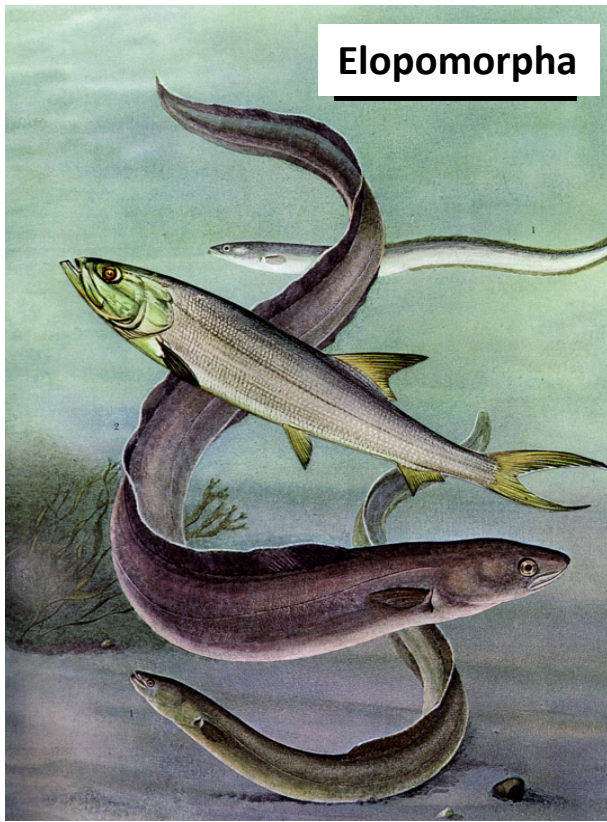


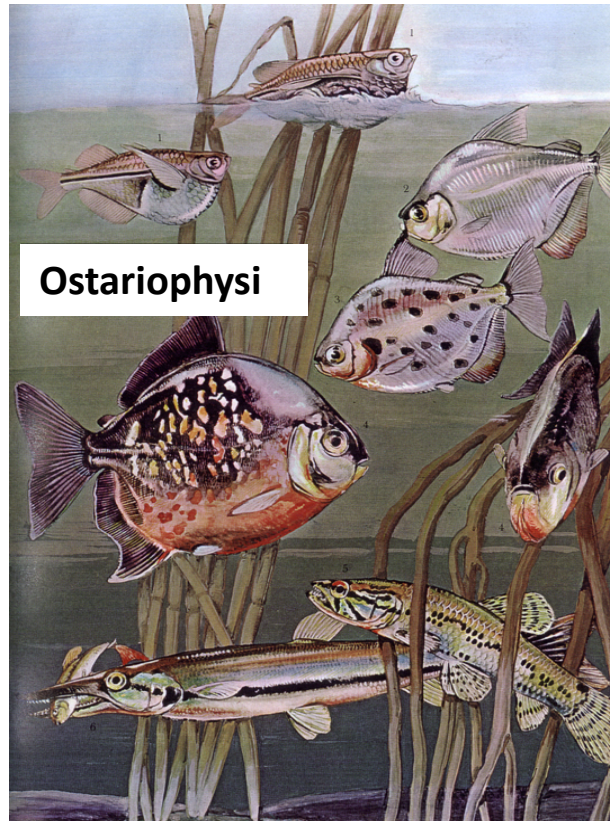


Teleostei

Curso Paleontología de Vertebrados 2018



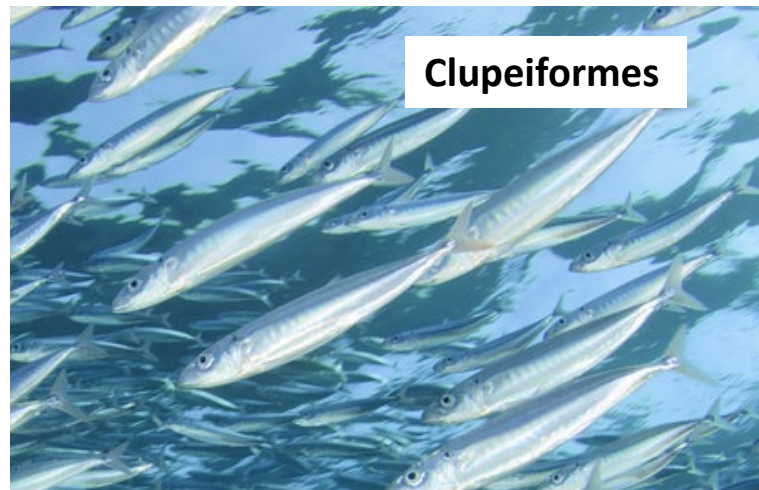
Elopomorpha



Ostariophysi



Euteleostei



Clupeiformes



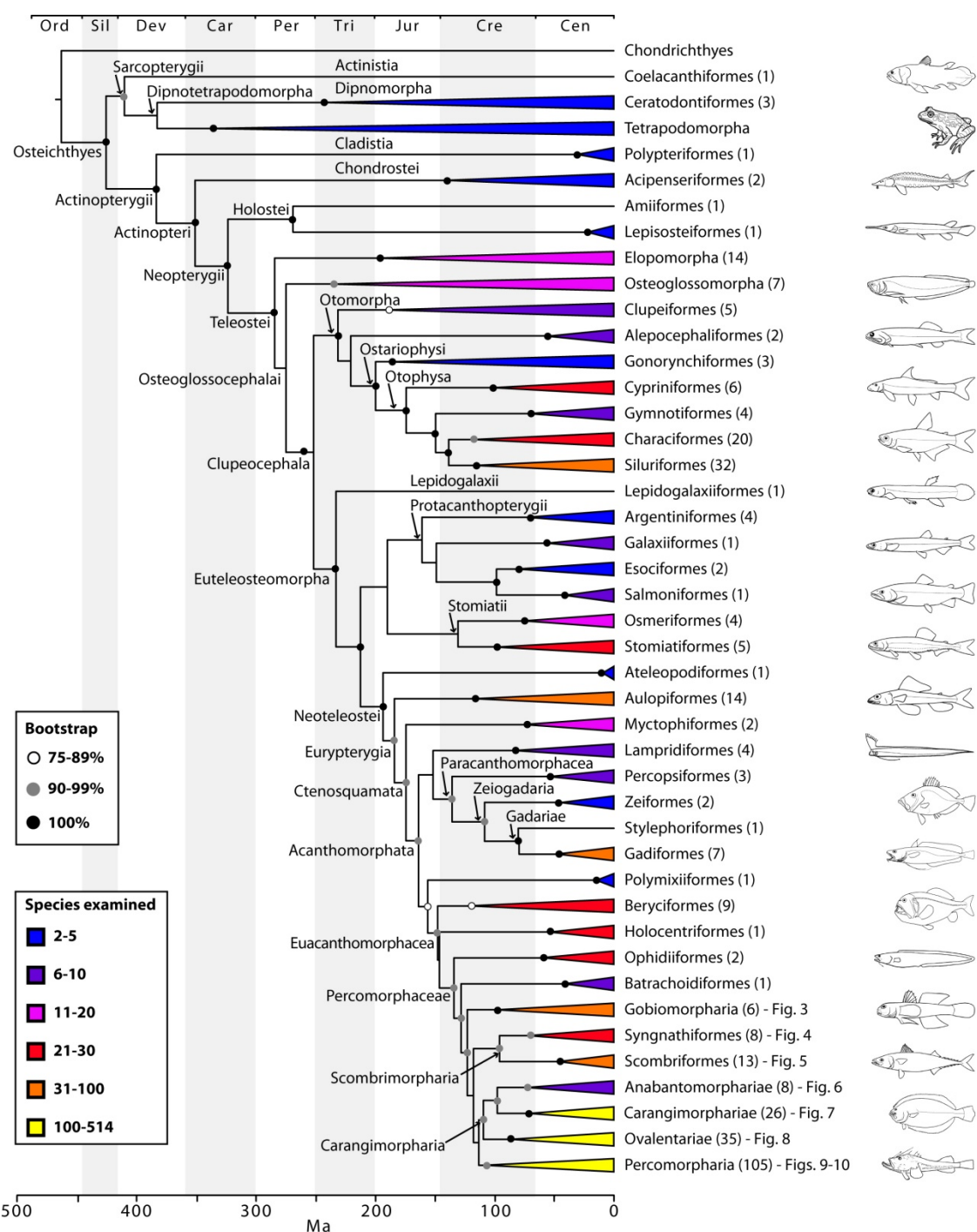
Osteoglossomorpha

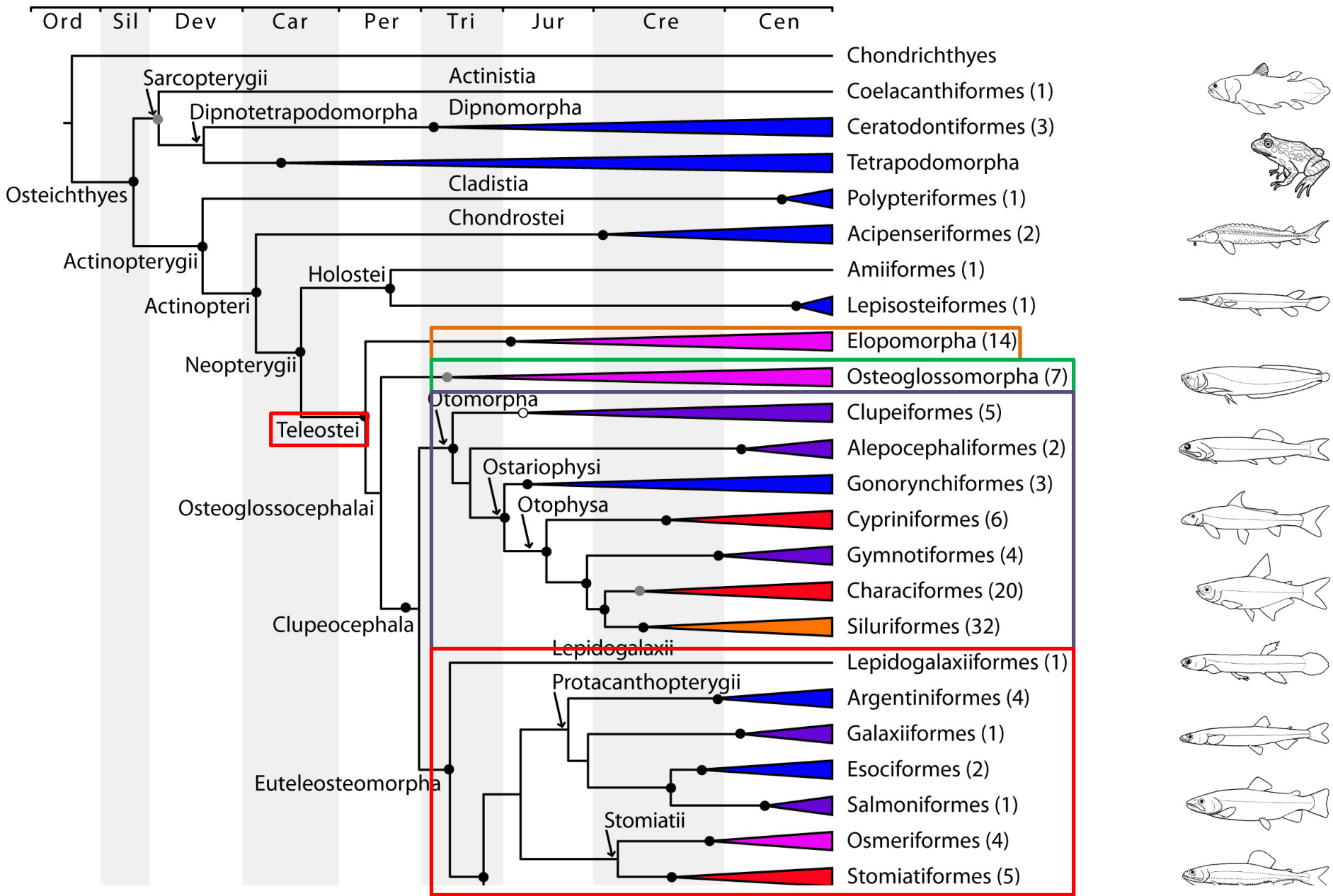
Teleósteos corona

TELEOSTEI

- 40 órdenes
 - 448 familias
 - 4278 géneros
 - >27000 especies

Filogenia Molecular de Actinopterygii





Elopomorpha Osteoglossomorpha Otomorpha Euteleosteomorpha

Filogenia Morfológica de Teleósteos

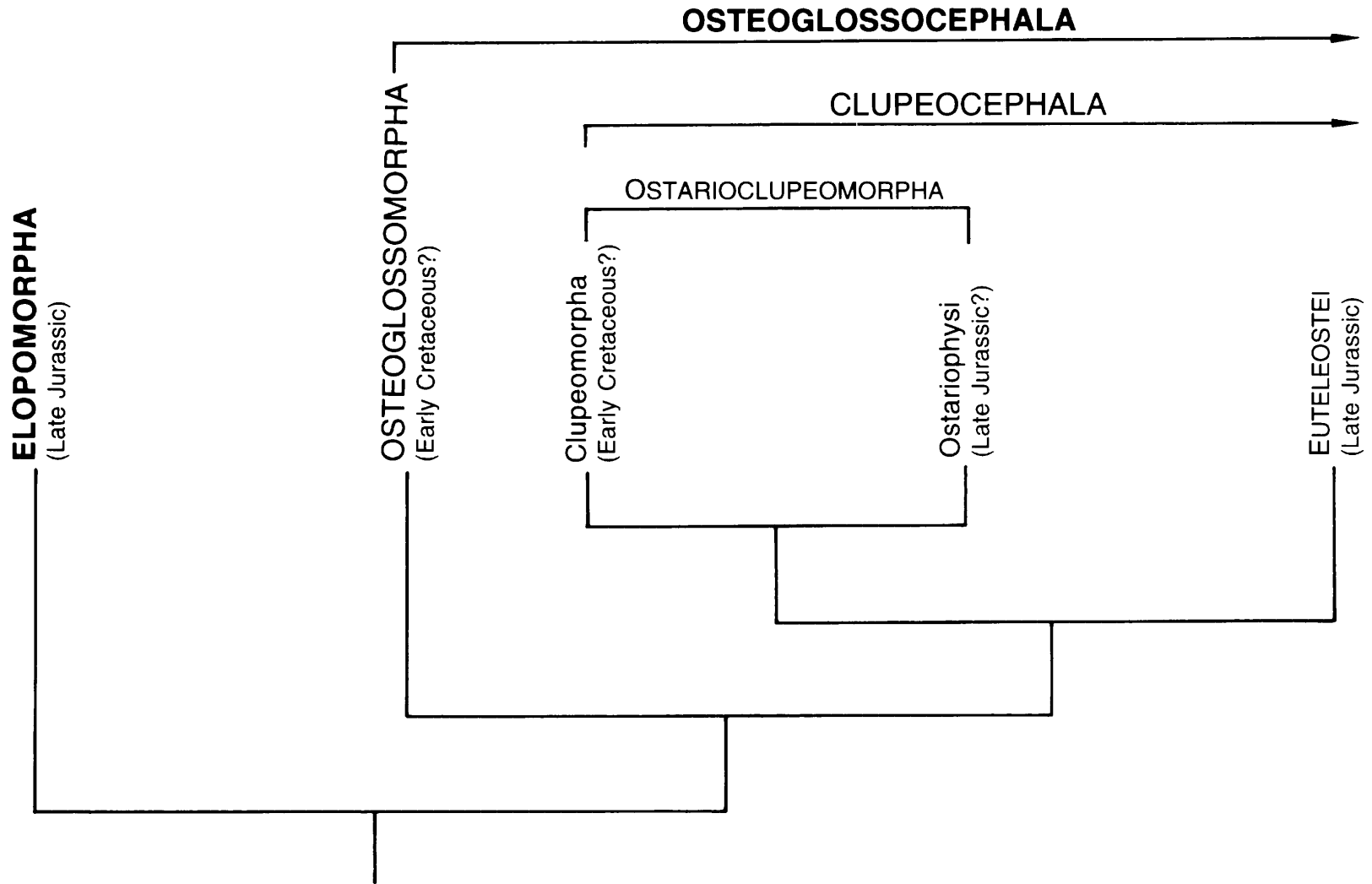


Fig. 27.

Hypothesis of phylogenetic relationships of major groups of extant teleosts with age of the oldest known members.

Elopomorpha



Osteoglossomorpha



Clupeomorpha



Euteleostei



Ostaryophysii



Elopomorpha



Osteoglossomorpha



Clupeomorpha

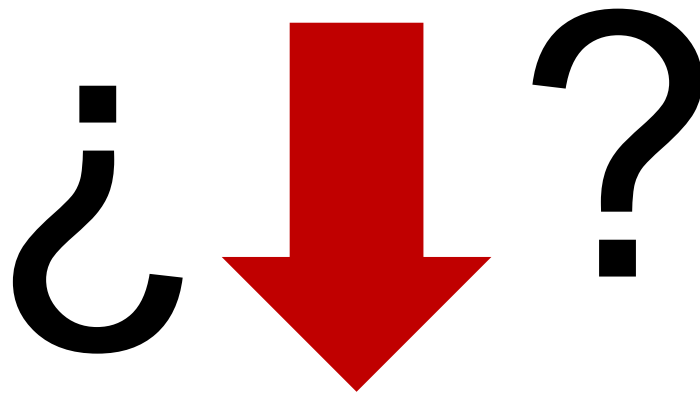


Euteleostei



Euteleostei





Transición Neopterygii - Teleostei

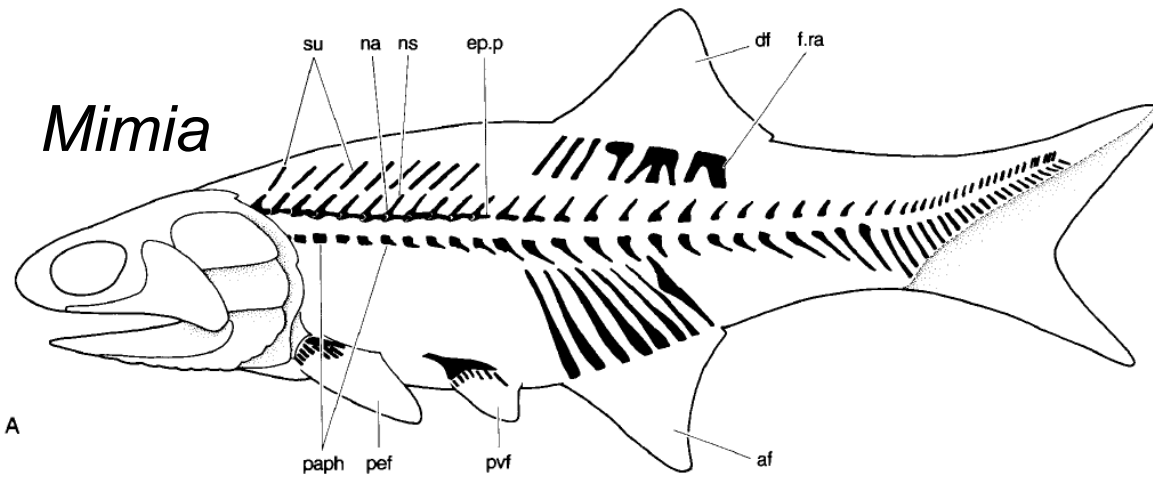
Esqueleto post-cranial

Fish swimming *Amia*



Fish swimming *Teleost*



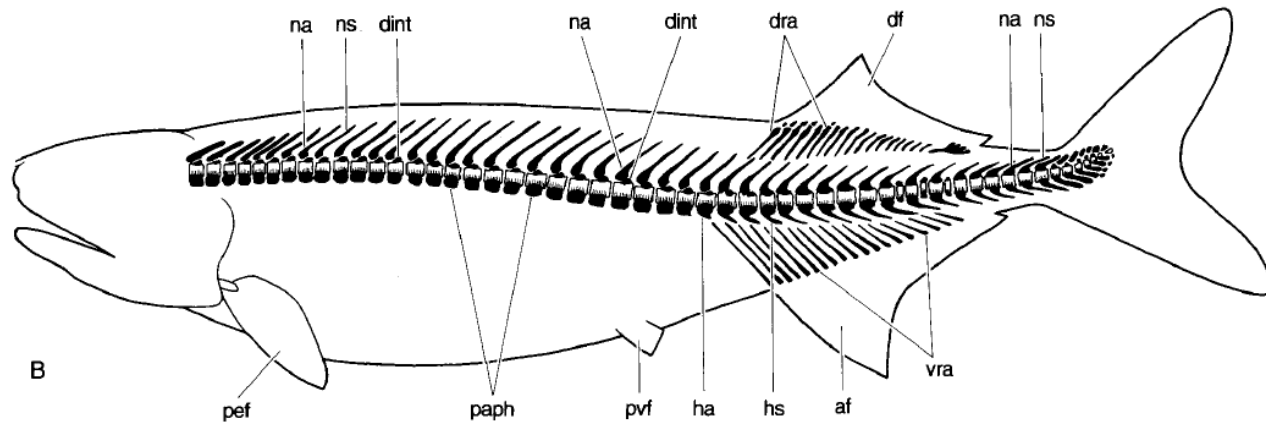


Mimia

A

Tendencia:
Aumento osificación
esqueleto axial

Neopterigio
Australosomus



B

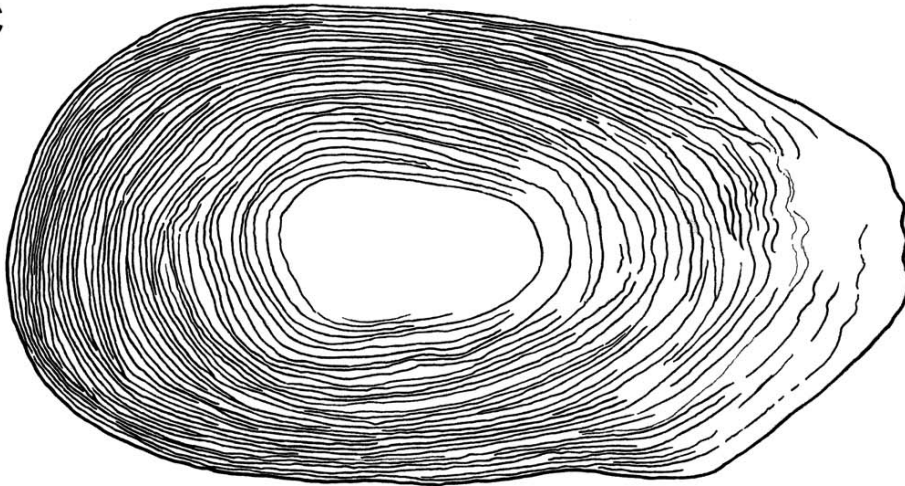


Teleósteo

Transición Neopterygii - Teleostei

Escama cicloidea

C



Perdida de cubierta de
ganoínea



Esqueletos más livianos

Tipos de Locomoción basado en el eje axial en peces

- Anguilliforme
- Subcarangiforme
- Carangiforme
- Tuniforme

Locomocion Anguiforme



Locomoción subcarangiforme



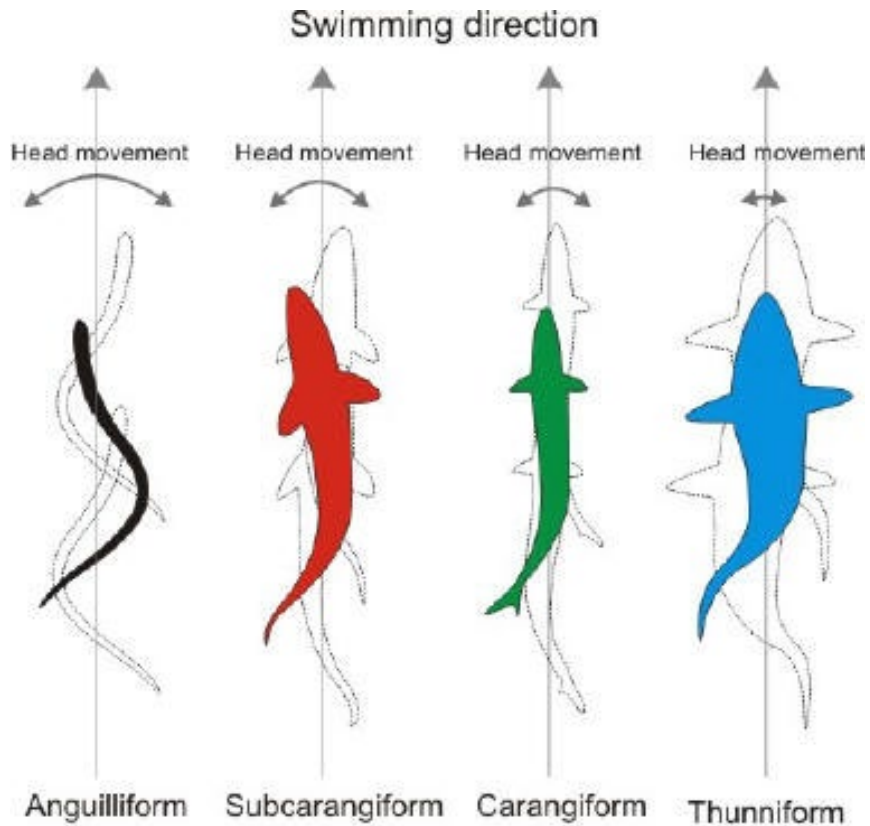
Locomocion Carangiforme



Locomoción tuniforme



Caudal fin size



Anguilliforme



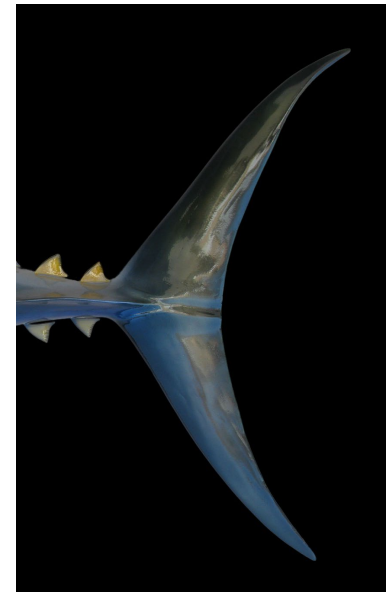
Subcarangiforme



Carangiforme



Tunifforme



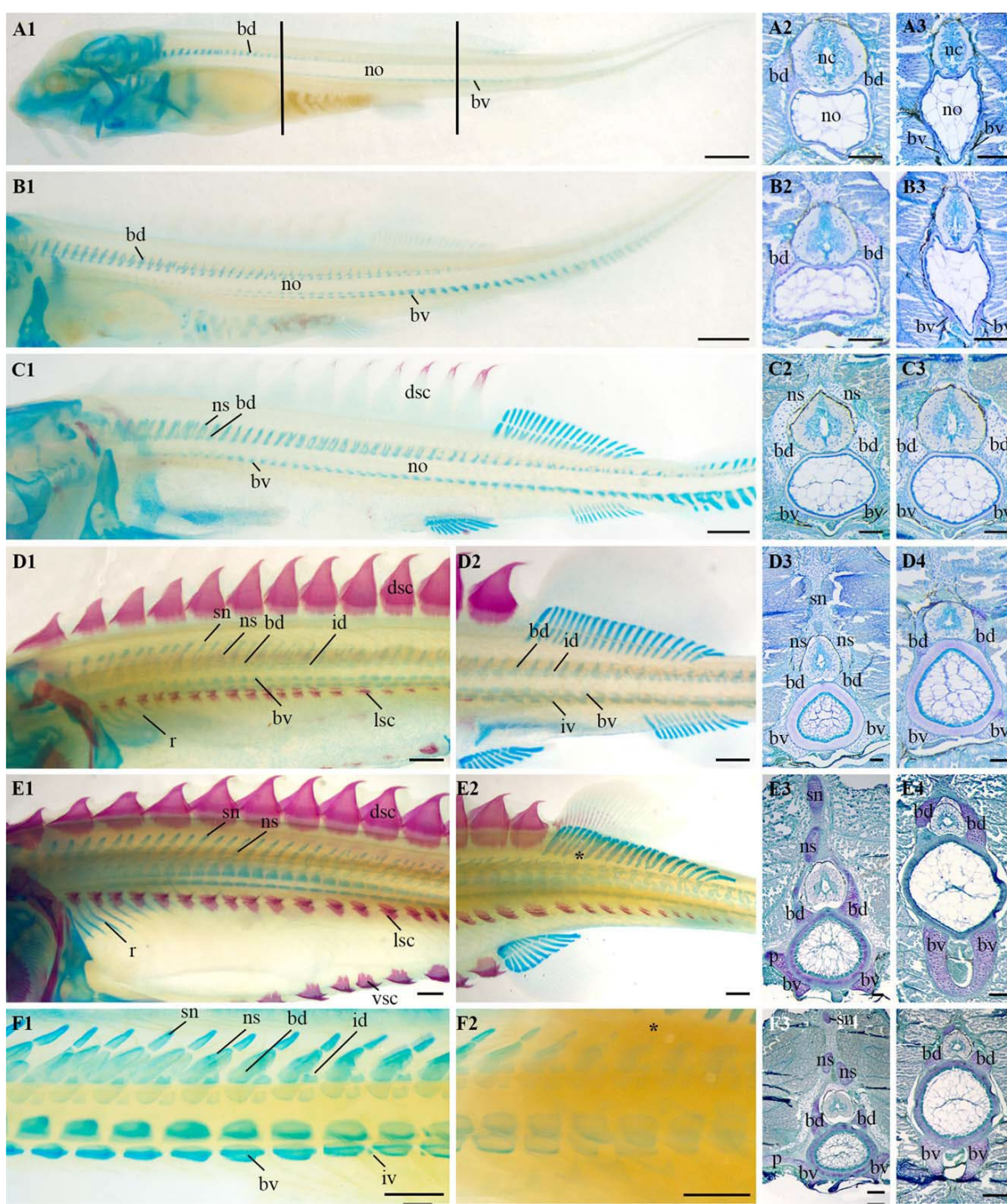
Transición Neopterygii - Teleostei

Evolución esqueleto post-cranial

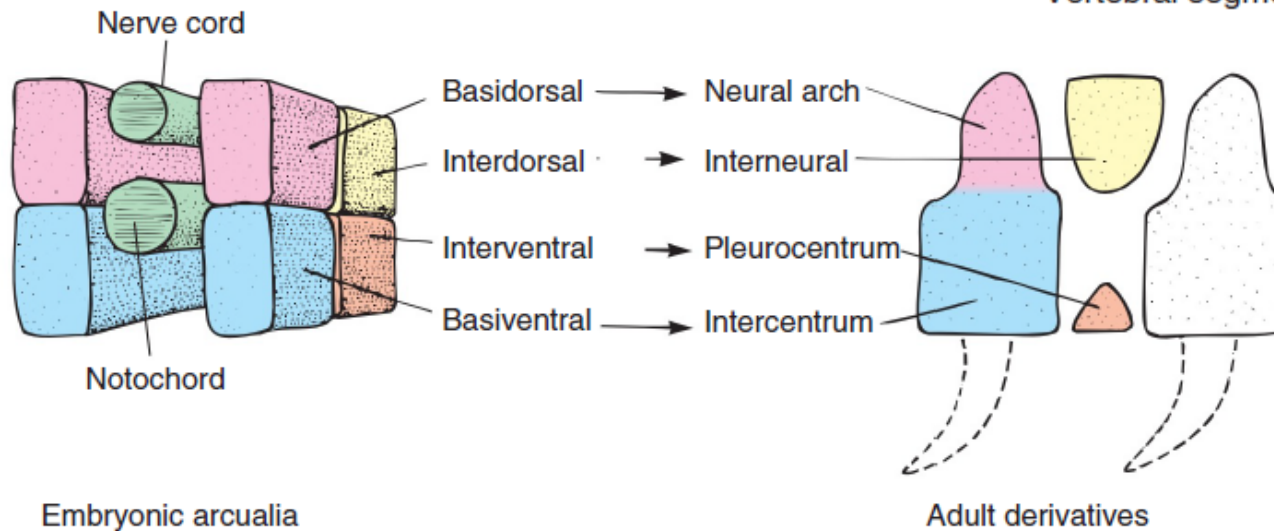
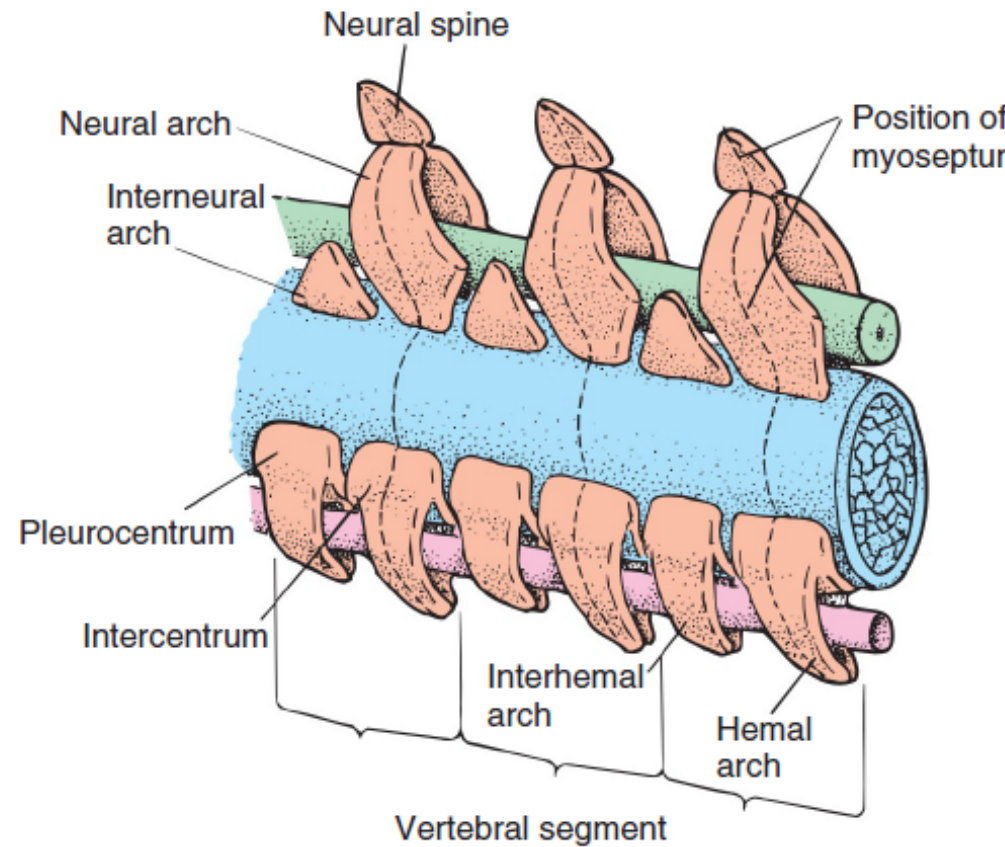
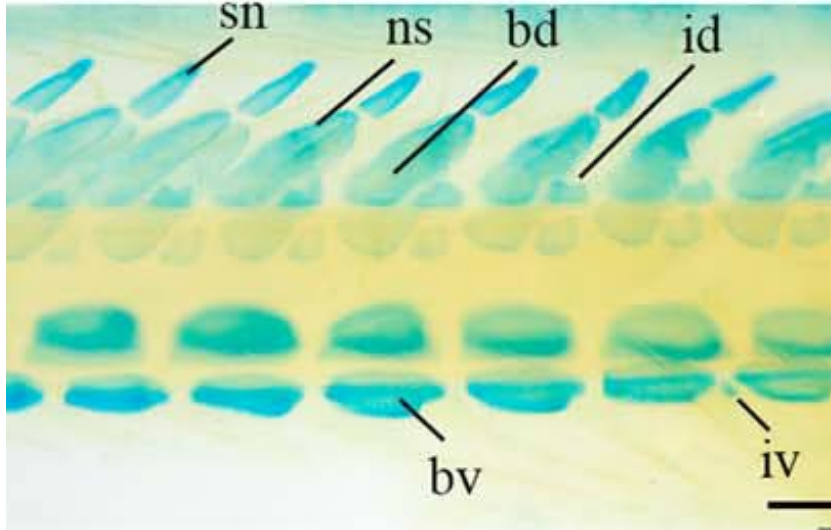
Vértebras

Chondrostei:

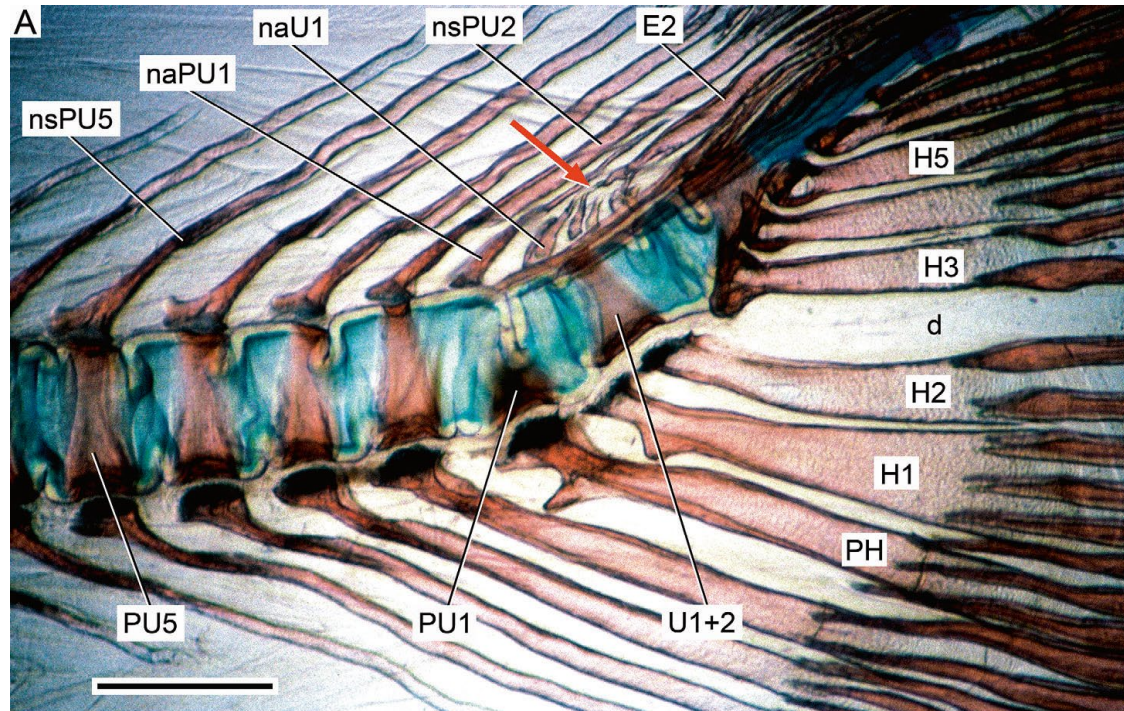
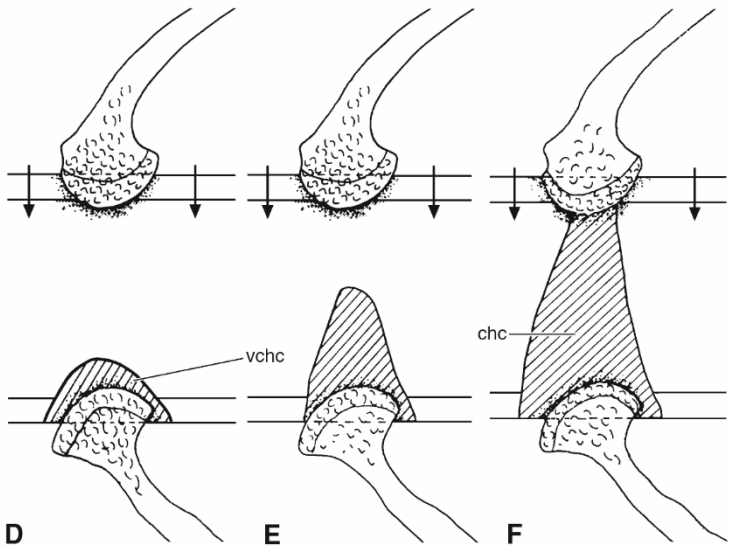
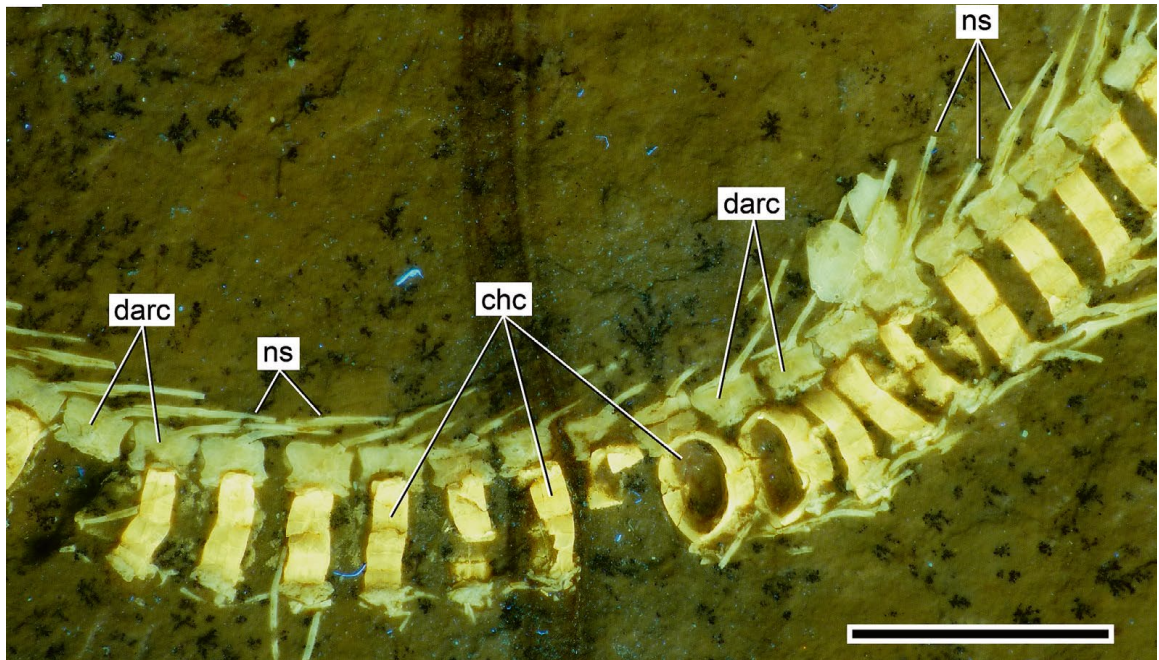
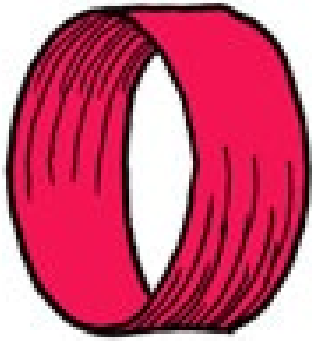
Esqueleto axial sin centros vertebrales



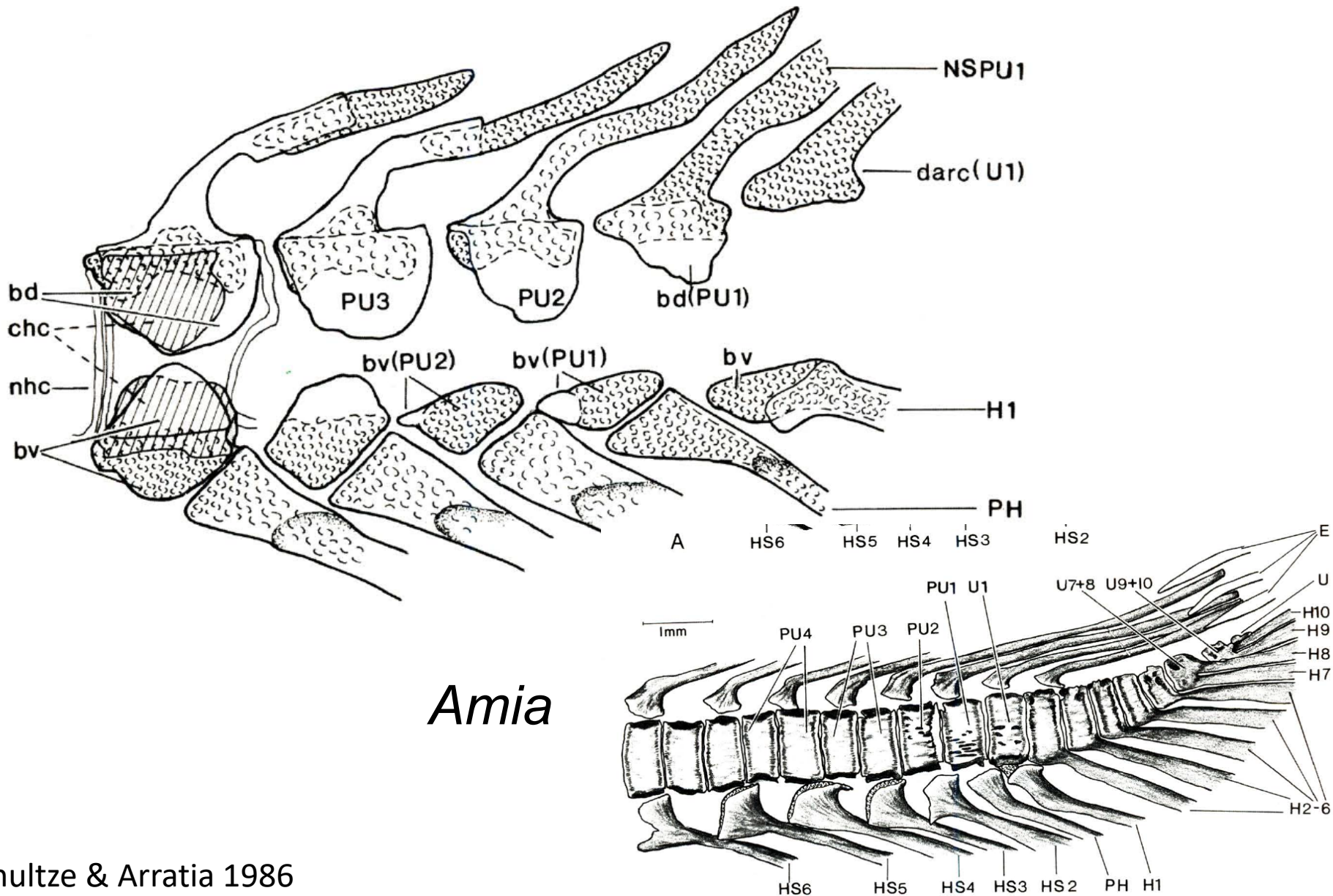
Arcocentrum – Arch centrum

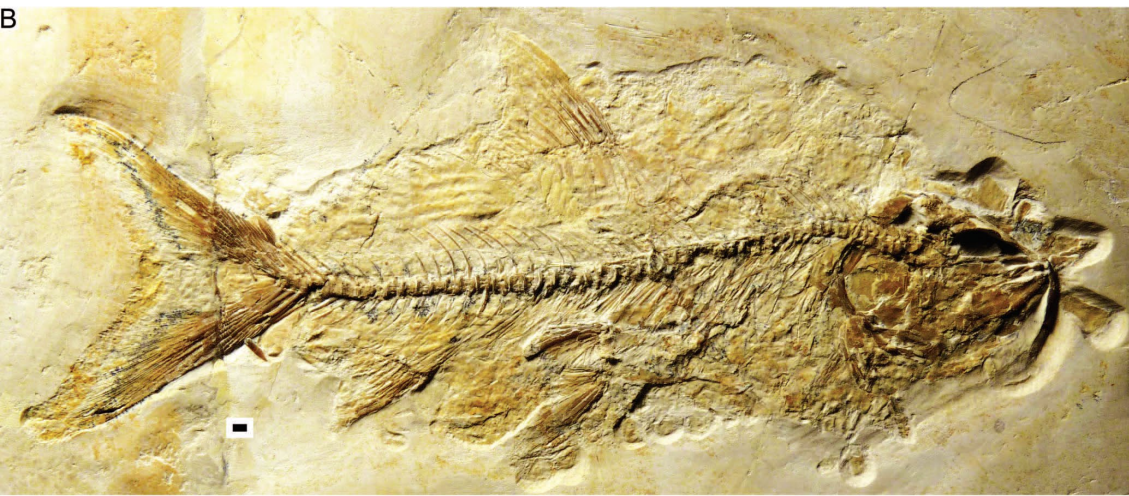


Chordacentrum – Ring-shaped centrum



Arcocentrum-Chordacentrum



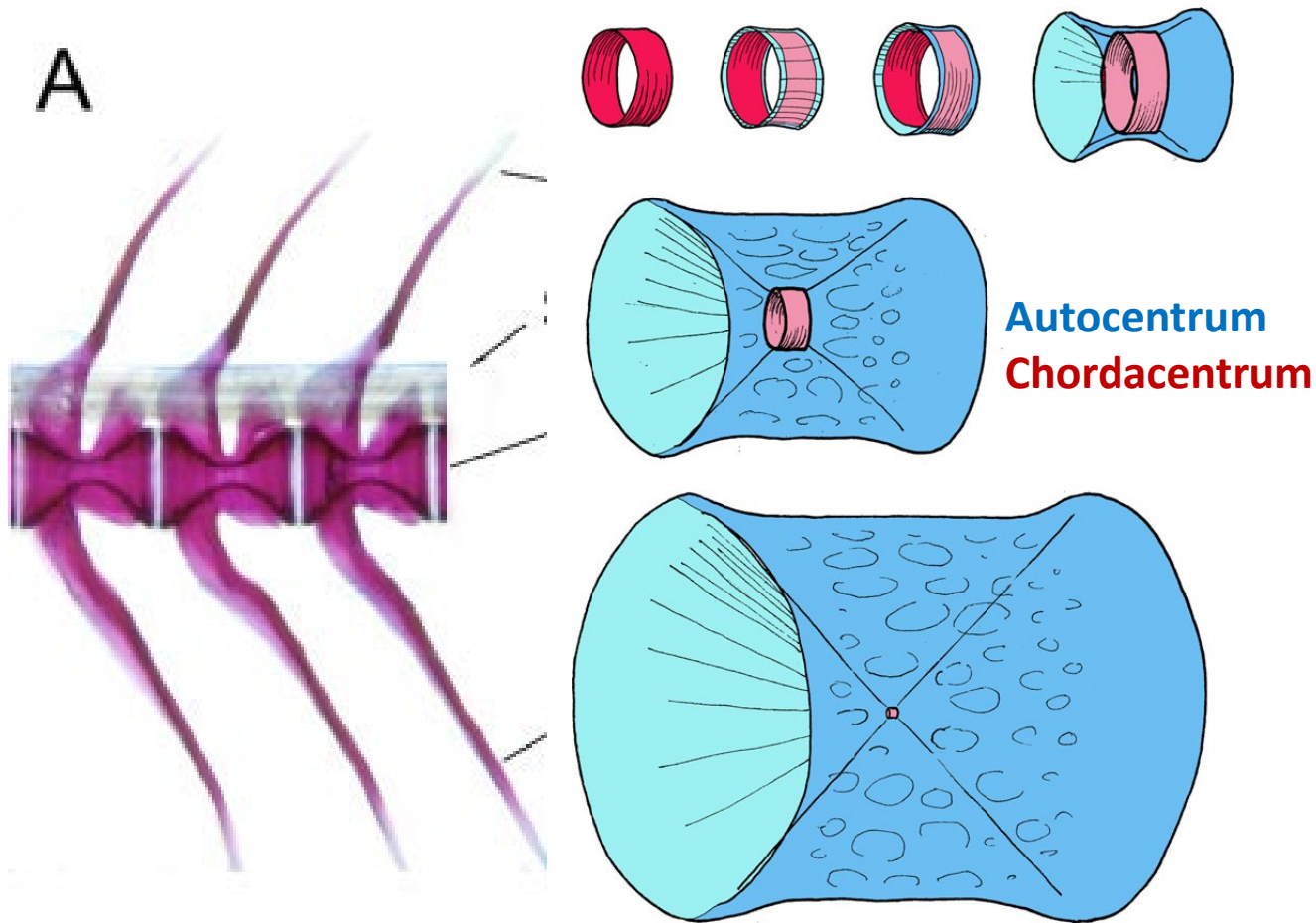


Crown teleosts

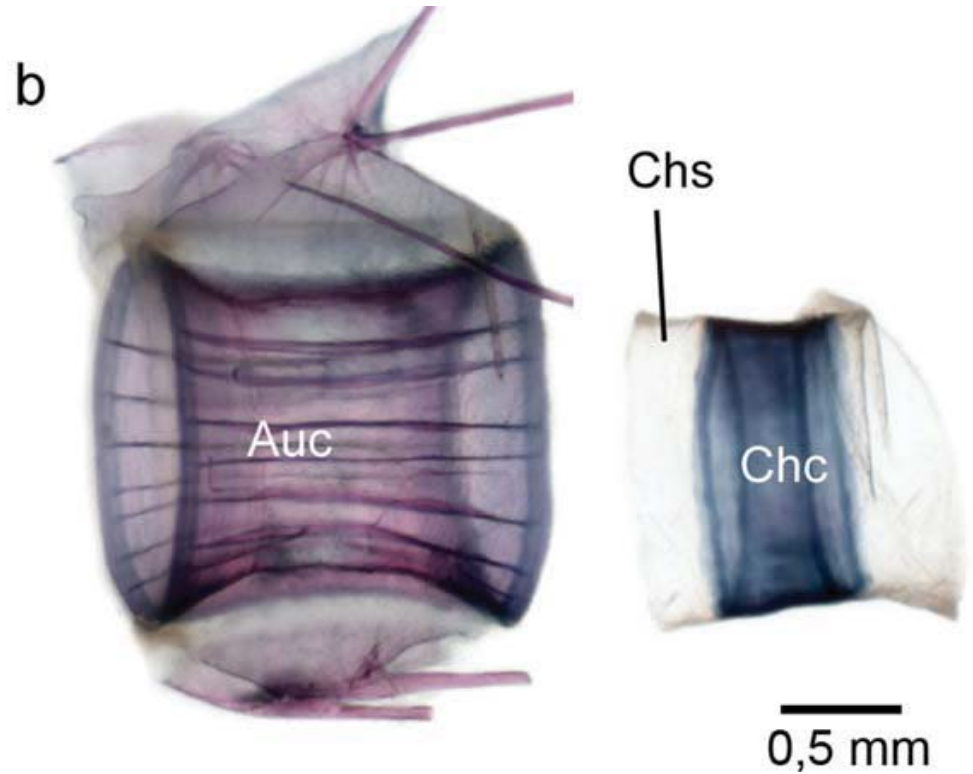
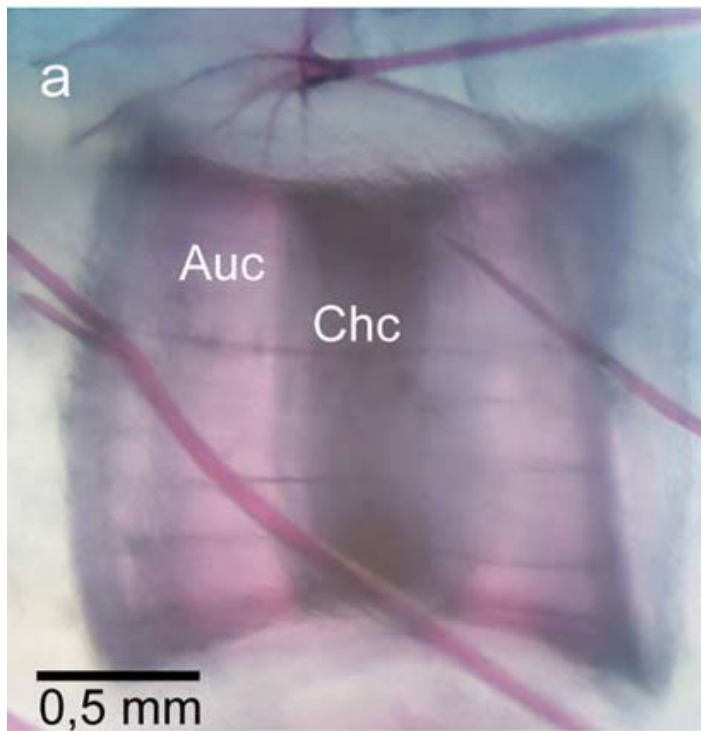
Vertebras osificadas

Sinapormorfía teleósteos:

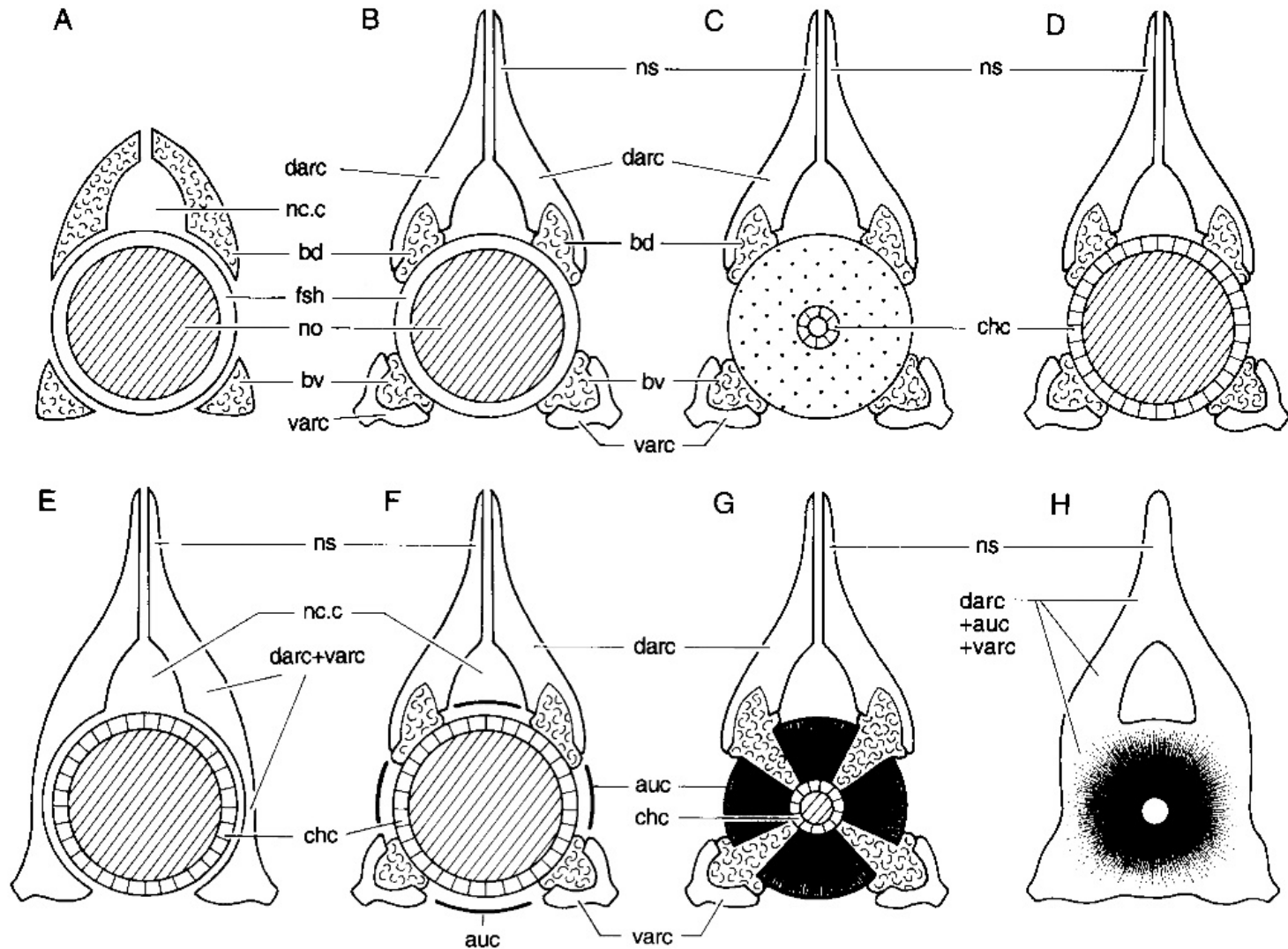
Autocentrum – Hourglass-shaped centrum



Chordacentrum-Autocentrum

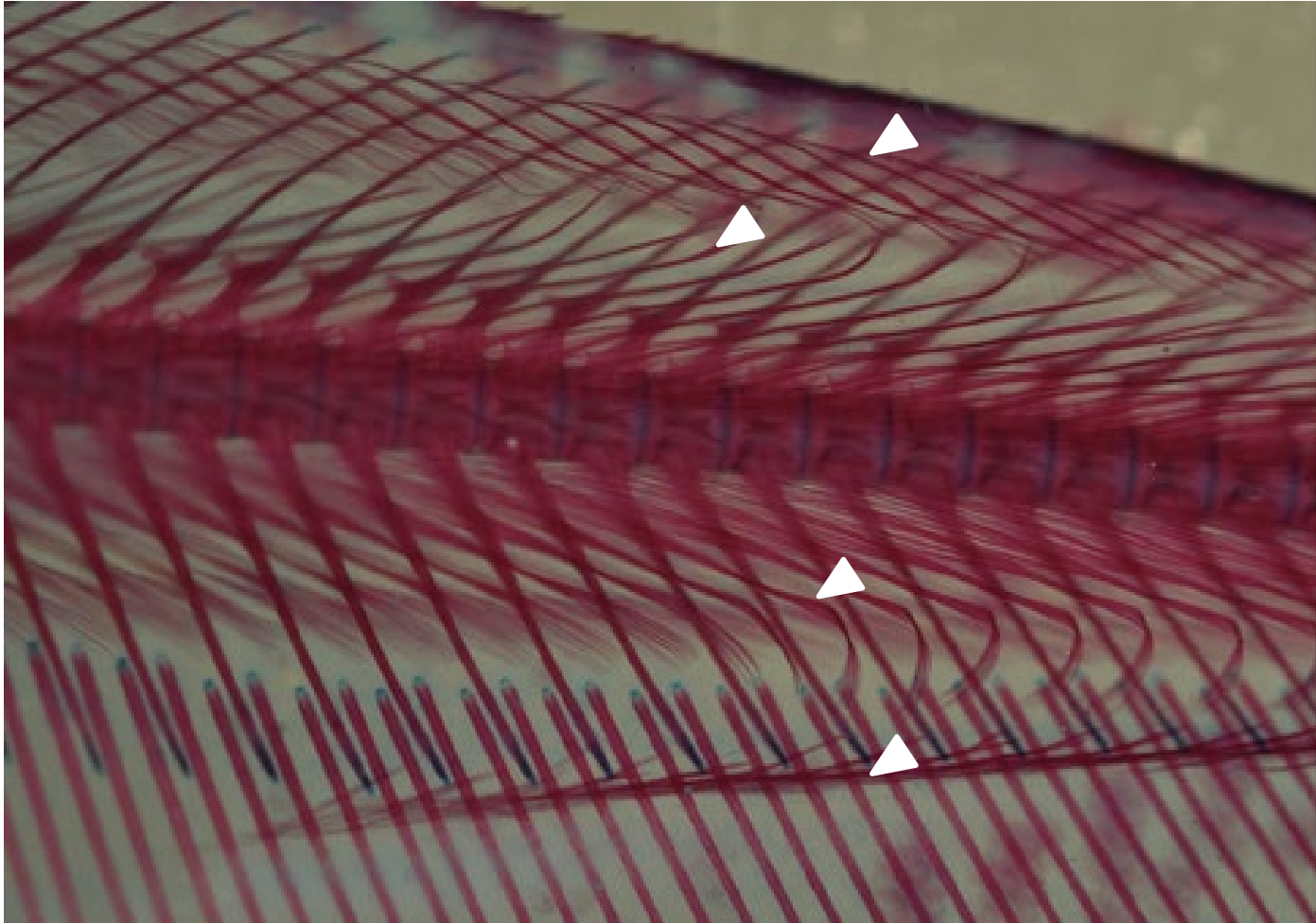


Types of vertebrae



Transición Neopterygii - Teleostei

Huesos intermusculares



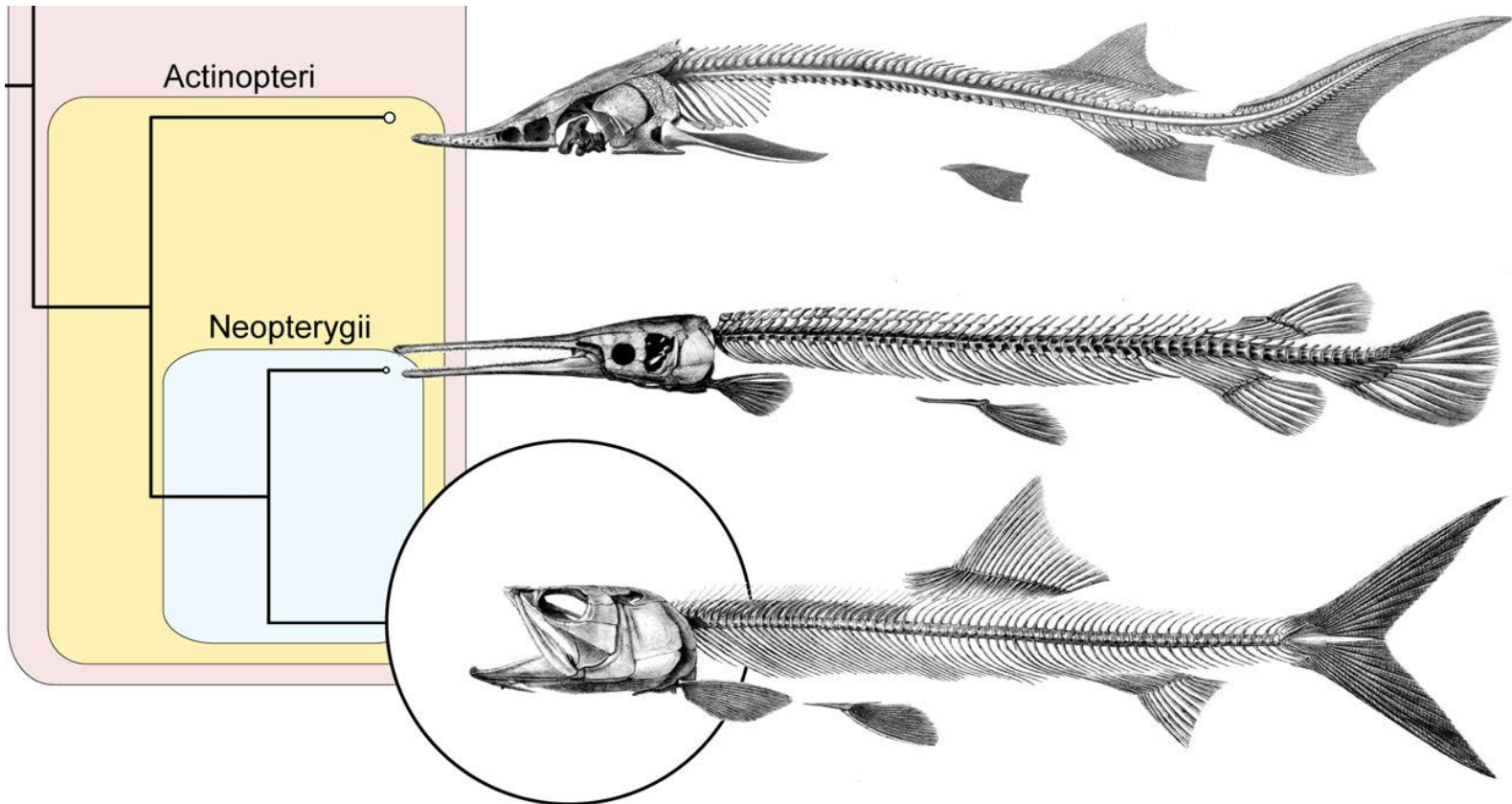
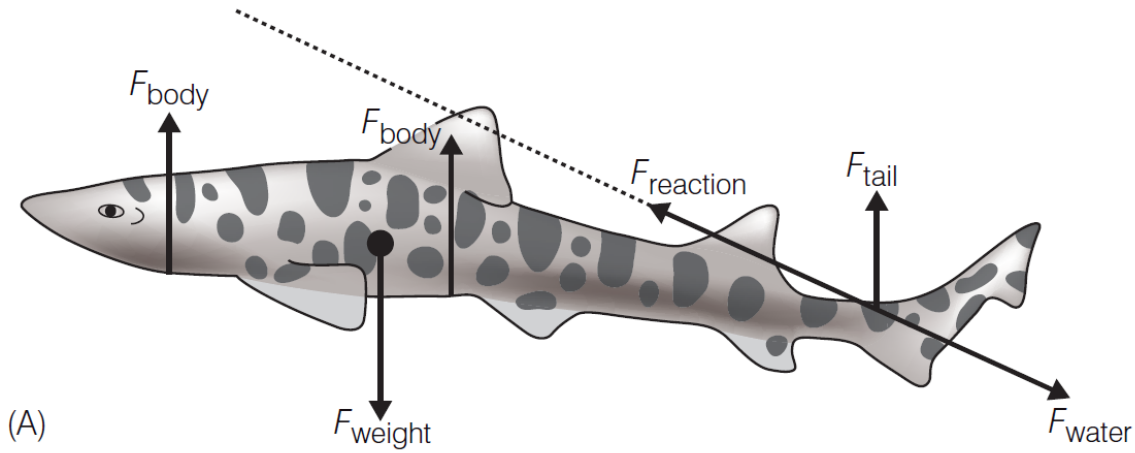
Osificaciones de tendones ubicados en septos intermusculares

Transición Neopterygii - Teleostei

Esqueleto post-cranial

Aleta caudal

Transición Aleta Heterocerca - Homocerca



Caudal fin development *Lepisosteus*

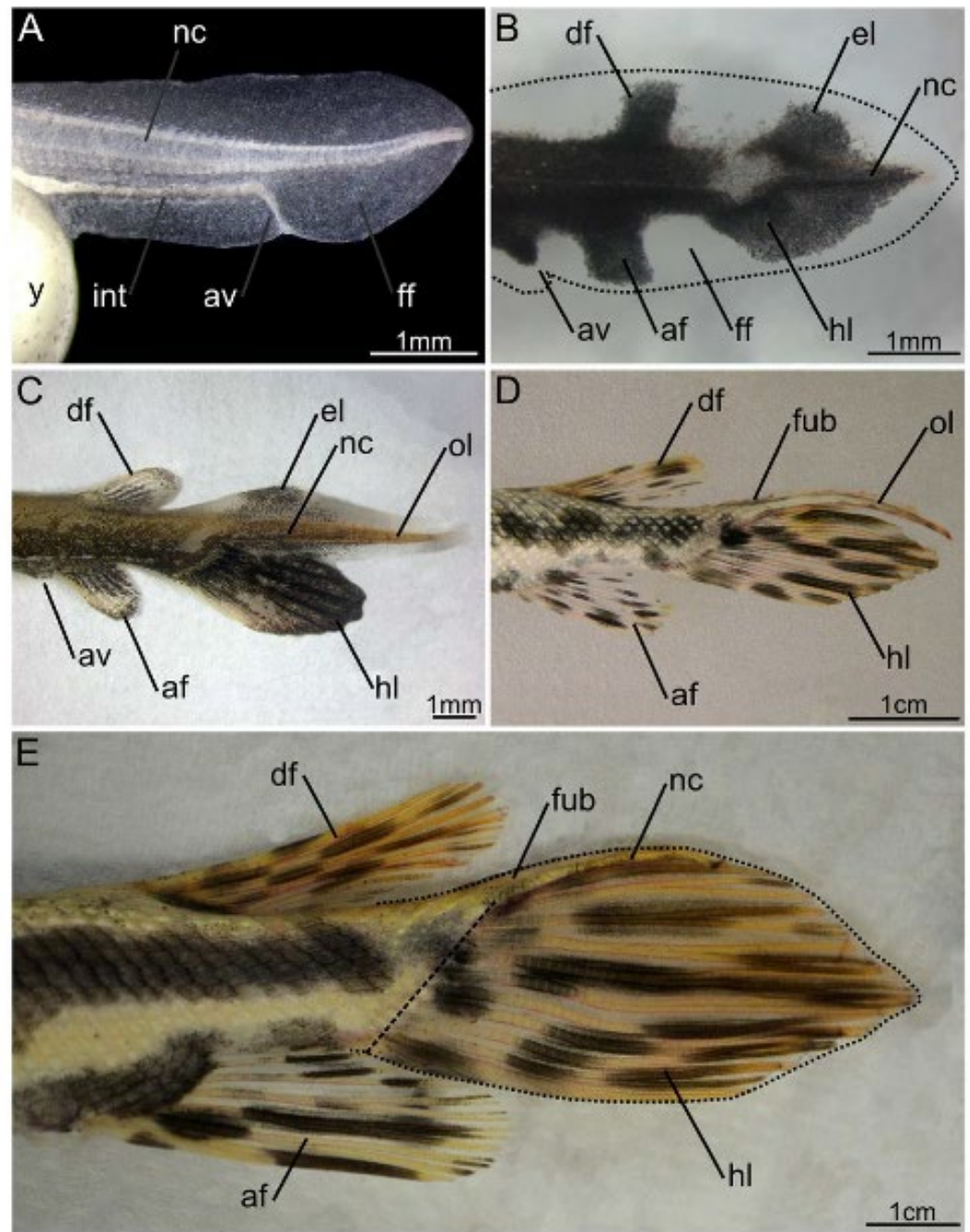
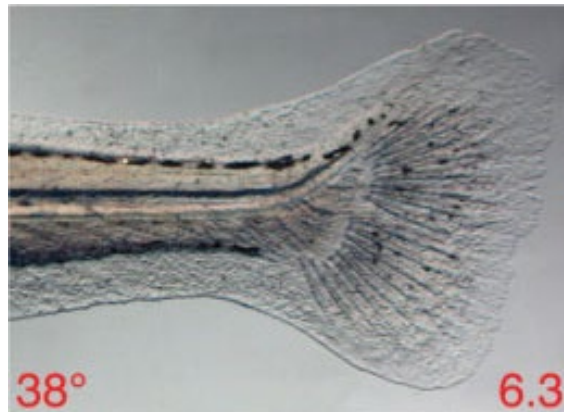
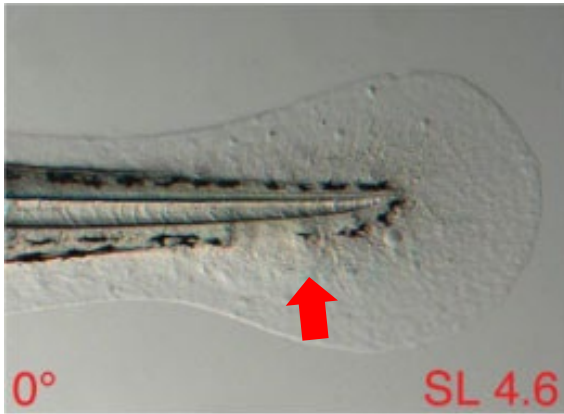


Figure 3. External view of spotted gar caudal fin development.

Teleost caudal fin development



SL: Standard Length [mm]

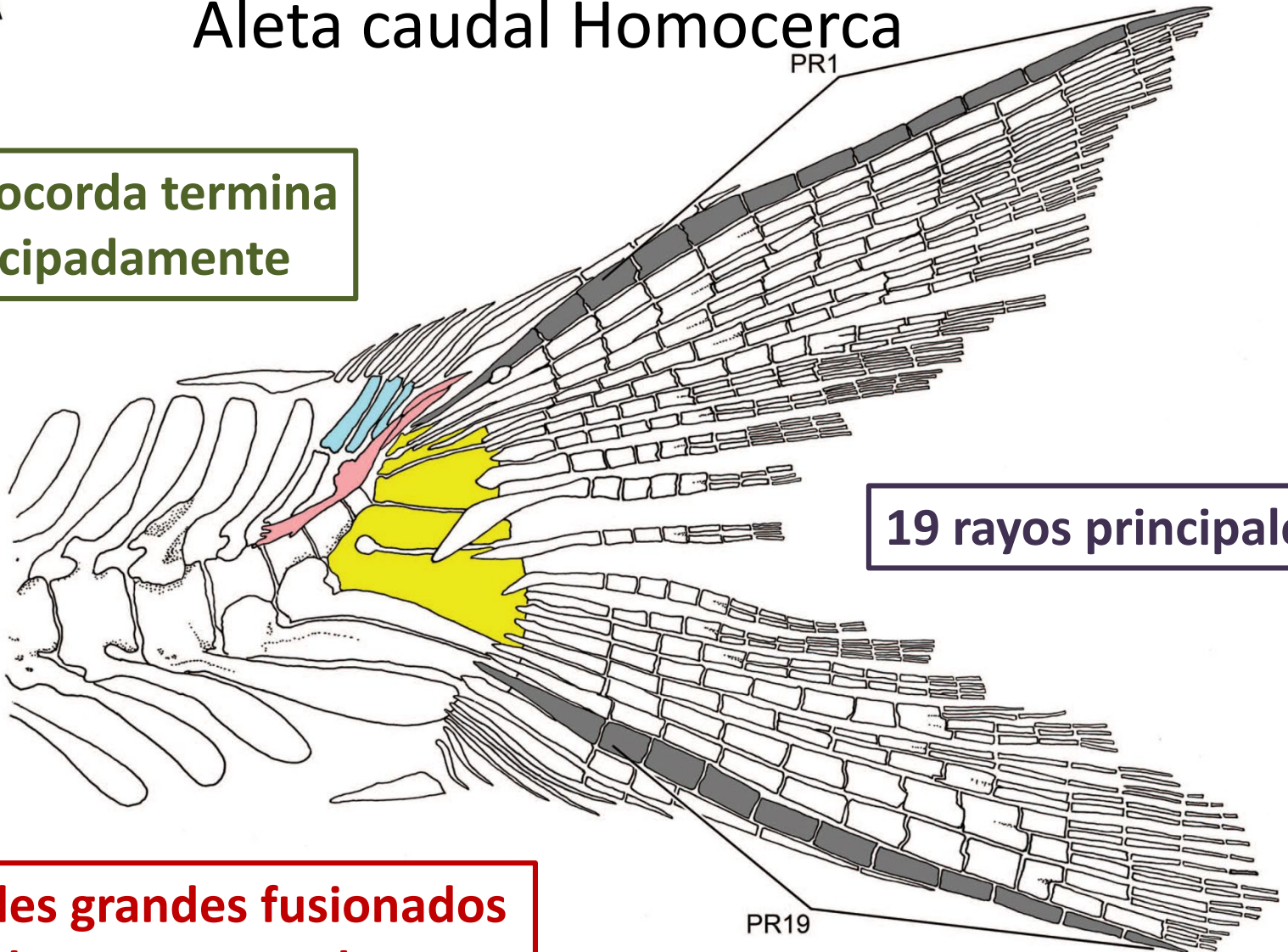
Parichy et al. (2009) *Dev Dyn*

Transición Neopterygii - Teleostei

A

Aleta caudal Homocerca

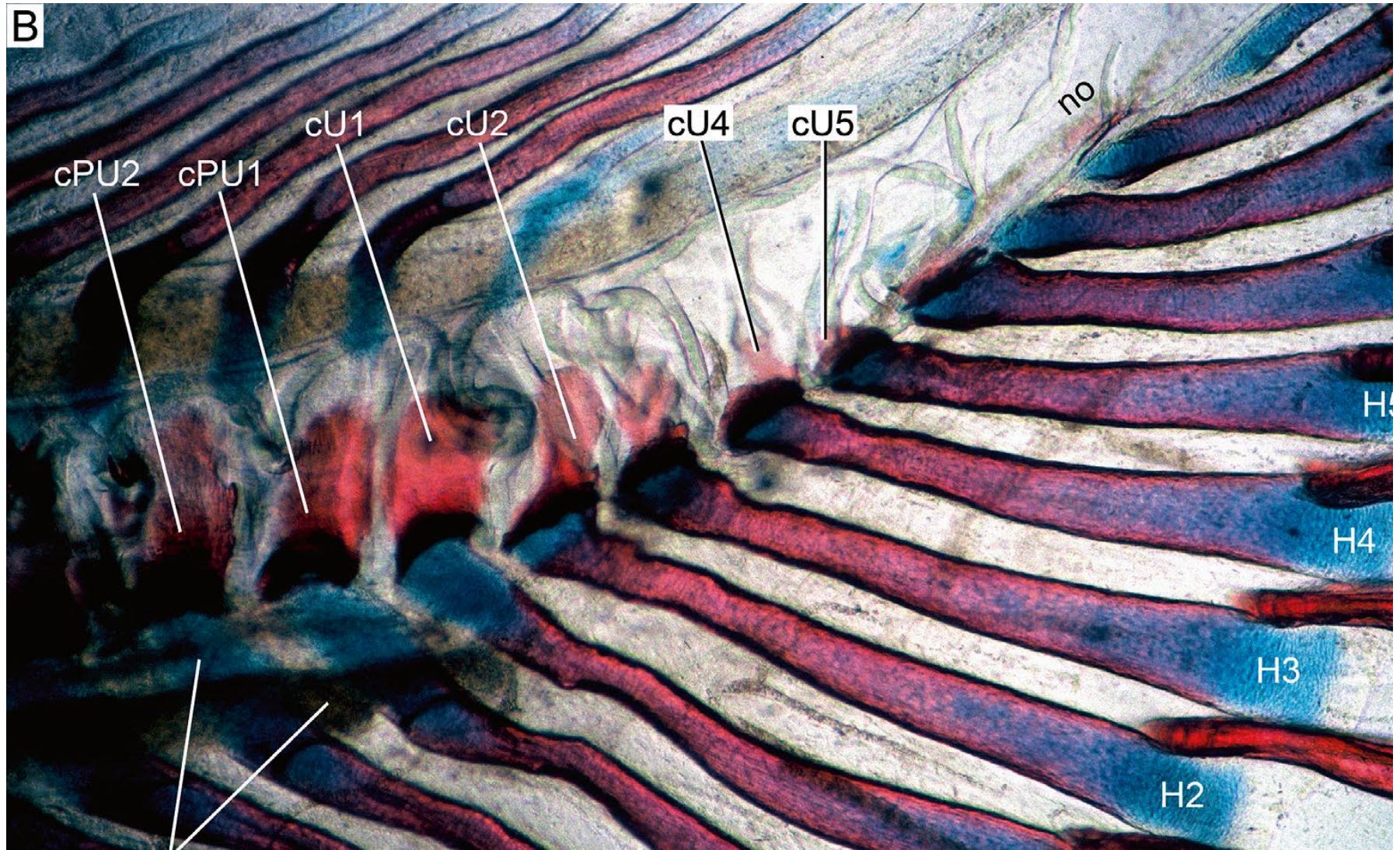
**Notocorda termina
anticipadamente**



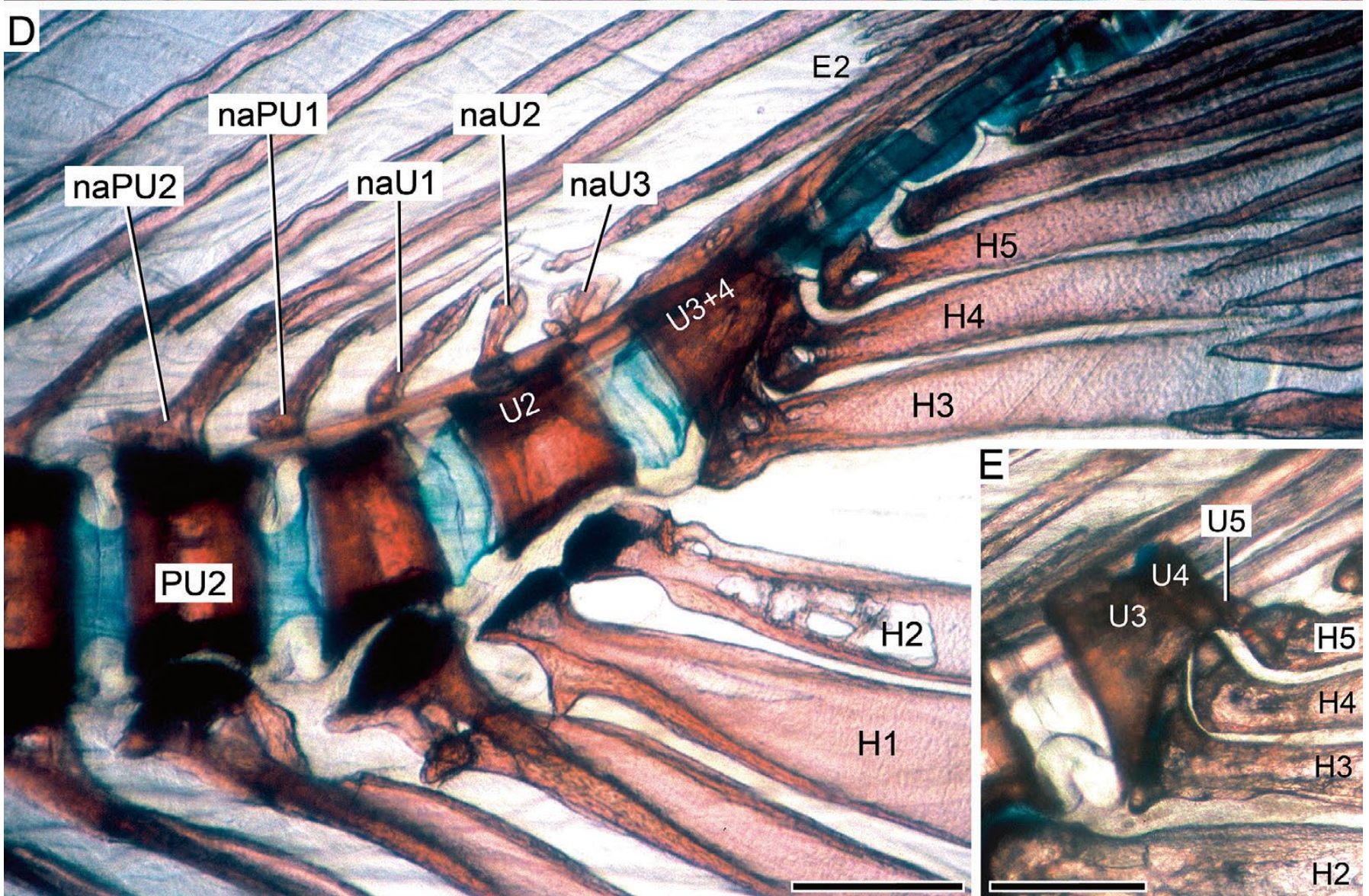
19 rayos principales

**Hipurales grandes fusionados
a dos centros urales**

The polyural caudal skeleton

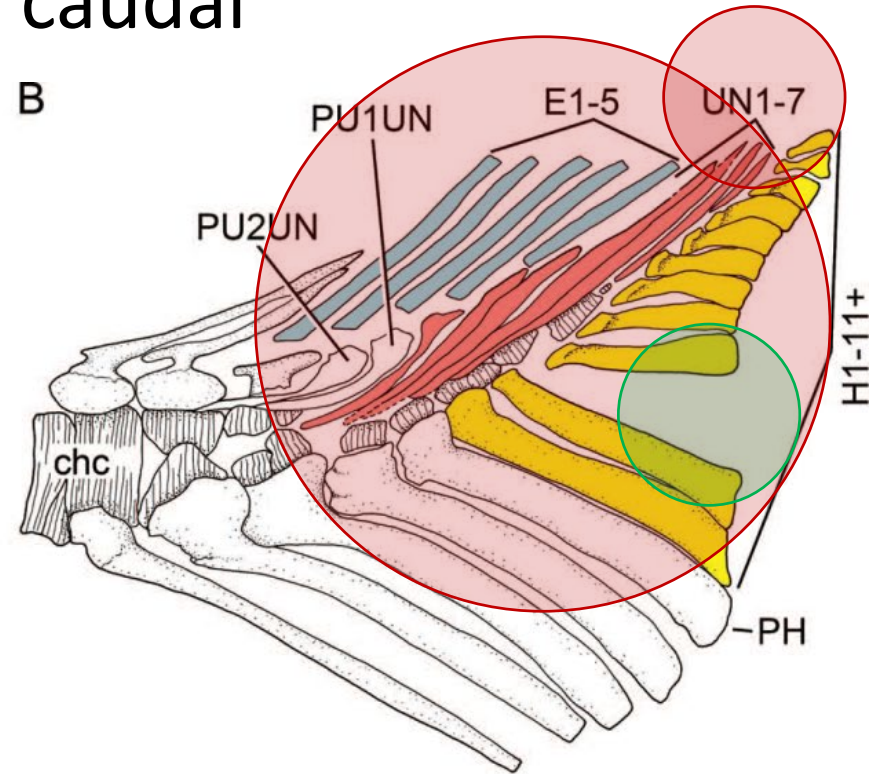
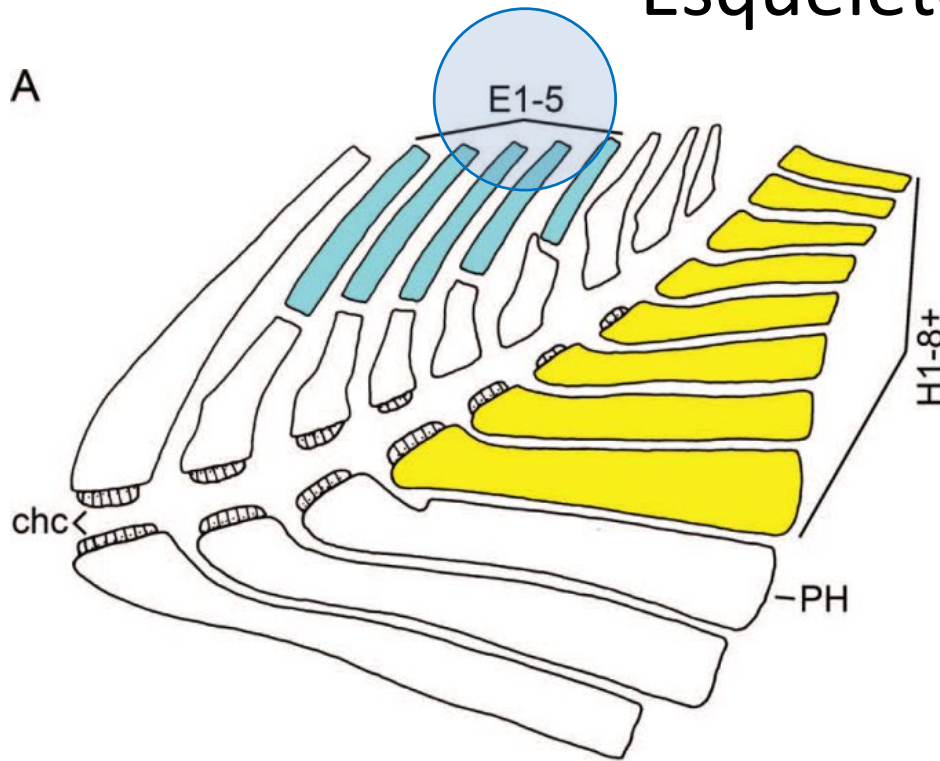


The diurnal caudal skeleton



Transición Neopterygii - Teleostei

Esqueleto caudal



5 o menos Epurales (E)

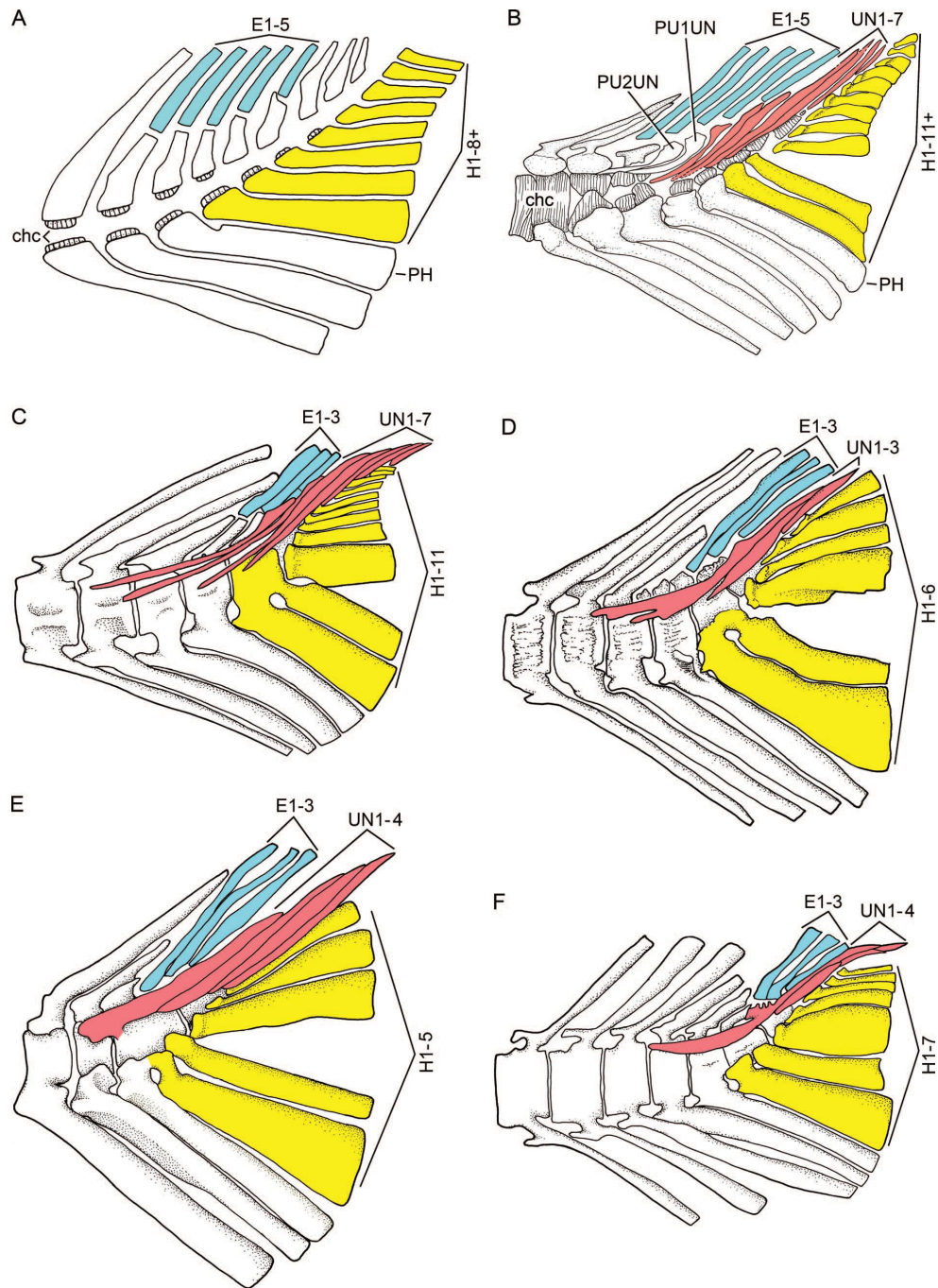
7 o menos Uroneurales (UN)

Diastema entre hipurales dorsales y ventrales

Uroneural (UN)

Arco Neural modificado

Evolución del esqueleto caudal teleosteomorphos



Teleostei Muller, 1845

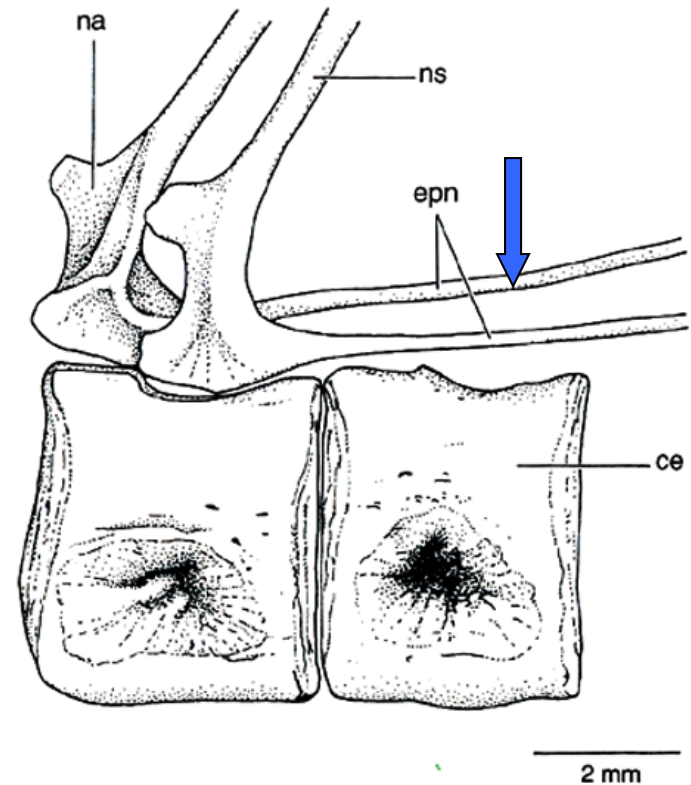
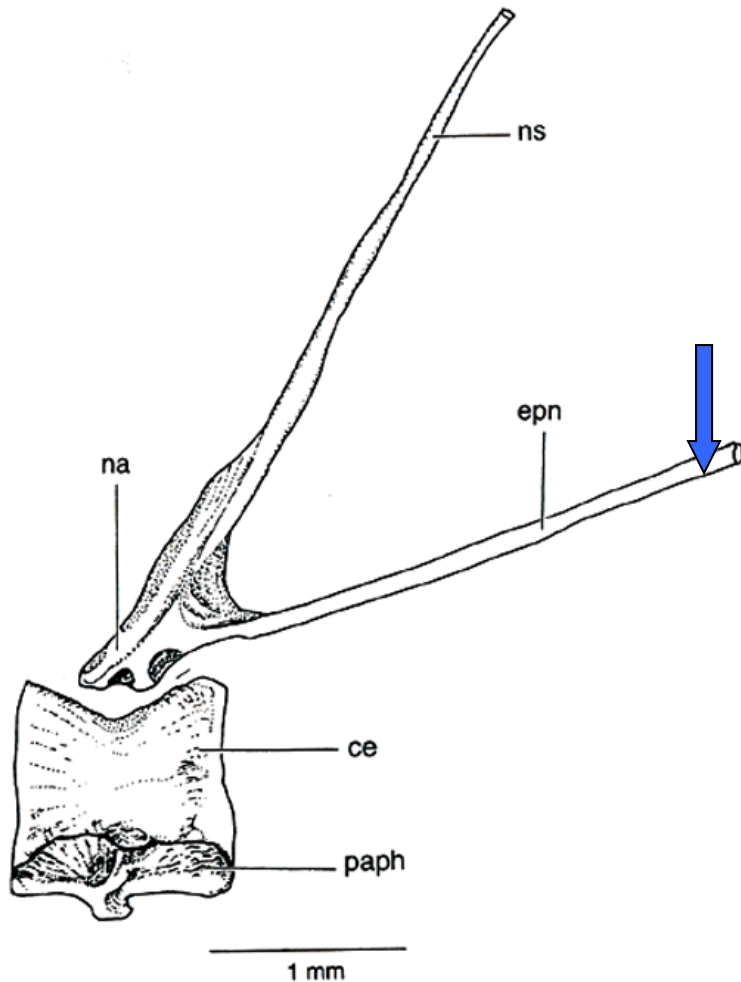
J. Müller (1845) creó la Subclase Teleostei para incluir todos los peces [recientes] que poseen:

[1] huesos intermusculares,

[2] dos válvulas arteriales en el cono arterioso del corazón, y

[3] que carecen de músculos en la posición basal de la aorta ventral.

[1] huesos intermusculares (por ejemplo, epineurales)

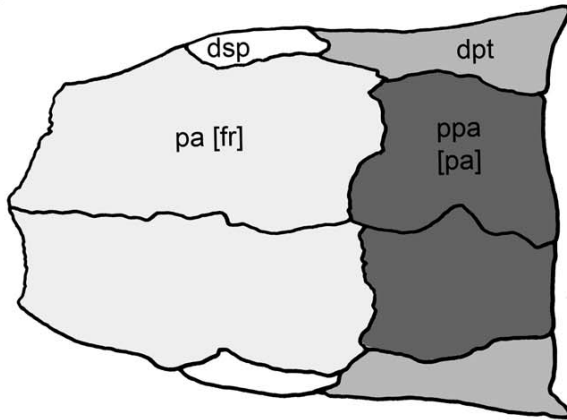


¿Qué otros caracteres soportan la monofilia de Teleostei?

Transición Neopterygii - Teleostei

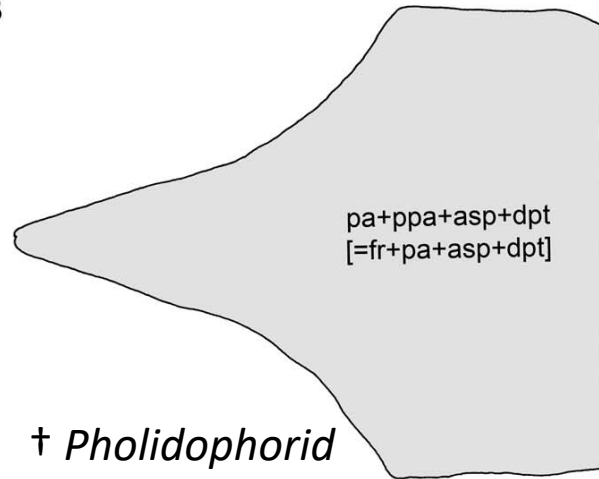
Modificaciones craneales

A



Amia calva
(Holósteo)

B

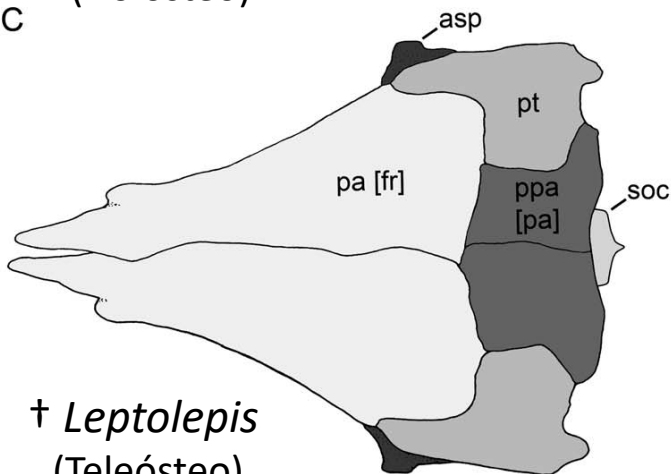


† *Pholidophorid*
(Teleósteo)

Forma del
Parietal

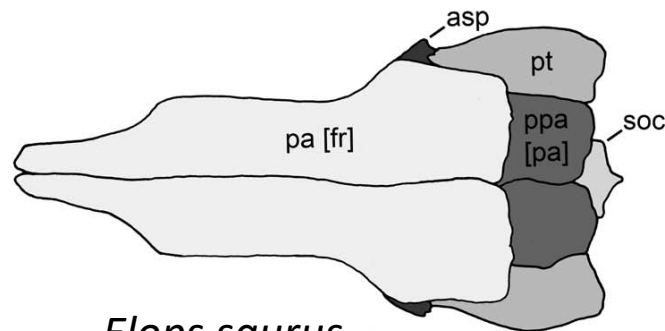
Supraoccipital

C



† *Leptolepis*
(Teleósteo)

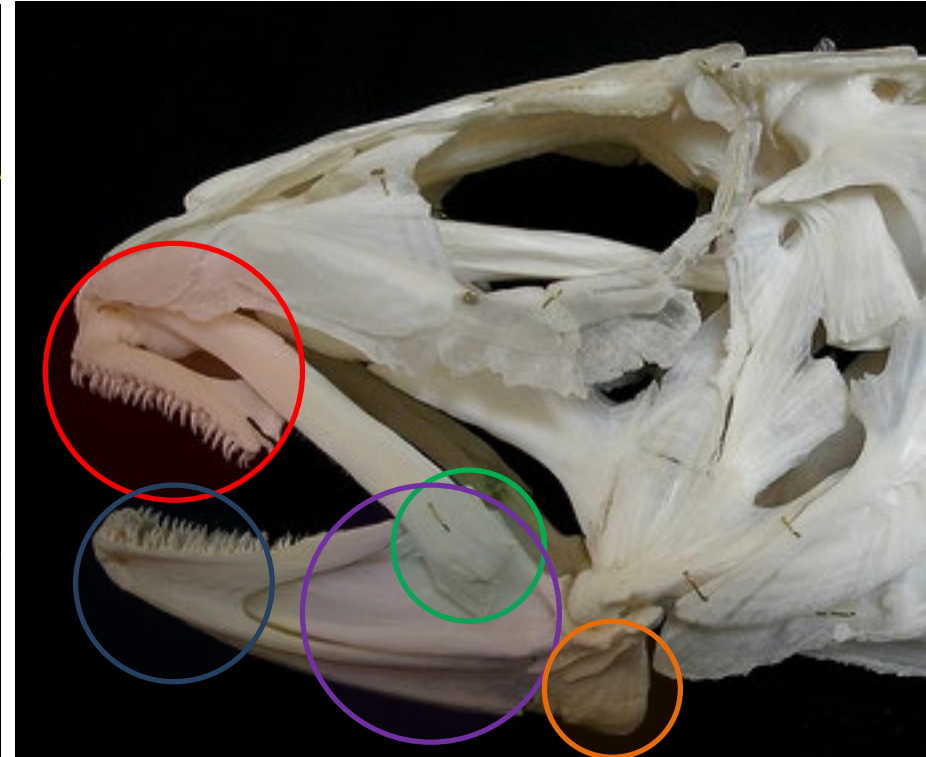
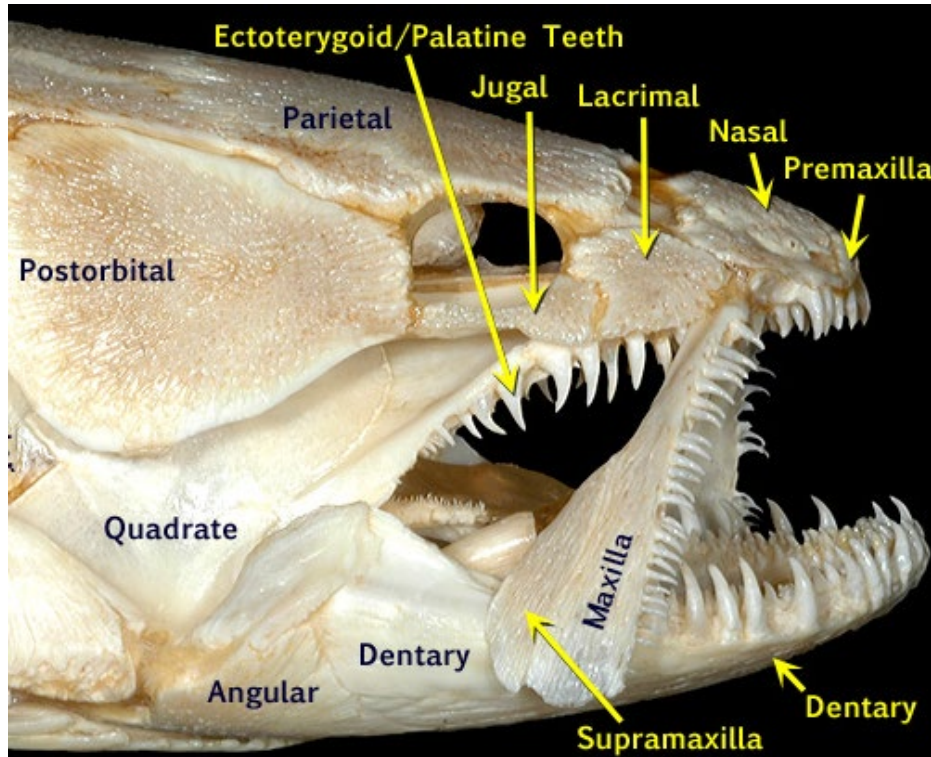
D



Elops saurus
(Teleósteo)

Transición Neopterygii - Teleostei

Modificaciones mandibulares



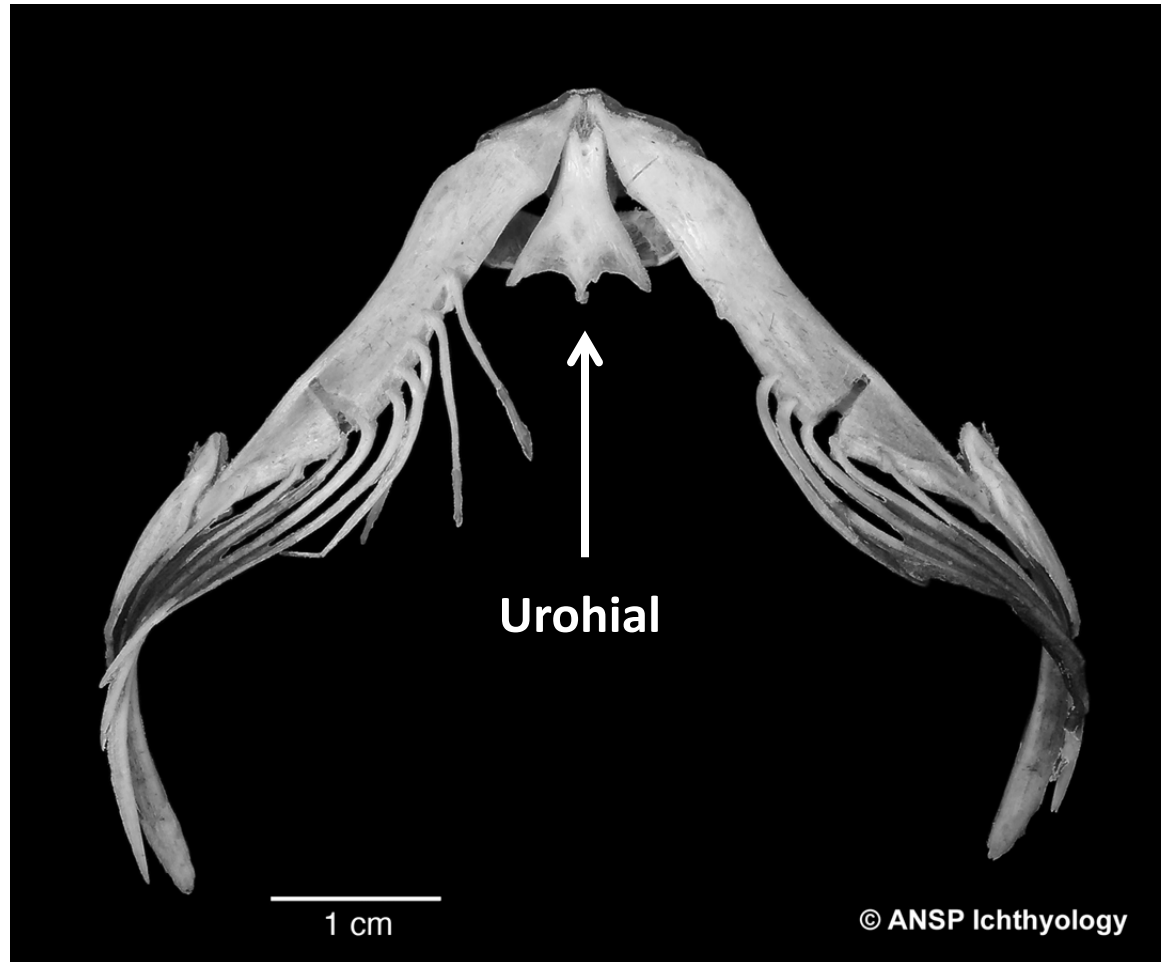
Premaxila móvil **Dentario corto**

**Proceso coronoides
surangular/angular**

Pérdida (*par, cor, sang*) y Fusión de huesos (*ar, ang, rar*)

Transición Neopterygii - Teleostei

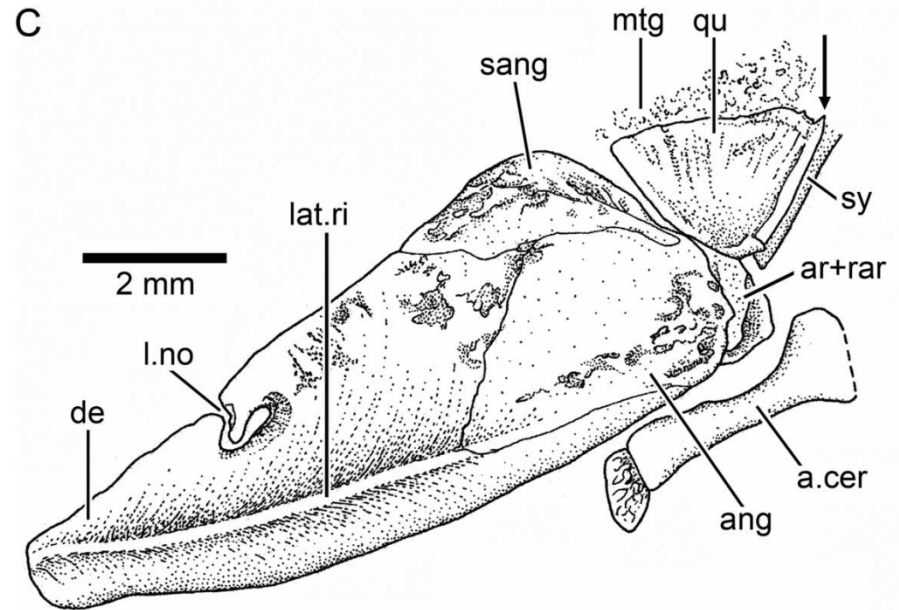
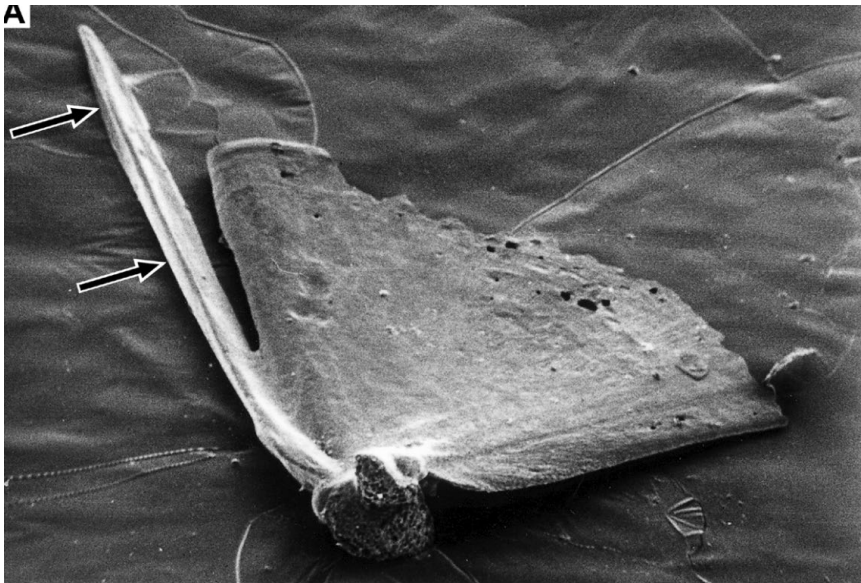
Urohial



Osificación de tendón del músculo sternohioideo
(arco hioideo – cintura pectoral)

Transición Neopterygii - Teleostei

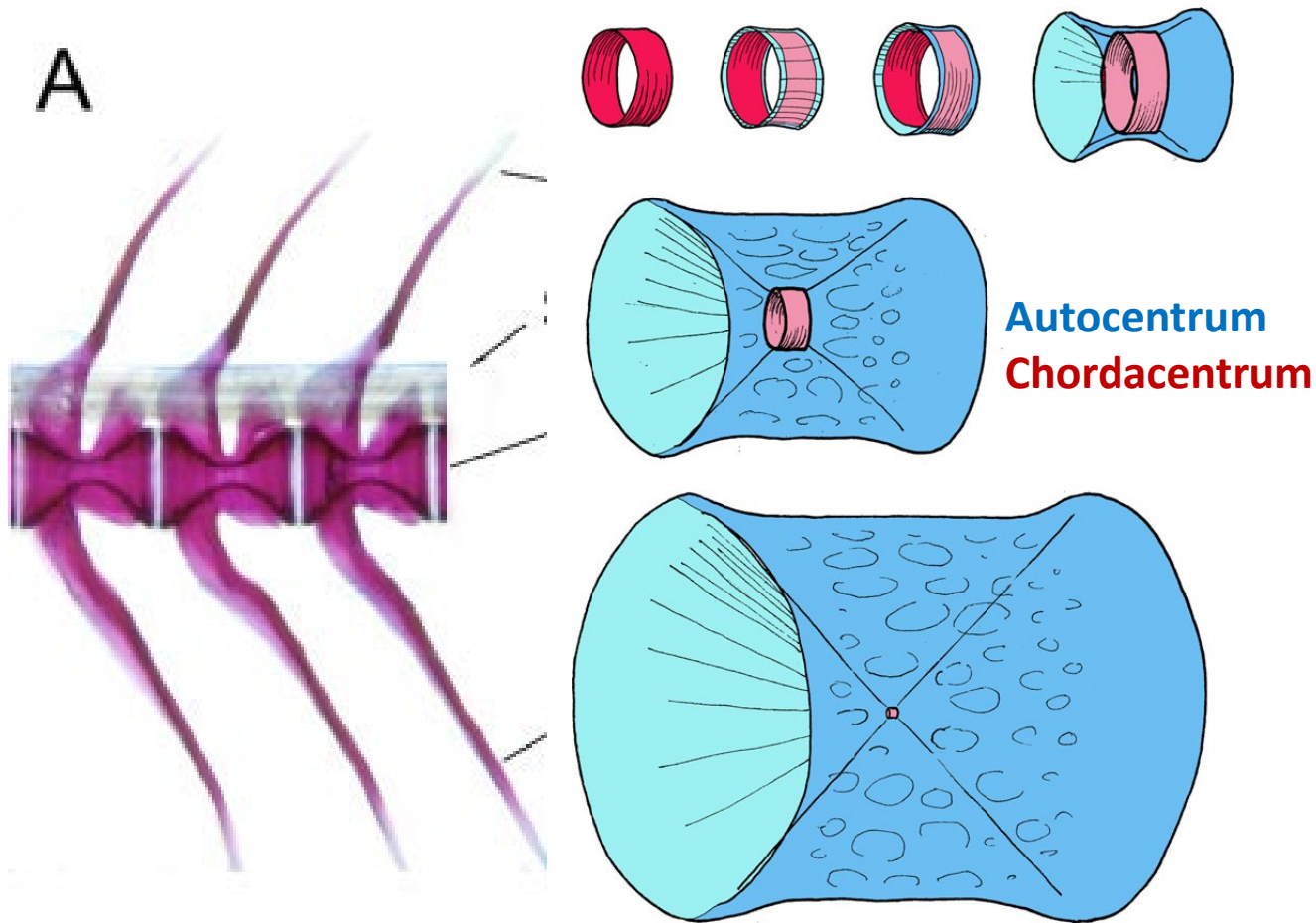
Proceso Postero-Ventral del Cuadrado



Sinapomorfía más inequívoca de teleósteos

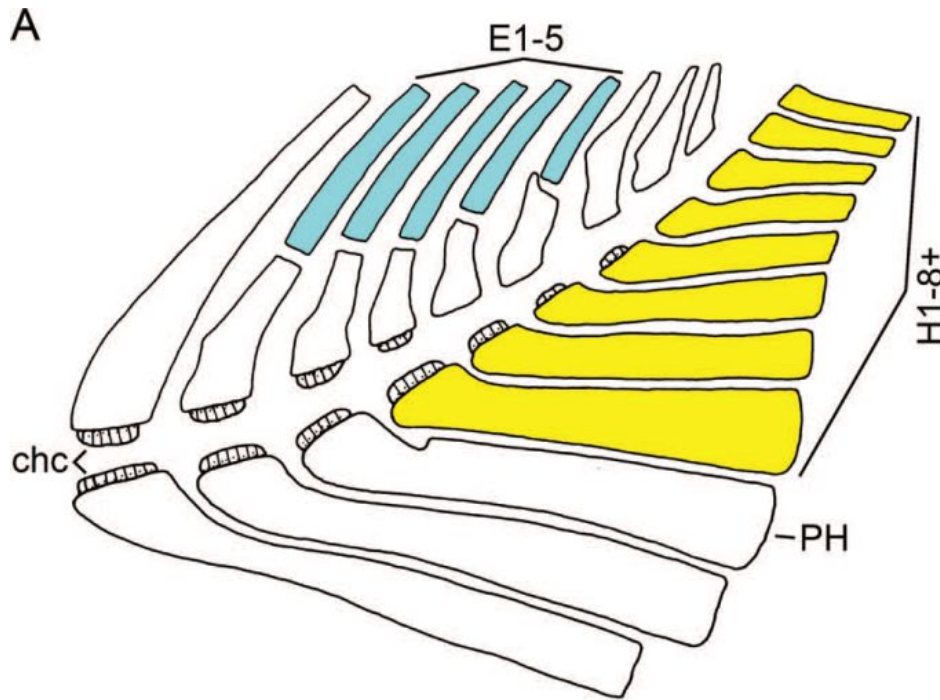
Sinapormorfía teleósteos:

Autocentrum – Hourglass-shaped centrum



Transición Neopterygii - Teleostei

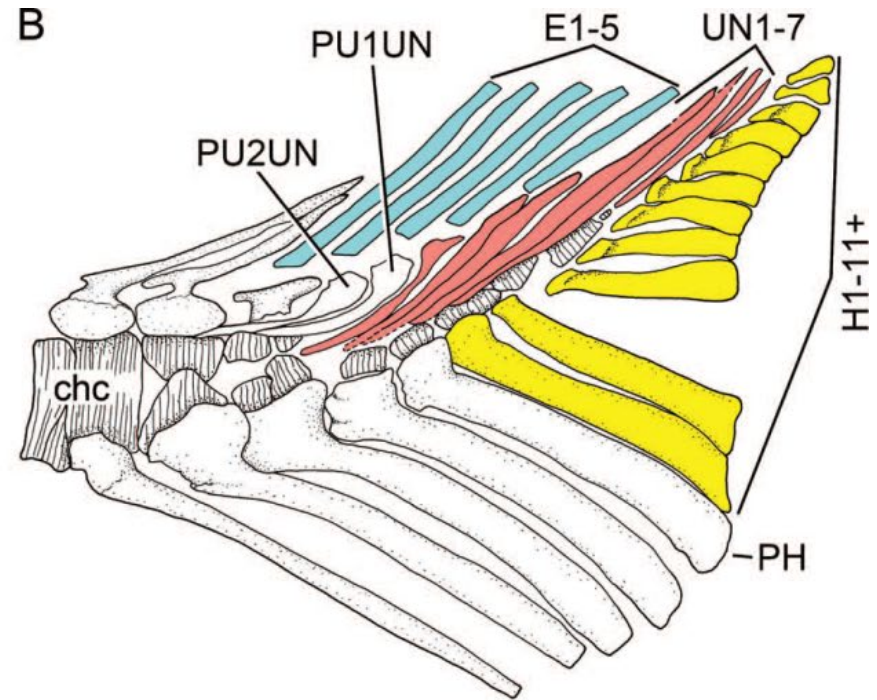
Esqueleto caudal



5 o menos Epurales (E)

7 o menos Uroneurales (UN)

Diastema entre hipurales dorsales y ventrales



Uroneural (UN)

Arco Neural modificado

Transición Neopterygii - Teleostei

Resumen

Avances en la alimentación por **succión** (premaxila, urohial)

Exoesqueleto más **liviano** (escamas cicloideas)

Endoesqueleto más **resistente** (autocentro y huesos intermusculares)

Aleta **caudal** poderosa (uroneurales, hipurales)

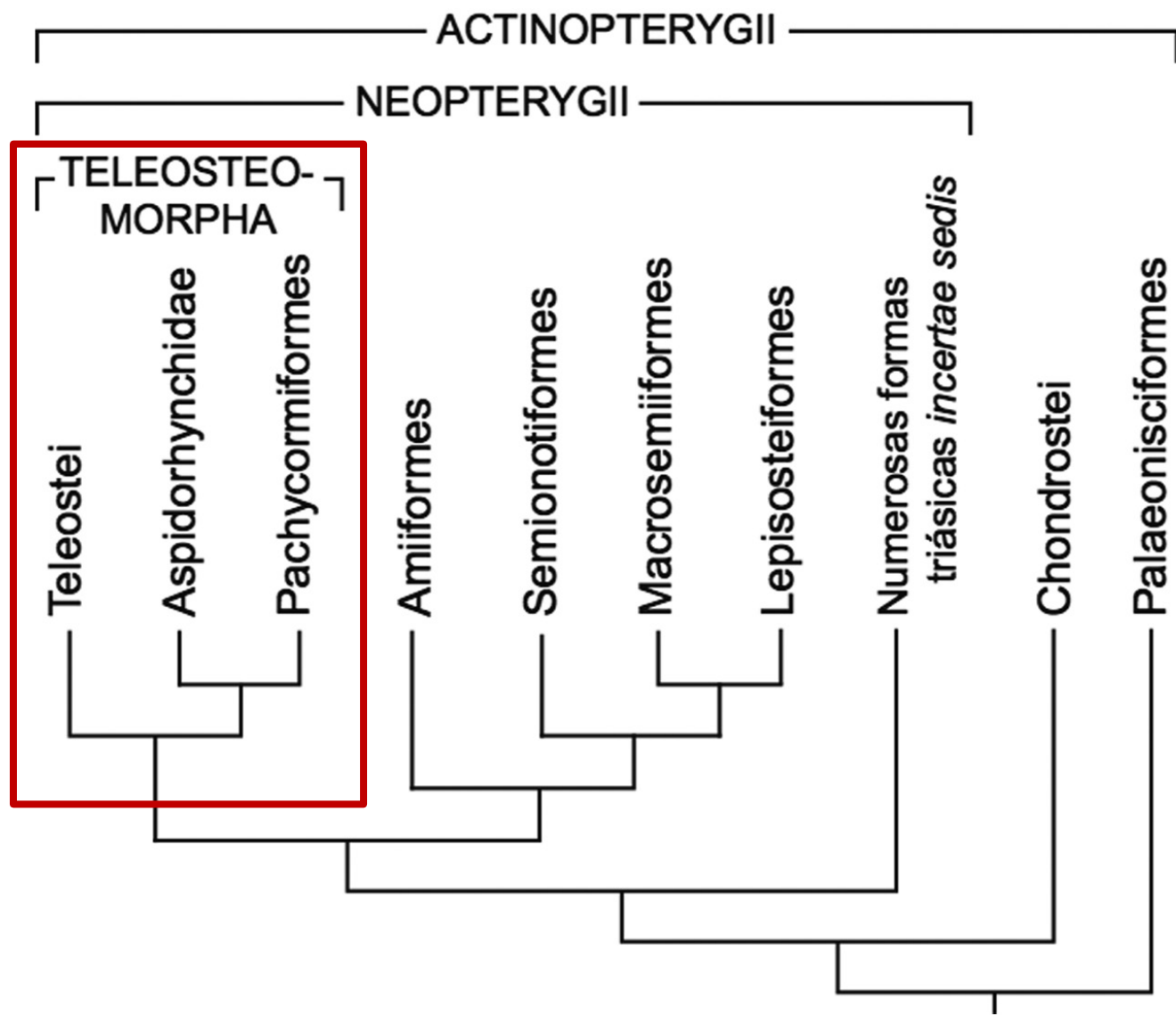


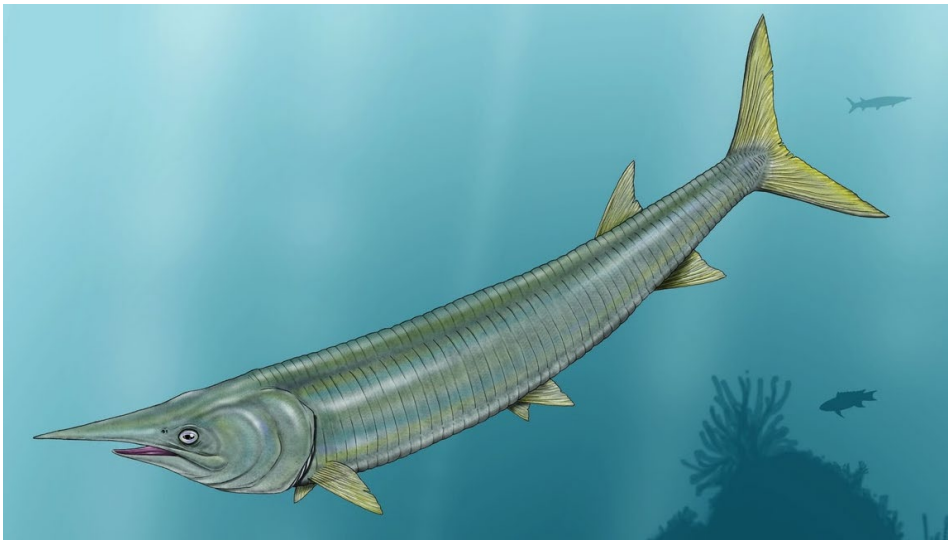
FIGURA 2. Hipótesis abreviada de las relaciones filogenéticas de ciertos clados de Actinopterygii basada en Arratia (2001), Grande (2010) y Betancur-R. *et al.* (2013). Los polypteriformes no fueron incorporados en la ilustración.

Teleosteomorpha Arratia, 2001

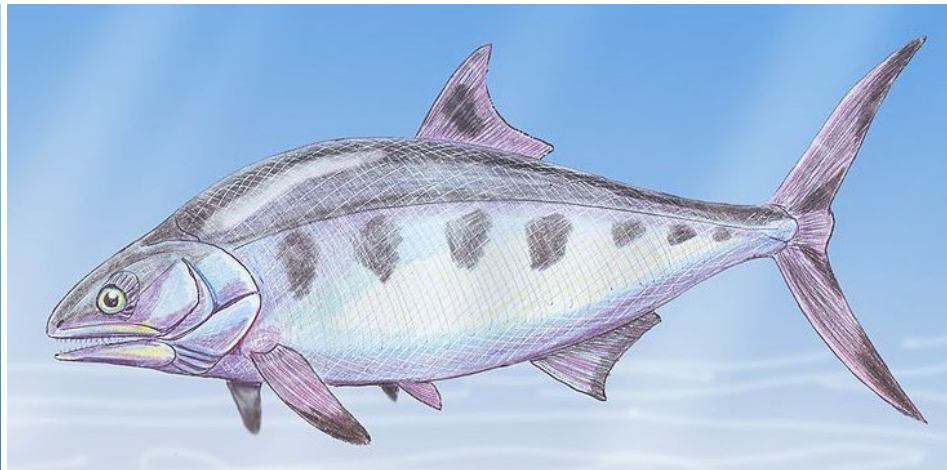
Teleostei

†Aspidorhynchiformes

†Pachycormiformes



Aspidorhynchiformes



Pachycormiforme

†Aspidorhynchiformes

(Jurásico medio-Cretácico tardío) Distribución mundial

Registro chileno

Cabeza **proyectada anteriormente**

Cuerpo **largo y estilizado**

Escamas **anchas y cortas**



†*Pseudovinctifer chilensis* Arratia, 2015

Cretácico inferior, Calama



†*Belonostomus longirostris* Lambe, 1902

Formación Quiriquina, Valparaíso

†Pachycormiformes

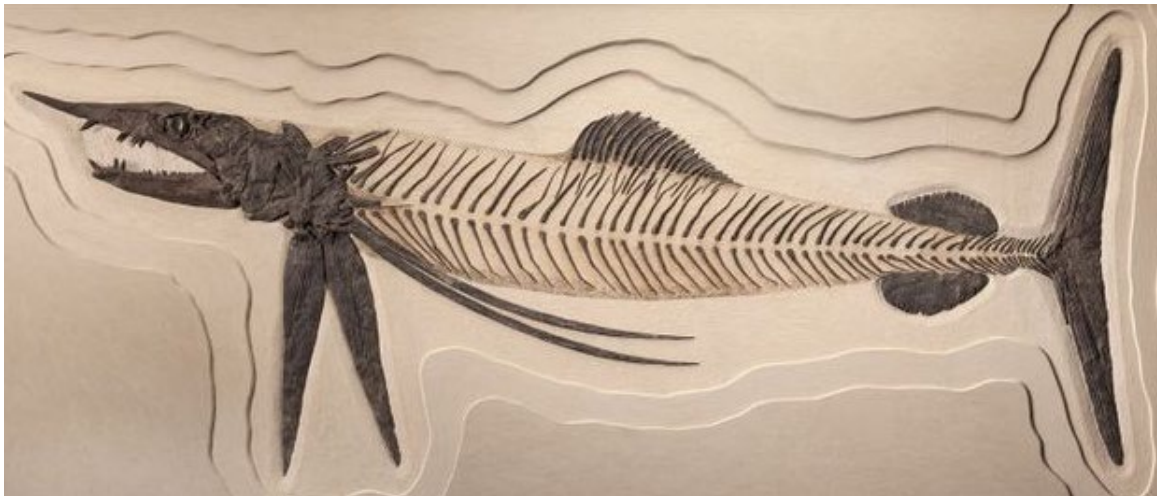
(Triásico tardío-Cretácico tardío) Distribución mundial

Similares a los atunes externamente

Aleta caudal poderosa y fuertemente furcada

Aleta pectoral en forma de cimitarra

Aleta pelvica reducida o ausente



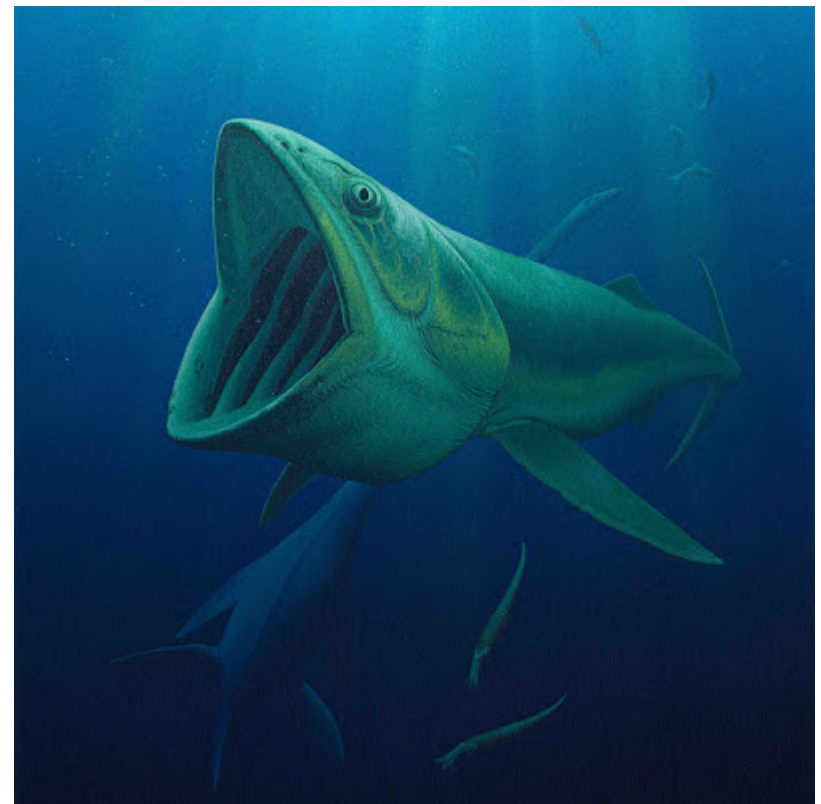
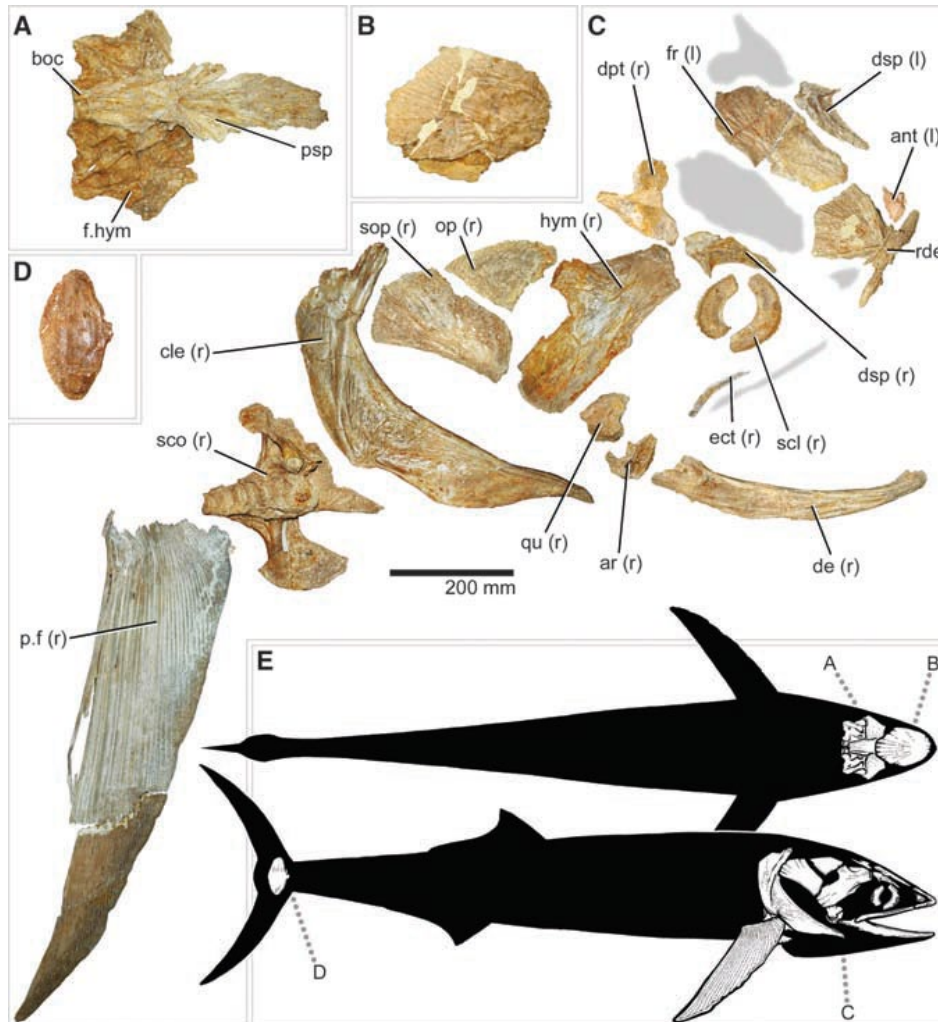
Protosphyraena

†Pachycormiformes

Peces filtradores Mesozoicos (Jurásico Medio- Cretácico Tardío)

Estimado de **12** metros de largo
(*Leedsichthys problematicus*)

Distribución mundial



Bonnerichthys gladius

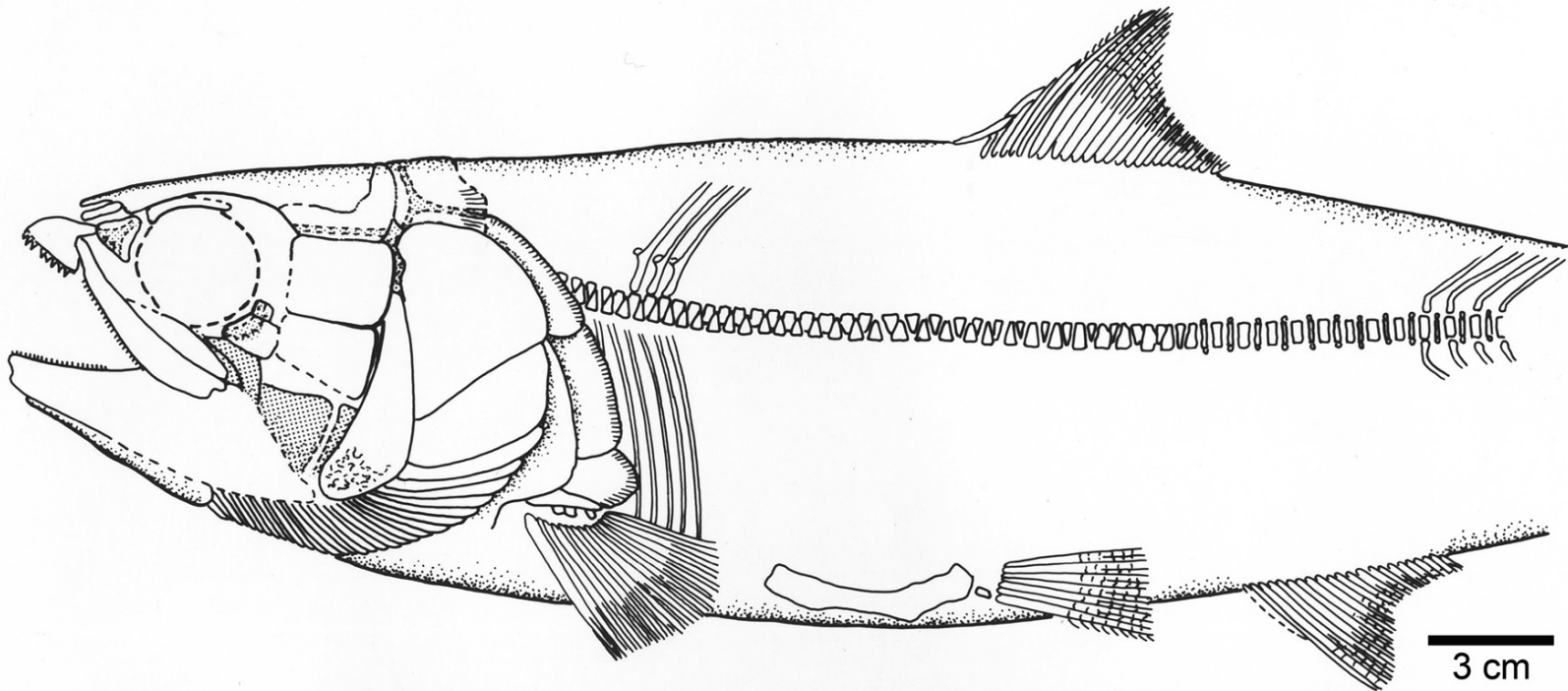
†Pachycormiformes

Registro Chileno

Sugeridos **restos** de †*Leedsichthys* aff. *problematicus*
en el **Jurásico Tardío** de la **Cordillera de Domeyko**.

†*Atacamichthys greeni* Arratia y Schultze, 1987
Jurásico superior, Cordillera de Domeyko

Combinación de **caracteres única**, con **similitudes** entre **Amiiformes** y **Teleósteos**, posible Teleostomorfo basal.



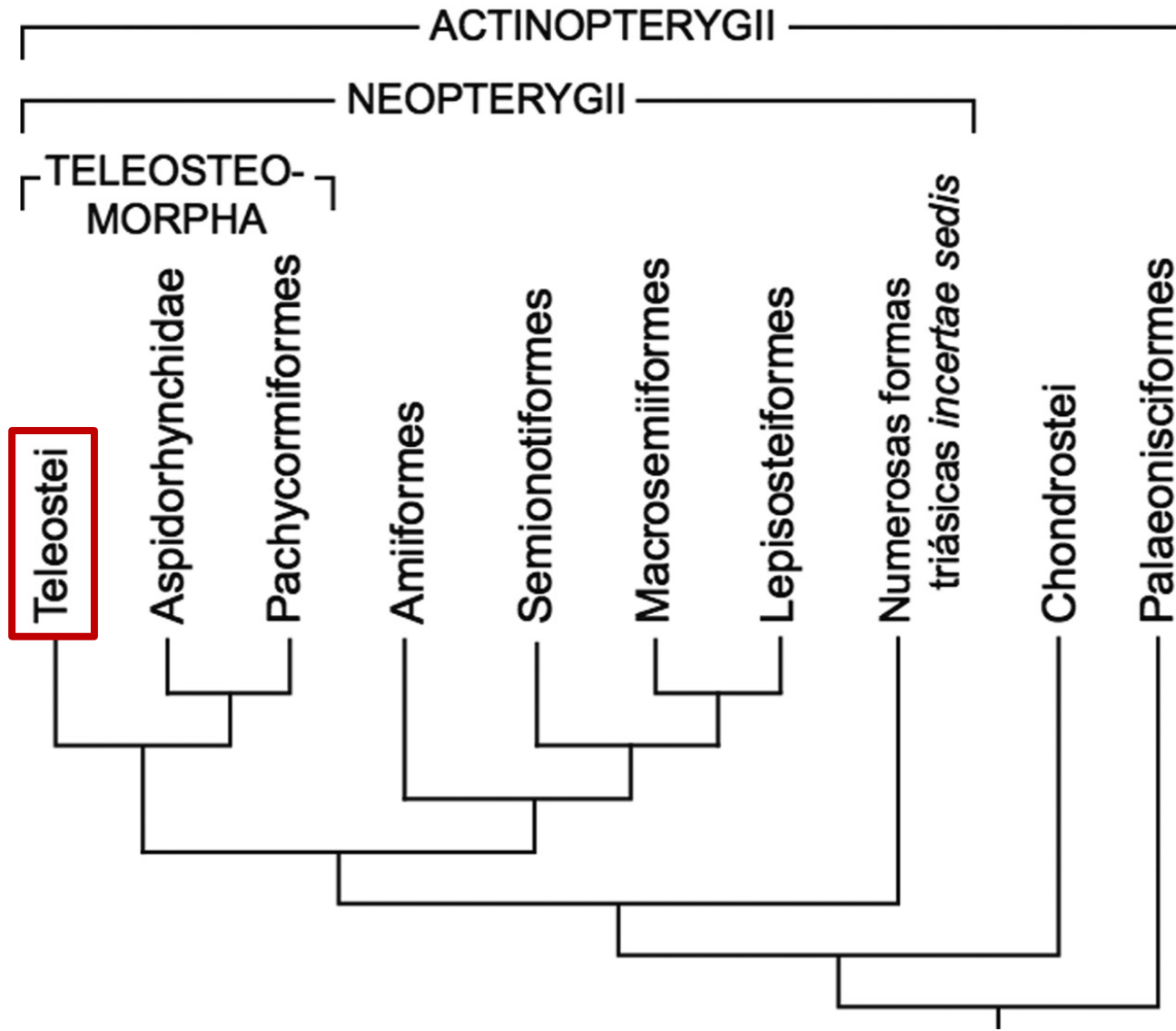
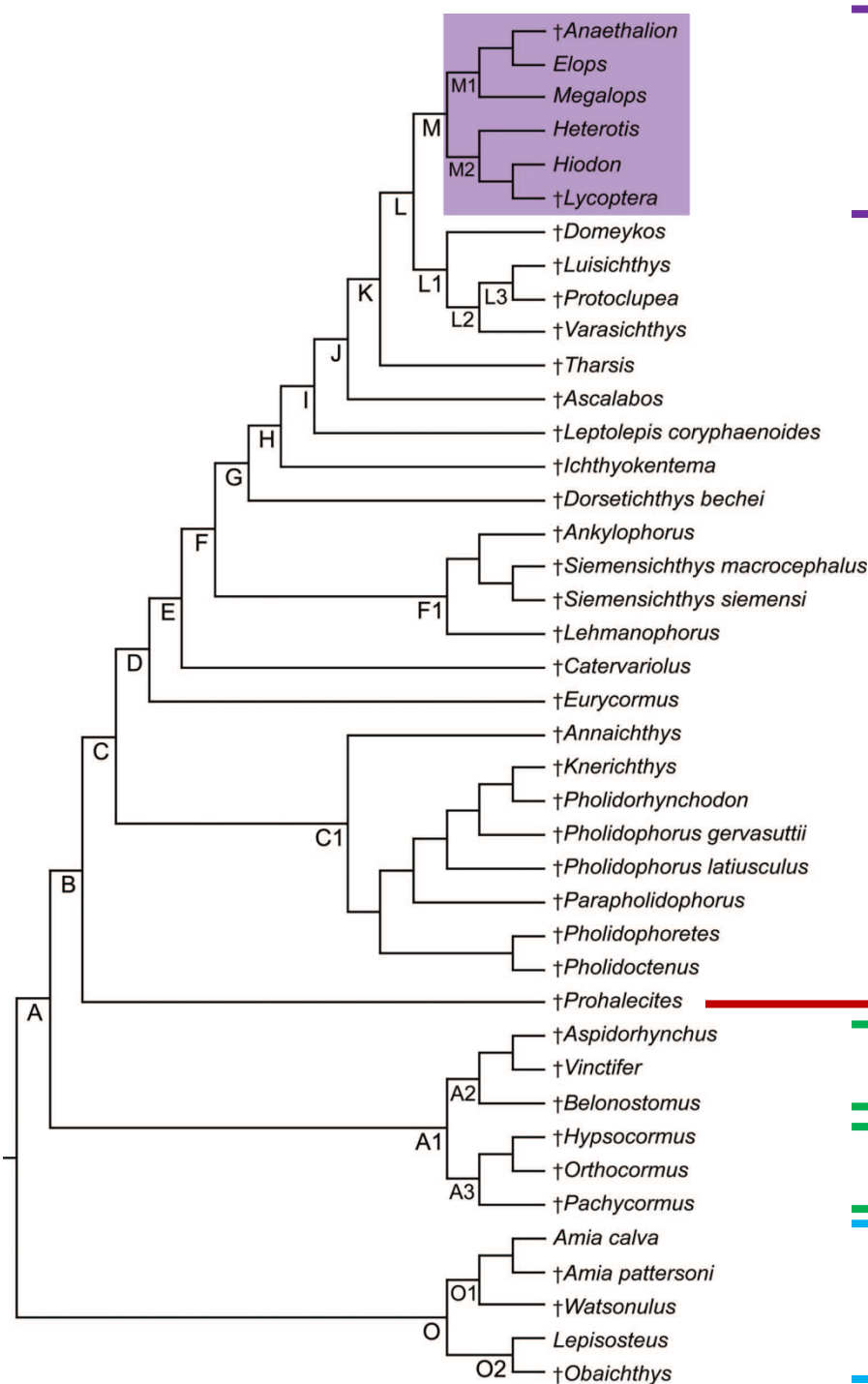


FIGURA 2. Hipótesis abreviada de las relaciones filogenéticas de ciertos clados de Actinopterygii basada en Arratia (2001), Grande (2010) y Betancur-R. *et al.* (2013). Los polypteriformes no fueron incorporados en la ilustración.

Teleósteos corona

Filogenia Teleostei

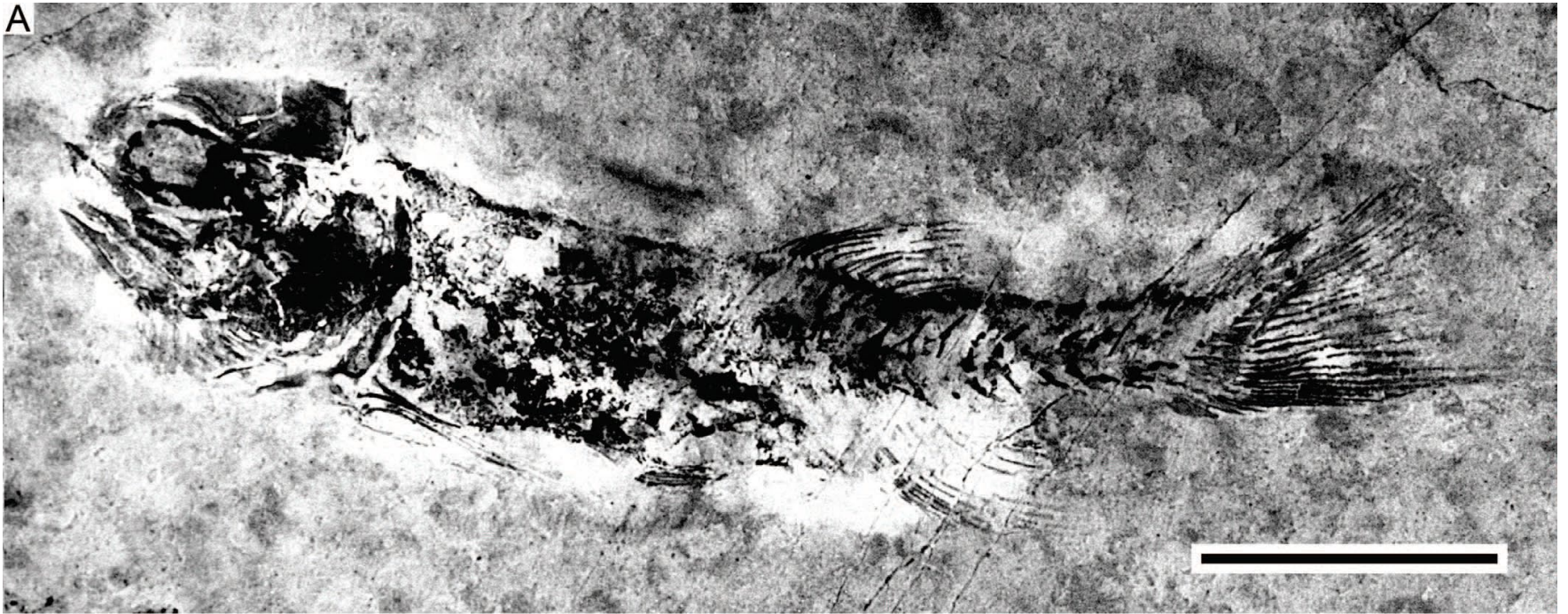


†Aspidorhynchiformes

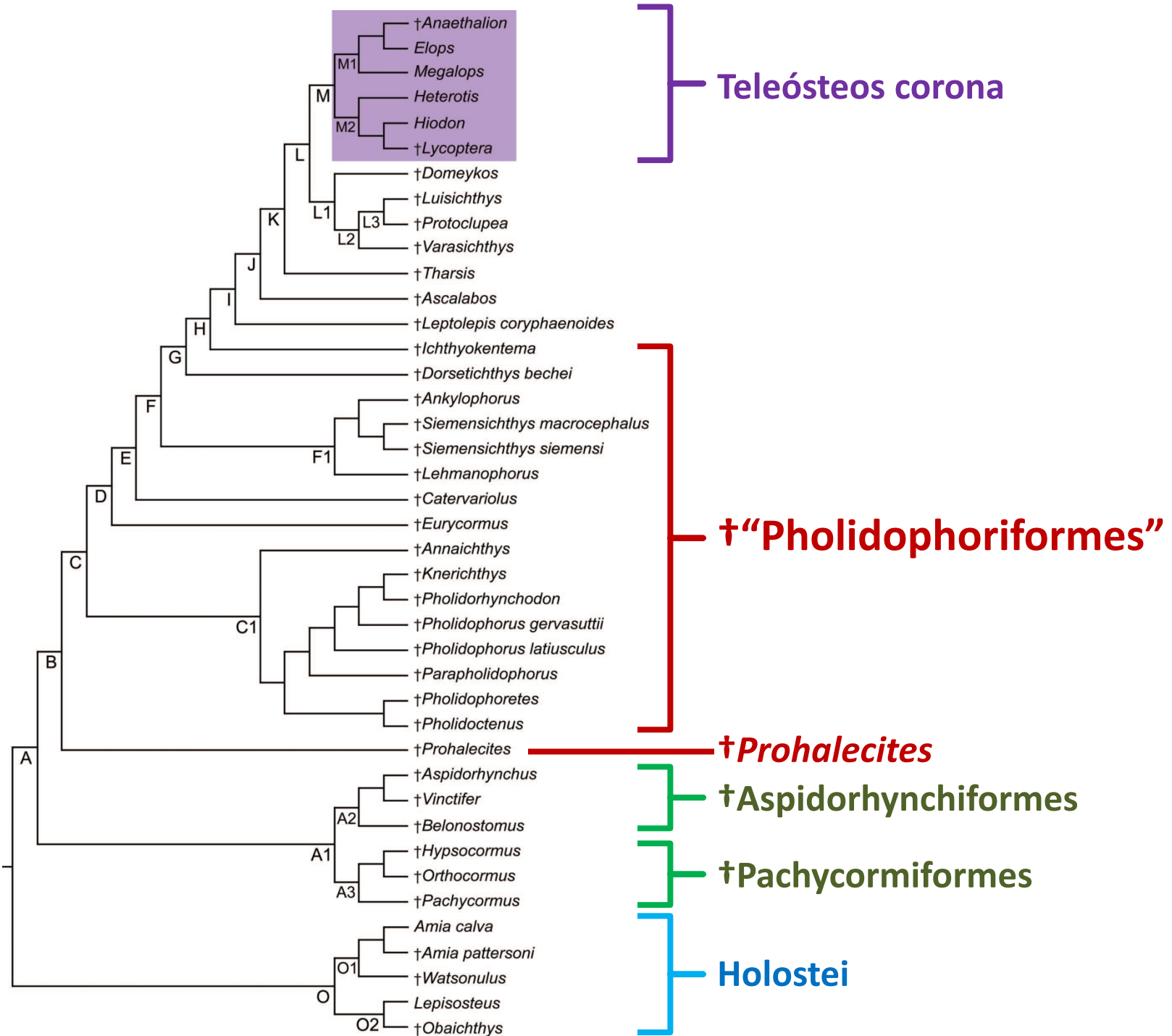
†Pachycormiformes

Holostei

240 Ma (Triásico Medio)
†*Prohalecites porroi*, Italia



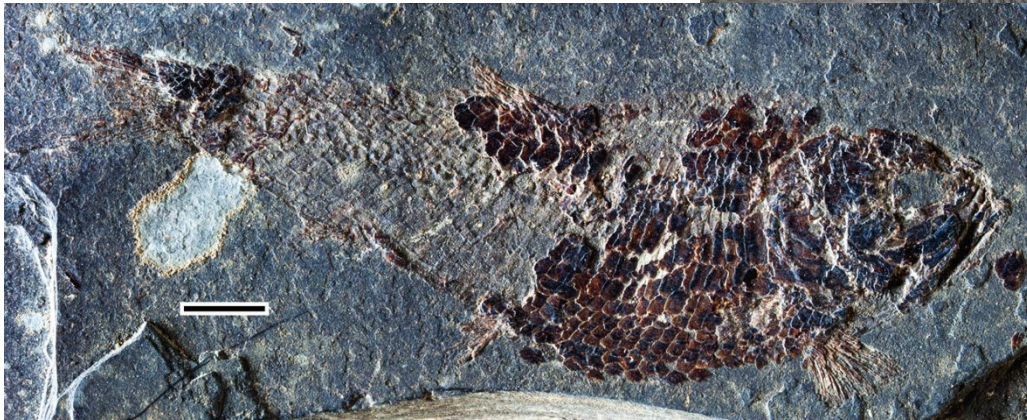
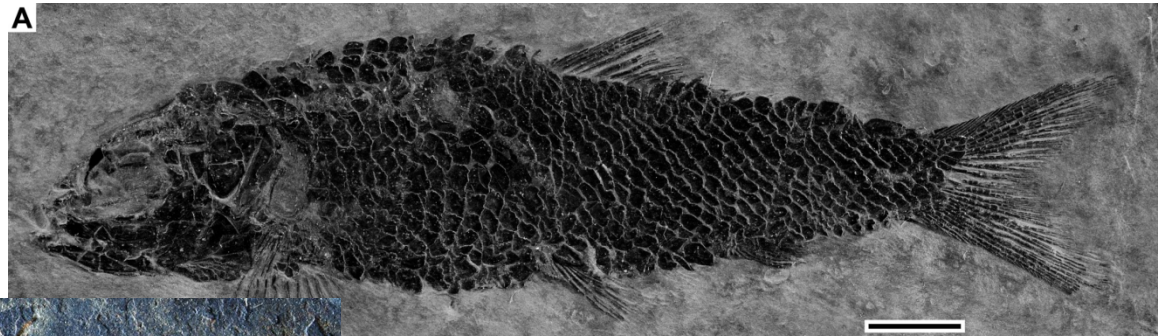
Stem Teleósteo más antiguo conocido



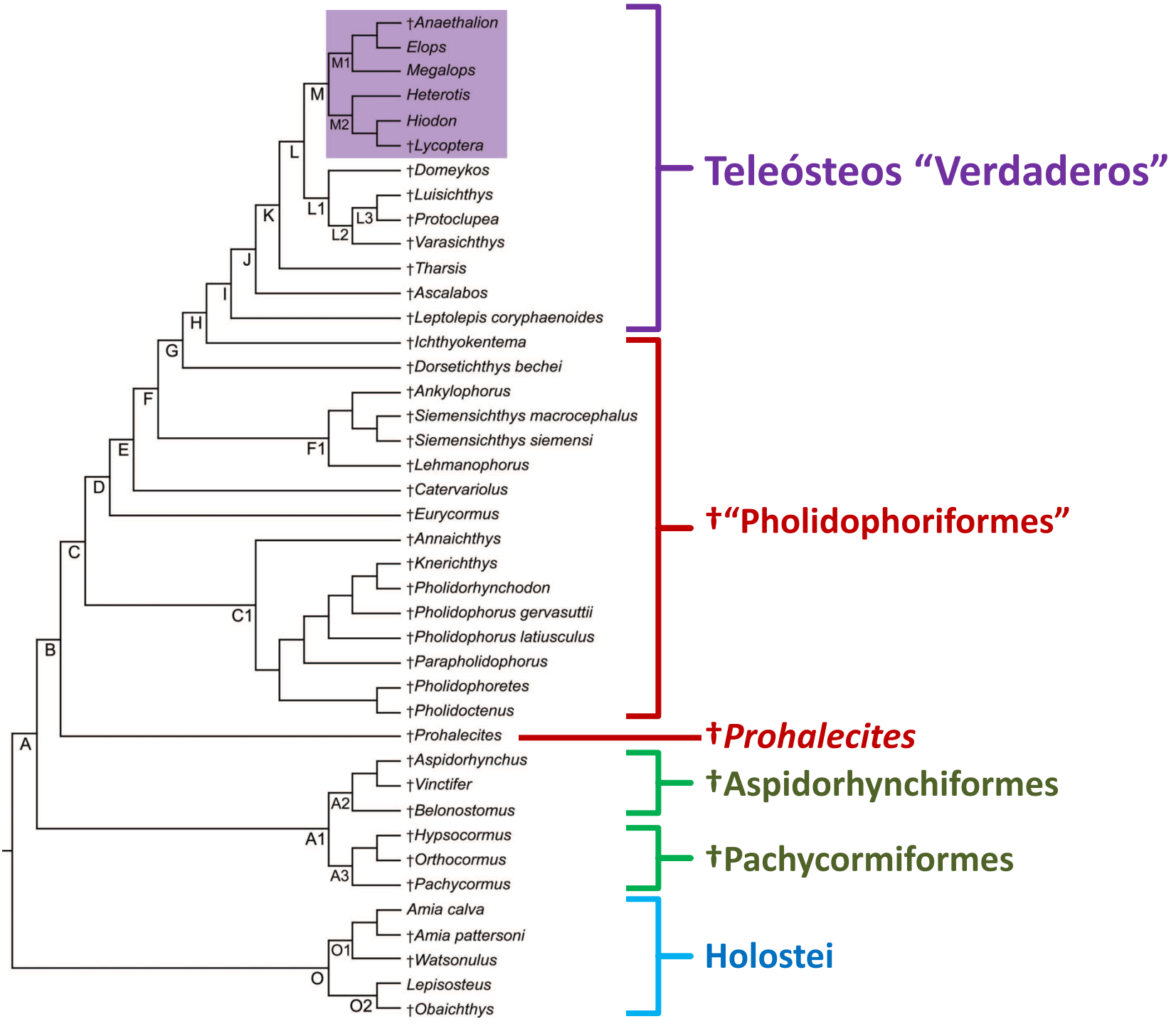
270 Ma

(Triásico Tardío-Cretácico Temprano)

†*Pholidophoridae*, Europa



Radiación Tríasica



Jurásico Temprano

Teleósteos “verdaderos”

Gran diversidad de teleósteos (†*Leptolepis coryphaenoides* y otros †leptolépidos jurásicos)

Similitud con teleósteos recientes primitivos

(ej. sardinas, tarpones, anchovetas)



†*Leptolepis*

Teleósteos “verdaderos”

Registro chileno

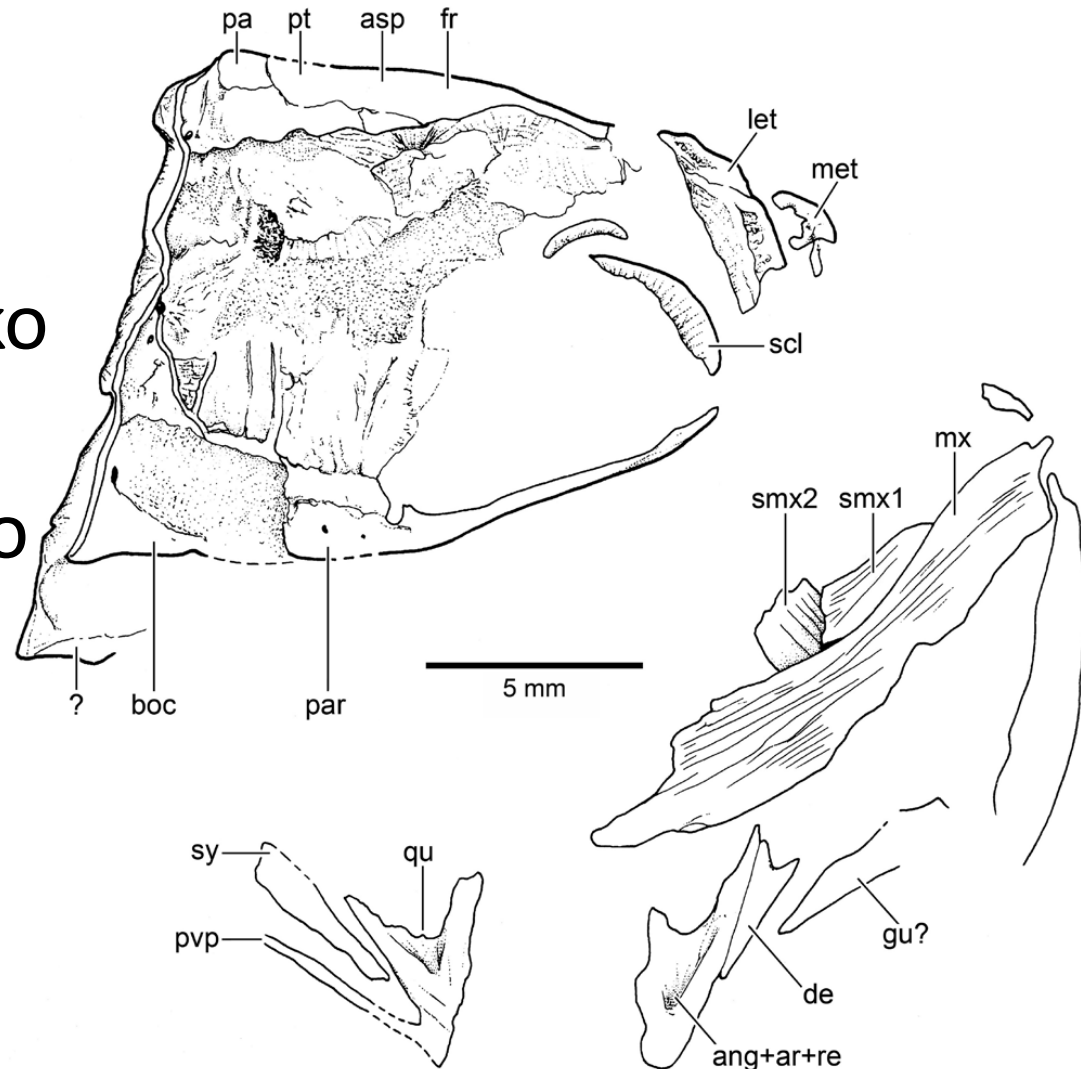
†*Leptolepis* indet

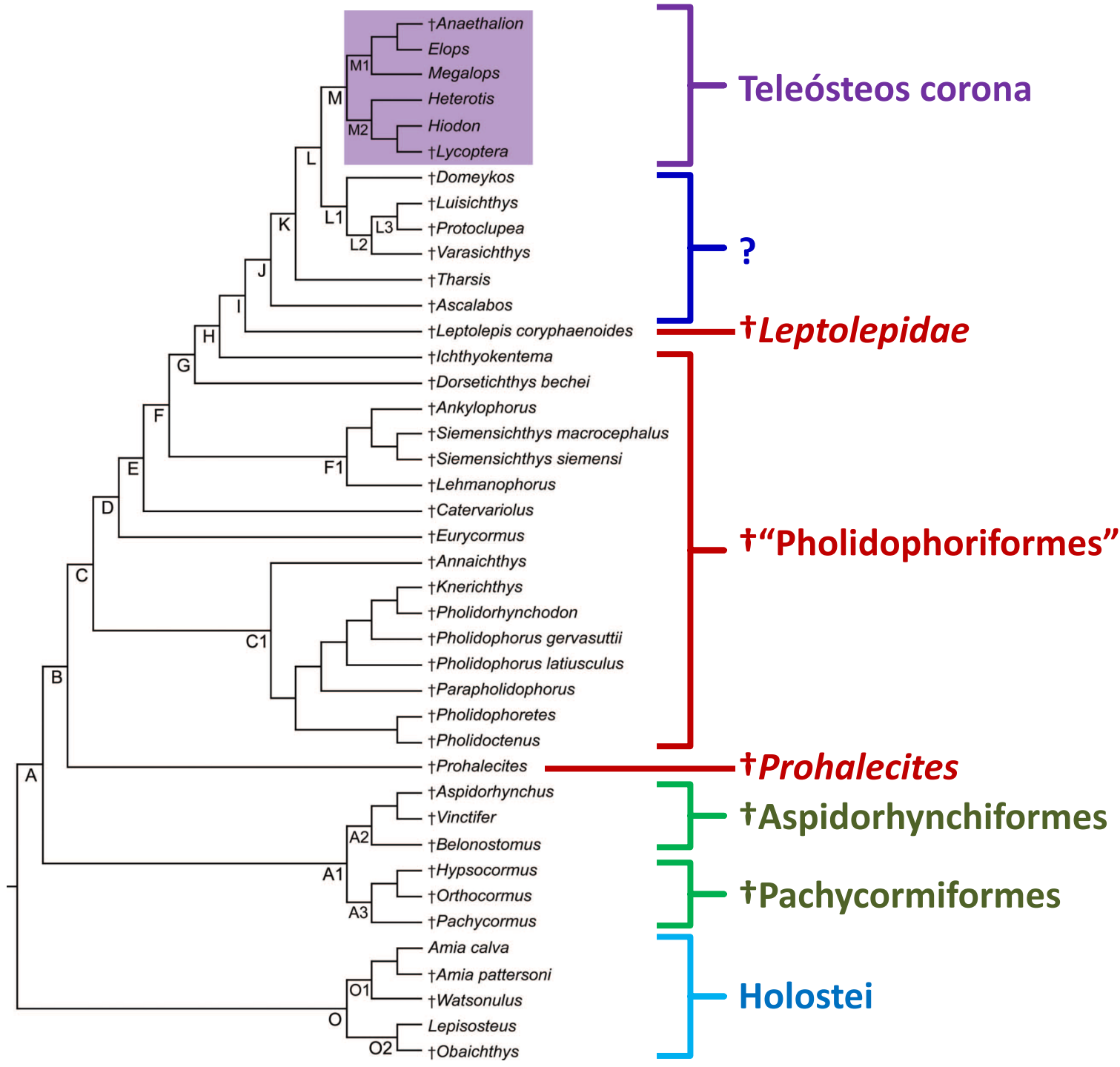
Jurásico Temprano

Cordillera de Domeyko

Teleósteo más antiguo
conocido en el
hemisferio sur

Europa - Sudamérica





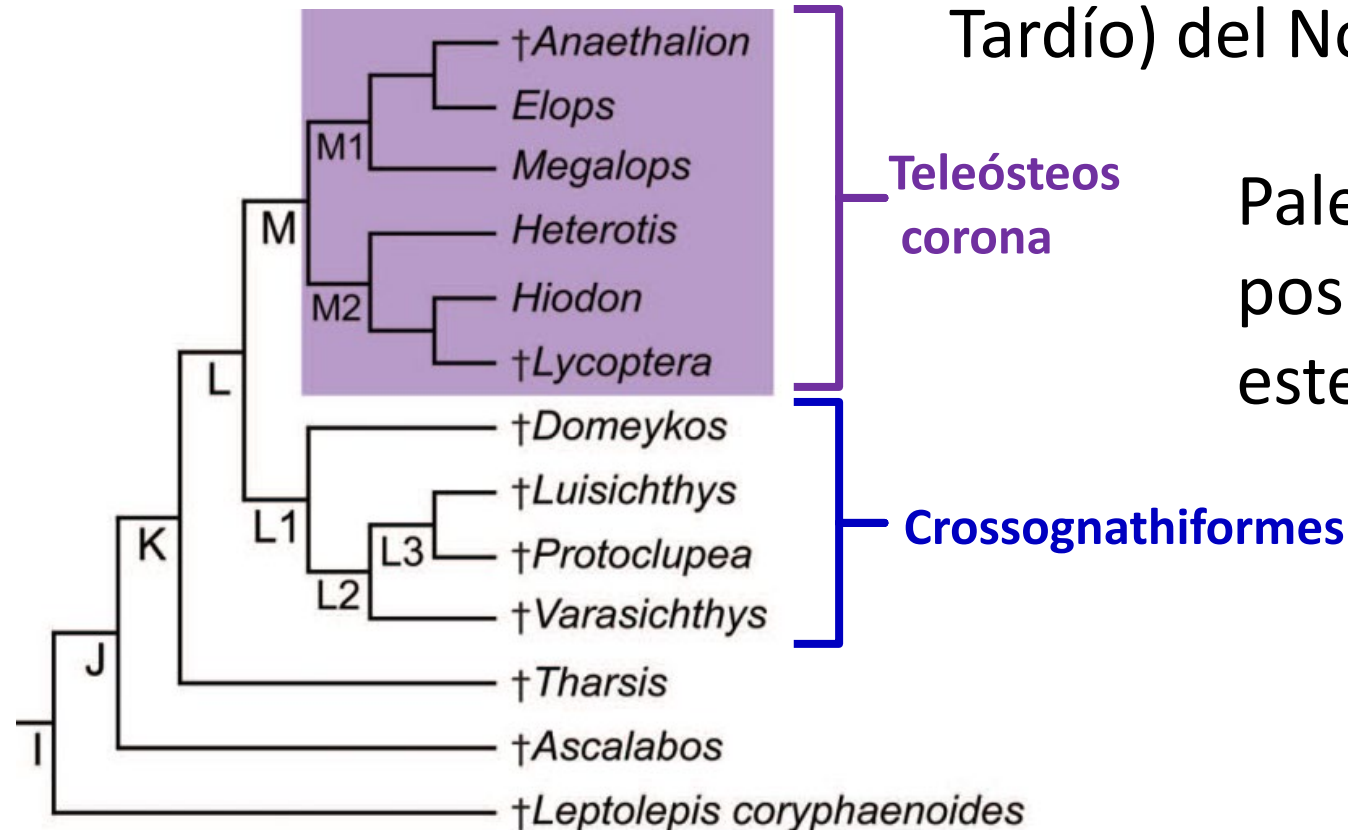
Crossognathiformes

Registro chileno

†*Domeykos*, †*Protoclupea*, †*Varasichthys*

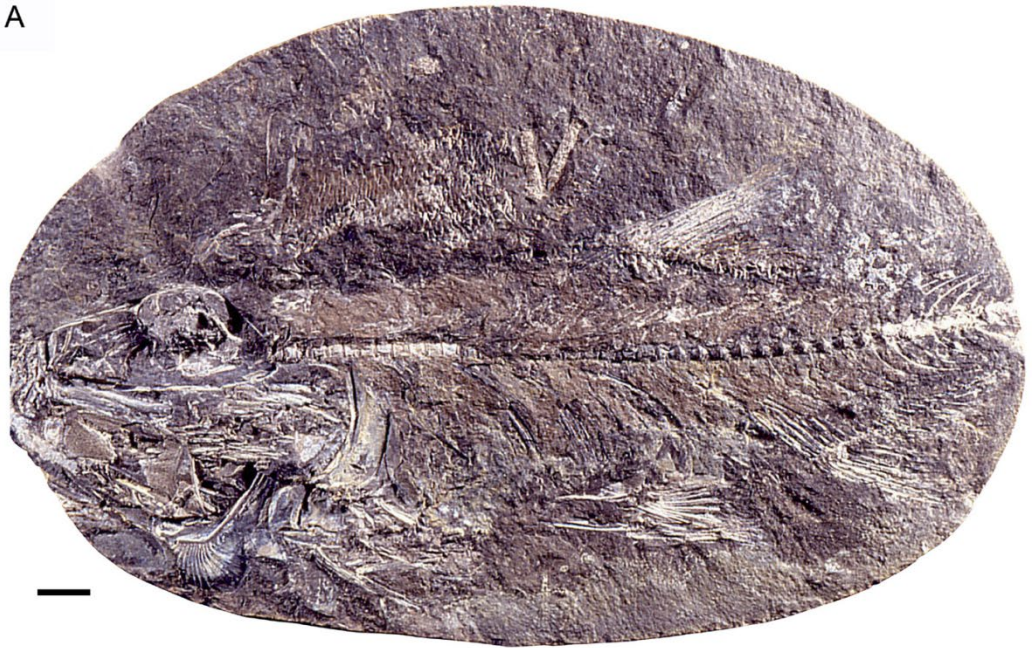
Oxfordiano **163 Ma** (Jurásico Tardío) del Norte de Chile

Paleopacífico como posible origen de este grupo



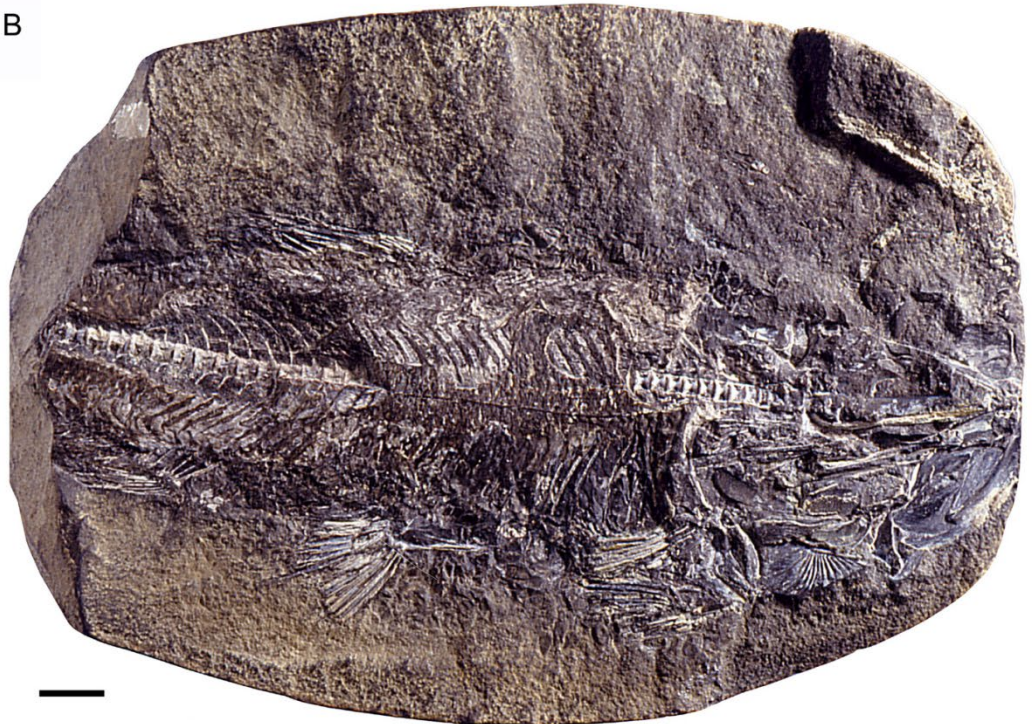
A

†*Varasichthys ariasi*
Arratia



B

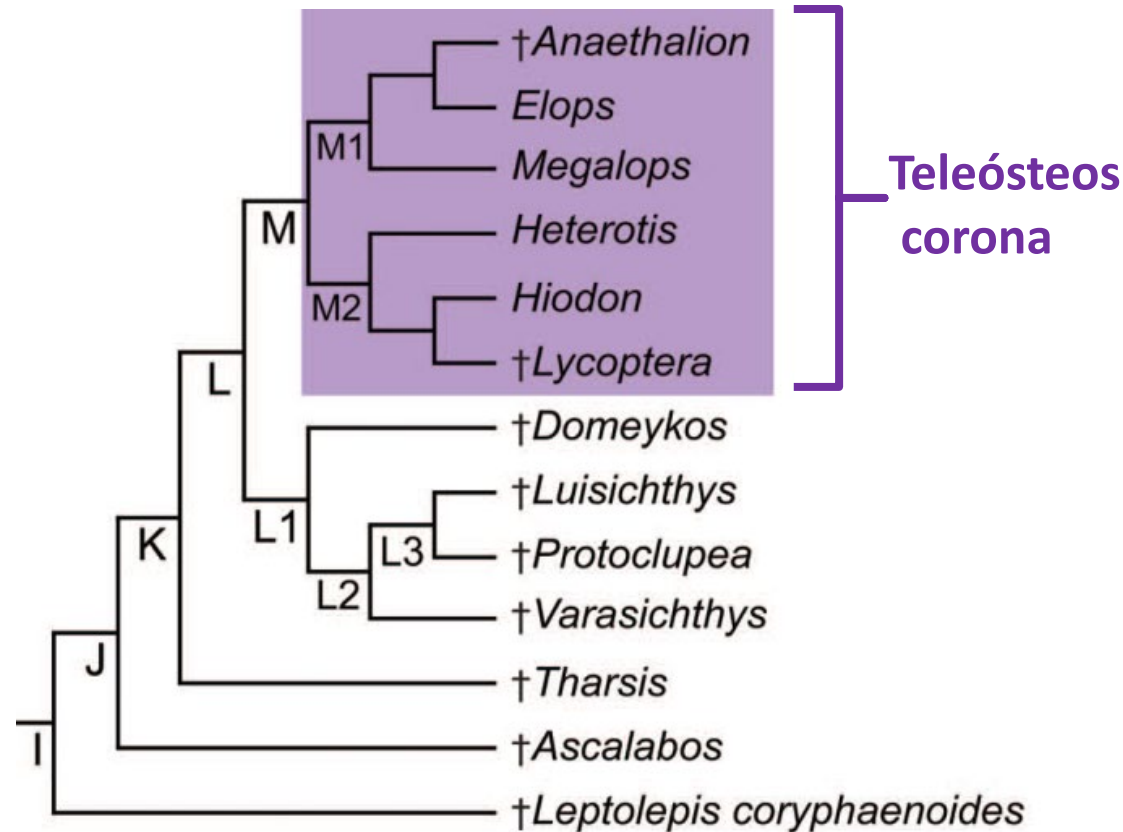
†*Domeykos profetaensis*
Arratia y Schultze



**Oxfordiano de Quebrada del Profeta,
Cordillera de Domeyko, Norte de Chile**

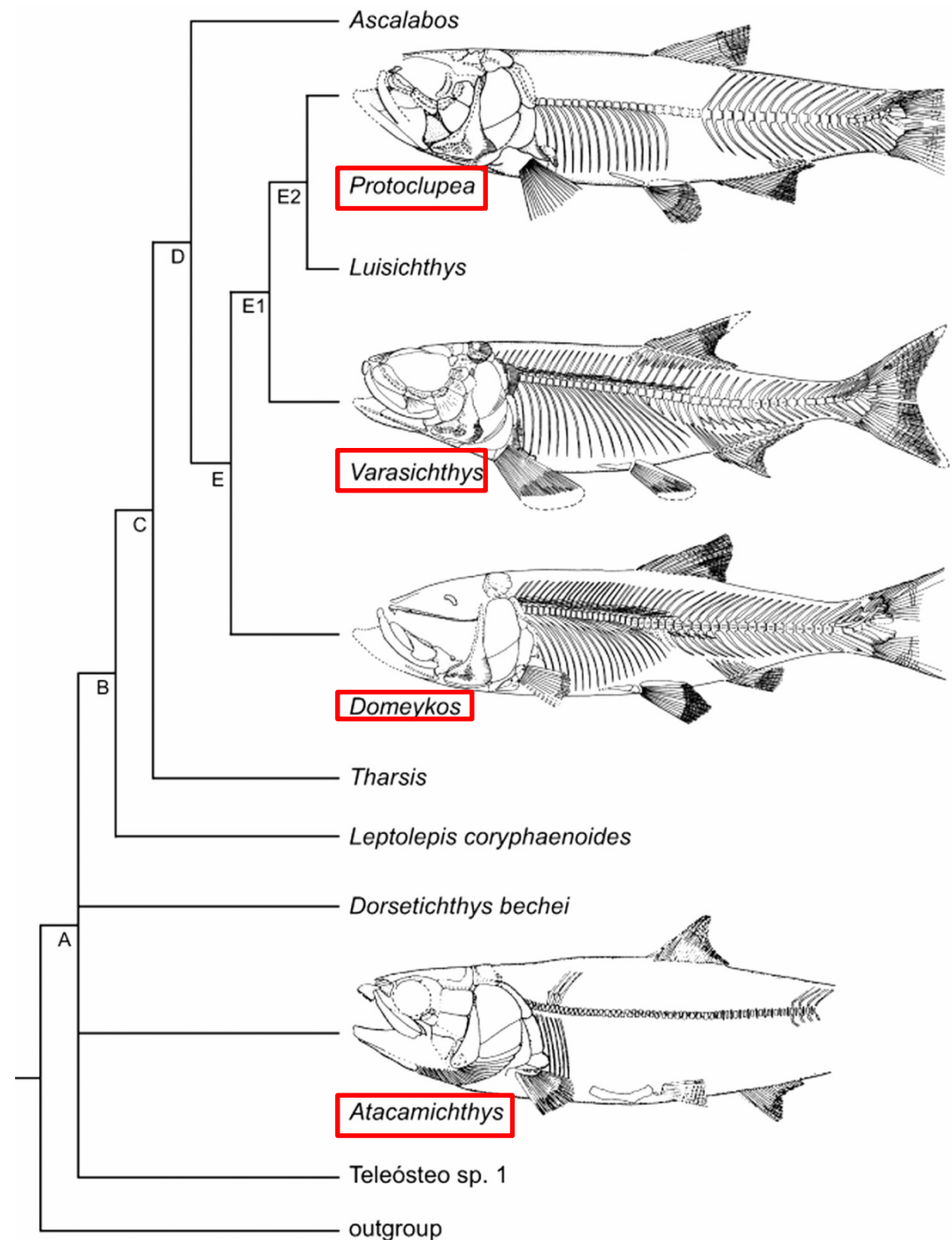
Teleósteos corona

Primeros fósiles **152-150 mA**
(Elopomorpha, Ostariophysi, Euteleostei)

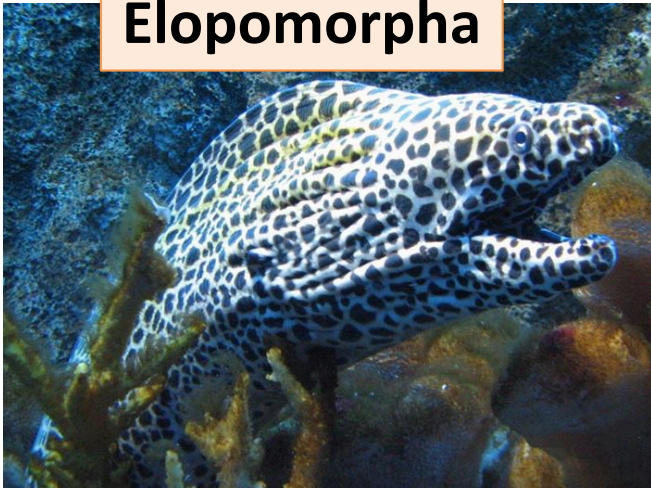


Resumen *Registro chileno*

Chile contiene taxa **clave** para comprender el **origen** del mayor grupo de vertebrados. Los **teleósteos**.



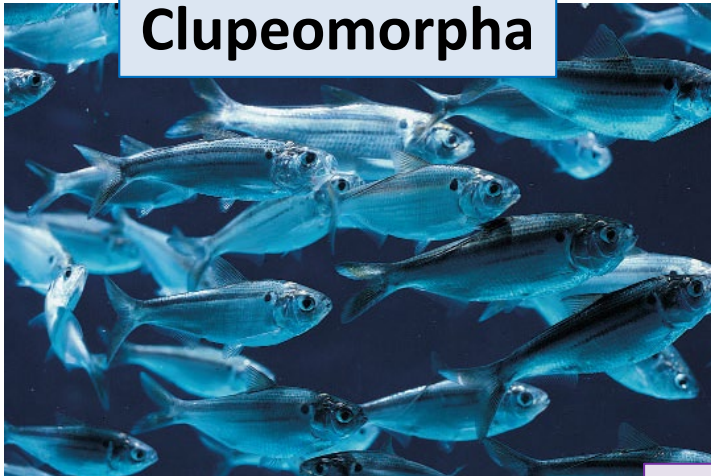
Elopomorpha



Osteoglossomorpha



Clupeomorpha



Euteleostei



Ostaryophysii



Tendencias en la evolución de teleósteos

Reducción de elementos óseos

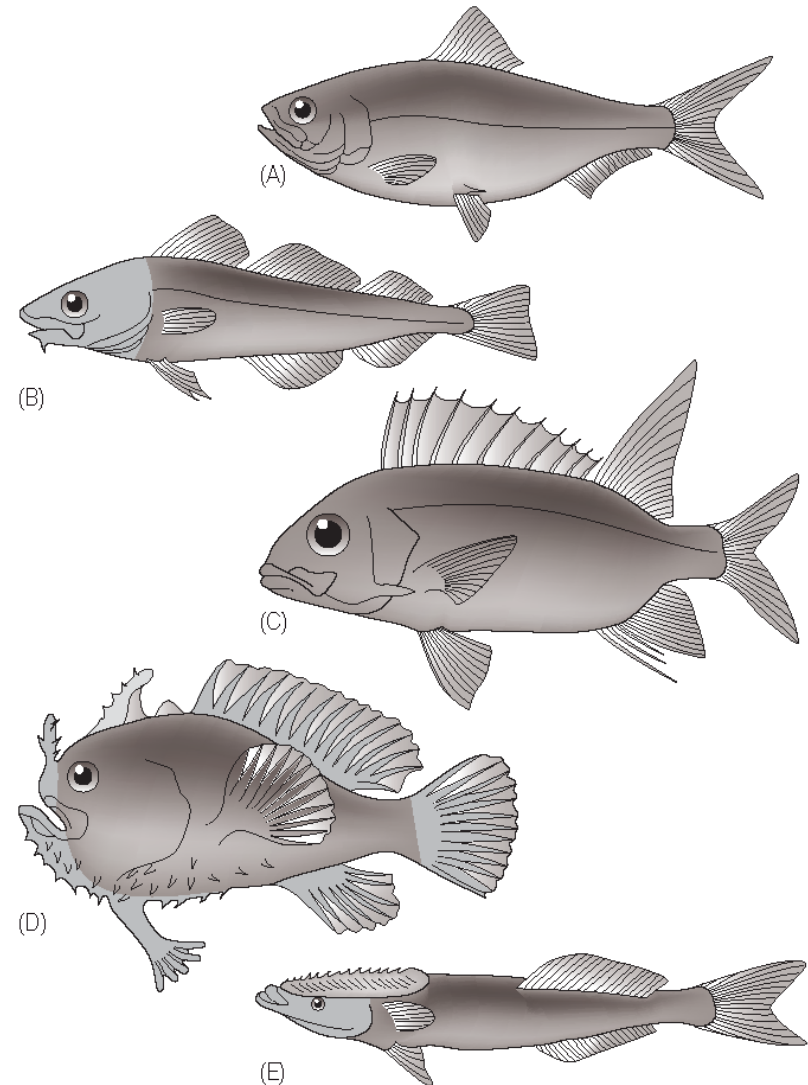
- Menos vértebras, más osificadas (mejor adherencia de musculatura más fuerte)
- Menos elementos accesorios a las vértebras
- Menos huesos en el cráneo
- Reducción del número de componentes de la cola
- Maxila excluida en mordida
- Menos hueso en escamas



Tendencias en la evolución de teleósteos

Cambios en la posición de la aleta dorsal

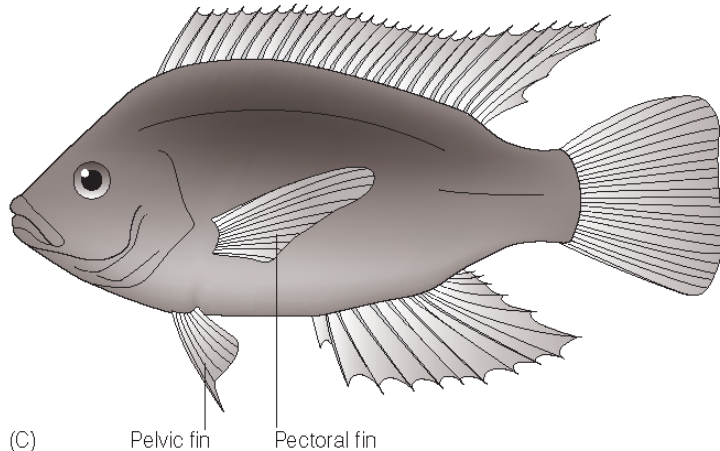
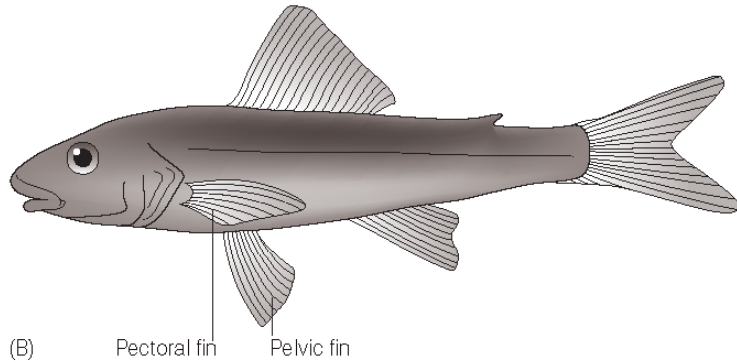
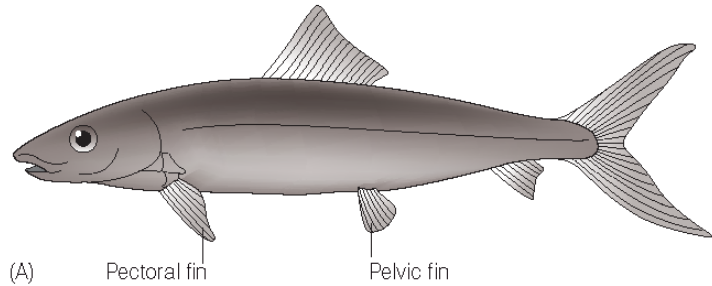
- Condición primitiva simple y sin espinas.
- Condición derivada con más de una aleta dorsal, una con espinas (protección, comunicación, freno, locomoción)



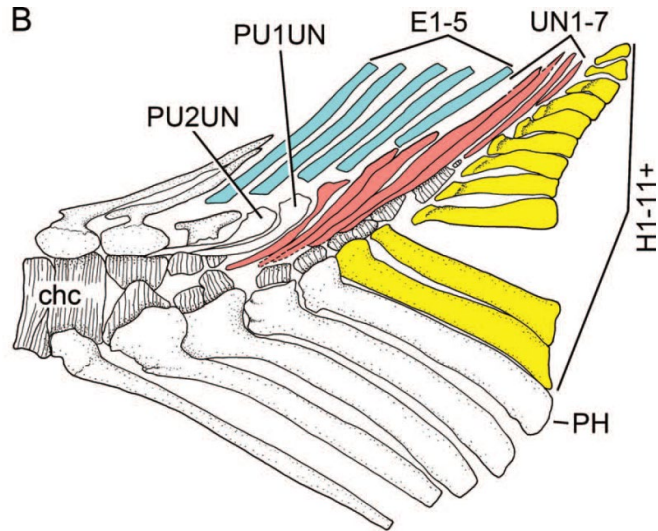
Tendencias en la evolución de teleósteos

Posición de las aletas pareadas.

- **Aleta pectoral primitiva:** torácica en posición ventral y horizontal.
- **Aleta pectoral derivada:** lateral al cuerpo y en orientación vertical
- **Aleta pélvica primitiva:** abdominal
- **Aleta pélvica derivada:** torácica o yugular



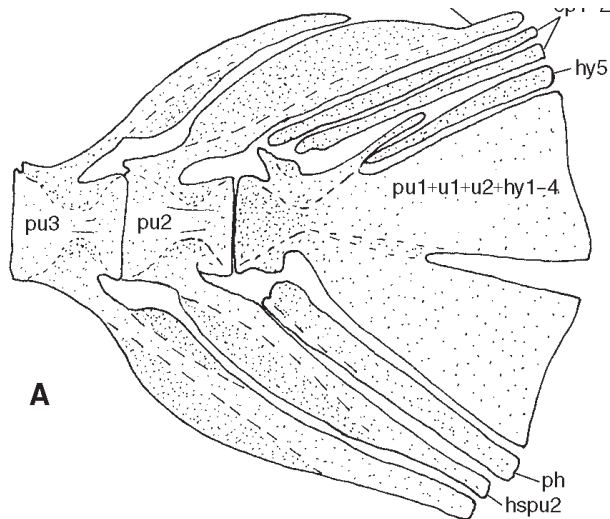
Tendencias en la evolución de teleósteos



Aleta caudal

Fusión componentes:

Placa hipural fusionada con
arcos neurales y centros
vertebrales

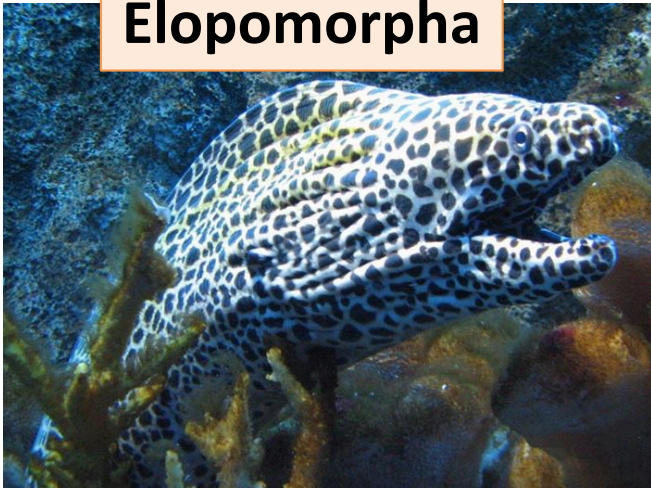


Tendencias en la evolución de teleósteos

Modificaciones alimentación: Dentaduras faríngeas



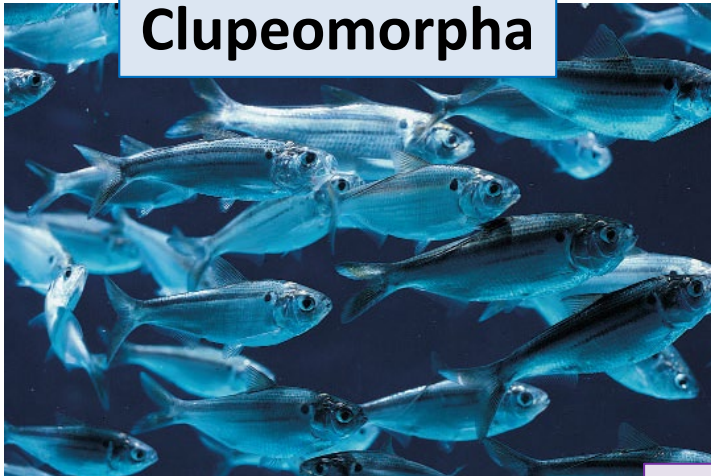
Elopomorpha



Osteoglossomorpha



Clupeomorpha



Euteleostei



Ostaryophysii



Subdivisión Elopomorpha

Orden Elopiformes (8 spp)

Orden Albuliformes (30 spp)

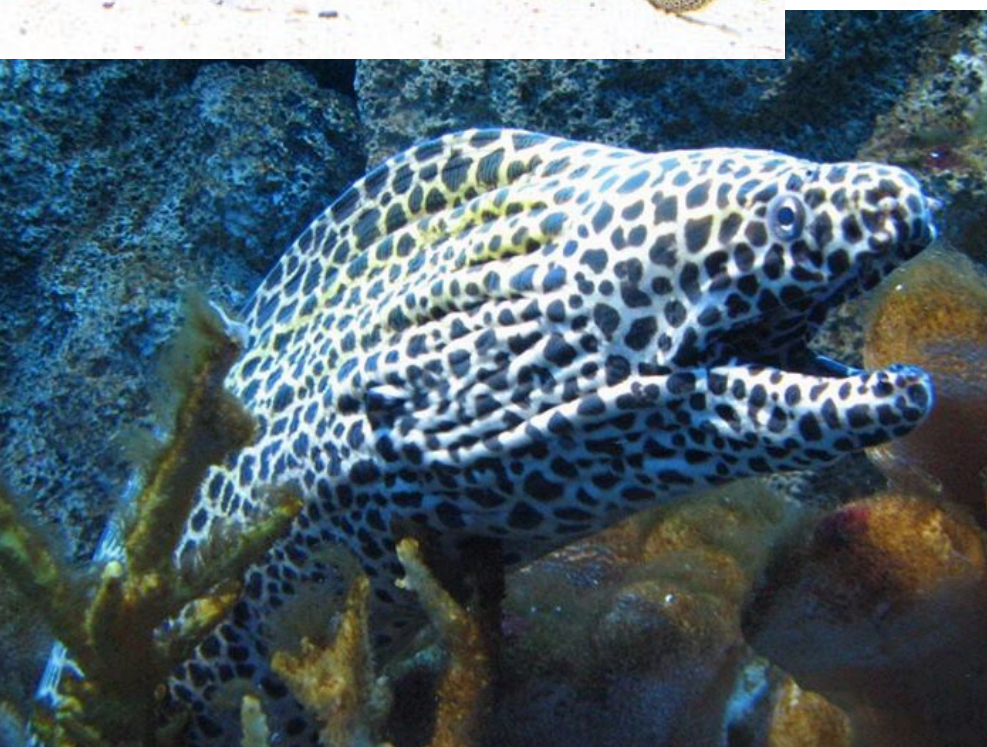
Orden Anguilliformes (738 spp)

Orden Saccopharyngiformes (28 spp)

Marinos 100% (en alguna fase)

Registro Jurásico





Larva Leptocephali



Orden Elopiformes

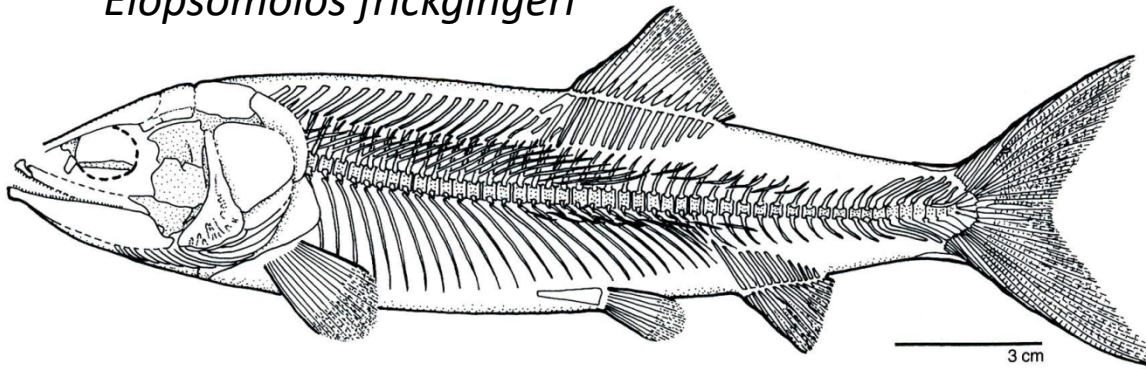


- Características primitivas en teleósteos, placa gular.
- Larva leptocéfala minúscula con cola bifurcada.
- Aguas tropicales y subtropicales en todo el mundo



Elopiformes Jurásicos

Elopsomolos frickgingeri



Radiación Jurásica tardía.

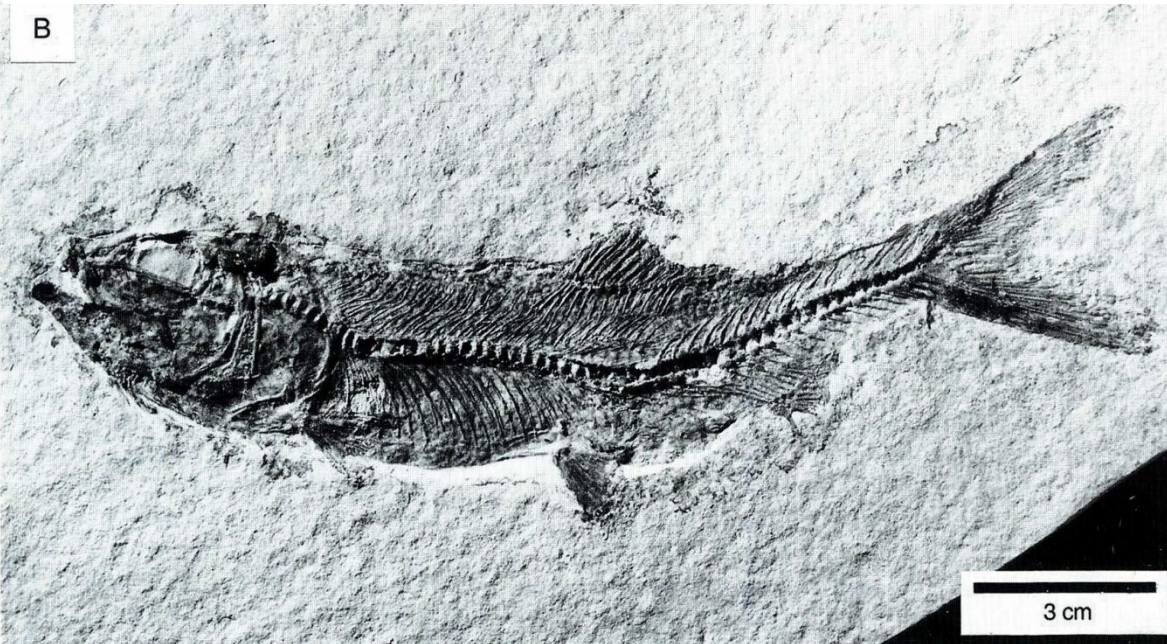
Muy similares a formas recientes

Sólo dos géneros actuales

Elops

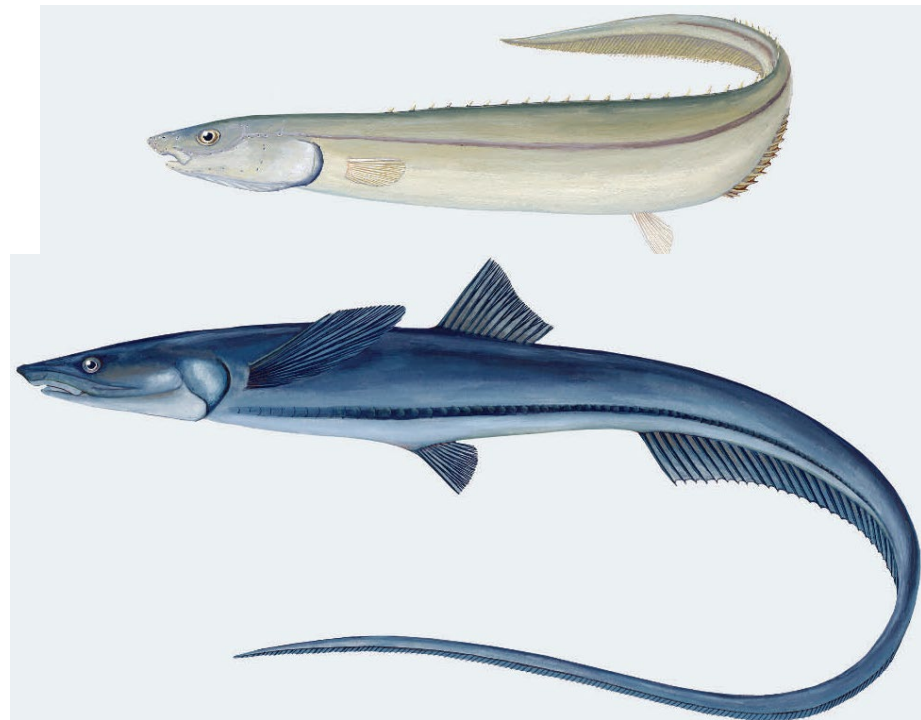
Megalops

B



Orden Albuliformes

- Características intermedias entre elopiformes y anguilliformes
- Halosaurios y anguilas espinosas en aguas abisales.
- Ampliamente discutidos



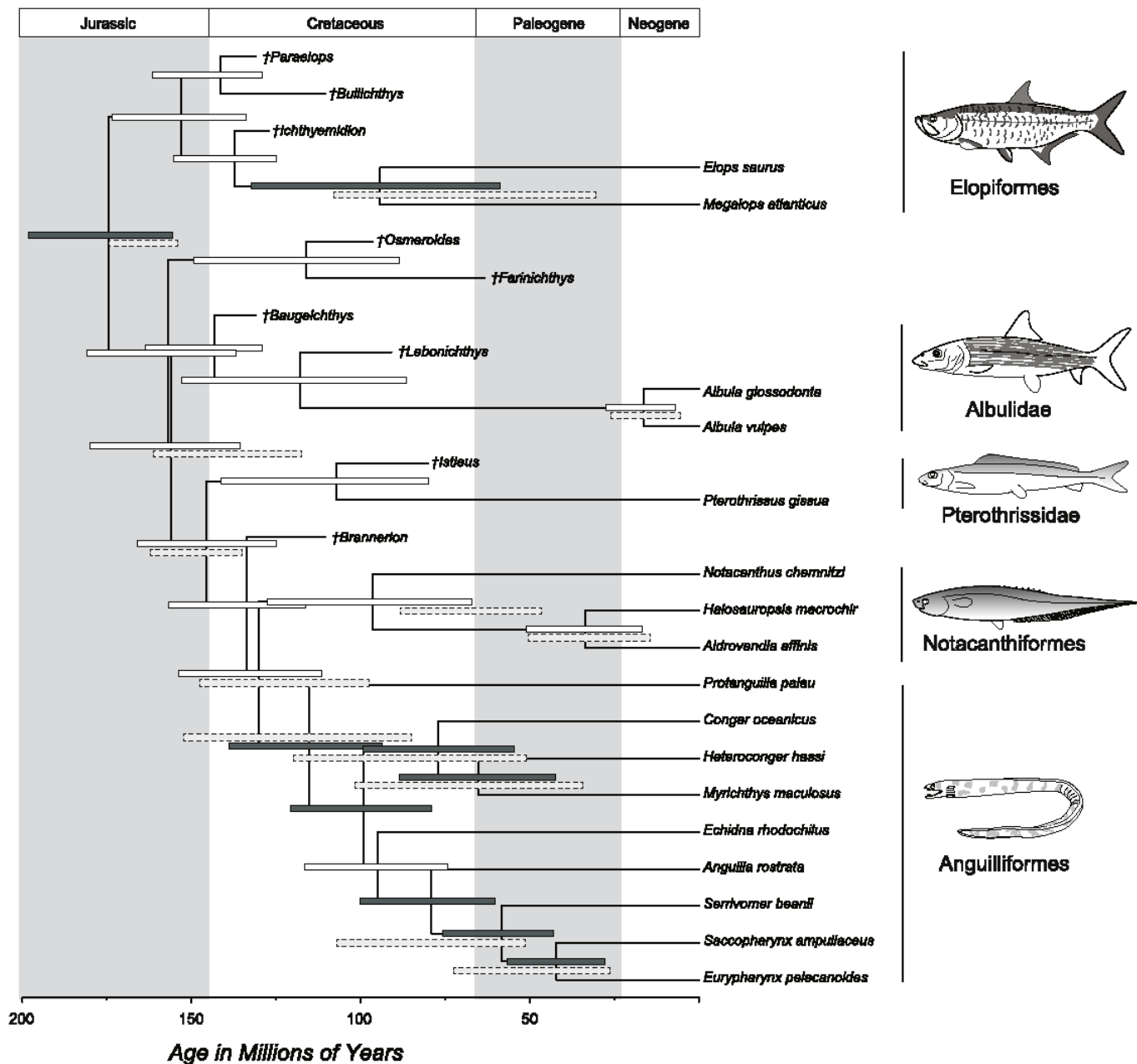
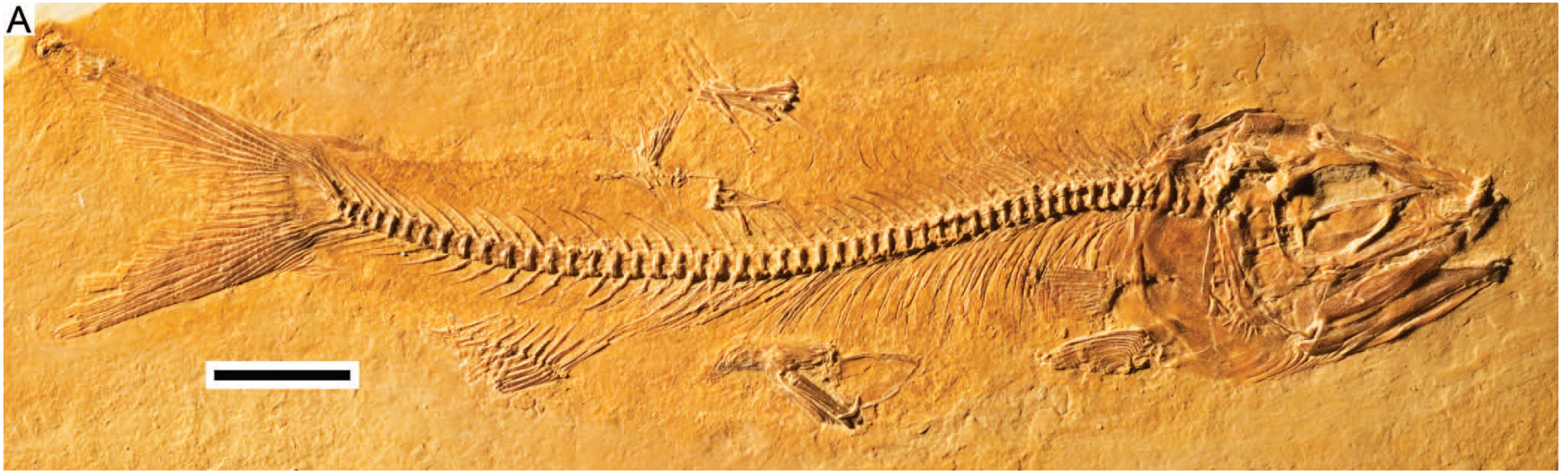
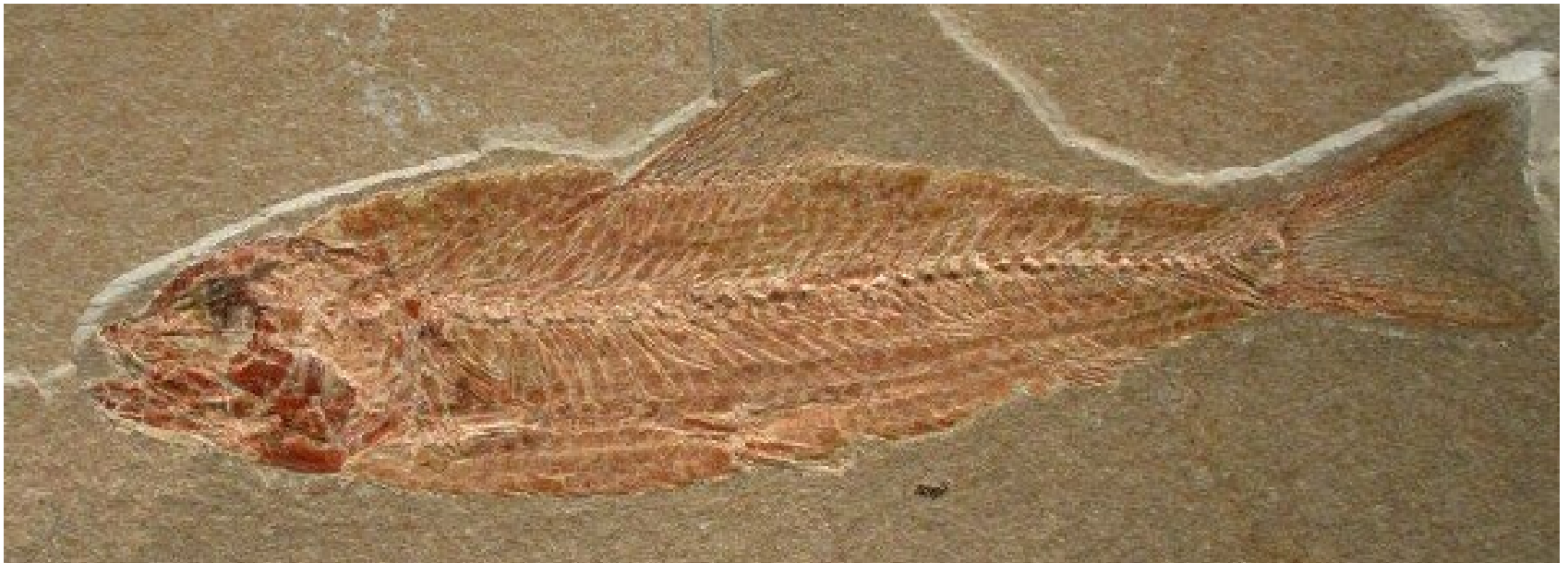


Fig. 3. Maximum clade credibility chronogram of major living and fossil elopomorph lineages. Bars indicate 95% HPD intervals of age estimates; probabilities greater than 0.95. Light bars indicate posterior probabilities below 0.95. Dotted 95% HPD intervals above nodes indicate divergence times using node based calibrations. Inset: Comparison of ages estimated for three major clades in this study to recent hypotheses from the literature.

A



Anaethalion sp. Jurásico Tardío Alemania



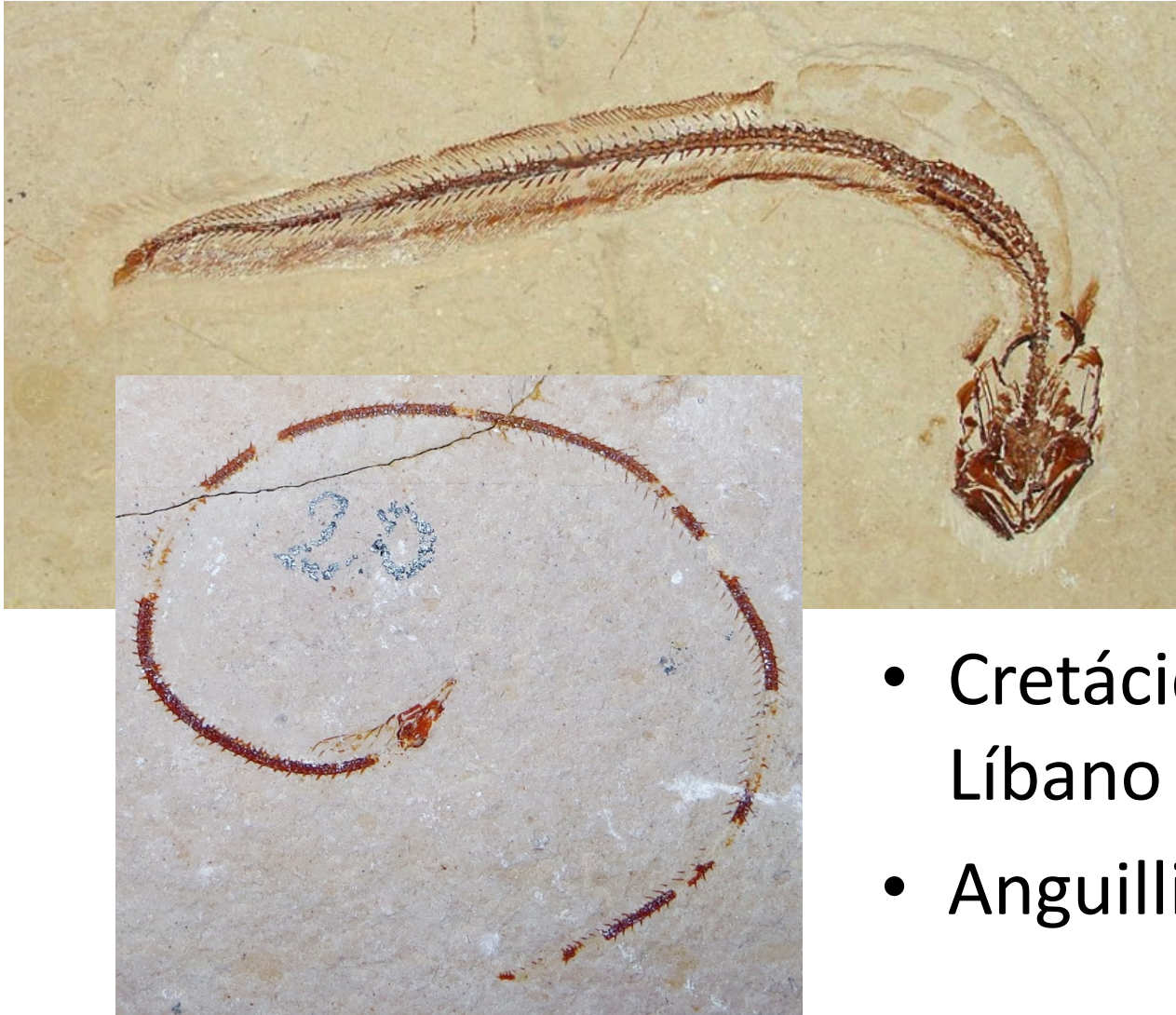
Lebonichthys sp. Cretácico medio Líbano

Orden Anguilliformes

- 15 familias de “verdaderas” anguilas (frente a 45 convergentes).
- Pérdida de cintura pélvica y fusión de premaxila, vómer y etmoides, además de presentar un esqueleto reducido.
- Pérdida de rastrillos branquiales, aperturas branquiales pequeñas, con una cavidad branquial elongada.



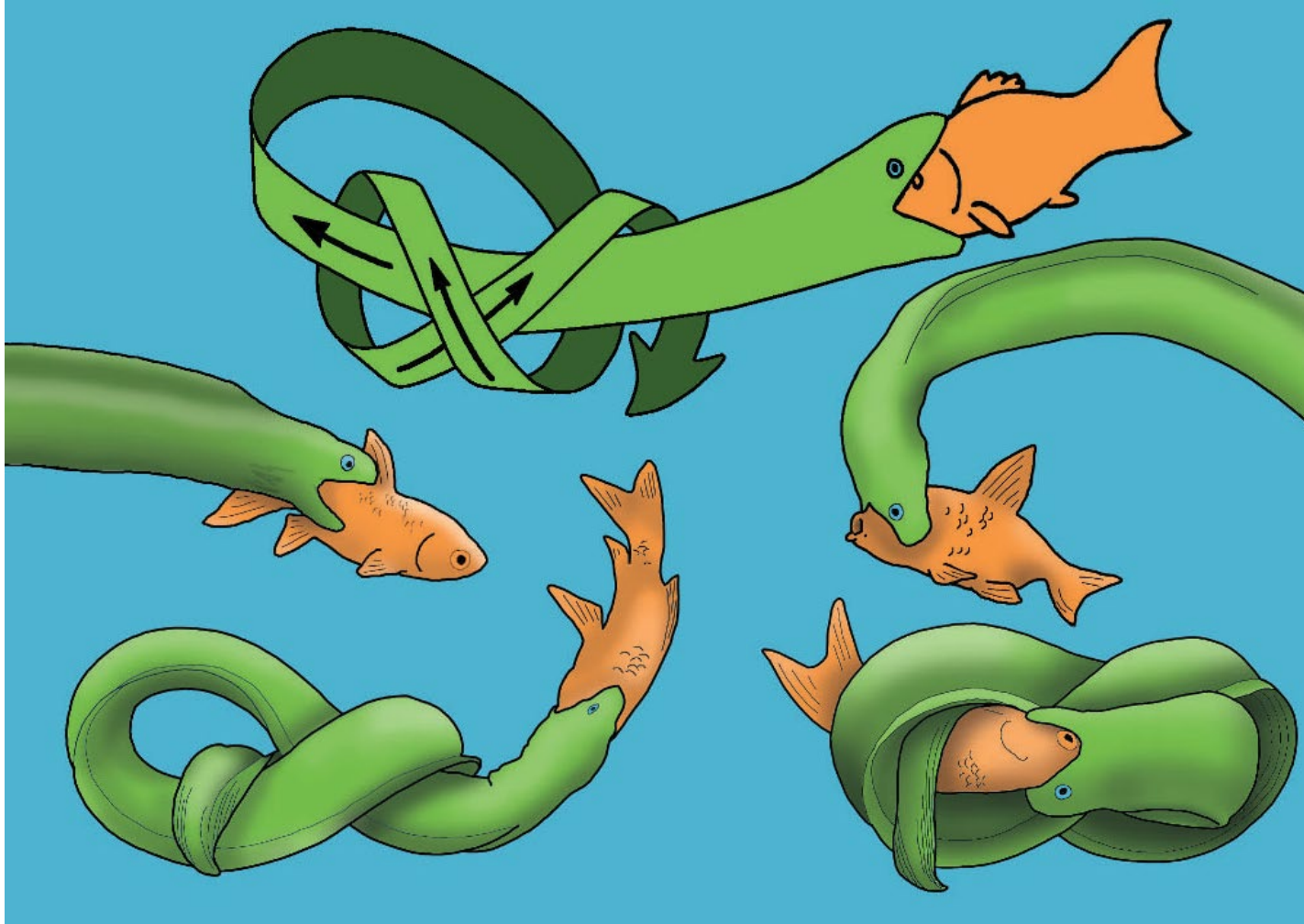
Enchelion y Urenchelys



- Cretácico Tardío
Líbano
- Anguilliformes fósiles

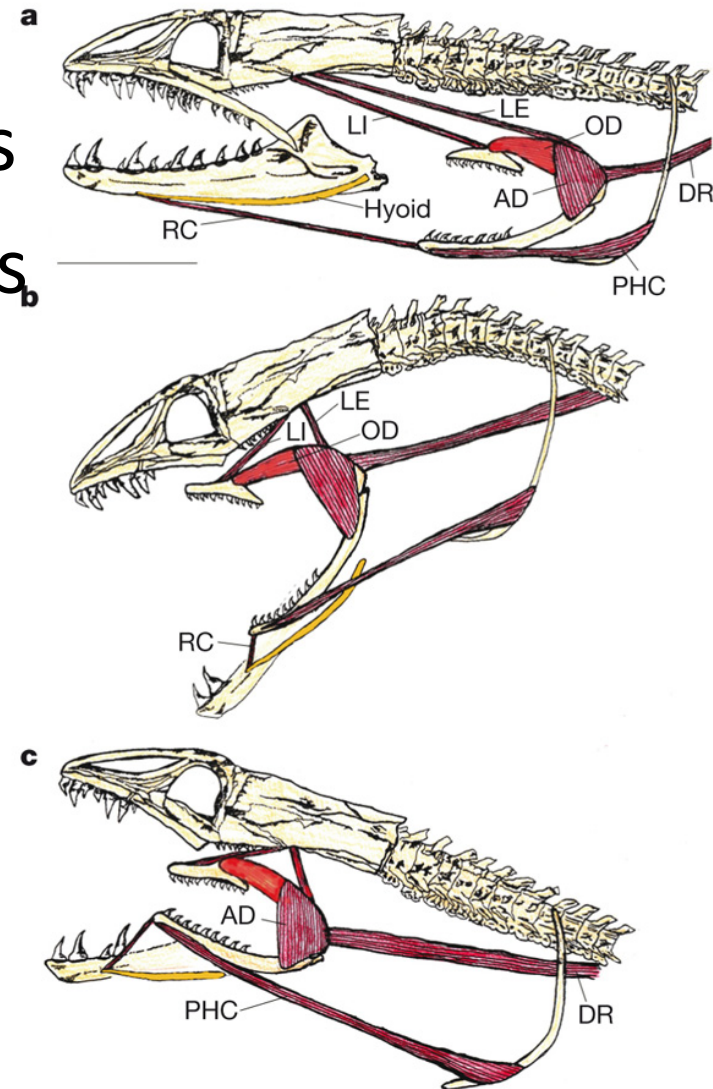
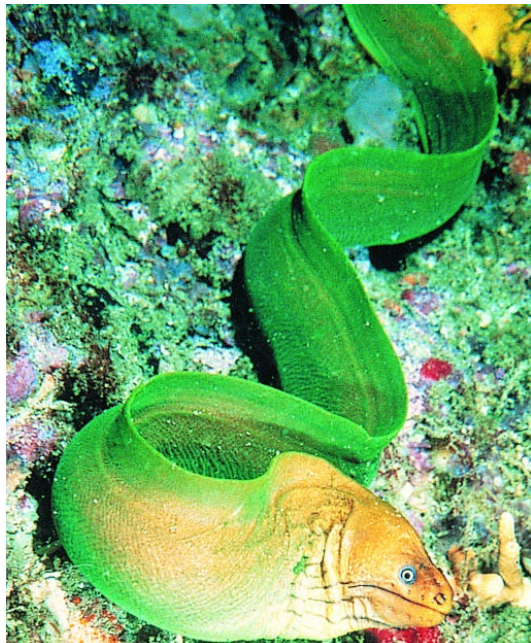
Alimentación

Convergencia Mixines



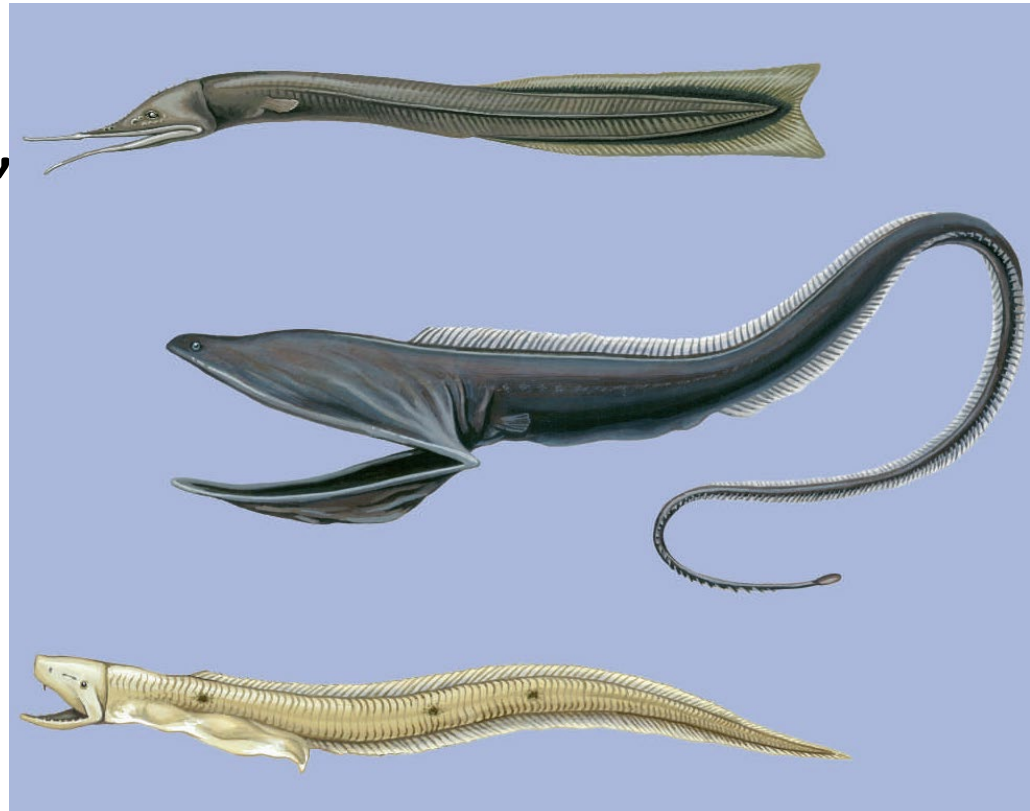
Anguilliformes: Muraenidae

- 185 especies
- Aguas tropicales y templadas
- Depredadores tope en muchos arrecifes de coral.



Saccopharyngiformes?

- Peces de profundidad altamente derivados.
- Sin escamas, cintura pectoral, huesos simpléctico, opercular, rayos branquiostegales, maxila, premaxila, vómer, parasfenoides, costillas y vejiga natatoria.
- Cretácico medio.
- Muy poco conocidos



Subdivisión Osteoglossomorpha

Orden Hiodontiformes (2 especies)

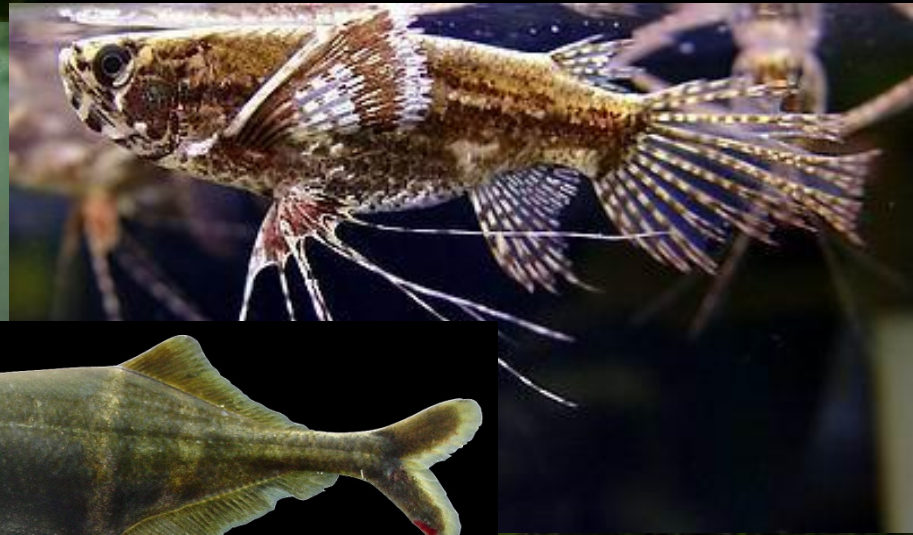
Orden Osteoglossiformes (218 especies)

Jurasico Tardío
o Cretácico Temprano

Agua dulce 100%

Único registro
sudamericano en el
Cretácico tardío de
Bolivia





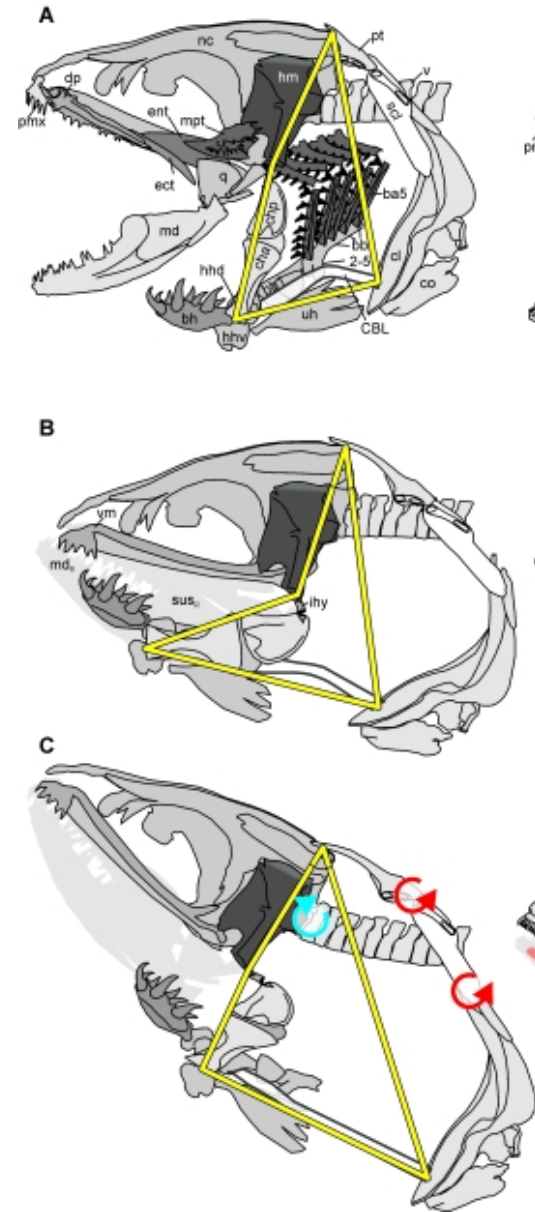
Osteoglosomorfos “bony-tongues”

- Parasfenoides con dientes grandes, estableciendo una “mordida” contra el basihial (“lengua”).
- Articular no fusionado al angular y retroarticular.
- 7 hipurales, 1 epural, y menos de 19 rayos principales en la aleta caudal.



Osteoglossomorfos “bony-tongues”

Mordida



†Lycoperidae



Lycoptera

Jurásico Tardío – Cretácico
Depósitos de agua dulce
China, Japón, Mongolia, Corea y Siberia.
Similares a sardina, muy abundantes

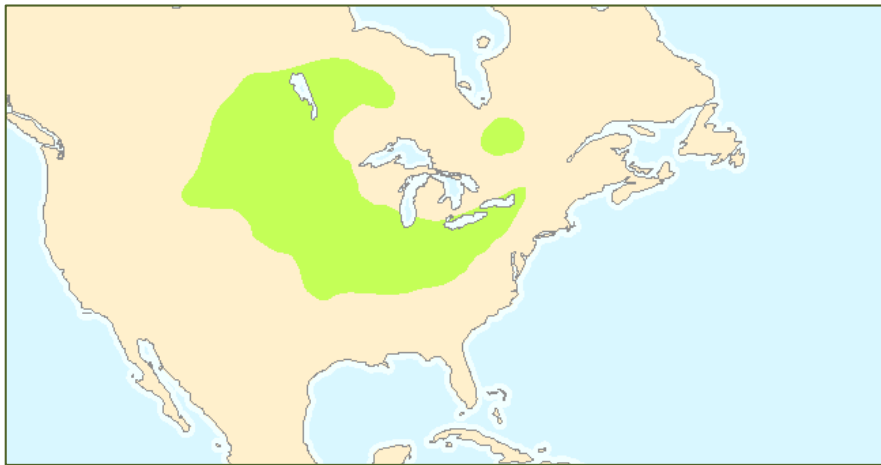


Orden Hiodontiformes

Género: *Hiodon*, 2 especies

Lagos, charcos y ríos.

Similares a licoptéridos
mesozoicos

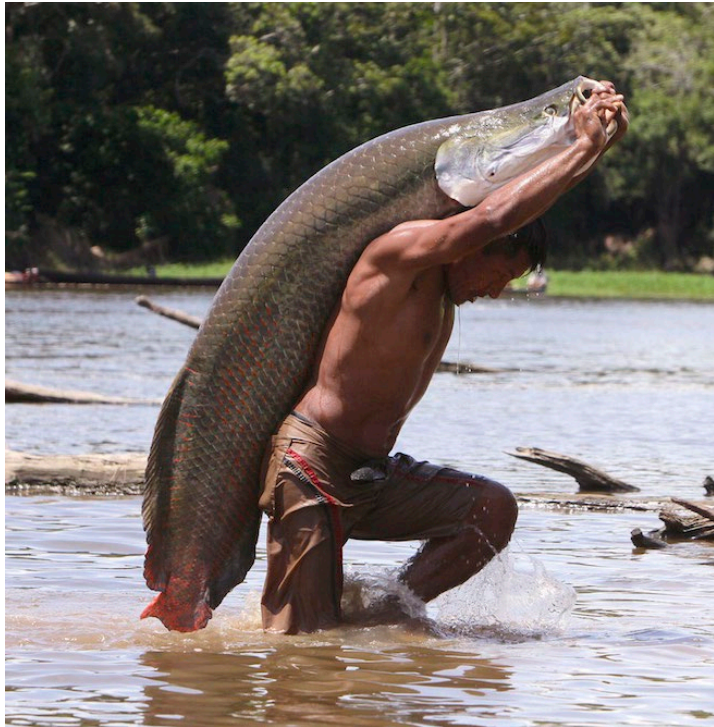


Orden Osteoglossiformes

- Osteoglossidae (África, Sudamérica, Australia y Sudeste asiático)
- Mormyridae (África) 200 sp.
- Notopteridae (África y Sudeste asiático)
- Gymnarchidae (África) 1 sp.



Osteoglossidae



En Sudamérica:

Arapaima gigas, puede alcanzar más de 3 metros.

Osteoglossum : Arowanas sudamericanas 2 spp

Rico registro fósil en
Norteamérica, Europa, norte
de África y Australia



Osteoglossidae

- Divergencia previa a la separación de Gondwana

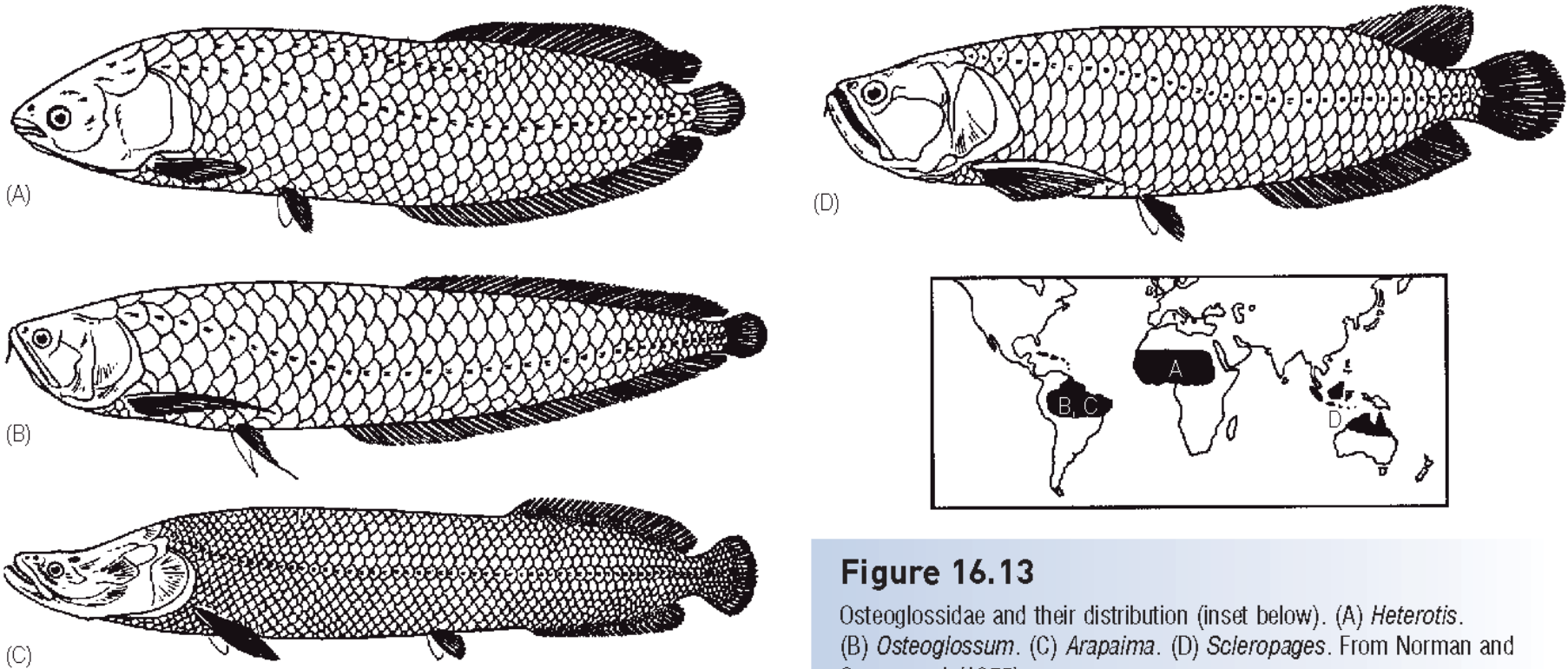
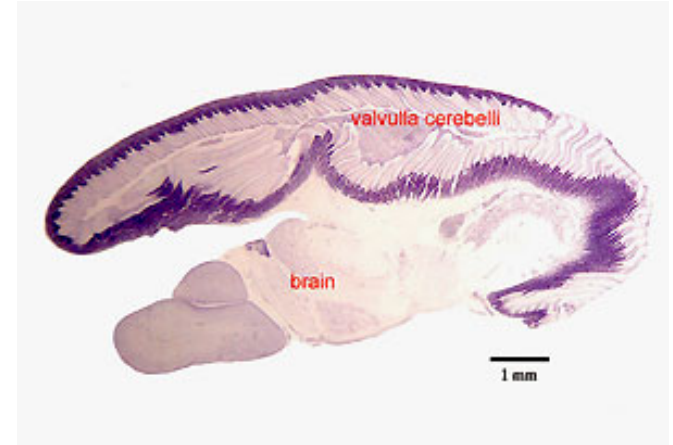


Figure 16.13

Osteoglossidae and their distribution (inset below). (A) *Heterotis*. (B) *Osteoglossum*. (C) *Arapaima*. (D) *Scleropages*. From Norman and Greenwood (1975).

Mormyridae

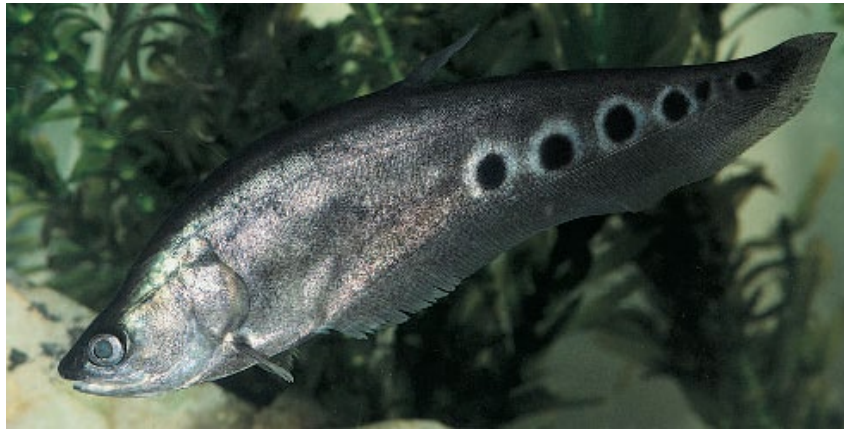


Peces eléctricos africanos. Electrocomunicación.

Grupo actual más especioso, registro fósil pobre

Notopteridae y Gymnarchidae

- Peces cuchillo africanos y anguila eléctrica africana



Filogenia Morfológica de Teleósteos

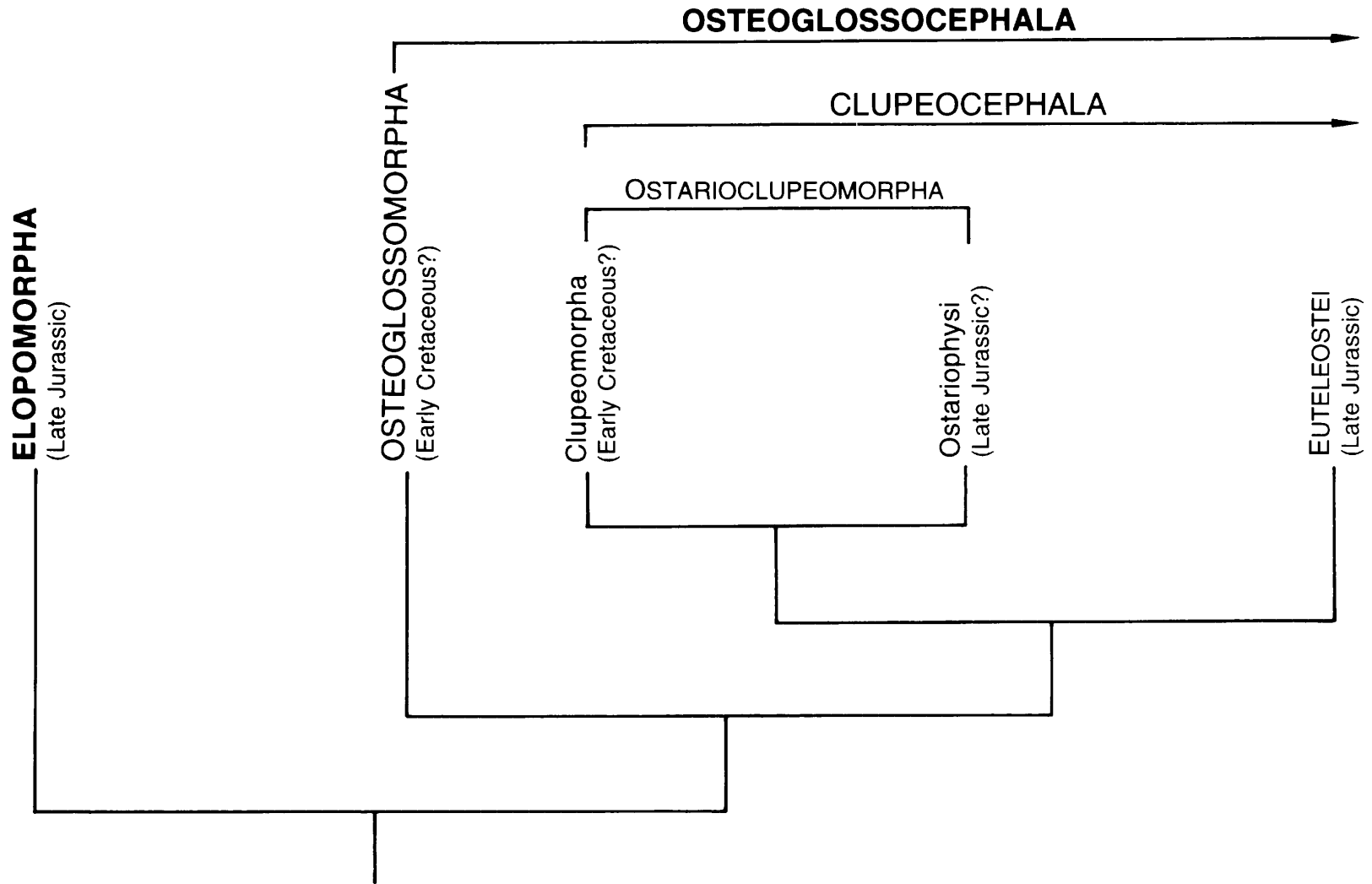


Fig. 27.

Hypothesis of phylogenetic relationships of major groups of extant teleosts with age of the oldest known members.

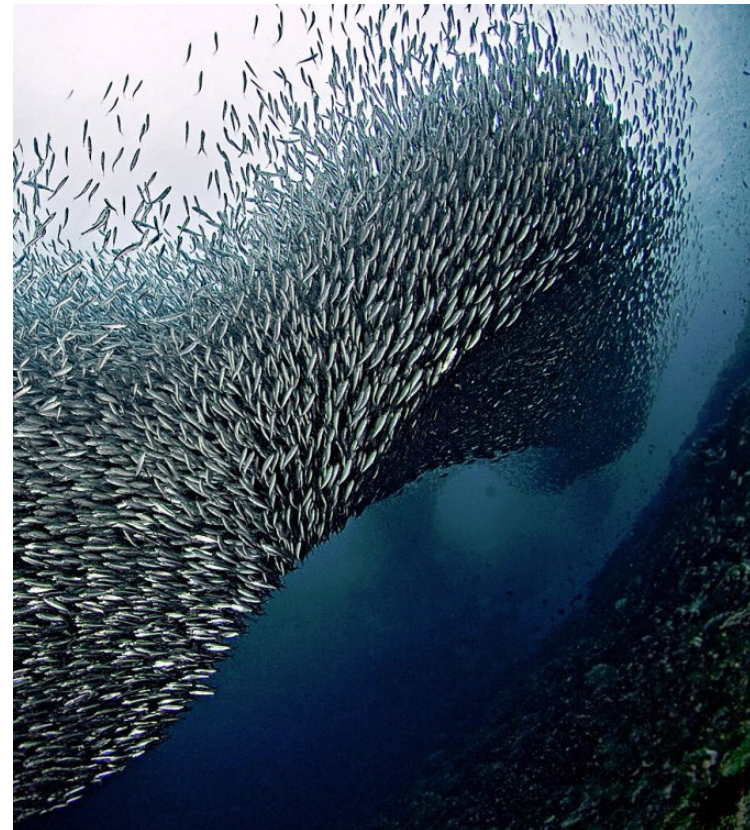
Superorden Clupeomorpha

- Orden Clupeiformes (364 especies)
- †Order Ellimmichthyiformes

Casi todos pelágicos,
de aguas abiertas y en cardúmenes

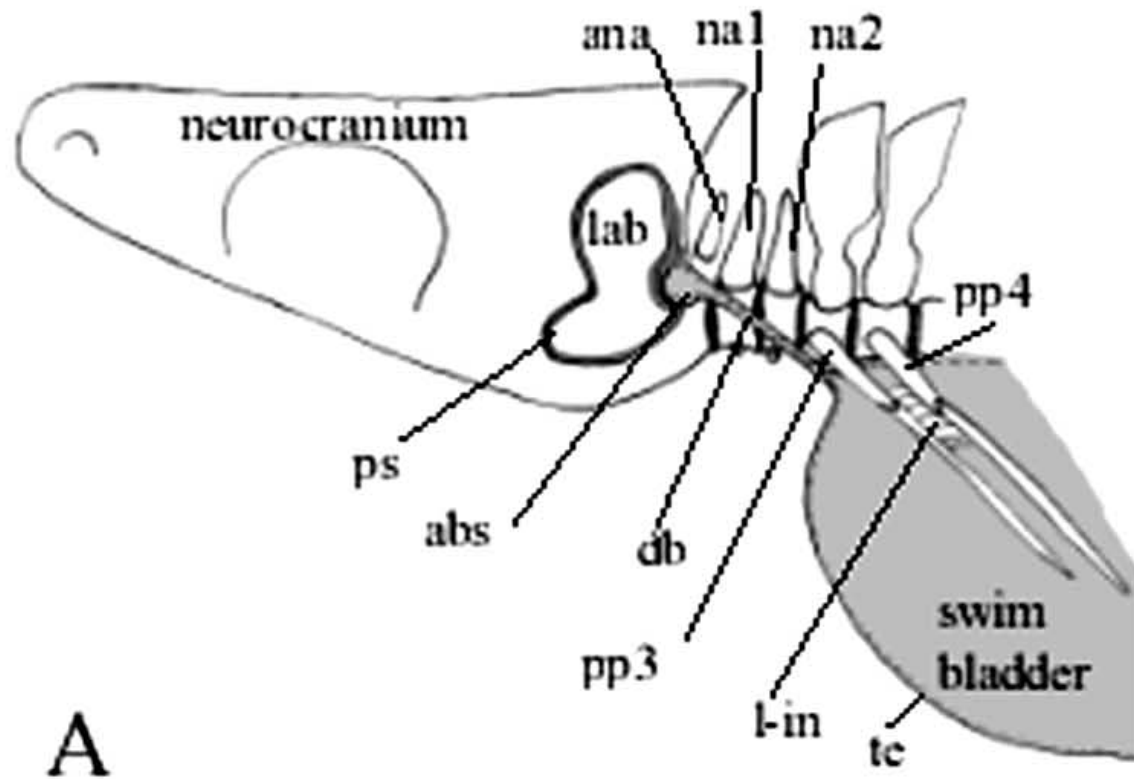
80% Marinos

BIOMASA





Conección Otofísica



†Orden Ellimmichthyiformes

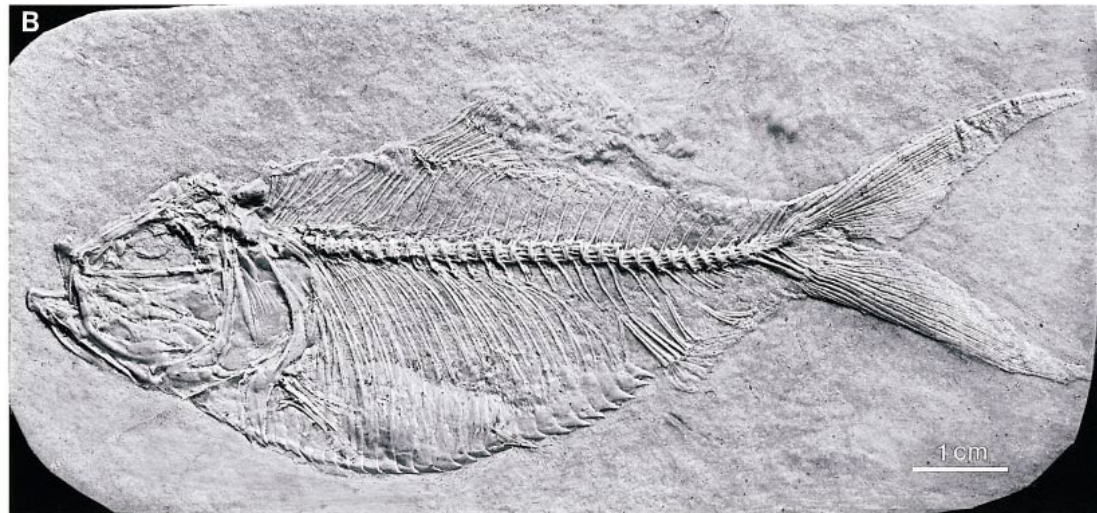
Cretácico Temprano-
Eoceno Medio

Marinos y
Dulceacuícolas

Escudos ventrales



Diplomystus



Ellimma

Orden Clupeiformes

- Conexión Otofísica triple
(vejiga natatoria-cámara óptica-canales sensoriales)
- Mayoría filtradores plancton.
- Sardinas, Anchovetas, Anchoas
- Pérdida línea lateral



Filogenia Morfológica de Teleósteos

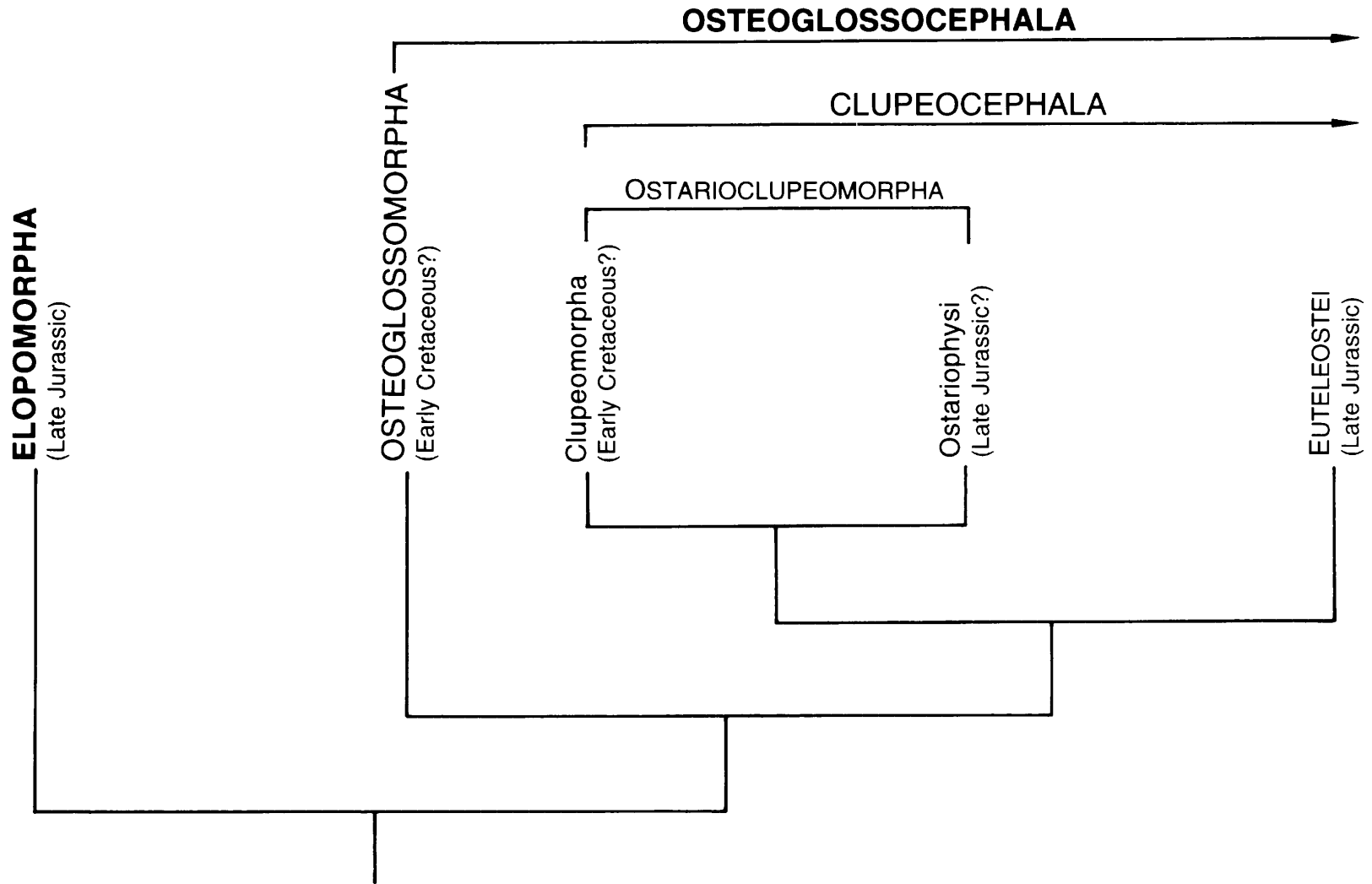


Fig. 27.

Hypothesis of phylogenetic relationships of major groups of extant teleosts with age of the oldest known members.

Superorden Ostariophysi

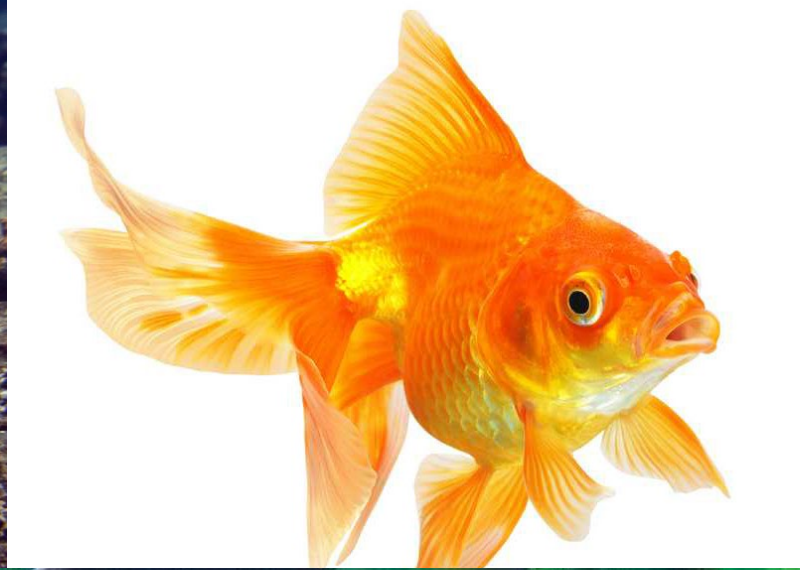
- Orden Gonorhynchiformes (37 especies)
- Orden Cypriniformes (3268 especies)
- Orden Characiformes (1674 especies)
- Orden Siluriformes (2867 especies)
- Orden Gymnotiformes (134 especies)

28% de las especies de peces

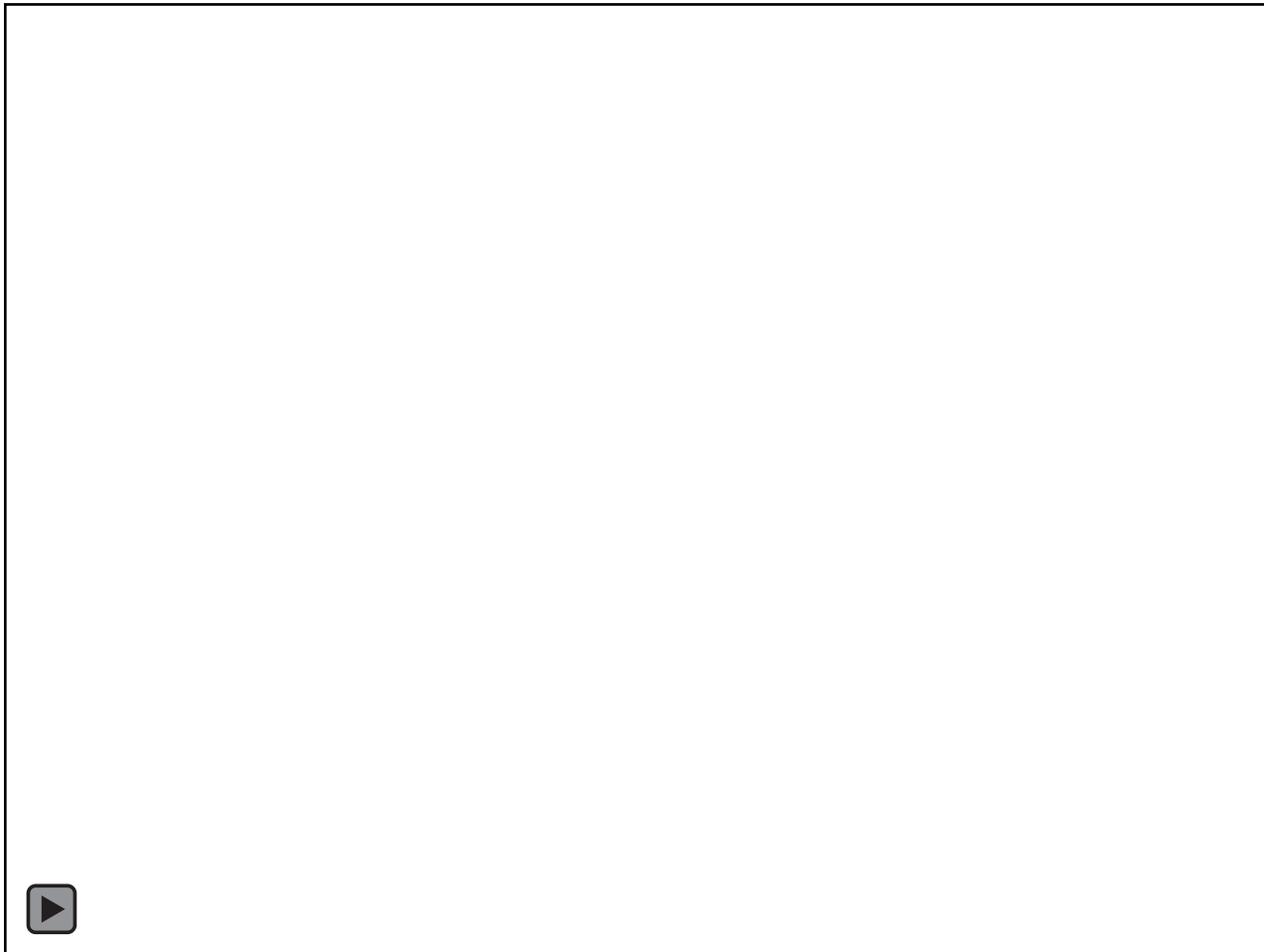
98% dulceacuícolas

**68% de las especies de
agua dulce**





Sustancia de alarma (Schreckstoff)



Series Anotophysi

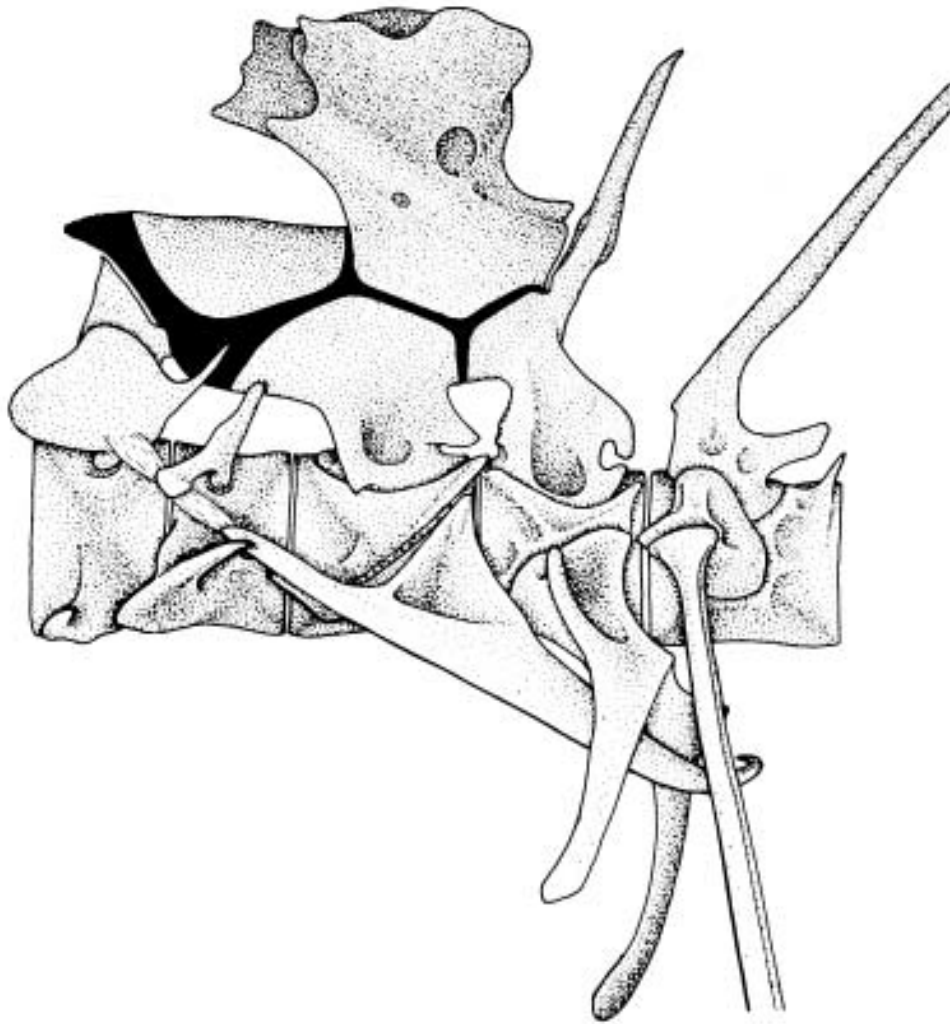
Orden Gonorhynchiformes

- Aparato de Webber primitivo (más adelante)
- Órgano suprabranquial permite respiración aérea
- Muchas formas Cretácicas, con algunas de las formas mejor conocidas de clupeocéfalos.



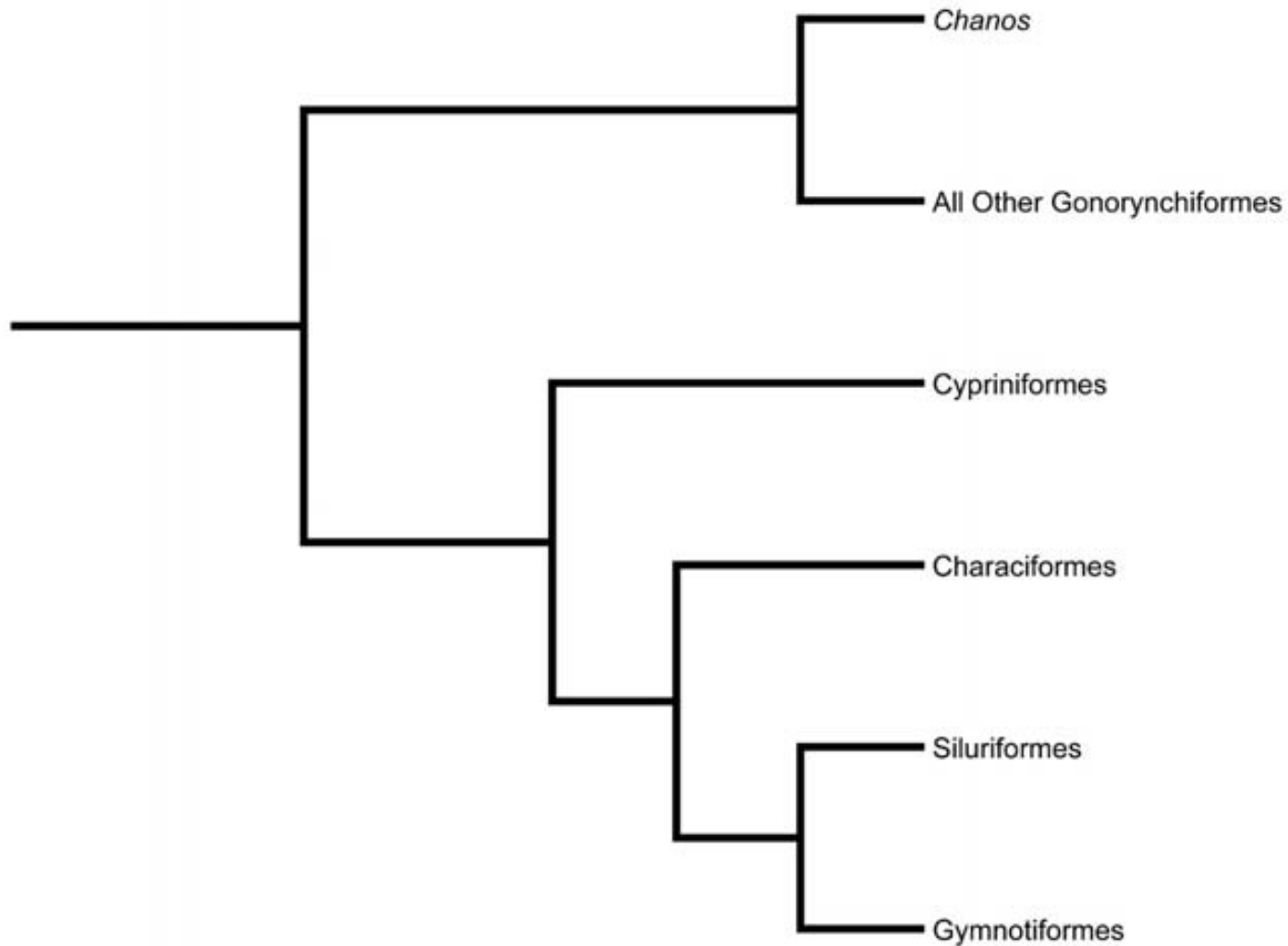
Series Otophysi

Aparato de Weber

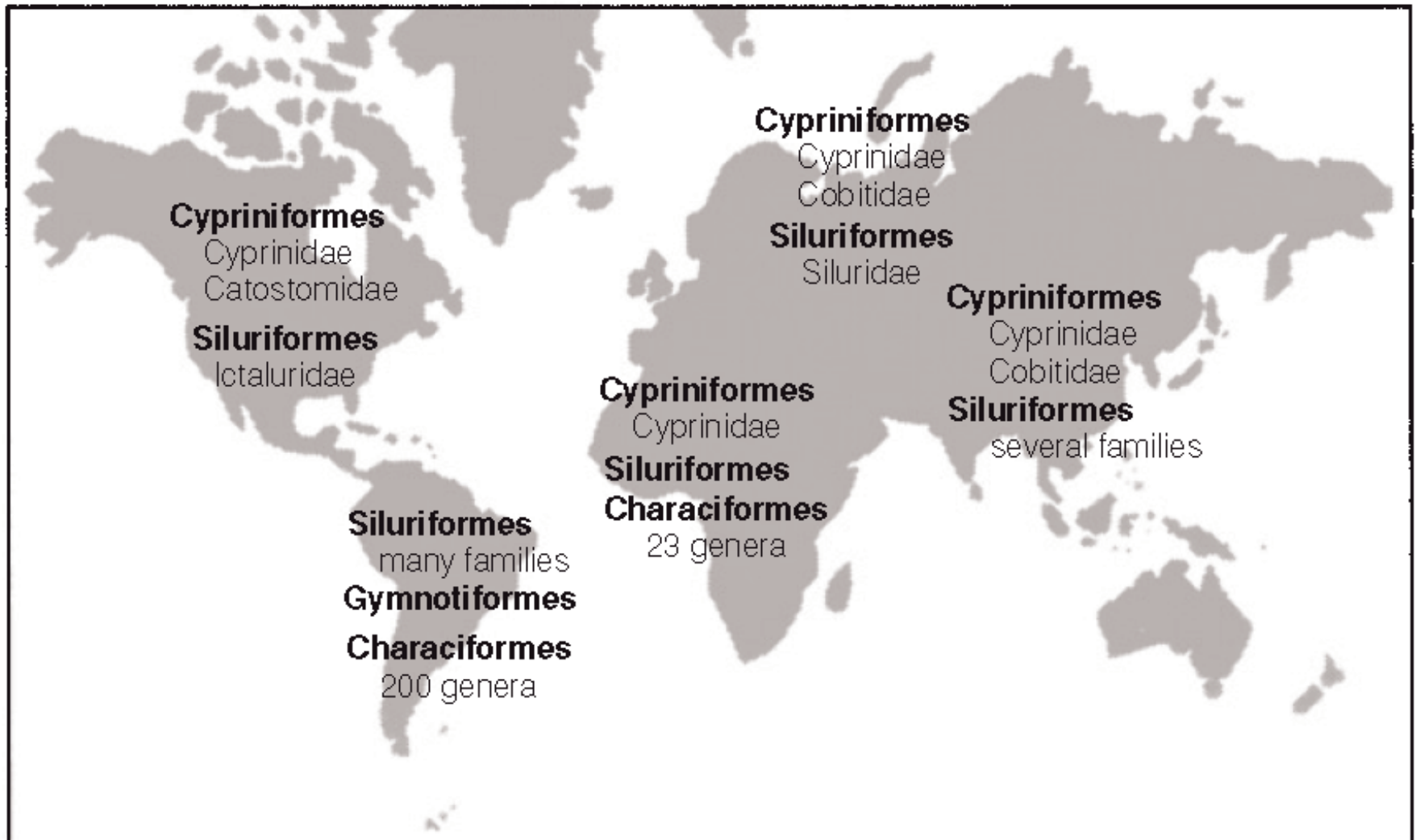


Cypriniformes
Characiformes
Siluriformes
Gymnotiformes

Filogenia Ostariophysi



Distribución Otophysi

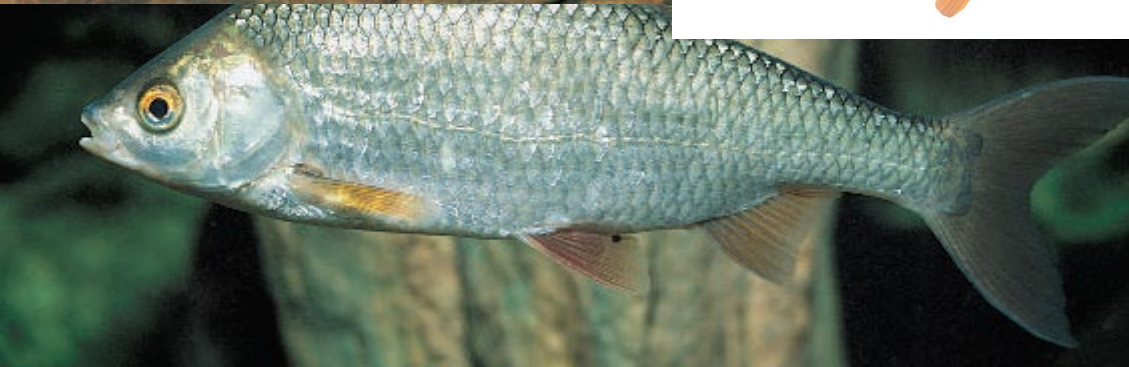
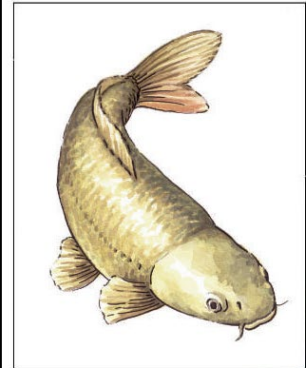


Orden Cypriniformes

>3200 especies (2200 en la familia Cyprinidae)

- Mandíbula y maxíla sin dientes.
- Desarrollo de una dentadura faríngea (5° arco ocluye contra basioccipital)
- La maxila se excluye de la mordida, y boca altamente protrusible.

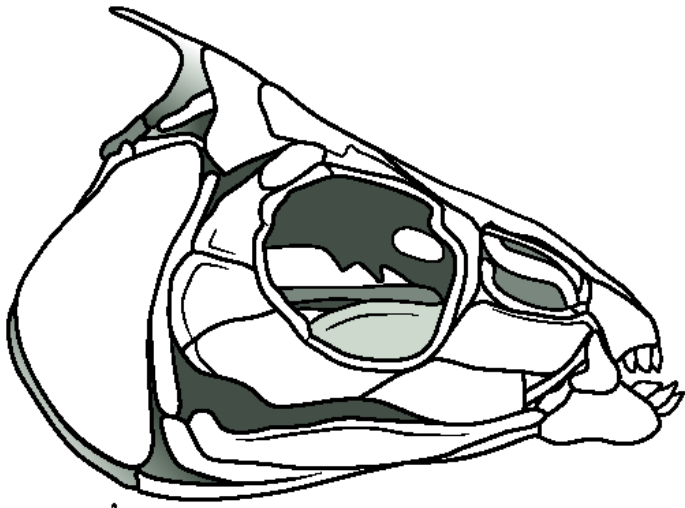




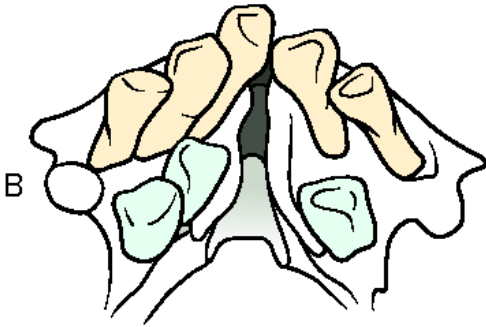
Orden Characiformes

- **1674 especies actuales** (1300 sudamericanas, 200 africanas). Principalmente tropicales.
- Taxonomía poco clara.
- †*Santanichthys* Cretácico temprano de Brasil (Characiforme y Otophysi más antiguo)

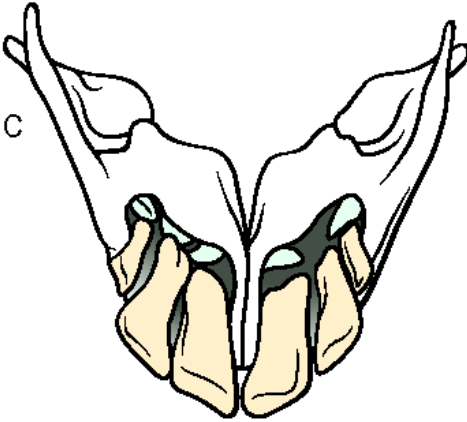




A



B



C

- Dentadura bien armada, con recambio de dientes (ej. Pirañas)
- Mandíbula superior no protractil.
- Bárbulas ausentes
- Aleta adiposa

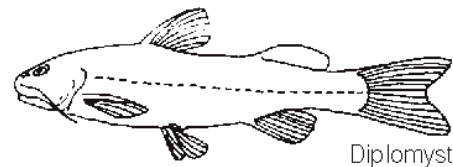
Orden Siluriformes

2867 especies (55% en Sudamérica)

- Simpléctico, subopercular, basihial y huesos intermusculares ausentes.
- Cuatro pares de bárbulas alrededor de la boca (función táctil y quimiosensorial)
- Rayos espinosos en aletas dorsales y pectorales (veneno en algunos).



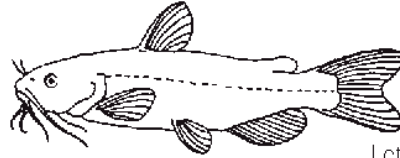
Diversidad morfológica en Siluriformes



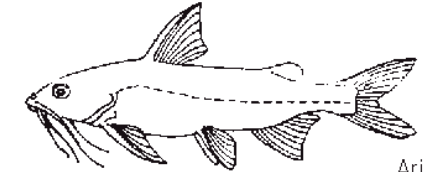
Diplomystidae



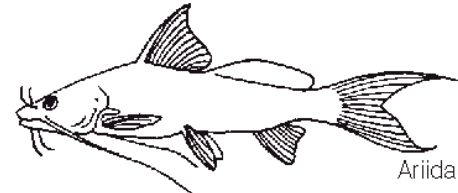
Malapteruridae



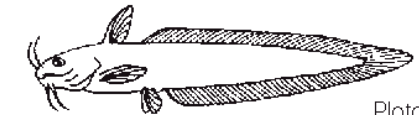
Lotaluridae



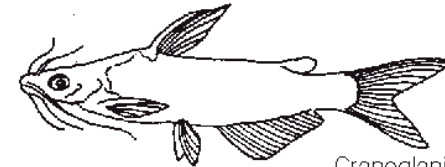
Ariidae



Ariidae



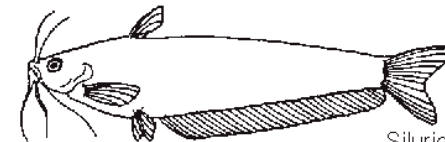
Plotosidae



Cranoglanididae



Pimelodidae



Siluridae



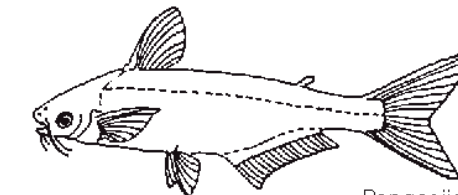
Trichomycteridae



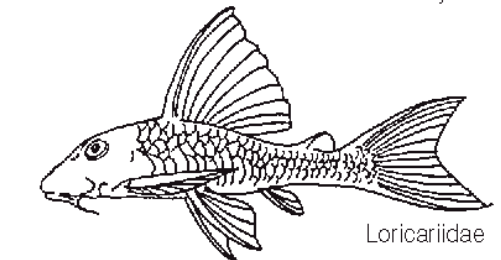
Schilbeidae



Callichthyidae



Pangasiidae



Loricariidae

Siluriformes chilenos

Familias más primitivas Siluriformes



Nematogenyidae

Trichomycteridae



Diplomystidae

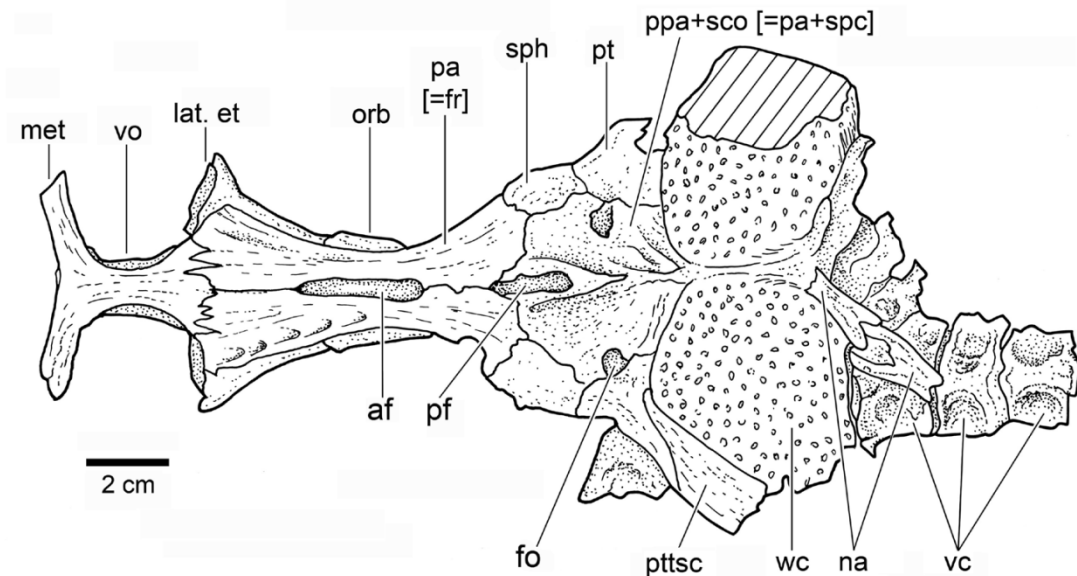


Registro Fósil

†*Andinichthys*, †*Incaichthys*, †*Hoffstetterichthys*
(Cretácico Superior y Paleoceno temprano Bolivia)

†*Corydoras revelatus*
(Paleoceno tardío Argentina)

†*Nematogenys cuiivi*
(Mioceno Lonquimay)

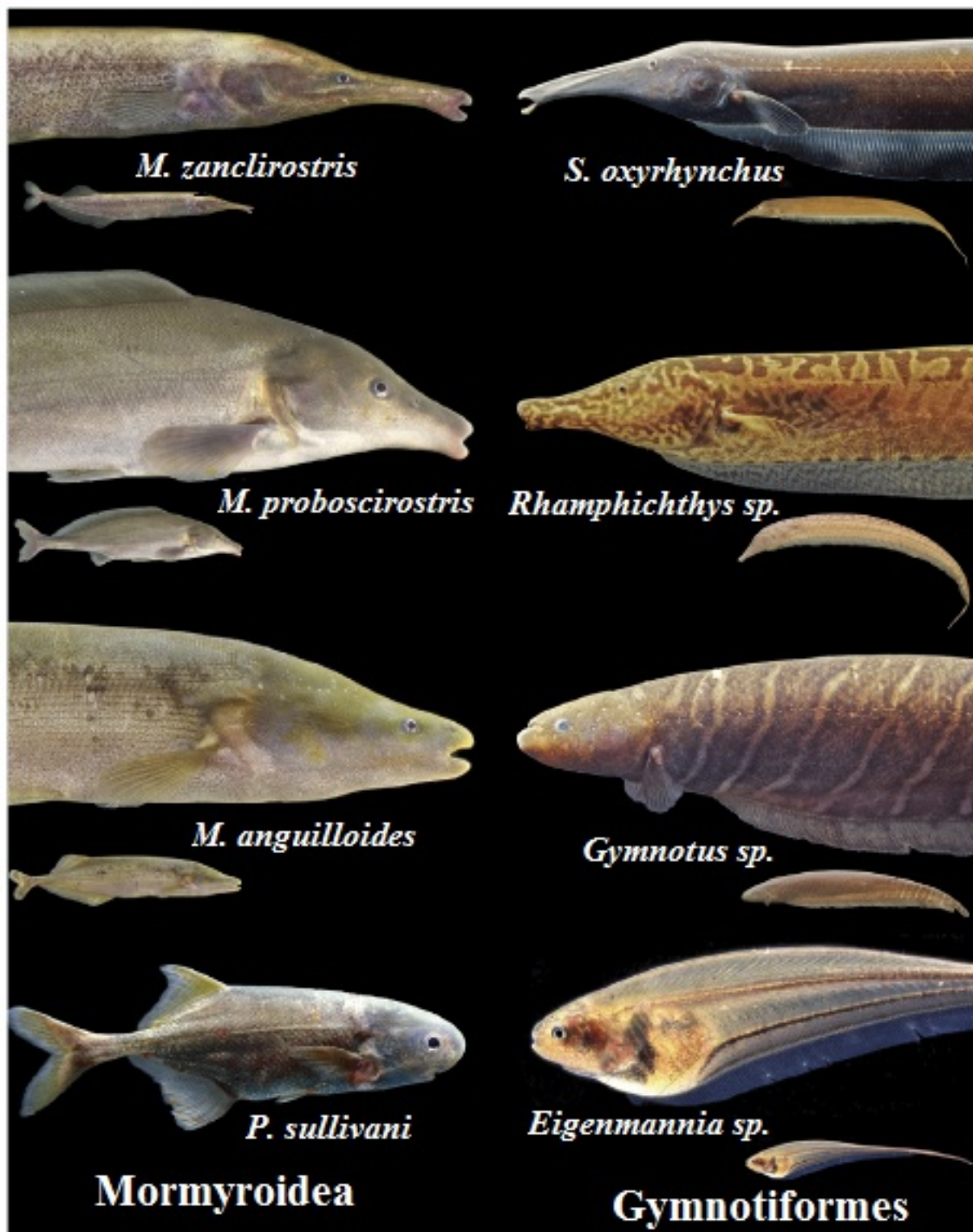


Orden Gymnotiformes

134 especies actuales (Centro y Sudamérica)

- Grupo más avanzado
- Cuerpo tipo anguiliforme con aleta anal larga
- Producen y reciben impulsos eléctricos (convergencia Mormyridae)





Filogenia Morfológica de Teleósteos

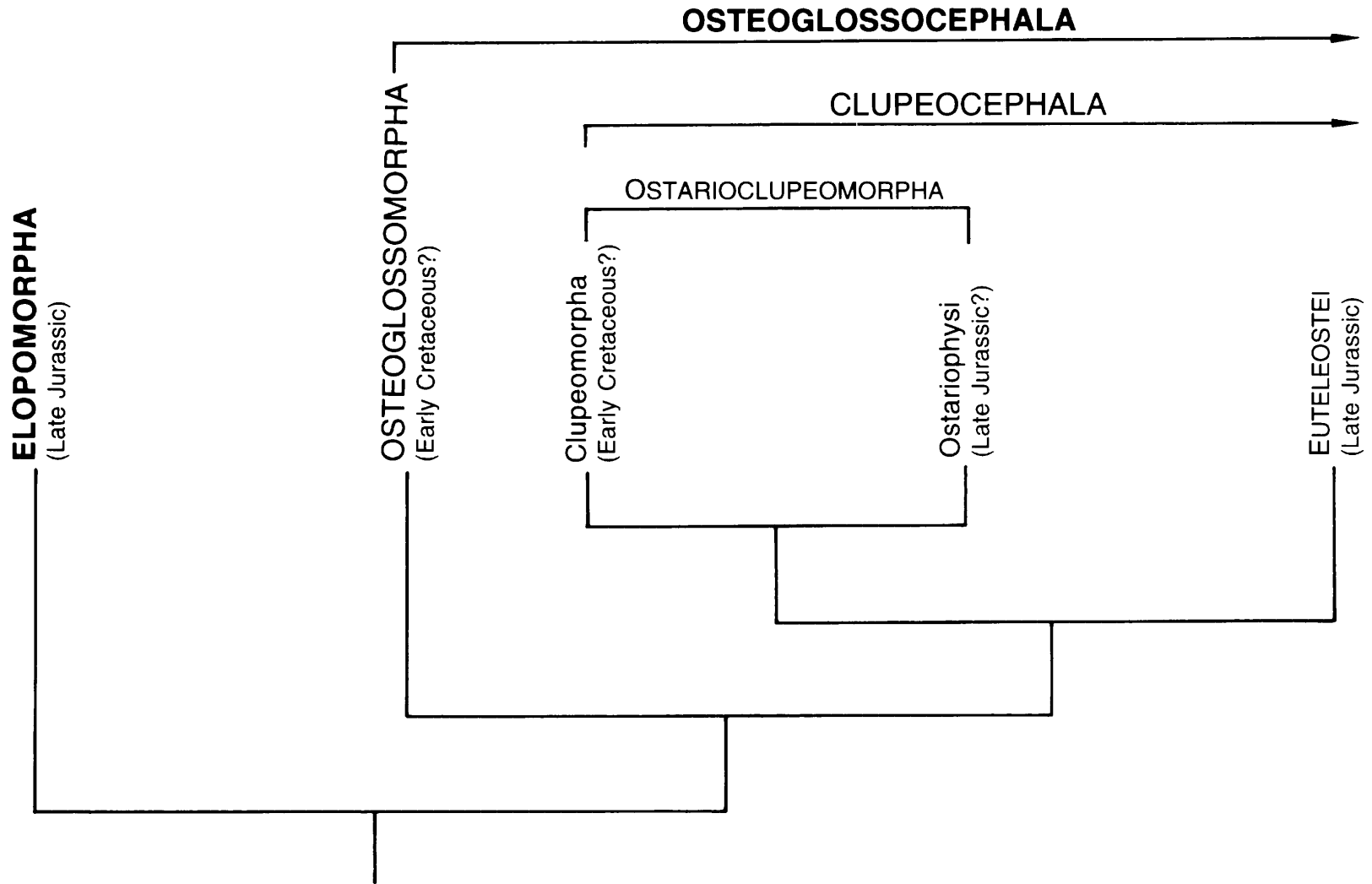


Fig. 27.

Hypothesis of phylogenetic relationships of major groups of extant teleosts with age of the oldest known members.

Subdivisión Euteleostei

3 características:

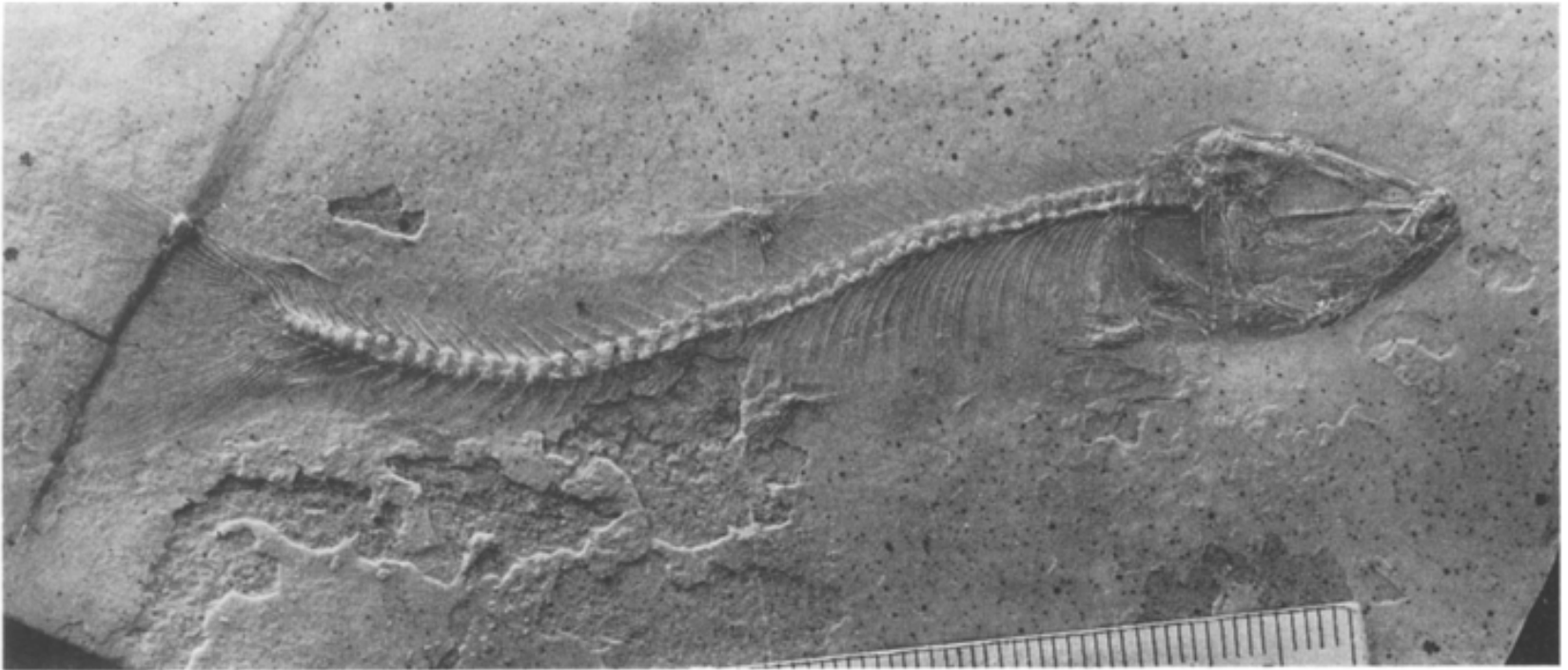
- Similitudes en el desarrollo de supraneurales
- Crecimiento de un hueso estegural desde uroneurales.
- Presencia de cartílagos entre hipurales

Protacantopterygii (366 especies)

Neoteleostei (>17000 especies)

†Orthogonikleithrus

Jurásico Tardío Europa



- Yacimientos marinos superficiales

Superorden Protacantopterygii

- Orden Salmoniformes (66 especies)
- Orden Osmeriformes (88 especies)
- Orden Argentiniformes (202 especies)
- Orden Esociformes (10 especies)

**Marinos y
dulceacuícolas**



