

# Vertebrados 2023

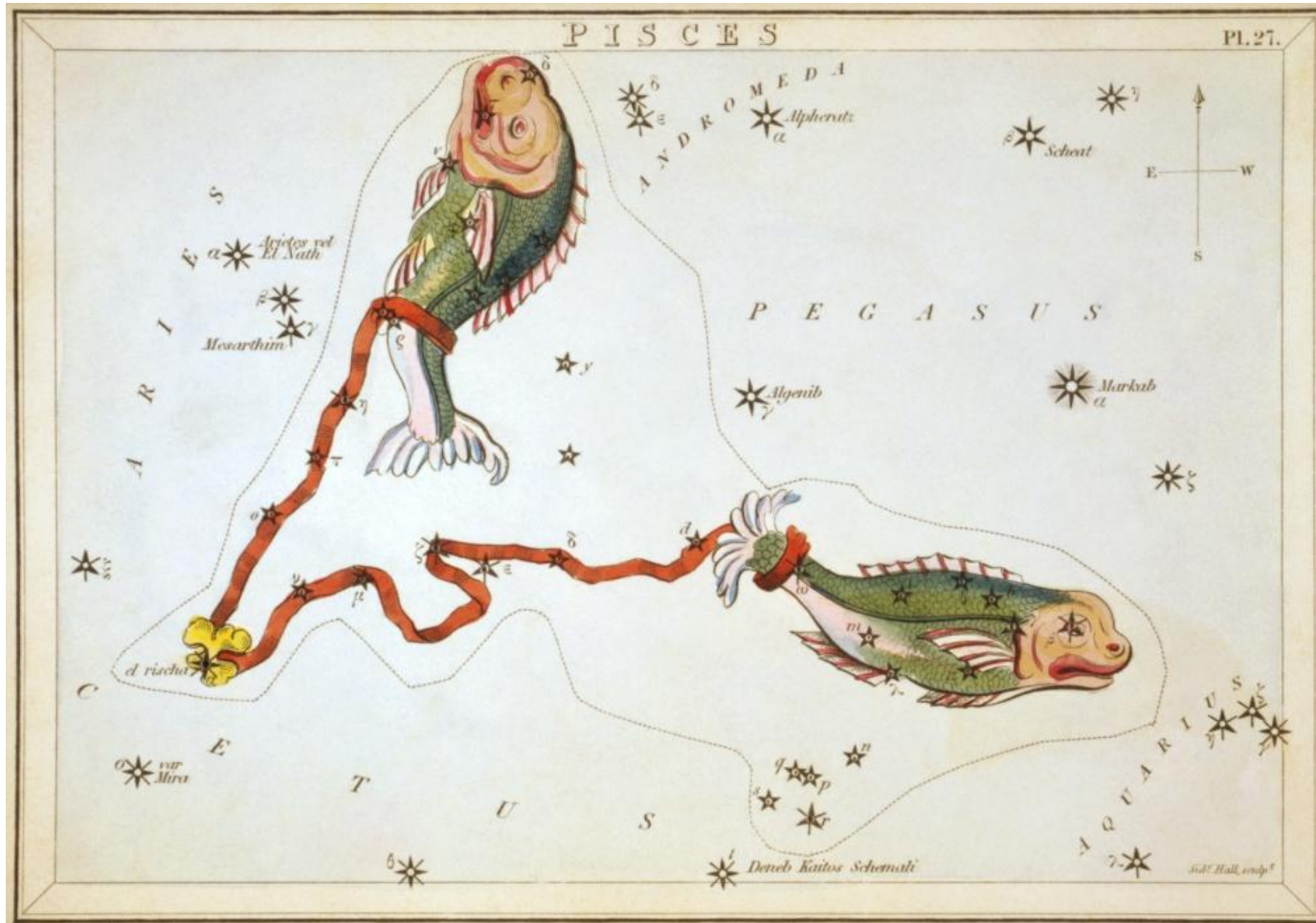
## Los Peces Óseos: El gran éxito de los Cordados

Marcelo Loureiro

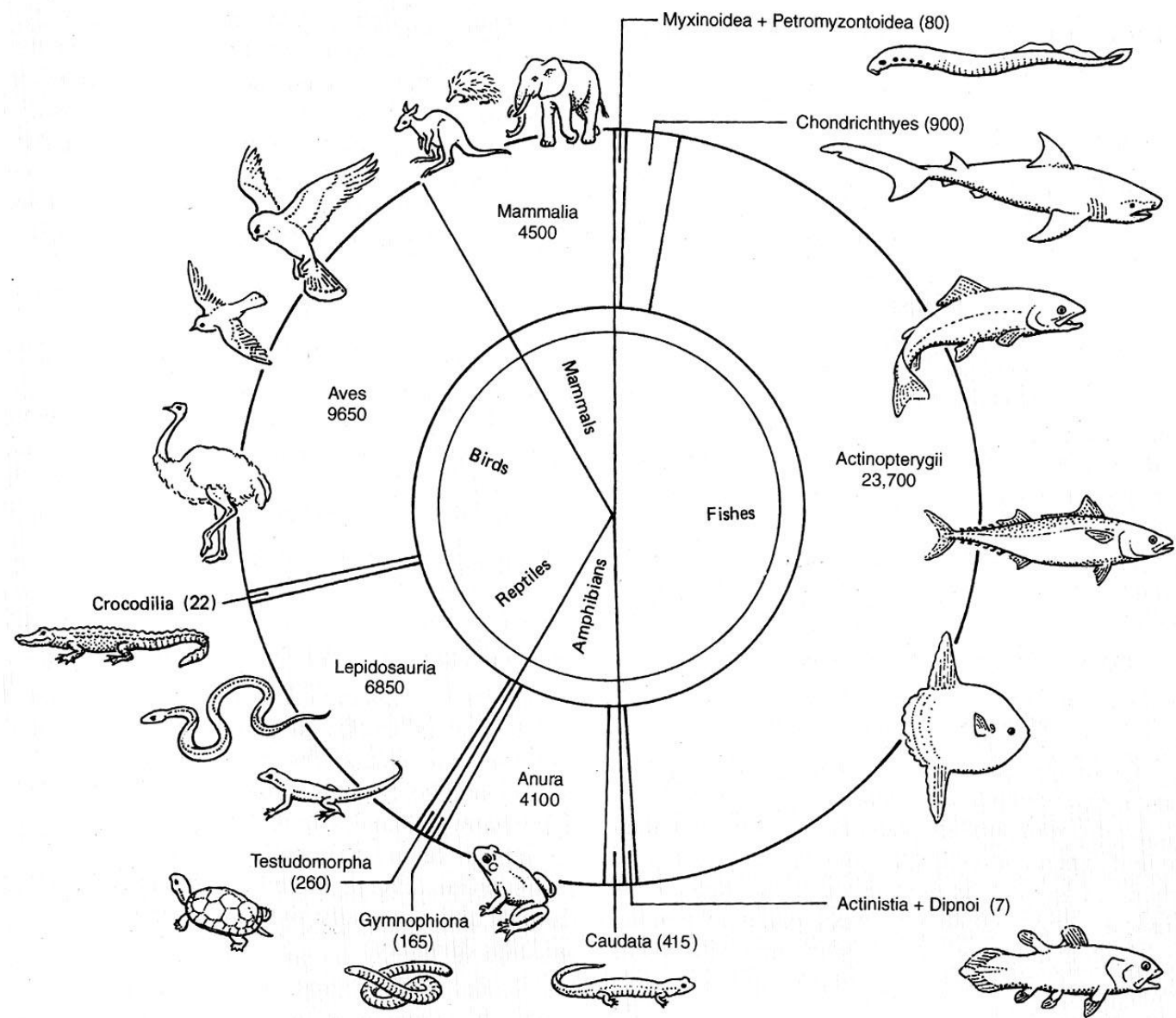
Laboratorio de Zoología de Vertebrados

Departamento de Ecología y Evolución

Instituto de Biología

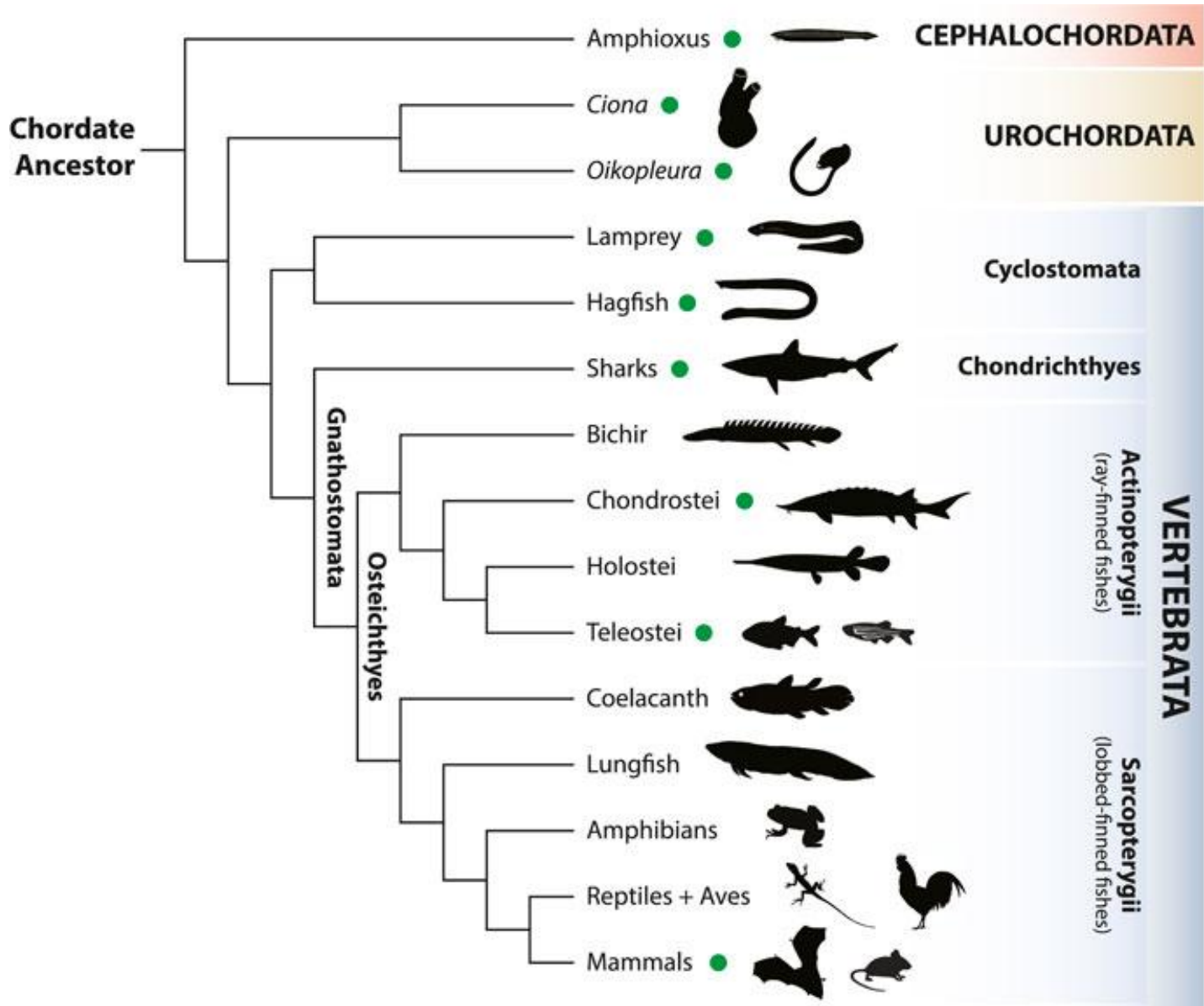


# Los Peces Óseos: El gran éxito de los Cordados



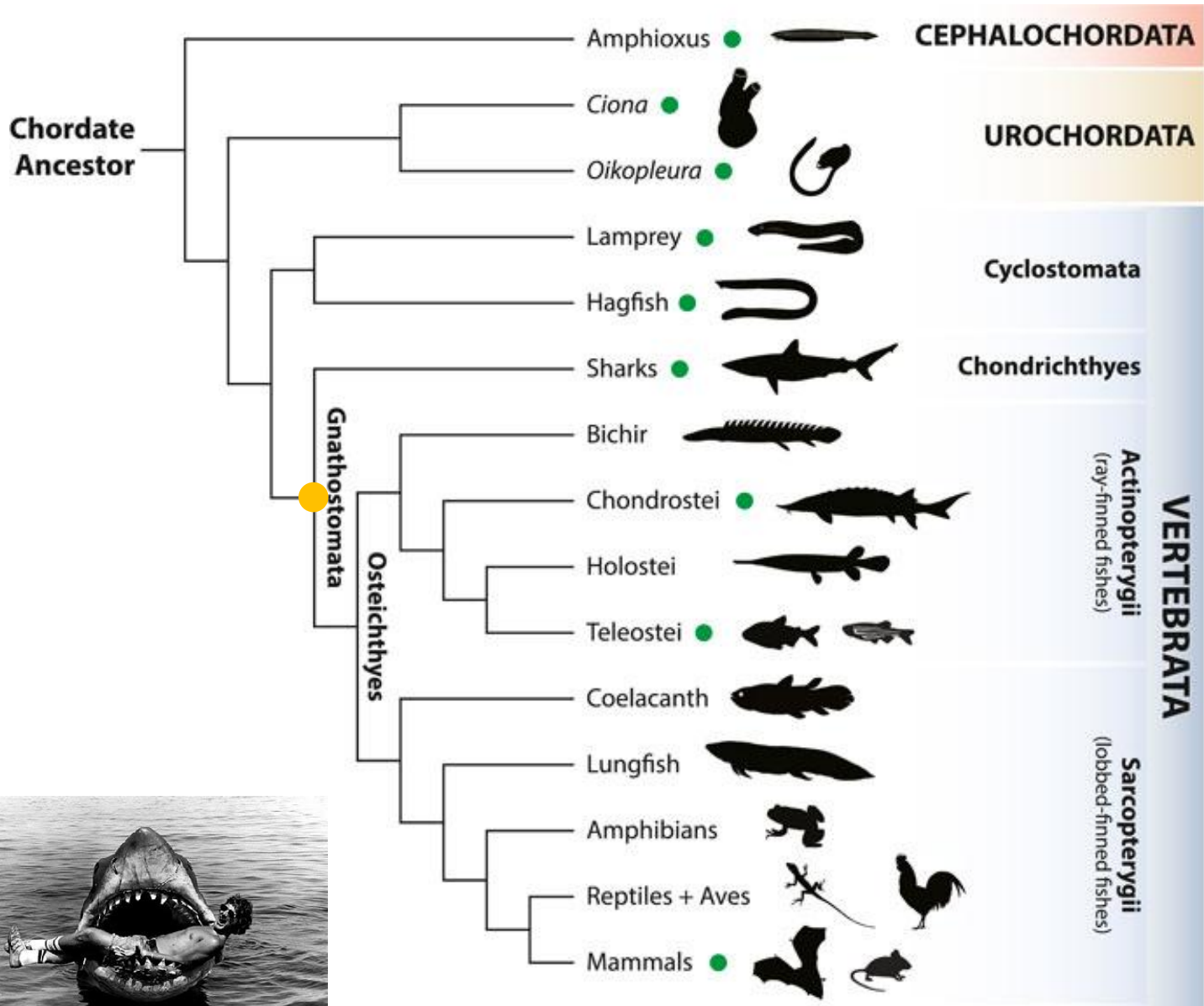
# Peces: Cordados con cráneo, arcos branquiales y aleta caudal.

Adaptaciones primarias a la vida acuática (respiración, locomoción, osmoregulación,.....)



Peces

# Gnatostomados: Mandíbulas



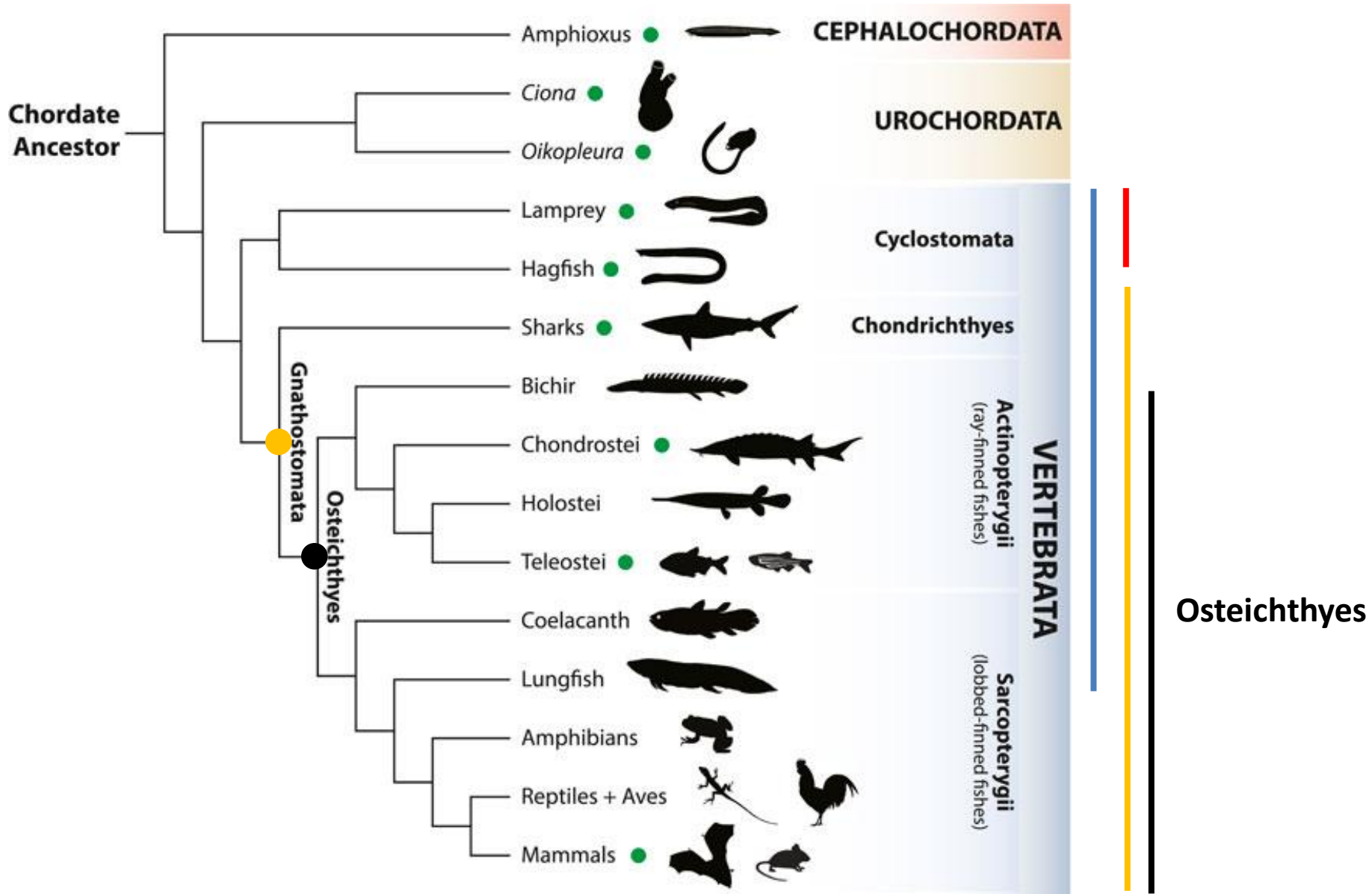
**Agnatos**

**Gnatostomados**

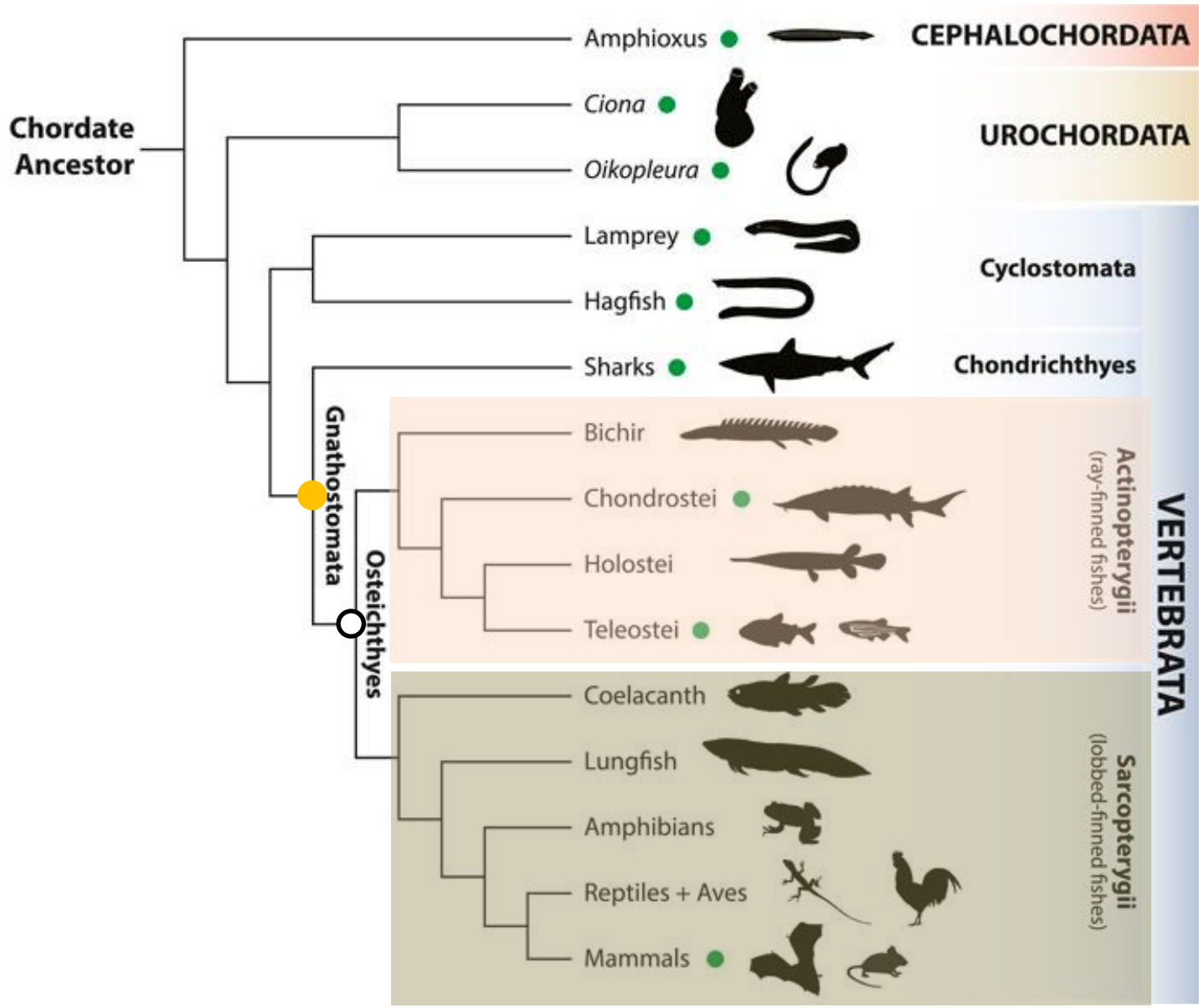




# Osteichthyes: Peces Óseos + Tetrapodos

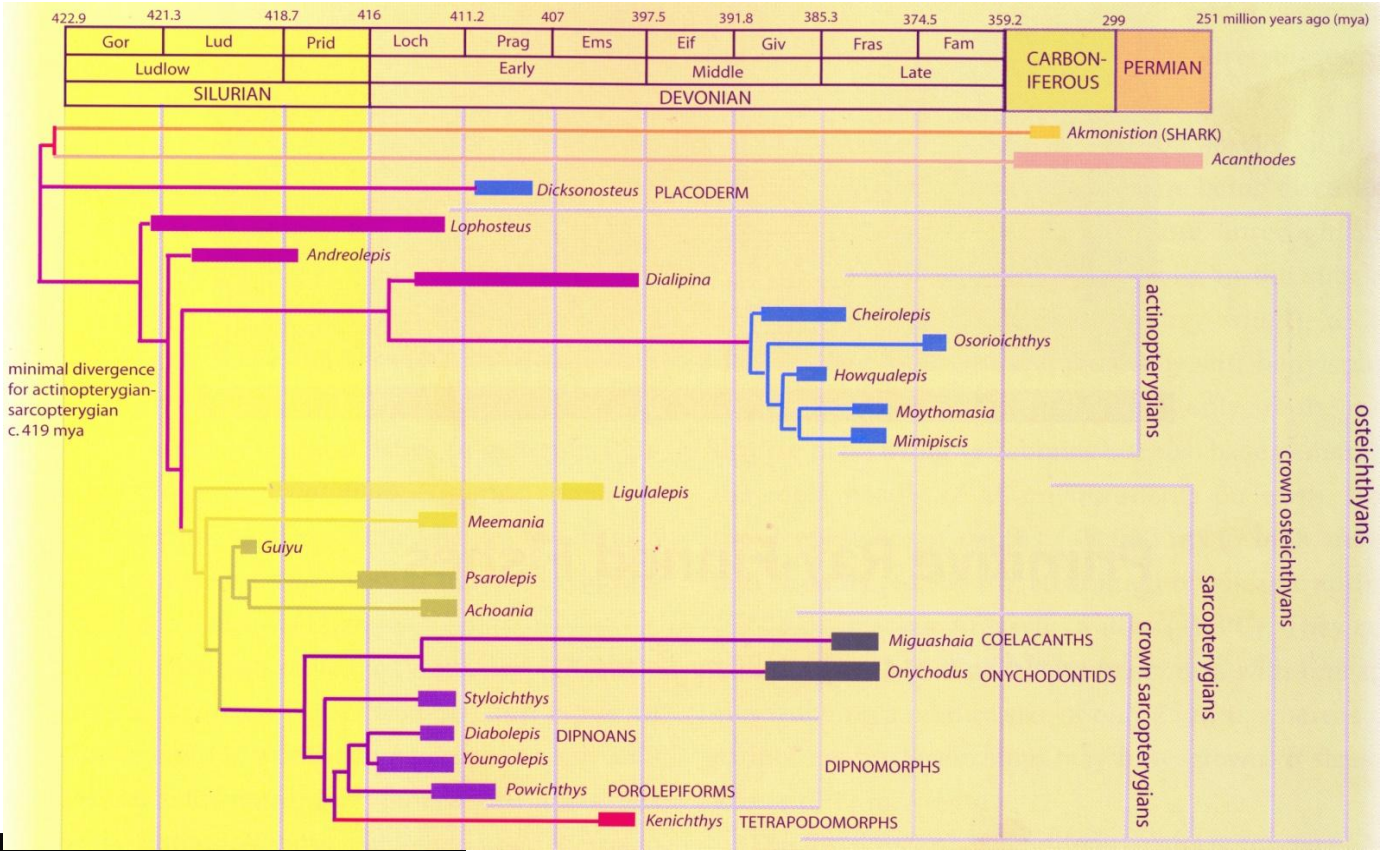


# Osteichthyes: 2 grandes ramas

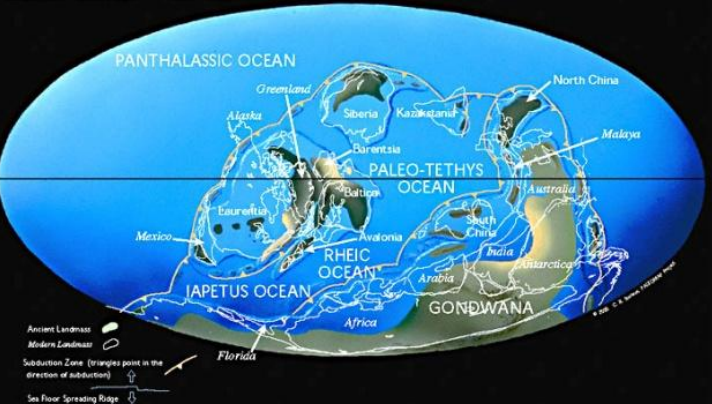


# Osteichthyes:

Grupo muy antiguo: primeros restos fósiles Silúrico tardío



Middle Silurian 425 Ma





# Diagnosis Osteichthyes

Sarcopterigios



Actinopterigios



Esqueleto interno osificado

# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado

Sarcopterigios

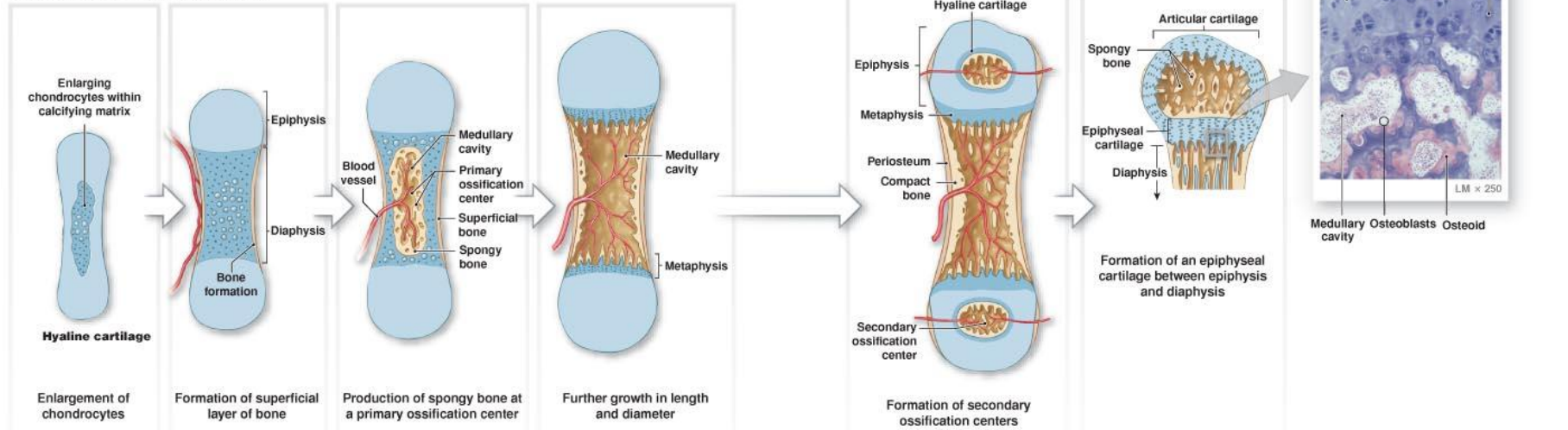


Actinopterigios



## Hueso Endocondral

The process of endochondral ossification





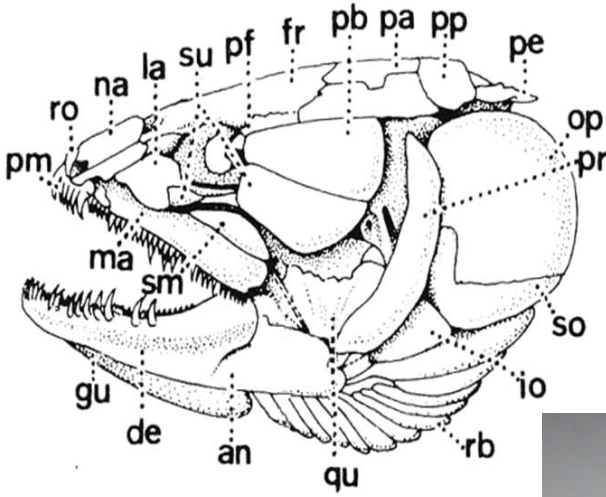
# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral

Sarcopterigios



Actinopterigios



Cráneo con suturas



# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas

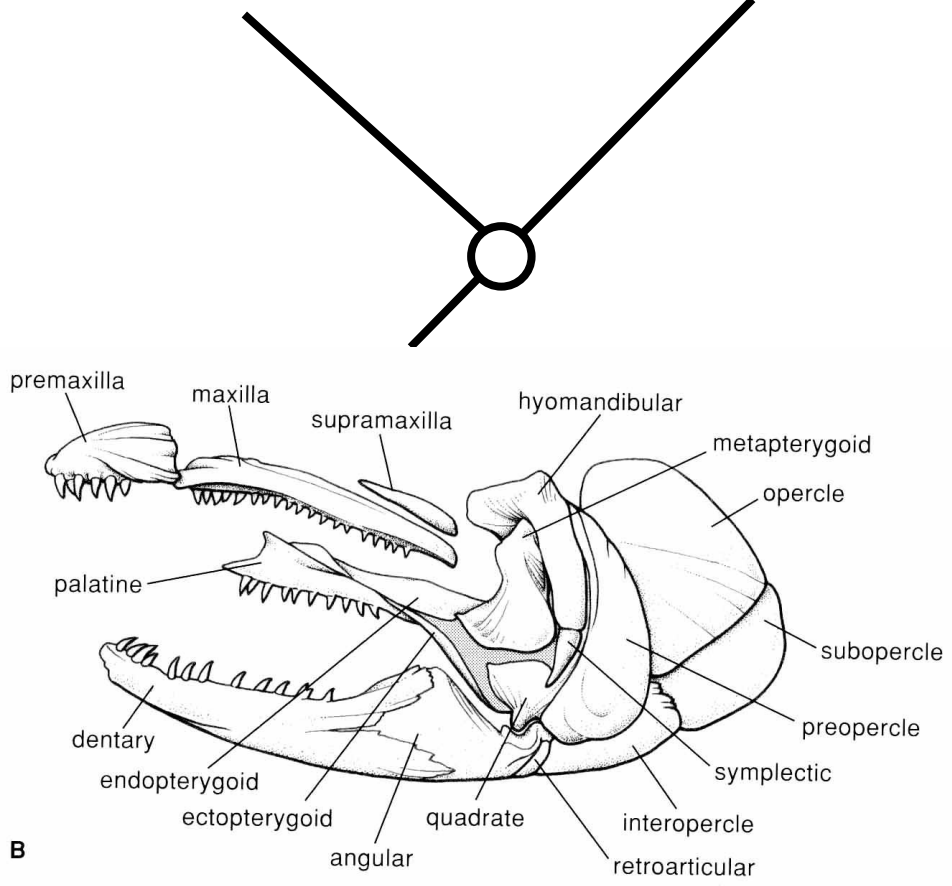
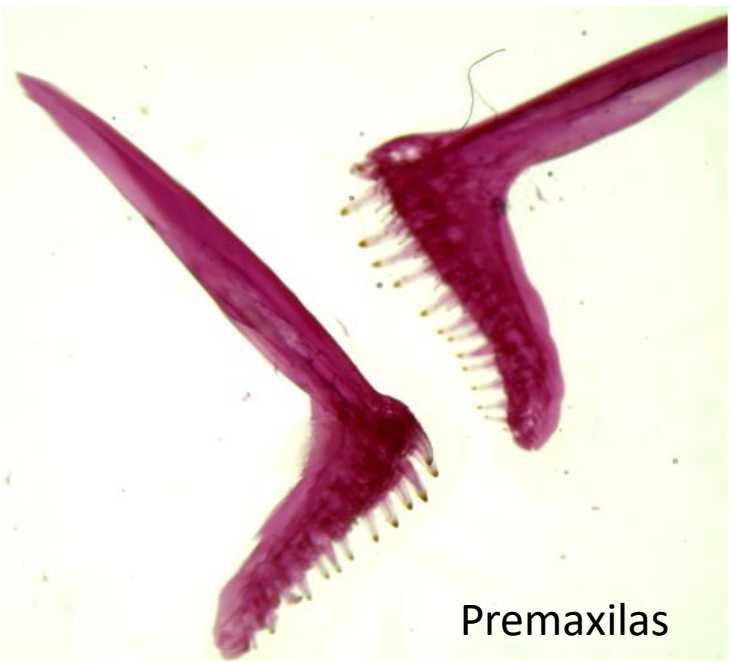
Sarcopterigios

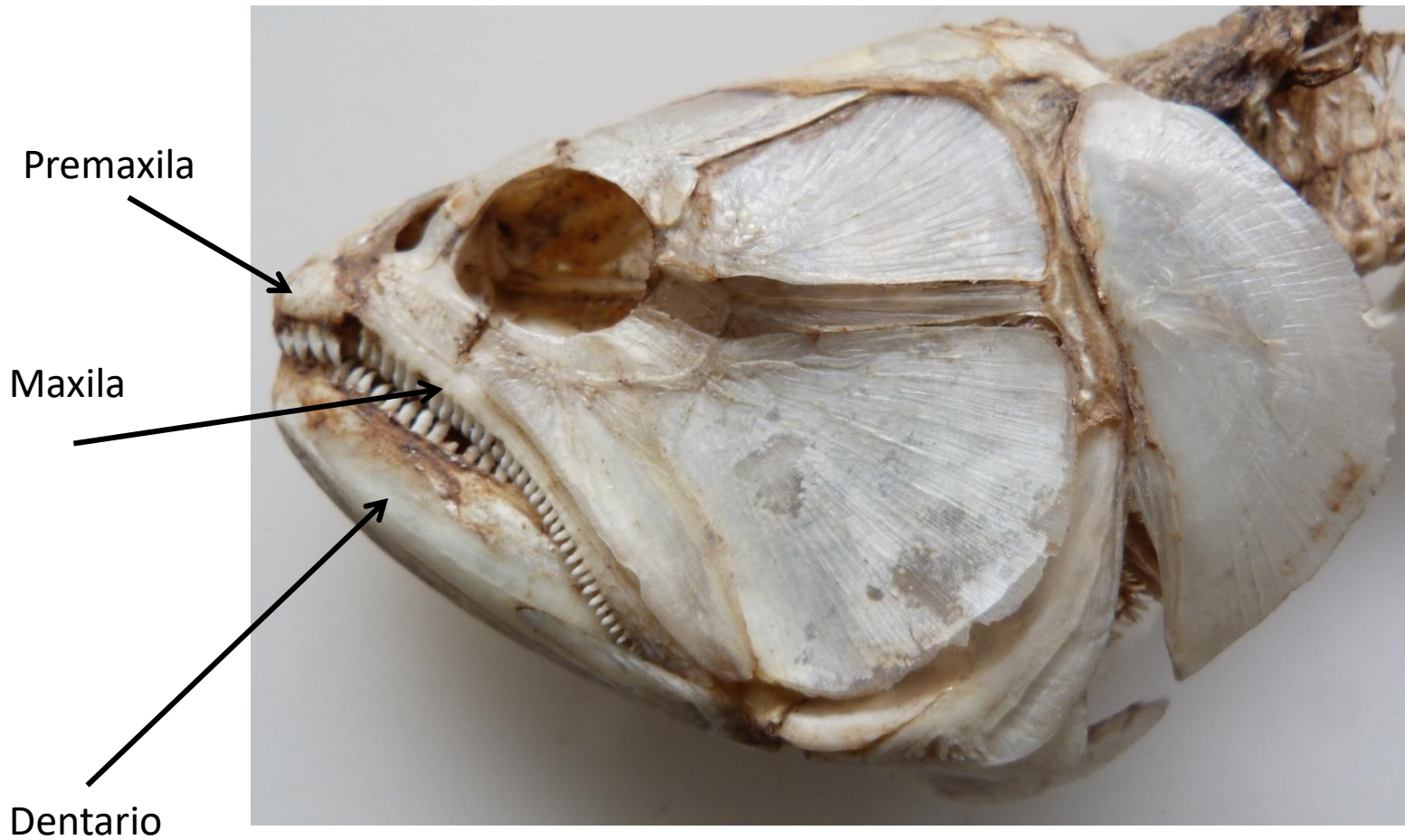


Actinopterygios



## Mandíbulas de Hueso Dérmico





Vista lateral cráneo de dorado



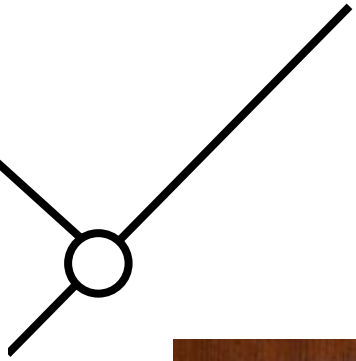
# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico

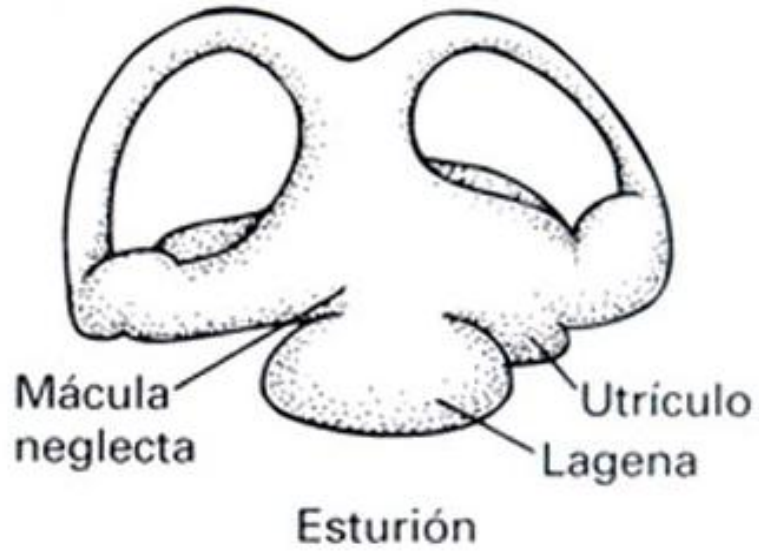
Sarcopterigios



Actinopterigios



3 Otolitos en el Oído Interno



# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno

Sarcopterigios



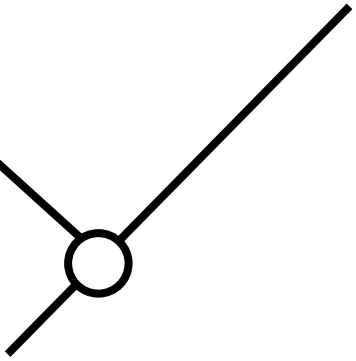
Actinopterygios



Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial



Aparato Opercular





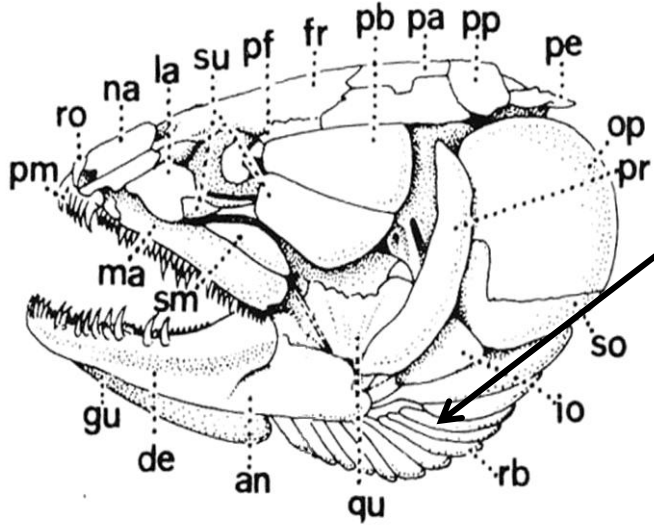
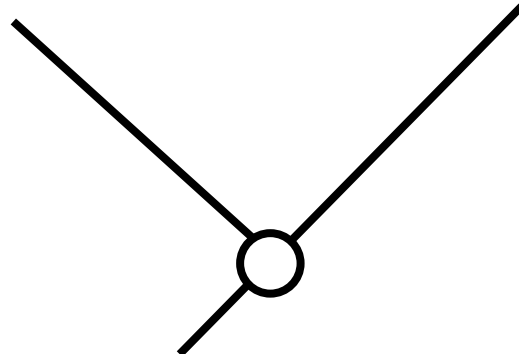
# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial

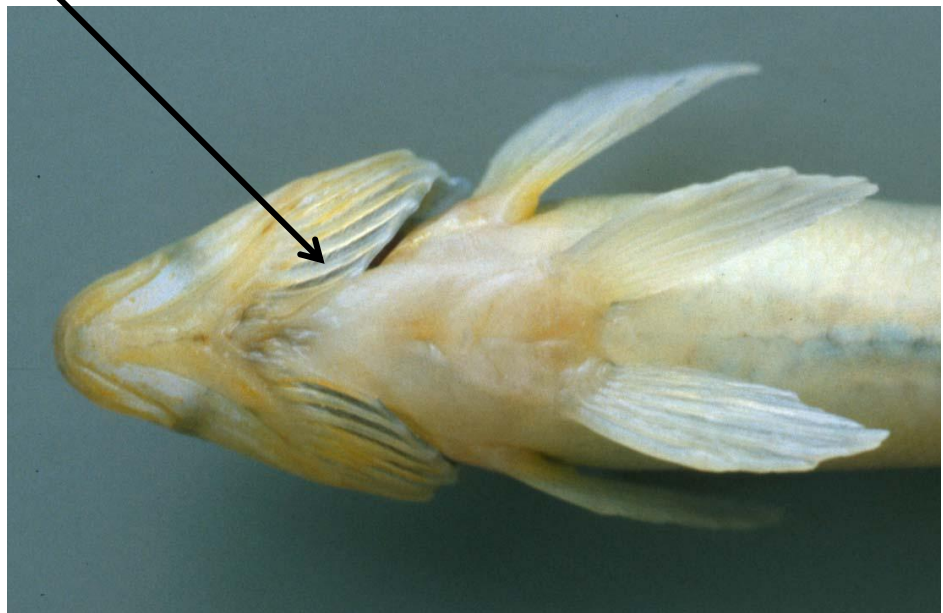
Sarcopterigios



Actinopterigios



Radios Branquiostegos



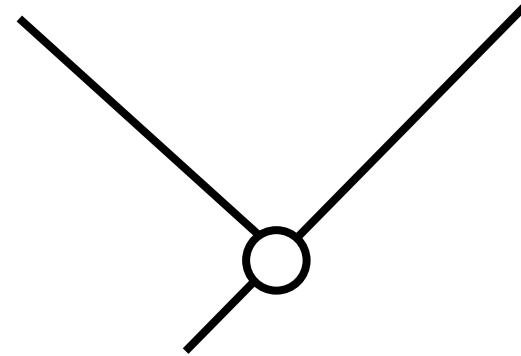
# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial
- Radios Branquiostegos

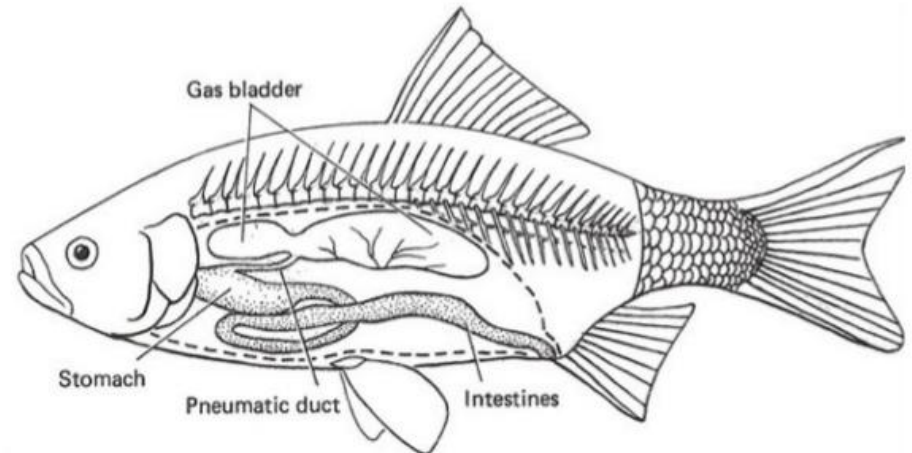
Sarcopterigios



Actinopterigios



Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar



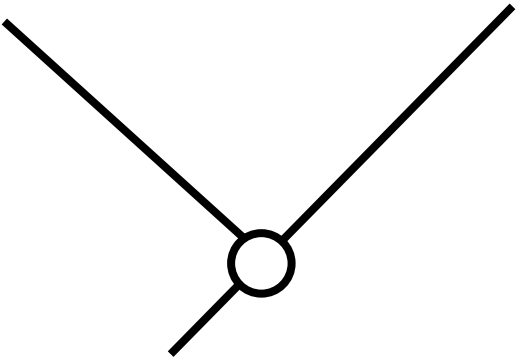
# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial
- Radios Branquiostegos
- Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar

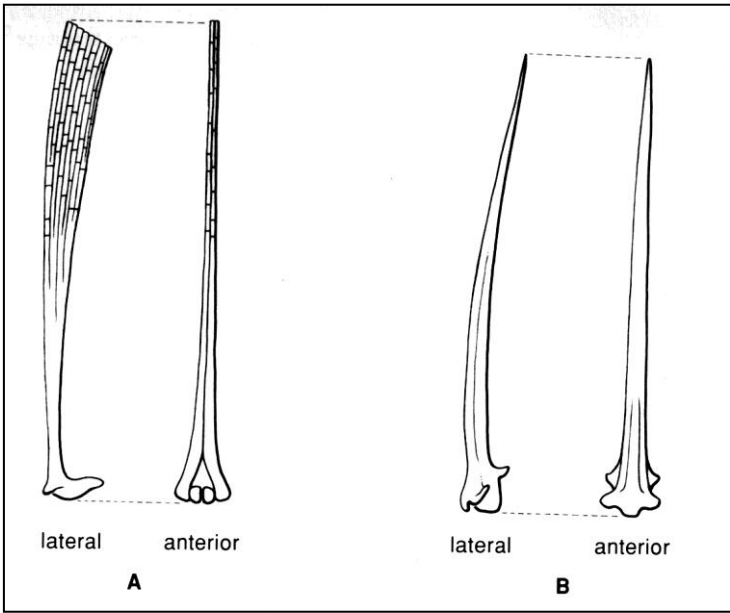
Sarcopterigios



Actinopterygios



Lepidotrichia





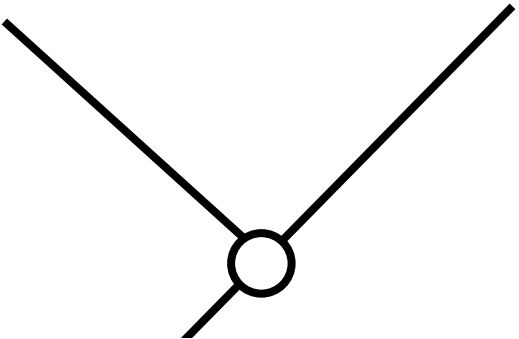
# Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial
- Radios Branquiostegos
- Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar
- Lepidotrichia

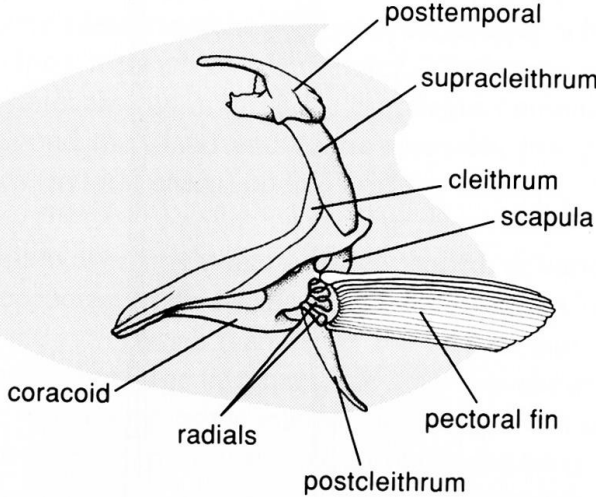
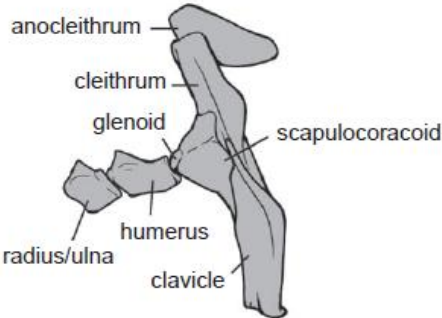
Sarcopterigios



Actinopterygios



Lungfish (*Neoceratodus*)

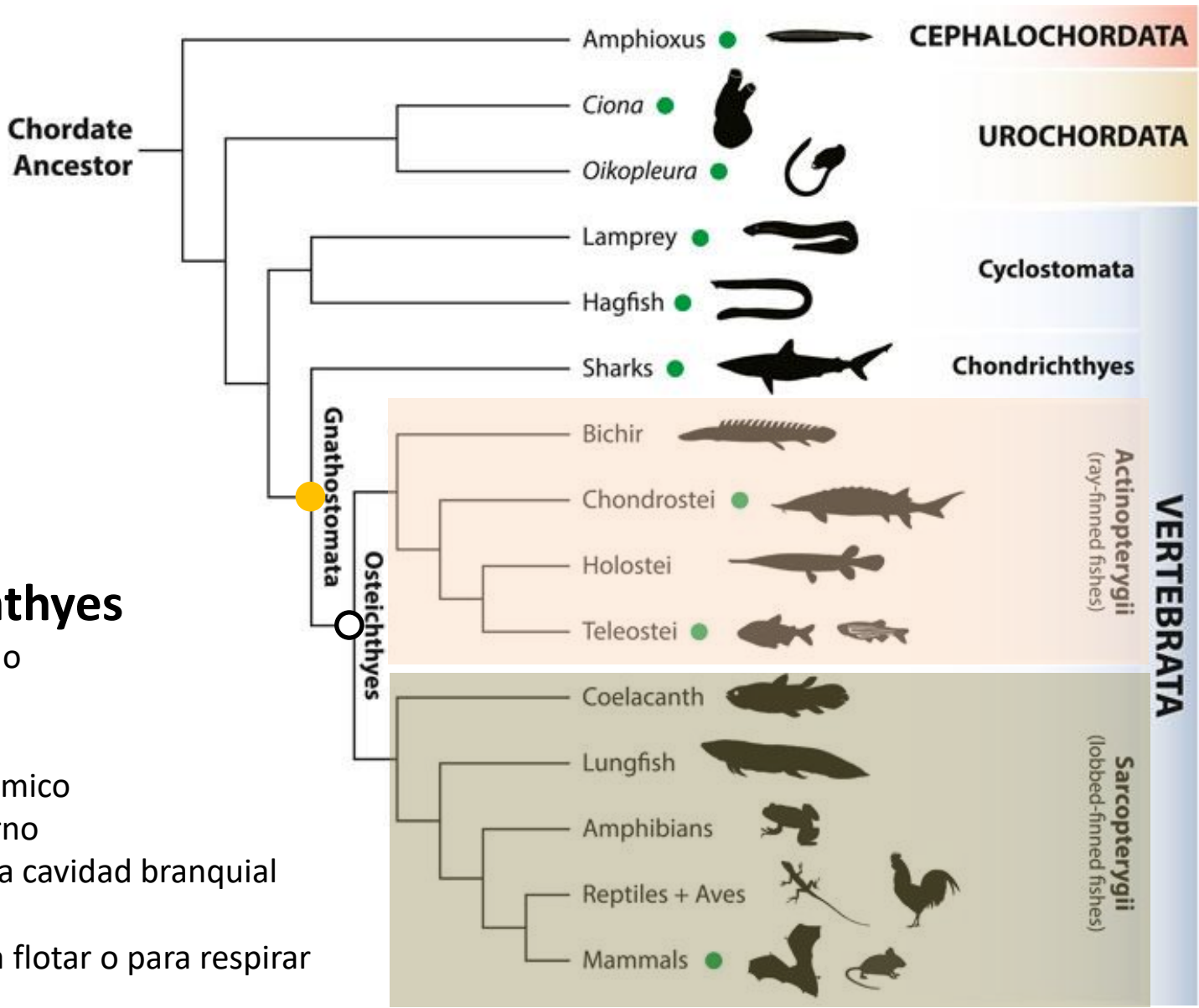


•Cintura pectoral:

Escapulocoracoides endocondral

Supraescapular, supracleitro, cleitro, clavícula dérmicos

**Osteichthyes = Actinopterygii (PECES) + Sarcopterygii (PECES + TETRAPODOS)**

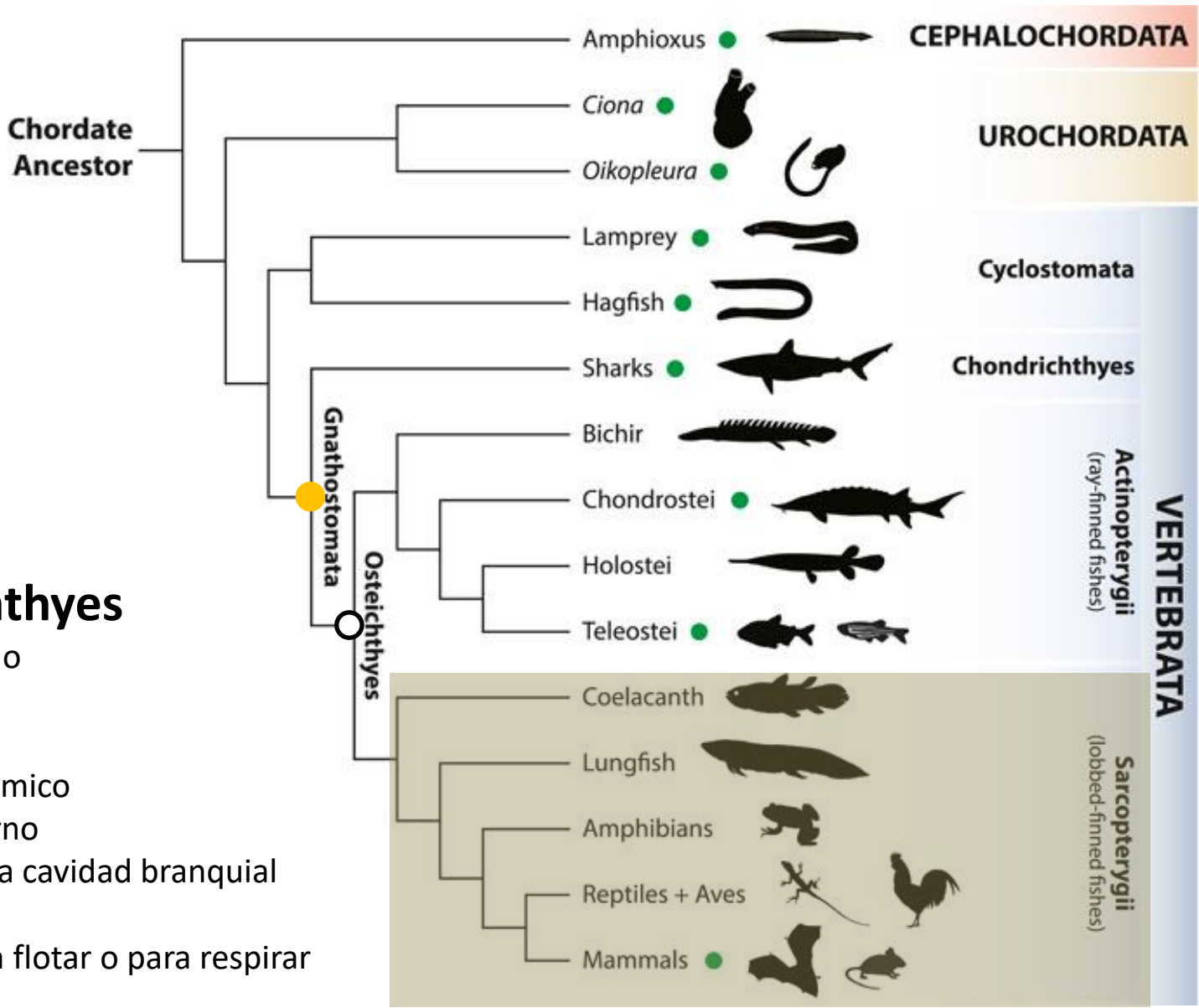


**Diagnosis Osteichthyes**

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial
- Radios Branquiostegos
- Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar
- Lepidotrichia
- Cintura pectoral



**Osteichthyes = Actinopterygii (PECES) + Sarcopterygii (PECES + TETRAPODOS)**

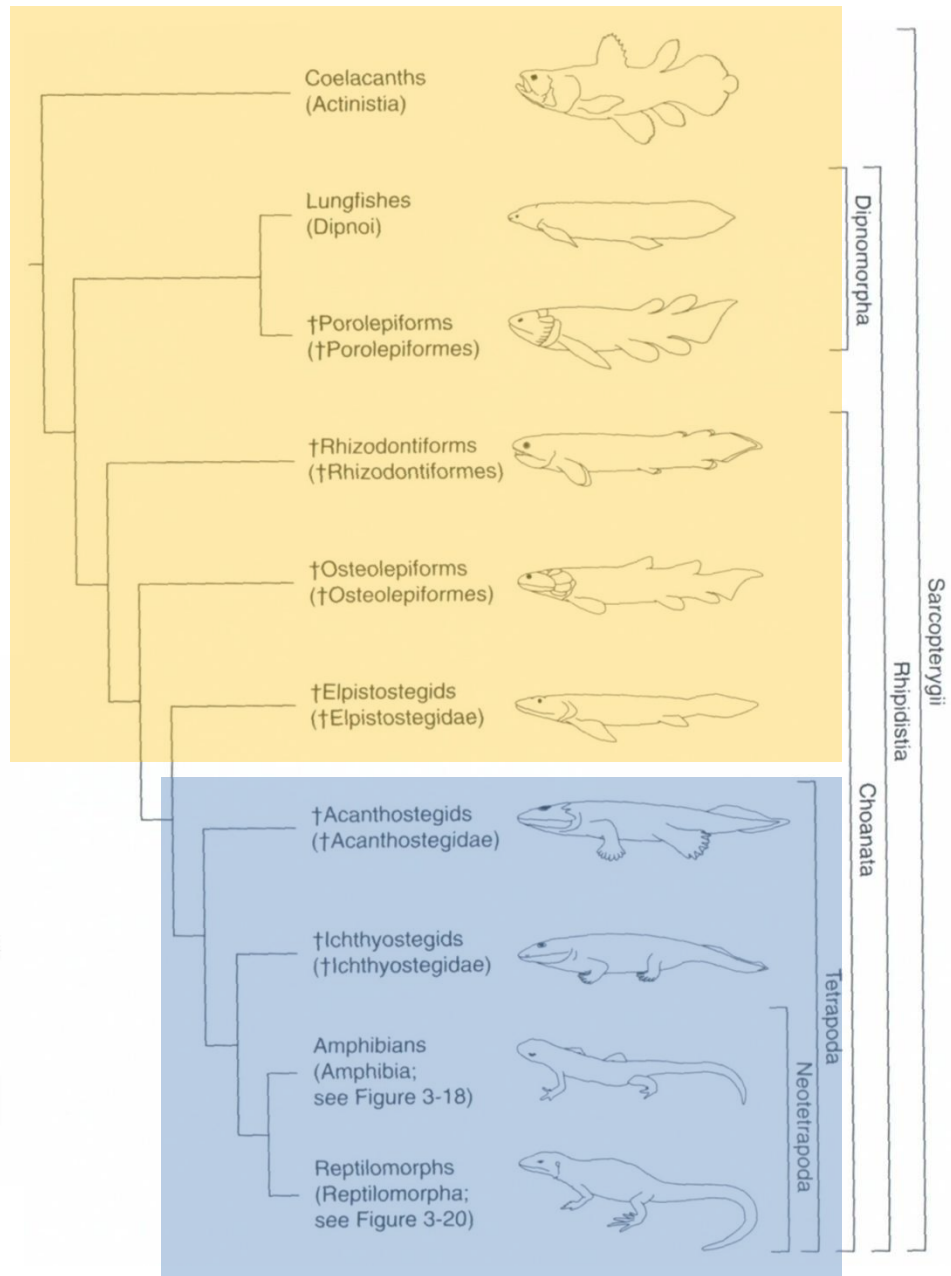
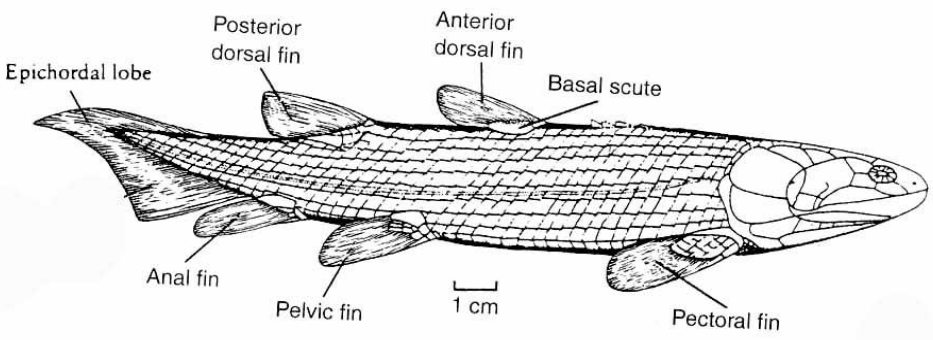


**Diagnosis Osteichthyes**

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial
- Radios Branquiostegos
- Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar
- Lepidotrichia
- Cintura pectoral

# Sarcopterygii

- Dos aletas dorsales lobadas
- Articulación craneal
- Aleta caudal heterocerca
- Aletas pares musculares y escamadas, con eje central óseo (monobásicas)
- Cosmina = escamas cosmoides

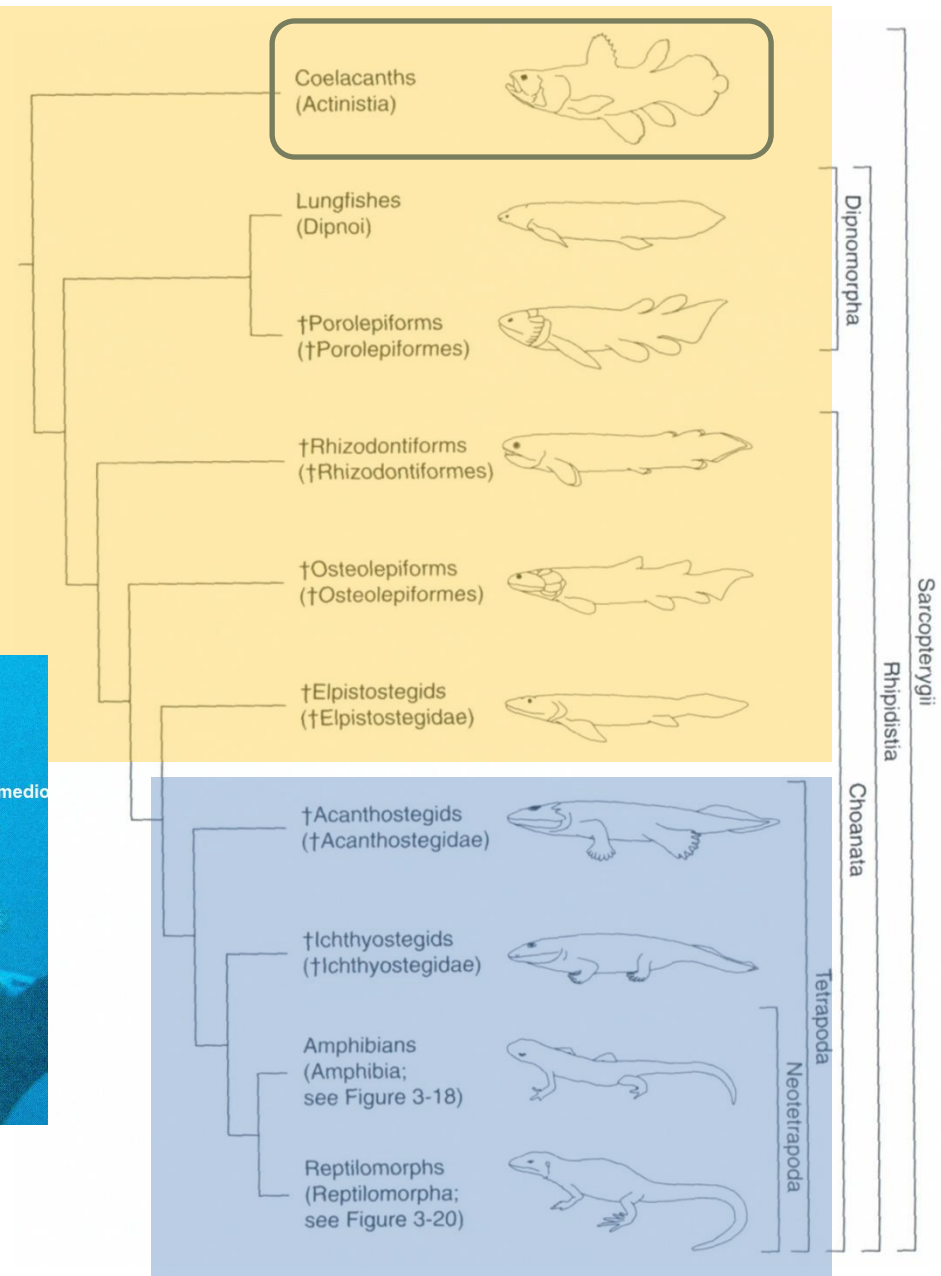


# Actinistia

Devónico temprano

55 géneros extintos, uno solo vivo

- Cráneo dividido en una sección anterior y otra posterior por articulación entre los frontales y los parietales
- En algunos grupos coanas

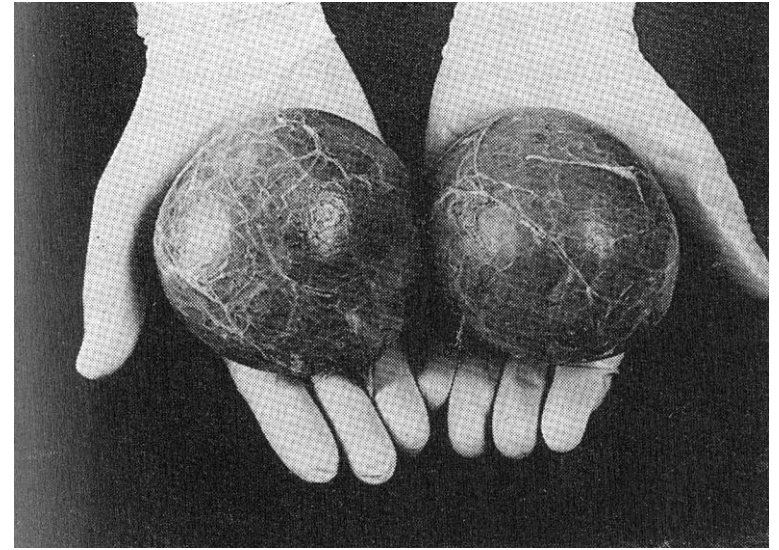




# Actinistia

Único género viviente *Latimeria* sp (2 especies)

- Aleta dorsal no lobada
- Aleta caudal simétrica con tres lóbulos
- Órgano rostral con material gelatinoso
- No presenta cosmina
- Pulmón vestigial
- Órgano graso para flotación
- Vivíparo

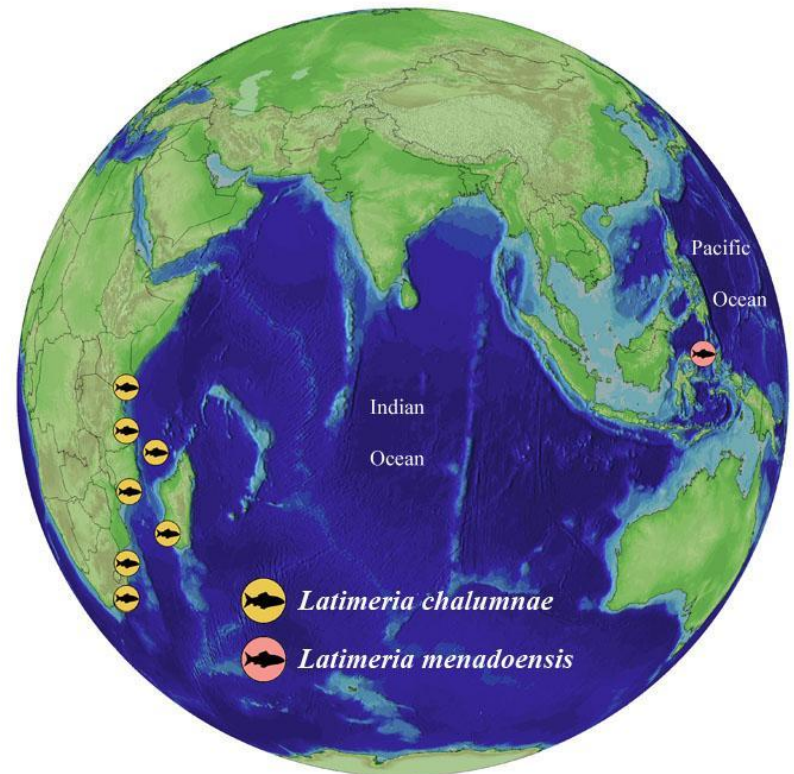




# Actinistia

Único género viviente con 2 especies: *Latimeria chalumnae* y *L. menadoensis*

- Aguas relativamente profundas (400 m)
- Nocturnos
- Sedentarios (14 años ) con migraciones verticales diarias
- Metabolismo basal el menor en los Vertebrados (30 g de alimento/día)
- Dieta: cefalópodos
- Especie amenazada (aprox. 300 individuos)

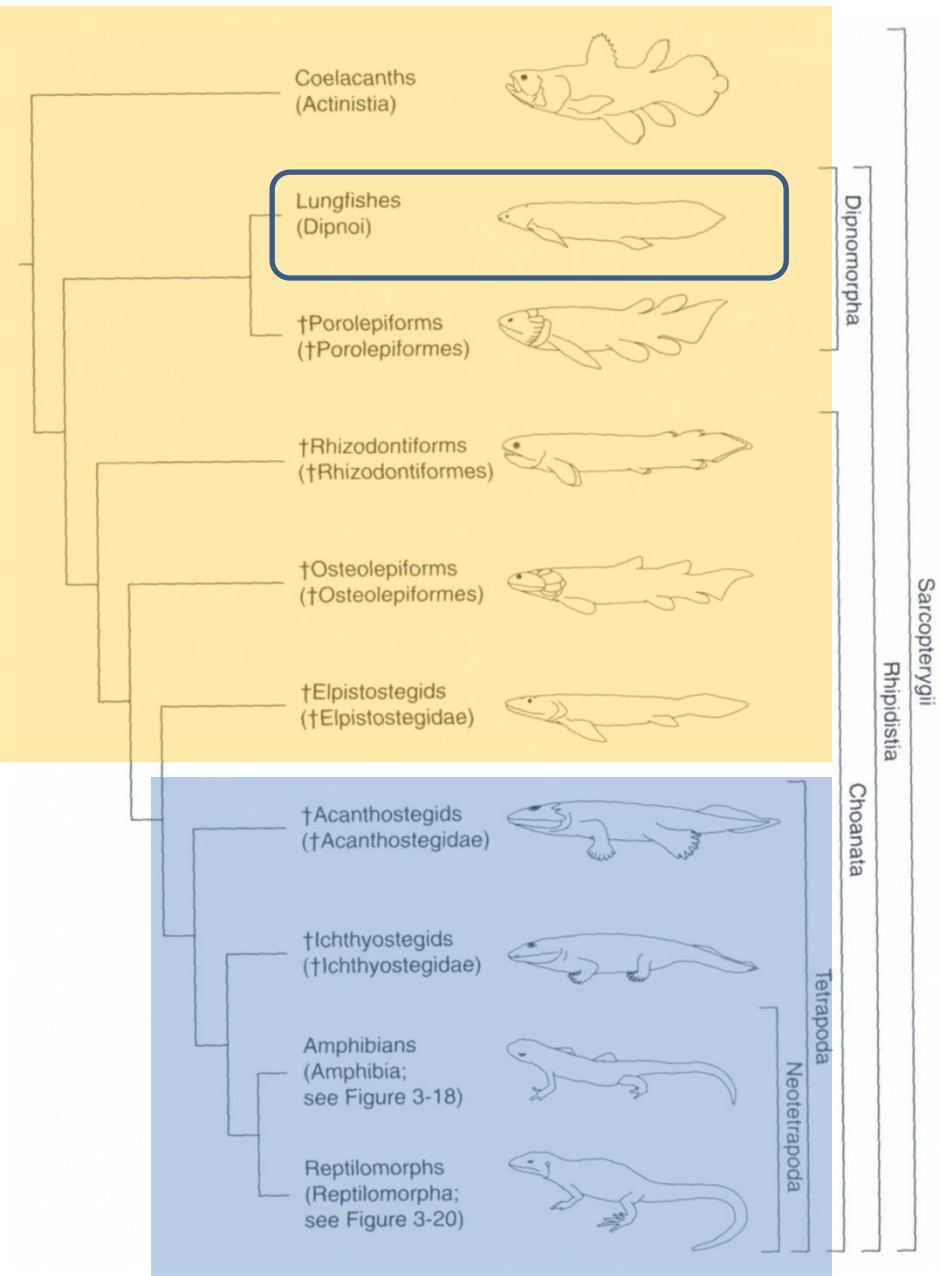
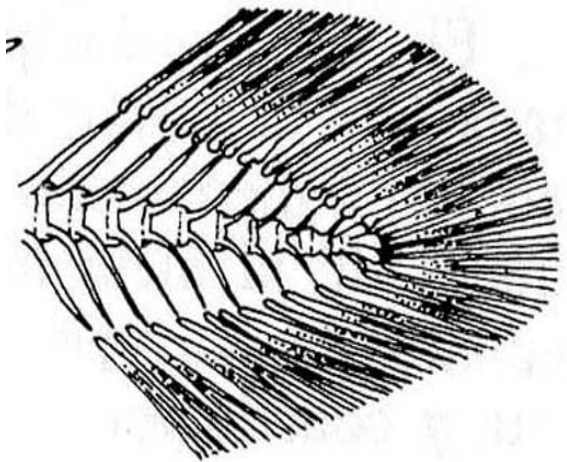




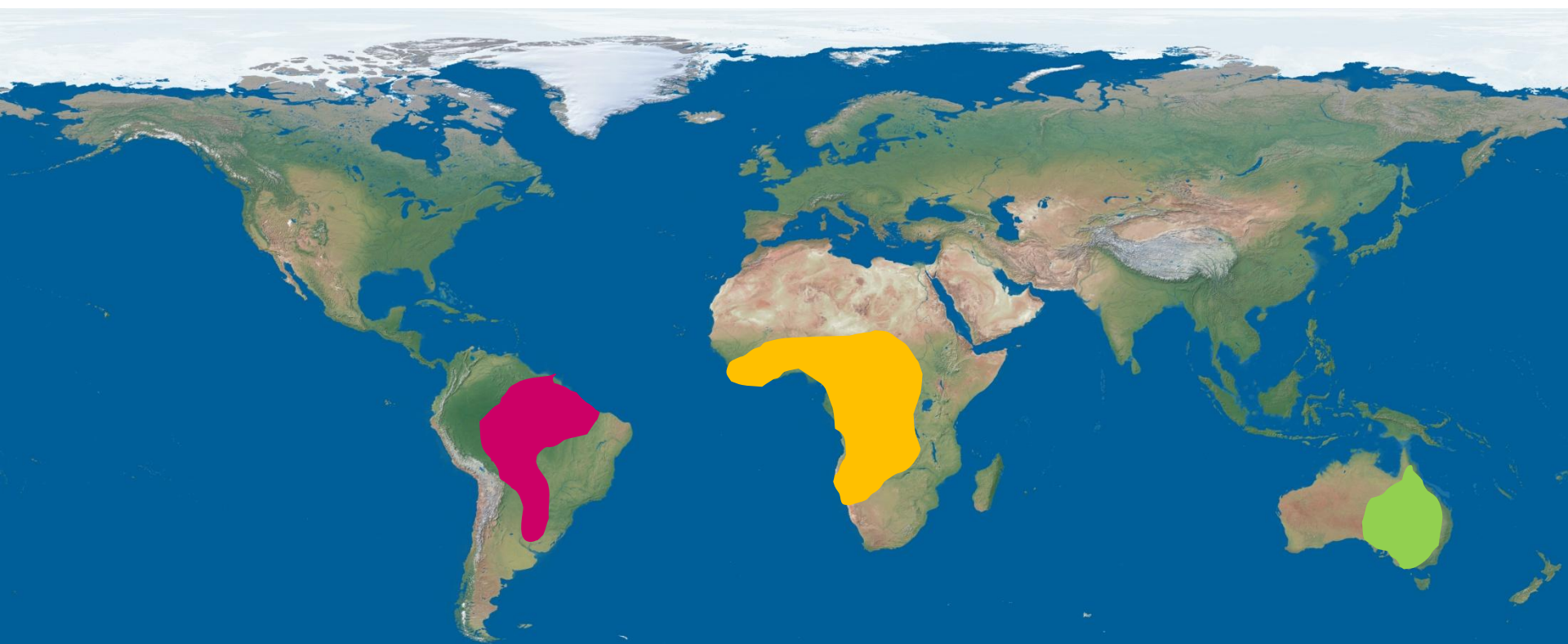
# Dipnoi

## Caracteres de los Peces Pulmonados actuales

- Ausencia de Radios Branquiostegos
- Ausencia de maxila y premaxila
- Aleta caudal dificerca Coanas
- Cloaca
- Pulmones funcionales conectados ventralmente al esófago
- Circulación sanguínea pulmonar
- Atrio (Ventrículo) dividido en dos cámaras por un septo incompleto



# Dipnoi



*Lepidosiren paradoxa*

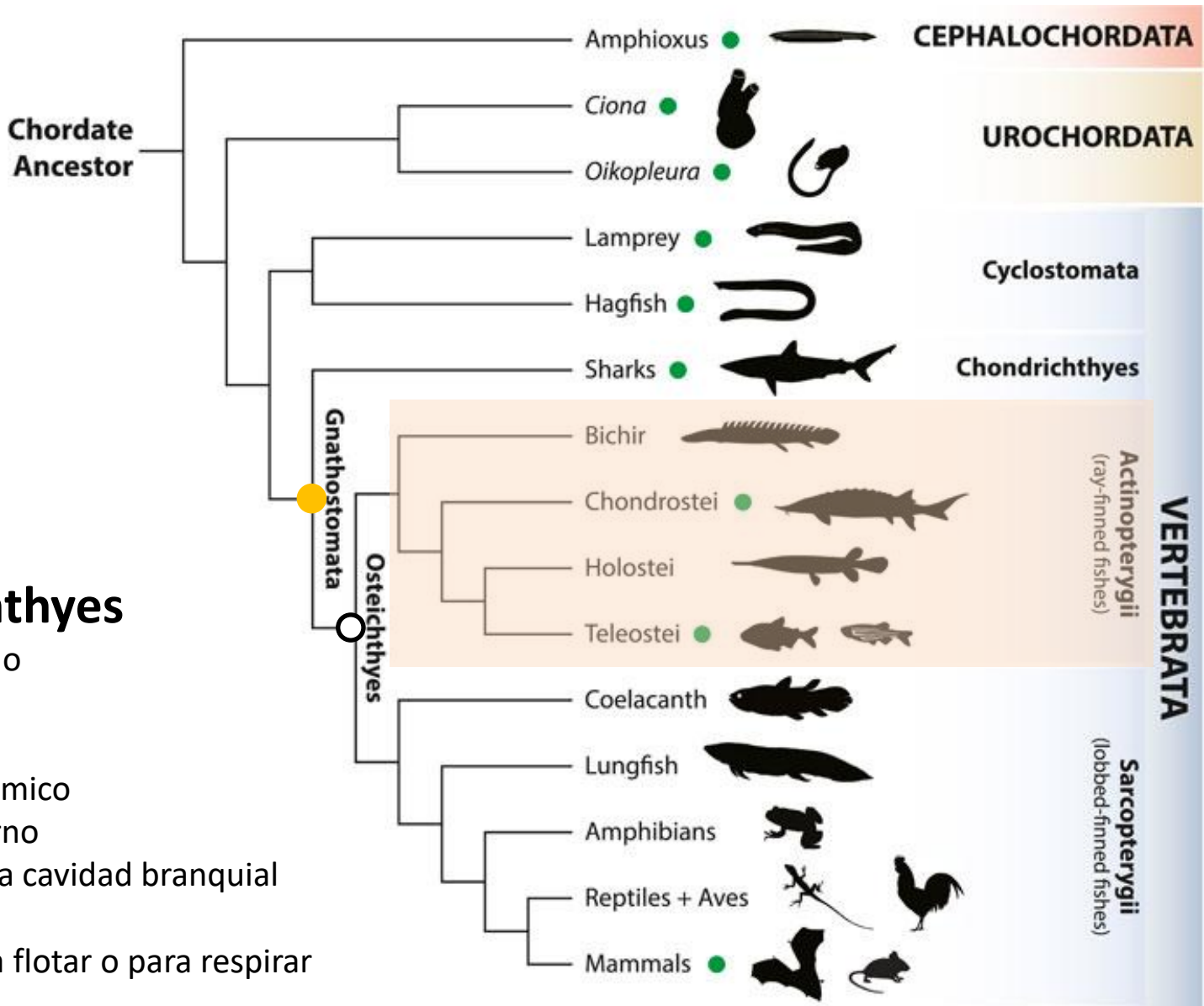


*Protopterus* spp



*Neoceratodus forsteri*

**Osteichthyes = Actinopterygii (PECES) + Sarcopterygii (PECES + TETRAPODOS)**



**Diagnosis Osteichthyes**

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial
- Radios Branquiostegos
- Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar
- Lepidotrichia
- Cintura pectoral

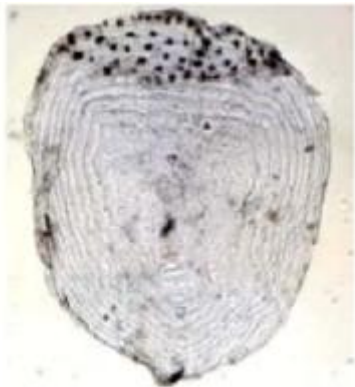


# Actinopterygii

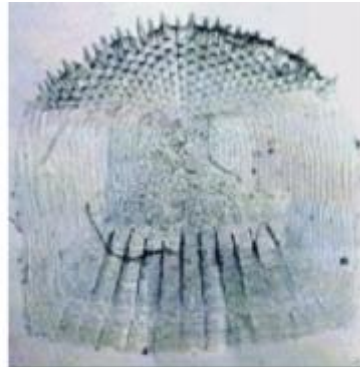
- Primariamente una sola aleta dorsal
- Escamas Ganoides o Elasmoides (cicloides o ctenoides)
- El endoesqueleto y músculos de las aletas no se extienden mas allá del cuerpo
- Canal sensorial mandibular encerrado en el dentario



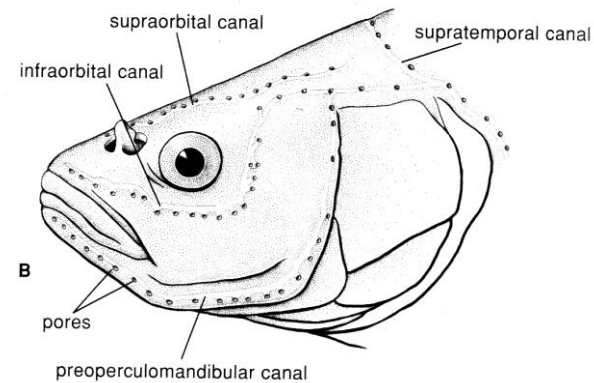
Escama ganoide



Escama cicloide

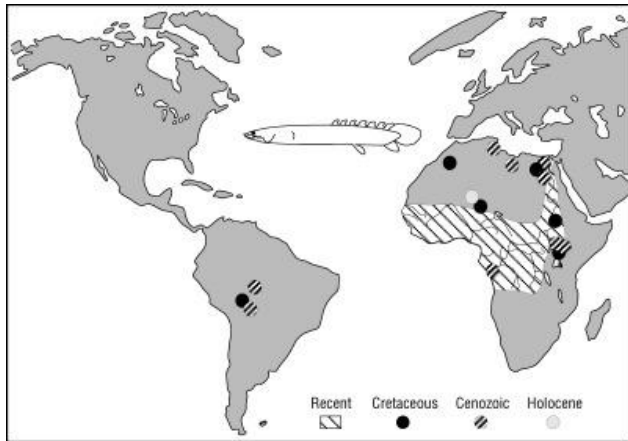


Escama ctenoide

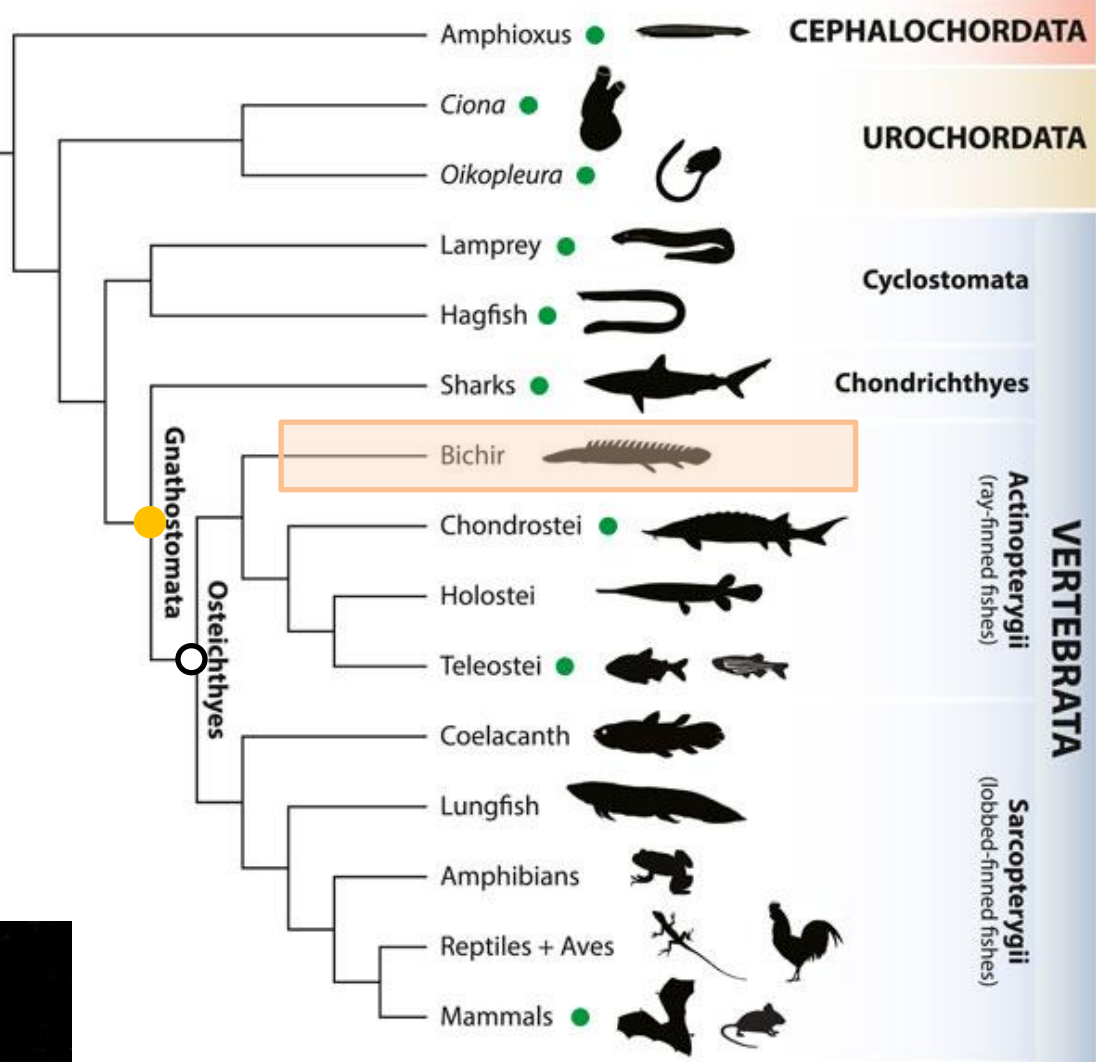




# Polypteriformes



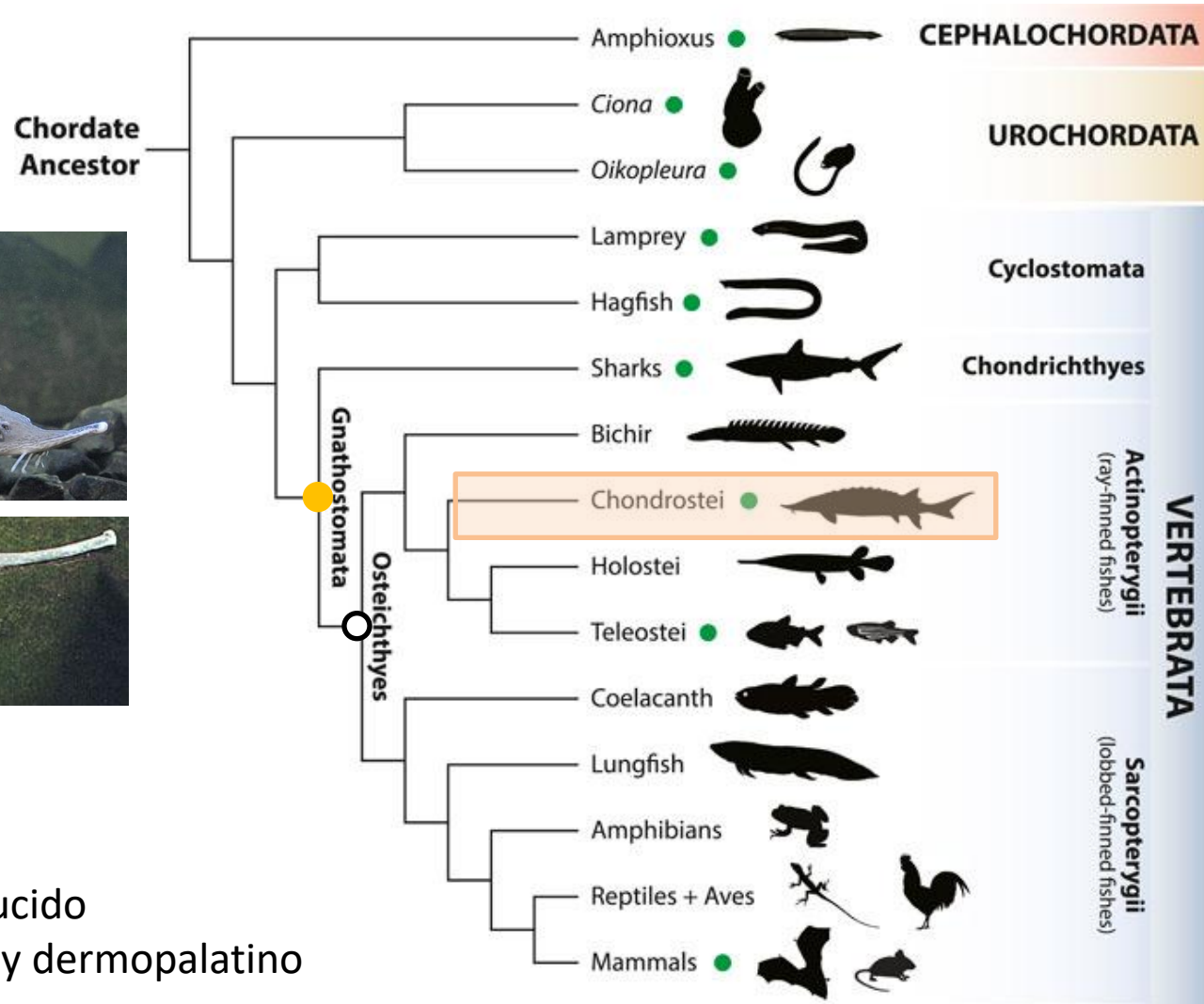
Chordate Ancestor





## Acipenseriformes

- Esqueleto cartilaginoso
- Esqueleto dérmico muy reducido
- Fusión de maxila, premaxila y dermopalatino
- No poseen centros vertebrales
- Aleta caudal heterocerca (con escamas ganoides)
- En algunos espiráculo y válvula espiral
- Acrosoma y Micrópilo



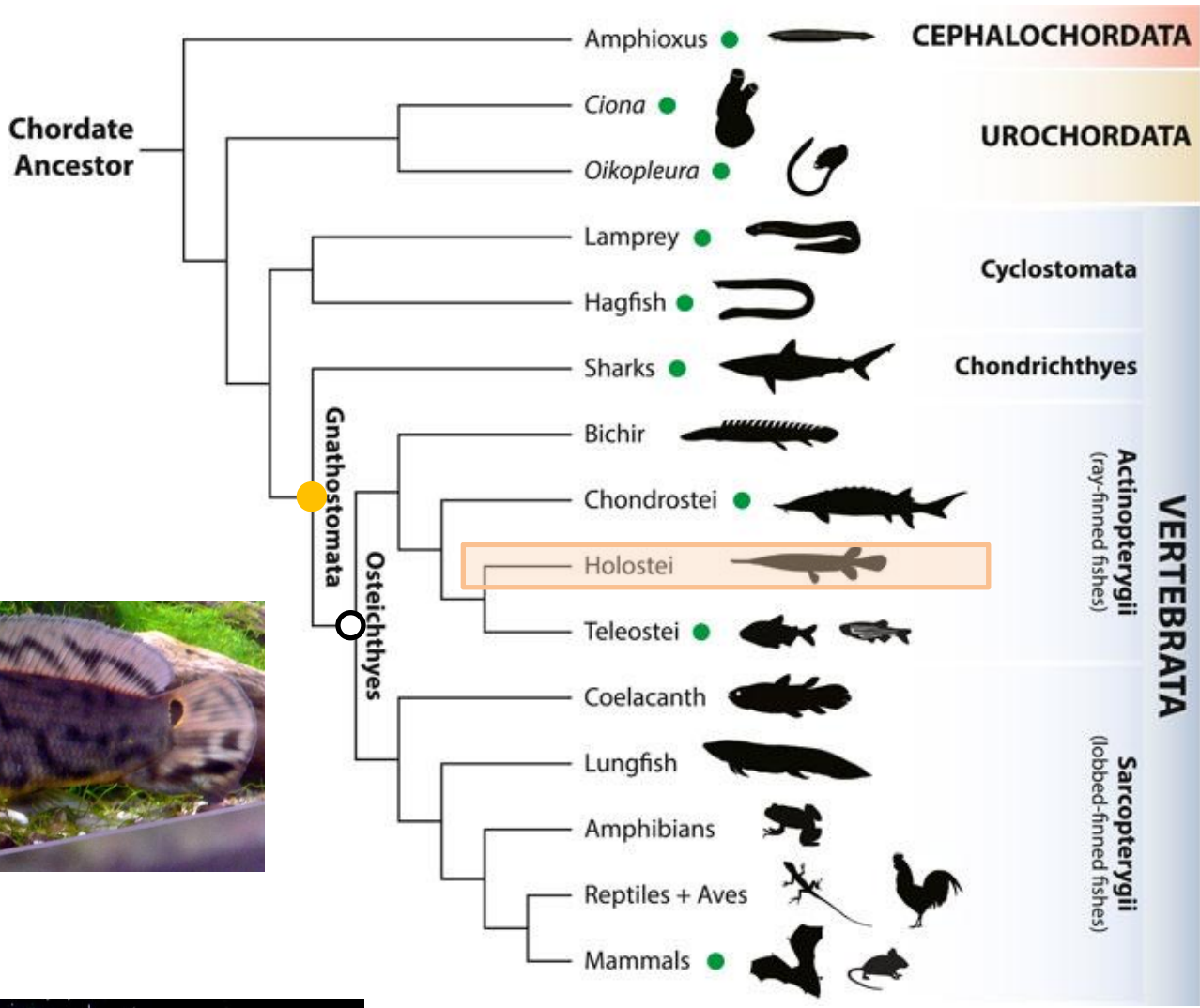
# Holostei (Norteamérica)

- Válvula espiral
- Escamas ganoides
- Aleta caudal transición
- Vejiga natatoria vascularizada

*Amia* spp



*Lepisosteus* spp





**Final del Paleozoico**  **cambios**

**Simetrización de aleta caudal**  **> Eficiencia**

**Perdida de radios en todas las aletas**  **> Flexibilidad**

**Reducción de la cubierta dérmica**  **< Peso**

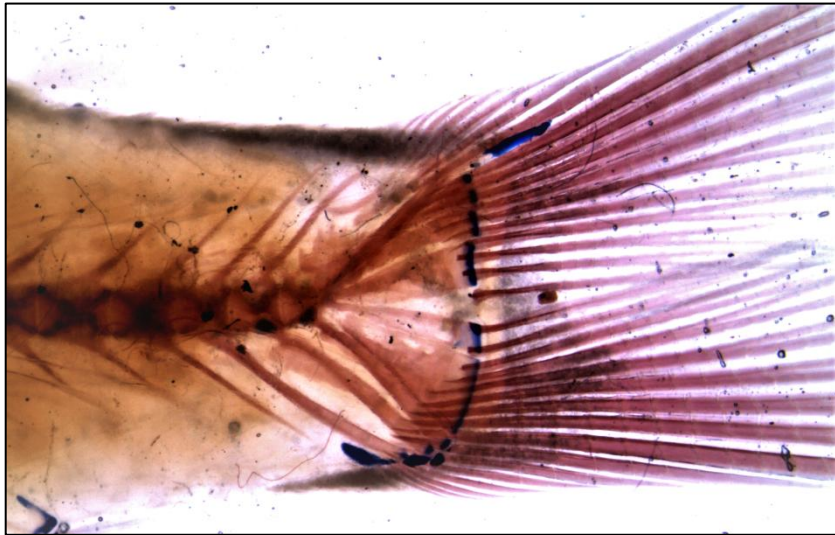


**Vejiga natatoria**  **> Versatilidad locomotora**

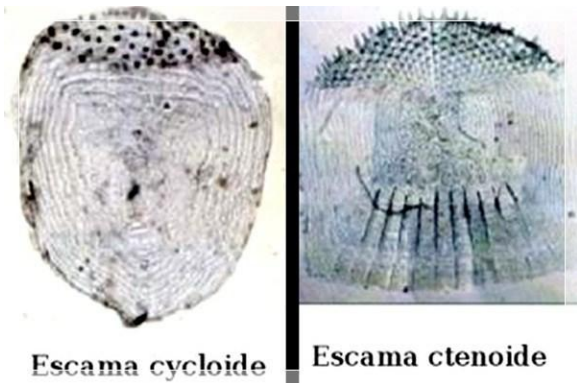


**Mejora el Escape**  
**Mejora la captura de presas**

# Aleta caudal homocerca: simétrica y flexible



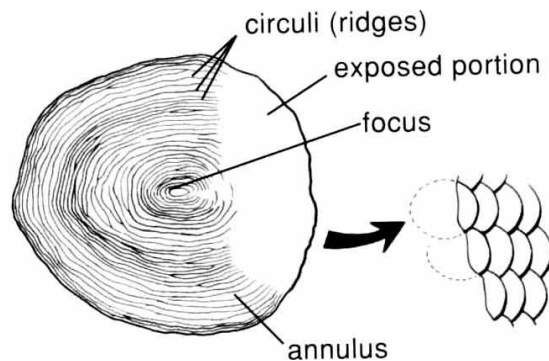
Aleta Caudal Homocerca. Izquierda: trunca. Centro: ahorquillada. Derecha: redondeada.



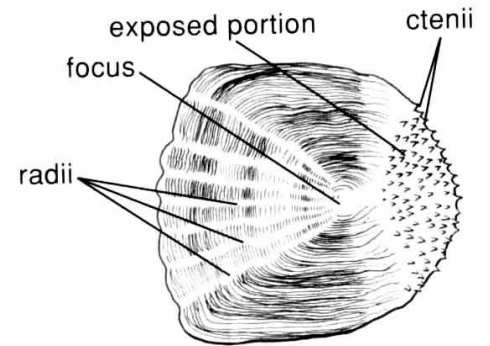
Escama cicloide

Escama ctenoide

## Escamas elasmoides

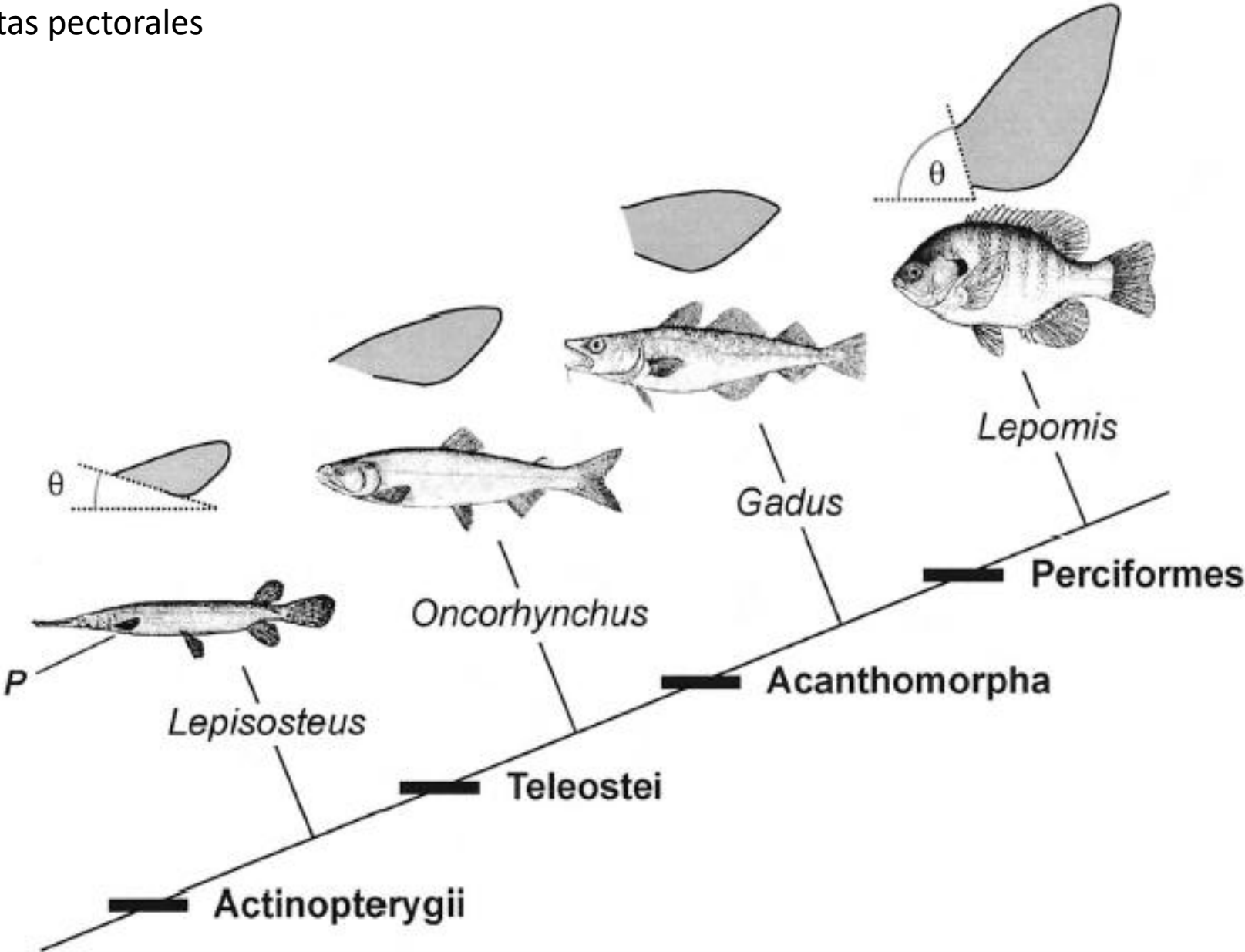


CYCLOID



CTENOID

Aletas pectorales





# Liberación de los huesos de la mandíbula

Aumento de superficie de inserción de músculos faciales



Aumento de la potencia de la mordida

Aumento del volumen de la cavidad bucal

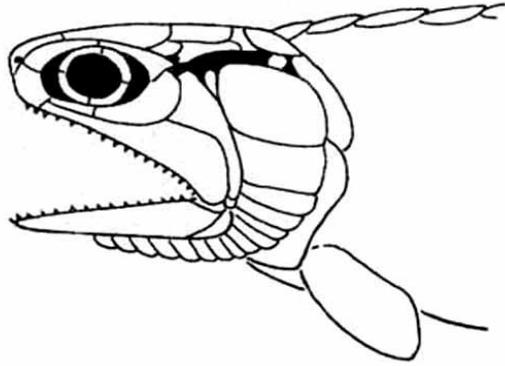


Aumento en el poder de succión



**Ventaja Trófica**

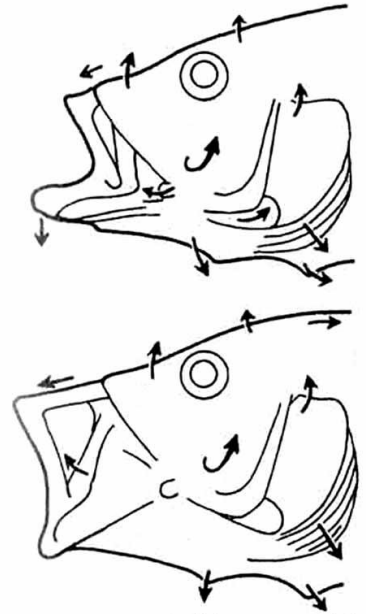
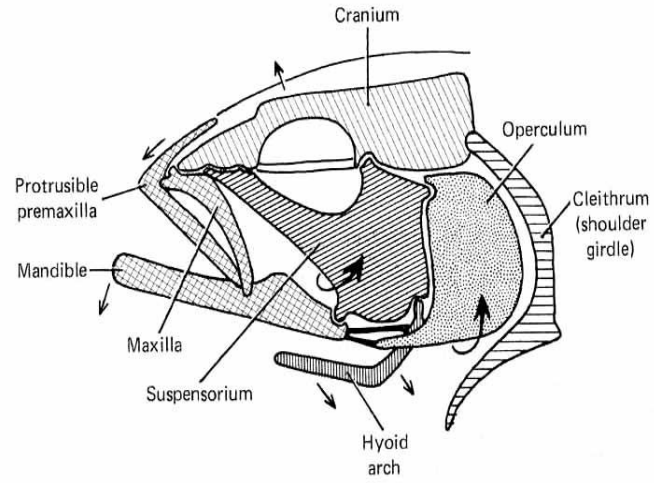
## Premaxila liberada



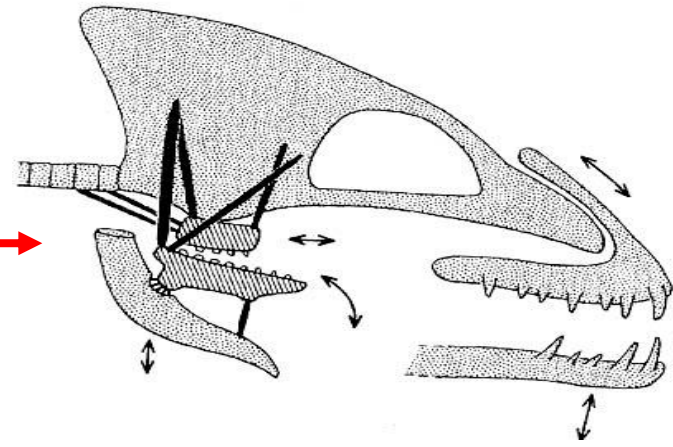
- Eficiencia hidrodinámica
- Diferentes presas o sustratos
- Cerrado de la boca sin disminución de volumen interior
- Orientación de la boca
- Rápido acercamiento



## Mandíbula protusible

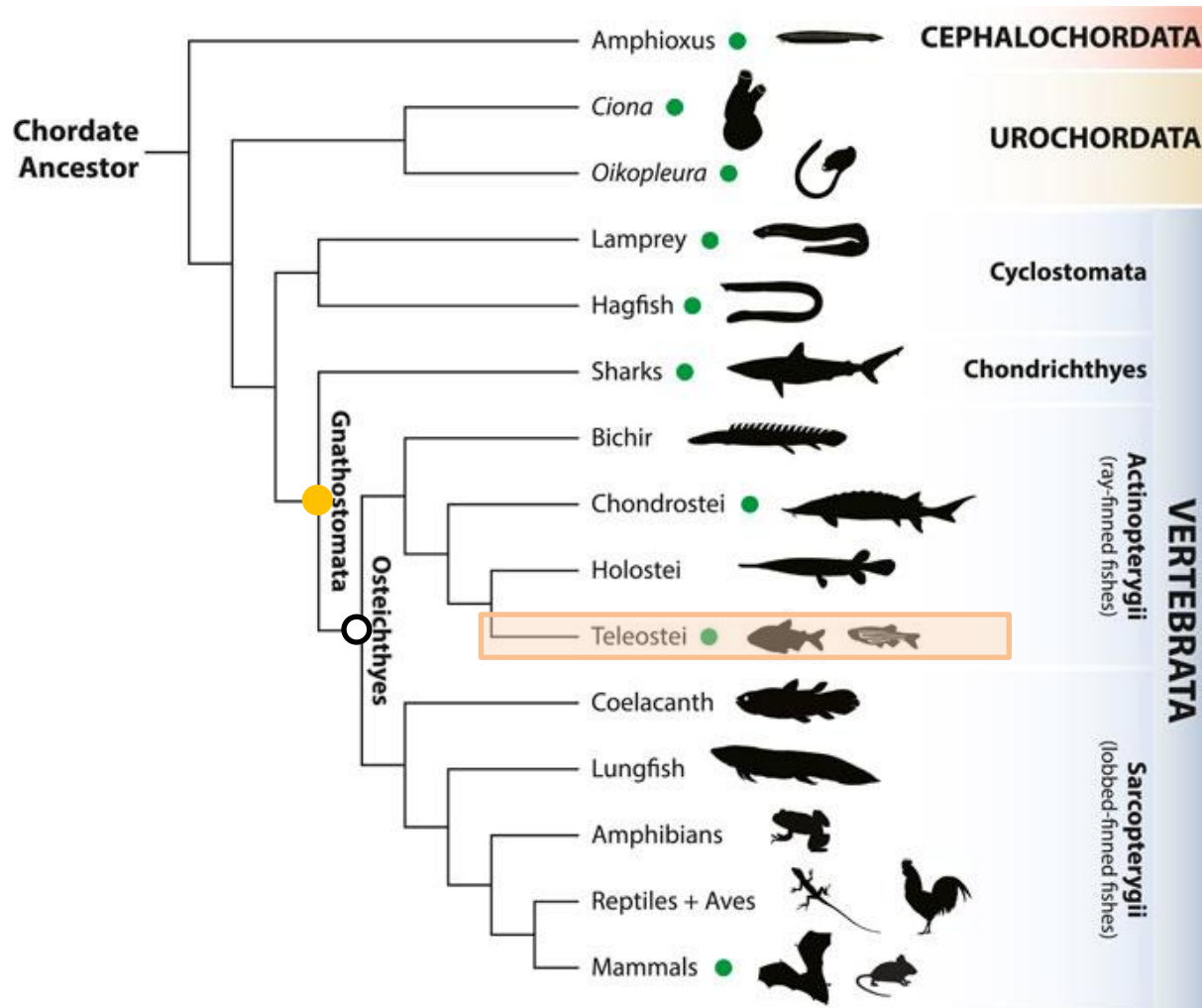


## Mandíbulas faríngeas



# Teleósteos

- Origen 220-200 ma
- La mayor radiación de los vertebrados. A fines del cretácico reemplazaron a la mayoría de los Actinopterygios más antiguos
- Origen marino





# División Teleostei

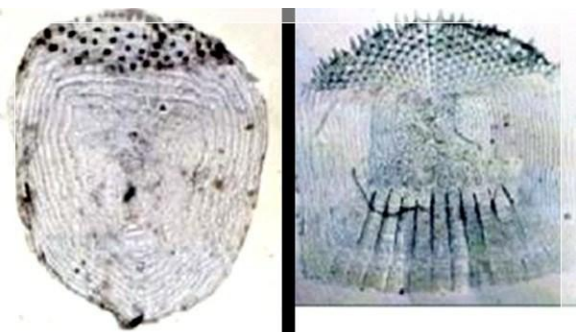
La mayor radiación de los vertebrados: 63 órdenes, 469 familias, 4610 géneros y 29585 especies

- Aleta caudal externamente simétrica (Homocerca)

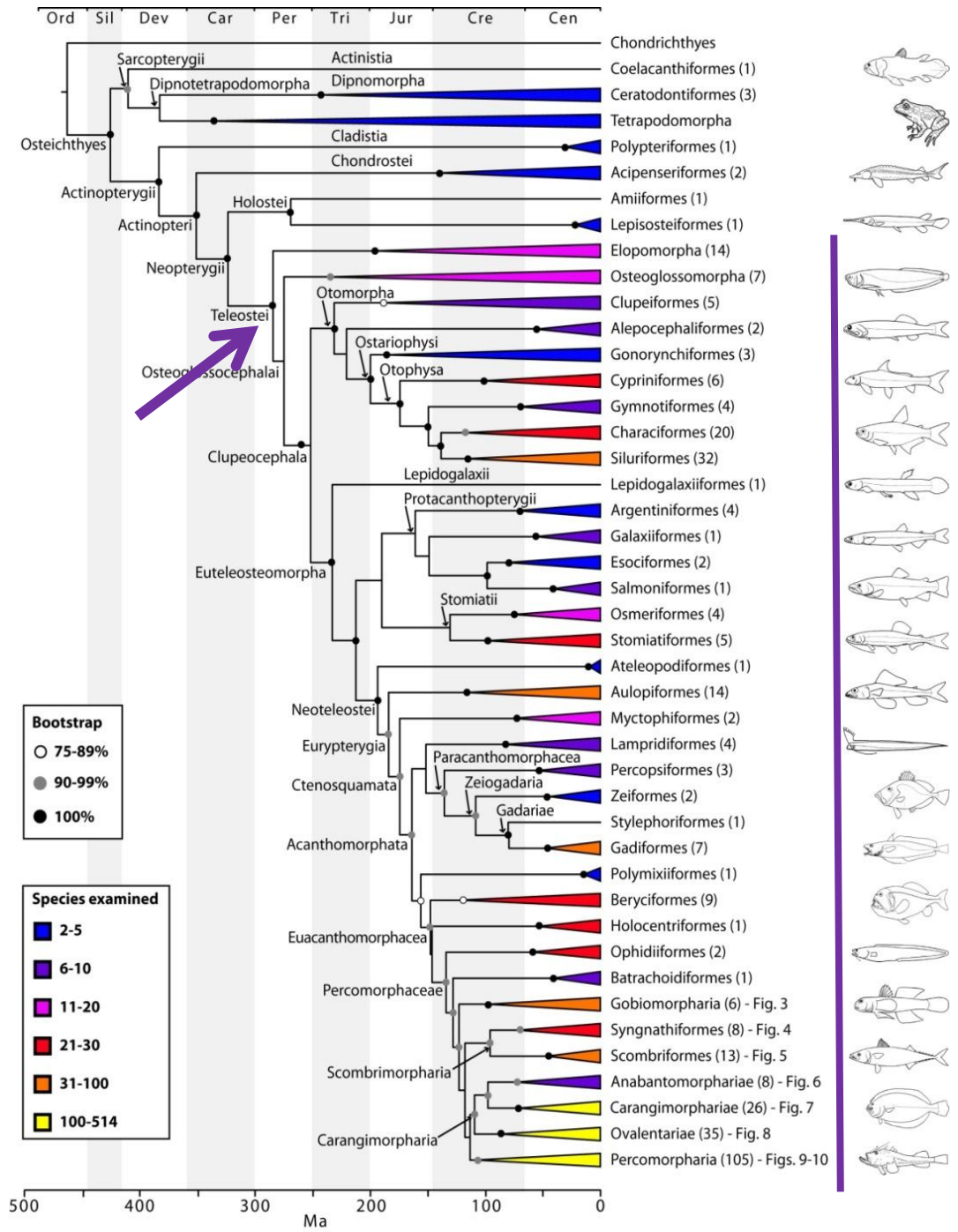


Aleta Caudal Homocerca. Izquierda: trunca. Centro: ahorquillada. Derecha: redondeada.

- Escamas elasmoides



Escama cicloide      Escama ctenoide





**Caracteres antiguos**



**Caracteres modernos**

**Radios de las aletas blandos**

→ **Radios de las aletas espinosos**

**Escamas cicloides**

→ **Escamas ctenoides**

**Maxilar parte de la abertura bucal**

→ **Maxila excluida de la abertura bucal**

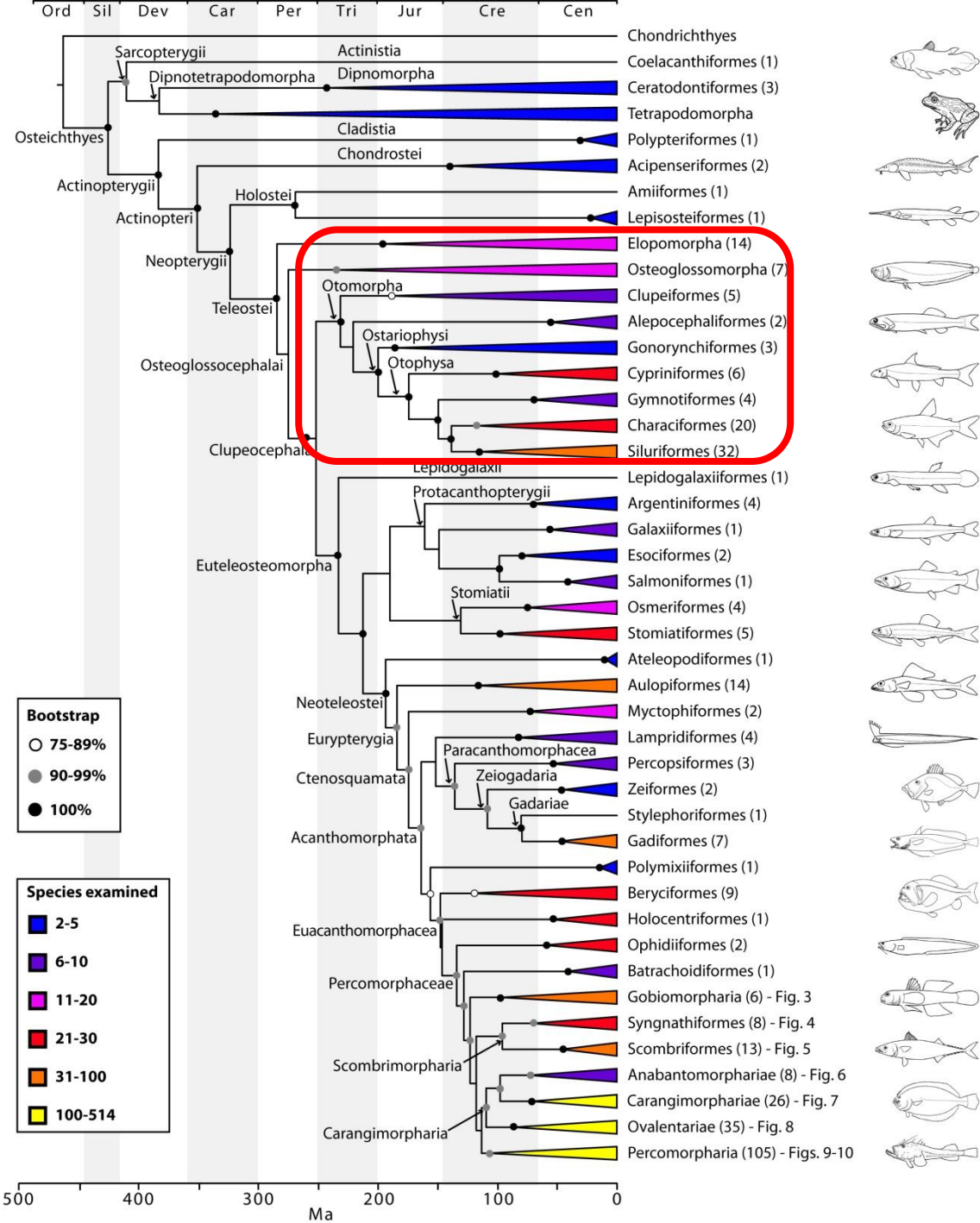
**Vejiga natatoria conectada al esófago** → **Vejiga natatoria no conectada al esófago**

**Aletas pélvicas posteriores**

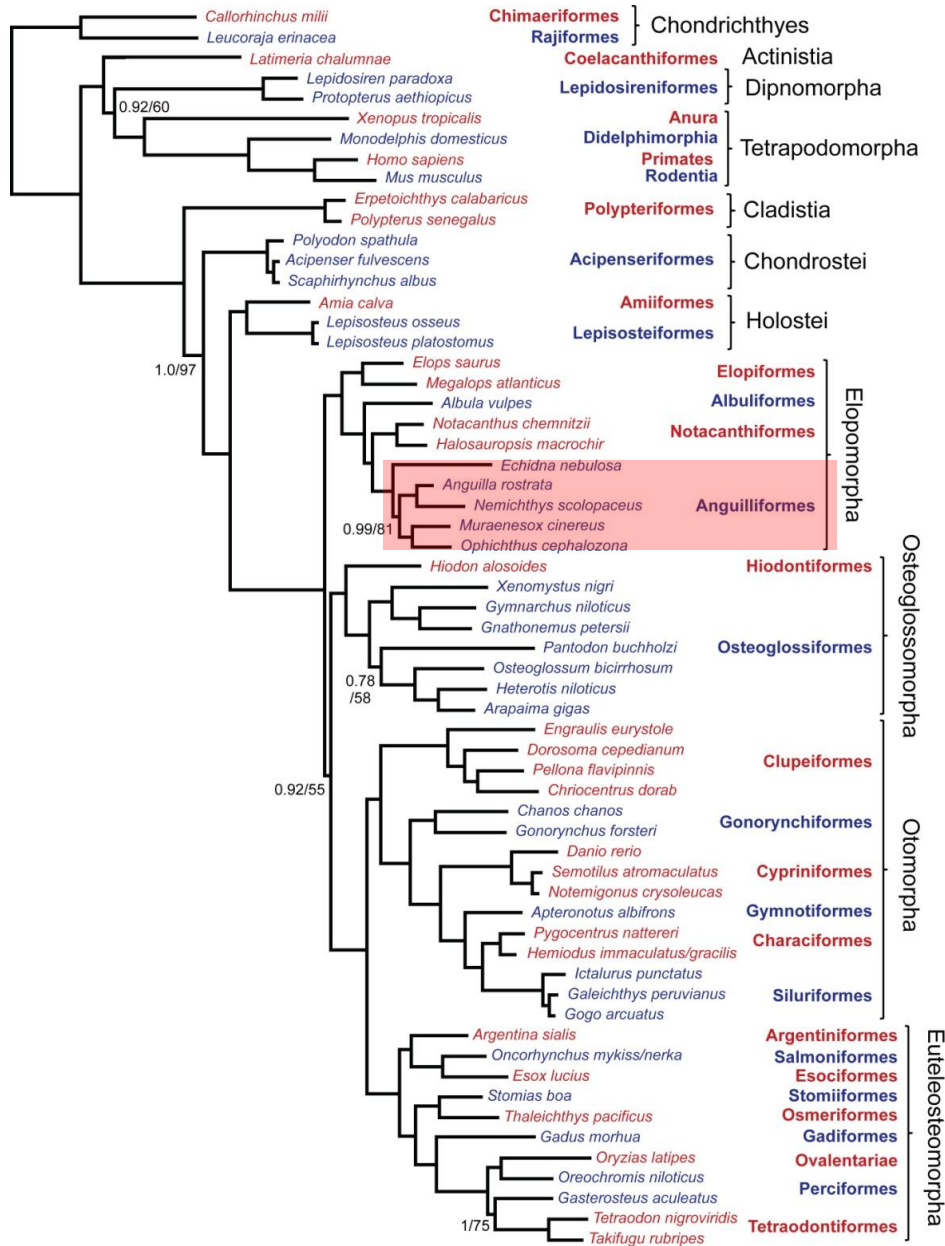
→ **Aletas pélvicas torácicas o yugulares**

**Aletas pectorales ventrales**

→ **Aletas pectorales laterales**







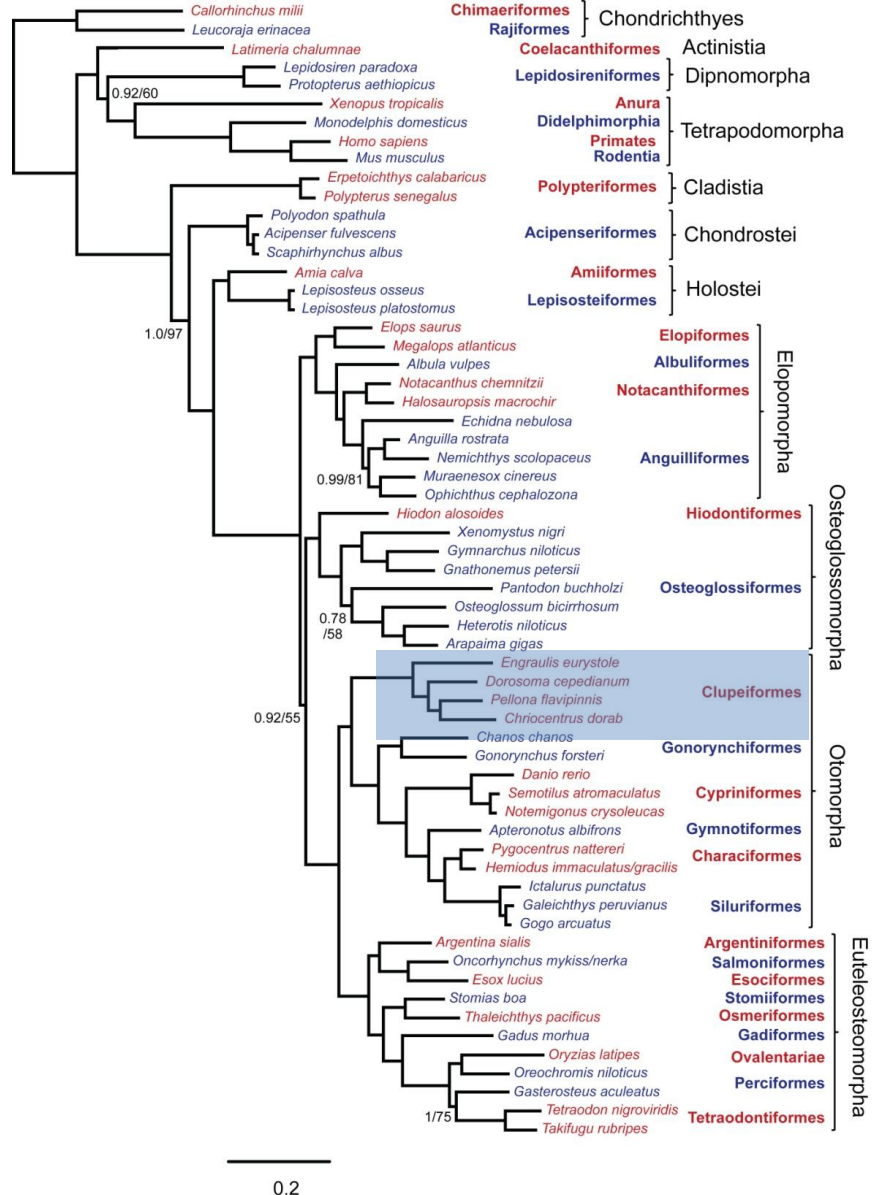
# Anguiliformes: Anguiloidei, Muraenoidei, Congroidei

15 (7) familias, 141 (11) géneros, 791 (11) especies

- Aletas y cintura pélvica ausentes
- Aletas pectorales laterales
- Aletas dorsal y anal confluentes con la caudal
- Escamas usualmente ausentes o cicloides embebidas
- Cuerpo alargado
- Branquiespinas ausentes
- Larva Leptocephala
- Mayoría marinos
- En Uruguay el mas conocido = congrio



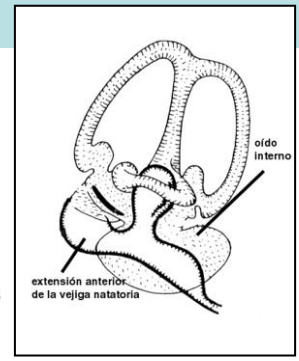
*Conger* (Congridae)



# Clupeiformes: Denticipitoidei y Clupeoidei

5 (3) familias, 84 (12) géneros, 364 (17) especies

- Conexión Otofísica de la vejiga con el oído interno
- Línea lateral en el cuerpo ausente (Clupeoidei)
- Primariamente Marinos, pero varias especies tolerantes al agua dulce, incluso algunas realizan migraciones entre los dos ambientes.
- En Uruguay las más conocidas = sardinas, anchoítas y lachas





Una sola aleta dorsal con radios blandos



Abdomen aquillado

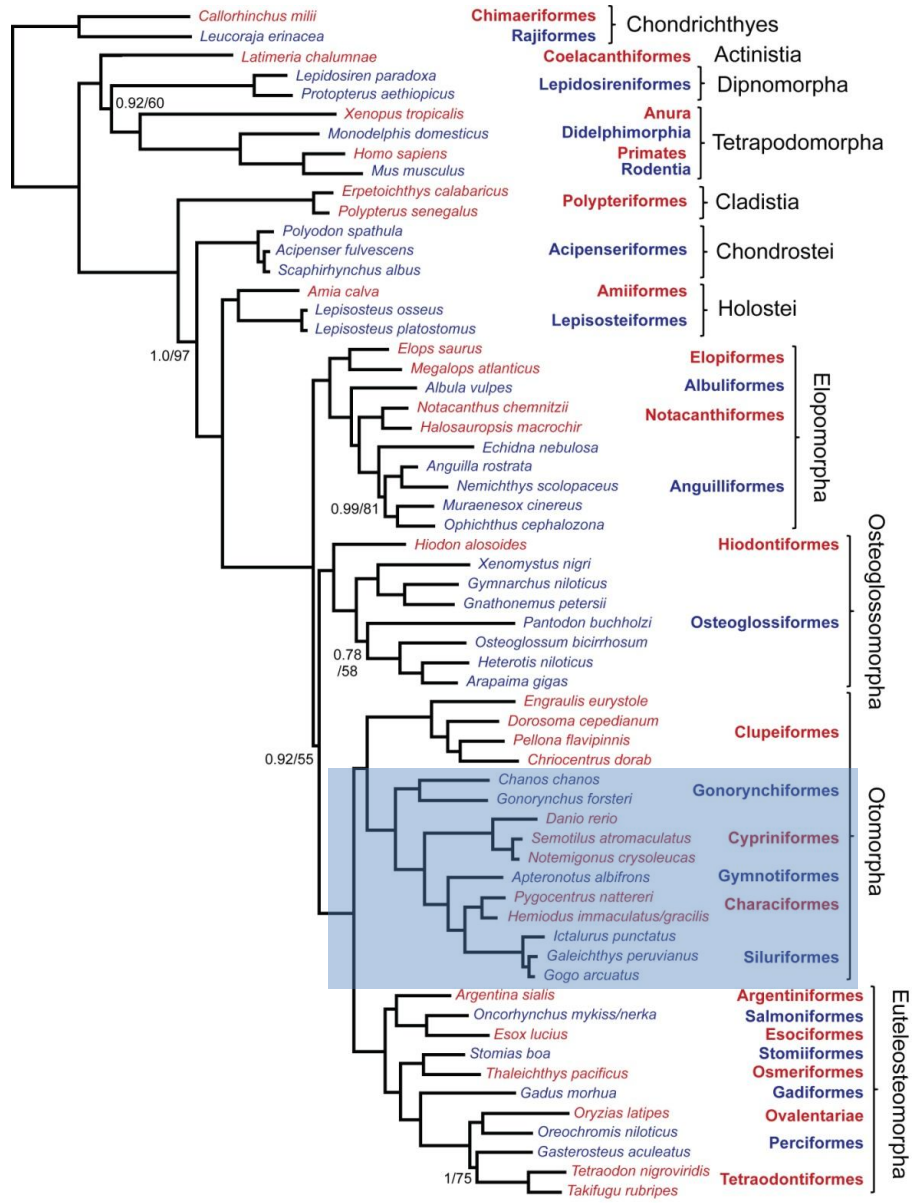
Escamas cicloides

Clupeiformes: Sardina





Clupeiformes: Lacha



0.2

# Ostariophysi : Aparato de Weber

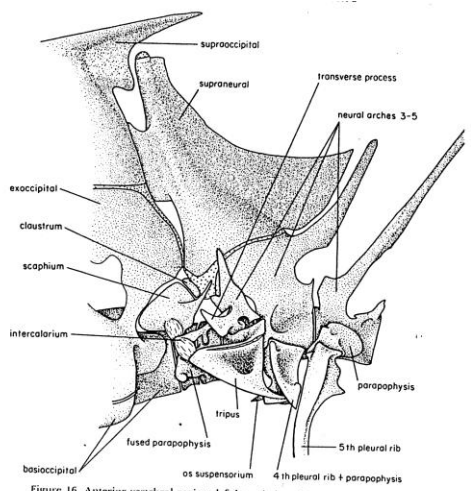
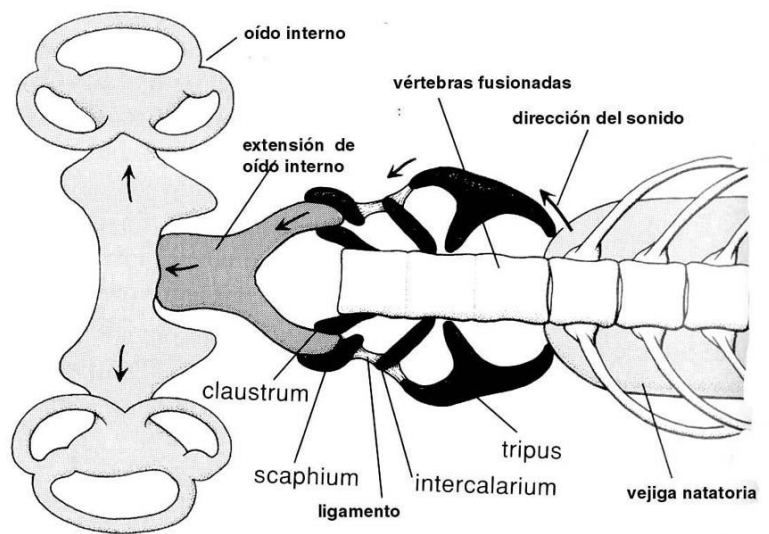
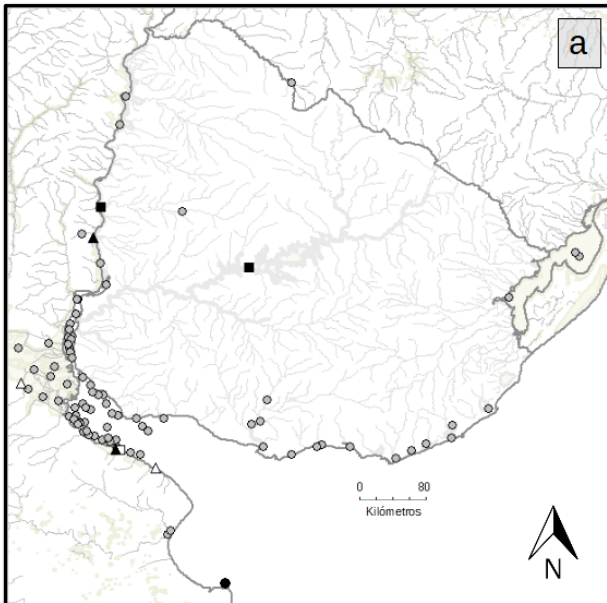
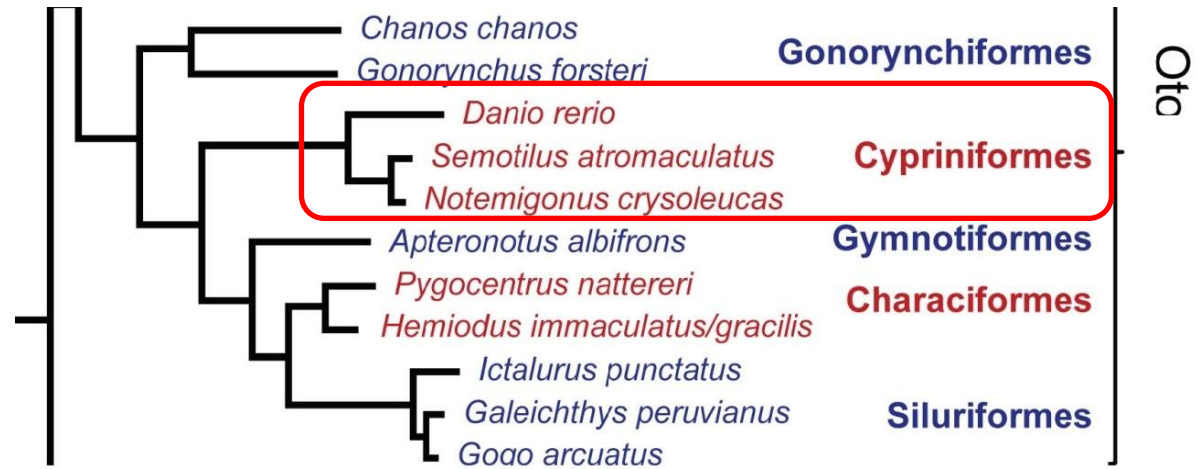


Figure 16. Anterior vertebral region, left lateral view, *Bryconamericus*, MCZ 48665.

# Cypriniformes

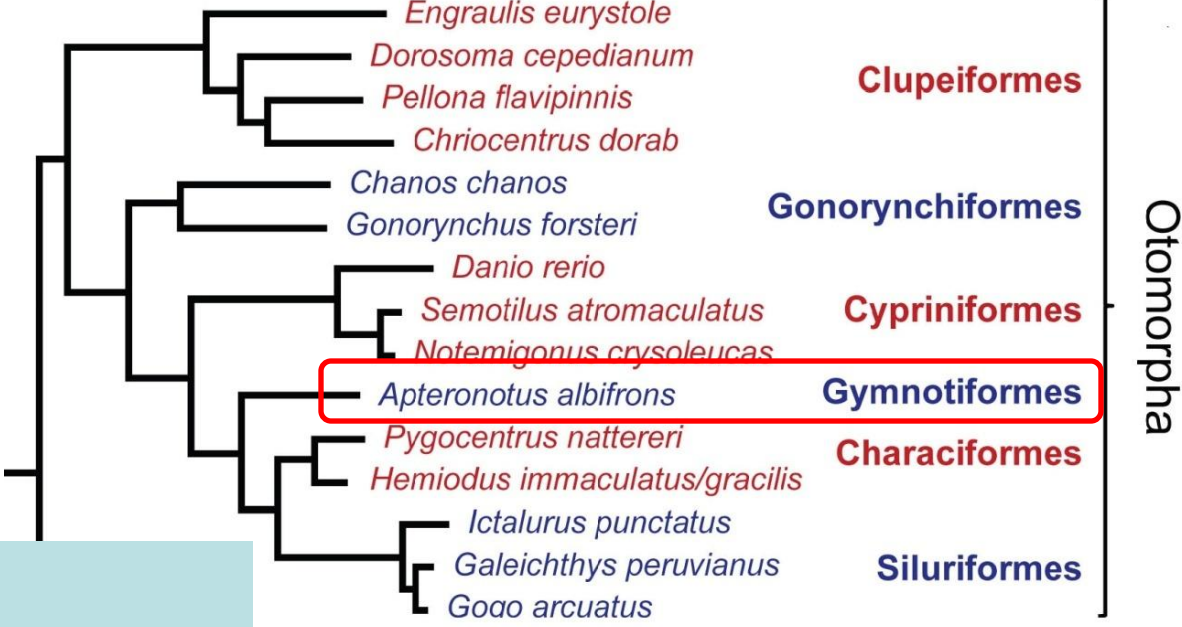
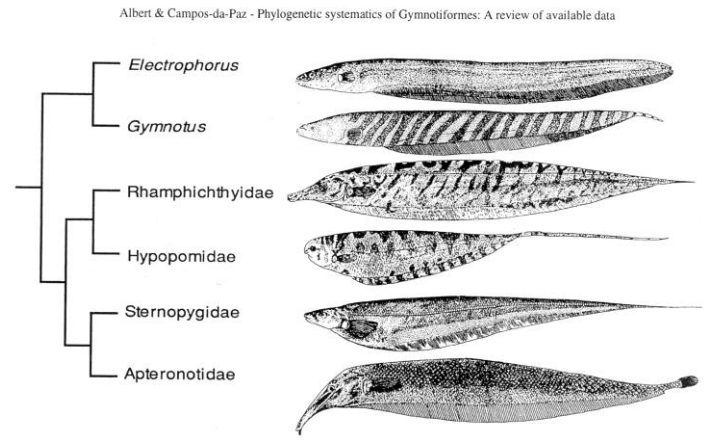
6 familias, 321 géneros, 3268 especies

- Boca sin dientes
- Aleta adiposa ausente
- 3 radios branquiostegos
- Dulce acuícolas con tolerancia al agua salobre
- En Uruguay, especie exótica  
Invasora = carpa *Cyprinus carpio*





# Diversidad: Teleostei



## Gymnotiformes

30 (4) géneros, 134 (9) especies

- Cuerpo alargado
- Aletas y cintura pélvica ausentes
- Aleta dorsal ausente
- Aleta anal extremadamente larga (más de 140 radios)
- Aleta caudal ausente o muy reducida
- Ano bajo cabeza o AP
- Endémicos Región Neotropical
- Órganos eléctricos
- Dulce acuícolas

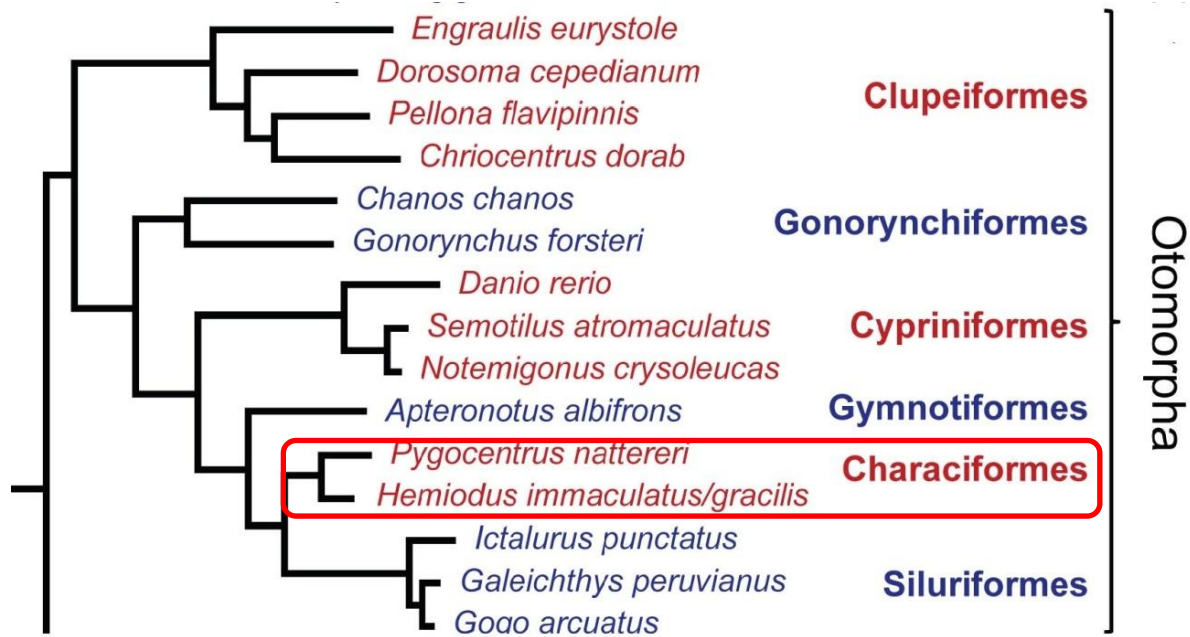


Gymnotiformes: Peces eléctricos



Aleta anal

Ano debajo de la cabeza





# Orden Characiformes

18 (9) familias, 237 (47) géneros y al menos 1343 (81) especies de las cuales 208 (cuatro familias) están en Africa; el resto de distribuye en la región Neotropical y el Sur de Norteamérica. También restos fósiles en Europa.

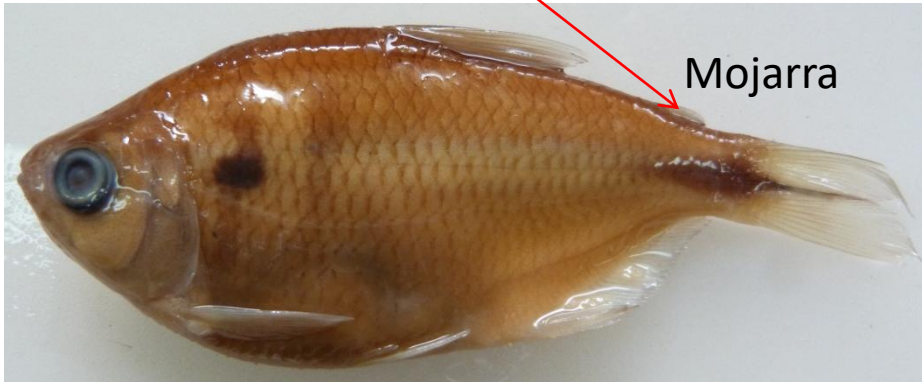
- Aleta adiposa usualmente presente
- Cuerpo escamado (salvo en una especie)
- Escamas cicloides (ctenoides en algunos grupos)
- Barbas ausentes
- Dulce acuícolas

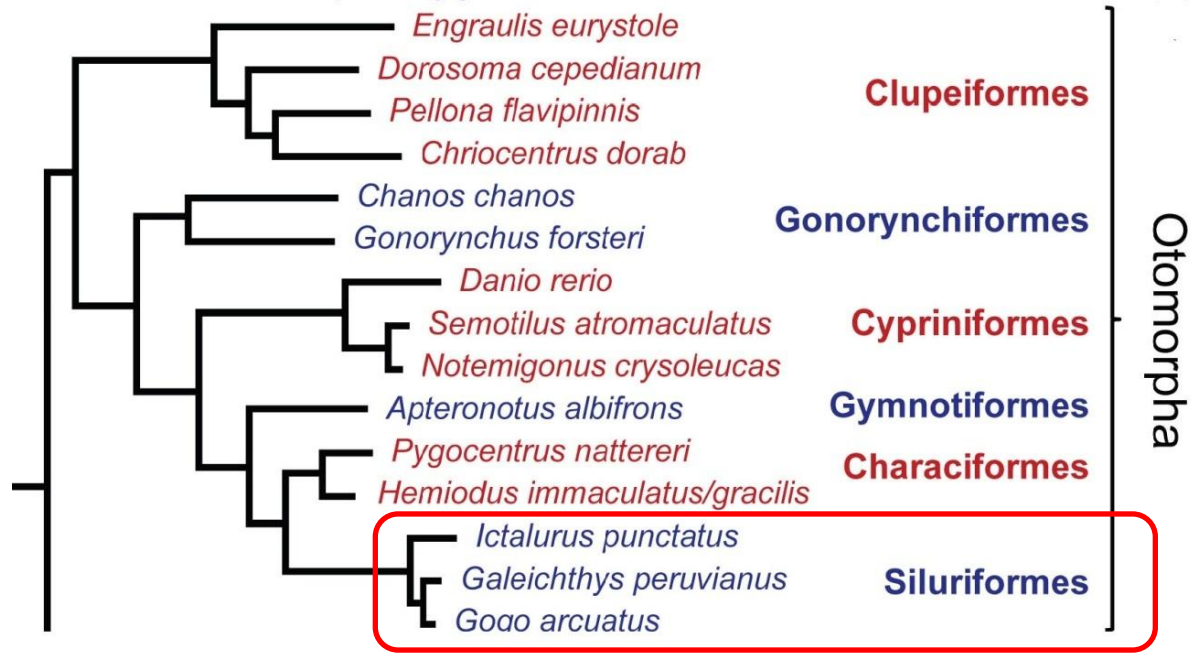


Characiformes



Aleta adiposa







# Siluriformes

35 (10) familias, 446 (40) géneros, 2867 (100) especies

- Aleta adiposa presente
- Espinas (chuza) en aleta pectoral y dorsal
- Cuerpo sin escamas o con placas
- Hasta cuatro pares de barbas en la cabeza
- Dulceacuícolas (salvo 2 familias marinas)



Material de Práctico

Siluriformes

Aleta adiposa



Bagre

Chuza

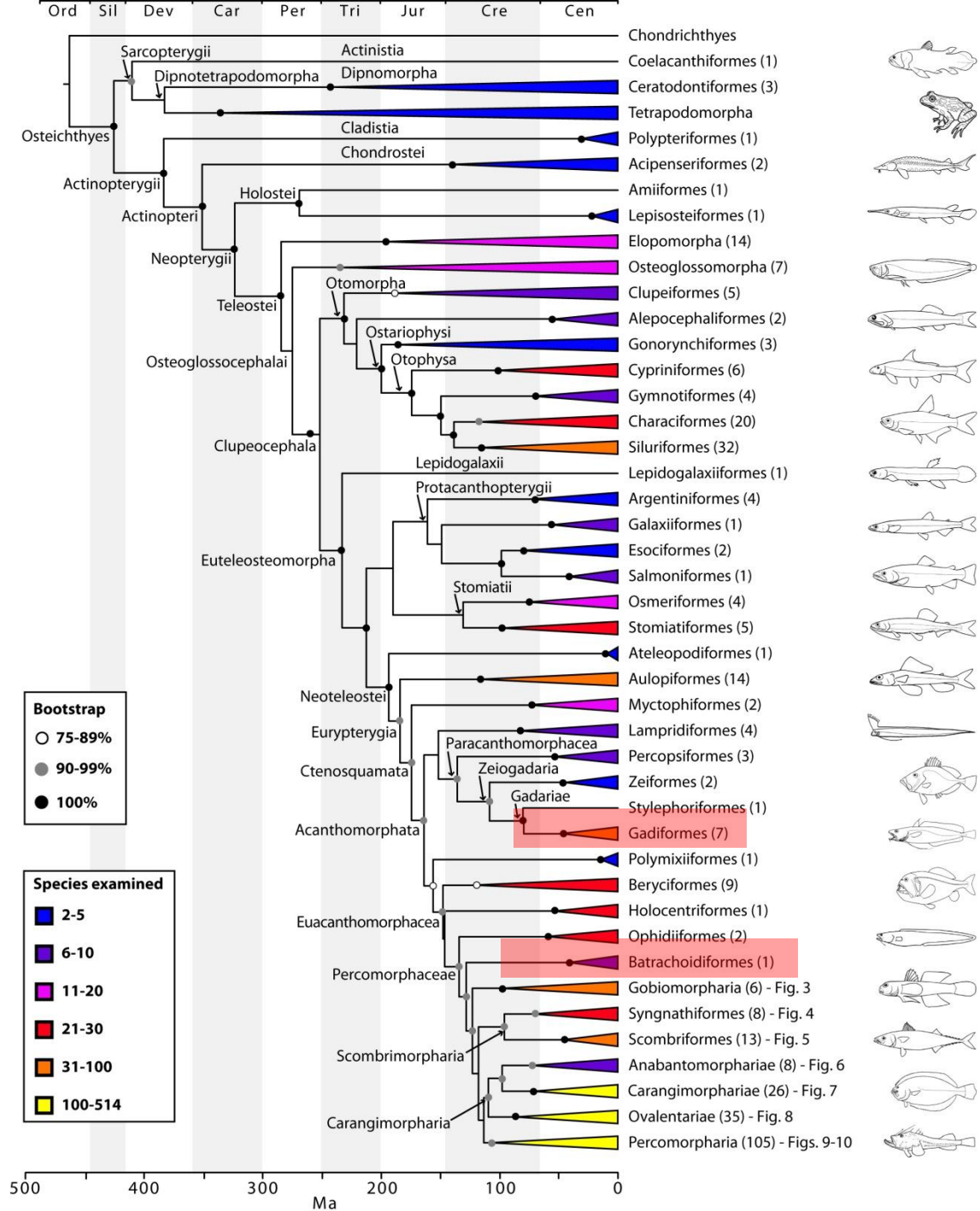


Bagre



Vieja de agua





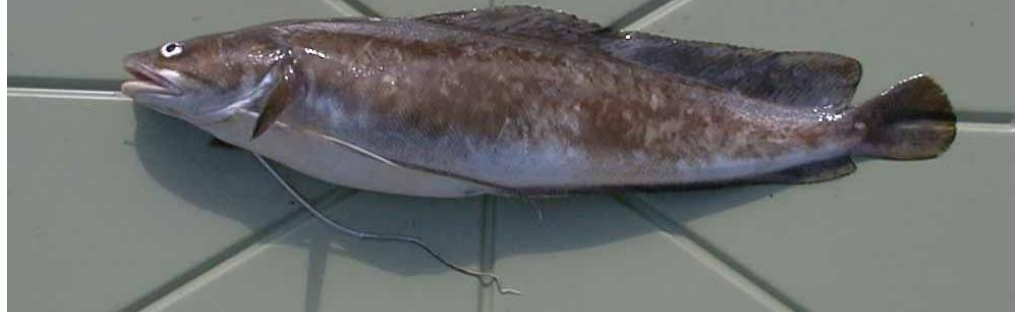


## Gadiformes

9 (6) familias, 75 (16) géneros, 555 (23) especies

- Aletas pélvicas cuando presentes debajo o por delante de las pectorales
- Aletas dorsal y anal largas (>)
- Fisoclistos (vejiga natatoria no conectada al Tubo D)
- Marinos
- En Uruguay los más comunes = brótola y merluza

*Urophycis* (Phycidae)



*Merluccius* (Merlucidae)

## Batrachoidiformes

1 (1) familias, 23 (2) géneros, 102 (2) especies

- Aletas pélvicas por delante de las pectorales
- Sin escamas
- Ojos encima de la cabeza dirigidos hacia arriba
- Espinas en opérculo y preopérculo
- Fisoclistos (vejiga natatoria no conectada al Tubo D)
- Marinos
- En Uruguay los más comunes = pez sapo luminoso y pez sapo ponzoñoso.

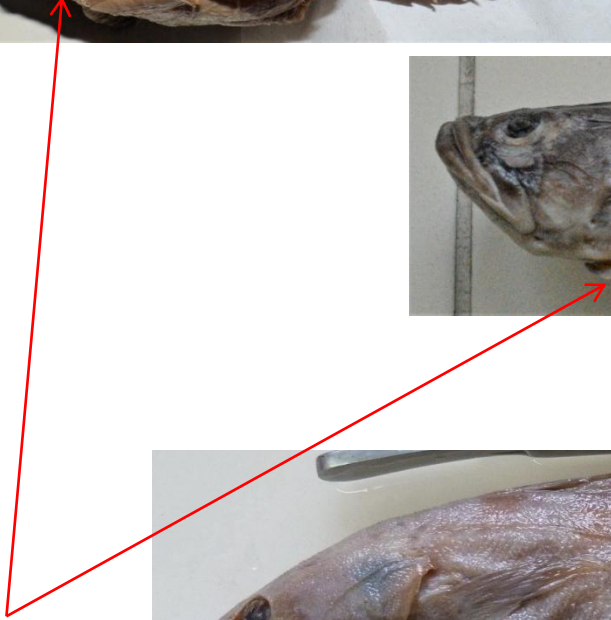


*Thalassophryne*

# Material de Práctico



Aletas pélvicas

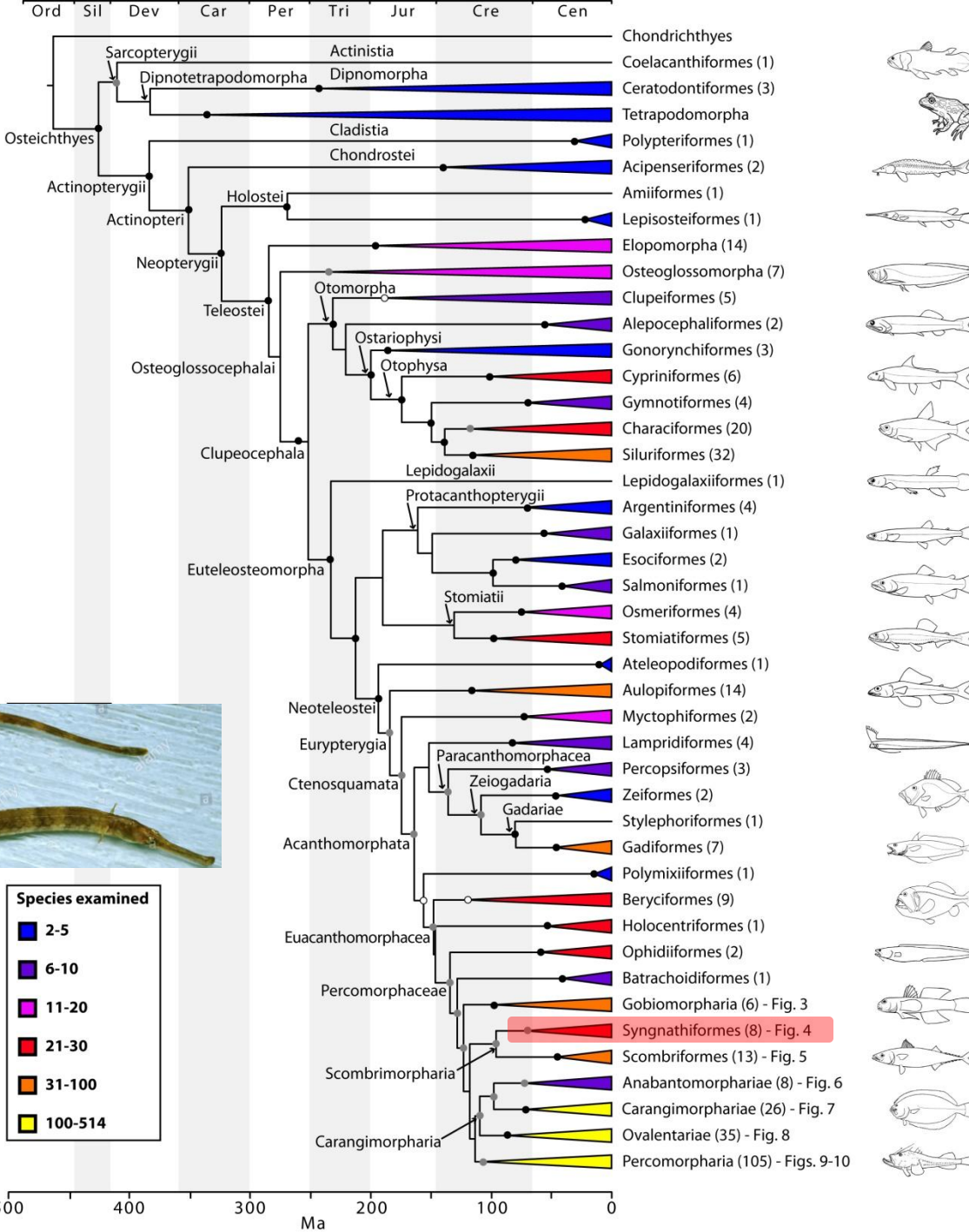




# Syngnathiformes

7 (2) familias 62 (2) géneros 264 (2) especies.

- Boca pequeña al final de hocico tubular.
- Costillas ausentes
- Cuerpo cubierto de placas
- Marinos
- En Uruguay los más comunes = aguja de mar y caballito de mar

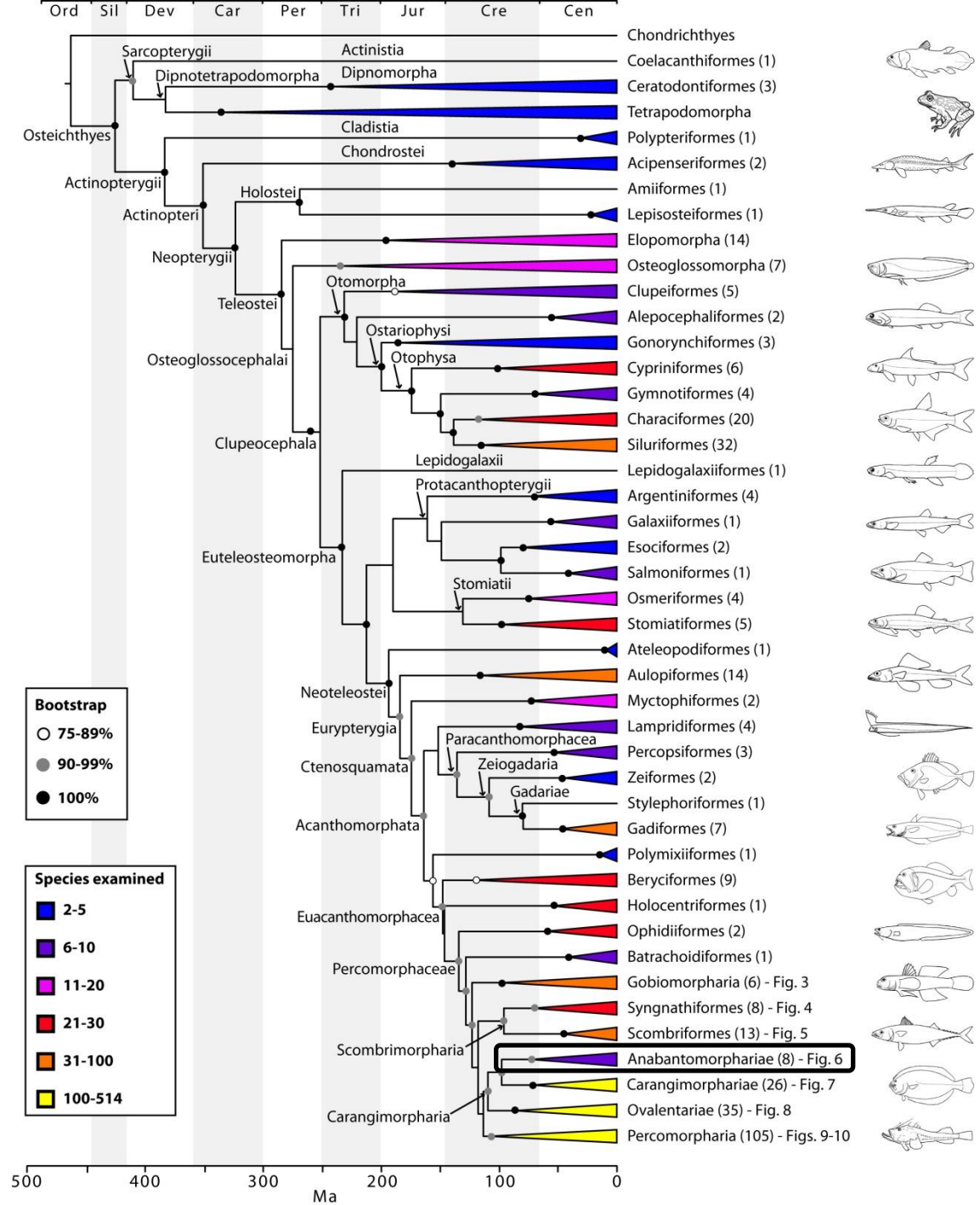




# Material de Práctico

Boca tubular



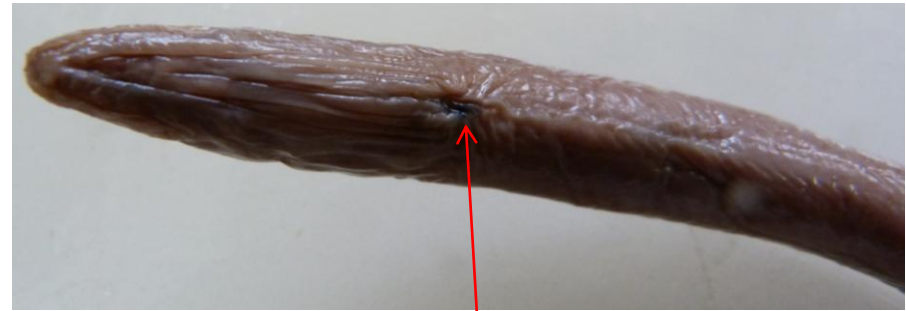


# Synbranchiformes

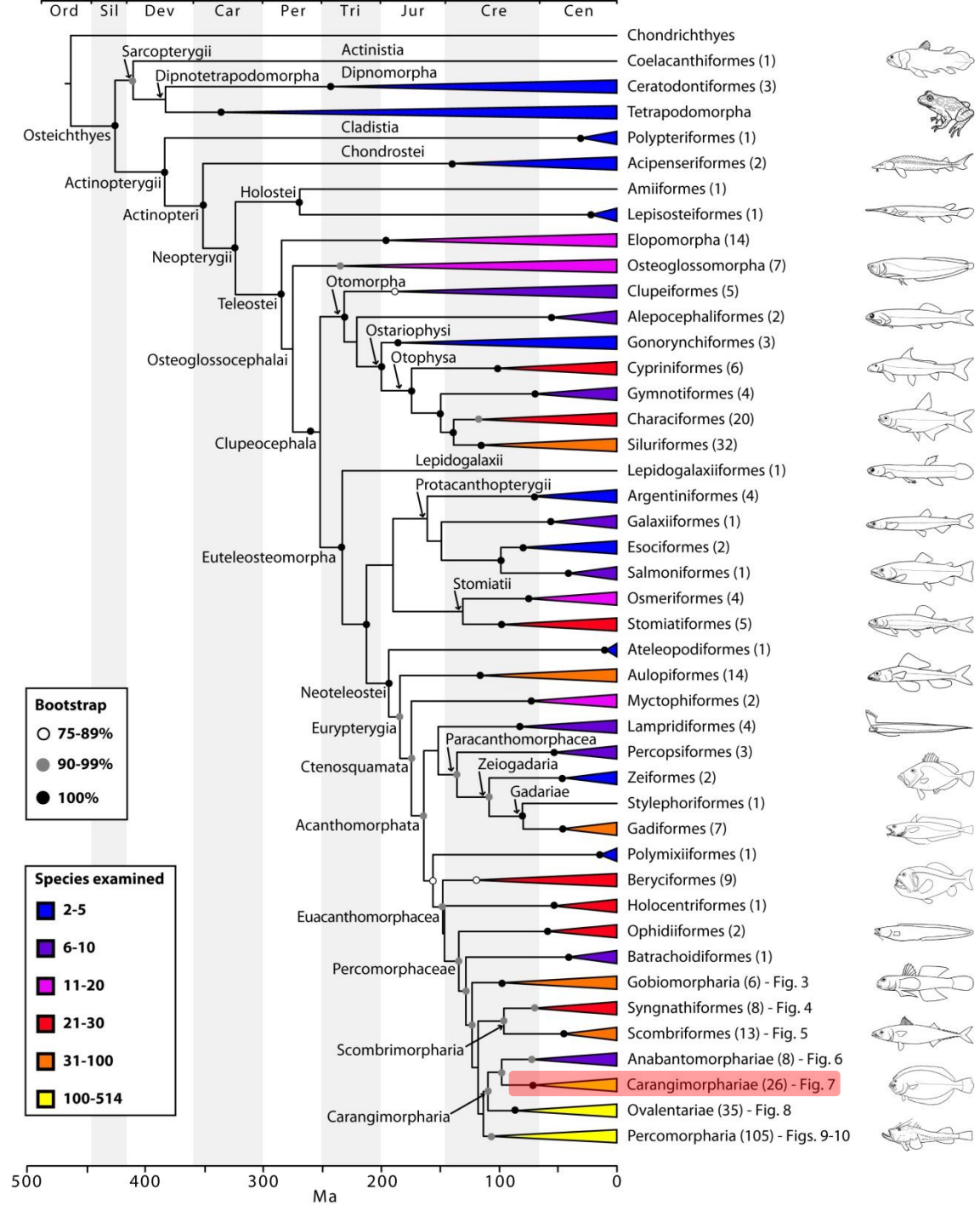
3(1) familias, 15(1) géneros, 99(1) especies

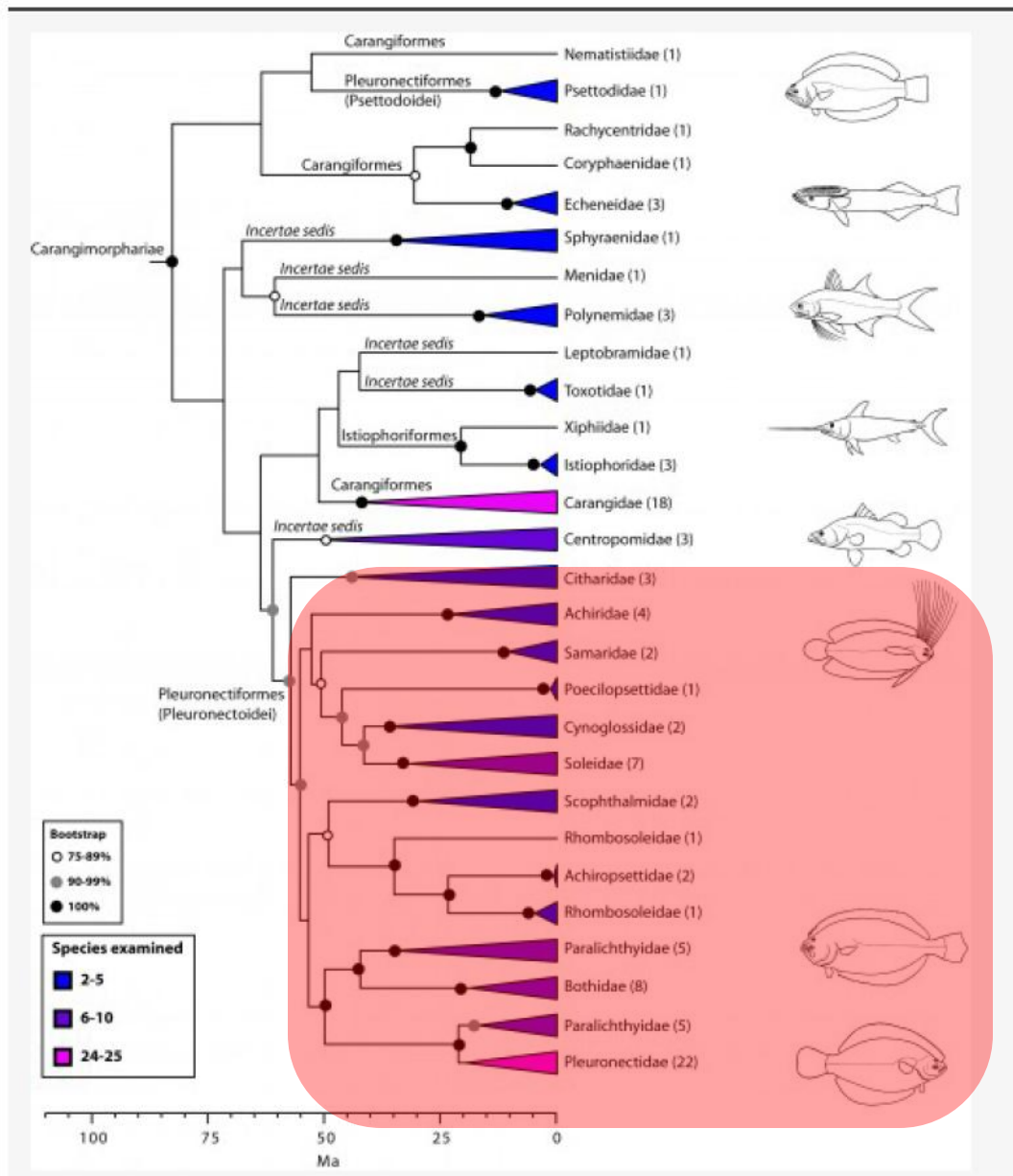
- Cuerpo alargado
- Aletas pélvicas ausentes
- Aletas pectorales ausentes
- Aletas dorsal y anal vestigiales
- Aleta caudal ausente
- Escamas ausentes
- Abertura branquial ventral y única
- Membranas branquiales ausentes
- Ojos pequeños
- Boca no protusible
- Vejiga natatoria ausente
- Hermafroditas secuenciales
- Dulce acuícolas
- En Uruguay el más común = anguila

## Material de Práctico









# Pleuronectiformes

14 (6) familias, 134 (11) géneros, 678 (19) especies

- Adultos sin simetría bilateral
- Aletas dorsal y anal con base larga
- Aleta dorsal sobre neurocráneo
- Cuerpo muy comprimido
- Sin vejiga natatoria
- Marinos y dulceacuícolas
- En Uruguay los más comunes = lenguado





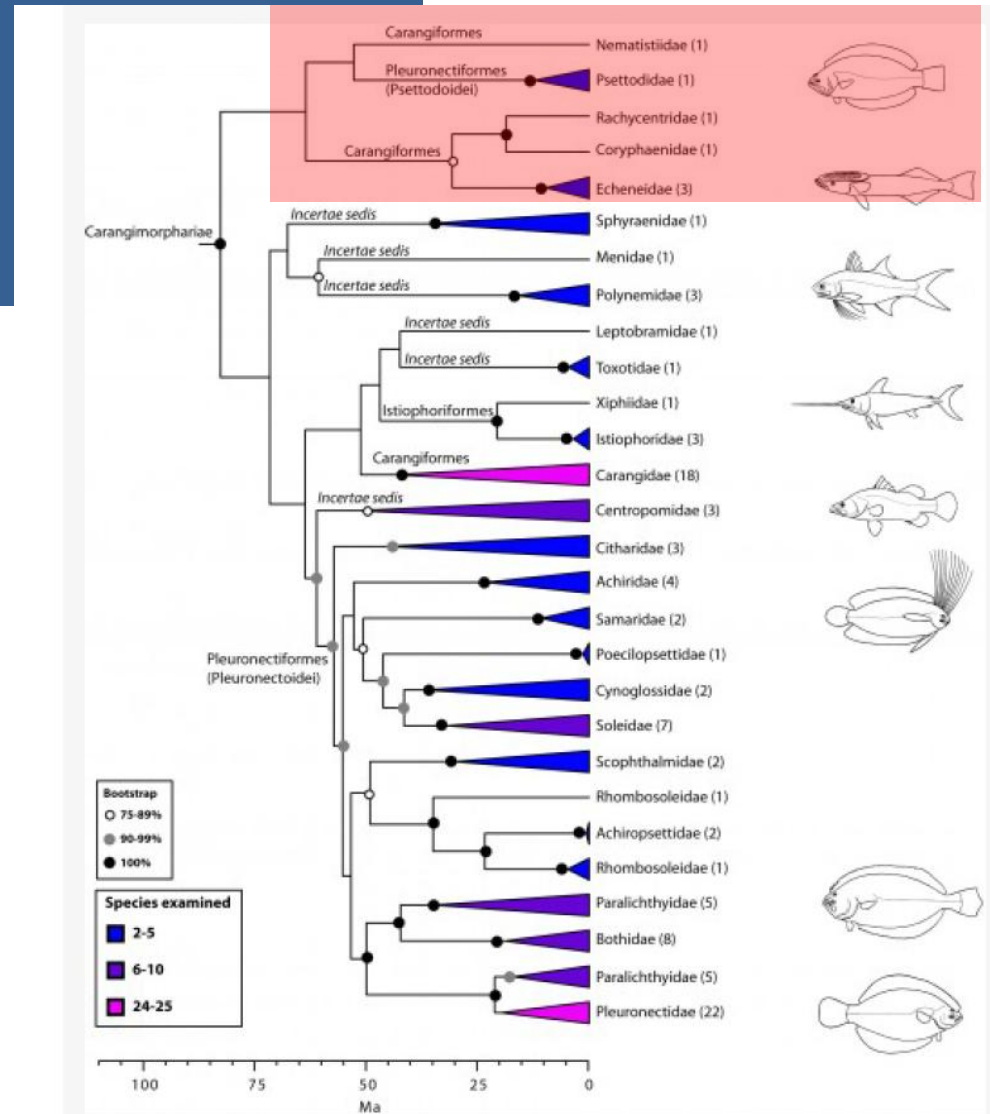


# Carangiformes

6 (4) familias, 37 (16) géneros, 160 (22) especies

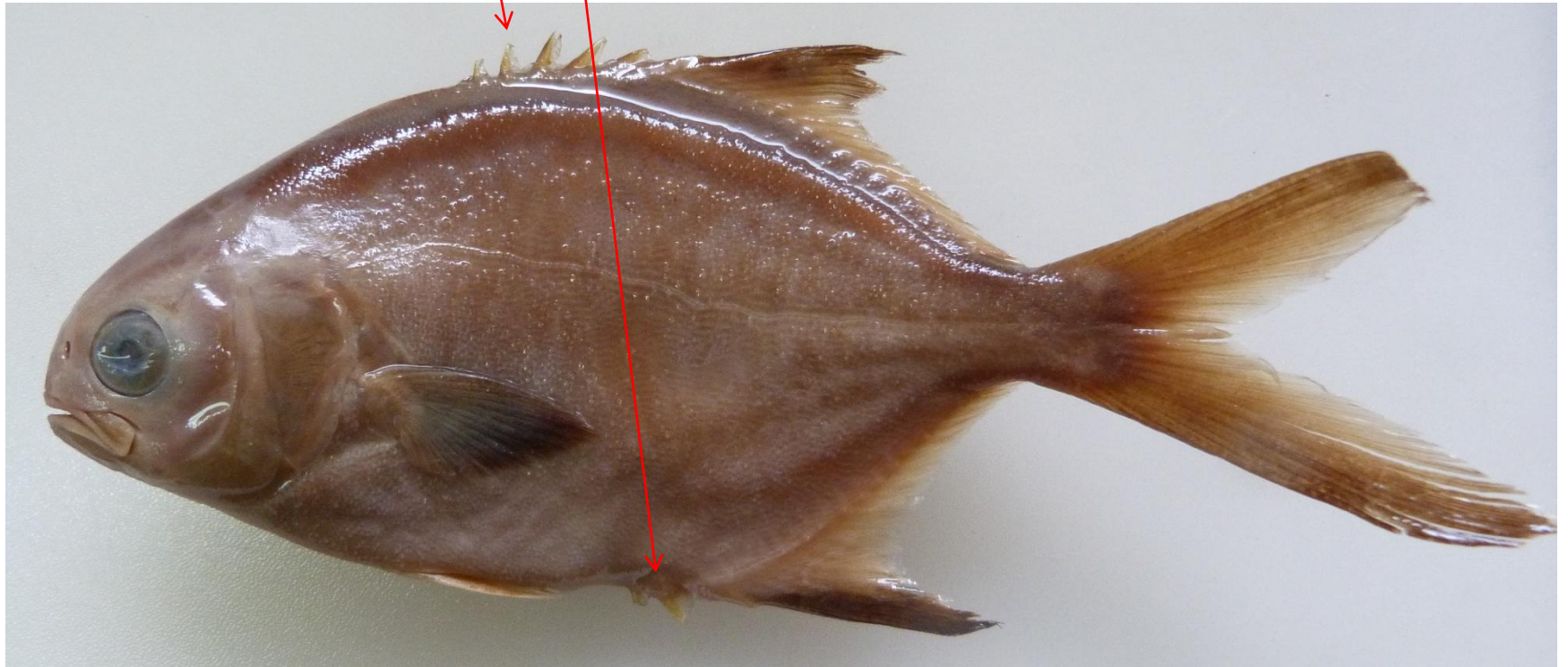
Carangidae (Pampanito)

- Pequeñas escamas cicloides
- Cuerpo Comprimido
- Aleta caudal ahorquillada
- Primeros radios de aleta dorsal y anal espinosos
- Marinos





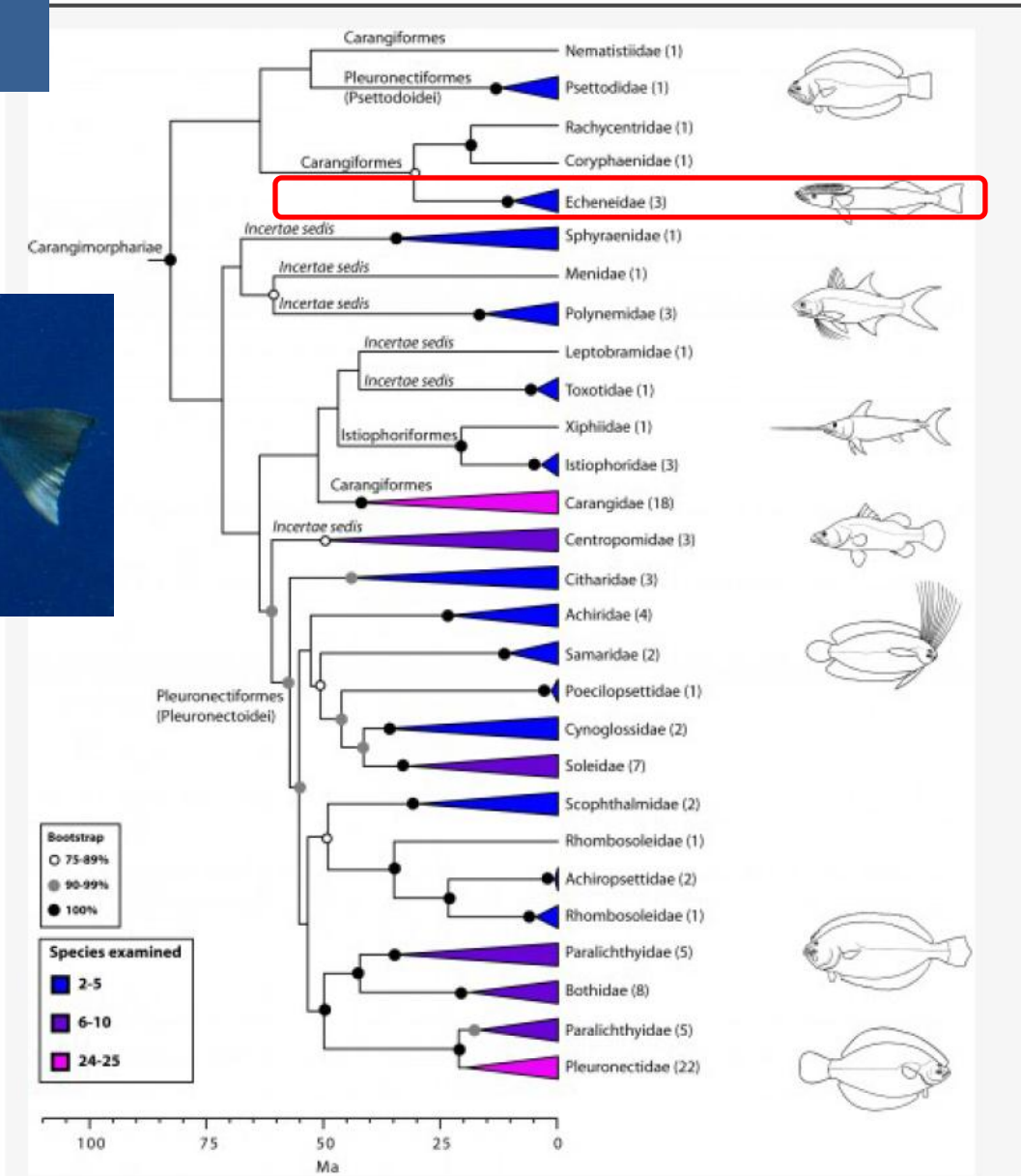
Radios espinosos





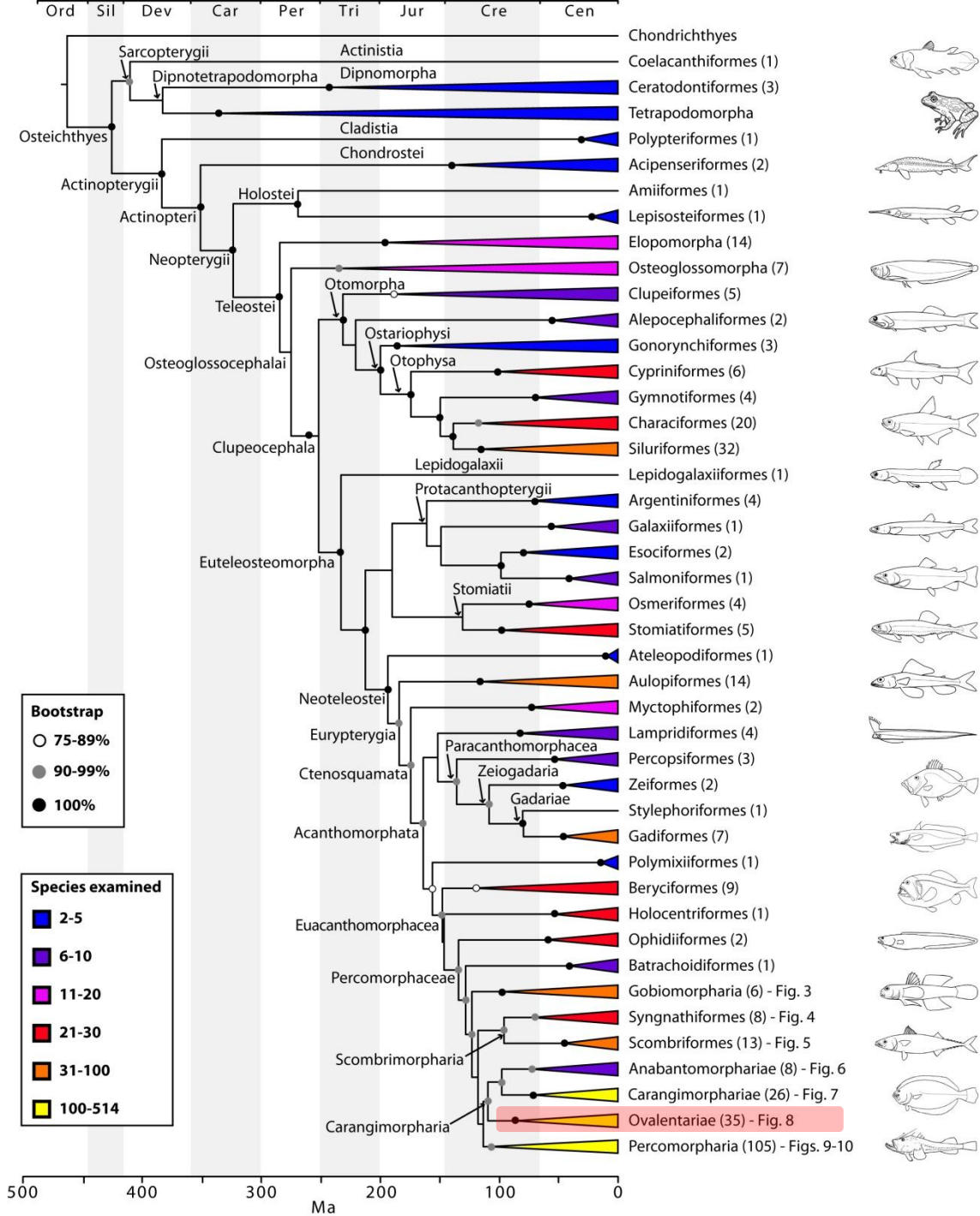
# Carangiformes: Echeneidae (Rémora)

- Primeros radios de aleta dorsal modificados en ventosa
- Marinos



# Material de Práctico

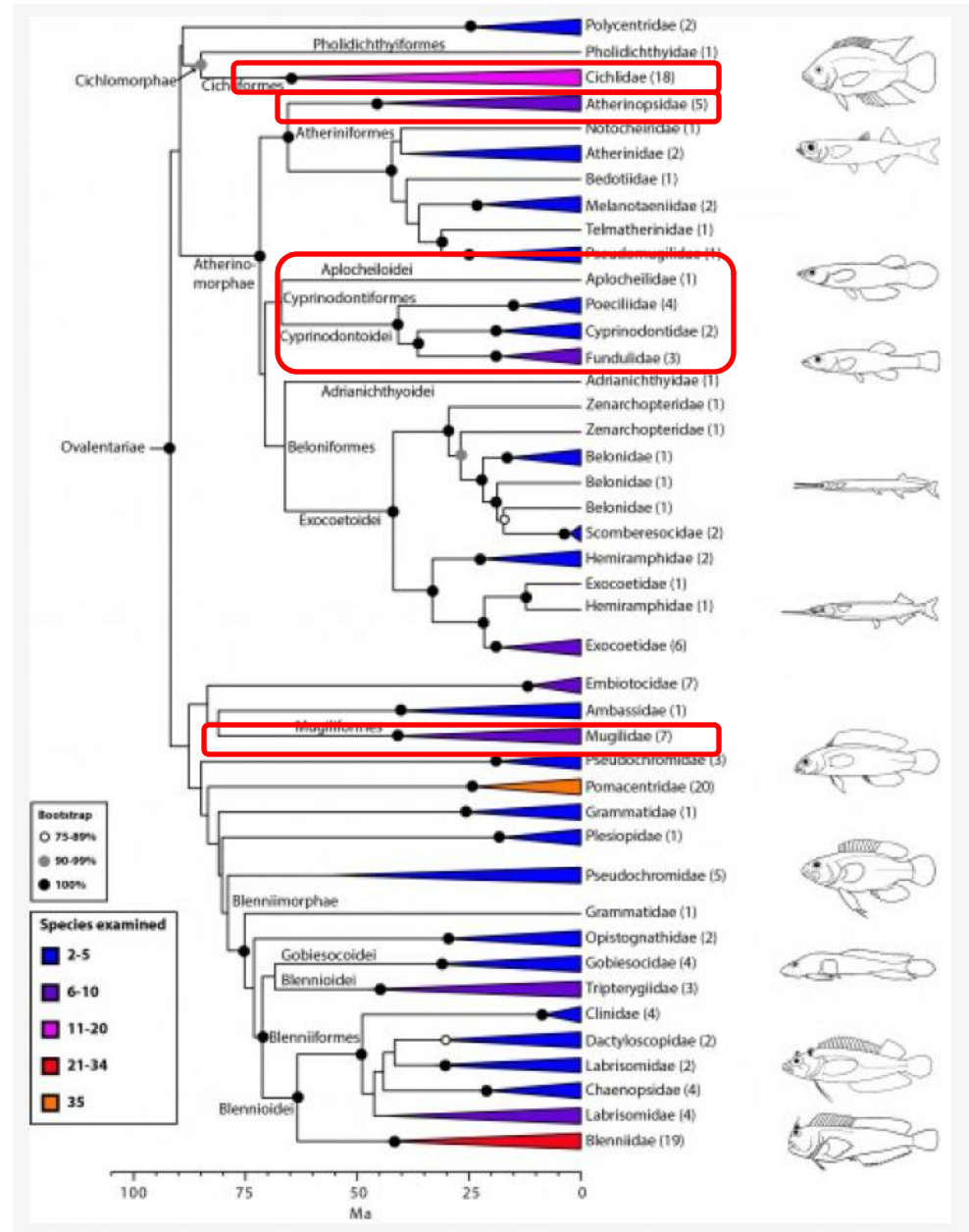
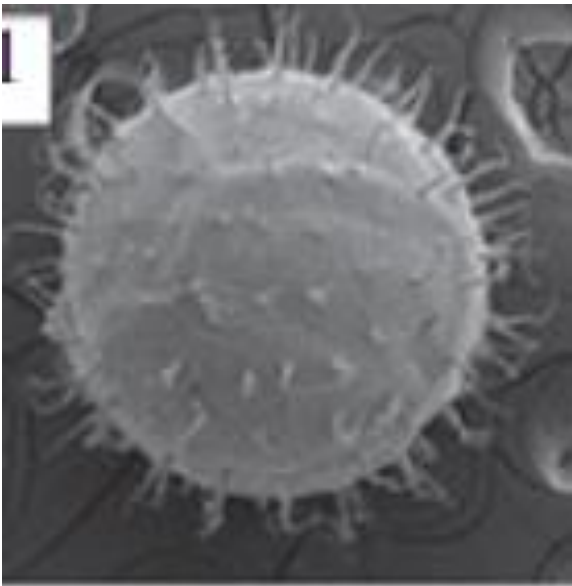






## Ovalentariae:

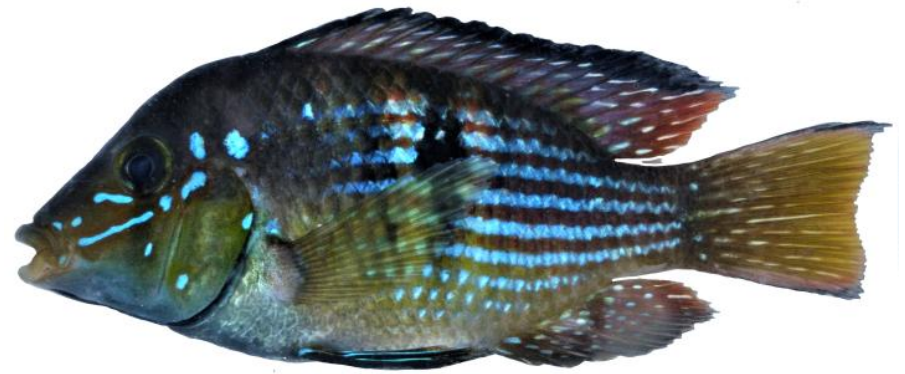
Huevos demersales,  
adhesivos y con filamentos  
coriónicos.



# Cichliformes

1 familia, 320(6) géneros, 1687(22) especies

- Un par de narinas
- Línea lateral interrumpida
- Caracteres derivados de Teleosteos
- Dulceacuículas
- Cuidado Parental
- En Uruguay = castañetas y cabeza amarga



# Material de Práctico





# Cyprinodontiformes

10 (3) familias, 109 (5) géneros, 1013 (26) especies

- Esqueleto de la aleta caudal simétrica
- Desarrollo embrionario lento
- Linea lateral en el cuerpo sin canal
- Dimorfismo sexual marcado
- Dulceacuículas
- En Uruguay = madrecitas (vivíparos) y peces anuales



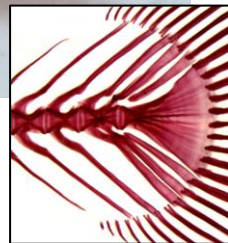
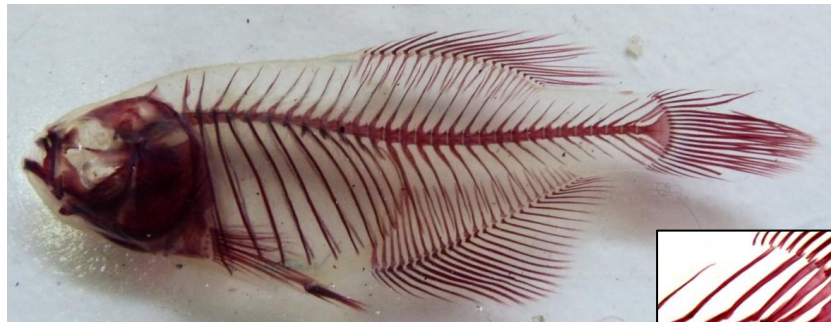
# Material de Práctico



Hembra

Macho

Gonopodio



Macho

Hembra

# Atheriniformes

6 (2) familias, 48 (2) géneros, 312 (6) especies

- Dos aletas dorsales
- La primera con radios espinosos flexibles
- Línea lateral ausente o reducida
- Banda plateada lateral
- Marinos y dulceacuícolas
- En Uruguay = pejerrey

*Odontesthes* (Atherinopsidae)





# Material de Práctico



# Mugiliformes

1 familia, 17 (1) géneros, 72 (1) especies

- Dos aletas dorsales bien separadas
- Anterior con radios espinosos
- Aletas pélvicas subabdominales (con un radio espinoso)
- Línea lateral ausente o muy reducida
- Escamas ctenoides en adultos
- Dientes pequeños o ausentes
- Marinos con tolerancia al agua salobre
- En Uruguay = lisa

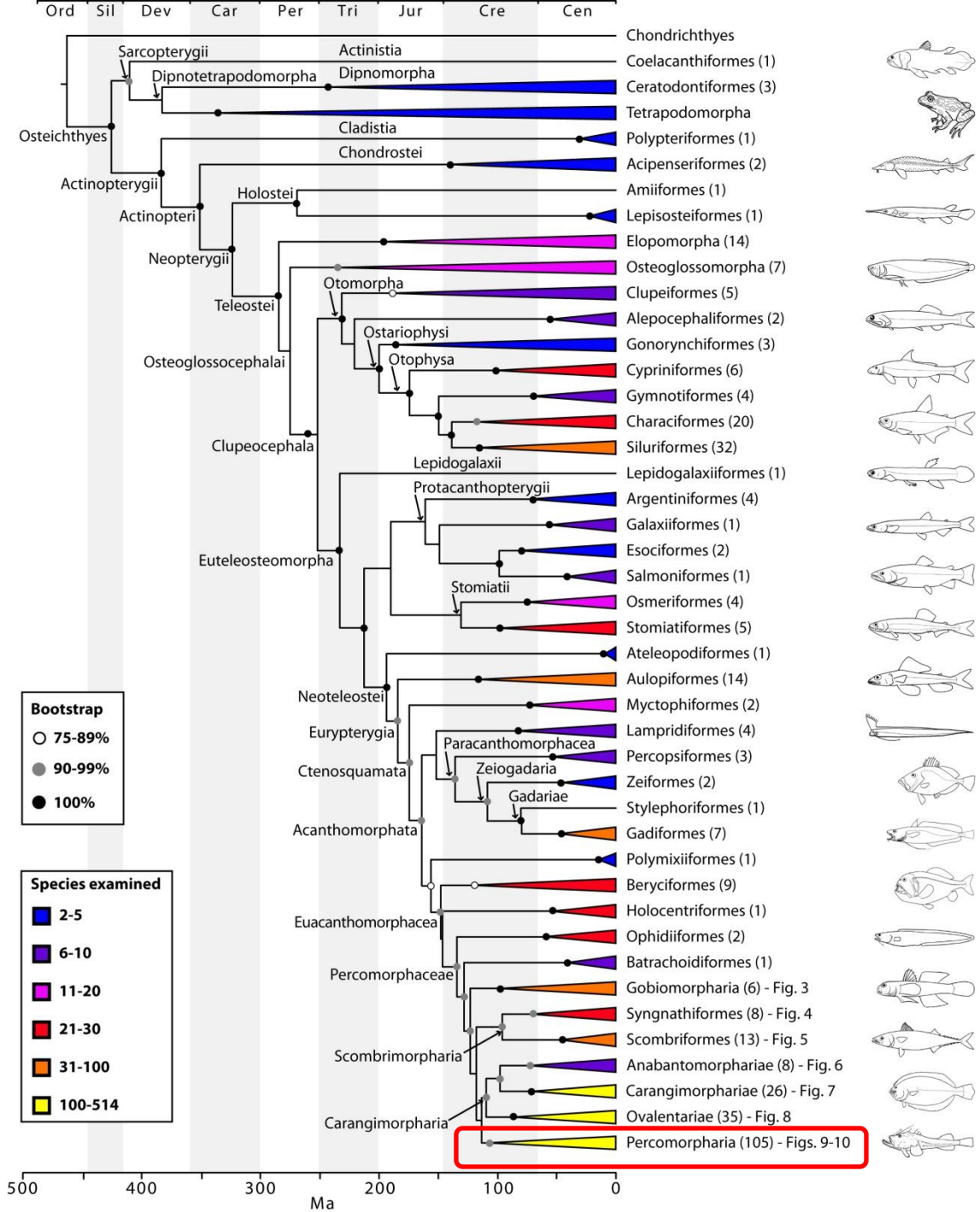


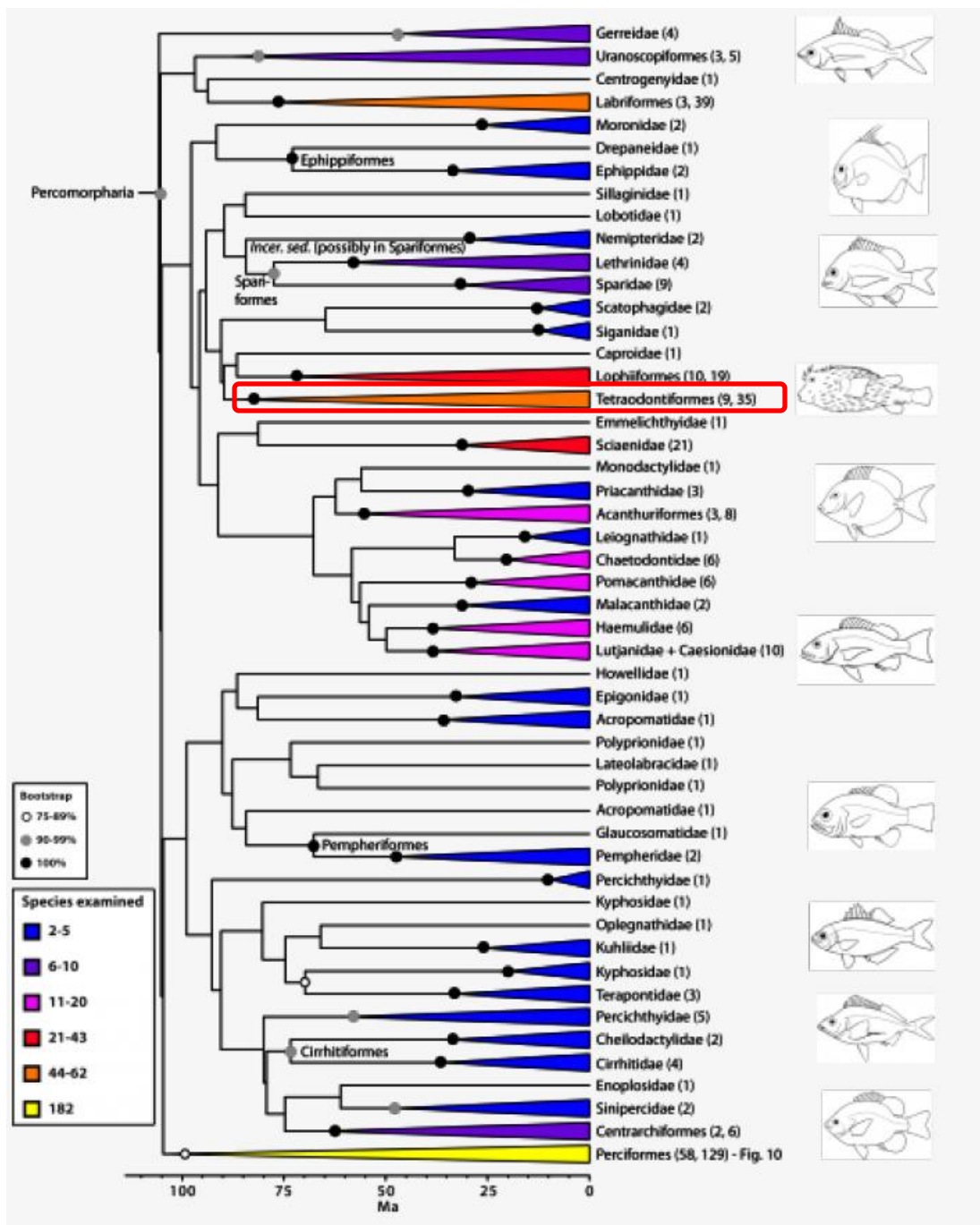
*Mugil* (Mugilidae)

## Material de Práctico









Percomorpha

**Bootstrap**  
 ○ 75-89%  
 ● 90-99%  
 ● 100%

**Species examined**  
 ■ 2-5  
 ■ 6-10  
 ■ 11-20  
 ■ 21-43  
 ■ 44-62  
 ■ 182

100 75 50 25 0  
Ma

Perciformes (58, 129) - Fig. 10

# Tetraodontiformes

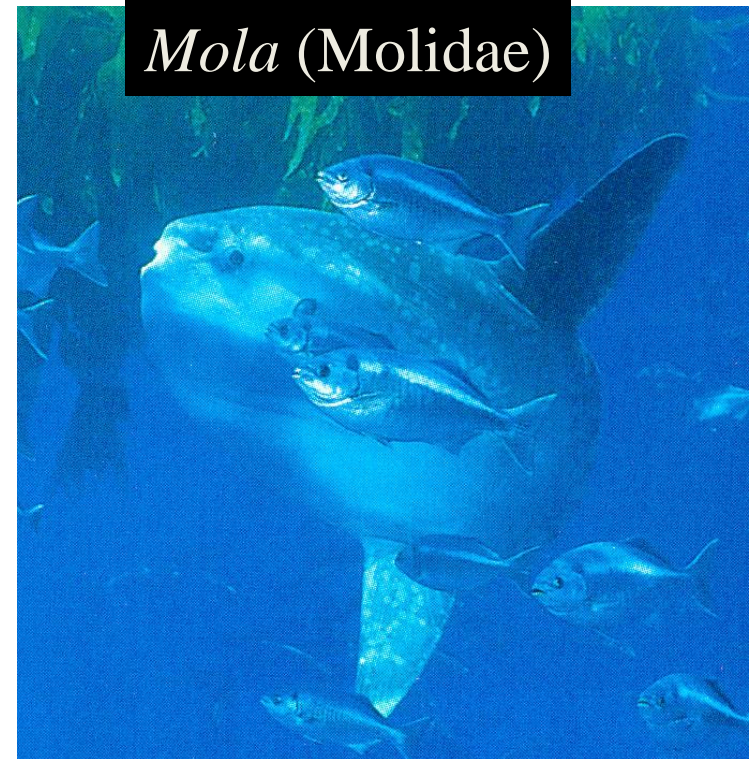
9(3) familias, 101 (4) géneros, 357 (4) especies

- Aberturas branquiales estrechas
- Escamas modificadas en placas, espinas o escudos
- Dientes fusionados
- Marinos
- En Uruguay = tambor, pez luna, erizo



*Lagocephalus* (Tetraodontidae)

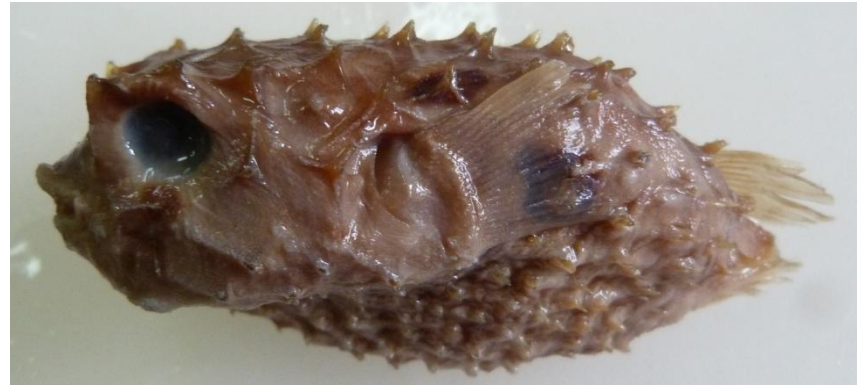
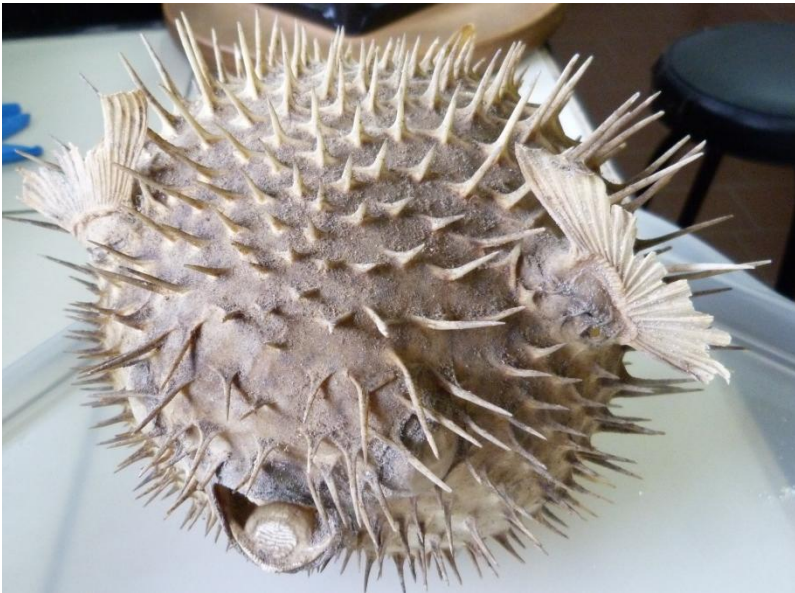
*Chylomycterus* (Diodontidae)

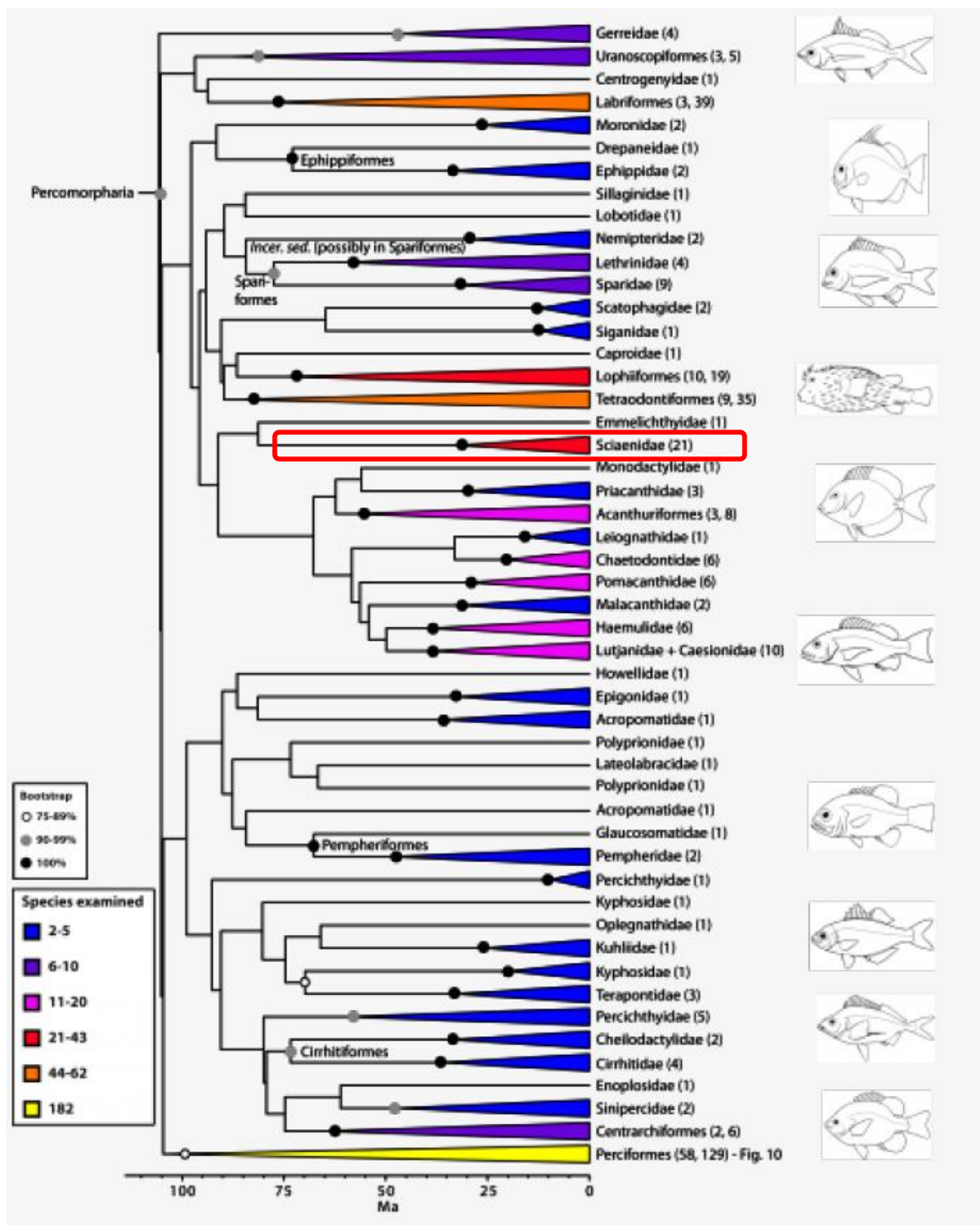


*Mola* (Molidae)



# Material de Práctico



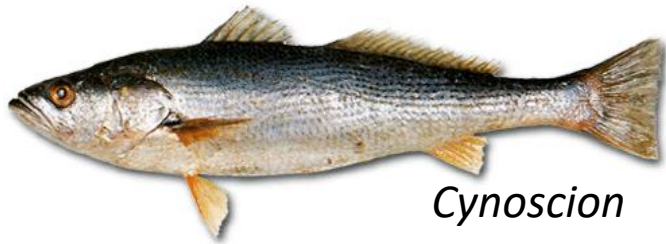




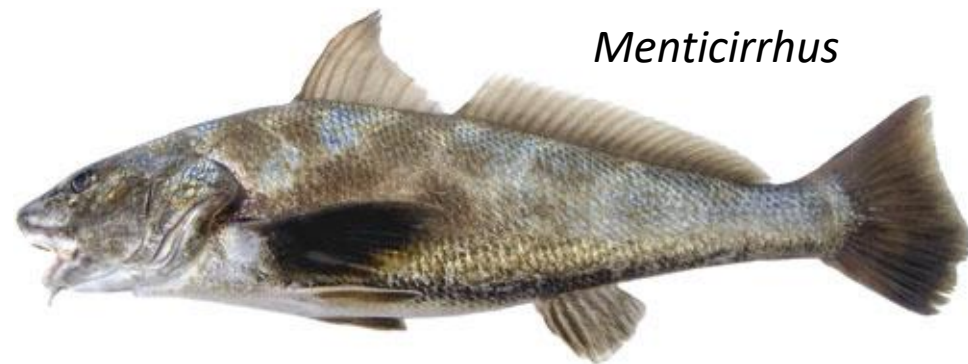
## Orden Acanthuriformes: Familia Sciaenidae

78 (8) géneros y 287 (15) especies.

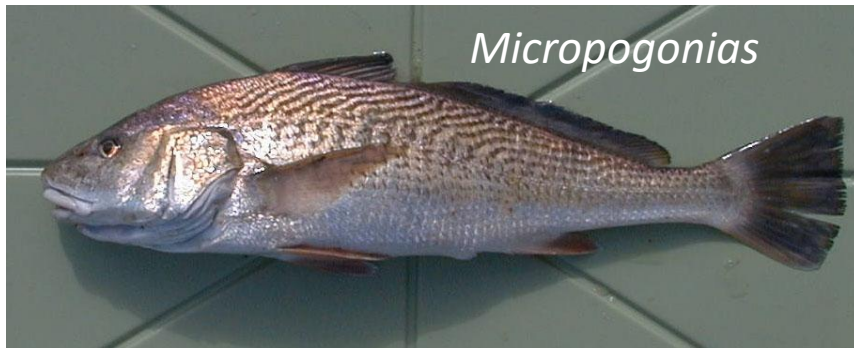
- Discontinuidad entre la aleta dorsal espinosa y la aleta dorsal blanda
- Caracteres derivados de Teleosteos
- Marinos con tolerancia al agua salobre y dulceacuícolas
- En Uruguay = corvina, corvina negra, pescadilla, burriqueta, etc.



*Cynoscion*



*Menticirrhus*



*Micropogonias*



*Pachyurus*

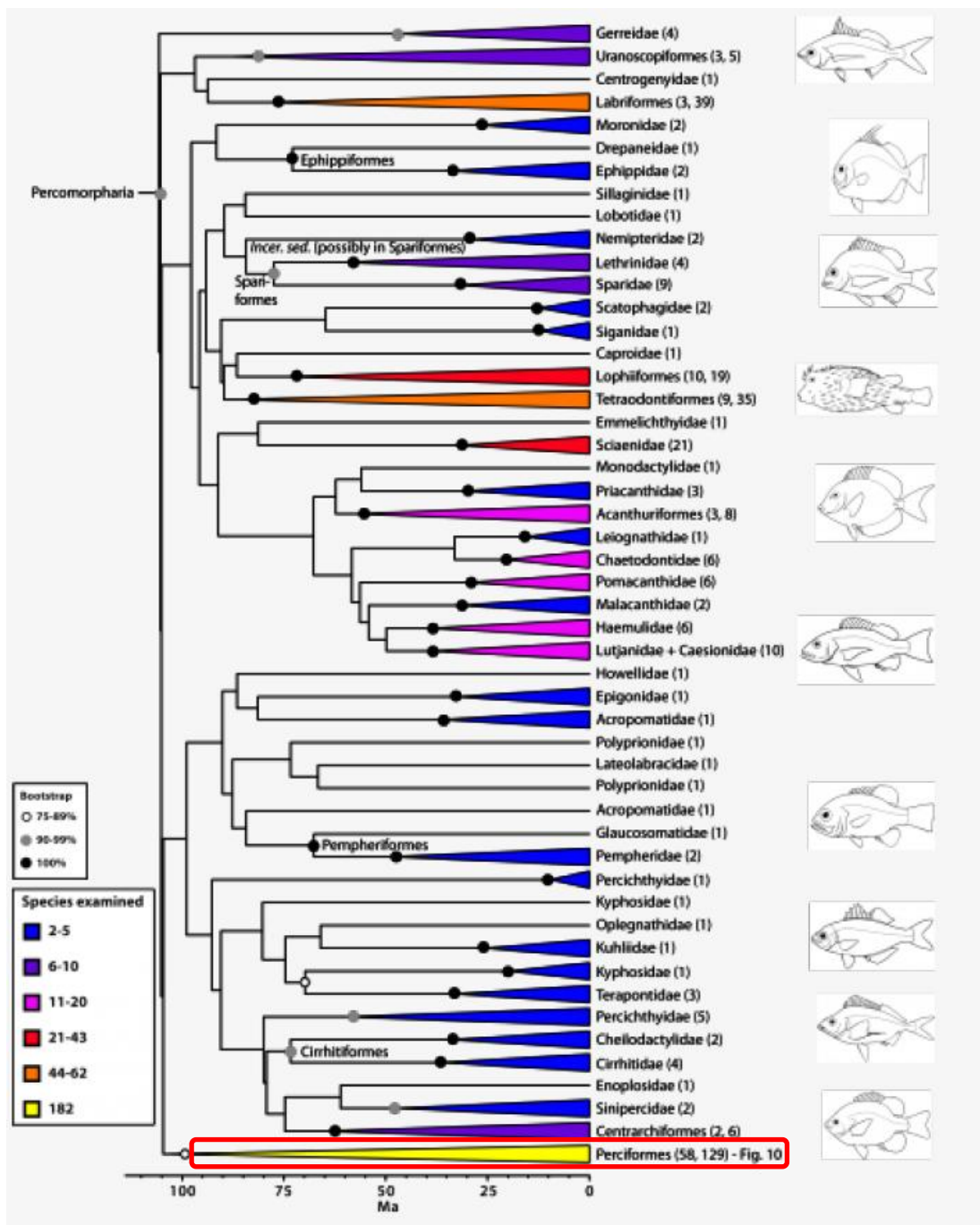


*Pogonias*



## Material de Práctico





**Perciformes:**

**Espinosos y con placas en la cabeza**

*Helicolenus dactylopterus*



*Congiopodus peruvianus*



*Prionotus punctatus*





# Material de Práctico

