



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

FILOGENIA PARCIAL DE GERREIDOS DEL SISTEMA  
ESTUARINO GRANDE, VEGA DE ALATORRE, VERACRUZ.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A N:

DUARTE RUIZ FRANCISCO MICHELL ANTONIO

, MÁRQUEZ ZUÑIGA ANETTE

DIRECTOR DE TESIS

M. EN C. ERNESTO MENDOZA VALLEJO



MÉXICO D.F. NOVIEMBRE 2015



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.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>2</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>HIPOTESIS</b>	<b>20</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>21</b>
<b>RESULTADOS Y ANALISIS</b>	<b>23</b>
<b>DISCUSION</b>	<b>47</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>52</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>

## INTRODUCCIÓN

El orden de los perciformes es considerado el más diverso y mayor de todos los órdenes de peces, abarcando 20 subórdenes, 160 familias, 1539 géneros, y cerca de 10,033 especies, siendo sus integrantes los organismos vertebrados dominantes en aguas oceánicas y dulces tropicales y subtropicales. Los tres subórdenes más grandes Percoidei, Labroidei y Gobioidi conforman más de  $\frac{3}{4}$  del total del orden Perciformes. Muchos de estos peces habitan aguas costeras, mientras que individuos de aprox. 2,335 especies se encuentran en agua dulce en algún momento de su ciclo de vida (Nelson, 2006).

El origen y la evolución del suborden Percoidei está caracterizado a partir del terciario por una considerable plasticidad adaptativa (Schultze y Arratia, 1989), siendo este el suborden más grande de los perciformes, conteniendo aprox. 79 familias, 549 géneros, y cerca de 3,176 especies. Puede que este sea el grupo basal a partir del cual evolucionaron los otros dos subórdenes de perciformes y probablemente no es un grupo monofilético, siendo reconocido solamente vía caracteres primitivos (Nelson, 2006)

En particular, y de acuerdo a su taxonomía, la familia Gerreidae se ubica dentro de los percoideos típicos, llamados así por presentar muchos caracteres generales en común (Gosline, 1966; Johnson, 1980), lo cual dificulta su identificación e incluso el poder establecer relaciones filogenéticas (Benítez, 2004).

Debido a que los géneros de esta familia son muy similares entre si y las claves taxonómicas existentes para la identificación de gerreidos se basan en caracteres morfológicos (Castro-Aguirre, 1999; FAO, 2002), se ha sugerido el uso de herramientas nuevas que ayuden además de la identificación de especies, a la reconstrucción filogenética del clado mediante caracteres osteológicos (De la Cruz-Agüero, 2001; Ortíz-Galindo, 2002; Álvarez, 2004) ya que se ha observado que son sumamente informativos. Entre ellos, el cráneo de membrana, y complejo caudal, son sinapomorfias hipotéticas, que con la construcción de una matriz de datos permitirán observar la filogenia del grupo.

Por lo anterior, en este trabajo las estructuras de cráneo de membrana y complejo caudal de cuatro géneros de mojarras (*Diapterus*, *Eugerres*, *Eucinostomus* y *Gerres*), cinco especies (*Diapterus auratus*, *Diapterus rhombeus*, *Eugerres plumieri*, *Eucinostomus melanopterus*, *Gerres cinereus*) han sido observadas, descritas, comparadas y propuestas.

Para la reconstrucción filogenética se utilizó a *Lutjanus griseus* como grupo externo: por ser considerado como una especie de las familias antecesoras a los gerreidos (Nelson, 2004).

El trabajo se complementa con los estudios descriptivos (Kobelkowsky, 2004) y filogenéticos de género realizados anteriormente como De la Cruz-Agüero (2001), Álvarez (2004, 2010), Vergara (2004), González (2004), tomados como punto de partida en nuestro trabajo.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente dentro de la familia se reconocen ocho géneros y 100 especies (Eschmeyer y Fricke, 2012) de éstos, tres son monotípicos: *Parequula*, *Ulaema* y *Xystaema*; dos se admiten como válidos en *Pentaprion*, siete en *Eugerres*, ocho en *Diapterus*, 11 en *Eucinostomus* y 40 en *Gerres*. Sin embargo, alrededor de 20 especies, principalmente de los últimos tres géneros citados, se conocen únicamente a través de los sintipos, holotipos o lectotipos subsecuentemente designados, sin que su respectivo estatus taxonómico haya sido revisado recientemente (De la Cruz, 2001). Sin embargo, existen todavía dificultades tanto taxonómicas como nomenclaturales en varias especies de Gerreidae, así como reconocimiento de la validez de algunas de ellas y de su distribución anfiamericana.

Aunque pareciera que la clasificación de estas especies está resuelta, existen aspectos que no se revisaron detalladamente en los ejemplares utilizados para las descripciones originales (e.g. Deckert y Greenfield, 1987), aunado a que no hay trabajos que hayan abordado su sistemática.

## ANTECEDENTES

Cuvier (1769-1832) fue el primero en emplear el nombre *Gerres* en 1829 en *Régne Animal*, en donde se enlistan brevemente la descripción de siete especies pertenecientes a este género (De la Cruz, 2001)

Günther (1830) fue el primero en agrupar a las especies de gerreidos conocidos dentro de la familia *Pristipomatidae*; aunque tiempo después los agrupa dentro de su propio grupo natural, la familia *Gerreidae* (De la Cruz, 2001).

El género *Diapterus* fue propuesto por Ranzani (1840) en su obra llamada *Novis Speciebus Piscium* con base en la descripción de algunas especies brasileñas a las que adjudicó el nombre específico *Diapterus auratus*, de acuerdo con la cual presentaba la cabeza reducida y forma triangular, con parte frontal casi cóncava y con un rostro atenuado, cuerpo elevado y lateralmente comprimido; preopérculo aserrado y el hueso lacrimal sin aserración entre otras características. Años atrás ya había descrito *Gerres rhombeus* (Cuvier, 1829) y *Gerres peruvianus* (Cuvier y Valenciennes 1830) ambas consideradas en su momento como especies nominales de *Diapterus*.

Debido a que el nombre *Gerres* fue considerado como un nombre pre-asignado a *Gerris*, un insecto hemíptero, Theodore E. Cantor propuso en 1850 el nombre genérico de *Catochaenum* como sustituto. Jordan *et al.* (1917) no consideraron el cambio ya que el nombre genérico no era idéntico, proponiendo el nombre *Xystaemidae* para la familia de peces y evitar la homonimia familiar entre estos dos grupos zoológicos. Curran (1942) planteó el nombre *Gerridae* para el grupo de peces y *Gerrididae* para los hemípteros. Esta homonimia fue corregida veinte años después por la Comisión Internacional de la Nomenclatura Biológica. (Bailey & Moore, 1963). Estos mismos autores proponen finalmente que la familia de hemípteros mantuviera el nombre *Gerride* y que a las mojarras se les asignara *Gerreidae*, siguiendo el Código de Nomenclatura Zoológica.

Everman y Meek (1883 y 1886) establecieron una de las primeras propuestas adecuada para la clasificación de los gerreidos de América, empleando los patrones de aserración de los huesos del preopérculo y el lacrimal. Esto con el fin de ordenar las spp. de *Gerres*; el criterio era el siguiente; 1) preopérculo y lacrimal aserrados; 2) preopérculo y lacrimal no aserrados y, 3) preopérculo aserrado y preorbital no aserrado.

Definido este criterio, Jordan y Evermann (1898), distinguieron tres géneros de spp. con preopérculo y lacrimal liso (*Eucinostomus*, *Ulaema* y *Xystaema*), con el preopérculo

aserrado se incluyó *Gerres*, que se dividió en los subgéneros; *Moharra*, lacrimal no aserrado y aleta anal con dos espinas y nueve radios; *Diapterus* con lacrimal no aserrado y aleta anal con tres espinas y ocho radios; y *Gerres* con lacrimal aserrado y aleta anal con tres espinas y siete u ocho radios (Fig. 1).

El término *Diapterus* fue utilizado para una clasificación de gerreidos en el trabajo de Jordan y Evermann (1886) por primera ocasión, designándolo subgénero dentro de *Gerres*; y se reconoció como género en la obra de Meek y Hildebrand (1925), "The Marine Fishes of Panama", en el cual también describen las especie de *Diapterus evermanni*, sinónimo del actual *D. auratus* (*sensu* Deckert y Greenfield, 1987).

Con base en lo establecido por Quoy y Gaimard (1824), Jordan (1917) propone modificar su clasificación previa realizada junto con Evermann (1898) al seleccionar a una especie de mojarra que carece de aserraciones en el preopérculo y lacrimal: *Gerres vaigensis* (= *G. oyena*; Forsskál, 1775), para denominarlo como ejemplar tipo del género *Gerres*.

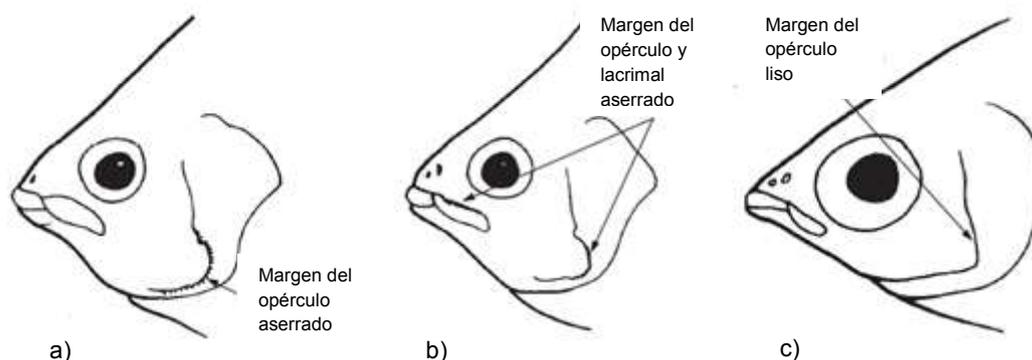


Fig. 1. Vista lateral de diferentes géneros de mojarras resaltando el carácter distintivo a) *Diapterus* b) *Eugerres* c) *Gerres*, Tomado y modificado de FAO (2002)

Meek y Hildebrand (1925) propusieron la separación de las especies del género *Gerres* de aquellas que presentaban aserraciones en el preopérculo y que se agruparon en *Diapterus*. Esto llevó a que *Moharra* pasara a ser considerado como un sinónimo de éste. Esta clasificación siguió sin convencer a otros autores de la época, como en el estudio de Jordan y Evermann (1927), emplearon la descripción original de *G. plumieri* de Cuvier para la descripción del nuevo género *Eugerres* lo que permitió distinguir a los gerreidos que presentan aserraciones en el preorbital, con las especies que no lo presentaban *Diapterus* (González-Acosta, 2005).

Decker y Greenfield (1987) confirmaron la distinción entre ambos géneros (*Diapterus* y *Eugerres*), caracterizando diferencias morfológicas distintivas, como la presencia o ausencia de aserraciones en los huesos de la serie orbital, en particular en el margen inferior del lacrimal, el tipo de dentición de las placas faríngeas y los patrones de coloración.

En 1960, Picciolo, describe la formación y desarrollo del cono interhemal en *E. argenteus* con base en el análisis de ejemplares de tallas que abarcaban desde los 15 a 145 mm LP (longitud patrón); hasta este momento todos los trabajos habían sido descriptivos y con ejemplares de talla adulta.

Kusaka (1974) llevó a cabo la descripción morfológica del hueso urohial en *Gerres macrosoma* Blekker, 1854 (sin. *Gerres oblongus* Cuvier, 1830) y *Gerres filamentosus* Cuvier, 1829.

Andreata (1979), describió el complejo caudal de las especies *Diapterus brasilianus* (sin. *Eucinostomus brasilianus*), *D. rhombeus*, *Diapterus olisthostomus* (sin. *D. auratus*) y *Eucinostomus harengulus*, en donde la forma de los epurales y la fusión de las hipurales establecen las diferencias genéricas.

Andreata y Barbieri (1981) contribuyeron con la descripción osteológica del cráneo de *D. brasilianus*. Posterior a estos estudios, Andreata (1988) realizó un escrito sobre el género *Diapterus*, en la cual se establece el género *Eugerres* como sinónimo de *Diapterus*.

James (1985) establece las diferencias definitivas entre las familias Leiognathidae y Gerreidae, por medio del análisis general de su osteología.

Barceló-Márquez (1998), describió el sistema óseo de *D. rhombeus*, utilizando ejemplares de talla variable (42 a 237 mm). Destacando a la especie como evolutivamente avanzada.

Kobelkowsky y Alemán-Rivero (2000) realizaron la descripción del branquicráneo de *D. auratus*. Más tarde, en un estudio comparativo de cuatro especies de gerreidos (*D. auratus*, *E. plumieri*, *G. cinereus* y *E. argenteus*), Kobelkowsky (2003) señala 16 características óseas que varían interespecíficamente. Luego, él realizó una descripción osteológica de todos los complejos en *D. auratus*, (Kobelkowsky 2004).

Se han realizado tesis de doctorado y maestría acerca de distintos géneros de la familia, aunque no incluyen a todos, únicamente se enfocan en un solo grupo (De la Cruz-Agüero, 2001; Álvarez, 2004; González-Acosta, 2005).

En un estudio realizado con base en caracteres morfométricos y moleculares, Vergara-Solana *et, al.* (2014) separan a *Diapterus aureolus* (Blekker, 1859) proponiendo un nuevo género monotípico para esta especie, *Deckertichthys aureolus* (Jordan y Gilbert, 1882)

## MARCO TEÓRICO

La comprensión ecológica del ecosistema estuarino requiere necesariamente del conocimiento taxonómico preciso de las especies de peces. La información derivada de numerosos estudios previos en estos ambientes ha sido fundamental para establecer que ciertas familias de peces dominantes, entre ellas la familia Gerreidae, conocida comúnmente como mojarras; está representada por un grupo de peces diverso, abundante y presente a lo largo del año.

La mayoría forman parte de manera importante del conjunto íctico de estuarios y lagunas costeras consideradas como componente vicario (Myers, 1963), habitando en ambientes con sustratos arenosos o lodosos. Las investigaciones orientadas hacia el conocimiento de la ecología de la zona costera en los litorales de México han alcanzado actualmente un nivel de prioridad, debido a que constituyen una importante área de producción de energía, alimentos y recursos no renovables, entre otros.

Ello se complementa directamente en que las mojarras desarrollan en el ecosistema por su papel en la transformación de energía, la conducción de ella, el intercambio con ecosistemas vecinos, el almacenamiento de la misma, la regulación y su probable función en el reciclamiento de nutrientes, como ha sido primariamente planteado como hipótesis por Yáñez-Arancibia y Nugent (1977) y más tarde probado para diversas especies por Deegan y Thompson (1985).

La Familia Gerreidae, conocidas como mojarras constituyen un recurso abundante con importancia comercial y amplia distribución en el medio ambiente lagunar-estuarino de latitudes tropicales y subtropicales del mundo (Nelson, 2006), y por lo tanto, muy significativo en lagunas costeras y estuarios de México.

Este grupo taxonómico está constituido por un grupo de peces perciformes marinos conocidos con el nombre de mojarras. Muchas de sus especies constituyen un recurso artesanal significativo en lagunas costeras y estuarios de México. Además de constituir una función definida en la red trófica de los ecosistemas lagunares costeros, son consumidores bentónicos con una boca muy protusible que les permite alimentarse la infauna. (Aguirre-León *et al.* 2000) (Cervigón y Gómez, 1986) (Randall, 1967).

Los peces de la familia Gerreidae presentan un cuerpo elongado o romboidal moderadamente comprimido con escamas ctenoides, una línea lateral continua en el dorso prolongada hasta la bifurcación de la aleta caudal. Rostro puntiagudo, con una boca fuertemente protractil que le da el nombre a la familia. Perfil inferior de la cabeza cóncavo, cabeza casi toda escamada, mandíbulas delgadas con dientes viliformes.

Branquiespinas cortas y delgadas. Aleta dorsal simple, continua o profundamente hendida con fórmula radial VII-IX- 9-10, Aleta anal simple II-III, 7-10; estas dos se pliegan dentro de una vaina escamosa a lo largo de su base formando una especie de surco. Aletas pectorales grandes y puntiagudas. Aletas pélvicas moderadas con I, 5. Aleta caudal profundamente ahorquillada. Con vejiga natatoria. Cabeza y cuerpo plateados con escamas brillantes; algunas especies presentan barras verticales o longitudinales en los costados del cuerpo. (Fig. 2.)

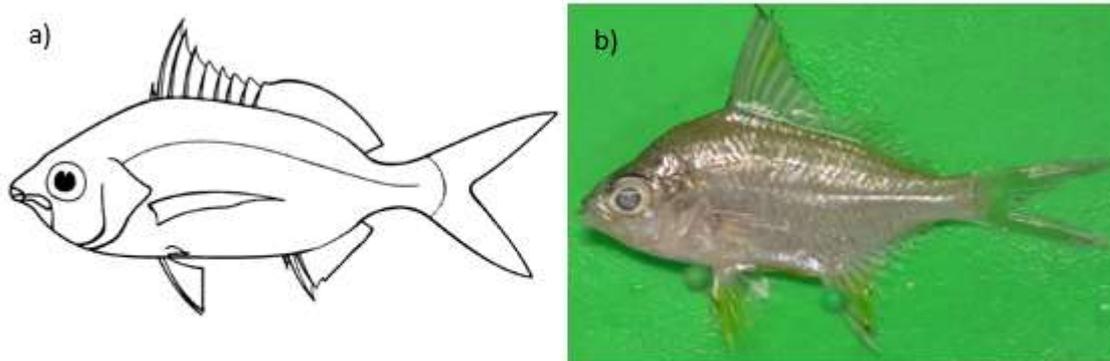


Fig. 2. Patrón general morfológico de la mojarrá, comparado con *Diapterus auratus*. a) Dibujo tomado de FAO (2002) b) Foto original

Esta familia se ubica dentro de los percoideos típicos, llamados así por presentar muchos caracteres generales en común (Gosline, 1966; Johnson, 1980), lo cual dificulta su identificación e incluso el poder establecer relaciones filogenéticas. (Benítez, 2004).

Dentro de la familia Gerreidae en América los estudios taxonómicos han tomado como base caracteres morfológicos y de pigmentación, a nivel genérico, como en *Eucinostomus* (Curran, 1942; Zahuranec, 1967), *Diapterus* y *Eugerres* (Deckert y Greenfiled, 1987). La historia evolutiva del grupo ha sido estudiada parcialmente, es decir, su monofilia ha sido corroborada únicamente a nivel de las especies del género *Eucinostomus* (De la Cruz-Agüero, 2001), utilizando caracteres de morfología externa y de estructuras óseas. Otros géneros como *Diapterus* ha sido estudiado desde el punto de vista molecular (Vergara, 2012).

La clasificación de esta familia está basada únicamente en los caracteres morfológicos que presentan, por lo que se incluye la diagnosis de acuerdo a FAO (2002).

## GRUPO DE TRABAJO

*Diapterus auratus* Ranzani, 1842

**Sinonimias frecuentes/ identificaciones erróneas:** *Gerres olisthostomus* Goode y Bean, 1882; *Diapterus olisthostomus* (Goode y Bean, 1882); *Diapterus evermanni* Meek y Hildebrand, 1925/ *Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829); *Gerres cinereus* (Walbaum, 1792)

**Nombres de la FAO:** Es- Mojarra cagüicha; Fr- blanche cabuche; In- Irish mojarra (AFS: Irish pompano)

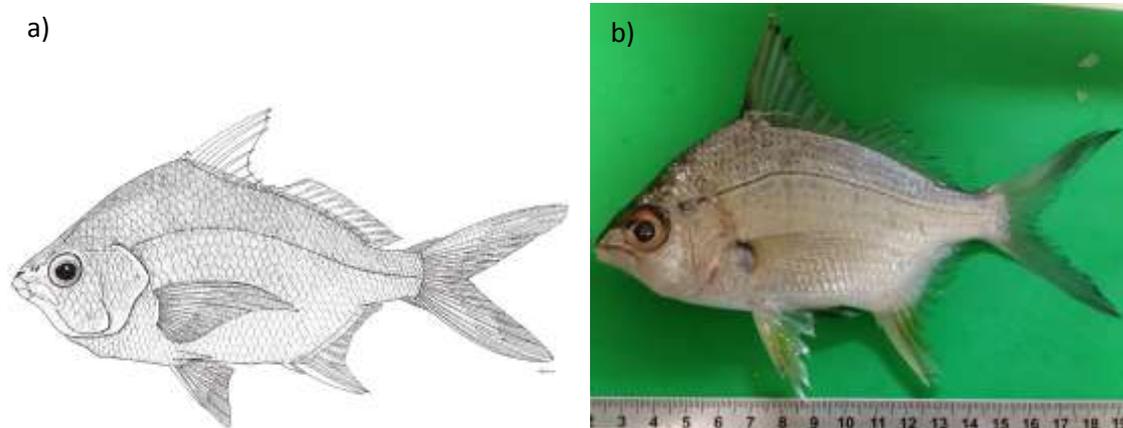


Fig. 3. *D. auratus* a) Tomada de FAO, 2002), b) Foto original

**Caracteres Diagnostico:** Cuerpo romboidal, comprimido, moderadamente profundos (1.7 a 2.4 longitud estándar). Boca fuertemente protusible, el maxilar suele llegar más allá del margen anterior de la pupila; borde del preopérculo dentado; hueso preorbital liso; 12 a 15 (por lo general 12 o 13) branquiespinas en el miembro inferior de arco anterior. Aleta dorsal con una profunda muesca, porción espinosa notablemente alta; aleta anal con 3 espinas y 8 radios blandos, especímenes de menos de 50 a 75 mm de longitud estándar pueden tener 2 espinas y 9 radios blandos. **Color:** cuerpo plateado, un poco más oscuro por encima, los especímenes de menos de 150 mm de longitud estándar a menudo con 3 delgadas barras oscuras verticales en los lado, las aletas pélvica y anal con pigmento amarillo; otras aletas translúcidas u oscuras.

**Tamaño:** Máximo de unos 34 cm; comúnmente de 27 cm.

**Hábitat, biología y pesca:** Una de las mojarras más abundantes en los estuarios del este de Florida, que habitan las aguas costeras superficiales, especialmente en las praderas marinas, ensenadas, manglares y lagunas, comúnmente entran al agua dulce. Los individuos jóvenes (hasta 11,6 cm) se alimentan principalmente de material vegetal con algunos nemátodos, copépodos y ostrácodos. Su pesca se soporta en toda el área de reproducción que contribuye a los desembarques de 13 600 a 136 000 kg en la pesca de mojarra en Florida. Atrapadas principalmente con atarrayas y redes de cerco de playa, botes, redes de enmalle, trasmallos, redes de arrastre de vara y trampas. Comercializadas principalmente en fresco.

**Distribución:** Poblaciones reproductoras permanentes desde el sur de la Laguna Indian River, al este de la Florida, Brasil, incluyendo las Antillas Mayores, ausente en el este y el norte del Golfo de México, presente a lo largo de México y Centroamérica, costas estadounidenses, presentes.



Mapa 1. Distribución de *D. auratus*.

*Diapterus rhombeus* (Cuvier, 1829)

**Sinonimias frecuentes/ identificaciones erróneas:** *Diapterus limnaeus* Schultz (1949)/ juvenil *Diapterus auratus* (Ranzani, 1842)

**Nombres de la FAO:** Es- Mojarra caitipia; Fr- Blanche gros yaya; In- Caitipa mojarra (AFS: Silver mojarra)

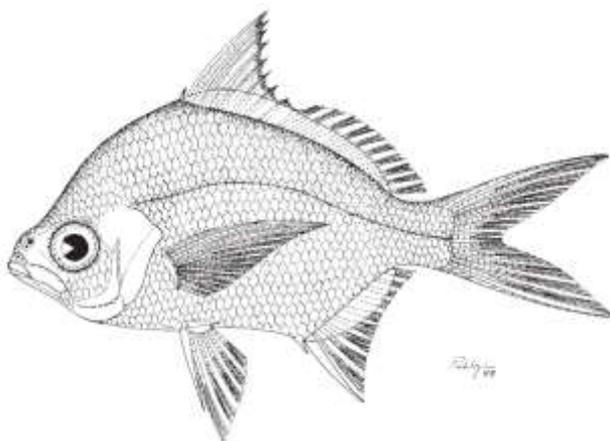


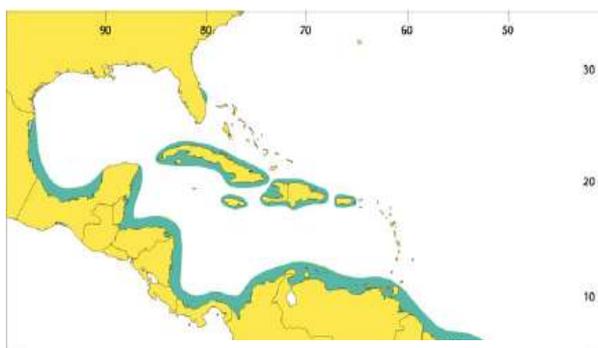
Fig. 4. *D. rhombeus* Tomado de FAO (2002)

**Caracteres diagnósticos:** Cuerpo romboidal, comprimido moderadamente profundo (1.8 a 2.5 en longitud estándar), Boca fuertemente protráctil, maxilar usualmente se extiende pasando el margen anterior de la pupila, borde del preopérculo aserrado; hueso preorbital liso; en la rama inferior del primer arco braquial 16 a 18 (usualmente 17) braquiespinas. Aleta dorsal profundamente ahorquillada con una notable porción espinosa; aleta anal con dos espinas y 9 radios. **Color:** cuerpo plateado, porción espinosa de la aleta dorsal con el borde oscuro, aletas pectorales transparentes, aletas pélvicas y anal amarillas.

**Tamaño:** máximo 40 cm; comúnmente 30 cm.

**Hábitat, ecología y pesca:** Abundante en lagunas bordeadas de manglar, particularmente en las Antillas, también se encuentran sobre el barro superficial y fondos arenosos en las áreas marinas, pueden entrar en aguas dulces. Peces pequeños se alimentan principalmente de plantas y crustáceos microbentónicos, los peces más grandes incluyen en su alimentación crustáceos, pelecípodos y gusanos poliquetos además de plantas. Atrapado principalmente con barcos de cerco y redes de enmalle, trasmallos, redes de arrastre de vara, trampas. Comercializado frecuentemente fresco, su carne no es altamente estimada.

**Distribución:** Antillas mayores, Laguna Madre, sur de México a lo largo de costa de América central, norte de Sudamérica a Bahía, Brasil, desde el norte hasta Laguna Indian River, Florida



Mapa 2. Distribución de *D. rhombeus*.

*Eugerres plumieri* (Cuvier, 1830)

**Sinonimias frecuentes/ identificaciones erróneas:** *Diapterus plumieri* (Cuvier, 1830); *Eugerres awlae* Schultz, 1949/ Ninguna.

**Nombres de la FAO:** Es- Mojarra rayada; Fr- Blanche raye; In- Striped mojarra

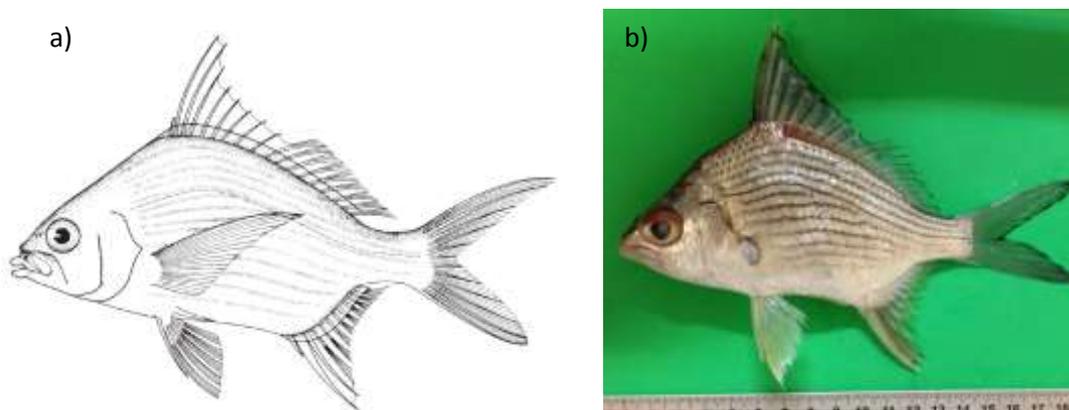


Fig. 5. *E. plumieri*, a) Tomado de FAO (2002), b) Foto original.

**Caracteres diagnósticos:** Cuerpo romboidal, comprimido, profundidad moderada (1.9 a 2.3 en longitud estándar). Boca fuertemente protusible, la maxilar superior por lo general se extiende hasta o más allá del margen anterior de la pupila; Borde del preopérculo aserrado; Hueso preorbital aserrado; de 13 a 17 branquiespinas (usualmente 15) en la rama inferior del primer arco braquial. Poros de la línea lateral de escamas de 32 a 38 (usualmente 34 a 36). Aleta dorsal notablemente alto con una porción espinosa; aletas pectorales levemente encorvadas y muy largas, alcanzando más allá de origen de la aleta anal cuando se juntan; aleta anal con 3 espinas dorsales y generalmente ocho radios suaves; segunda espina dorsal de la aleta anal muy fuerte. **Color:** Cuerpo plateado, matices de color azul verdoso en el dorso, visible rayas longitudinales de color marrón oscuro a negro.

**Tamaño:** Máximo 40 cm; comúnmente de 30 cm.

**Hábitat, ecología y pesca:** Mojarra eurihalina, habita en aguas costeras poco profundas, con mayor frecuencia sobre fondos de fango y manglares en los arroyos y lagunas con capacidad de incursión en ambientes dulceacuícolas. Se alimenta de una variedad de invertebrados pero más de ostrácodos anfípodos, copépodos, pelecípodos, poliquetos, nematodos y material vegetal. En México madura en la temporada de secas, llegando a medir una longitud total de 20,5 cm. Se pesca principalmente con atarrayas, cerco de redes en barcos, redes de enmalle, trasmallos, arrastre de vara y trampas. La

pesca que sustenta es de 13 600 a 136 000 kg en Florida. Comercializada principalmente en fresco, también convertido en harina de pescado (Cuba).

**Distribución:** Aparece en Carolina del Sur, más abundante desde el sur de Florida oriental a Bahía, Brasil, incluyendo el oriente y el occidente del Golfo de México desde Laguna Pueblo Viejo, México y a lo largo de la costa de América Central y el norte de América del Sur. Ausente en Bermudas, las Bahamas e Indias Occidentales



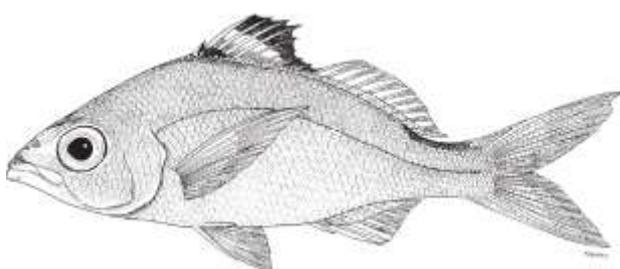
Mapa 3. Distribución de *E. plumieri*.

*Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863)

**Sinonimias frecuentes/identificaciones erróneas:** ninguna/ninguna

**Nombres de la Fao:** **En** - Flagfin mojarra; **Fr** – Blanche drapeau; **Sp** – Mojarrita de ley.

a)



b)



Fig. 6. *E. melanopterus*, a) Tomado de FAO (2002), b) Foto original.

**Caracteres Diagnóstico:** Cuerpo fusiforme y comprimido, moderadamente profundo (de 28.6 a 38.5 en longitud estándar). Boca notablemente protusible. El maxilar generalmente no alcanza el margen anterior de la pupila. Borde del preopérculo liso; hueso del preorbital liso; nueve branquiespinas (incluyendo una en el ángulo pero excluyendo rudimentos en el extremo anterior) sobre la rama inferior del primer arco branquial. Premaxilar acanalado (sin escamas en su región media de la parte superior de la nariz). Aleta anal con tres espinas, la segunda fuerte pero no más larga que la

tercera. **Color:** El color del cuerpo es plateado, dorso oscuro, sin distintivas marcas oscuras sobre el cuerpo; aletas pálidas o ligeramente oscuras; porción espinosa de la dorsal con una notable pigmentación oscura sobre un área blanca.

**Tamaño:** Máximo de 19 cm; comúnmente de 15 cm.

**Habitat, Biología y pesca:** Esta especie habita en aguas polihalinas, aguas costeras poco profundas las entradas de mar sobre la arena libre, sobre fondos de fango y manglares, con y sin vegetación. Se alimenta principalmente de invertebrados del bentos. Capturados principalmente con redes de cerco de playa y barcos, redes de enmalle y trasmallos; también con atarrayas. Comercializadas en fresco en muchas localidades, aunque su carne no es muy consumida; también se utiliza para hacer harina de pescado (Cuba). No hay estadísticas que reporten a esta especie.

**Distribución:** Especie rara al norte de Cabo Hatteras, registrados en Nueva Jersey, más abundantes en el este Florida, alcanzan las Antillas a Río de Janeiro, Brasil. Está ausente de la punta de la Florida y el este del Golfo de México y hasta el río Mississippi, pero está presente en el oeste del Golfo de México desde Louisiana hacia el sur por la costa de México, América Central y el norte de América del Sur. En gran medida ausente de lugares insulares como Bermuda, de Bahamas y las Antillas. También presentes en el Océano Atlántico oriental De Senegal a Angola



Mapa 4. Distribucion de *E. melanopterus*.

*Gerres cinereus* (Walbaum, 1792)

**Sinonimias frecuentes/ Identificaciones erróneas:** Ninguna/ ninguna

**Nombres de las FAO:** Es- Mojarra blanca (munama); Fr- Blanche cendré; In- Yellowfin mojarra

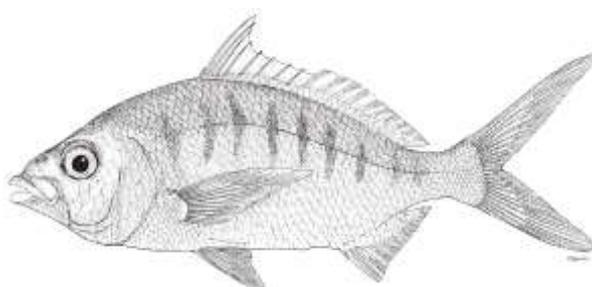


Fig. 7. *G. cinereus*. Tomado de FAO (2002)

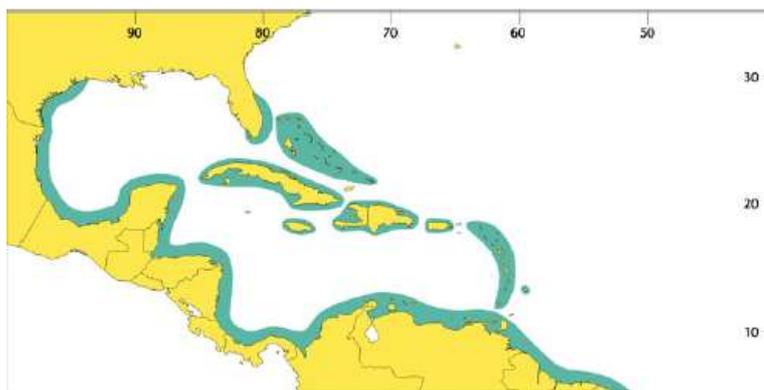
**Caracteres diagnósticos:** Cuerpo comprimido y moderadamente profundo (2.3 a 2.6 en longitud estándar). Boca fuertemente protusible, maxila puede llegar hasta o más adelante del margen de la pupila, margen del preopérculo liso, hueso preorbital liso; parte posterior del premaxilar surcado (región mediana deprimida sin escala en el hocico) amplio, escamas en el lado sin rebasar la línea vertical enfrente del ojo. Aleta dorsal ligeramente muesca, segunda a cuarta espinas mucho más altas que el resto de la aleta; aletas pectorales largas, casi rebasando el origen de la aleta anal; aleta anal con tres espinas y siete radios; segunda espina de la aleta anal no ampliada considerablemente. **Color:** cuerpo plateado, con tinte azul en la cabeza y la espalda; siete u ocho barras verticales azuladas o rosadas obscura en los lados; aletas pélvica y anal amarillas.

**Tamaño:** Máximo 41 cm; comúnmente 28 cm.

**Habitat, Biología y pesca:** Habita en aguas costeras poco profundas, bancos de arena, especialmente a la vista, fondos de arena en zonas de arrecifes de coral, bahías, ensenadas y arroyos bordeados de manglar, entrando agua salobre y en ocasiones incluso dulce; puede incurrir en pequeños agregados. Se alimenta de cangrejos,

pelecípodos, gasterópodos, misceláneos y otros invertebrados. Atrapado mayormente en la playa y barco de cerco, redes de enmalle, redes de trasmallo y atarrayas. Comercializado sobre todo en fresco aunque su carne no es muy estimada; también convertido en harina de pescado. Estadísticas separadas no están reportadas para esta especie.

**Distribución:** Bermuda; sur de Florida a sureste de Brasil, incluyendo las Bahamas, Golfo de México, costas de América central y norte de Sudamérica. También ocurre en el Pacífico oriental, Océano de Bahía Santa María, Baja, California a Chimbote, Perú, incluyendo las Islas Galápagos.



Mapa 5. Distribución de *G. cinereus*.

## GRUPO EXTERNO

*Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758)

**Sinonimias frecuentes/identificaciones erróneas:** ninguna/*Lutjanus cyanopterus* (Cuvier, 1828)

**Nombres de la Fao:** **En** – Pargo prieto; **Fr** – Vivaneau sarde grise; **In** – Grey snapper.

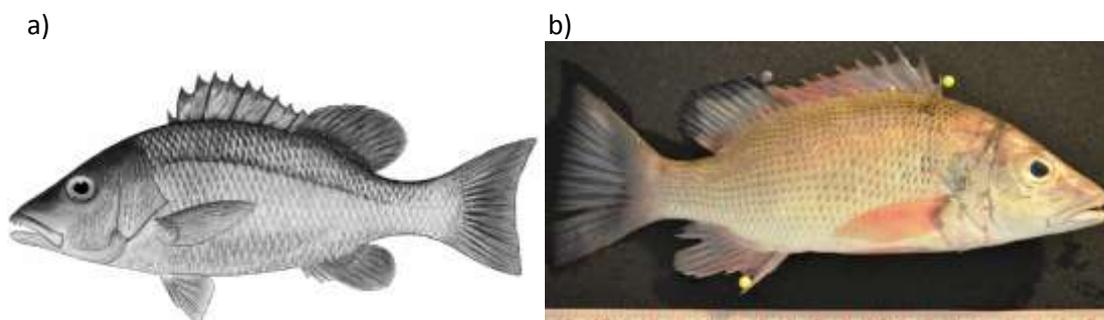


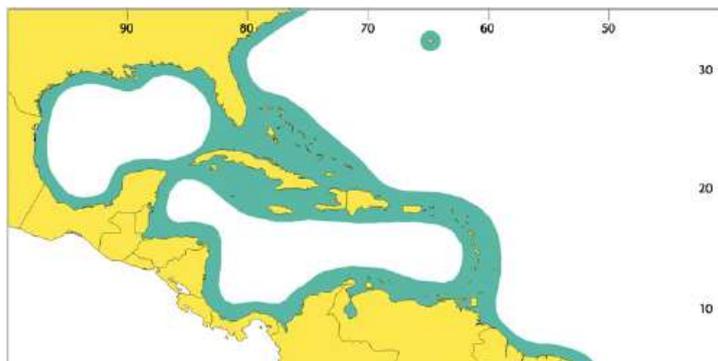
Fig. 8 *L. griseus*, a) Tomado de FAO (2002), b) Foto original

**Caracteres diagnóstico:** Cuerpo relativamente delgado, mayor profundidad (2.6 a 3.2 veces en la longitud estándar). Los caninos en el extremo anterior del maxilar superior claramente mayor que los dientes anteriores en el maxilar inferior; vómer y palatinos con dientes; los del vómer en un parche en forma de ancla con una extensión mediana posterior; no hay dientes en el ectopterogoides. Maxila sin escamas. Branquiespinas en el primer arco de seis a ocho en el miembro superior y de 12 a 14 en el miembro inferior, en total de 18 a 22. Aleta dorsal simple, porción espinosa de la aleta, no incide profundamente en su unión con la parte suave. Últimos radios de ambas aletas dorsal y anal no elongados. Aleta anal redondeada posteriormente. Longitud de la aleta pectoral aproximadamente igual a la distancia desde la punta del hocico hasta el borde posterior del preopérculo, 3.7 a 4.2 veces en la longitud estándar. Aleta caudal emarginada. Aleta dorsal con 10 espinas y 14 radios, aleta anal con tres espinas y 8, ocasionalmente 7 radios. Aleta pectoral con 15 a 17 radios. Membranas de aletas dorsal y anal con escamas. Escamas ctenoideas en la línea lateral de 43 a 47. **Color:** muy variable; detrás y a los lados superiores de color gris a gris-verdoso, a veces oliva oscuro con un tinte rojizo; lados inferiores grisáceos con reflejos anaranjados o rojizos; sin mancha lateral oscura debajo de la parte anterior de los radios de la aleta dorsal, juveniles usualmente con una amplia franja oscura oblicua en la cabeza que va desde la punta del hocico a través del ojo hacia la base de la aleta espinosa dorsal a menudo con una línea azul en la mejilla debajo del ojo y frecuentemente con barras pálidas estrechas en el lado.

**Tamaño:** Longitud total máxima registrada de 92 cm (puede ser un error debido a la confusión con *L. cyanopterus*), comúnmente de 55 cm.

**Habitat, Biología y pesca:** Habita aguas someras costeras y las aguas marinas (individuos mayores) a profundidades de 180 m. encontrados en una gran variedad de hábitats, incluyendo los arrecifes de coral, zonas rocosas, pantanos de manglares, estuarios, canales de marea, tramos inferiores de los ríos y en ocasiones las aguas dulces (especialmente jóvenes). Frecuentemente forma grandes cardúmenes. Consume peces, crustáceos, cefalópodos, invertebrados bentónicos y organismos plantónicos. Desoves de mayo a septiembre. Edad máxima: por lo menos 24 años. Atrapados principalmente en la playa y con barco de cerco, redes de enmalle, y trampas. También se toma con líneas de mano. Comercializado sobre todo fresco.

**Distribución:** Massachusetts y Bermuda al sureste de Brasil, incluyendo las indias occidentales, el Golfo de México, Mar Caribe, muy común en el sur de Florida y en West Indian, no común en el norte de Florida; los registros del norte son de organismos en gran parte jóvenes que en ocasiones son llevados mucho más allá del rango de las especies. También reportadas en el este de Atlántico y oeste de África.



Mapa 6. Distribución de *L. griseus*.

De acuerdo a Kobelkowsky (2004), basado en la terminología de huesos de Gregory (1959), el cráneo de membrana presenta las siguientes regiones: mandibular, conformada por premaxilar, maxilar, dentario, articular y angular.

La serie hiopalatina comprende huesos tanto del paladar, como de la suspensión mandibular: palatino, ectopterigoides, metapterigoides, mesopterigoides, cuadrado, simpléctico e hiomandibular.

Región hiobranquial, formada por el aparato hiodeo, serie opercular y el aparato branquial: El aparato hiodeo está suspendido desde el Hiomandibular, mediante el Interhial, epihial, ceratohial, hipohial, glosohial, urohial y seis radios branquióstegos.

La serie opercular está constituida por cuatro elementos laminares, opérculo, preopérculo interopercular y suboperculo.

El aparato branquial se encuentra suspendido desde la región ótica del neurocráneo, por el faringobranquial 1, también se encuentran tres farigobranquiales más, cuatro epibranquiales, cinco ceratobranquiales, tres hipobranquiales, tres basibranquiales (Kobelkowsky, 2004; Álvarez, 2004). Adicionalmente el esqueleto apendicular está comprendido por basiopterigium, supracleitrum, cleitrum, postcleitrum, escápula, coracoides y actinosteos.

En el complejo caudal, el número y la disposición es característica del suborden Percoidei: nueve radios principales dorsales y ocho radios principales ventrales. Con referencia a los radios secundarios, el número de ambas partes es menor a 20, el número de radios dorsales es de nueve a 10 y en la parte ventral es de ocho a 10. Se sostiene por tres vértebras o centros preurales y dos centros urales que se encuentran fusionados formando el urostilo. También se observan: un parahipural con una

hipurapófisis o proceso parahipural bien desarrollado; cinco hipurales, 1-2 y 3-4 fusionados; dos pares de uroneurales; tres epurales. Se observa una cresta o arco neural especializado sobre el centro preural 2 y espinas hemales en los centros preurales 2 y 3.

La evolución del complejo caudal se ha convertido en una importante herramienta para la sistemática que “casi todo investigador que ha abordado la evolución de los vertebrados, ha comentado acerca de la aleta caudal de peces cuyas aletas tienen radios (*Actinopterygii*)”, (Lauder, 1989)

El esqueleto caudal es un complejo muy diverso en cuanto a caracteres, utilizado en la evaluación de las interrelaciones entre teleósteos. Los estudios que abordan la ontogenia de este grupo son considerados cruciales tanto para evaluar la polaridad de las características del complejo y detectar convergencias, (Nelson 1978; Fink, 1982). Sin embargo el desarrollo de diversos elementos pertenecientes al complejo caudal de casi todos los teleósteos es básicamente desconocido.

La aplicación del desarrollo osteológico en estudios taxonómicos y sistemáticos de gerreidos no ha sido bien revisado. En este aspecto el trabajo de Ortíz-Galindo (1991), es el único en México que aborda aspectos descriptivos del desarrollo osteológico inicial en gerreidos del Pacífico oriental tropical (Álvarez, 2004)

## **JUSTIFICACIÓN**

Dada la similitud morfológica, se ha buscado recientemente complementar las herramientas taxonómicas basadas, además de los aspectos morfológico y morfométrico, en caracteres osteológicos.

Los estudios osteológicos en peces son mucho más complejos que en otros vertebrados puesto que los esqueletos de peces están conformados por un mayor número de huesos (Harder 1975), aunado a que tendencia evolutiva de actinopterigios primitivos a teleósteos avanzados ha sido la reducción y fusión de diversas estructuras (Helfman *et al.* 2009), como sucede en el complejo caudal (Schultze & Arratia 1989).

Debido a la gran retractibilidad de la mandíbula que caracteriza a la familia, el cráneo de membrana ha sido de gran utilidad ya que presenta diferencias intergenéricas principalmente en las series mandibular y opercular que contribuyen a la diferenciación dentro de los gerreidos.

## **HIPÓTESIS**

Dentro de la familia de gerreidos, el estudio de diversos autores a nivel intergenérico e interespecífico, ha demostrado su monofilia como grupo individual, por lo que al hacer un trabajo conjuntando algunos de los géneros de la familia se espera revalidar la monofilia parcial del grupo estudiado

## **OBJETIVOS**

- **GENERAL**

Realizar un análisis filogenético genérico con base en los caracteres osteológicos de la familia Gerreidae.

- **PARTICULARES**

Elaborar la descripción osteológica de los complejos de cráneo de membrana y caudal.

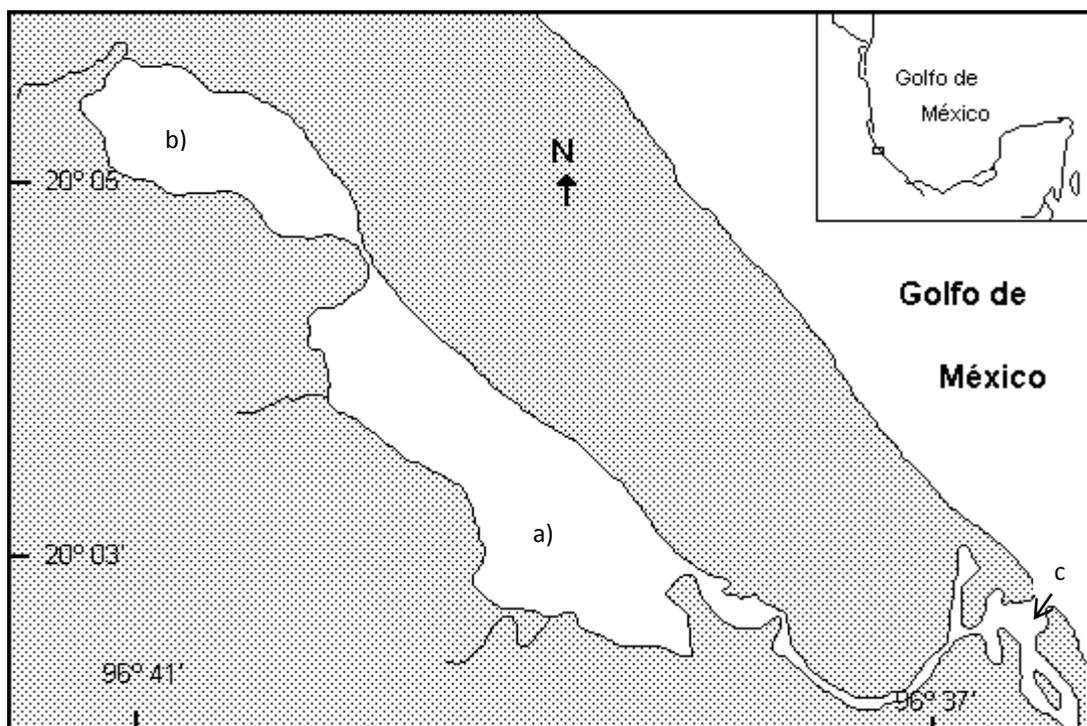
Generar una matriz de datos con base en caracteres sinapomórficos, que expresen relaciones genealógicas entre los géneros analizados, mediante el empleo de la metodología cladista.

Hacer una reconstrucción filogenética con base en la morfología del cráneo de membrana y complejo caudal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en el sistema lagunar costero Grande, perteneciente al municipio Vega de Alatorre, Veracruz; localizada en los 20° 02' y 20° 06' de latitud norte y los 96° 38' y 96° 41' de longitud oeste, se conforma por dos cuerpos de agua: Laguna chica y Laguna grande comunicada al Golfo de México por medio de un canal, el cual se une con la desembocadura de río Colipa. Plataforma de barrera interna y depresión de planicie costera. Cuenta con una extensión de aproximadamente 2,250 Ha



Mapa 7. Sistema lagunar costero Grande. a) Laguna Grande, b) Laguna Chica, c) La barra

Cuenta con climas predominantes cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (56%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano (33%); temperatura de 22-26°C y precipitación de 1400 a 2100 mm, vegetación dominante de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* seguida de *Laguncularia racemosa*, (Meza, 1988).

En fitoplancton se encuentran las Cianofitas, Clorofitas, Crisofitas, Crisofíceas y Bacilariofitas; Diatomeas con los géneros principales: *Fragilaria*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Gyrosigma*, *Biddulphia* y *Coscinodiscus*. Mientras que el zooplancton se encuentra representado por Copépodos, seguidos de *Epystlis* y larvas zoea, rotíferos, larvas de ostión, gasterópodos, de mysidáceos y huevos de peces. Donde se sugiere alta productividad del sistema lagunar (Jímenez, 1988).

El trabajo se dividió en tres etapas: la fase de campo, fase de gabinete y fase de laboratorio

- Fase de campo

Se realizaron colectas en el sistema lagunar costero Grande, en el período comprendido entre junio 2014 y febrero 2015. Se utilizaron dos tipos de redes en los muestreos, una trasmallo de 80 m x 1.40 m y abertura de malla de 5 cm, y otro trasmallo de 80 m x 1.20 m y una abertura de malla de 2.5 cm, y atarrayas de 3 m de diámetro con abertura de malla de 2.5 cm.

Una vez recolectados, los especímenes fueron depositados en un contenedor para alentar los procesos de decaimiento celular; posteriormente fueron determinados hasta nivel de especie de acuerdo a FAO (2002) y Castro-Aguirre (1999), tomando talla y peso de cada espécimen. Se procedió a su fijación en formalina al 15% neutralizada con borato de sodio.

- Fase de gabinete

Los especímenes fijados en formol (15%) fueron lavados con 2 cambios de agua para posteriormente conservarlos en etanol al 50%.

Se realizó una revisión de los ejemplares recolectados para corroborar la correcta determinación de especies, y se seleccionaron por tallas juveniles, medianos y grandes.

Se procedió a la realización del proceso de diafanización, por método de Taylor y Van Dyke (1985), método de KOH y proceso de cocción, con el fin de observar las estructuras óseas que componen los complejos del cráneo de membrana y caudal. Estas fueron fotografiadas con la ayuda de una cámara Nikon 9600 y un estereoscopio electrónico Leica Mod. Stemi DV4. Las imágenes fueron comparadas intergenéricamente para identificar similitudes y diferencias.

- Fase de laboratorio

Una vez fotografiados los ejemplares, se procedió a la observación para obtener los caracteres y estados de carácter, que fueron utilizados en la elaboración de una matriz de datos. Y adicionalmente se realizó una descripción osteológica de los complejos de cráneo de membrana y caudal.

Subsecuentemente la matriz obtenida se analizó con el programa WinClada ver. 1.00.08 (Nixon, 2002). Utilizando método heurístico y datos no ordenados para obtener la máxima parsimonia.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Derivado de las colectas mensuales desarrolladas en el periodo comprendido entre los meses de junio de 2014 a junio de 2015, se lograron capturar 418 ejemplares de gerreidos, de los cuales 72 fueron seleccionados para ser sometidos a los procesos de transparentado, estructurando series ontogénicas de 3 ejemplares en las tallas que determinamos como pequeños, medianos y grandes, esto con el fin de revisar la constancia en cuanto a la presencia de los caracteres previamente identificados.

Los datos osteológicos se resumen en una matriz de datos (anexo 1), formada por seis taxones (incluye el grupo externo) y 25 caracteres (dos binarios y 23 multiestado).

### Cráneo de membrana

La terminología de huesos se basó en el criterio de Gregory (1959), el reconocimiento de regiones y series se llevó a cabo con base en el criterio de Kobelkowsky (2004) y el establecimiento de los procesos de huesos basados en González-Acosta (2005)

- La región mandibular; formada por el arco mandibular y la serie hiopalatina que comprende los siguientes huesos:

### ARCO MANDIBULAR

Compuesta por el premaxilar, maxilar, dentario, articular, angular (Fig. 9), caracterizada por la gran retractibilidad de la mandíbula superior debido a la forma peculiar del maxilar, exclusiva de esta familia.

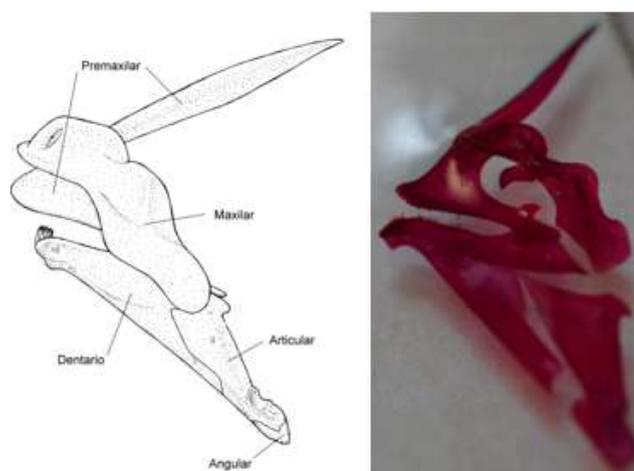


Fig. 9. Región mandibular de *D. auratus*. a) Dibujo Tomado de Kobelkowsky (2004) b) foto original

45°

se

encuentra el proceso sinfisial (p.s.), la longitud de dentición se puede presentar sólo en

23

el p.s. o a lo largo de todo el margen horizontal con respecto a la vertical; la parte posterior está formada por el proceso articular (p. ar.) y proceso caudal (p.c.); el p.ar. Tiene una forma de campana, dactilar o triangular dependiendo de la especie (Fig. 10)

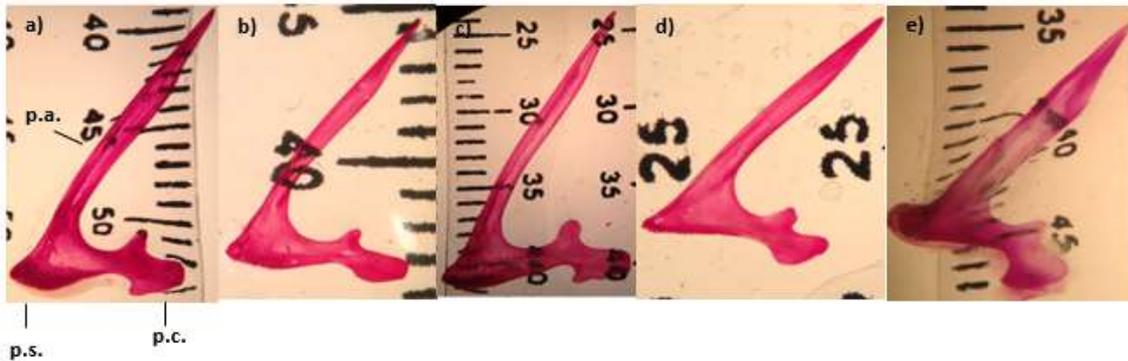


Fig. 10. Hueso premaxilar en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*. p.a. Parte anterior; p.s. proceso sinfisial; p.ar. Proceso articular; p.c. Proceso caudal

a) Dientes viliformes en más de la mitad del m.s; ángulo cercano a los 45° en el p.a. y en el borde posterior de este proceso se forma una curvatura profunda. El p.ar. tiene forma triangular delgada; el p.c. curvado y ancho con el borde anterior en forma de punta que va variando de acuerdo a la talla del ejemplar y que no rebasa la línea horizontal con respecto al p.a.

b) Longitud de dentición que abarca menos de la mitad del margen horizontal; proceso ascendente similar a *D. auratus* con una curvatura profunda y un poco más ensanchada; parte anterior del p.c. con terminación curvada que no rebasa la línea horizontal con respecto al p.a.

c) Longitud de dentición en más de la mitad del borde horizontal posterior al m.s; el p.a. es similar a *D. auratus* y *D. rhombeus* siendo cercano a un ángulo de 45°; con una curvatura profunda con una base que se torna recta. El p.ar. con terminación redondeada que se va engrosando de acuerdo al crecimiento de la especie; p.c. no rebasa la línea horizontal con respecto al p.a.

d) Longitud de dentición que llega aproximadamente a la mitad del borde horizontal; el p.a. difiere de los géneros anteriores al formar un ángulo menor de 45°; la forma del borde posterior forma una curvatura profunda; p. ar. con forma triangular; el p.c. rebasa la línea horizontal con respecto al p.a.

e) Longitud de dentición que abarca más de la mitad de la línea horizontal; p.a. similar a *E. melanopterus* menor a 45°, curvatura del borde posterior es pronunciada y más

angosta; el p.ar. con terminación variable que va desde triangular hasta dactilar dependiendo de la talla del ejemplar; el p.c. rebasa la línea horizontal y termina en punta.

**MAXILAR:** Hueso delgado con tres procesos: proceso interno (p.i.), proceso externo (p.e.) y proceso maxilar (p.m.). el maxilar de esta familia es característico ya que le permite la retractibilidad debido a que el p.i. forma una especie de visagra con el premaxilar, ambos huesos sujetos por una musculatura que permite la suspensión de estos dos huesos. A diferencia de las demás formas en perciformes, este hueso es curvo y no recto, aunque suele ser de forma general en la familia con diferencias sutiles entre géneros (Fig. 11)

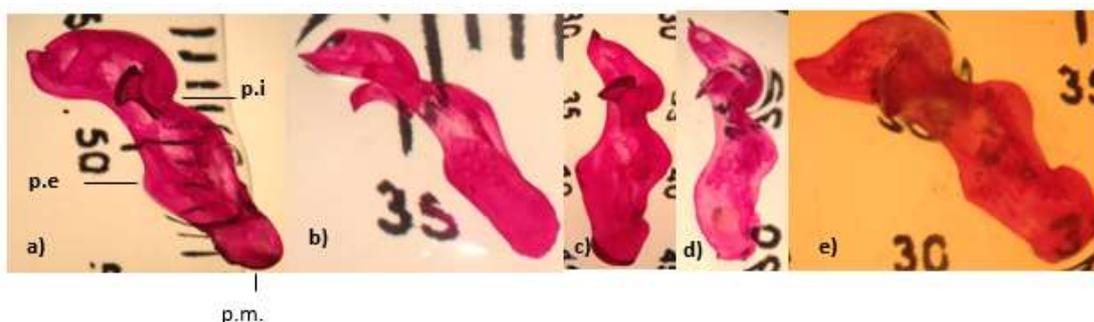


Fig. 11. Hueso maxilar en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*. p.i. proceso interno; p.e. proceso externo; p.m. Proceso maxilar

- a) P.e. curvado; con el p.m. delgado respecto a los demás géneros, comparte esta característica con *D. rhombeus*; los p.i. son con terminación curvada y ancha.
- b) P.e. no tan curvado con respecto a los demás géneros; el p.m. es delgado como *D. auratus*; terminación de los p.i. con punta delgada
- c) Hueso ensanchado en toda la longitud, especialmente en el p.e., con presencia de una curvatura profunda; el p.m. es ensanchado que lo distingue de los demás géneros.
- d) p.e. con curvatura profunda; p.m. no tan ensanchado respecto al grupo externo; p.i. con terminación en punta delgada
- e) p.e. con curvatura profunda; p.m. no tan ensanchado, similar a *E. plumieri* y *E. melanopterus*. Los p.i. son con terminación redondeada pero a diferencia de los demás géneros es ancha.

**DENTARIO:** Hueso esbelto en su parte anterior, presenta una escotadura en forma triangular con el que se une al articular, en su proceso horizontal superior forma un ángulo de 45° y contiene una serie de dientes setiformes, presenta un margen sinfisial (m.s.) con forma cuadrada y cóncava, un proceso coronoide (p.c) en su parte posterior

generalmente con forma redonda; el perfil de la pared interna (p.i.) de forma triangular, que se encuentra con la parte anterior del articular. Se encuentra formado por cuatro forámenes respectivamente. (Fig. 12).



Fig. 12. Hueso dentario en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*. p.i. pared interna; m.s. margen sinfisial; p.c. Proceso coronoide

a) La longitud de dentición abarca sólo el m.s; el p.i. es de forma triangular y se va adelgazando conforme llega a la parte final. El inicio anterior del p.c. tiene una forma poco curvada; el p.c. con forma puntiaguda. La terminación del foramen inferior posterior termina en línea recta, sin embargo, este carácter se muestra variable durante el crecimiento de la especie

b) Al igual que *D. auratus*, la longitud de dentición abarca sólo el m.s; el p.i. se va adelgazando conforme llega a su parte final; el inicio anterior del p.c. es un poco más curvo que *D. auratus*; el p.c. tiene forma redondeada. La terminación del foramen inferior posterior termina con dos pequeñas curvaturas que son variables a lo largo del crecimiento.

c) El margen anterior del p.c. se caracteriza por su forma profundamente redondeada; la forma anterior del p.c. es angulosa y se va haciendo curva en el proceso, es sumamente ancha en comparación del resto de los géneros. La p.i. es triangular con el borde redondeado con la terminación del foramen inferior posterior curva.

d) La longitud de dentición abarca más del m.s. extendiéndose hasta más de la mitad del proceso horizontal; la estructura que lleva al p.c. con terminación redondeada; el final del foramen inferior posterior es alargado y recto en ejemplares medianos y grandes, en ejemplares pequeños, es redondeada

e) Este hueso se observa más ancho que largo a diferencia de los demás géneros. Longitud de dentición que se extiende más allá del m.s. hasta más de la mitad del proceso horizontal; la estructura que lleva al p.c. es caracterizada por su curvatura alta y gruesa; la terminación del foramen inferior posterior es ligeramente curvo.

**ARTICULAR:** hueso con forma triangular, que en su parte superior es ancha que se va adelgazando hacia la parte inferior; cuenta con un proceso coronoide (p.c.) en la parte posterior superior, que varía en su forma que va desde puntiaguda hasta redondeada siempre apuntando hacia abajo a diferencia de *L. griseus* que siempre apunta hacia arriba; el margen inferior (m.i.) se une con el dentario, que en conjunto reciben una serie de músculos que articulan la parte inferior de la mandíbula. En la parte posterior del hueso se une con el angular generalmente de forma regular en toda la familia; este hueso recibe al cuadrado. (Fig. 13)

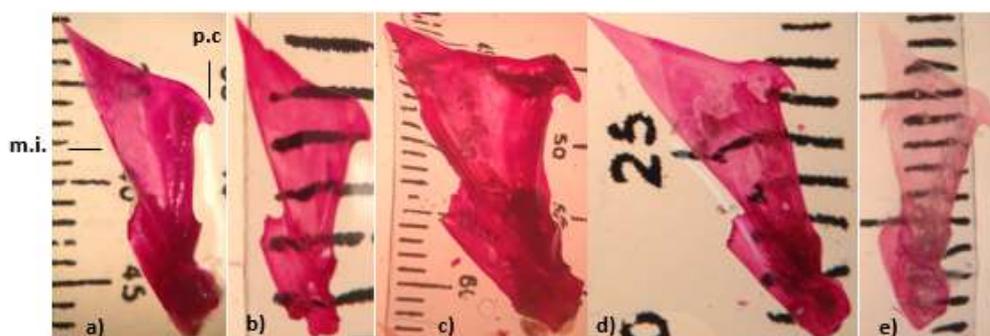


Fig. 13. Hueso articular en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*. m.i. margen inferior; p.c. Proceso coronoide

a) Hueso delgado; con el p.c. con punta redondeada; el m.i. es totalmente recto; con un ensanchamiento en la parte inferior muy sutil; el margen posterior también es recto y presenta una pequeña curvatura que apunta hacia arriba.

b) Similar a *D. auratus* en grosor; el p.c. muestra una terminación en gancho aunque no es tan puntiaguda ni delgada como el resto de los géneros; el m.i. es recto con un ensanchamiento en su parte inferior; el margen posterior también es recto y la curvatura que presenta no es tan marcada como *D. auratus*.

c) el hueso de esta especie es el más ancho de todas las especies revisadas; el p.c. presenta la terminación de gancho con punta redondeada muy marcada; el m.i. tiene forma escalinada e irregular, el ensanchamiento en su parte inferior es considerable; el margen posterior también es de forma irregular.

e) hueso delgado; el p.c. con forma puntiaguda; el m.i. con forma recta con un ensanchamiento sutil en su parte posterior; el margen posterior también es recto y no se alcanza a formar completamente la curvatura en la parte inferior.

d) el p.c. con terminación redondeada y gruesa; el m.i. es recto con un ensanchamiento sutil; el margen posterior también es recto, sin una curvatura profunda en su parte inferior.

Se incluye el lacrimal ya que a pesar de formar parte de la región interorbital del neurocráneo se considera un hueso discriminatorio entre las especies por presencia o ausencia de aserraciones

**LACRIMAL:** hueso que va de una forma triangular a trapezoidal dependiendo la especie, suele ser muy similar en los géneros *Diapterus*, *Gerres* y *Eucinostomus* teniendo la forma triangular y la forma trapezoidal en *Eugerres*; por lo cual sólo se menciona por la ausencia o presencia de aserraciones. Presenta aserraciones en *Eugerres* y ausencia de ellas en *Diapterus*, *Eucinostomus*, *Gerres*. Con una apófisis dorsal (a.p.) triangular o dactilar. (Fig. 14)

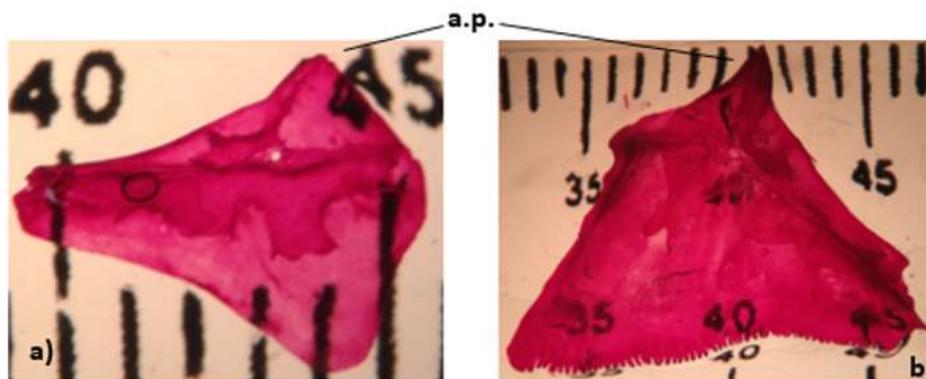


Fig. 14. Hueso lacrimal en: a) *D. auratus*: carente de aserraciones b) *E. plumieri*: con aserraciones

- Región hiobranquial; formada por el aparato hiodeo, serie opercular y el aparato branquial

## APARATO HIODEO

Compuesto por el urohial, interhial, epihial, ceratohial, hipohial, glosohial y basibranchiales (Fig. 15.)

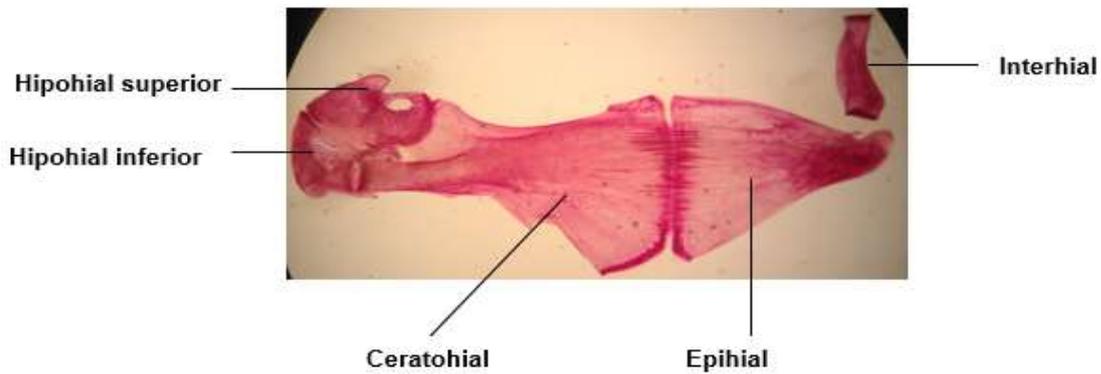


Fig. 15. Aparato hioideo de *L. griseus*. El glosohial no se señala ya que forma parte de las branquias. Los basibranchiales se perdieron en el procedimiento

**UROHIAL:** hueso laminar e impar, ubicado en el centro de la mandíbula de los peces y que es la clave para el funcionamiento del mecanismo de apertura bucal. Se une mediante un ligamento los cóndilos de los hipohiales inferiores. Su aspecto es irregular, presentando en su unión basibranchial (u.b.) e hipobranquial (u.h.) una extensión que los conecta con los respectivos huesos; con margen ventral (m.v.) y dorsal (m.d.) cuya porción anterior forma una concavidad que conecta a las u.b y u.h; presenta un margen posterior (m.p.) cóncavo. (Fig. 16)

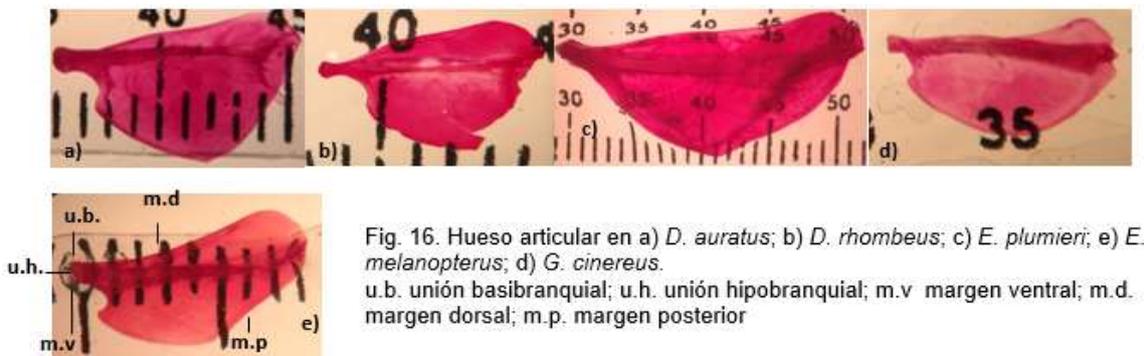


Fig. 16. Hueso articular en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*.  
u.b. unión basibranchial; u.h. unión hipobranquial; m.v. margen ventral; m.d. margen dorsal; m.p. margen posterior

a) la forma general de este hueso es cuadrada; u.b, u.h y m.v. gruesas y alargadas; adicionalmente, el m.v. forma una curvatura profunda que se encuentra a la altura del inicio del ensanchamiento del urohial; el margen inferior presenta un borde abultado con el m.p. diagonal; el m.d. es recto y va ascendiendo formando una diagonal.

b) Similar a *D. auratus* aunque el u.b., u.h. y m.v. no son tan gruesas; la curvatura formado por el m.v es más alargada y profunda; el ensanchamiento del hueso inicia antes de la curvatura; presenta un abultamiento en el margen inferior; el m.p. se encuentra recto en diagonal; m.d. es recto aunque se aleja más de la línea media del hueso.

c) Hueso de forma rectangular en comparación a los demás géneros; las u.b., u.h. y m.v. son gruesas y no forman una curvatura; el m.p. es irregular con un abultamiento en su parte superior. El m.d. también es irregular y no tan ensanchado.

d) Se presenta de forma alargada; las u.b y u.h presentan una forma delgada con una curvatura con el borde ligeramente recto; el margen dorsal en parte posterior tiene una terminación convexa que baja en línea recta hacia el margen posterior; el m.p. no tan abultado, respecto a las demás especies.

e) Hueso de forma rectangular respecto a otros géneros: la u.h, u.b y el m.v forman una curvatura profunda hacia adentro; margen inferior con una concavidad que asciende hacia el m.p recto que en su parte posterior forma una curvatura hacia el m.d. El m.d. sube de forma drástica y en su parte final forma una curvatura.

### SERIE OPERCULAR

Compuesta por preopercular, interopercular, opérculo, subopercular. (Fig. 17)

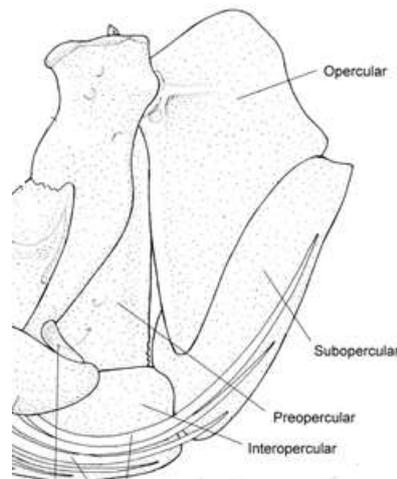


Fig. 17. Serie opercular en *D. auratus* Dibujo Tomado de Kobelkowsky (2004)

**PREOPÉRCULO:** hueso largo en forma de “J”, utilizado en las determinaciones taxonómicas con base en la presencia o ausencia de aserraciones en el margen interior (m.i). Si el hueso presenta aserraciones éstas varían en el largo y en el grosor siendo de muy fino a muy aserrado o incluso crenado, que es difícil de detectar sin ayuda de un estereoscopio. Se acopla al cuadrado y al hiomandibular fuertemente. (Fig. 18)

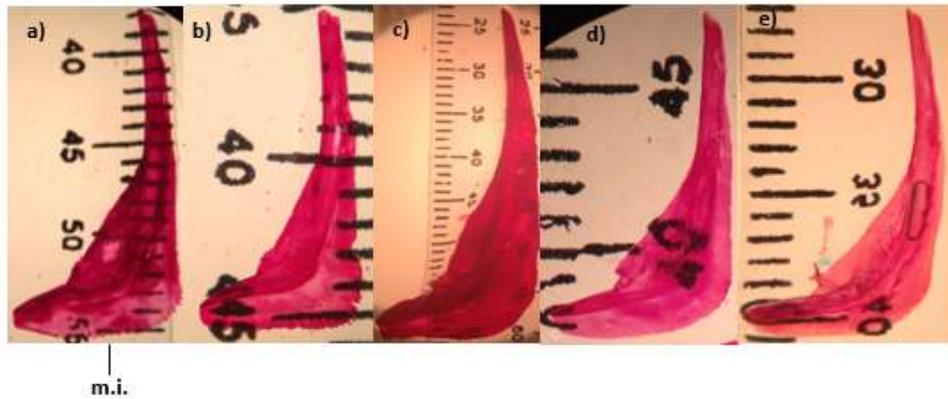


Fig. 18. Preopérculo en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*. m.i. margen inferior;

- a) El m.i. presenta aserraciones, la longitud de éstas depende de la especie; en *D. auratus* se observó que abarcan hasta la parte inferior del margen posterior.
- b) Aserraciones presentes, la longitud de aserraciones se extiende como en *D. auratus*
- c) el m.i. presenta aserraciones; el margen posterior se hace curvo en su parte media. La longitud de las aserraciones abarca hasta la parte media del margen posterior.
- d) El m.i. se ensancha y está libre de aserraciones,
- e) m.i. libre de aserraciones; margen posterior curvado en su parte superior.

**OPÉRCULO:** hueso de forma cónica, alargado, ensanchado curvo en el margen dorsal (m.d.) y se va adelgazando hacia el margen inferior. La incisión posterior (i.p) presenta diferencias en la profundidad de la concavidad. Se articula al hiomandibular por medio de una fosa que se extiende horizontalmente y delimita a dos músculos. (Fig. 19)

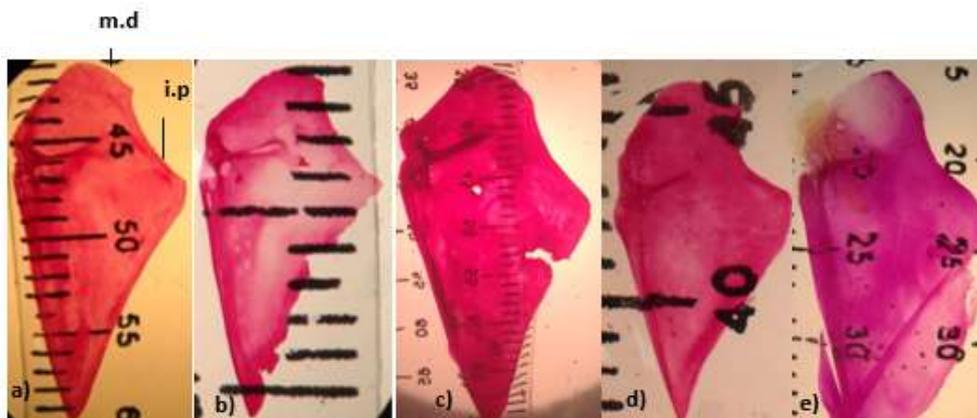


Fig. 19. Opérculo en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*. m.d. margen dorsal; i.p. incisión posterior.

a) Hueso más largo que ancho. i.p. con una ligera concavidad, seguida de un segmento recto, la parte inferior se adelgaza. El m.d. ligeramente convexo que después tiene una caída recta inclinada hacia el margen anterior. La fosa que la articula al hiomandibular se encuentra aproximadamente a la mitad del i.p.

b) i.p. similar a *D. auratus*; aunque el segmento recto que sigue después del i.p. no se encuentra totalmente marcado siendo más bien anguloso. El m.d. es ligeramente convexo y no es tan prolongado. La fosa se encuentra similar a *D. auratus*, ya que se encuentran a la misma altura y ambas suben hacia el m.d.

c) El i.p. no tan cóncavo, el proceso que sigue después de la incisión es recto pero muy breve.

d) El i.p. es profundamente cóncavo, siendo el más notable de toda la familia; el segmento que baja enseguida de esta sección forma una parte curva. El m.d. presenta una curvatura notable, generalmente ancha que baja uniformemente hacia la parte anterior del hueso. La fosa que se une al hiomandibular se encuentra en una posición más abajo que en el resto de los géneros

e) Forma general similar a *E. melanopterus*. La i.p. es ligeramente cóncava, la curvatura que se forma enseguida de la i.p. presenta una parte recta. El m.d. presenta una curvatura notable, a diferencia de *E. melanopterus* su forma es más alargada.

## SERIE HIOPALATINA

Compuesta por palatino, ectopterigoides, mesopterigoides, hiomandibular, cuadrado y simpléctico. (Fig. 20)

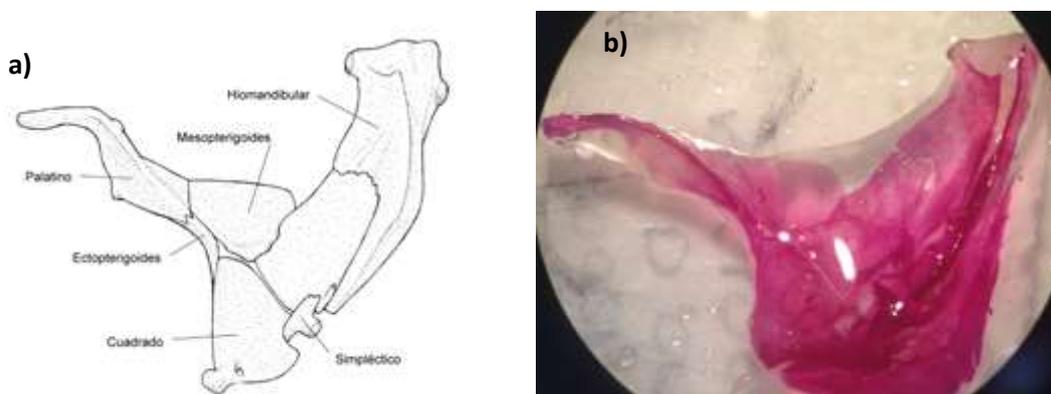


Fig. 20. Serie hiopalatina de *D. auratus*. a) Dibujo Tomado de Kobelkowsky (2004) b) Foto original

**PALATINO:** A diferencia de los palatinos de los percoideos típicos, el palatino de esta familia carece de dientes, hueso con un proceso largo y curvado; se une al mesoptergoides y ectoptergoides mediante un ligamento se une al prefrontal. En ejemplares de menor tamaño, no se logra distinguir el ectoptergoides como un hueso unido al palatino, sino como una fisura entre ambos huesos. Presenta una forma general en la familia.

**HIOMANDIBULAR:** Es el elemento más grande de la serie; se articula con los cóndilos encontrados en su parte superior con el esfenótico y el pterótico; unido al opercular mediante un cóndilo lateral posterior; en la parte anterior (p.a.) se forma una curvatura que recibe al metaptergoides; a lo largo del margen lateral posterior (m.l.p.) recibe al preopercular; la parte terminal o “mango” llega casi al simpléctico e Interhial. Conforme se va alargando el hueso en su parte inferior se va adelgazando. (Fig. 21)

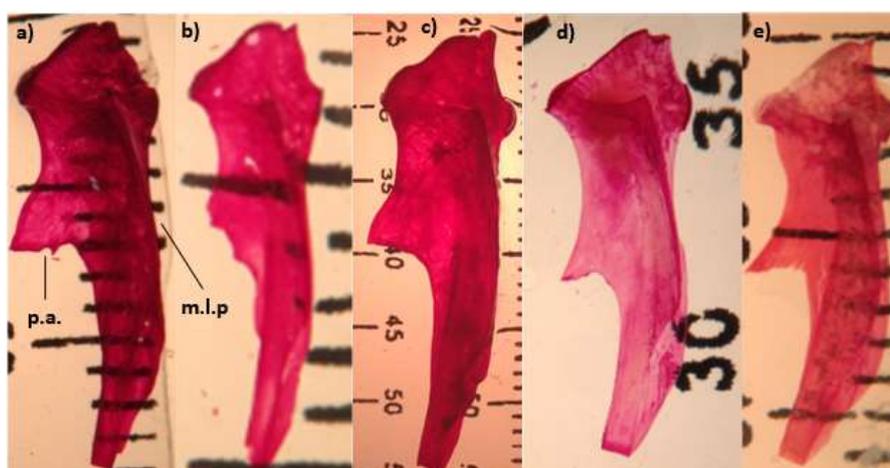


Fig. 21. Hiomandibular en a) *D. auratus*; b) *D. rhombeus*; c) *E. plumieri*; e) *E. melanopterus*; d) *G. cinereus*. p.a. parte anterior; m.l.p. Margen lateral posterior

a) el p.a. tiene una forma aserrada; el m.l.p. no es tan curvo y presenta una anchura que se marca aproximadamente en su parte media y se va adelgazando hacia su parte inferior.

b) Hueso delgado en donde el p.a. no se pudo describir; el m.l.p. se observa similar a *D. auratus*.

c) el p.a. presenta una terminación lisa; el m.l.p. baja de forma recta uniforme hasta su parte inferior que se adelgaza como los demás géneros.

d) m.a. con un ligero aserramiento; el m.l.p. presenta una forma sigmoidea marcada.

e) el m.a. presenta forma aserrada; el m.l.p. a diferencia de los demás géneros es totalmente convexa.

### **ESQUELETO APENDICULAR**

Formada por 11 elementos de los cuales en la figura 22 se observan cuatro.

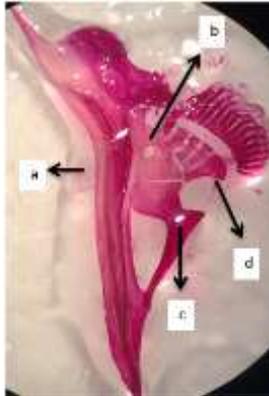


Fig. 22 Porción de esqueleto apendicular: a. cleitrum b. escápula c. coracoides d. actinósteos

## COMPLEJO CAUDAL

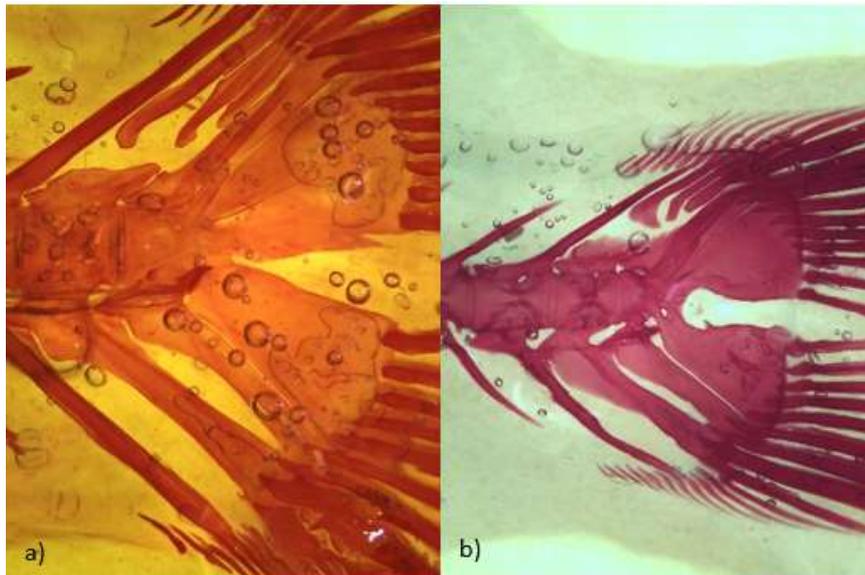
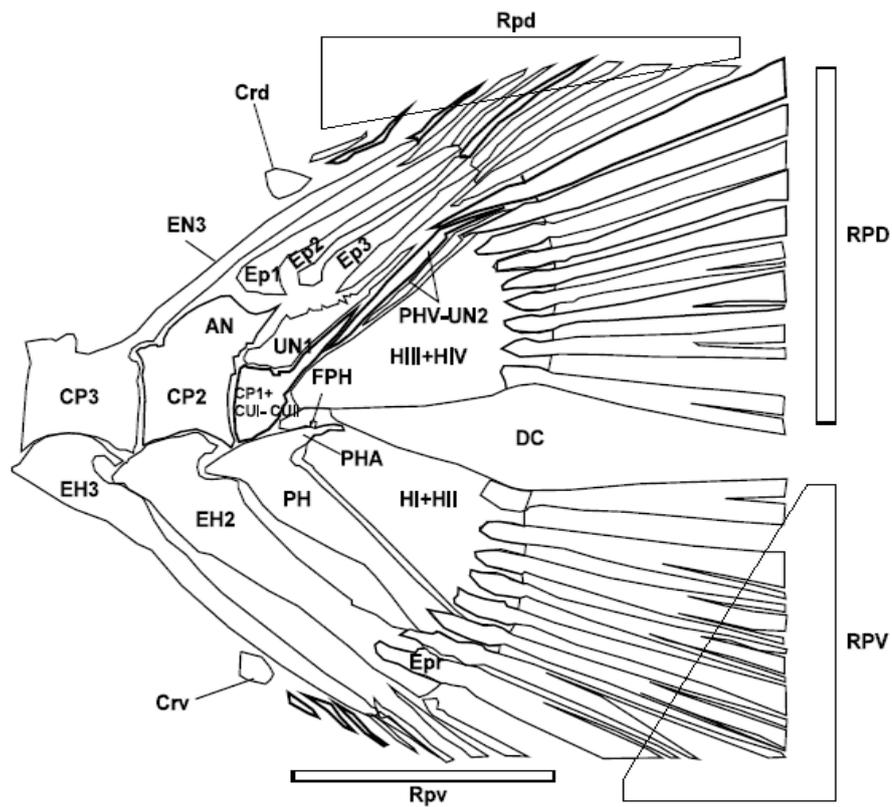


Fig. 23., Plano estructural del esqueleto caudal de las especies del género *Eugerres*. Cartílagos radiales: dorsal (Crd) y ventral (Crv), centros pleurales (CP), centros urales (CU), diastema caudal (DC), espina neural (EN3), espina hemal (EH3), epurales (Ep), espuela procurrente (Epr), foramen parahipural (FPH), hipurales (H), parahipural (PH), apófisis del parahipural (PHA), radios principales caudales: dorsales (RPD) y ventrales (RPV) y radios procurrentes: dorsales (Rpd) y ventrales (Rpv) y urostilo (CP1+CUI-CUII), tomado de Gonzales Acosta 2005. Fotografías de complejo caudal de b) *D. auratus*. y c) *E. melanopterus*.

Las estructuras que componen el esqueleto axial, dentro del cual se ubica el complejo caudal fueron reconocidas utilizando los criterios por Kobelkowsky (2004), y González-Acosta (2005) y Vergara Solana (2012). (Fig.23).

En el complejo caudal de los gerreidos, se observa que el número de los radios caudales principales presentados en ejemplares adultos son 17 y la disposición es característica del suborden Percoidei: nueve radios principales dorsales y ocho radios principales ventrales (9+8). Con referencia a los radios secundarios, el número de ambas partes es menor a 20, el número de radios dorsales es de 9 a 10 y en la parte ventral es de 8 a 10. Éstos se hayan sostenidos por tres vértebras o centros pleurales y dos centros urales que se encuentran fusionados formando el urostilo.

Se observan las hipurales 1-2 y 3-4 que se encuentran fusionadas formando 2 placas hipurales, una característica del suborden Percoidei (Andreatta 1979), tiene forma triangular y, debajo del urostilo, por encima de éstas yace la hipural V, que es un hueso delgado y corto que yace posicionado sobre la placa formada por las hipurales III-IV (Fig. 24). En las placas hipurales se encontraron variaciones interespecíficas en el contorno del ángulo interno del arco que forman, siendo más curvos en *D. auratus*, *D. rhombeus*, *E. melanopterus* y *E. plumieri*, y puntiagudo en *G. cinereus*.

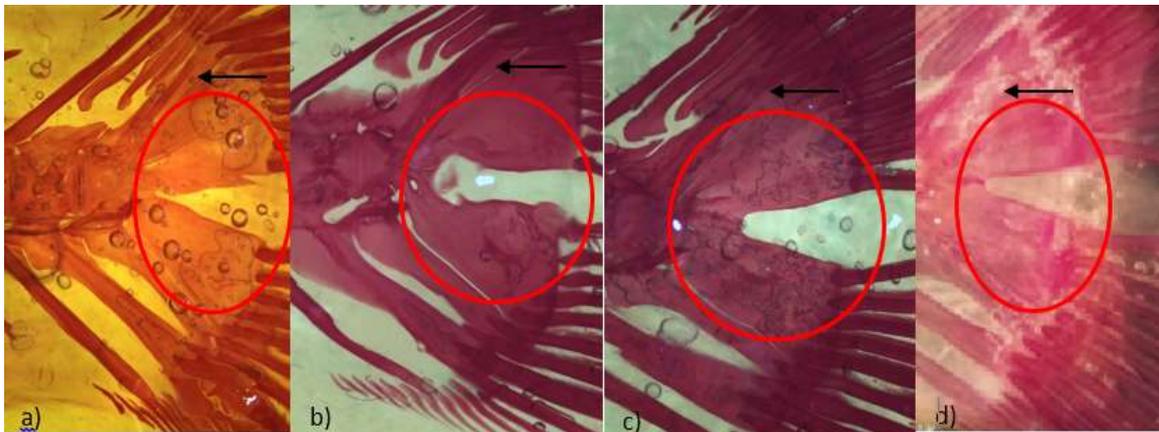


Fig. 24. Fotografía de complejo caudal de a) *D. rhombeus*, b) *E. melanopterus* y c) *G. cinereus* d) *E. plumieri*, señalando las placas hipurales (en el círculo rojo) y la hipural V (flecha azul).

También se observan: un parahipural, que es un hueso alargado colocado en la parte hemal, inmediatamente anterior a la placa hipural I-II, éste en su parte superior presenta una hipurapófisis o proceso parahipural bien desarrollado, que tiene forma de espuela (Fig. 25), siendo ésta una proyección hacia atrás y arriba, en esta estructura se observa

variabilidad en cuanto al grosor y elevación de la “espuela”, siendo más delgada en *E. melanopterus* y *G. cinereus*, y gruesa en *D. auratus*, *D. rhombeus* y *E. plumieri*, así como el *dorsum* del proceso parahipural, variando en cuanto a su curvatura y orientación hacia la espuela, presentando mayor elevación en *D. auratus*, *E. melanopterus* y *G. cinereus*, y en el caso particular de *G. cinereus*, incluso presenta una orientación opuesta a la espuela, hacia la parte anterior de la estructura.

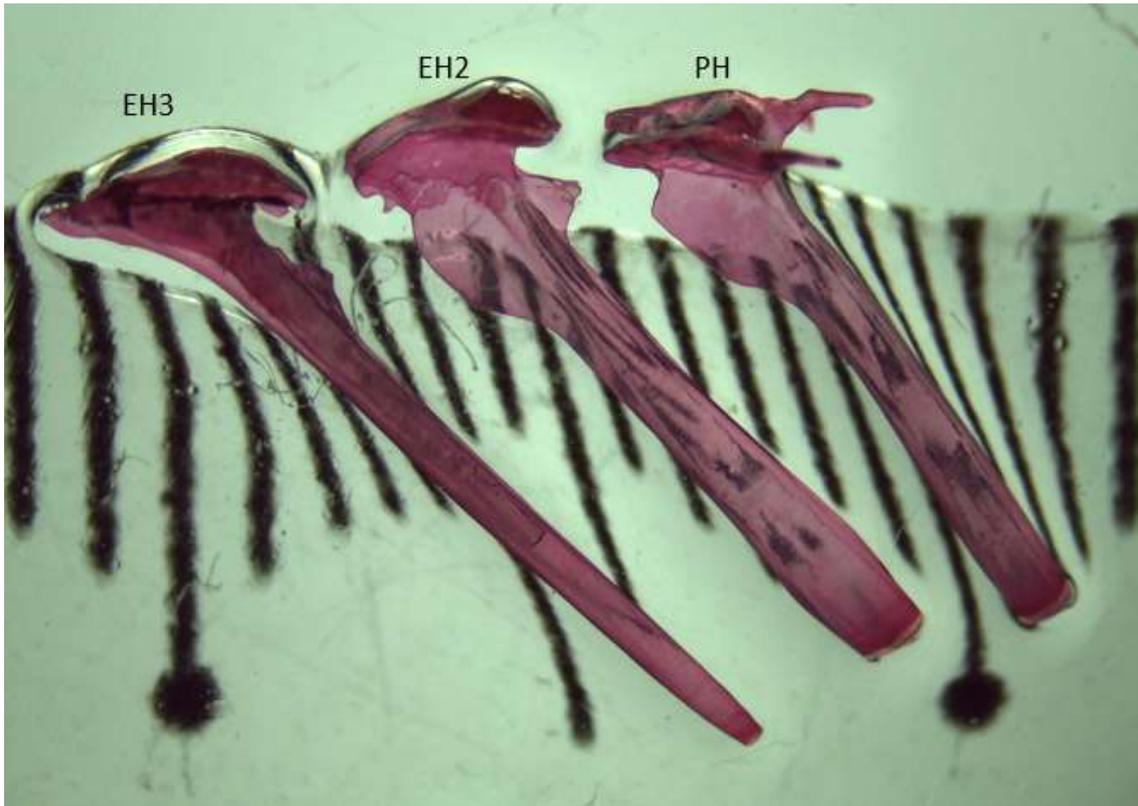


Fig. 25 Fotografía de (Ph) parahipural, (EH2) espina hemal 2 y (EH3), espina hemal 3 de *D. auratus*.

En su costado anterior, la parahipural presenta una proyección ósea que también varía en cuanto a su elongación en diferentes spp., siendo más pronunciada en *D. auratus* y *D. rhombeus* y menos pronunciada pero más alargada en *E. melanopterus*, *G. cinereus* y *E. plumieri*. (Fig. 26).

Anterior a la parahipural se encuentra la espina hemal 2, con un grosor incluso mayor a la de la parahipural, y junto a ella, la espina hemal 3, que presenta una longitud mayor a la de las estructuras anteriormente mencionadas. Éstas presentan una figura alargada paralelas a la parahipural y en la primera espina hemal una proyección ósea orientada hacia la parte anterior del complejo, similar a la que se presenta en la parahipural. En ésta estructura se observa que *G. cinereus* es la que presenta mayor pronunciación, seguida en menor medida por *D. auratus* y *D. rhombeus* y siendo más alargada y con menor presencia en *E. melanopterus* y *E. plumieri*.

Tanto en la espina hemal 2 como en la parahipural se observan variaciones en la posición del engrosamiento que presenta el borde inferior de estos huesos, que en ambos casos poseen una forma general alargada y angosta.

Para el caso de la parahipural se observa la presencia del ensanchamiento de la estructura alargada en la parte inferior de la parahipural, siendo arriba más angosta, esto para los casos de *E. melanopterus* y *D. rhombeus*, y en el caso de *D. auratus*, *G. cinereus* y *E. plumieri*, el ensanchamiento ocurre en la parte media, teniendo debajo una porción más angosta. (Fig. 26).

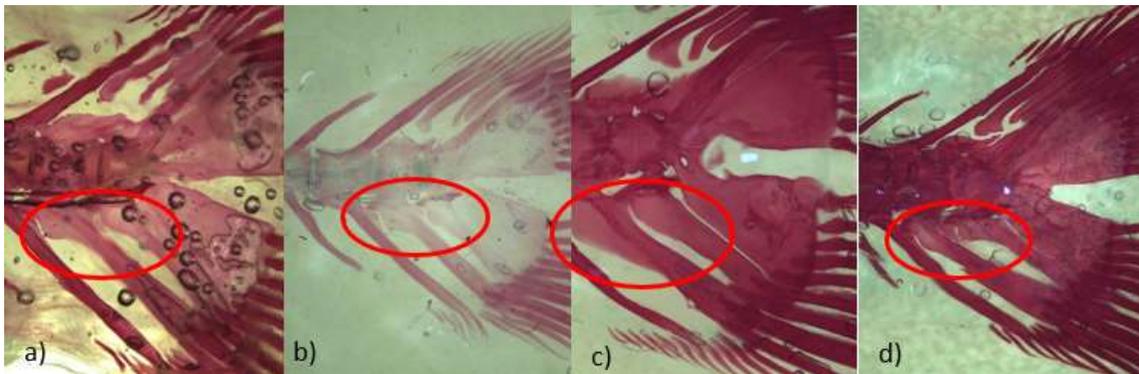


Fig. 26. Fotografías de la aleta caudal donde se aprecian la hipuroapófisis y proyección de la parahipural, así como la proyección ósea de la espina hemal 2, adyacente a la parahipural, de a) *D. auratus*, b) *D. rhombeus* c) *E. melanopterus*, d) *G. cinereus*.

En el caso de la espina hemal 2, la tendencia general es el ensanchamiento de la parte inferior, teniendo una parte angosta en la parte superior de la estructura alargada, esto se observó en *D. auratus*, *E. melanopterus*, *G. cinereus* y *E. plumieri*, y la excepción fue en *D. rhombeus*, en la cual la estructura es gruesa desde el inicio y se percibe mucho menos la diferencia de grosor.

Se presentan un par de uroneurales, huesos de forma acicular, delgados y pequeños, ubicadas anteriores a la hipural V, y tres epurales, posicionadas directamente sobre el urostilo y el arco neural, todas estas tienen una forma acicular alargada y en el caso de las epurales II-III, presentan una curvatura en el borde inferior que puede llegar a formar un gancho en algunas especies (Fig. 28). En el borde inferior de la epural I se observa un ensanchamiento que culmina generalmente con una forma que asemeja una gota, esta diferencia se encontró para *E. melanopterus* y *G. cinereus*, que presentan forma de gancho puntiagudo. (Fig. 27).

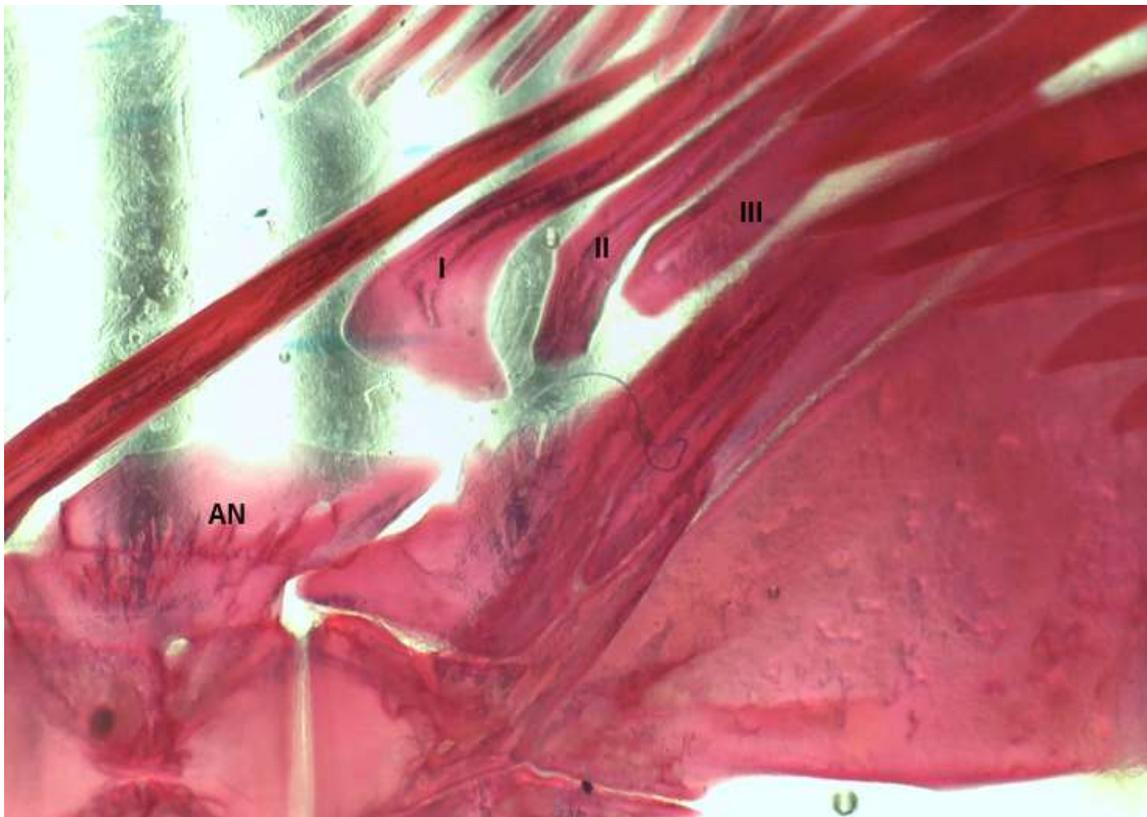


Fig. 27 Fotografía de *E. melanopterus*, donde se aprecian las epurales I-II-III, y el (AN) arco neural

El arco neural especializado es una cresta sobre el centro pleural 2 que presenta una elongación hacia la parte posterior y una espina hemal muy alargada en el centro pleural 3. En este se aprecian variaciones específicas como son la curvatura que yace en el *dorsum* de esta estructura, siendo menor en *E. melanopterus* y *G. cinereus*, y más profunda en *D. auratus*, *D. rhombeus* y *E. plumieri*, como en la agudeza con la que termina la proyección posterior que presenta, siendo muy aguda en *D. rhombeus*, *E. plumieri*, y *E. melanopterus* y más curva en *D. auratus* y *G. cinereus*.

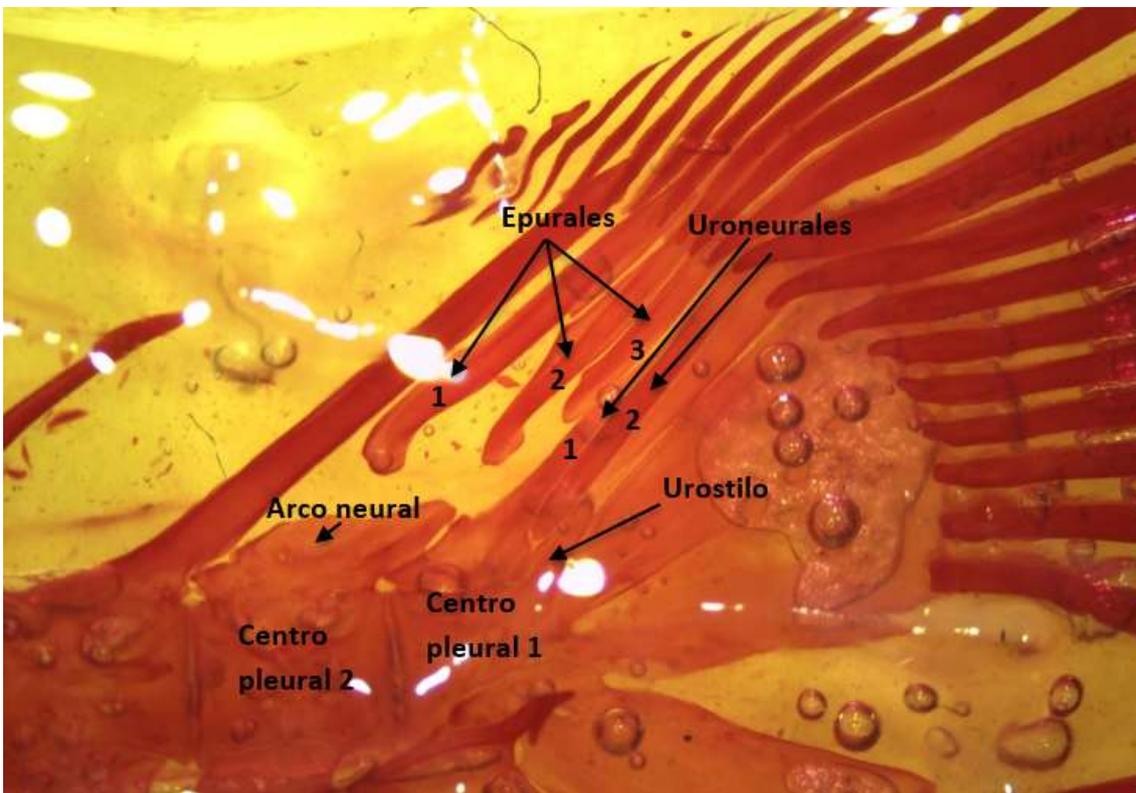


Fig. 28. Fotografía de *D. auratus*, donde se observan las epurales, uroneurales 1 y 2, el urostilo, extensión ósea del centro pleural 1 y el arco neural, el proceso neural en el centro pleural 2.

## ANÁLISIS FILOGENÉTICO

Aplicando el método heurístico con 100 repeticiones con optimización rápida y optimización lenta se obtuvieron dos árboles que manifiestan las relaciones de filogenia del grupo de gerreidos (Fig. 28 y Fig. 30)

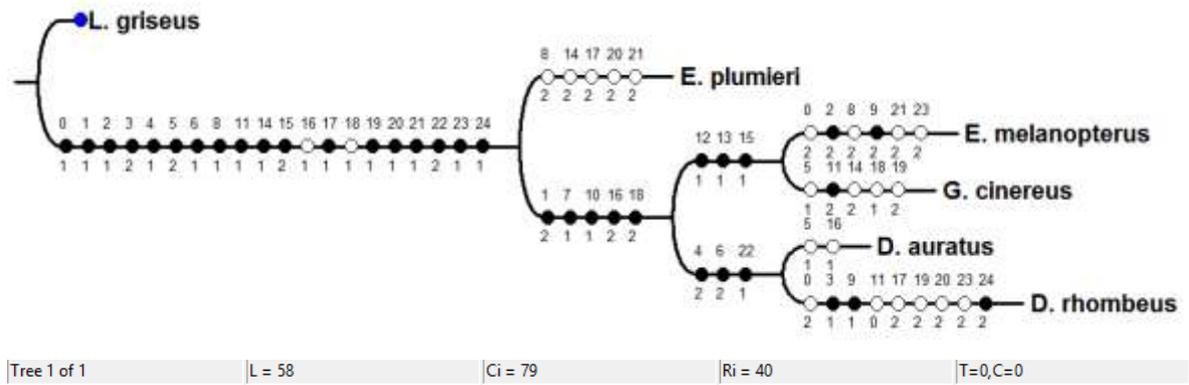


Fig. 29 – Árbol A: Cladograma generado por el análisis heurístico de los caracteres osteológicos, optimización rápida (WinClada, ver. 1.00.08) observados en el grupo interno (nodo B), y en el grupo externo (nodo A). L=58, IC=79, IR=40. Círculos en color negro indican caracteres no homoplásicos (sinapomorfias o autapomorfias) y círculos en blanco, aquéllos que son homoplásicos (paralelismos o reversiones). Números superiores señalan el carácter y el inferior su estado de carácter.

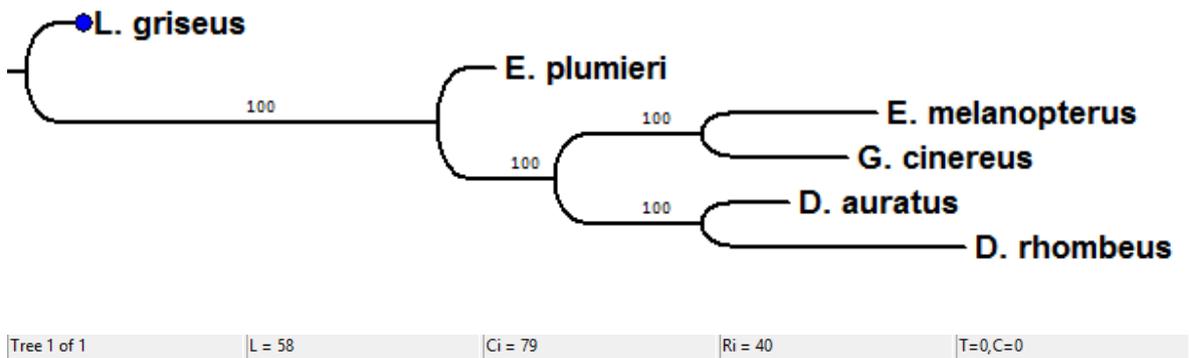


Fig. 30. Árbol con optimización rápida. Se calculó el soporte de cada nodo

## Nodo A

Este nodo se caracteriza por las plesiomorfias que presentan *L. griseus*, y el grupo de gerreidos. -C es carácter de aquí en adelante.

- C0 Longitud de dentición.
- C1 Borde posterior.
- C2 Ángulo del proceso ascendente.
- C3 Borde anterior del maxilar.
- C4 Proceso maxilar.
- C5 Término de procesos internos del maxilar.
- C6 Longitud de dentición del dentario.
- C8 Borde curvatura inferior del hiomandibular.
- C11 Margen interior del preopérculo.
- C 14 Ángulo del borde posterior opercular.
- C15 Arco neural.
- C16 Borde inferior epural 1.
- C17 Borde inferior epural 2.
- C18 Arco interhipural.
- C19 Ángulo inferior parahipural.
- C20 Espuela parahipural.
- C21 Proyección anterior inferior parahipural.
- C22 Proyección anterior inferior espina hemal 2.
- C23 Contorno interior parahipural.
- C24 Contorno inferior espina hemal.

## Nodo B DEMUESTRA LA MONOFILIA DEL GRUPO.

Este nodo muestra la monofilia de los gerreidos, y se caracteriza por la formación de dos grandes grupos. El primero conformado por *E. plumieri*, caracterizado por paralelismos, lo que indica que el grupo dado, en este caso la especie *E. plumieri*, requiere de otros caracteres que puedan ser diferenciados genericamente, para que así pueda divisarse más claramente la divergencia del género, son observables los siguientes paralelismos con los géneros restantes;

- C8 Borde curvatura inferior del hiomandibular. }
- C 14 Ángulo del borde posterior opercular; }
- C17 Borde inferior epural 2. }
- C20 Espuela parahipural. } Con *D. auratus*.
- C21 Proyección anterior inferior parahipural. Con *E. melanopterus*.

Los grupos dentro de los nodos siguientes están caracterizados por las sinapomorfias siguientes;

- C1 Borde posterior.
- C7 Borde inferior posterior dentario.
- C10 Ensanchamiento de la parte inferior.
- C16 Borde inferior de epural 1.
- C18 Arco interhipural.

#### Nodo C

Resulta en la ramificación hacia dos grupos, uno que presenta las sinapomorfias;

- C12 Ensanchamiento del margen interior.
- C13 Forma general urohial.
- C15 Arco neural.

Resulta en la ramificación hacia los nodos D y E.

#### Nodo D

Ramifica hacia los taxones terminales *E. melanopterus* y *G. cinereus*.

Teniendo como características para *E. melanopterus*; dos autapomorfias:

- C2 Ángulo del proceso ascendente.
- C9 Forma de la parte caudal del articular.

Y cuatro homoplasias, todas paralelismos;

- C0 Longitud de dentición.
- C8 Borde curvatura inferior del hiomandibular.

- C21 Proyección anterior inferior parahipural.
- C23 Contorno interior parahipural.

Para *G. cinereus*, se observa una autapomorfía:

- C11 Margen interior del preopérculo
- y 4 homoplasias de las cuales 3 son paralelismos;
- C5 Término de procesos internos del maxilar.
  - C 14 Ángulo del borde posterior opercular.
  - C19 Ángulo inferior parahipural.

El restante es una reversión que comparte con el nodo A:

- C18 Arco interhipural.

Nodo E

Presenta como sinapomorfias para los grupos restantes;

- C4 Proceso maxilar.
- C6 Terminación del proceso interno del maxilar.
- C22 Proyección anterior inferior espina hemal 2.

En *D. auratus*, se observan, un paralelismo:

- C5 Término de procesos internos del maxilar.

Y una reversión que comparte con el nodo A:

- C16 Borde inferior de epural 1.

Y en *D. rhombeus* se presentan 3 autapomorfias:

- C3 Borde anterior del maxilar.
- C9 Forma de la parte caudal del articular.
- C24 Contorno inferior espina hemal.

## ÁRBOL B

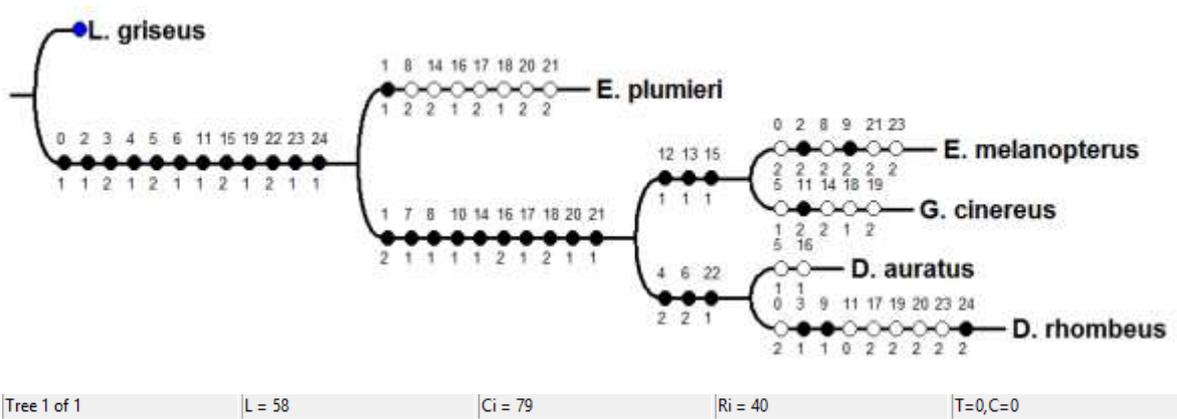


Fig. 31. Árbol B: Cladograma generado por el análisis heurístico de los caracteres osteológicos, optimización lenta (WinClada, ver. 1.00.08) observados en el grupo interno (nodo B), y en el grupo externo (nodo A). L=58, IC=81, IR=45. Círculos en color negro indican caracteres no homoplásicos (sinapomorfias o autapomorfias) y círculos en blanco, aquéllos que son homoplásicos (paralelismos o reversiones). Números superiores señalan el carácter y el inferior su estado de carácter.

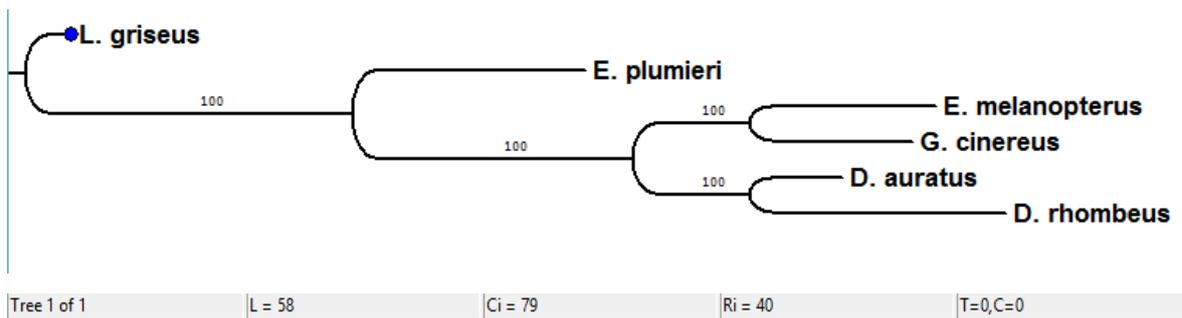


Fig. 32. Árbol con optimización lenta. Se calculó el soporte de cada nodo.

Al igual que el cladograma con optimización rápida se obtuvo un solo árbol, la longitud de pasos, el IC e IR se mantuvieron sin cambios.

A diferencia del cladograma anterior cambia el número y las homoplasias en los nodos, sin embargo se conserva la topología.

### Nodo A

El -C6 se presenta como plesiomorfía estricta entre el grupo externo (nodo A) y grupo interno (nodo B, C, D, y E).

## Nodo B DEMUESTRA LA MONOFILIA DEL GRUPO.

Se forman los dos grandes grupos al igual que en el cladograma con optimización rápida, la rama que conforma el grupo de *E. plumieri*, presenta tres autapomorfias: carácter 0, carácter 6, carácter 22

Se forman los dos grandes grupos al igual que en el cladograma con optimización rápida, pero a diferencia de éste, la rama que conforma el grupo de *E. plumieri*, presenta una autapomorfía: -C1, la cual en el árbol A se observa como un carácter plesiomórfico en el Nodo A.

Se adicionaron dos homoplasias: -C16 y -C18 a los originalmente presentes en el nodo A (-C8, -C14, -C17. -C20 y -C21).

Aunado a los caracteres que sostienen a los siguientes grupos el árbol A, se agregan; -C8, -C14, -C17, -C20 y -C21, las cuales en el árbol A, se presentan como plesiomorfias en el Nodo A.

## NODO C

Resulta en la ramificación hacia dos grupos en los nodos D y E, yaciendo tres autapomorfias estrictas para cada grupo, presentes dichos caracteres en ambos árboles.

En el Nodo D se hayán -C12, -C13 y -C15 y en el nodo E se presentan -C4, -C6 y -C22.

## NODO D

Se divide en dos grupos: la rama que define a *E. melanopterus* y otra que sostiene a *G. cinereus*

*E. melanopterus* presenta dos autapomorfias estrictas: -C2 y -C9 ya que se presentan en ambos árboles.

No presenta cambios en las homoplasias siendo estas; -C0, -C8, -C21, -C23 en ambos árboles.

El grupo restante, *G. cinereus*, es soportado por una autapomorfía estricta: -C11 y con 4 homoplasias: -C5, -C14, -C18 y -C19, presentes en ambos árboles.

## NODO E

Sostiene a *D. auratus* y *D. rhombeus*

*D. auratus* definido por dos homoplasias,

-C5: paralelismo con *E. plumieri*

-C16, reversión con respecto a la plesiomorfía en el nodo A.

*D. rhombeus* definido por tres autapomorfias estrictas: -C3, -C9 y -C24. Presenta 6 homoplasias: tres reversiones -C11, -C17, -C20, y tres paralelismos -C0, -C19, -C23, manteniéndose todos en ambos cladogramas.

## DISCUSIÓN

A pesar de que diversos autores han analizado el complejo osteológico, es importante que se realicen trabajos complementarios que contengan y propongan caracteres sinapomórficos y autapomórficos para la correcta determinación de los ejemplares. La finalidad de este trabajo fue destacar esos caracteres.

Los trabajos anteriores a De la Cruz-Agüero (2001), abordaban taxonomía descriptiva y comparativa, apoyado en análisis morfosistemáticos y osteológicos, sin embargo el autor fue el primero en ofrecer una hipótesis sobre las relaciones filogenéticas de los gerreidos, basado en la revisión del género *Eucinostomus*. Reconociendo la monofilia del grupo y la validez taxonómica de ocho especies estableciendo a *Diapterus*, *Eugerres* y *Gerres*, como grupos hermanos de este género. Esta propuesta ha sido corroborada a partir de estudios con métodos de análisis molecular (Ruíz-Carus y Uribe-Alcocer, 2003<sup>a</sup> y b), confirmando lo establecido.

Se encontraron diversos huesos que destacan a las especies. A pesar de que no se trató el neurocráneo, trabajos (e.g. Andreta y Barbieri, 1981; Andreata, 1988) mencionan la cresta supraoccipital de esta familia muy desarrollada, dando un perfil alto que determina la forma triangular del neurocráneo de *Diapterus* y *Eugerres* (excepto en *E. mexicanus*) contrario a los géneros *Eucinostomus* y *Gerres* que presentan una cresta con base amplia y altura moderada. (Andreata, 1989; Ortiz-Galindo, 1991; Barceló-Márquez, 1998; Kolbelkowsky, 2003). La cresta supraoccipital influye en su morfología corporal, proporcionándoles una gran altura, que es una condición distintiva en ambientes litorales y con hábitos demersales (Andreata, 1988; González-Acosta, 2005)

El género *Eugerres* se encuentra actualmente representado por 13 especies (Fishbase, 2015), de las cuales en nuestro análisis sólo se tomó a *E. plumieri* por ser la única especie presente en el Golfo de México. Este género de acuerdo con González-Acosta (2005) presenta traslapes de sus características merísticas y morfológicas lo cual dificulta su identificación; por lo cual el autor realizó un análisis filogenético con base en parámetros morfológicos, y osteológicos (incluyendo todos los complejos) contrastando los resultados de Vergara-Solana (2012). En el cladograma se utilizó un ancestro hipotético y como grupo externo a *D. peruvianus* (actualmente no reconocida como especie válida en Fishbase) y a *D. auratus*, resultando *E. plumieri* como una de las especies basales del género *Eugerres* solo después de *E. mexicanus* (especie de aguas dulces que no se incluyen en el presente trabajo). Siendo *E. lineatus* como la especie más derivada dentro del género basado en caracteres homoplásicos y formando un grupo con *E. brevimanus*.

*E. plumieri* se muestra como la especie más basal dentro de la familia *Gerreidae*, en el presente trabajo, caracterizada únicamente por homoplasias. Adicionalmente la especie se reporta con cuatro sinonimias no válidas en su base de datos: *Gerres plumieri* (Cuvier, 1830), *Diapterus plumieri* (Cuvier, 1830), *Gerres embryx* Jordan y Starks, 1898, *Eugerres awlae* Schultz, 1949. Donde se ven reflejadas aún las confusiones que se crearon a pesar de la propuesta de Jordan y Evermann (1927) en la separación de los caracteres diagnósticos de lacrimal aserrado y preopérculo aserrado; además de los caracteres morfológicos que la distinguen, el carácter característico de la especie se encuentran en la longitud de dentición del dentario, abarcando únicamente en margen sinfisial. Adicionalmente el carácter diagnóstico del lacrimal presenta una diferencia notable entre *Eugerres* y los restantes gerreidos debido a su forma característica trapezoidal.

*Eucinostomus* se encuentra representada por 13 especies validadas (Fishbase, 2015), siendo un género cuasi anfiamericano a excepción de *E. melanopterus* con distribución también en el Atlántico oriental, siendo el género más diverso y problemático de la familia ya que se conoce únicamente a través de sintipos, holotipos y el estado de los ejemplares en las colecciones existentes se encuentran en mal estado (De la Cruz-Agüero, 2001)

De acuerdo con De la Cruz-Agüero (2001), los géneros *Eugerres*, *Diapterus* y *Gerres* fueron seleccionados así como *Eucinostomus*. *E. axilaris*, resulta ser la especie más basal de la familia, seguida de *D. peruvianus* y *G. cinereus*. Dentro del género *Eucinostomus*, la especie más basal es *E. gula*; mientras que la más derivada es *E.*

*melanopterus*. Estos resultados son con base en caracteres morfométricos y osteológicos (complejo caudal), métodos fenéticos y cladísticos; esto como resultado de un árbol de consenso, sin embargo, en la obtención de árboles por método de máxima parsimonia se observa una politomía entre el género *Eucinostomus*

Dentro del trabajo de este autor, se propone la sinonimia de *E. entomelas* con *E. dowii*, ya que no encontraron diferencias entre los sintipos de estas especies, sin embargo la base de datos mundial Fishbase, no reconoce esta sinonimia, siendo *Diapterus dowii* el sinónimo de *E. dowii*. En la especie *E. argenteus*, Fishbase sí reconoce la sinonimia con *E. dowii*, sin embargo la especifica cómo no aplicable.

*E. melanopterus* presenta dos sinónimos: *G. melanopterus* y *G. bilobus*, especificando que ya no son válidos.

Seguido de *E. melanopterus* y formando un grupo con esta especie por tres sinapomorfias se encuentra a *G. cinereus* como la especie más derivada de la familia.

Actualmente Fishbase, reconoce 28 géneros de *Gerres*, de todos, se analizó a *G. cinereus* ya que es la única especie que habita en el Atlántico occidental. En diferentes análisis filogenéticos con la familia se resalta a esta especie como basal al igual que *Eucinostomus* (Benítez, 2004; Vergara- Solana, 2014.) El análisis basado en los caracteres osteológicos que se realizaron son similares a estos trabajos ya que *E. melanopterus* y *G. cinereus* permanecen como las especies más basales, contrario a la topología resultante de los diversos autores, siendo *G. cinereus* la especie basal después de *E. melanopterus*.

*G. cinereus* cuenta con una sinonimia *Mugil cinereus*, a pesar de que en la base de datos Fishbase sólo se encuentra ésta, en diversos trabajos (e.g. Robertson y Allen, 2006, 2008) referentes al Pacífico Oriental nombran a *G. cinereus* como *G. simillimus*. Sin embargo no se encontraron referencias en dichas obras que permitan hacer válida esta propuesta.

El género más derivado resultó ser *Diapterus* que actualmente se encuentra conformado por dos especies en el océano Atlántico: *D. auratus* y *D. rhombeus*; que se encuentran validadas (Fishbase, 2015). En el cladograma se encuentran definidas por sinapomorfias definiendo el género y autapomorfias limitadas a pesar de que se pueden diferenciar bien las especies a nivel osteológico. La morfología de ambas especies es muy similar, aunque presentan diferencias sutiles en la región cefálica, aleta dorsal, vaina escamosa, forma de la aleta anal plegada, forma de la línea lateral.

Donde la topología de Vergara-Solana *et al.* (2014) coincide con el género, siendo *D. auratus* la especie más basal dentro de la familia, cabe mencionar que el trabajo de estos autores abarca a *D. brevirostris* (especie del océano Pacífico oriental) a diferencia de nuestro trabajo que sólo se extiende a una pequeña porción del Golfo de México. Seguida de *D. rhombeus* que resulta ser la especie más derivada de la familia.

*D. auratus* cuenta con seis sinonimias: *Gerres olisthostoma* (Goode y Bean, 1882); *Diapterus olisthostomus* (Goode y Bean, 1882); *Eugerres olisthosma* (Goode y Bean 1882); *Gerres olisthostomus* (Goode y Bean, 1882); *Diapterus evermanni* (Meek y Hildebrand, 1925); *Moharra evermanni* (Meek y Hildebrand, 1925). De los cuales los tres últimos sinonimias de Meek y Hildebrand, Fishbase las reconoce como incorrectas y que no deben ser usadas.

*D. rhombeus*, especie reconocida por Fishbase con cuatro sinonimias: *Gerres rhombeus* (Cuvier, 1829), *Eugerres rhombeus* (Cuvier, 1829), *Moharra rhombea* (Cuvier, 1829) y *Diapterus limnaeus* (Schultz, 1949). Seguida de *D. rhombeus* tenemos a *D. auratus* con dos sinonimias según Fishbase: *Gerres olisthostomus* (Goode y Bean, 1882); *Diapterus evermanni* (Meek y Hildebrand, 1925)

Álvarez (2004; 2010); Vergara-Solana (2010), realizan análisis filogenéticos del género con base en parámetros morfométricos, osteológicos, biogeográficos y moleculares, señalando al clado como el más anidado, coincidiendo con los resultados con base en el complejo osteológico.

Estos autores incluyen especies del océano Pacífico: *D. brevirostris* (Sauvage, 1879), y *D. aureolus* (Jordan y Gilbert, 1882), para demostrar la monofilia del grupo, debido a que esta especie presenta un problema en la monofilia al incluirle en el grupo como *Diapterus* ambos trabajos proponen la separación de esta especie del género.

Vergara-Solana, *et al.* (2014), con base en parámetros morfométricos y moleculares, proponen un nuevo género monotípico para *D. aureolus* separándolo a *Deckertichthys aureolus*, donde el género *Diapterus* al igual que los trabajos mencionados forman el género más derivado dentro de la familia.

Al igual que en estos trabajos, *D. rhombeus* y *D. auratus* no se encuentran en el mismo grupo, si no que se encuentran separados, en el caso de Vergara-Solana, *et al.* (2014) por *D. brevirostris*, en el cladograma obtenido con base en parámetros osteológicos no se compararon especies del Pacífico por lo cual no aparecen en el análisis.

Los gerreidos cuentan con 8 géneros y 54 géneros de acuerdo con Fishbase con base en Nelson (1994), sin embargo, el Catálogo de peces de Eschmeyer (2015) cuenta con un total de 109 especies para la familia donde sólo 55 son válidas en los últimos 7 años. A pesar de que en el trabajo de Vergara-Solana *et al.* (2014) se propone el nuevo género *Deckertichthys*, la descripción general de gerreidos no se encuentra actualizada, siendo que la especie ya está reconocida incluso en la base de datos.

La búsqueda de las especies y sus sinonimias arrojan resultados numerosos, actualmente la familia se ha caracterizado por la complejidad en su taxonomía, debido a la incorrecta determinación de ejemplares originales lo que genera un gran número de sinonimias. La superposición de los caracteres utilizados para la identificación de sus especies en etapas larvarias y juveniles (e.g. Jiménez-Rosenberg *et al.* 2004), por lo cual en este trabajo nos concentramos en distintas tallas de ejemplares que van desde pequeñas, medianas y grandes considerando el ciclo de vida estuarino.

Dentro de la familia *Gerreidae*, que se conoce a través de ejemplares de colección, es de vital importancia, conservar este tipo de prácticas implementando correctas técnicas de preservación de ejemplares ya que estas instituciones forman una columna vertebral acerca de la biología comparada, esta tarea no debe de ser exclusiva de taxónomos, sino también de conservacionistas, biogeógrafos, ecologistas y genetistas poblaciones (De la Cruz- Agüero, 2001).

## CONCLUSIONES

De acuerdo con las estructuras osteológicas derivadas del cráneo de membrana y del complejo caudal, se obtuvo un árbol cuya  $L= 58$ ,  $CI= 79$ ,  $RI= 40$ . En este se corroboró a monofilia del grupo de los gerreidos, lo que corrobora como acertada la hipótesis propuesta en el presente trabajo.

Dentro de los caracteres y estados de carácter utilizados para la elaboración de la filogenia del grupo, se detectaron elementos informativos como sinapomorfias que definen bien a los clados en los niveles genéricos. En el caso particular de *E. plumieri* y *D. auratus*, es necesaria la búsqueda de caracteres que se muestren como autapomorfias, y que estas permitan vislumbrar de mejor manera la distinción genérica de este grupo en análisis filogenéticos posteriores.

La búsqueda de las especies y sus sinonimias arrojan resultados numerosos, actualmente la familia se ha caracterizado por la complejidad en su taxonomía, históricamente la incorrecta determinación de ejemplares originales generó en el tiempo un gran número de sinonimias, las cuales incluso actualmente se arrastran en algunos estudios como se observa

Dentro de la familia *Gerreidae*, que se conoce a través de ejemplares de colección, es de vital importancia conservar este tipo de prácticas implementando correctas técnicas de conservación de ejemplares ya que estas instituciones forman la columna vertebral de la biología comparada, esta tarea no debe de ser exclusiva de taxónomos, también de conservacionistas, biogeógrafos, ecologistas y genetistas de poblaciones.

A pesar de los numerosos estudios acerca de la taxonomía de la familia se sugiere la elaboración de más trabajos que reúnan diferentes tipos de análisis y que abarquen todo el grupo ya que la búsqueda de información arroja resultados exclusivamente intraespecíficos, si se quiere obtener una filogenia confiable acerca de los gerreidos.

Se reconoce la importancia de la serie ontogénica en la búsqueda de caracteres informativos osteológicos ya que con este proceso se encontraron fundamentalmente los caracteres conservativos a lo largo de la vida de la especie.

Se sugiere el uso del complejo osteológico para análisis filogenéticos.

## REFERENCIAS

- Aguirre-León, A., S. Díaz-Ruíz. 2000. Estructura poblacional, madurez gonádica y alimentación de *Eugerres plumieri* (Gerreidae) en el sistema fluvio-deltaico Pom-Atasta, México. *Ciencias Marinas*. 26(2): 253-273
- Álvarez N. 2004. Desarrollo osteológico de *Diapterus peruvianus* (Cuvier, 1830). Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Álvarez N. 2010. Análisis filogenético y biogeográfico de los peces del género *Diapterus* Ranzani, 1842 (Percoidae: Gerreidae). Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Andreatta, J. V. 1979. Osteologia da nadadeira caudal de *Diapterus ranzani* e *Eucinostomus* Baird & Girard (Perciformes, Percoidae, Gerreidae). *Rev. Brasil. Biol.*, 39(1): 237-258
- Andreatta, J. 1988. Revisão taxonômica do gênero *Diapterus* Ranzani, 1840 (Pisces, Perciformes, Gerreidae). *Acta Biol. Leopold.* 10: 59-103.
- Andreatta, J.V. 1989. Sobre a osteología cefálica das espécies de *Gerres* Quoy & Gaimard, 1824 (Pisces, Perciformes, Gerreidae) que ocorrem em águas Brasileiras. *Acta Biologica Leopoldensia*, 11(2): 165-202
- Andreatta, J.V., L.R.R. Barbieri 1981. Osteologia do crânio de *Diapterus brasilianus* (Cuvier, 1830) (Perciformes, Percoidae, Gerreidae). *Rev. Brasil., Biol.*, 41(3): 565-574
- Bailey, R. T. Moore. 1963. Request that the International Commission rule to the correct homonymy in names of the family-group based on *Gerris* and *Gerres*. *Bull. Zool. Nomencl.* 20: 307-308.
- Barceló-Márquez, M.C. 1998. Osteología de *Diapterus rhombeus* (Valenciennes, 1830) (Pisces: Gerreidae). Tesis de grado en Biología Marina, Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, 99 p.
- Benítez, O. 2004. Contribución al estudio de la filogenia molecular de los peces de la familia Gerreidae en México. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Castro-Aguirre, J. H. Espinoza. J. Schmitter. 1999. Ictiofauna Estuarino-Lagunar y Vicaria de México. Editorial Noriega. México.
- Cervigón, F., A. Gómez. 1986. Las lagunas litorales de la Isla Margarita. *Com. Inv. Científ. Univ. Oriente. Nva. Esparta, Venezuela*. 89p.
- Curran, H. 1942. A systematic revision of gerreid fishes referred to the genus *Eucinostomus* with a discussion of their distribution and speciation. Tesis doctoral. Universidad de Michigan.

- Deckert, G. 1973. A systematic revisión of genera *Diapterus* and *Eugerres*: with the description of a new genus *Schizoptgterus* (Pisces: *Gerreidae*). Tesis de Maestría. Universidad del Norte Illinois
- Deckert, G., D. Greenfield. 1987. A review of the Western Atlantic species of genera *Diapterus* and *Eugerres* (Pisces: *Gerreidae*). *Copeia* 1: 182-194
- Deegan, L., B. Thompson. 1985. The ecology of fish communities in the Mississippi River deltaic plain, pp 35-56. *In*: A. Yáñez-Arancibia (ed.), *Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towars and Ecosystem Integration*. UNAM-ICML Publishers.
- De la Cruz, J. 2001. Sistemática y biogeografía de las especies del género *Eucinostomus* (Teleostei: *Gerreidae*). Tesis de doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Eschemeyer, W.N., R. Fricke. 2012. Catalog of fishes. <http://research.calacademy.org/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>
- Eschemeyer, W.N., J.D, Fong. 2015. Catalog of fishes. <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>
- Evermann, B. S. Meek. 1883. A review of the species of *Gerres* found in American waters. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 116-124.
- Evermann, B. S. Meek. 1886. A revisión of the american species of the genus *Gerres*. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.* 256:272
- FAO species identification guide for fishery purposes: the living marine resources of the Western Central Atlantic. 2002. Departament of Biological Sciences. Virginia, USA.
- Fink, W.L. 1982. The conceptual relationships between ontogeny and phylogeny. *Paleobiology.* 8: 254-264
- González-Acosta, A. 2005. Estudio sistemático y biogeográfico del género *Eugerres* (Perciformes. *Gerreidae*). Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Gosline, W. 1966. The limits of the fishes family Serranidae, with notes on other lower percoids. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 33(6):91-112.
- Gregory, W.K. 1959 *Fish skulls. A study of the evolution of natural mechanisms*. Eric Lundberg. Laural. Florida., 481p
- Harder, W. 1975. *Anatomy of fishes. Part 1. Text E.* Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Helfman, G., B. Collette., D. Facey., B. Bowen. 2009. *The diversity of fishes. Biology, Evolution, and Ecology.* 2a Edición. Wiley Blackwell. UK. 720p.

- James, P. S. B. R. 1985. Comparative osteology of the fishes of the family Leiognathidae. *Indian Journal of Fisheries*, 32(3): 309–357
- Jiménez, A. 1988. Composición y variación estacional de la comunidad planctónica en la laguna Grande-chica de Vega de Alatorre, Veracruz, México. Tesis profesional. Fac. Biol. U.V. 49p.
- Johnson, G. 1980. The limits and relationships of the Lutjanidae and associated families. *Bull. Scripps Ints. Oceanogr. Univ. Calif.* 24:1-114.
- Jordan, D. 1917. The genera of fishes, from Linnaeus to Cuvier 1758-1833, seventy five years, with the accepted type of each. A contribution to the stability of scientific nomenclature. Ireland Stanford Jr. Univ. Publ., Univ. Ser. 27: 1-161
- Kobelkowsky, A., M. Alemán-Rivero. 2000. Branquiocráneo de la mojarra de mar, *Diapterus auratus* Ranzani (Pisces: Gerreidae). *Universidad y Ciencia* 16(32): 19-26.
- Kobelkowsky, A. 2003. Comparative osteology of the mojarras (Pisces: Gerreidae). En A.F. Guzmán, O. J. Polaco & F.J.Aguilar (eds.). pp. 77-80. Presencia de la arqueoictiología en México. Libro de memorias de la 12ª reunión del Grupo de Trabajo en Restos de Peces del Consejo Internacional para la Arqueozoología, CONACULTA-INAH, Guadalajara, Jalisco, México.
- Kobelkowsky, A. 2004. Osteología de la mojarra de mar, *Diapterus auratus* Ranzani (Teleostei: Gerreidae). *Hidrobiológica* 14(1):1-10.
- Kusaka, T. (1974). The urohyal of fishes. University of Tokyo Press, 320 p.
- Lauder, G. 1989. Caudal fin locomotion in ray-finned fishes: historical and functional analyses. *American Zoologist*, 29:85-102.
- Meek, S., F. Hildebrand. 1925. The marine fishes of Panama. Part II. *Field Museum Of Natural History. Zool. Ser.* 15: 331-707.
- Meza, D.B. 1988. Análisis de la zonación y de la producción de hojarasca del manglar de laguna Grande del Municipio de Vega de Alatorre, Veracruz, México. Tesis de licenciatura. Fac. Biol. U.V.
- Myers, G.S. 1963. The fresh-water fish fauna of North America. *Proc. XVI Internat. Congr. Zool.* 4: 15-20.
- Nelson, G., 1978. Ontogeny, phylogeny, paleontology, and the biogenetic law. *Systematic zoology.* 27: 324-345.
- Nelson, 1994. *Fishes of the World*, 3th Edition. John Wiley & sons, Inc. N.J.
- Nelson, J. 2006. *Fishes of the world*. 4ta edición. John Wiley & sons, Inc. N.J.
- Picciolo, A. 1960. The development of the anterior interhemal cone of *Eucinostomus argenteus* Baird and Girard. *Copeia*,

- Randall, J. E. 1967. Food habitats of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr.* 5: 665-847.
- Ruiz-Carus, R. & M. Uribe-Alcocer (2003a). Phylogenetic assessment of *Eucinostomus gula*, *Eugerres plumieri*, and *Diapterus auratus* (Pisces: Gerreidae). Based on allozyme and mtDNA analyses. *Caribbean Journal of Science*, 39(1):109-115
- Ruiz-Carus, R. & M. Uribe-Alcocer (2003b). Karyotype analysis of *Eucinostomus argenteus*, *E. gula*, *E. harengulus*, and *E. plumieri* (Teleostei, Gerreidae) from Florida and Puerto Rico. *Environmental Biology of Fishes*, 67(3): 269-276
- Robertson, D. R. y G. R. Allen. 2006. *Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific: an information system*. Versión 2.0. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- Robertson, D. R. y G. R. Allen. 2008. *Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system*. Versión 1.0 (2008). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. [www.neotropicalfishes.org/sftep](http://www.neotropicalfishes.org/sftep), [www.stri.org/sftep](http://www.stri.org/sftep)
- Ortiz-Galindo, J.L. 1991. Ontogenia inicial de la mojarra rayada. *Eugerres axillaris* Günther, 1864. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Schultz, H., G. Arratia. 1989. The composition of the caudal skeleton of teleosts (Actinopterygii: Osteichthyes) *Zoological Journal of the Linnean Society*. 97: 189-231.
- Vergara F. 2012. Sistemática del género *Diapterus* Ranzani, 1842 (Perciformes: Gerreidae): Análisis morfométricos y moleculares. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Yáñez-Arancibia, A., R. Nugent. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. 4:107-144.
- Zahuaranec, B.V. 1967. The gerreid fishes of the genus *Eucinostomus* in Eastern Pacific. Tesis de Maestría en Ciencias. University of California. La Jolla, California.

## **ANEXO I**

### **CARACTERES Y SUS ESTADOS**

- Arco mandibular

#### **PREMAXILAR**

- Longitud de dentición (P1)
  0. Todo el margen horizontal
  1. Abarca más de la mitad del margen horizontal
  2. Menos de la mitad del margen horizontal
- b) Forma del borde posterior (P2)
  0. Recto
  1. Curvo con espacio recto
  2. Muy curvo
- Ángulo del proceso ascendente (P3)
  0. Cercano a 90°
  1. Cercano a 45°
  2. Menor a 45°

#### **MAXILAR**

- Borde anterior (M1)
  0. Liso
  1. No tan curvado
  2. Curvado
- Proceso maxilar (M2)
  0. Ensanchado respecto al principio
  1. no tan ensanchado
  2. Terminación delgada
- Terminación de los procesos internos (M3)
  0. Redondeados
  1. En punta ancha
  2. en punta delgada

#### **DENTARIO**

- Longitud de dentición (D1)
  0. Todo el margen horizontal
  1. Mitad del margen horizontal
  2. sólo en el margen sinfisial
- Anchura del borde inferior posterior (D2)
  0. Ancho
  1. delgado

#### **ARTICULAR**

- Forma del proceso coronoide (A1)
  0. Terminación redondeada

1. Angulosa
2. No tan pronunciada pero con terminación redondeada

- Ensanchamiento de la parte inferior (A2)
0. Considerablemente ensanchado
  1. Delgado

### **HIOMANDIBULAR**

- Borde de la parte anterior (H1)
0. Aserrado a zig-zag
  1. Liso

### **PREOPÉRCULO**

- Margen inferior (PR1)
0. Aserrado
  1. Liso
- Ensanchamiento del proceso del margen inferior (PR2)
0. Considerablemente ensanchado
  1. Delgado

### **OPÉRCULO**

- Ángulo en el borde posterior (O1)
0. Angulado
  1. Angulado con una parte recta
  2. Abultado

### **UROHIAL**

- Forma general (U1)
0. Rectangular
  1. Cuadrado

### **COMPLEJO CAUDAL**

#### **ARCO NEURAL**

- *Dorsum* del arco neural (AN)
0. Recto
  1. Semicurvo
  2. Hendido

#### **EPURAL I**

- Borde inferior de epural I (BIE1)
0. Recto
  1. Curvo
  2. Puntiagudo

## **EPURAL II**

- Borde inferior de epural II (BIE2)
0. Puntigudo
  1. Curvo
  2. Muy curvo

## **PLACAS HIPURALES**

- Ángulo interno entre placas (AIHI)
0. Agudo
  1. Curvado
  2. Muy redondeado

## **PARAHIPURAL**

- Arco inferior (AIPA)
0. Curvo
  1. Semicurvo
  2. Hendido
- 
- Proyección anterior (PAIPA)
0. Muy proyectada
  1. Semiproyectada
  2. Poco proyectada
- 
- Contorno inferior (CONIPA)
0. Engrosamiento medio
  1. Engrosamiento medio e inferior
  2. Engrosamiento completo

## **HIPUROAPÓFISIS**

- Proyección posterior (BSUPA)
0. Aciculada
  1. Gruesa
  2. Muy gruesa

## **ESPINA HEMAL II**

- Proyección anterior (PAIEH)
0. Muy pronunciada
  1. Levemente pronunciado
  2. Pronunciación sutil
- 
- Contorno inferior (CONIEH)
0. Engrosamiento inferior
  1. Engrosamiento medio
  2. Engrosamiento completo

## ANEXO II

### MATRIZ DE DATOS OBTENIDA A PARTIR DE CARACTERES OSTEOLÓGICOS

	a	b	c	d	e	f
P1	0	1	1	2	2	1
P2	0	1	2	2	2	2
P3	0	1	1	1	2	2
M1	0	2	2	1	2	2
M2	0	1	2	2	1	1
M3	0	2	1	2	2	1
D1	0	1	2	2	1	1
D2	0	0	1	1	1	1
H1	0	2	1	1	2	1
A1	0	0	0	1	2	0
A2	0	0	1	1	1	1
O1	0	1	1	0	1	2
PR1	0	0	0	0	1	1
PR2	0	0	0	0	1	1
U1	0	1	3	3	2	2
AN	0	2	2	2	1	1
BIE1	0	1	1	2	2	2
BIE2	0	2	1	2	1	1
AIHI	0	1	2	2	2	1
AIPA	0	1	1	2	1	2
BSUPA	0	2	1	2	1	1
PAIPA	0	2	1	1	2	1
PAIEH	0	2	1	1	2	2
CONIPA	0	1	1	2	2	1
CONIEH	0	1	1	2	1	1

Tabla I. Matriz de caracteres polarizados donde:

a- Grupo externo: *L. griseus*; b- *E. plumieri*; c- *D. auratus*; d- *D. rhombeus*; e- *E. melanopterus*; f- *G. cinereus*

Los caracteres se pueden observar en la descripción de la polarización.