallelus* permiten documentar las variaciones que presentan a través de su desarrollo, así como entre ambas especies. Por lo que se puede concluir que la hipótesis planteada se cumple, ya que a partir del análisis comparativo realizado se encontraron variaciones morfológicas significativas en la osteología del cráneo de membrana que permiten la discriminación entre ambas especies, desde su etapa juvenil hasta la etapa adulta.

Finalmente se debe remarcar la importancia de realizar estudios en los que se incluyan las etapas juveniles, ya que la mayoría de los trabajos de análisis comparativo o descriptivos solo aportan información para individuos en estado adulto, lo que crea un sesgo no solo en la información de las especies, sino en la identificación de estos mediante claves, puesto que la morfología tanto en juveniles y adultos, presentan variaciones considerables, que no permiten reconocer de manera inmediata a las especies en su estado juvenil a partir de la información proporcionada, generando complicaciones en estudios que se basan en dicha información.

## REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-LANJONCHÉRE, L., SUZUKI, T.M. (2008). *A review of methods for Centropomus spp. (snooks) aquaculture and recommendations for the establishment of their culture in Latin America*. Aquaculture Res. 39: 684-700
- CASTRO-AGUIRRE, J., ESPINOSA, H., SCHMITTER-SOTO, J. (1999). *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa/ Noriega. México, D. F. 711p.
- CHÁVEZ, H. (1963). *Contribución al conocimiento de la biología de los robalos, chucumite y Constantino Centropomus sp., del estado de Veracruz*. Ciencia 22: 141-161.
- FAO *species identification guide for fishery purposes: the living marine resources of the Western Central Atlantic*. (2002). Department of Biological Sciences. Virginia, USA.
- FRASER, T. H. (1968). *Comparative osteology of the Atlantic snooks (Pisces, Centropomus)*. Copeia 1968: 433–460.
- GARCÍA, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- GREENWOOD, P. H. (1976). *A review of the family Centropomidae (Pisces, Perciformes)*. Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.) 29:1–81.
- HOSHINO, K. (2001). *Homologies of caudal fin rays of Pleuronectiformes (Teleostei)*. Ichth. Res., 48:231-46.
- JORDAN, D., EVERMANN, B. (1896-1900). *The fishes of North and Middle America: a descriptive catalogue of the species of fish-like vertebrates found in the waters of North America, north of the Isthmus of Panama*. Part 1. Bulletin of the United States National Museum No. 47: i-ix + 1-1240
- LARA-DOMINGUEZ, A., FRANCO, J., BEDIA, C., ABARCA, L., DIAZ, S., AGUIRRE, A., GONZALEZ, C., CASTILLO-RIVERA, M. (2011). *Diversidad de peces en los ambientes costeros y plataforma continental*. La Biodiversidad en Veracruz: Estudio de estado. In A. Cruz-Angón (Ed.), CONABIO. 505-516 pp.

- MATALLANAS, J., LLORIS, D. (2006). *Description of Merluccius tasmanicus sp nov. And redescription of Merluccius australis (Pisces: Merlucciidae)*. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 86:193-199.
- MORENO-CASASOLA, P., CEJUDO, E., CAPISTRÁN, A., INFANTE, D., LOPEZ, H., CASTILLO, G., PALE, J., CAMPOS, A. (2010). *Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 87, 29-50.
- NELSON, J. S. (2006). *Fishes of the World*. 4a ed. John Wiley & Sons, New York. 601 p.
- NELSON, J., GRANDE, T., WILSON, M. (2016). *Fishes of the World*. 5a ed. John Wiley & Sons, New Jersey. 707 p.
- OTERO, O. (2004). *Anatomy, systematics and phylogeny of both Recent and fossil latid fishes (Teleostei, Perciformes, Latidae)*. Zoological Journal of the Linnaean Society, 141: 81-133.
- RIVAS, L. R., B. A. COOK. (1968). *Relationships of the Western Pacific "percichthyid" fish, Nippon spinosus, with the family Centropomidae*. Wassman J. Biol. 26(6): 2201-208
- RIVAS, L.R. (1986). *Systematic review of the Perciform fishes of the genus Centropomus*. Copeia 3: 579-611.
- ROJO, A. (1991). *Dictionary evolutionary. Fish osteology*. CRC Press, Inc. Florida, E.U.A.
- SIMMONS, J. E. (1987). *Herpetological collecting and collections management*. SSAR Herpetological Circular 16: 70 pp.
- TAYLOR, W., G. VAN DYKE. (1985). *Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study*. Cybium, 9 (2): 107-119.
- TRINGALI, M., BERT, T., SEYOUM, S., BERMINGHAM, E., BARTOLACCI, D. (1999). *Molecular Phylogenetics and Ecological Diversification of the Transisthmian Fish Genus Centropomus (Perciformes: Centropomidae)* Vol. 13, No. 1, October, pp. 193–207, 1999. Article ID mpev.1999.0624.

TUCKER. J. (1987). *Snook and tarpon snook culture and preliminary evaluation for commercial farming*. Prog. Fish Cult. 49(1): 49–57.

UTRERA-LÓPEZ, M., MORENO-CASASOLA, P. (2008). *Mangrove litter dynamics in La Mancha lagoon, Veracruz, México*. Wetlands Ecology and Management.

VERGARA-CHEN, C. (2014). *Los robalos (Pisces, Centropomidae) del Pacífico de Panamá: Desafíos emergentes en investigación y conservación*. Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT-AIP), Apartado 0843-01103 Panamá, Panamá.