

Vertebrados 2023

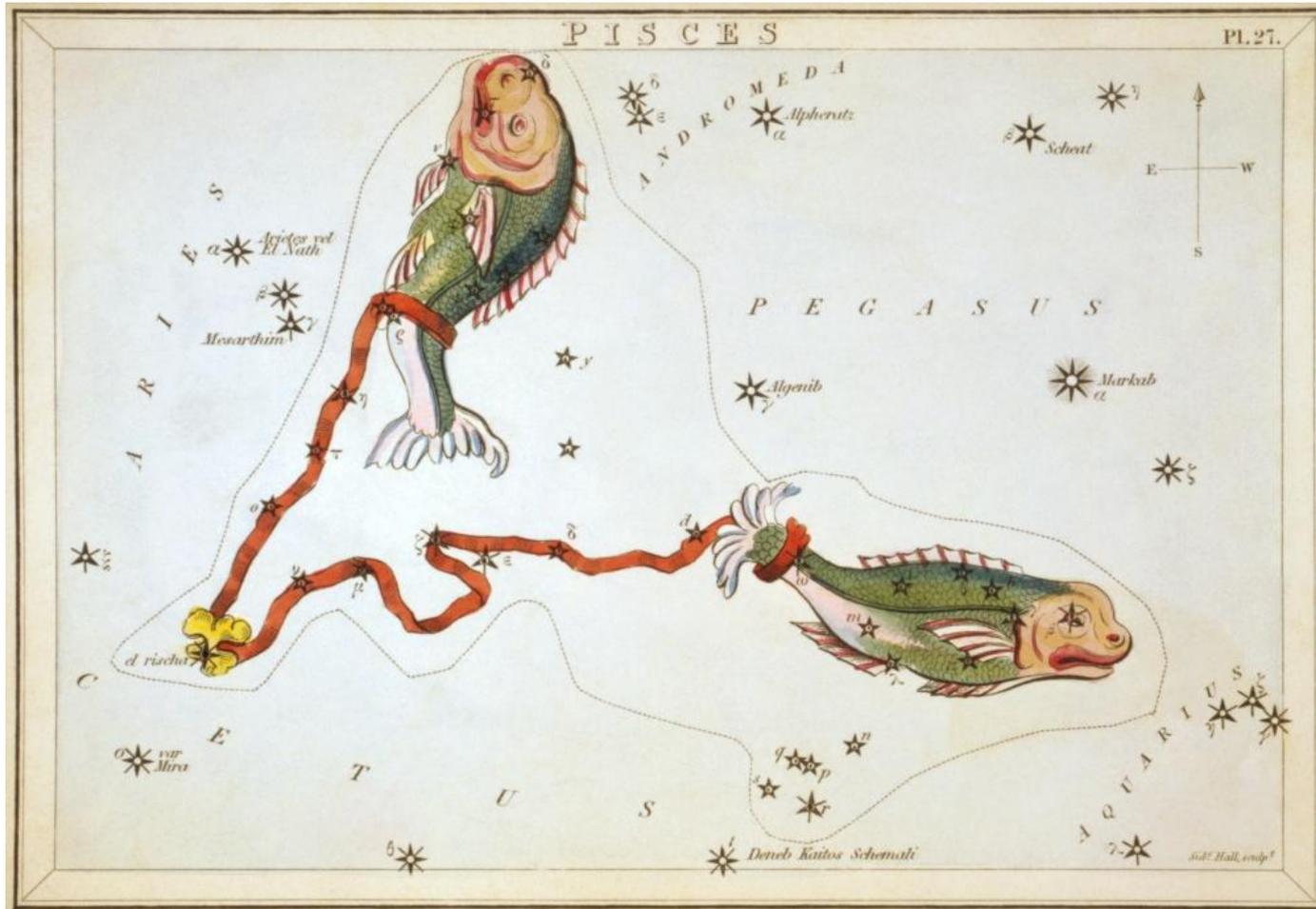
Los Peces Óseos: El gran éxito de los Cordados

Marcelo Loureiro

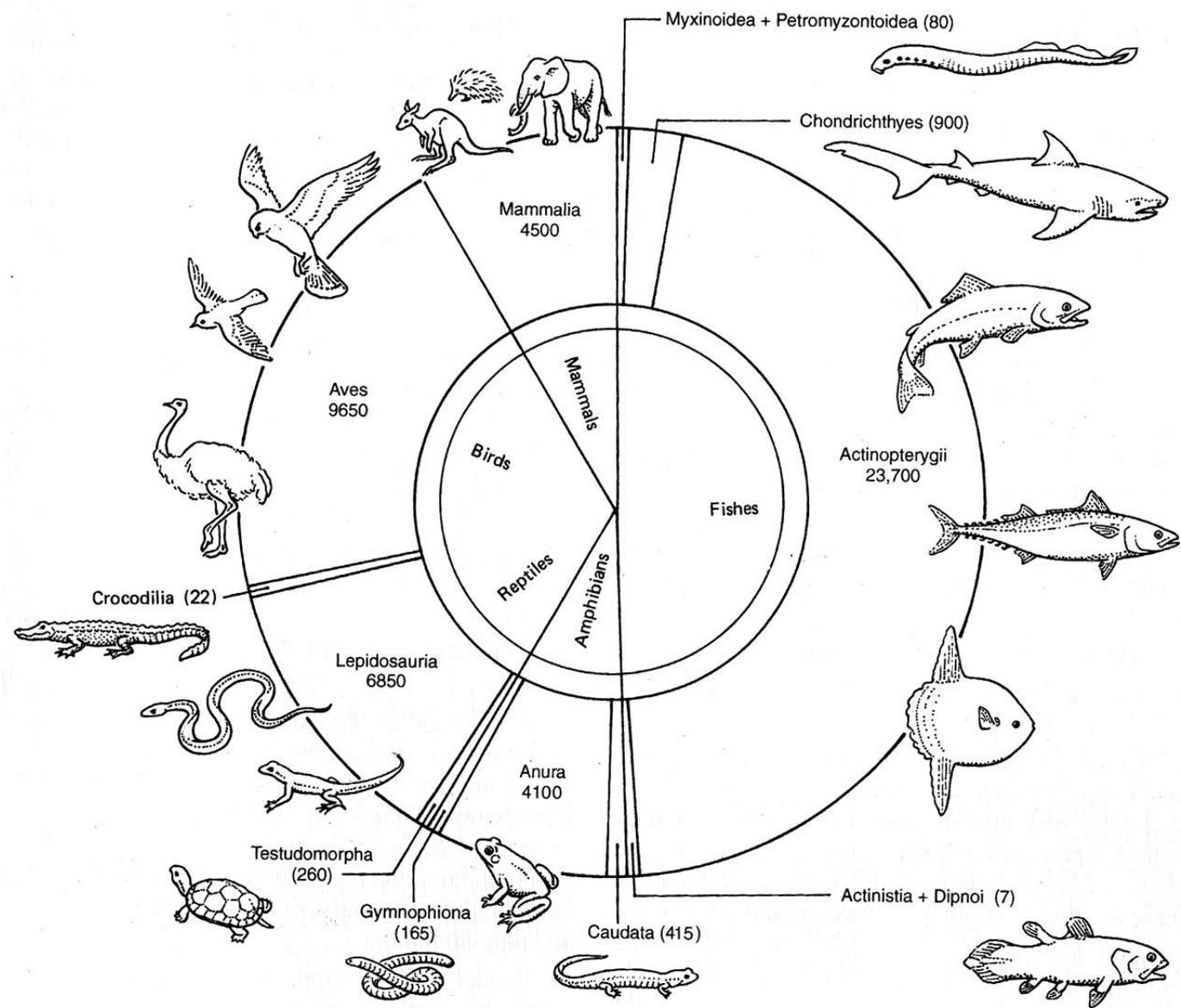
Laboratorio de Zoología de Vertebrados

Departamento de Ecología y Evolución

Instituto de Biología

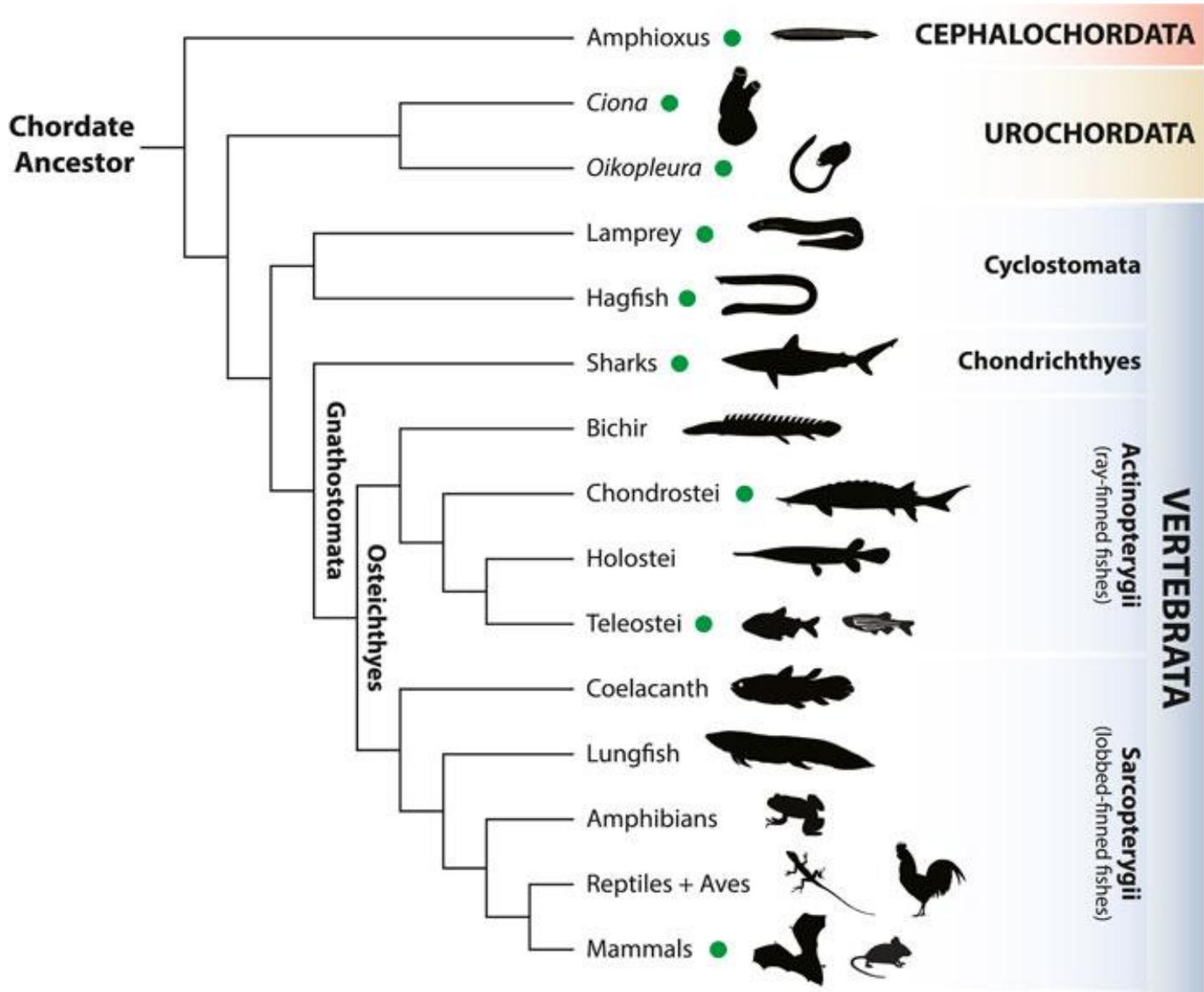


Los Peces Óseos: El gran éxito de los Cordados



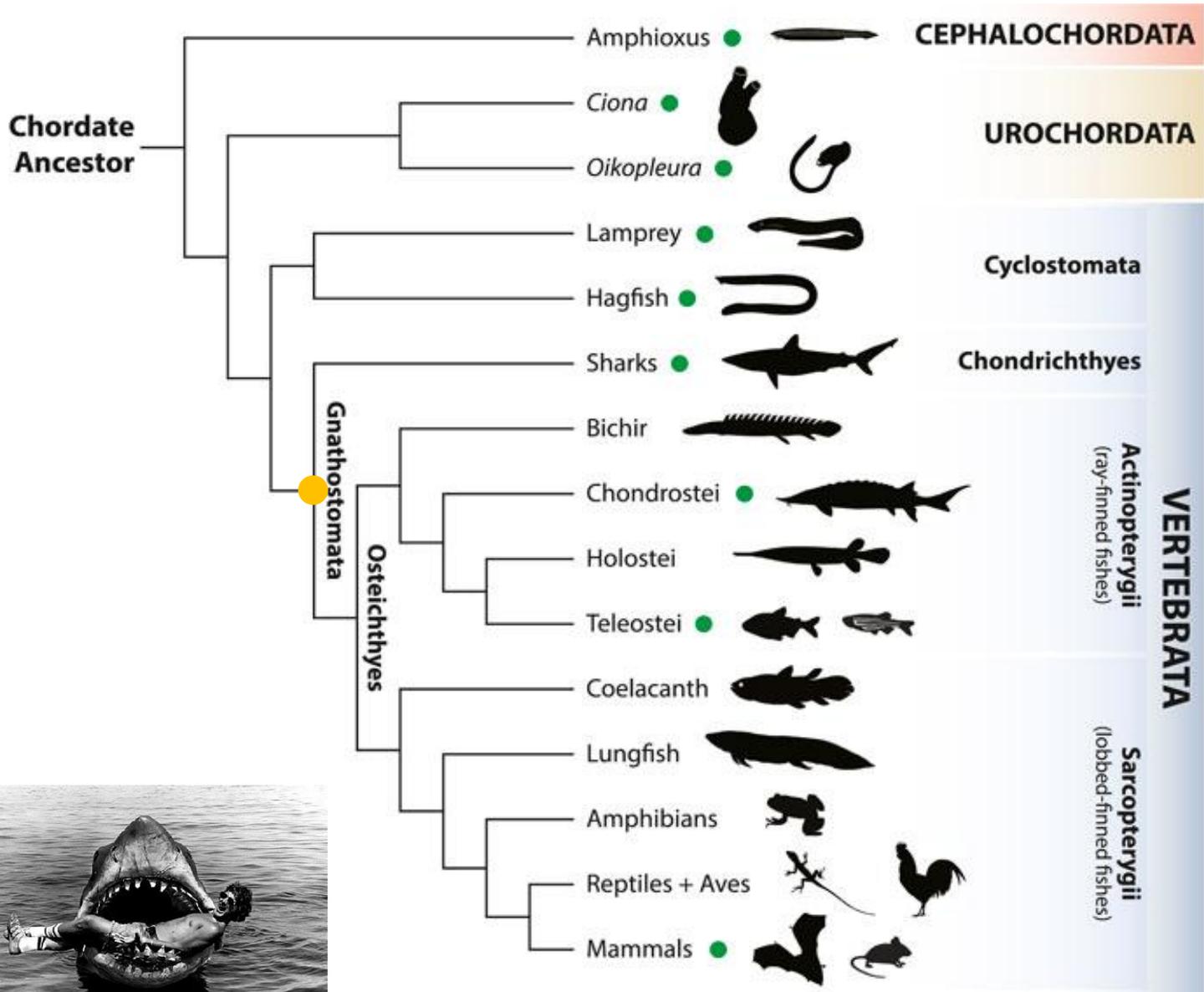
Peces: Cordados con cráneo, arcos branquiales y aleta caudal.

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



Peces

Gnatostomados: Mandíbulas

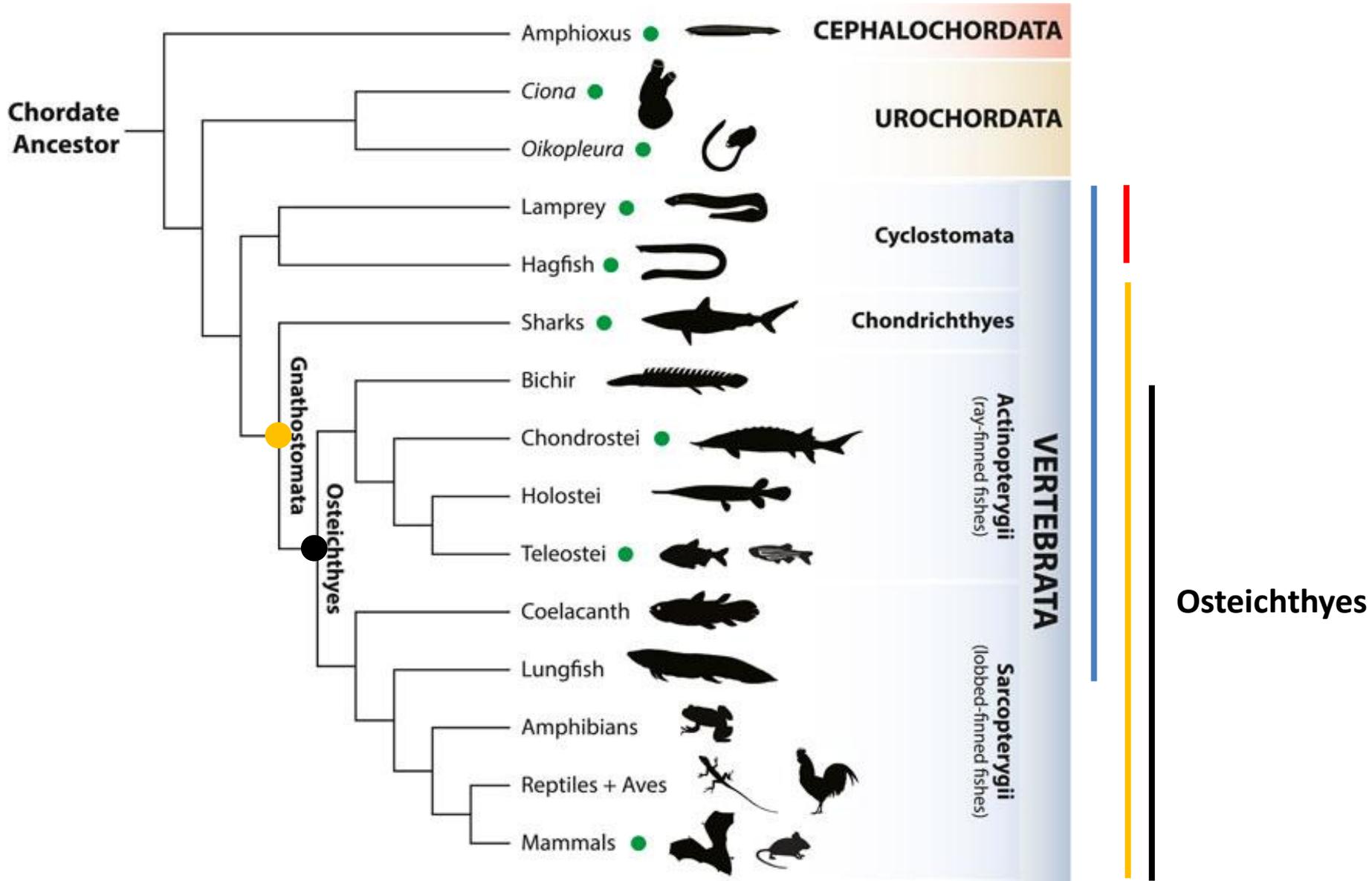


Agnatos

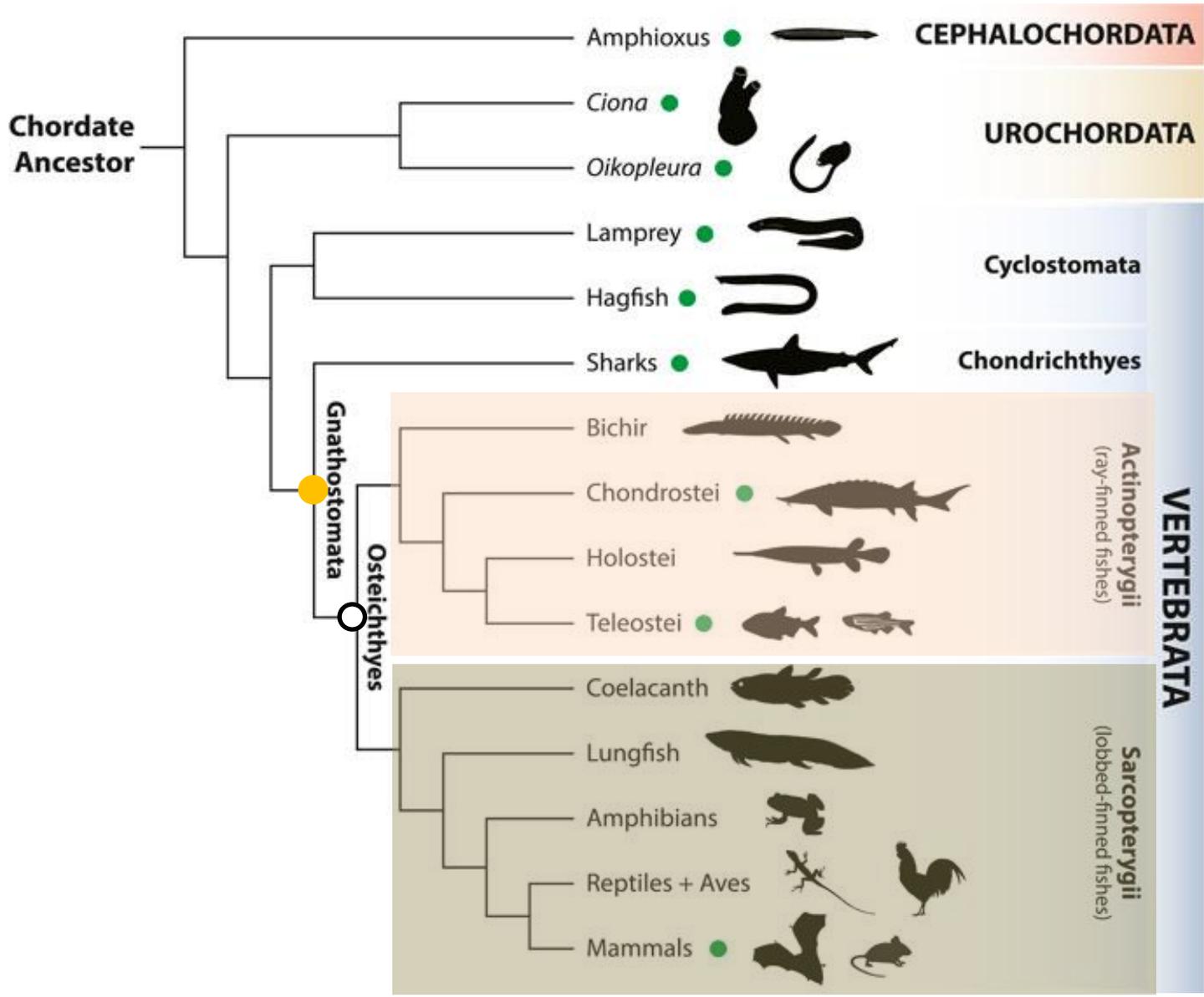
Gnatostomados



Osteichthyes: Peces Óseos + Tetrapodos

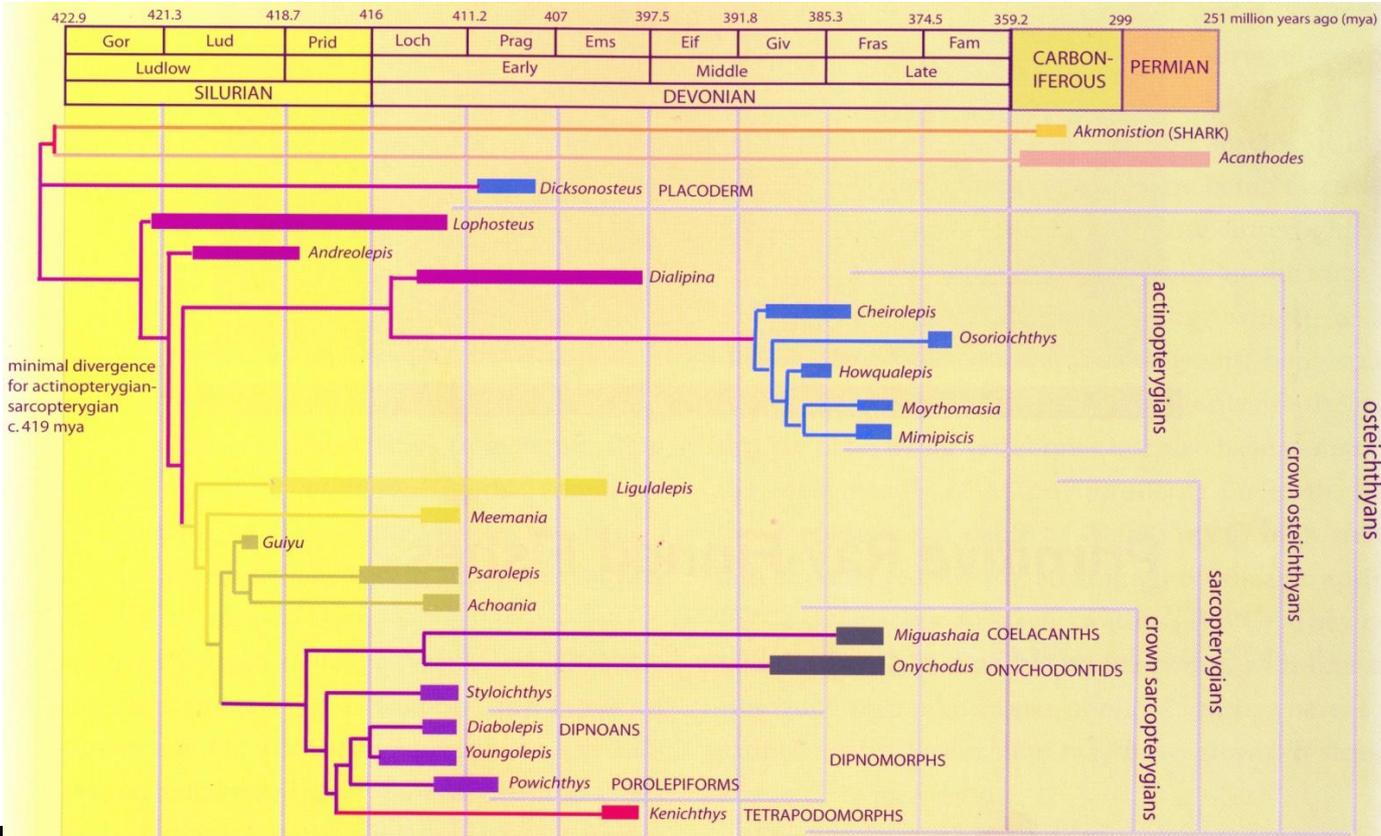


Osteichthyes: 2 grandes ramas

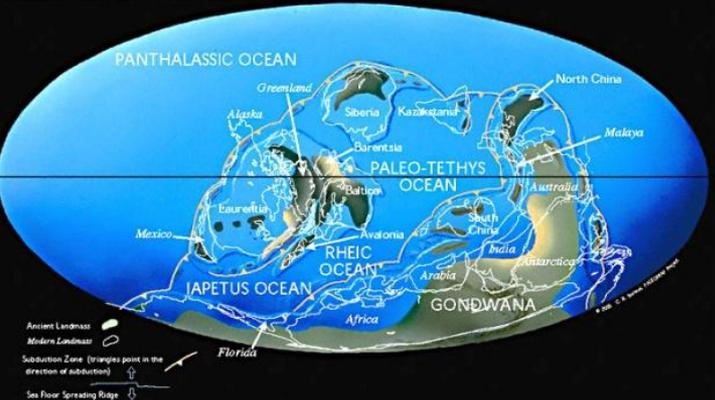


Osteichthyes:

Grupo muy antiguo: primeros restos fósiles Silúrico tardío

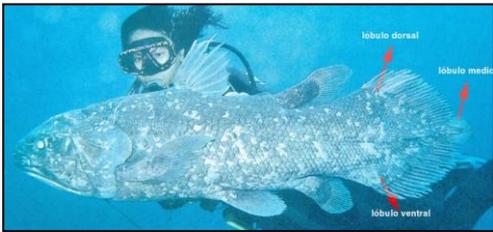


Middle Silurian 425 Ma



Diagnosis Osteichthyes

Sarcopterigios



Actinopterigios



Esqueleto interno osificado

Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado

Sarcopterigios

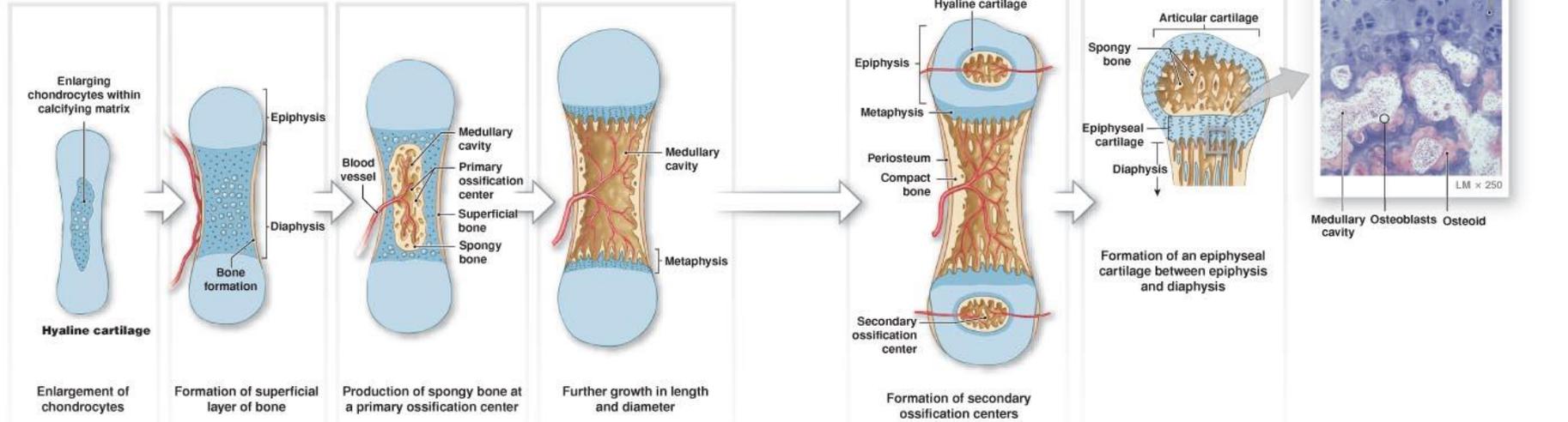


Actinopterigios



Hueso Endocondral

The process of endochondral ossification



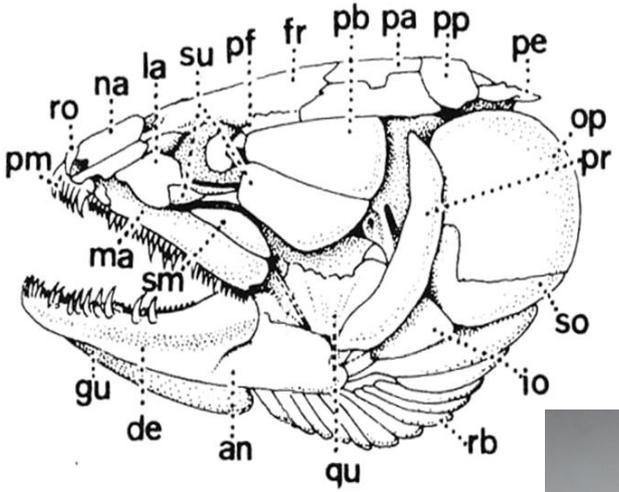
Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral

Sarcopterigios



Actinopterigios



Cráneo con suturas



Diagnosis Osteichthyes

- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas

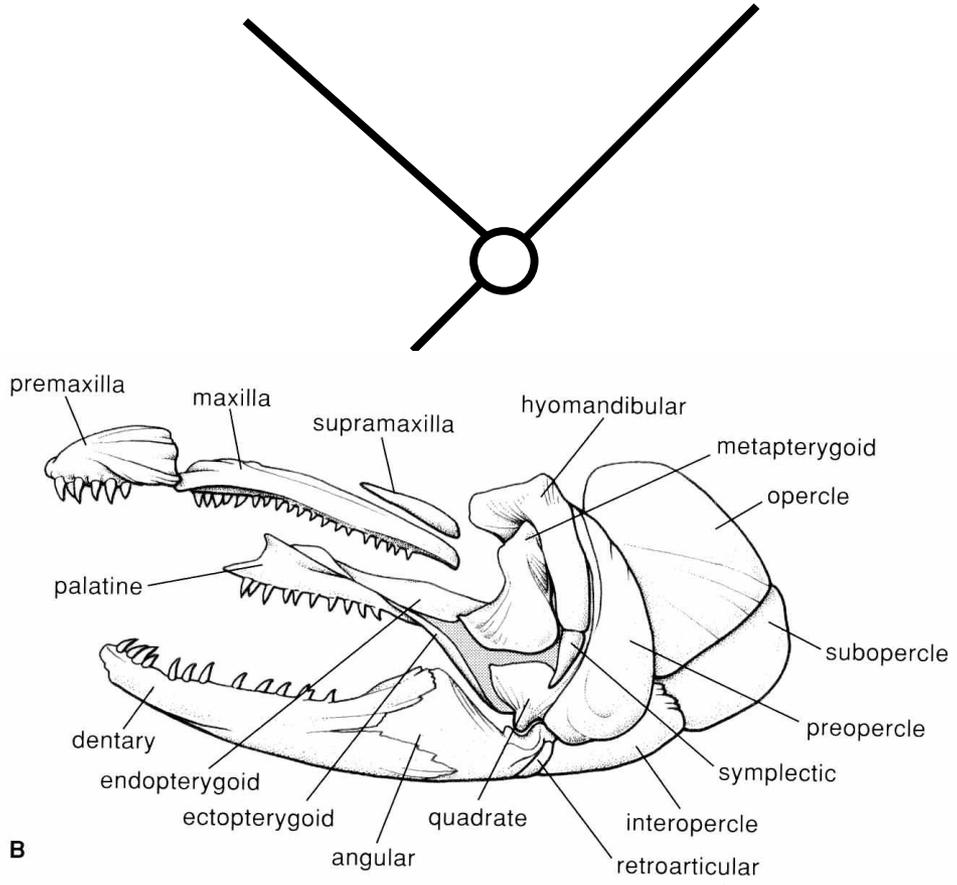
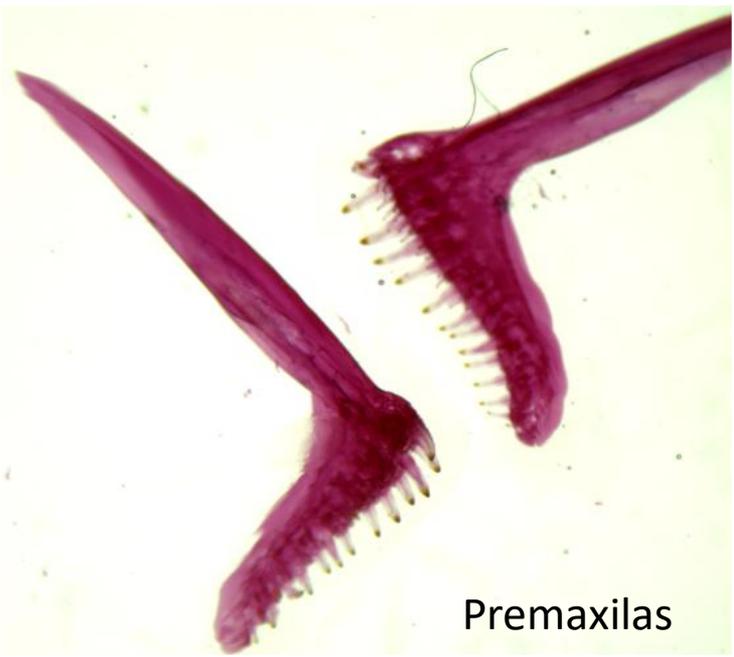
Sarcopterigios

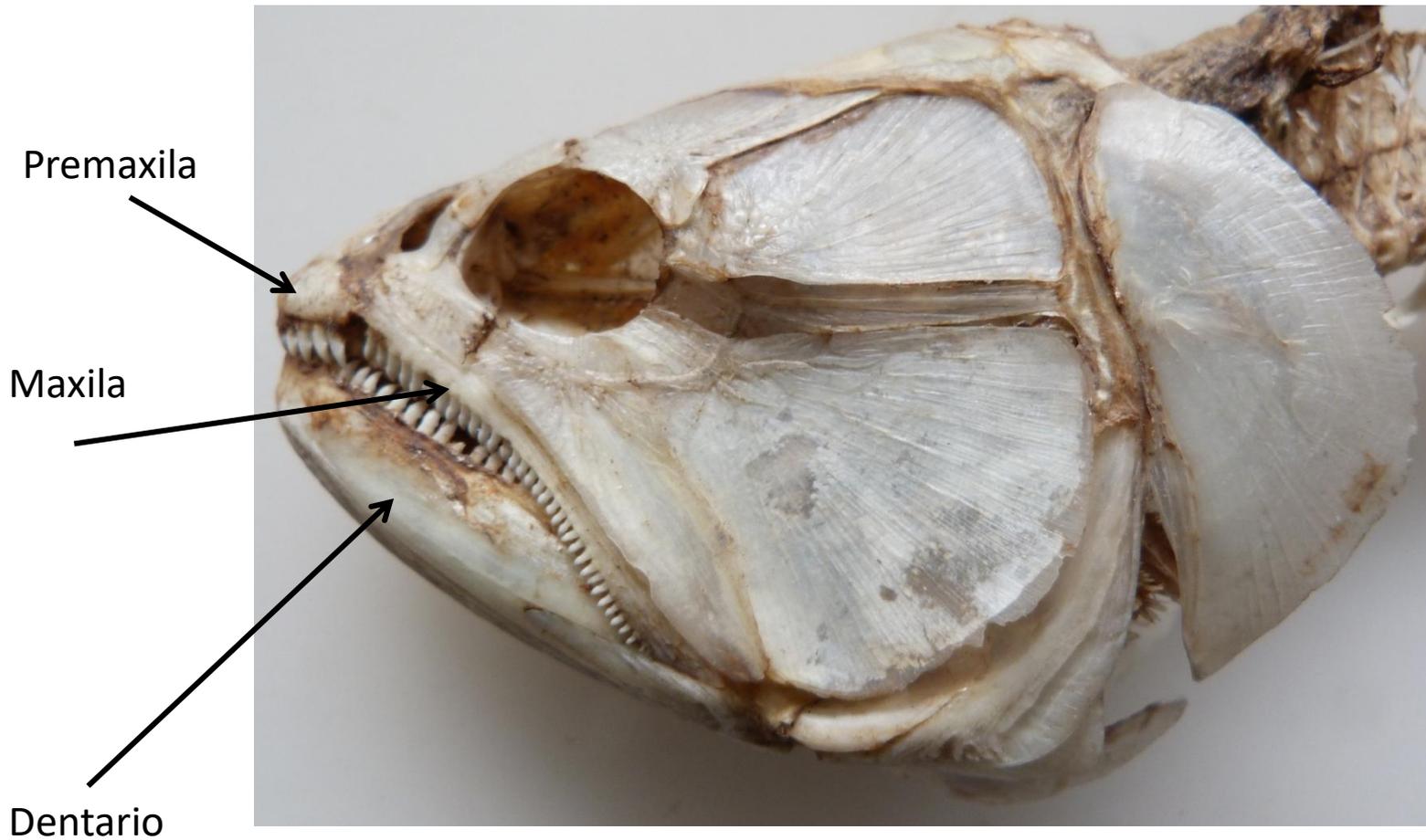


Actinopterygios



Mandíbulas de Hueso Dérmico





Vista lateral cráneo de dorado

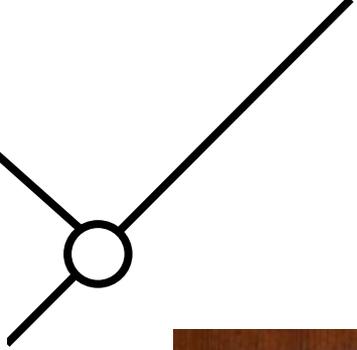
Diagnosis Osteichthyes

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

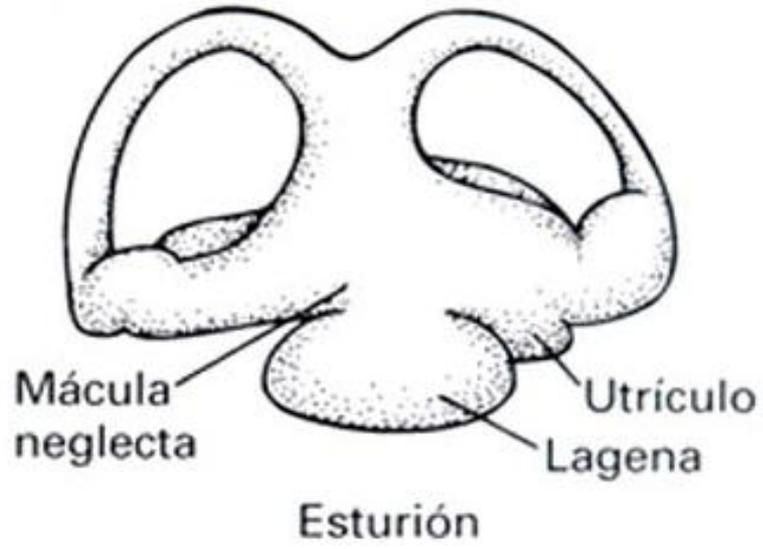
Sarcopterigios



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



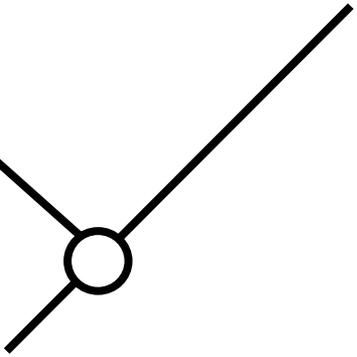
Actinopterygios



Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial



Aparato Opercular



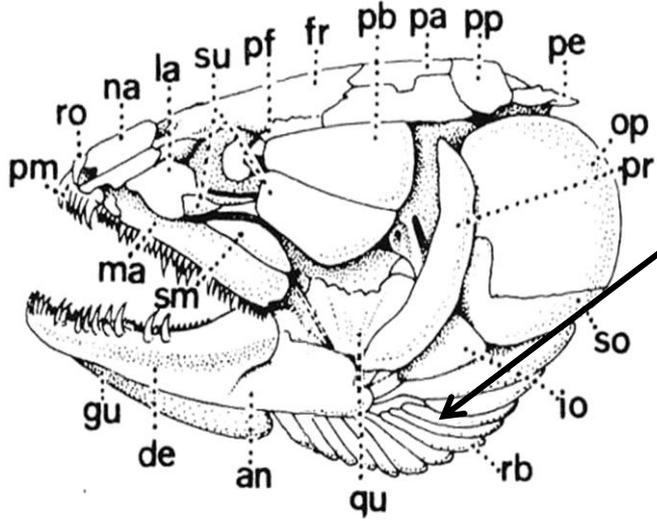
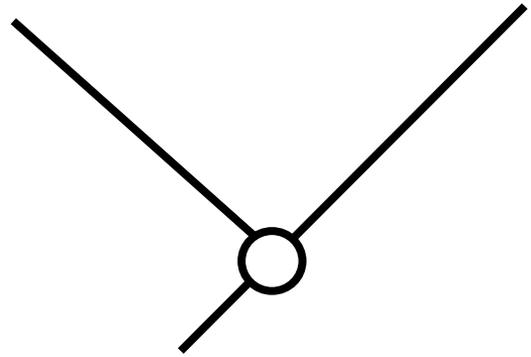
Diagnosis Osteichthyes

- 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



Actinopterygios



Radios Branquiostegos



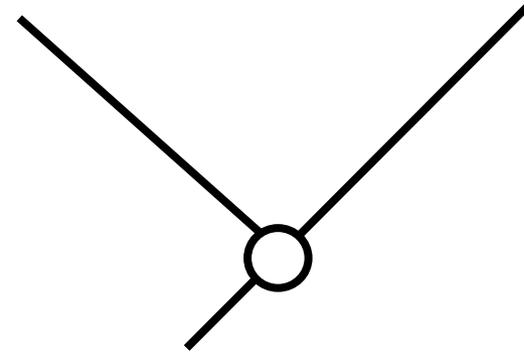
Diagnosis Osteichthyes

- 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

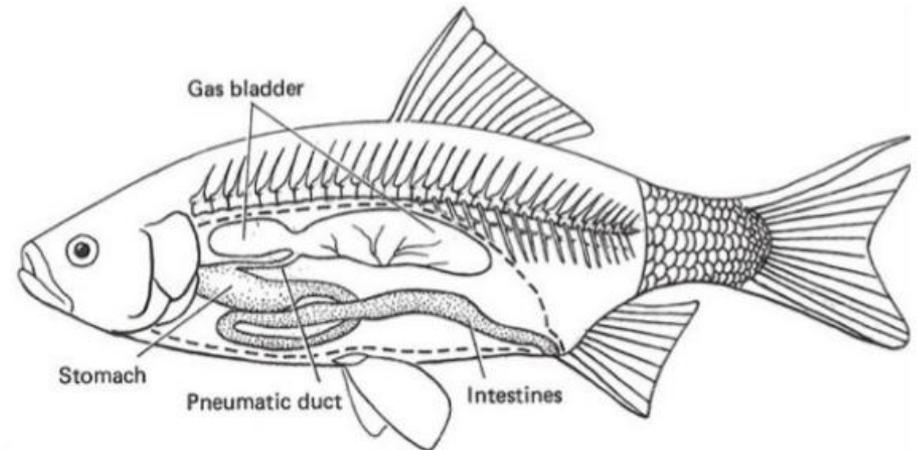
Sarcopterigios



Actinopterigios



Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar



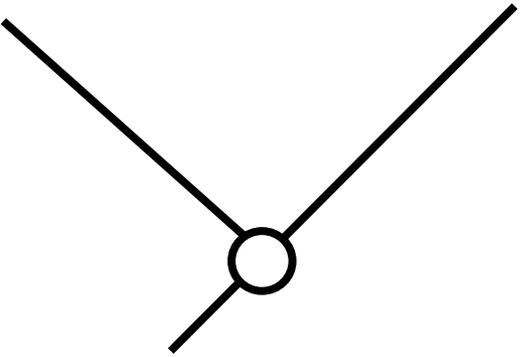
Diagnosis Osteichthyes

- 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

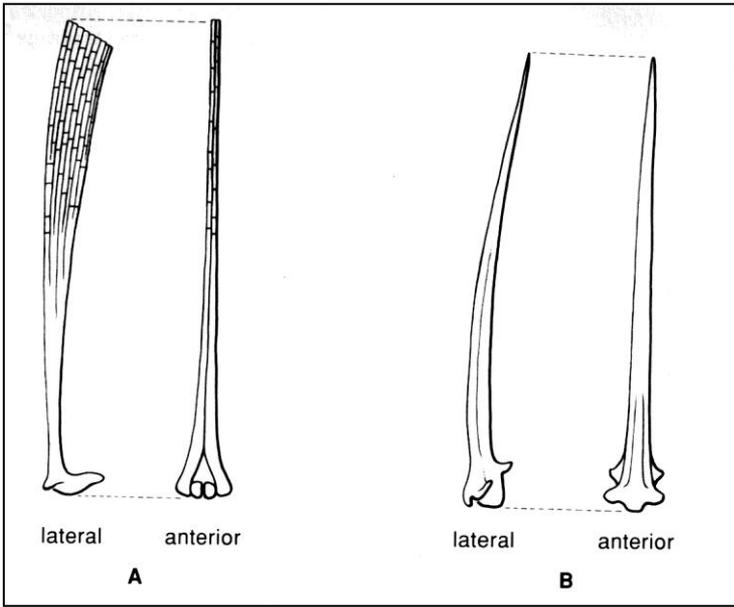
Sarcopterigios



Actinopterygios



Lepidotrichia



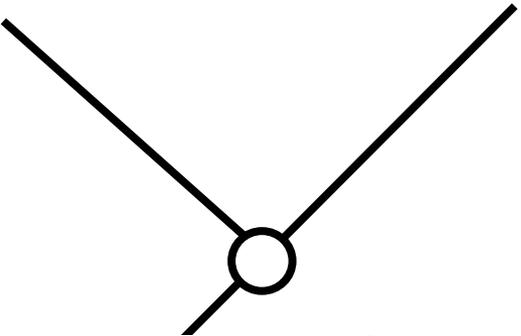
Diagnosis Osteichthyes

- 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

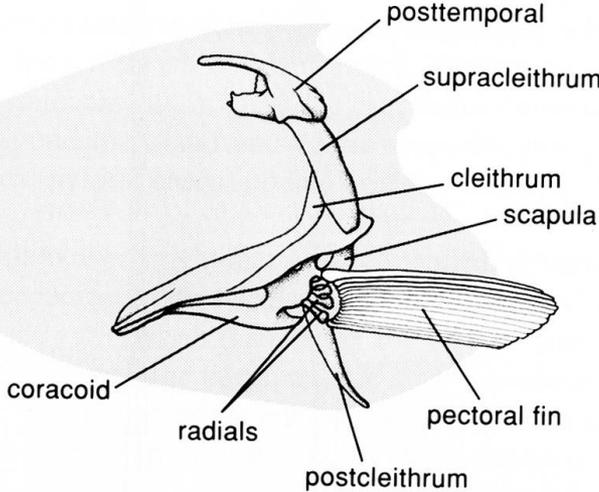
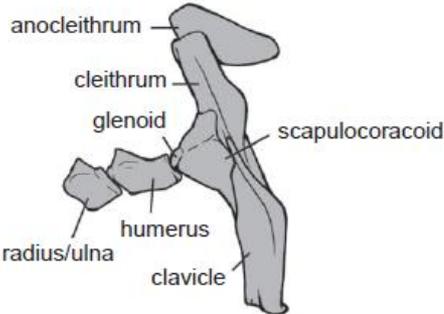
Sarcopterigios



Actinopterigios



Lungfish (*Neoceratodus*)

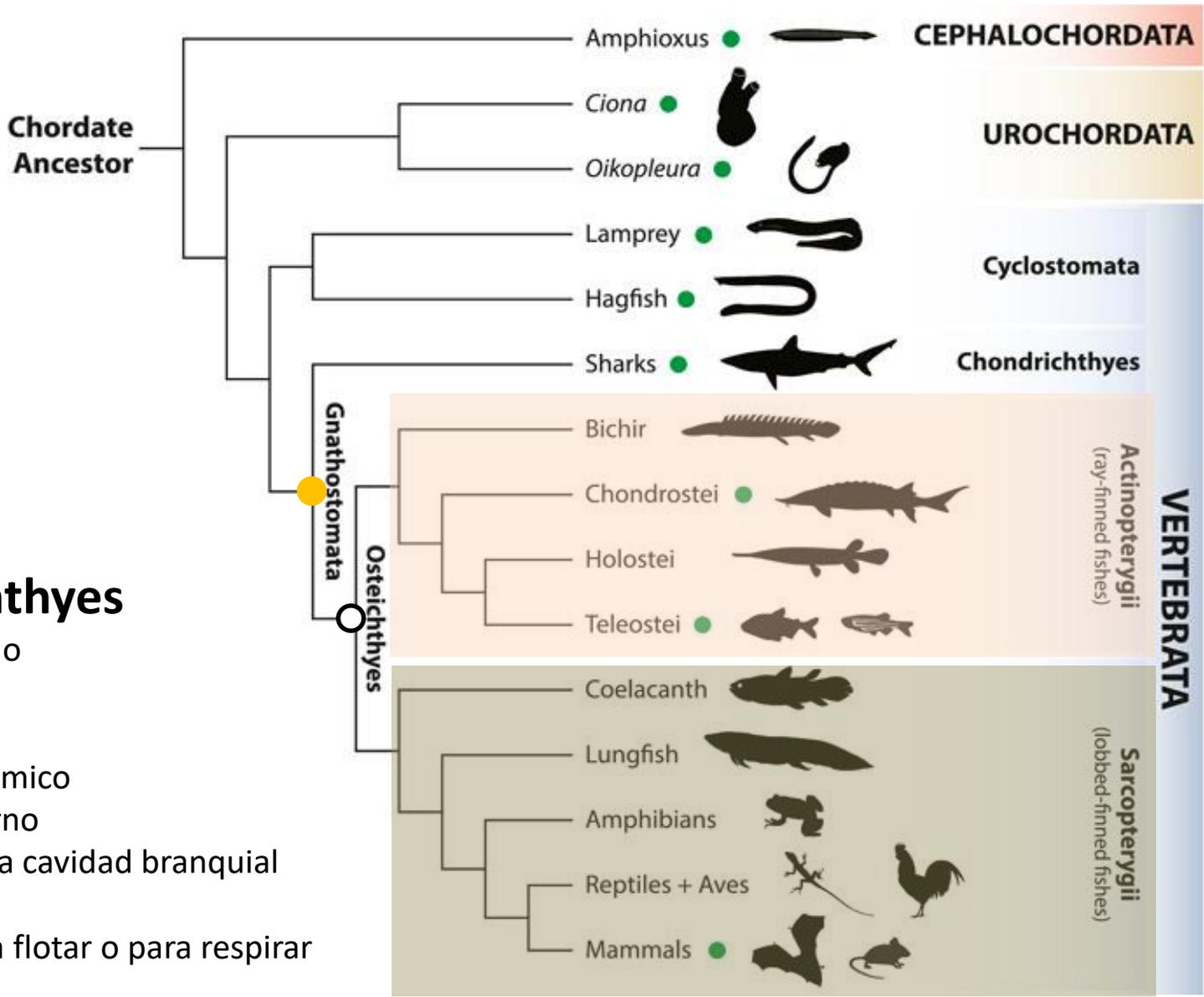


•Cintura pectoral:

Escapulocoracoides endocondral

Supraescapular, supracleitro, cleitro, clavícula dérmicos

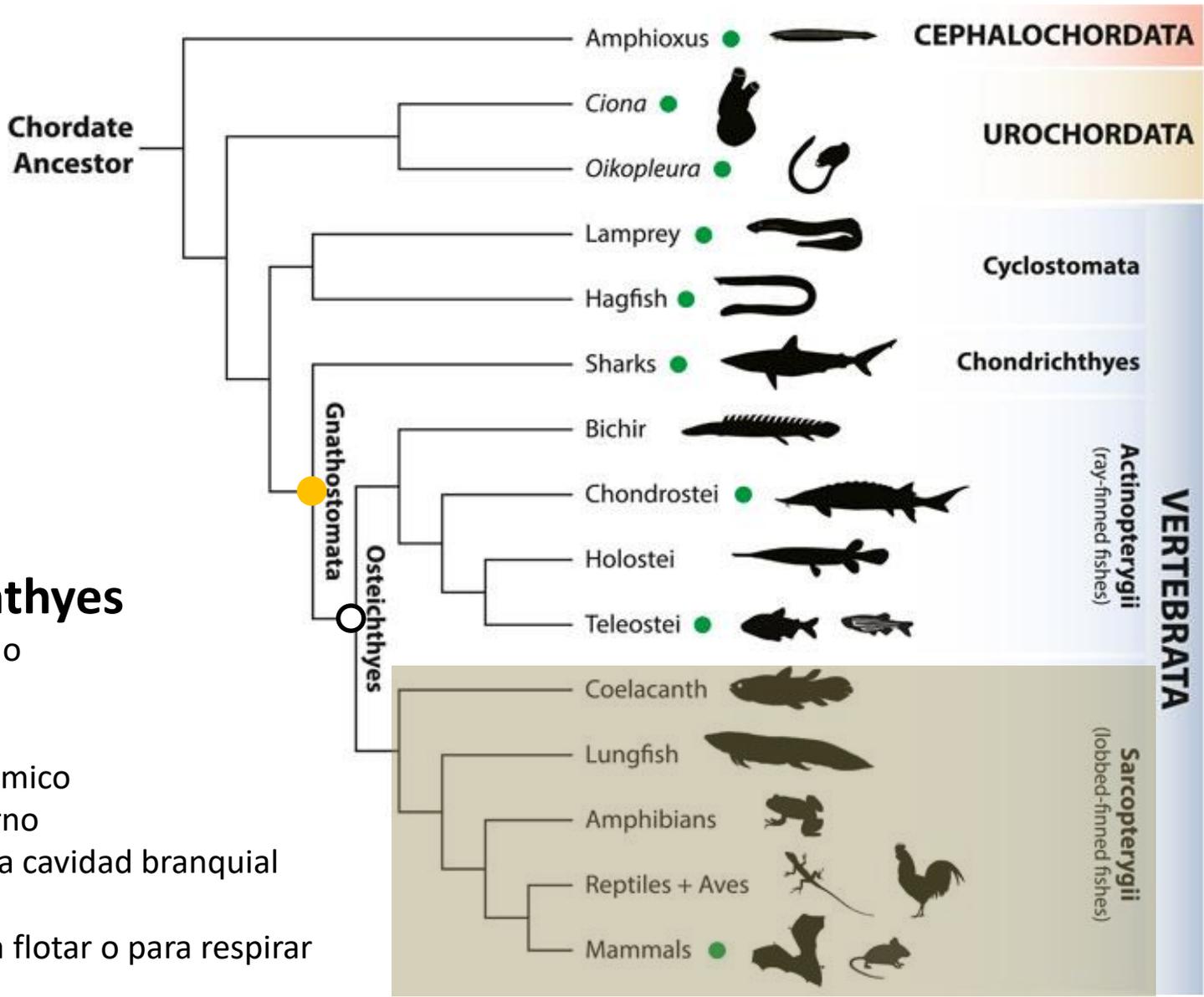
Osteichthyes = Actinopterygii (PECES) + Sarcopterygii (PECES + TETRAPODOS)



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)

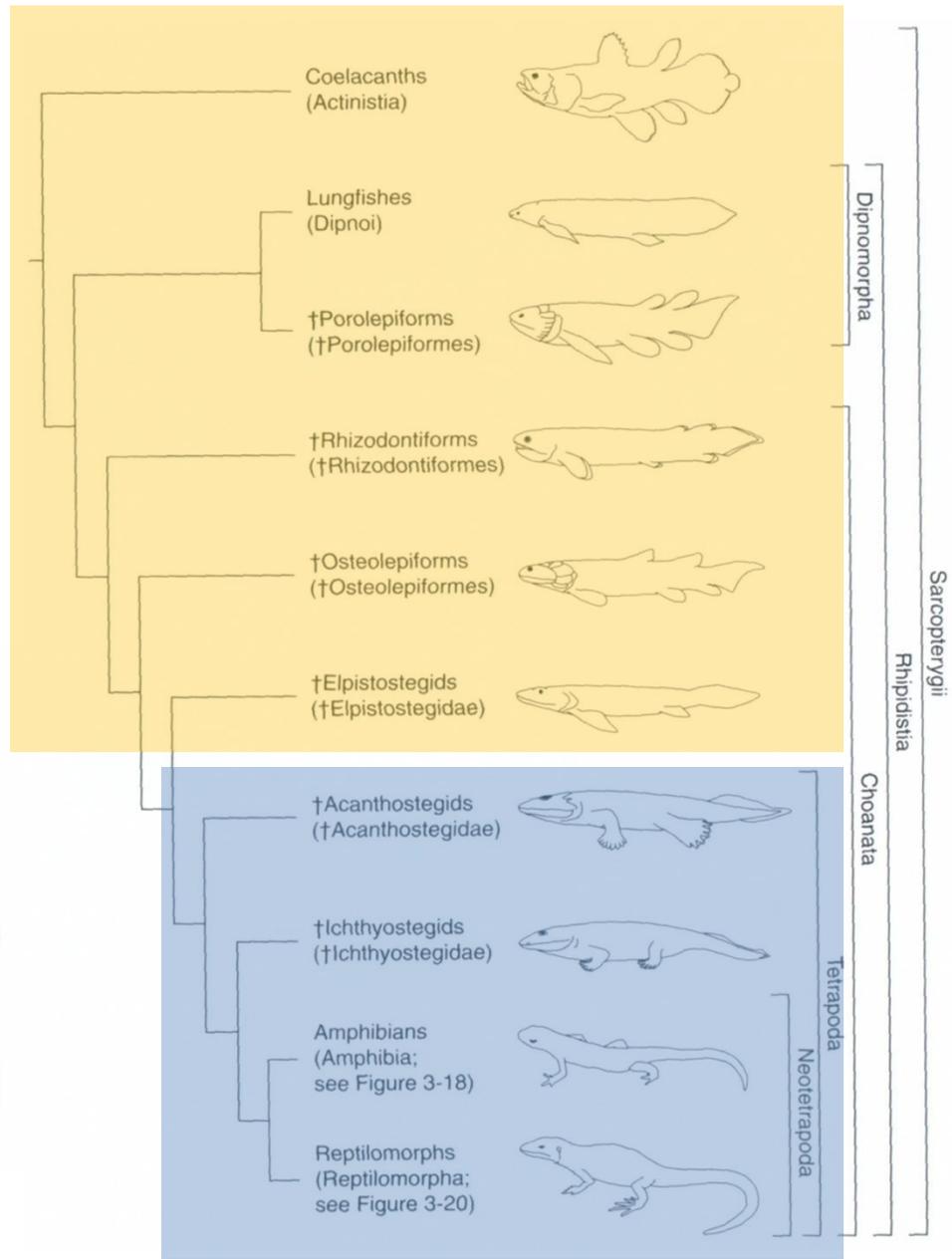
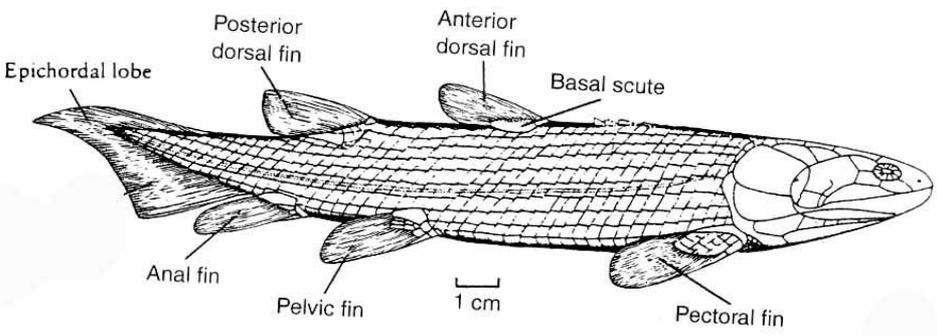


Diagnosis Osteichthyes

- 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

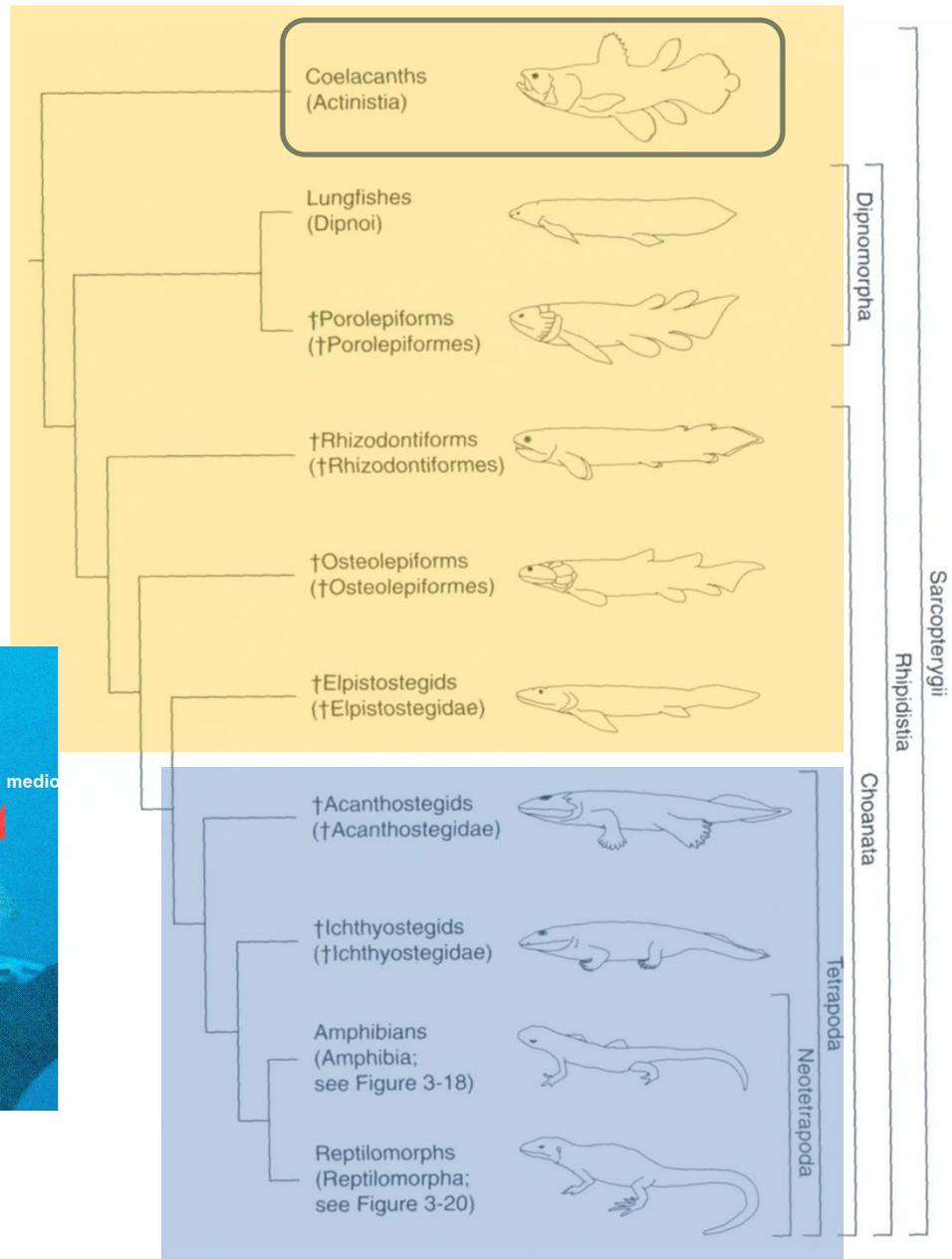


Actinistia

Devónico temprano

55 géneros extintos, uno solo viviente

- 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)

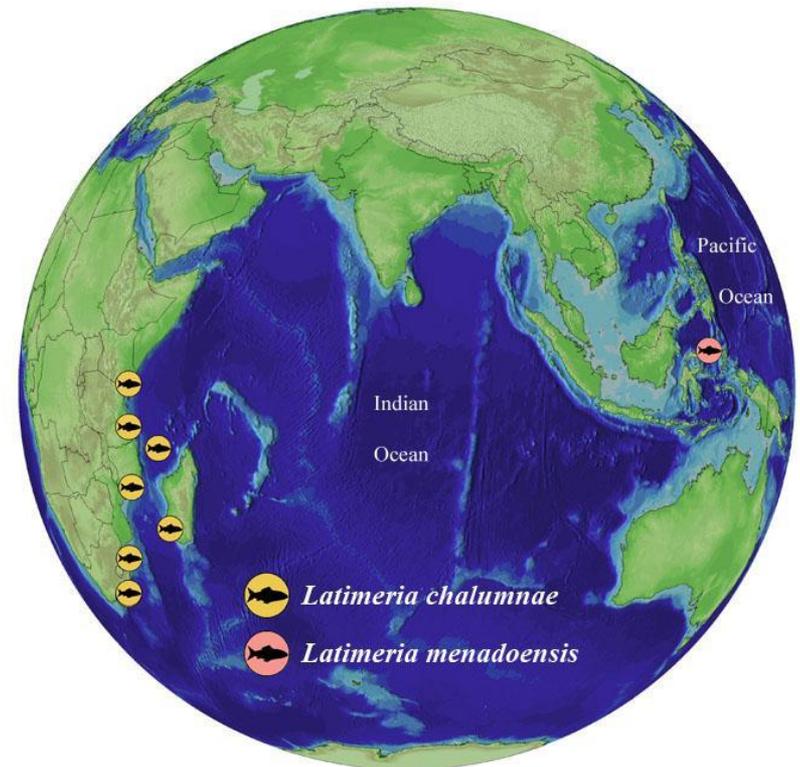
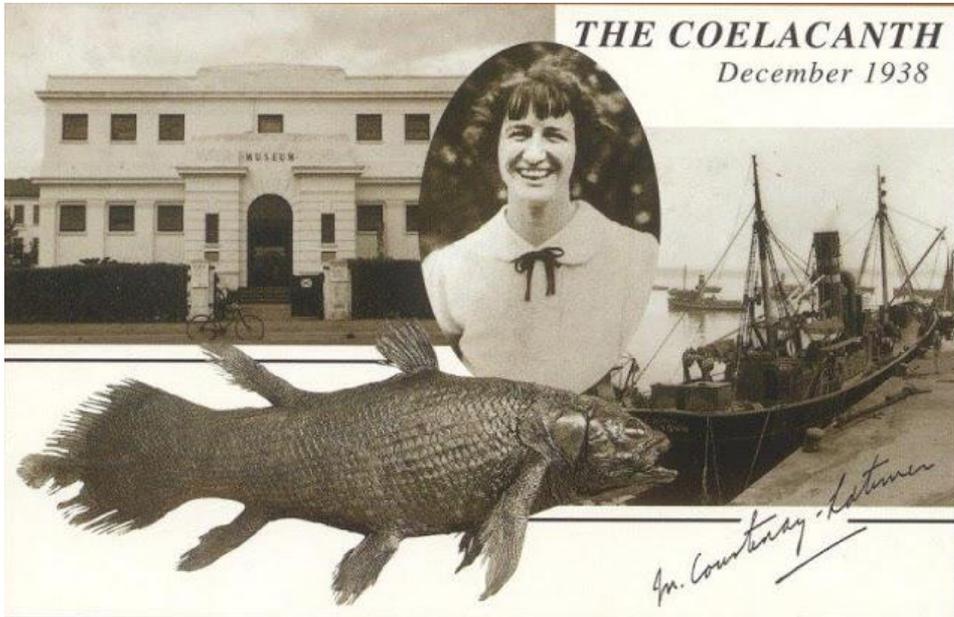
- Aleta dorsal no lobada
- Aleta caudal simétrica con tres lóbulos
- Órgano rostral con material gelatinoso
- No presenta cosmina
- Pulmón vestigial
- Órgano graso para flotación
- Vivíparo



Actinistia

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

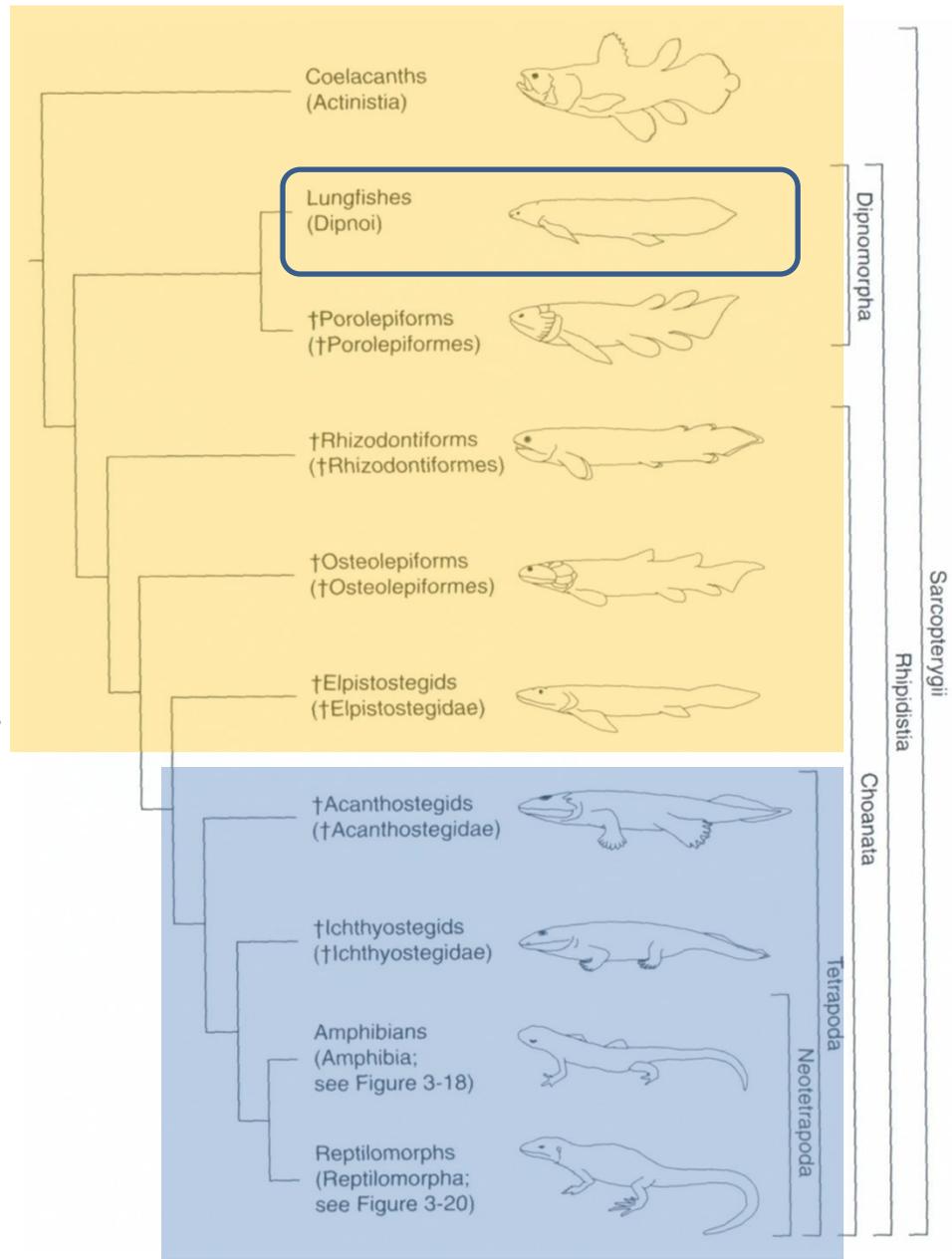
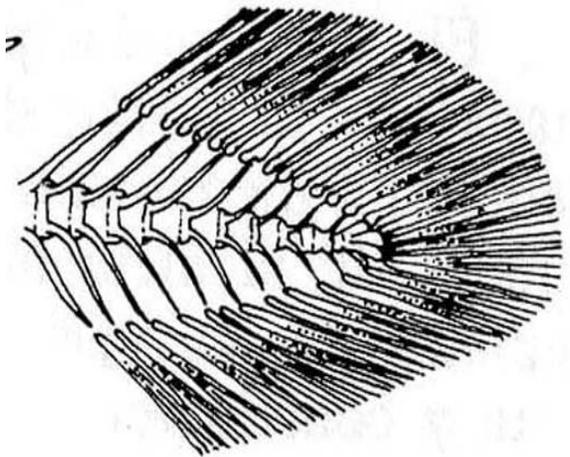
- Aguas relativamente profundas (400 m)
- Nocturnos
- Sedentarios (14 años) con migraciones verticales diarias
- Metabolismo basal el menor en los Vertebrados (30 g de alimento/día)
- Dieta: cefalópodos
- Especie amenazada (aprox. 300 individuos)



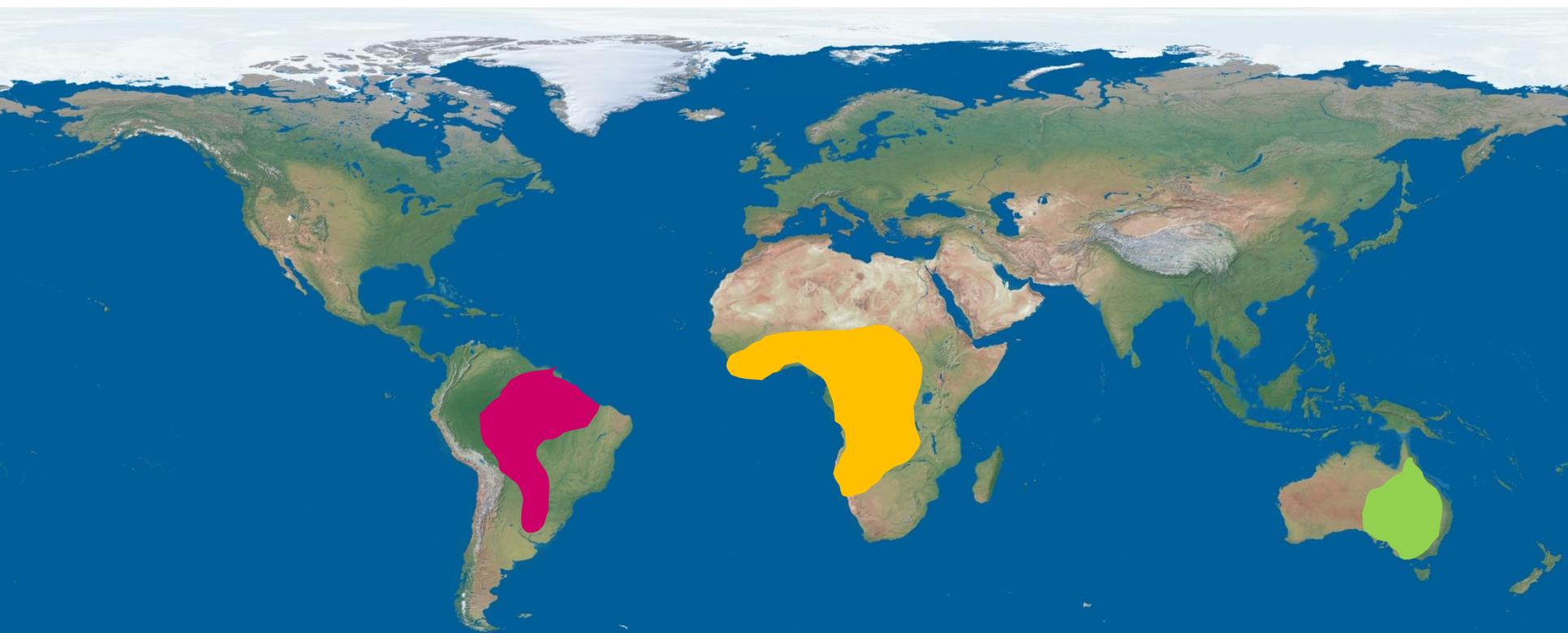
Dipnoi

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

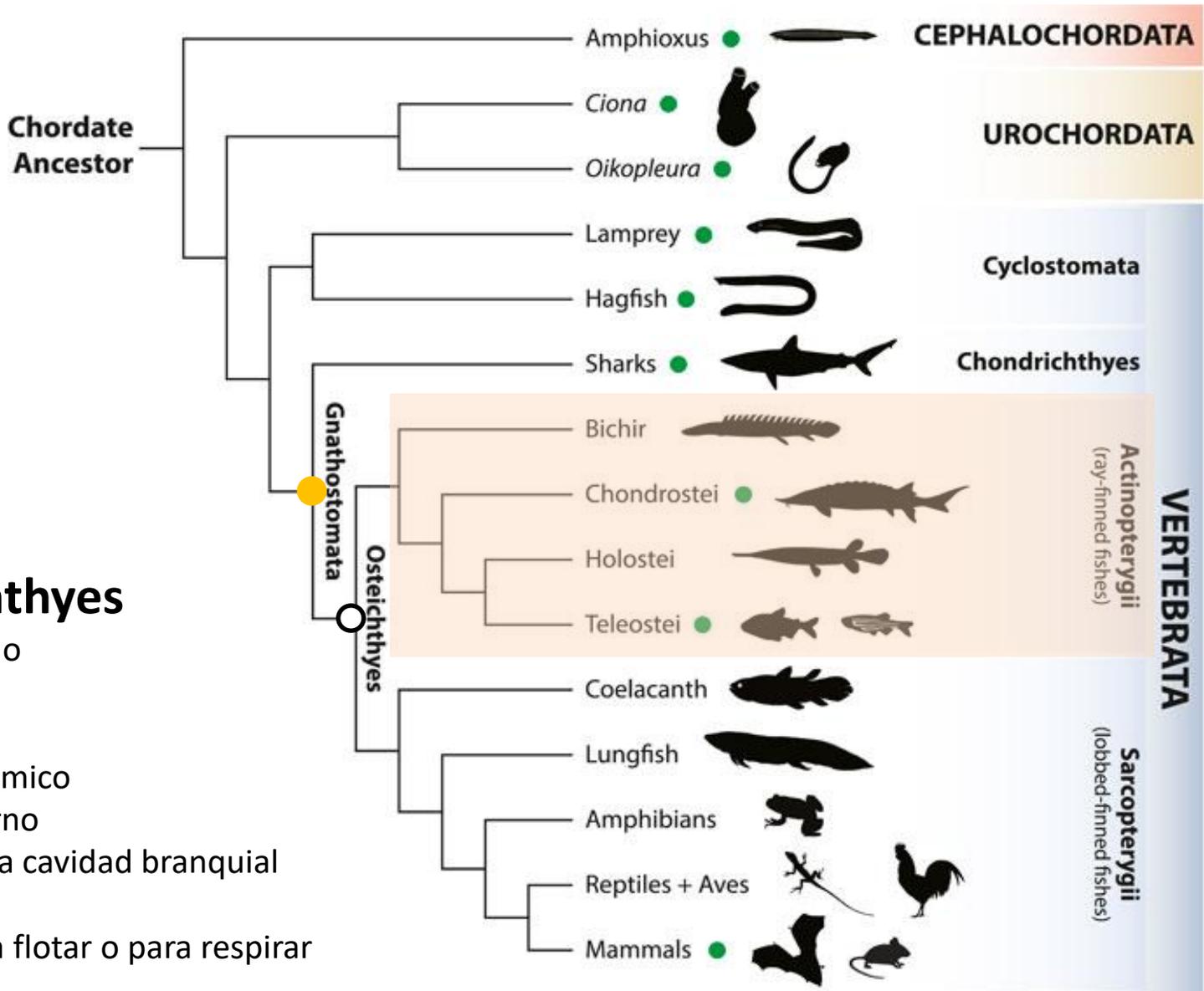


Protopterus spp



Neoceratodus forsteri

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



Diagnosis Osteichthyes

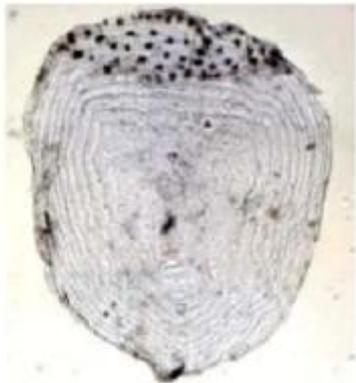
- Esqueleto interno osificado
- Hueso Endocondral
- Cráneo con suturas
- Mandíbulas de Hueso Dérmico
- 3 Otolitos en el Oído Interno
- Opérculo Dérmico cubre la cavidad branquial
- Radios Branquiostegos
- Bolsa de Gas interna: para flotar o para respirar
- Lepidotrichia
- Cintura pectoral

Actinopterygii

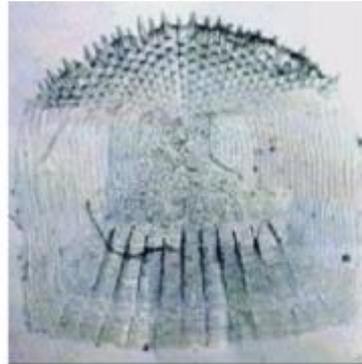
- Primariamente una sola aleta dorsal
- Escamas Ganoides o Elasmoides (cicloides o ctenoides)
- El endoesqueleto y músculos de las aletas no se extienden mas allá del cuerpo
- Canal sensorial mandibular encerrado en el dentario



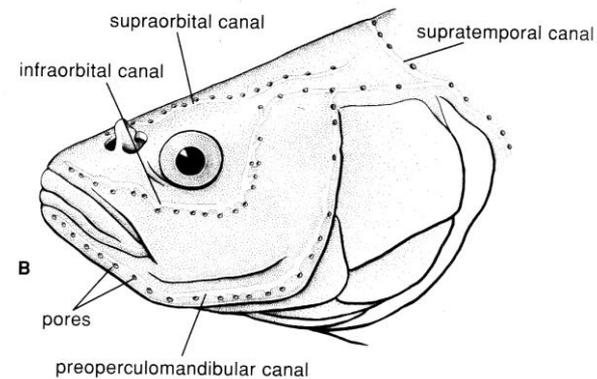
Escama ganoide



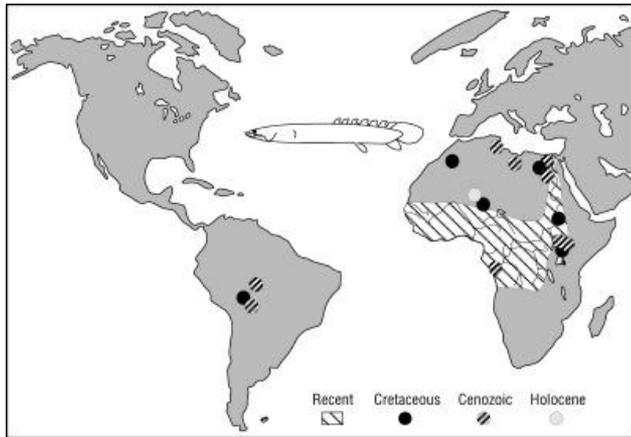
Escama cycloide



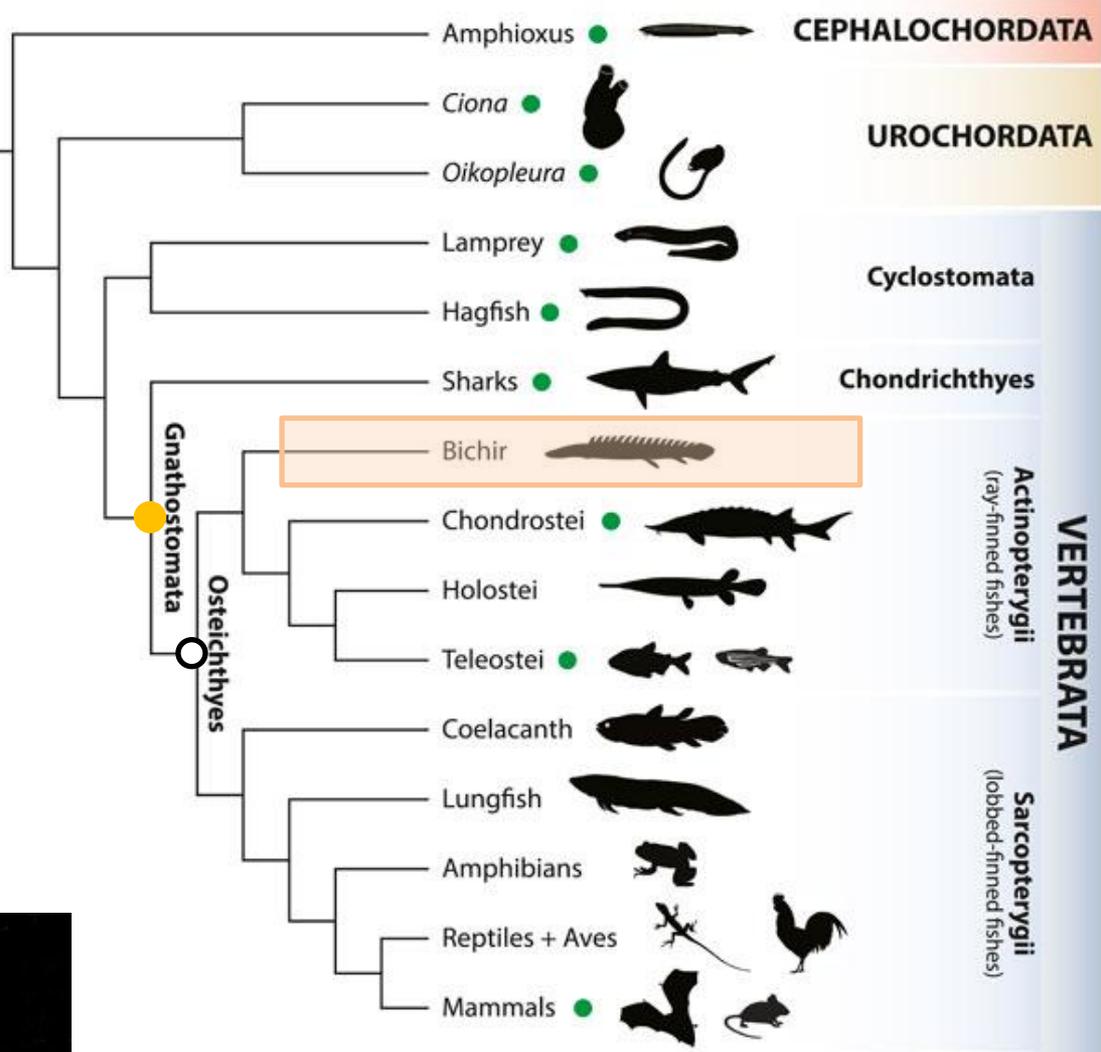
Escama ctenoide

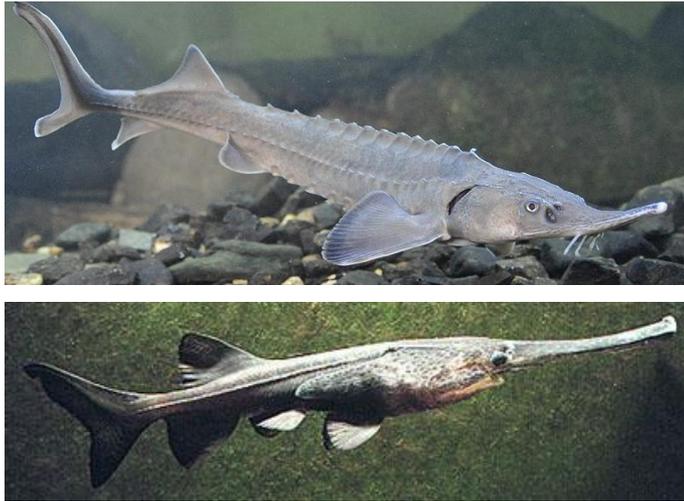


Polypteriformes



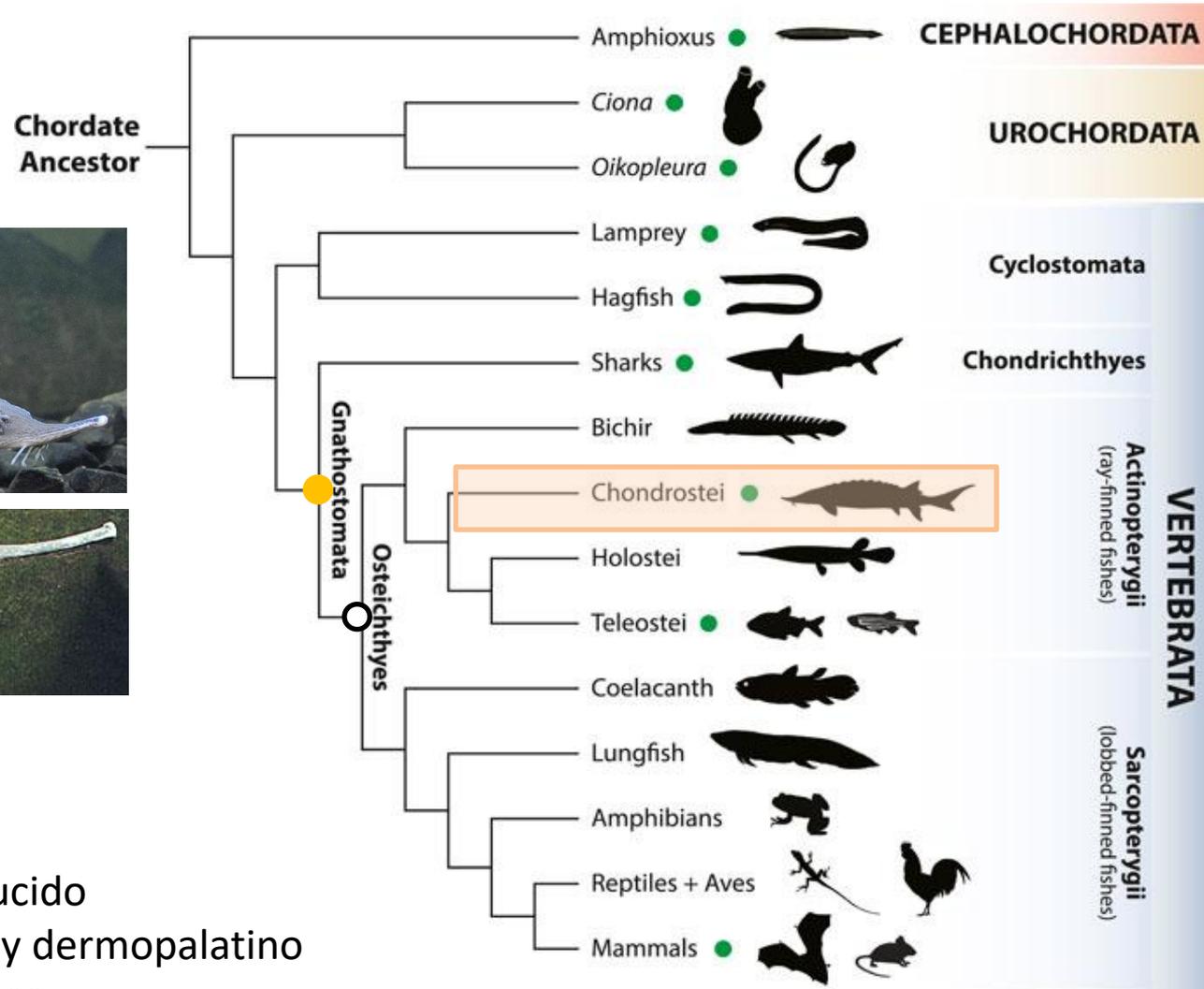
Chordate Ancestor





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



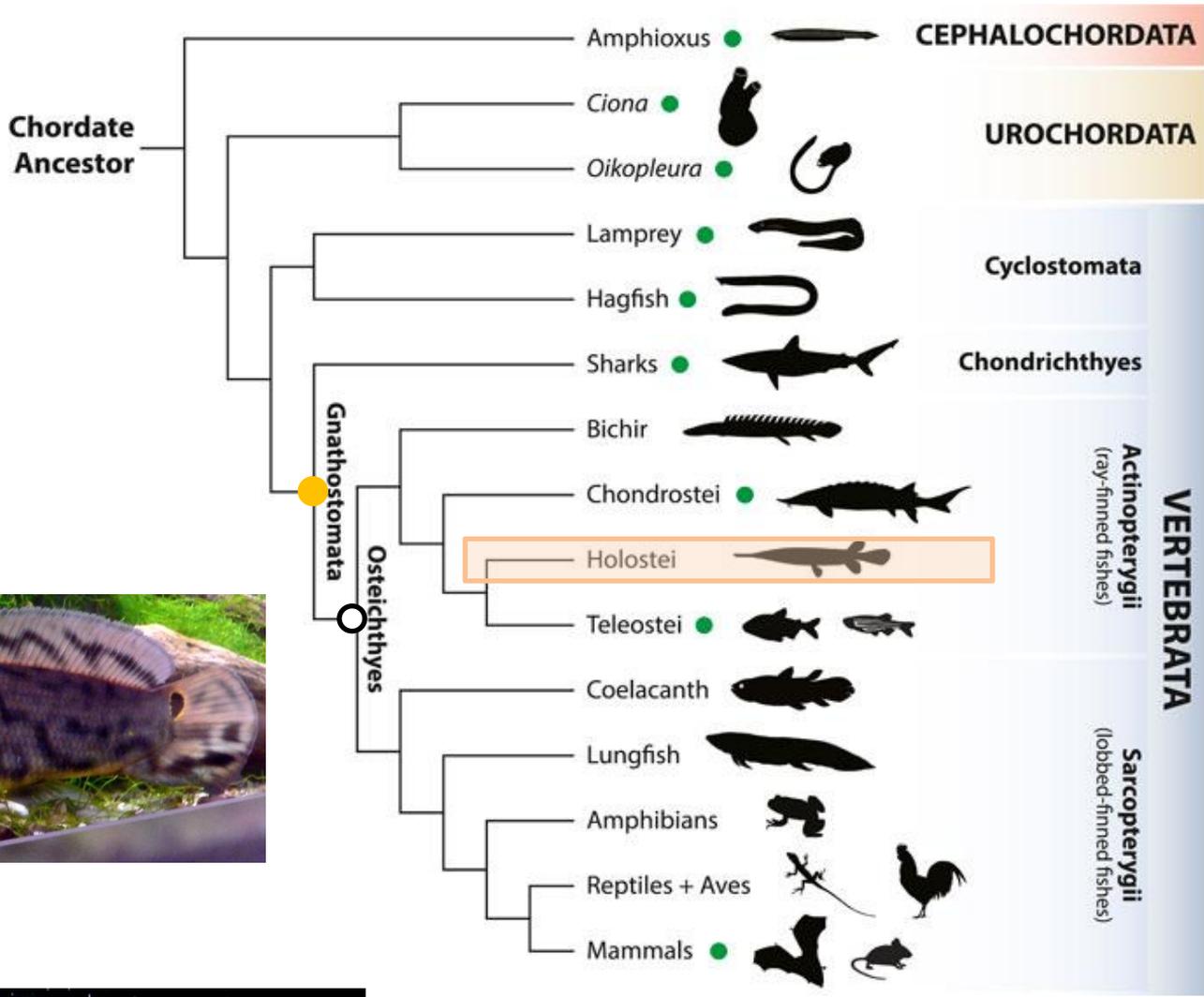
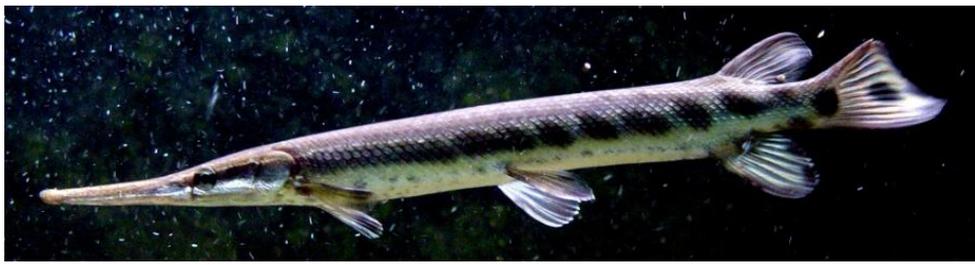
Holostei (Norteamérica)

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

Amia spp



Lepisosteus spp

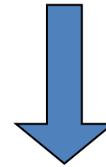


Final del Paleozoico  **cambios**

Simetrización de aleta caudal  **> Eficiencia**

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

Reducción de la cubierta dérmica  **< Peso**

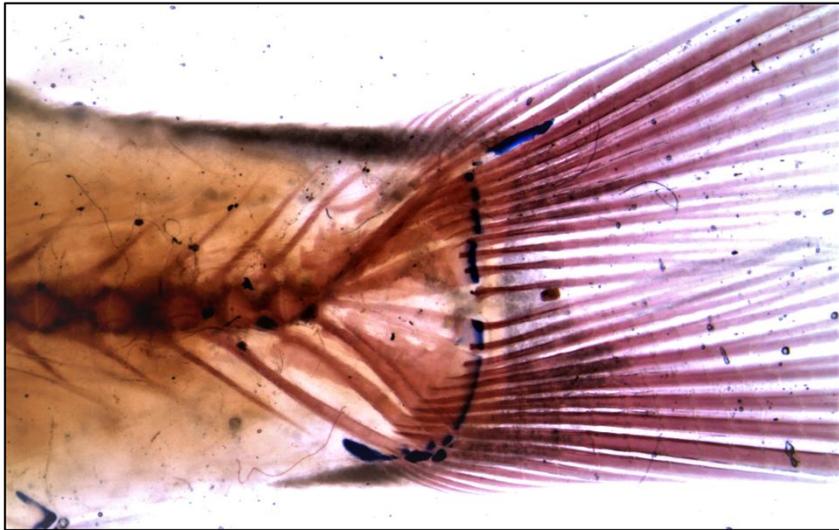


Vejiga natatoria  **> Versatilidad locomotora**

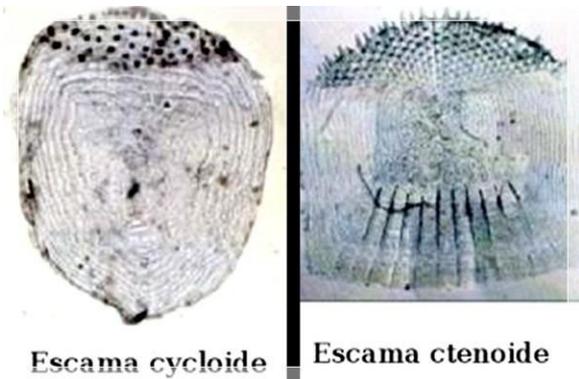


Mejora el Escape
Mejora la captura de presas

Aleta caudal homocerca: simétrica y flexible



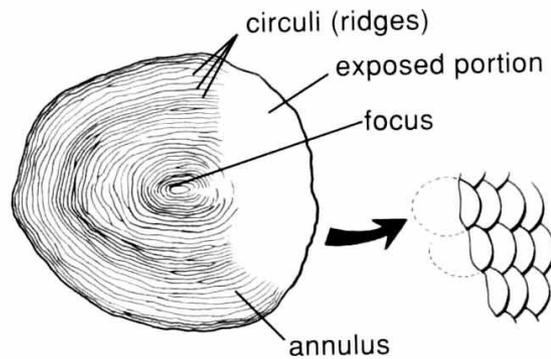
Aleta Caudal Homocerca. Izquierda: trunca. Centro: ahorquillada. Derecha: redondeada.



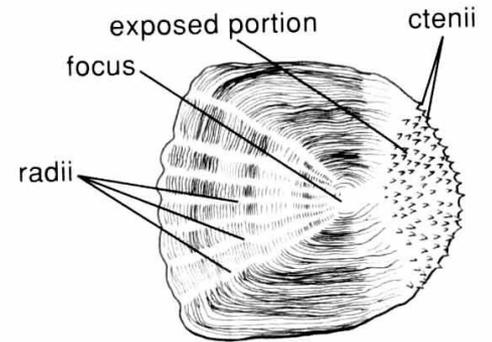
Escama cicloide

Escama ctenoide

Escamas elasmoides

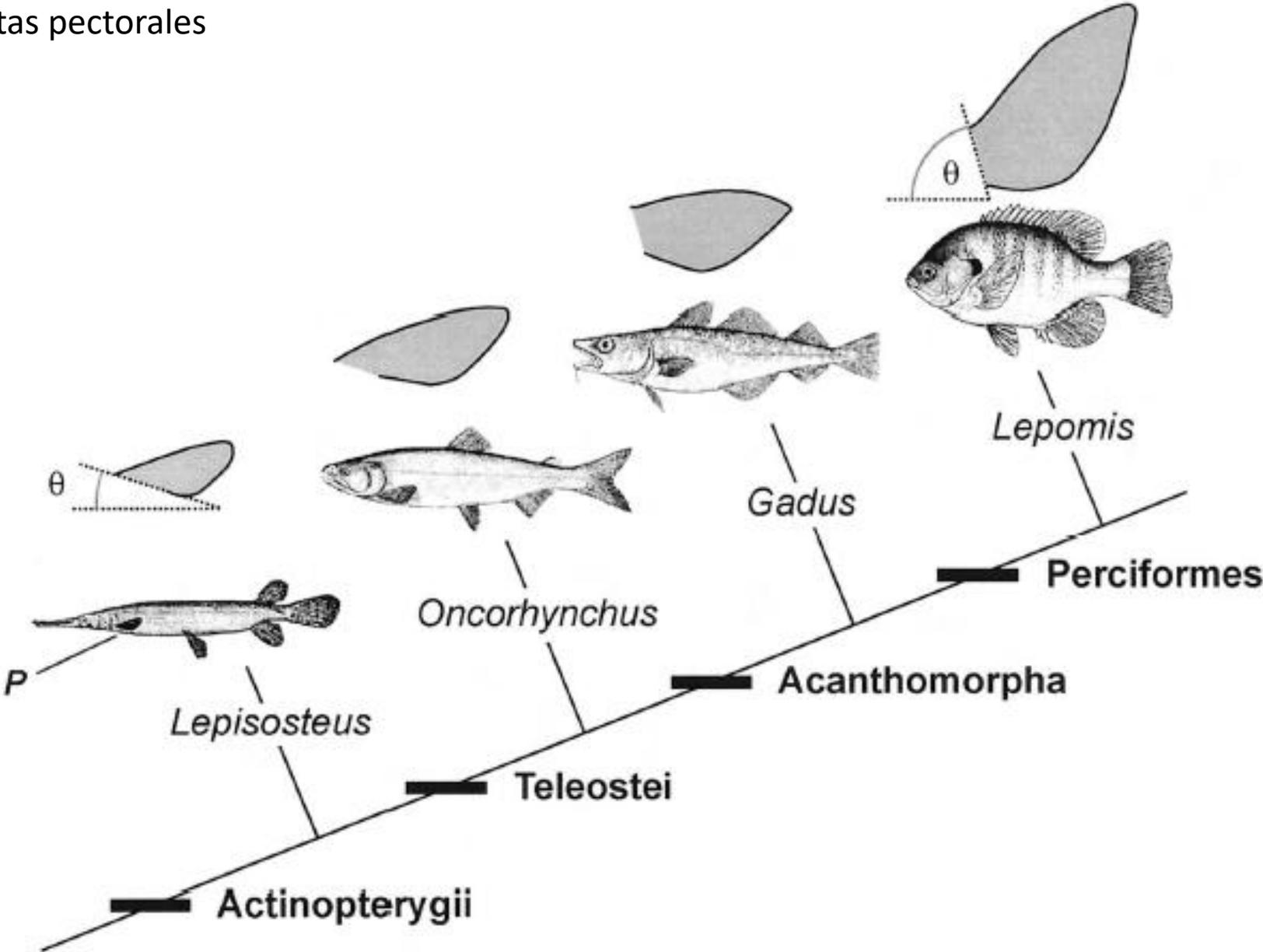


CYCLOID



CTENOID

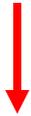
Aletas pectorales



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

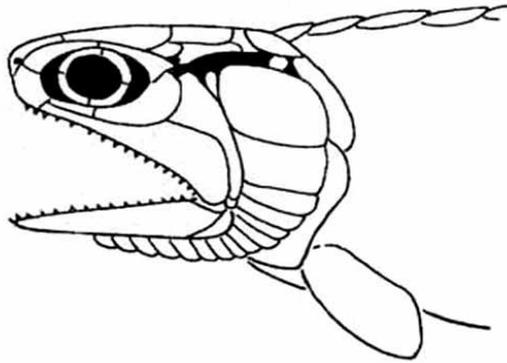


Aumento en el poder de succión



Ventaja Trófica

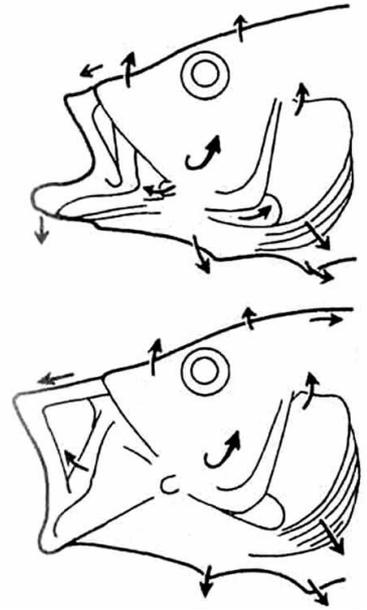
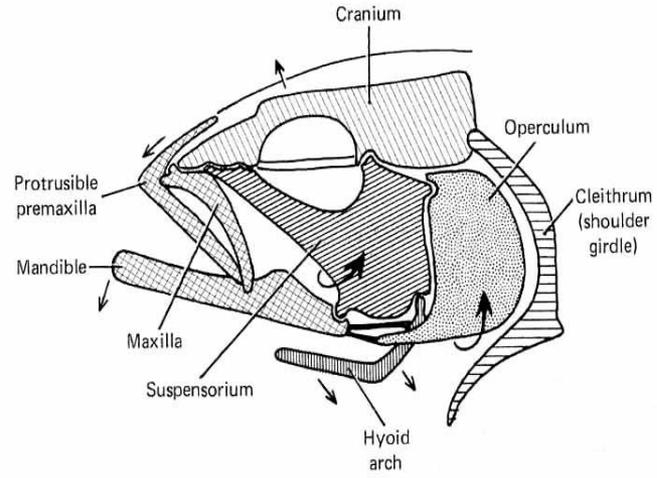
Premaxila liberada



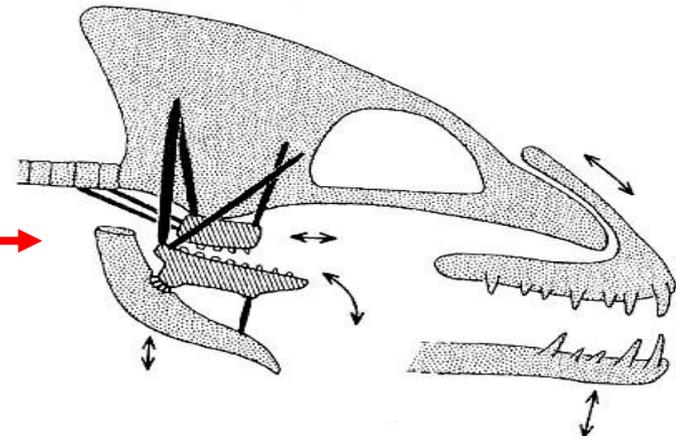
- Eficiencia hidrodinámica
- Diferentes presas o sustratos
- Cerrado de la boca sin disminución de volumen interior
- Orientación de la boca
- Rápido acercamiento



Mandíbula protusible

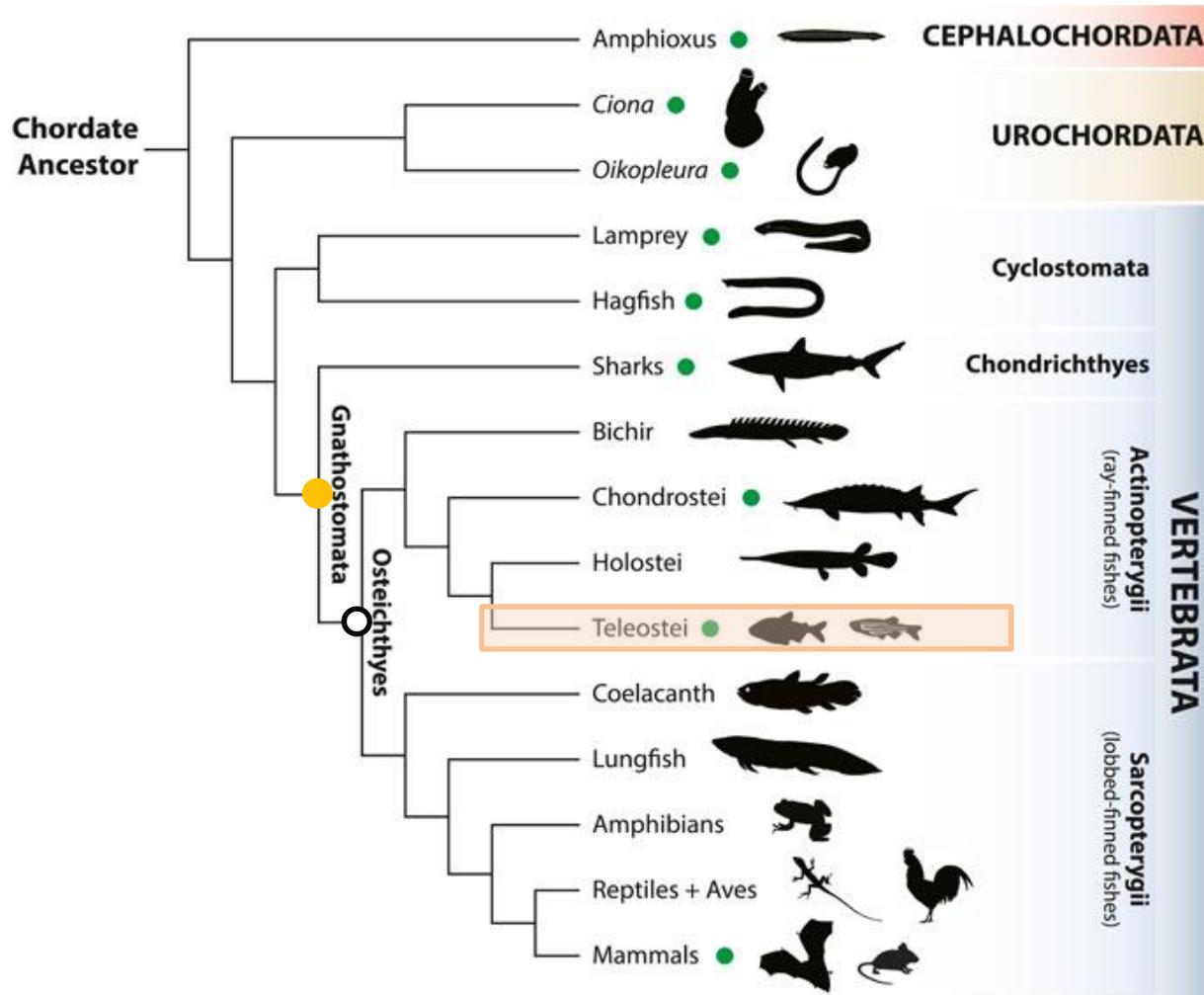


Mandíbulas faríngeas



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

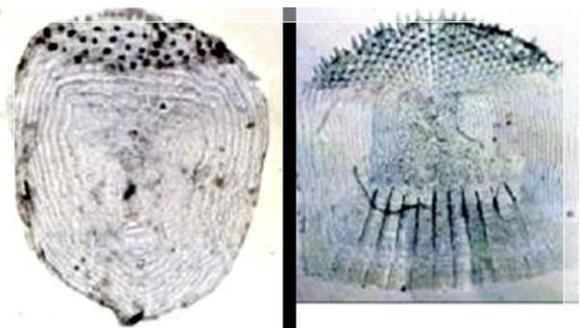
La mayor radiación de los vertebrados: 63 órdenes, 469 familias, 4610 géneros y 29585 especies

- Aleta caudal externamente simétrica (Homocerca)

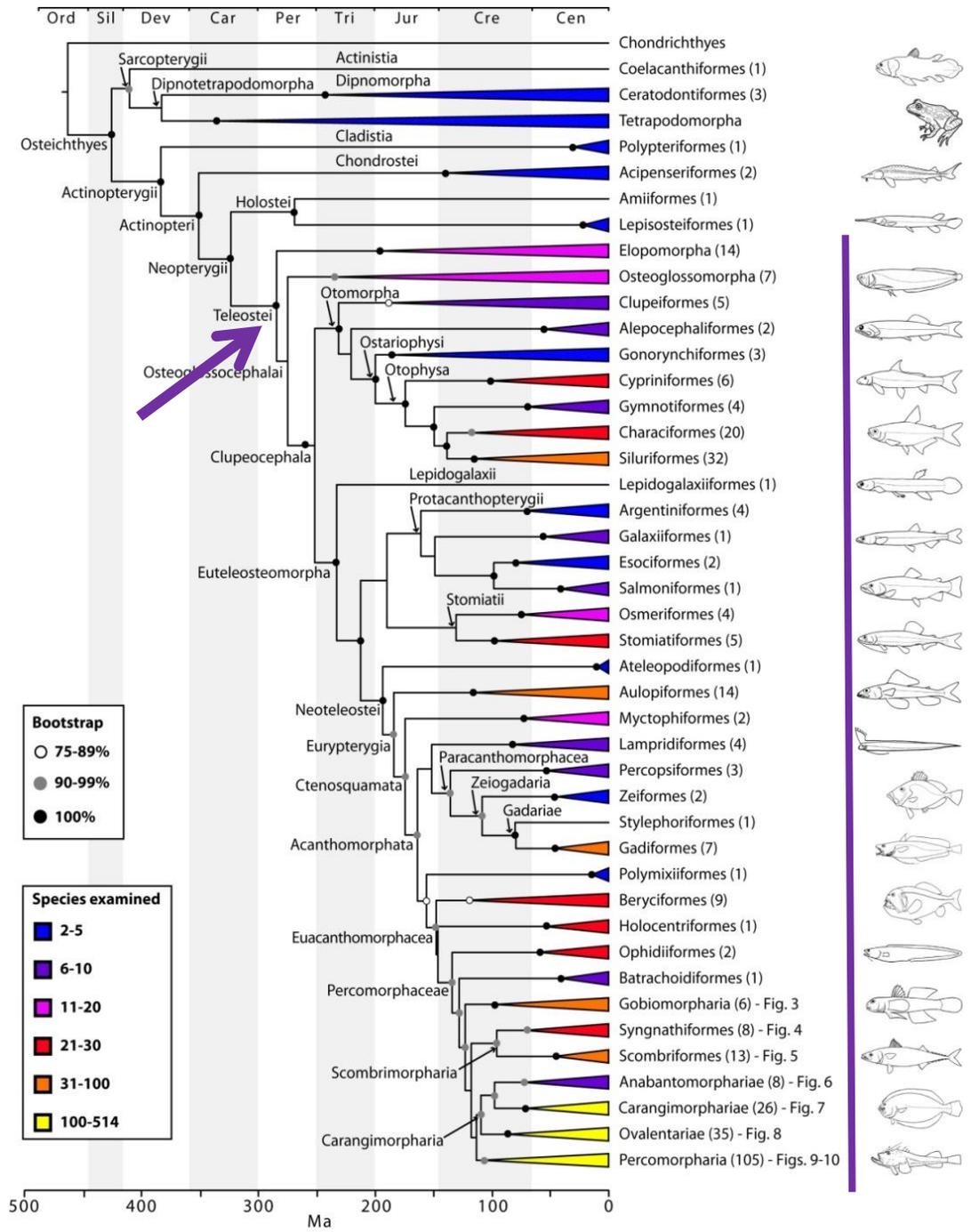


Aleta Caudal Homocerca. Izquierda: trunca. Centro: ahorquillada. Derecha: redondeada.

- 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**

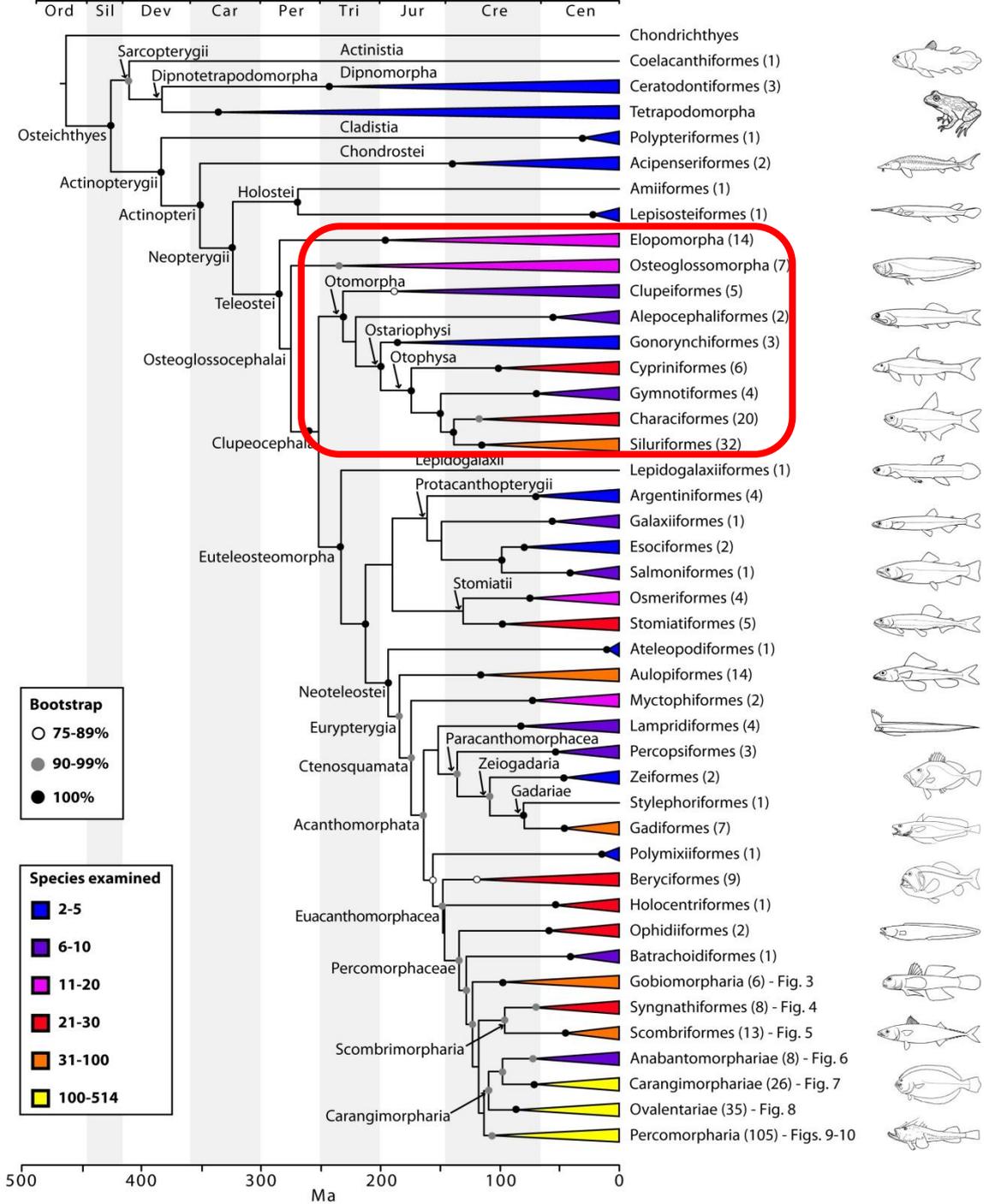
Vejiga natatoria conectada al esófago → **Vejiga natatoria no conectada al esófago**

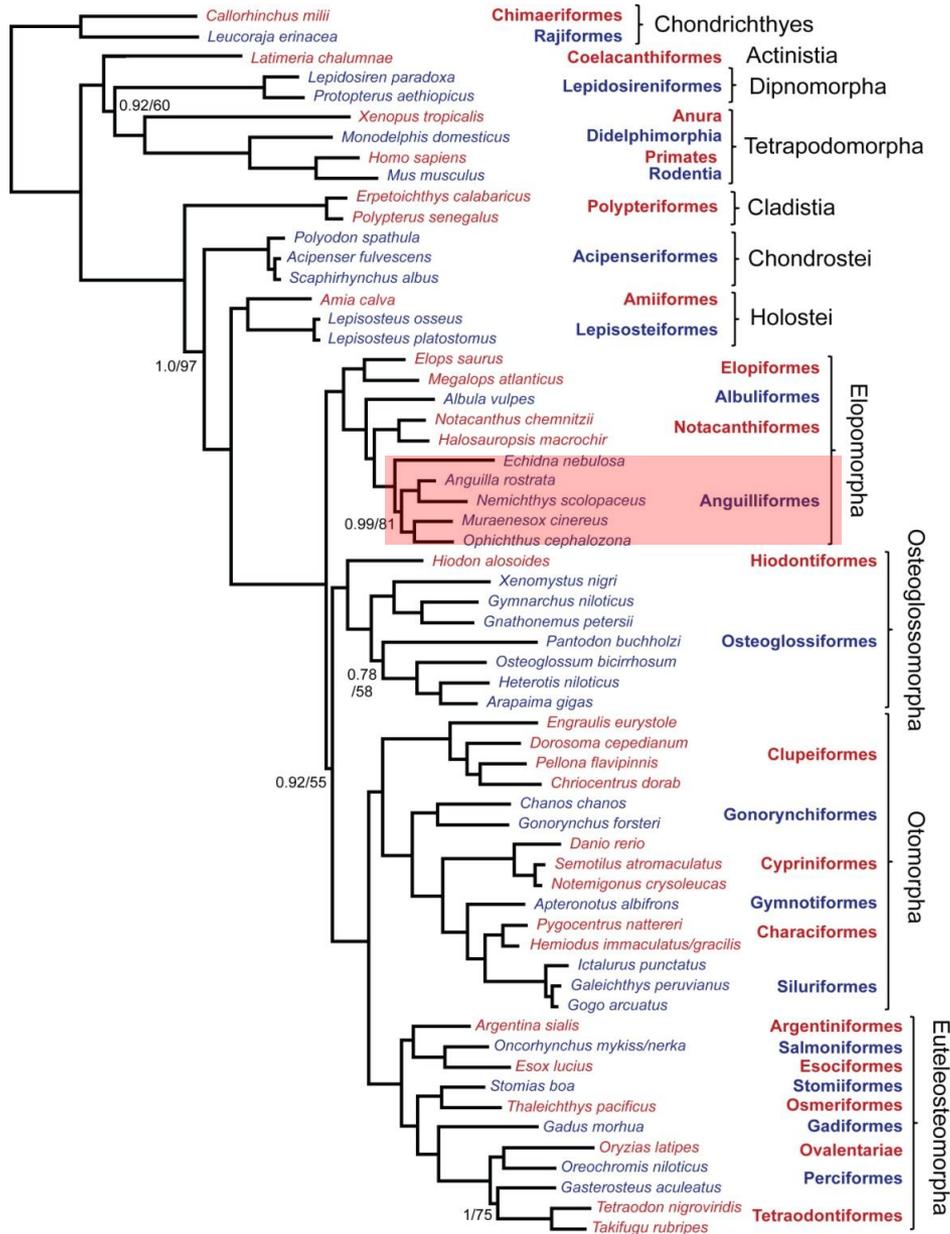
Aletas pélvicas posteriores

→ **Aletas pélvicas torácicas o yugulares**

Aletas pectorales ventrales

→ **Aletas pectorales laterales**





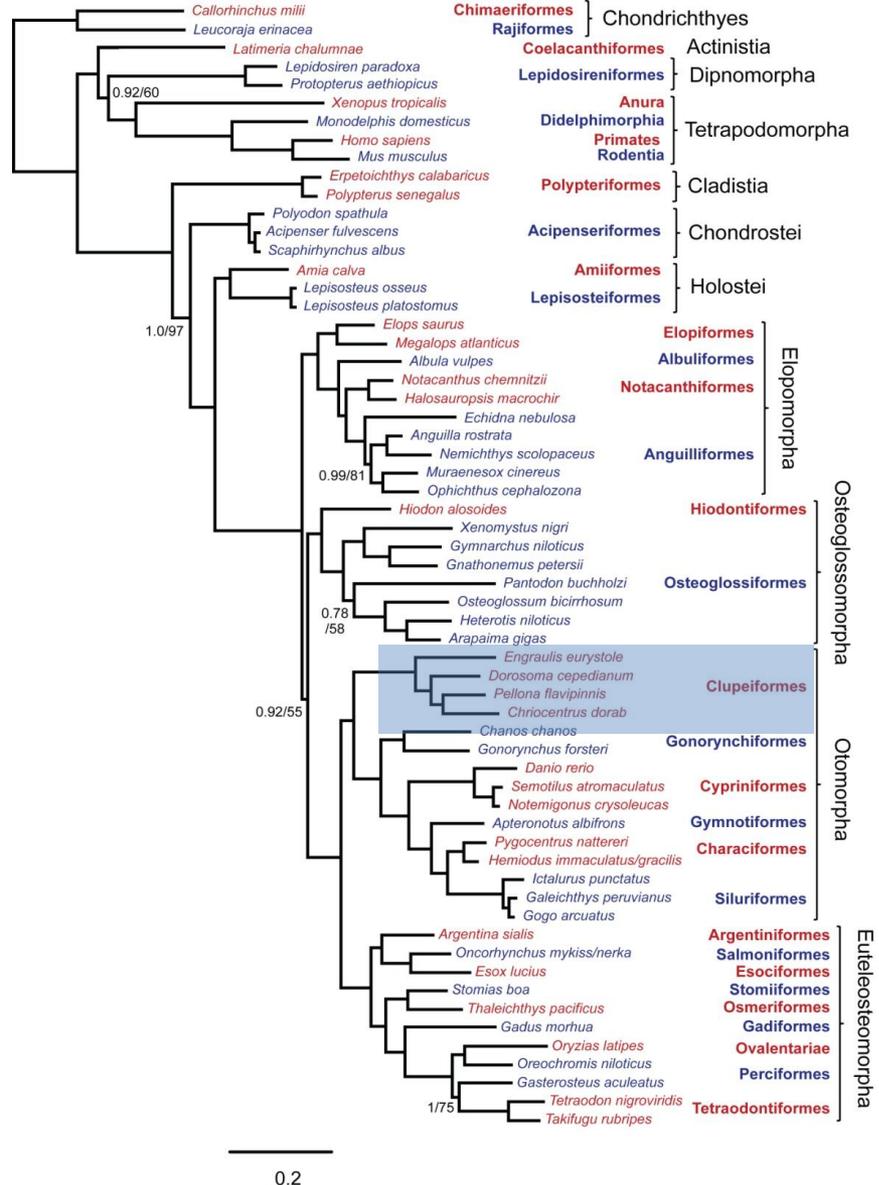
Anguiliformes: Anguiloidei, Muraenoidei, Congroidei

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



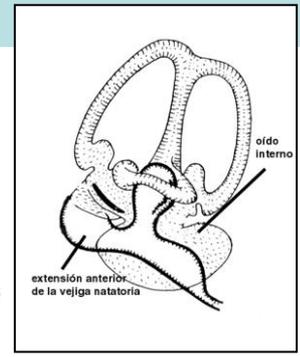
Conger (Congridae)



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



0.2

Una sola aleta dorsal con radios blandos



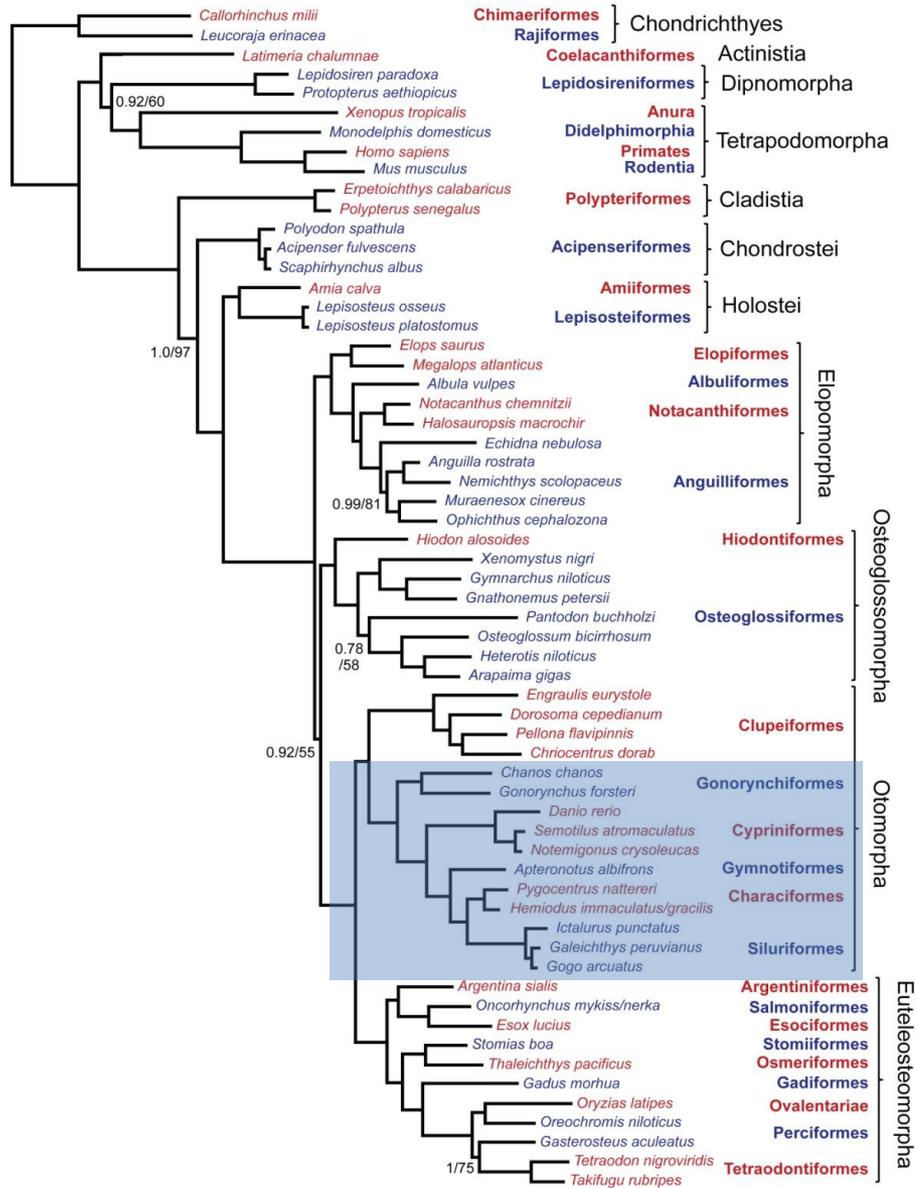
Abdomen aquillado

Escamas cicloides

Clupeiformes: Sardina



Clupeiformes: Lacha



0.2

Ostariophysi : Aparato de Weber

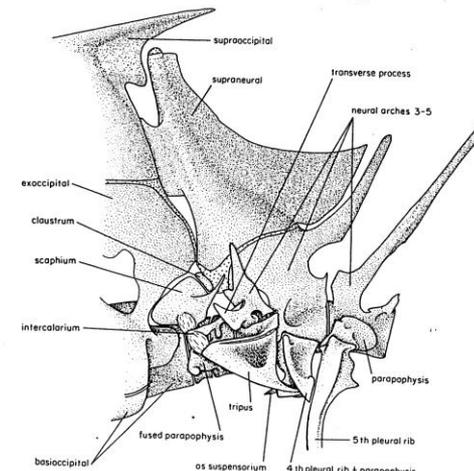
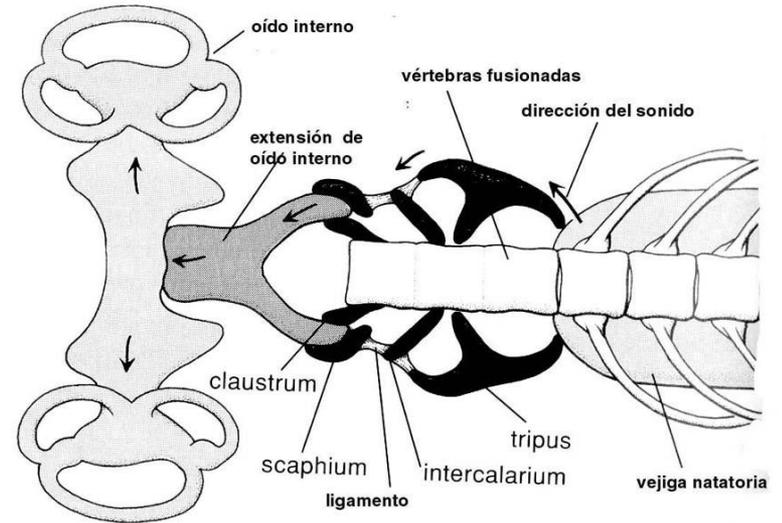
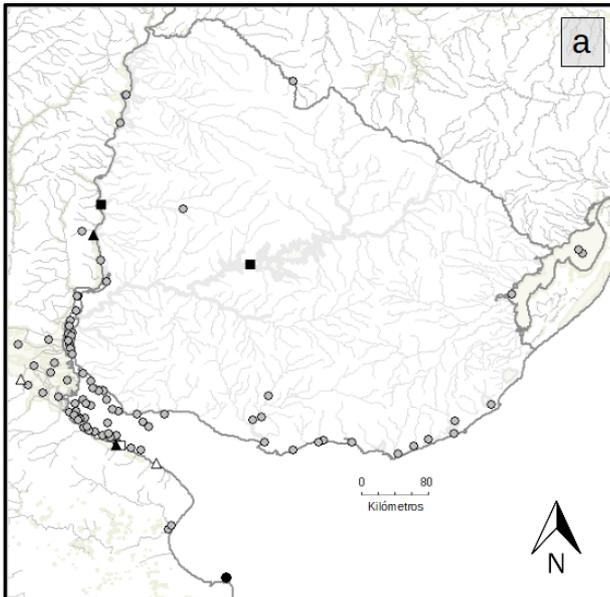
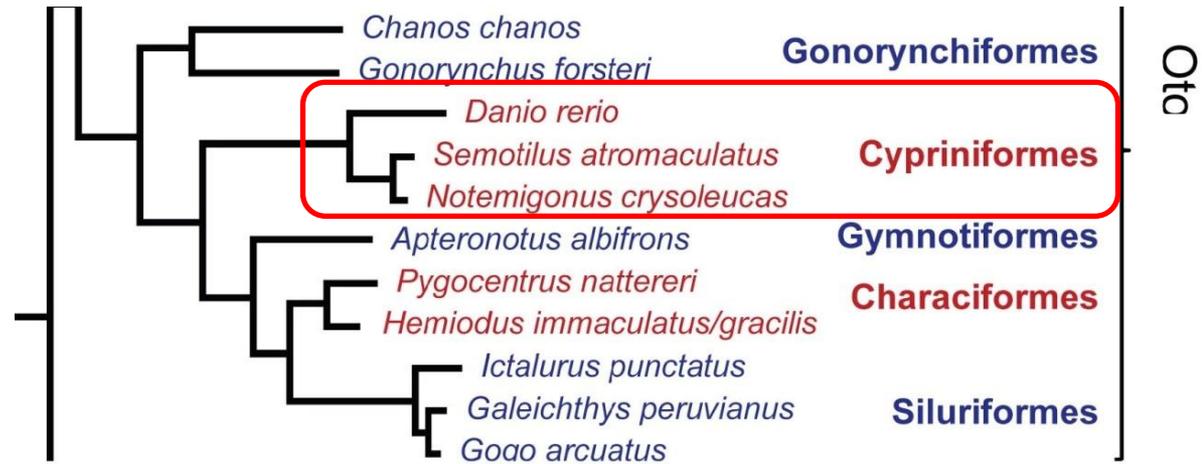


Figure 16. Anterior vertebral region, left lateral view, *Bryconamericus*, MCZ 48665.

Cypriniformes

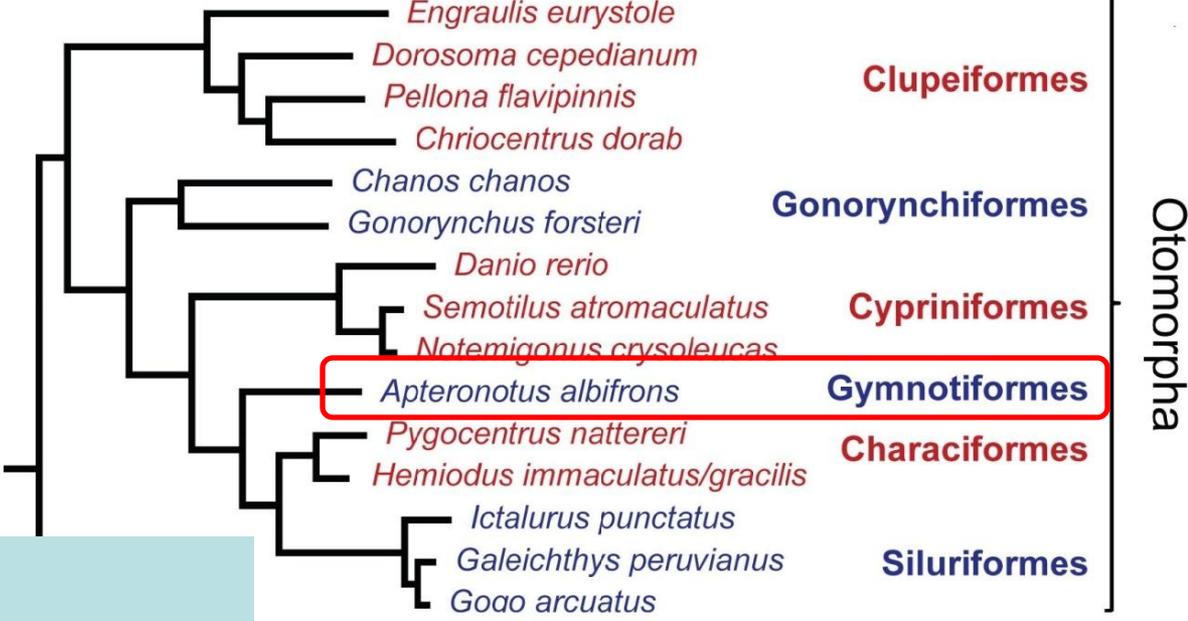
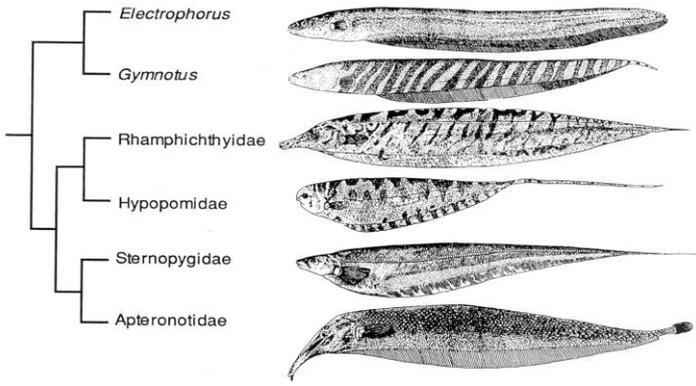
6 familias, 321 géneros, 3268 especies

- 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

Albert & Campos-da-Paz - Phylogenetic systematics of Gymnotiformes: A review of available data



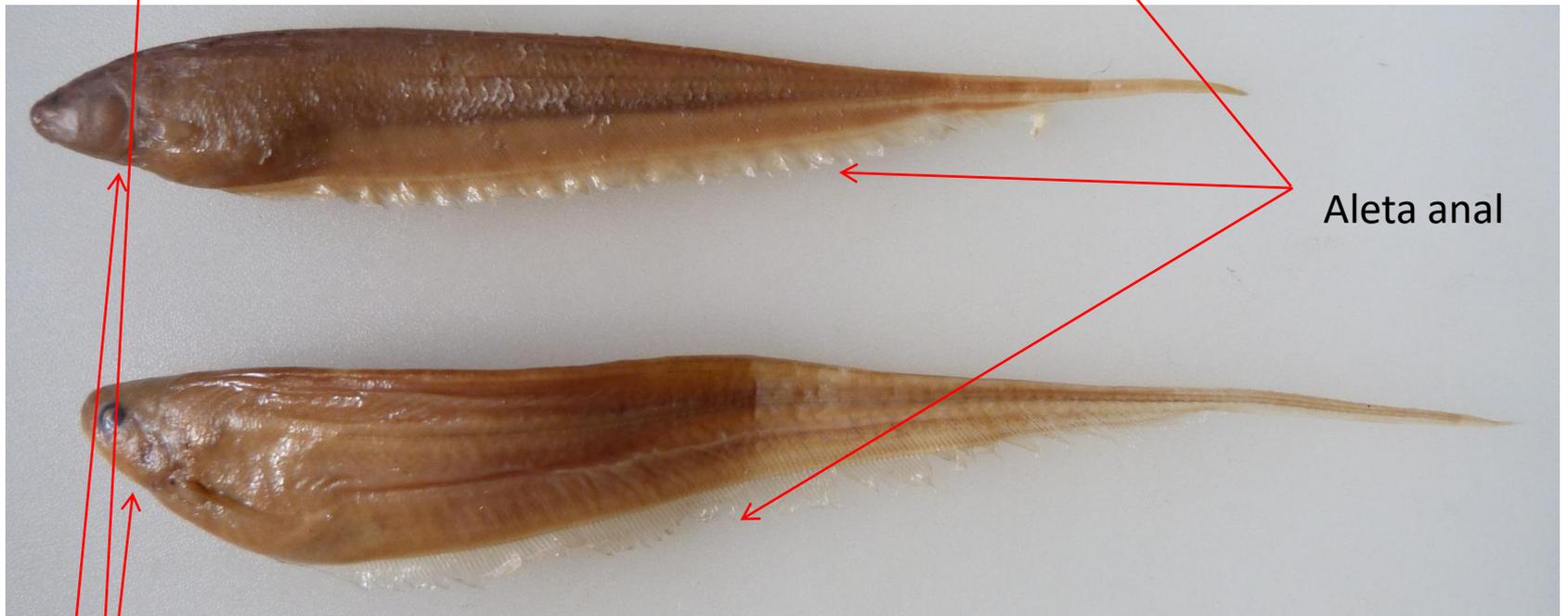
Gymnotiformes

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

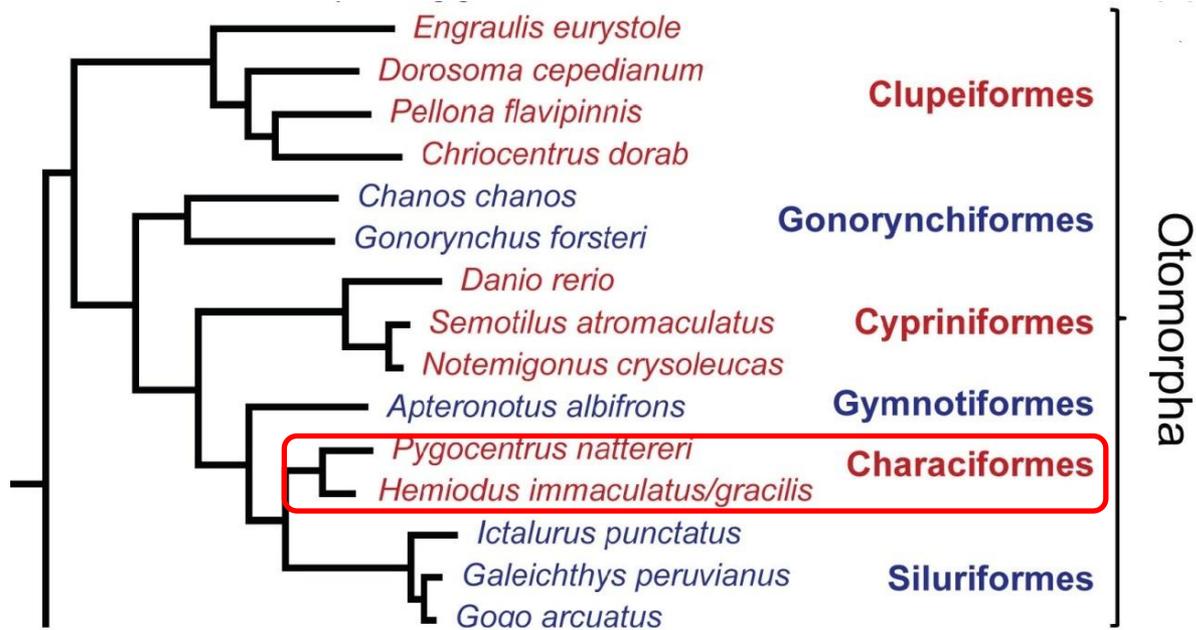


Gymnotiformes: Peces eléctricos



Aleta anal

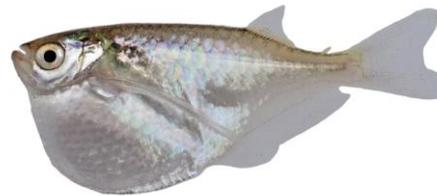
Ano debajo de la cabeza



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.

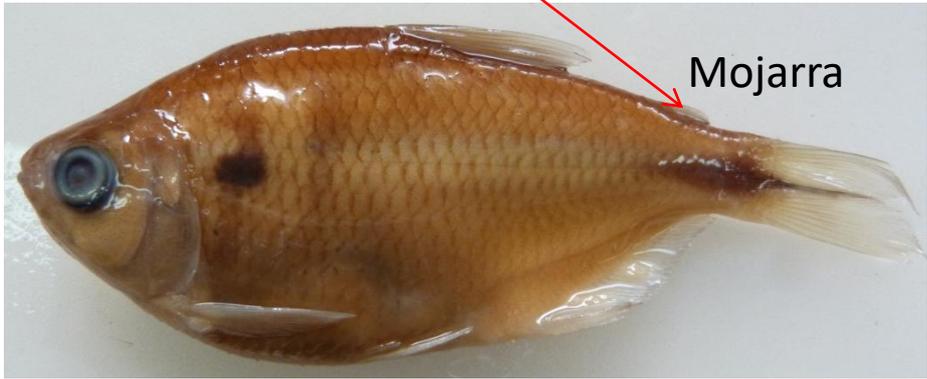
- Aleta adiposa usualmente presente
- Cuerpo escamado (salvo en una especie)
- Escamas cicloides (ctenoides en algunos grupos)
- Barbas ausentes
- Dulce acuícolas

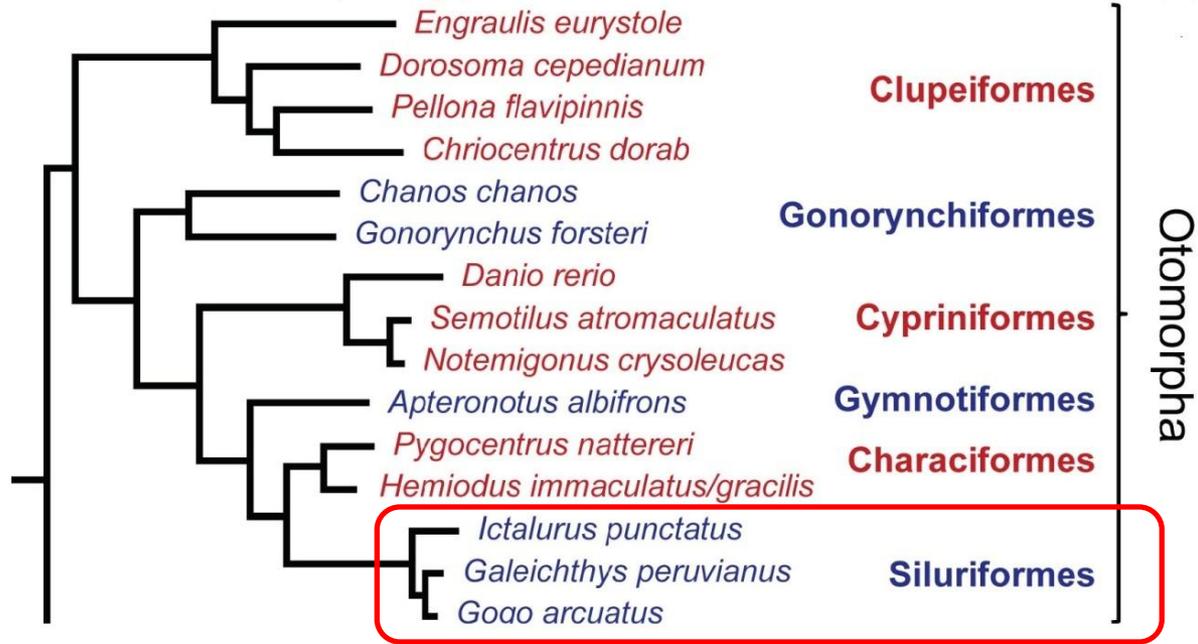


Characiformes



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

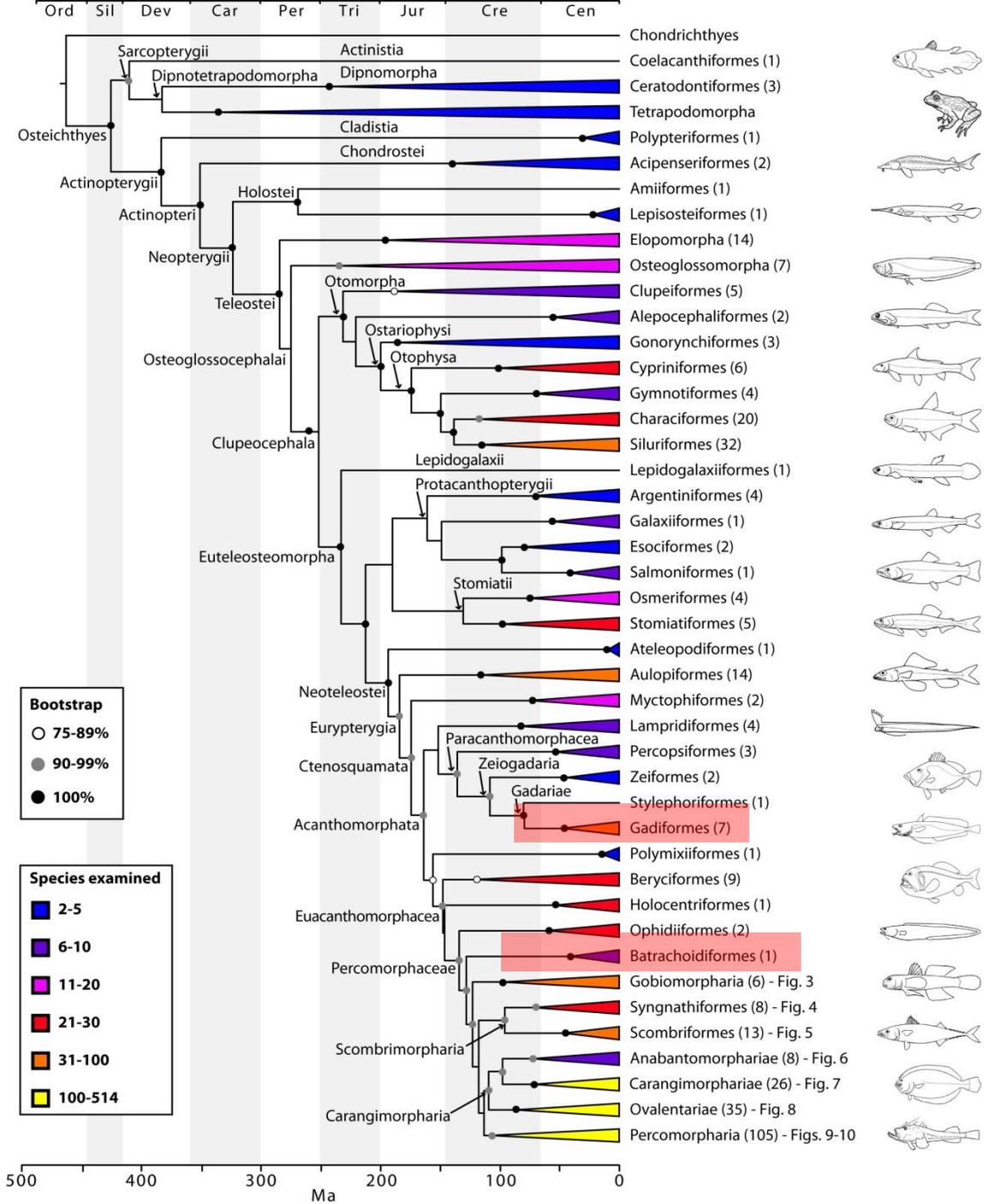


Chuza



Vieja de agua



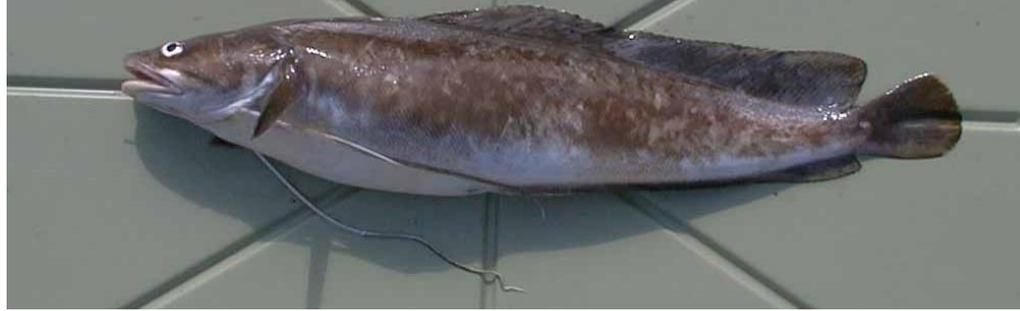


Gadiformes

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



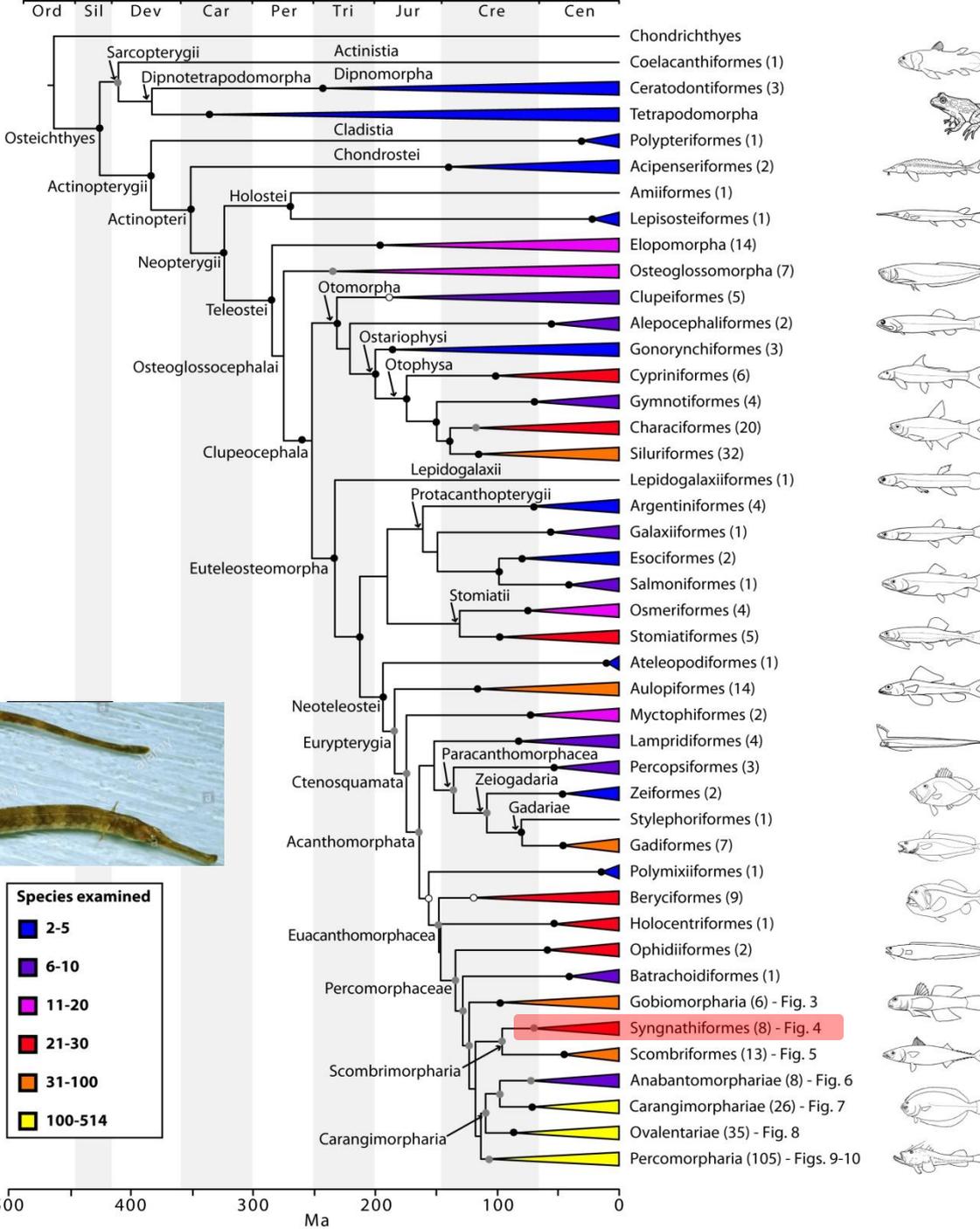
Aletas pélvicas



Syngnathiformes

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

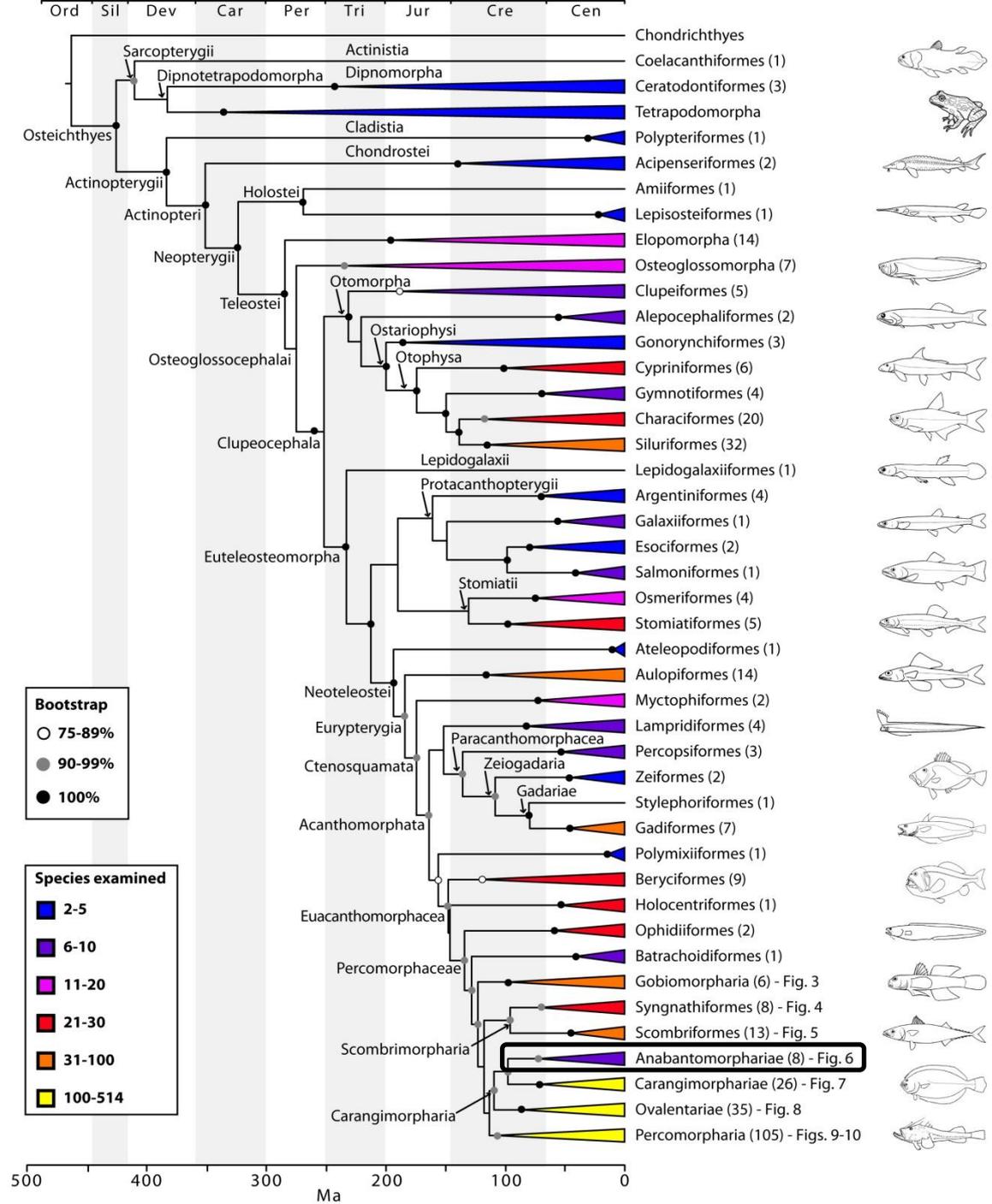
- Boca pequeña al final de hocico tubular.
- Costillas ausentes
- Cuerpo cubierto de placas
- Marinos
- En Uruguay los más comunes = aguja de mar y caballito de mar



Material de Práctico

Boca tubular



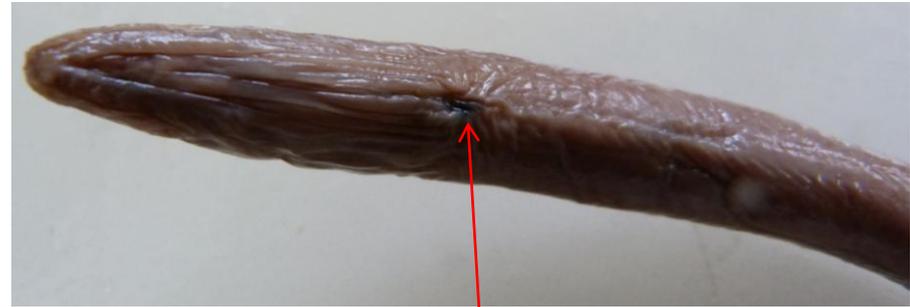


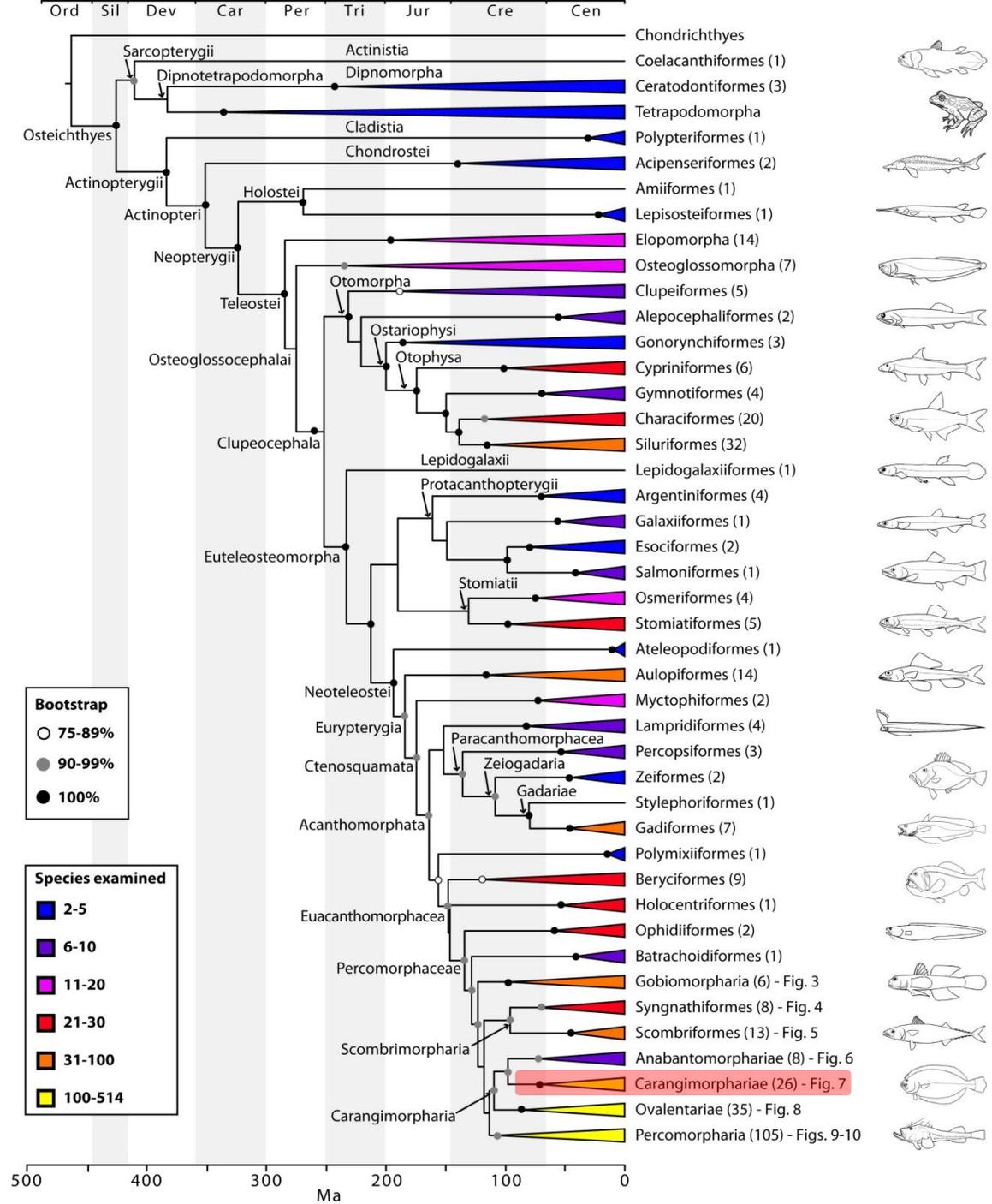
Synbranchiformes

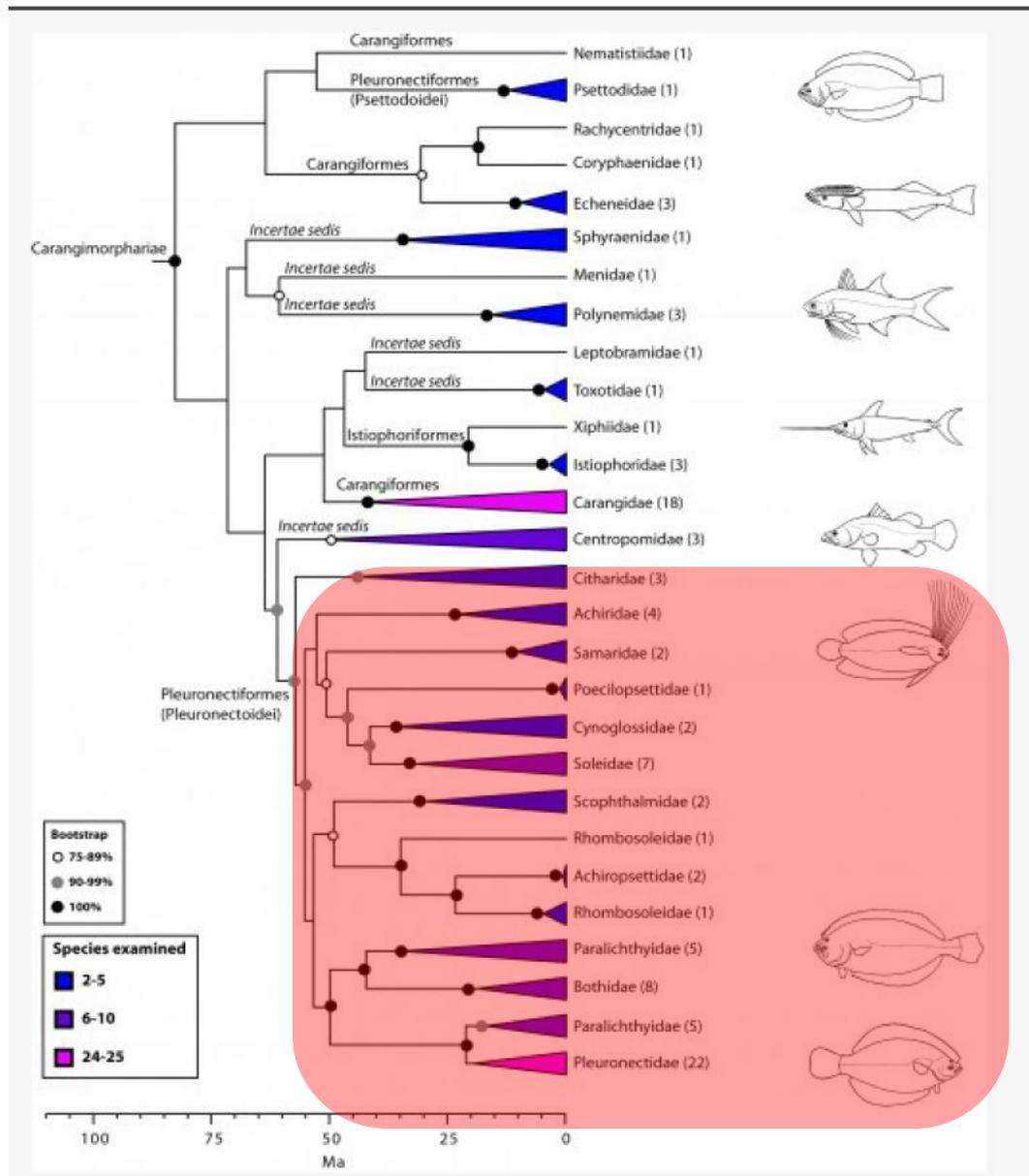
3(1) familias, 15(1) géneros, 99(1) especies

- 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



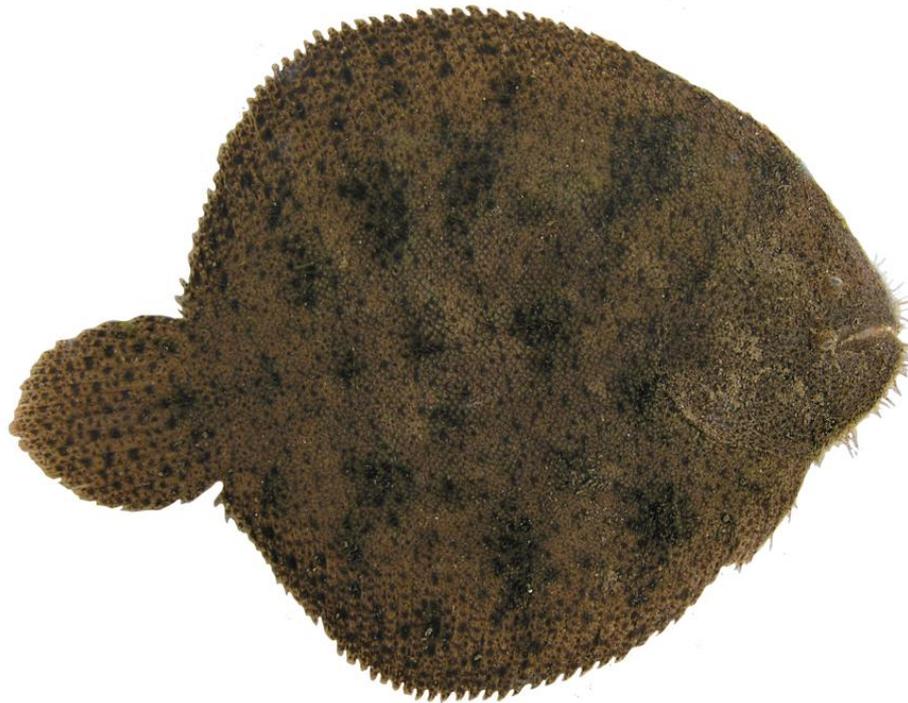




Pleuronectiformes

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



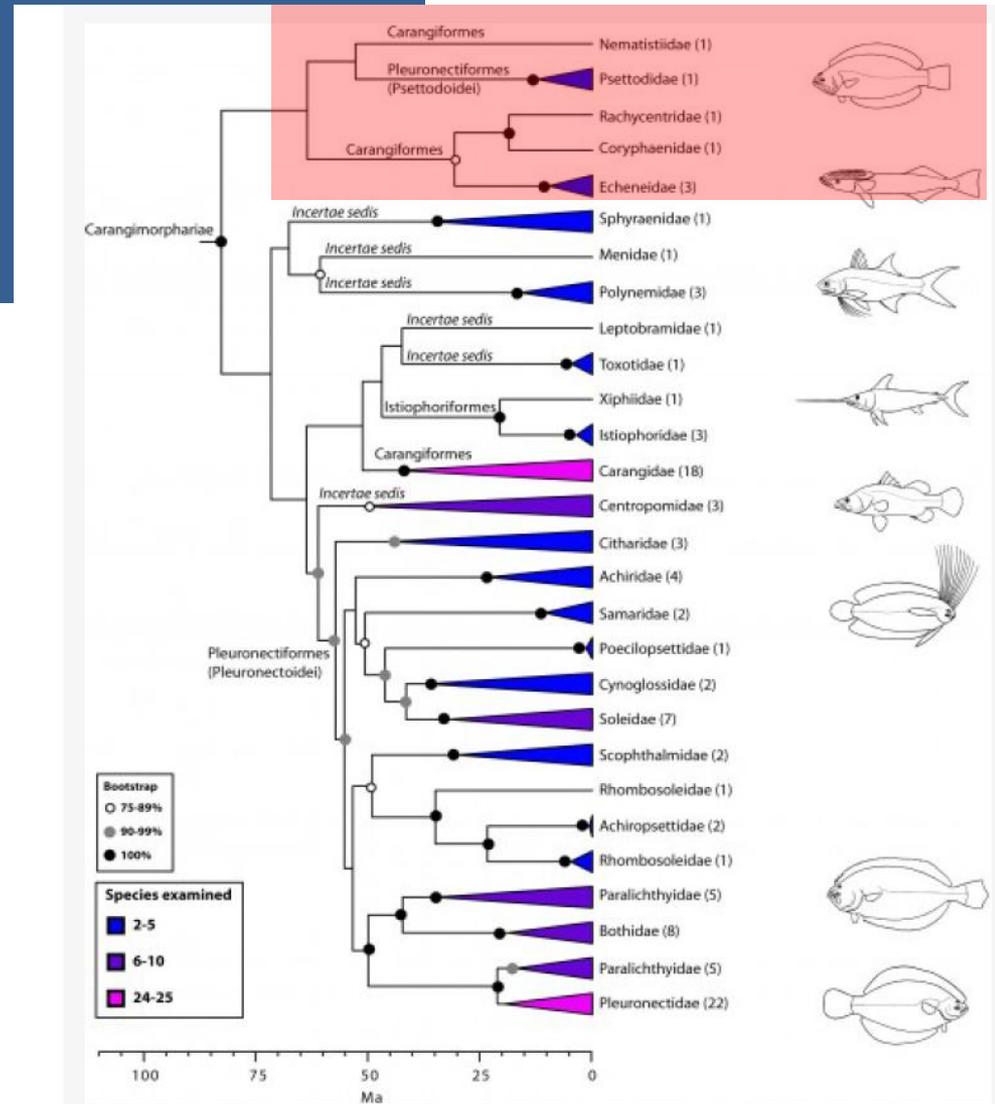


Carangiformes

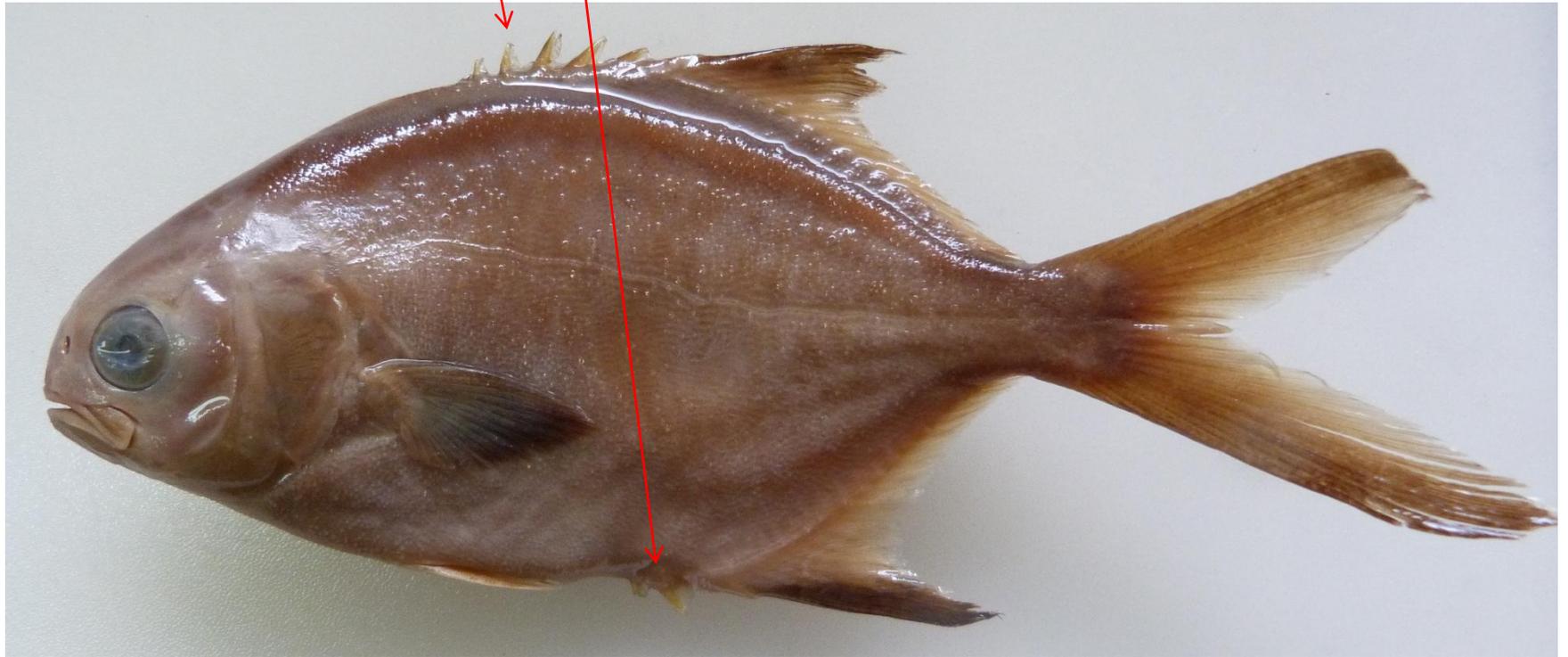
6 (4) familias, 37 (16) géneros, 160 (22) especies

Carangidae (Pampanito)

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

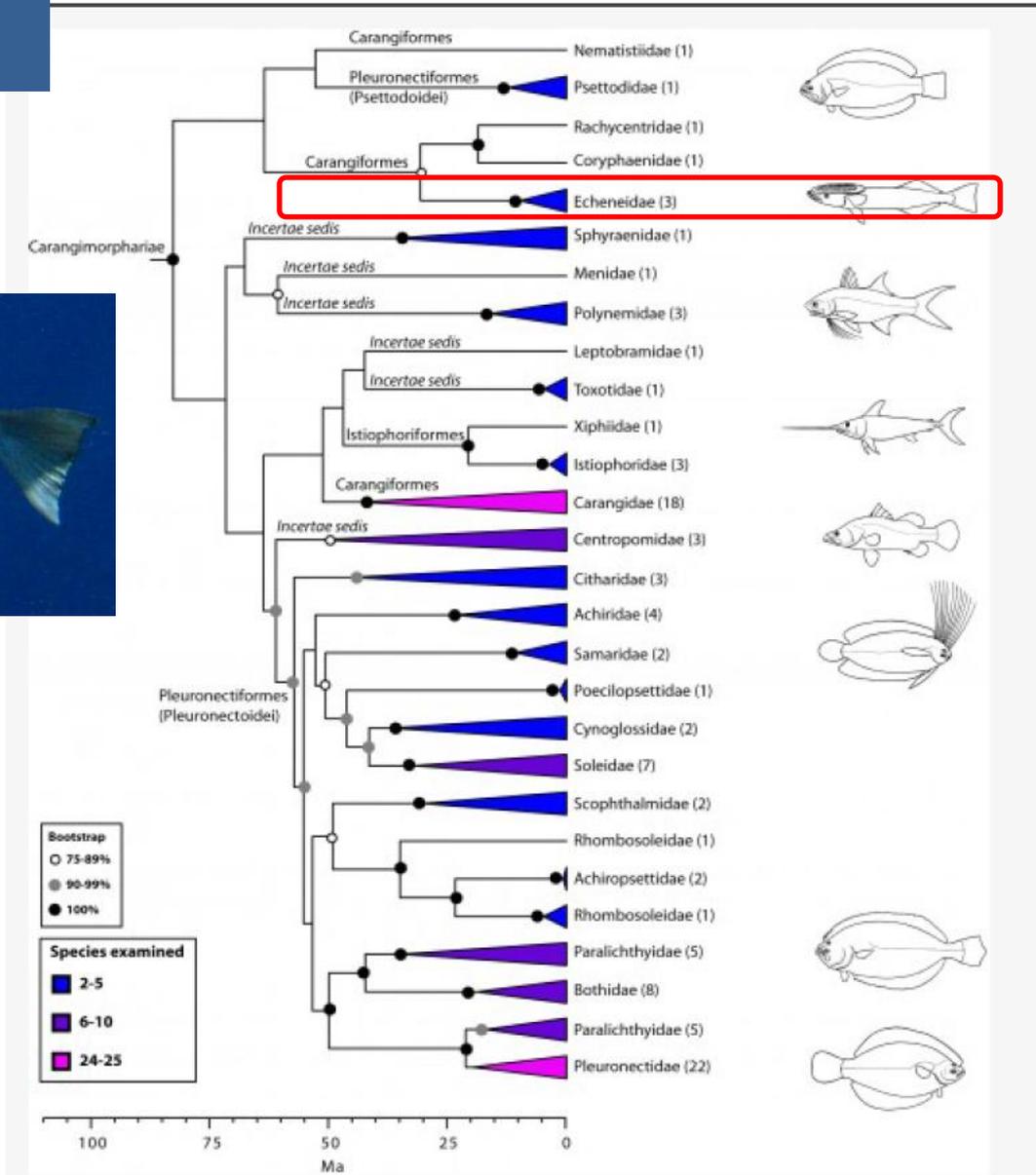


Radios espinosos



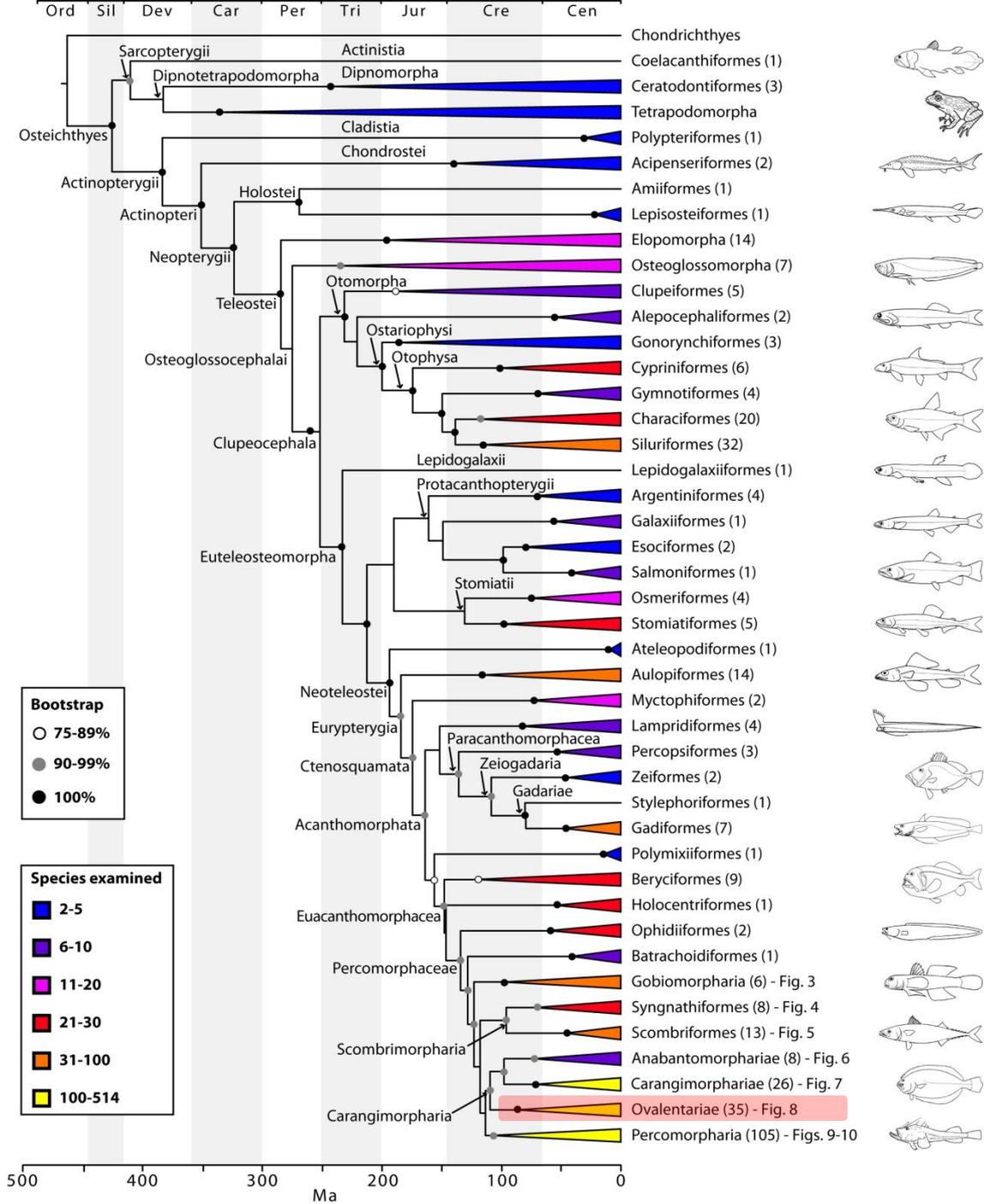
Carangiformes: Echeneidae (Rémora)

- Primeros radios de aleta dorsal modificados en ventosa
- Marinos



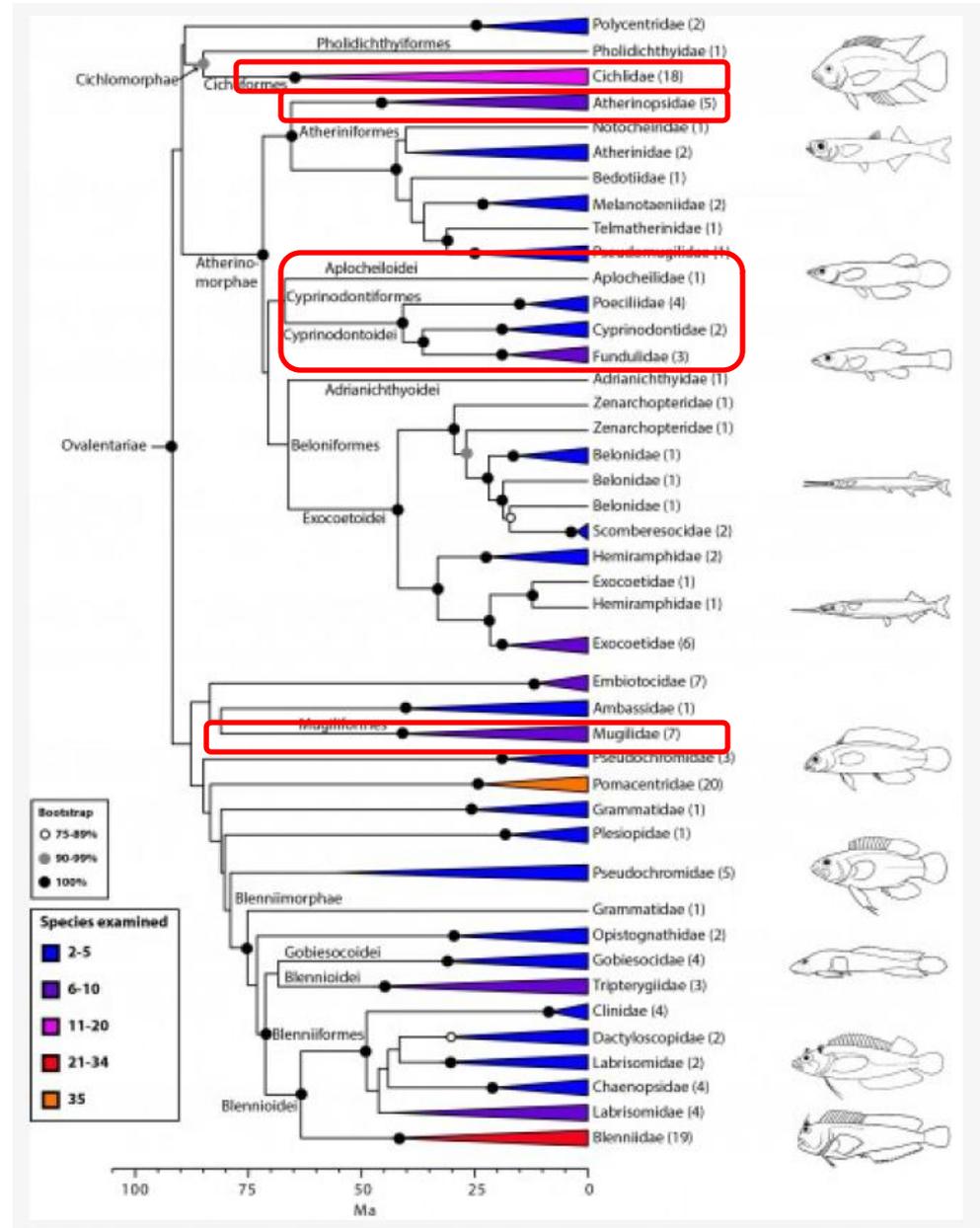
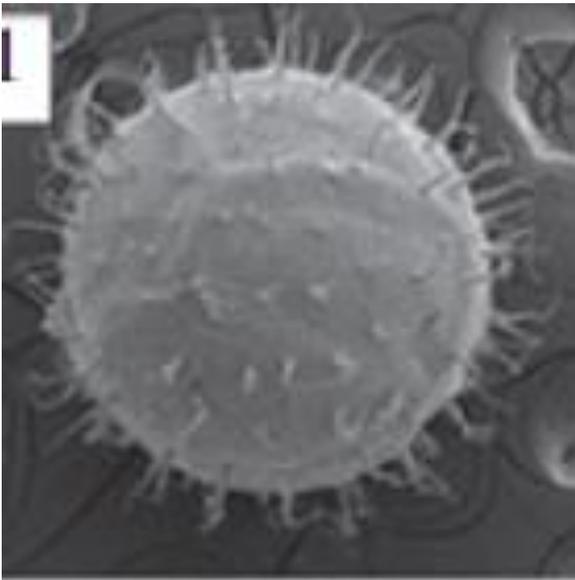
Material de Práctico





Ovalentariae:

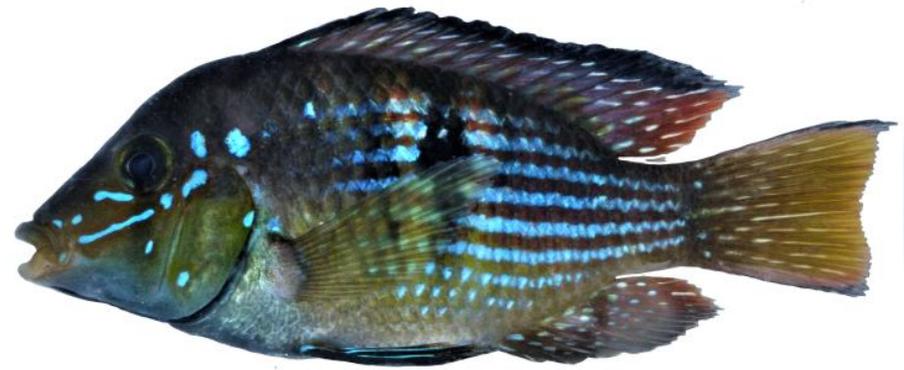
Huevos demersales,
adhesivos y con filamentos
coriónicos.



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



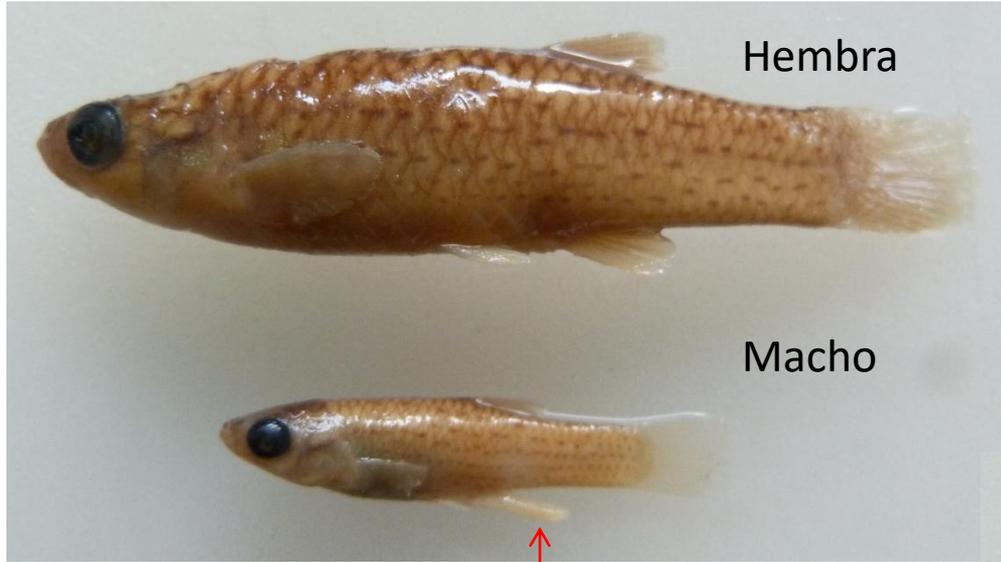
Cyprinodontiformes

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

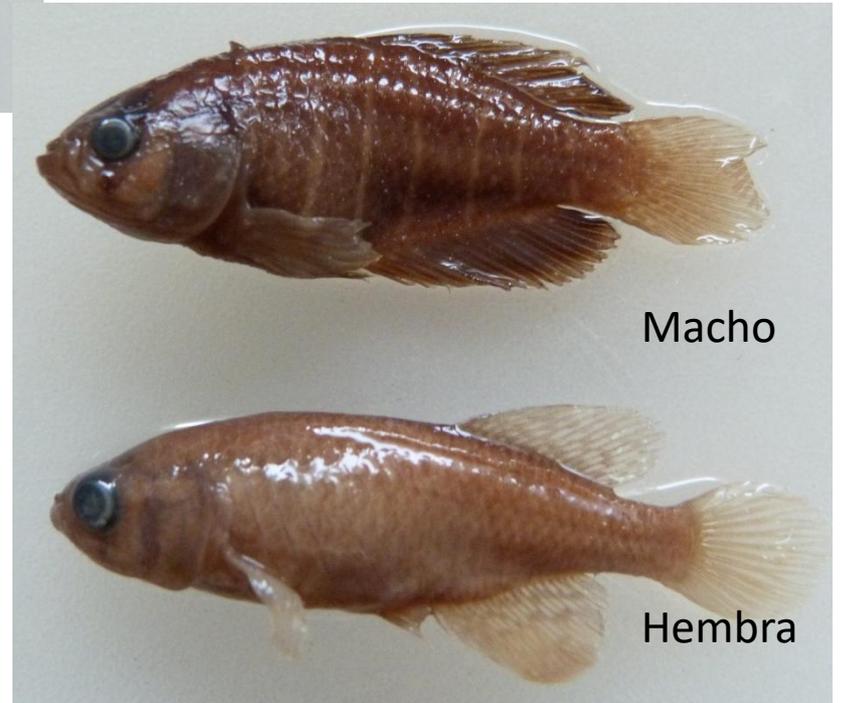
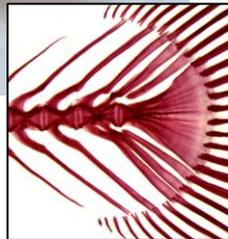
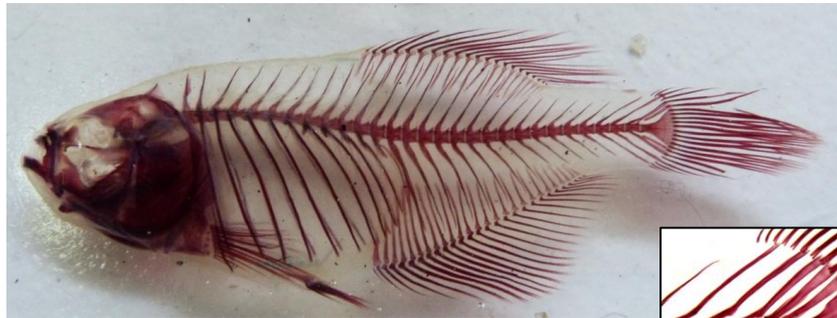


Hembra

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

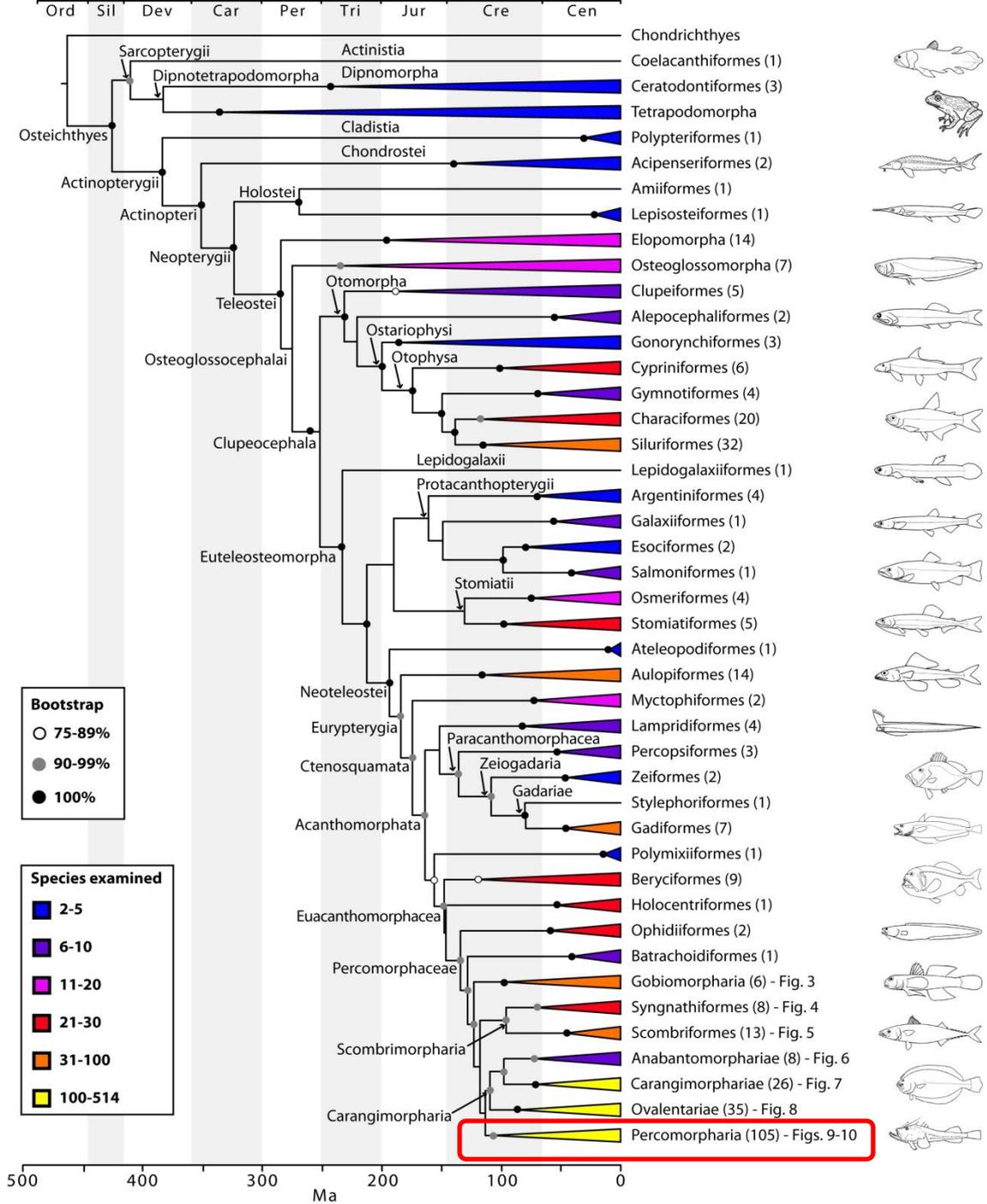
- Dos aletas dorsales bien separadas
- Anterior con radios espinosos
- Aletas pélvicas subabdominales (con un radio espinoso)
- Línea lateral ausente o muy reducida
- Escamas ctenoides en adultos
- Dientes pequeños o ausentes
- Marinos con tolerancia al agua salobre
- En Uruguay = lisa

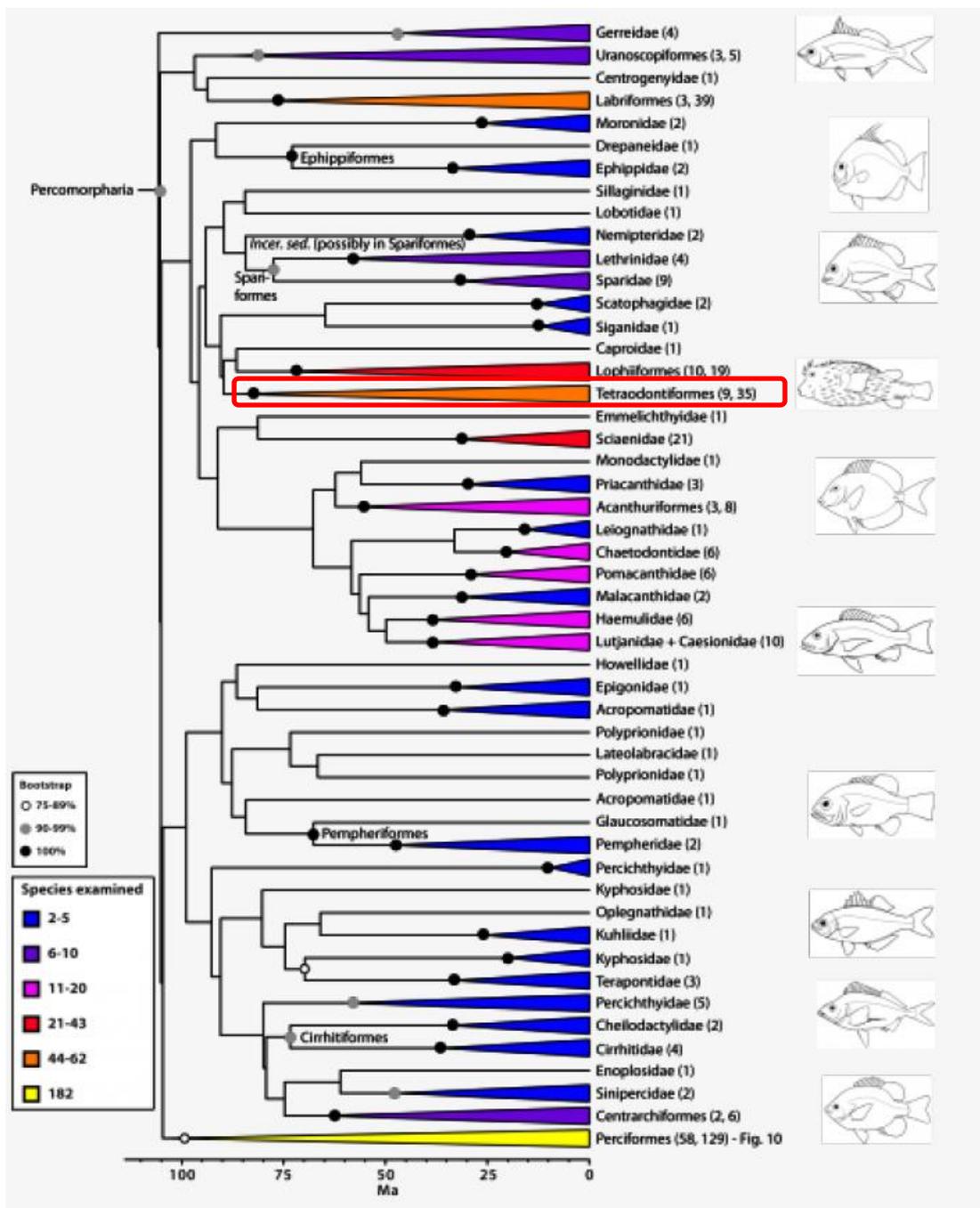


Mugil (Mugilidae)

Material de Práctico







Tetraodontiformes

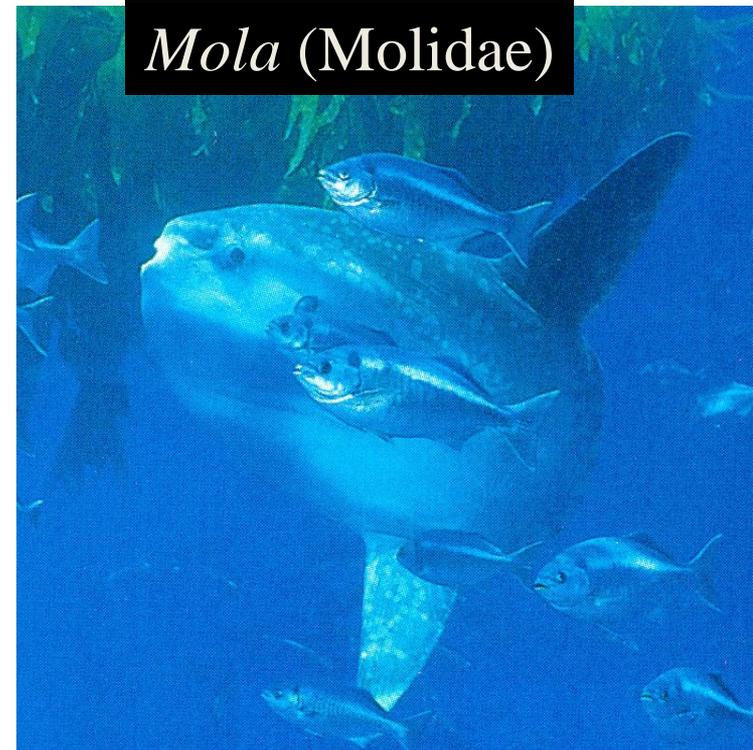
9(3) familias, 101 (4) géneros, 357 (4) especies

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



Lagocephalus (Tetraodontidae)

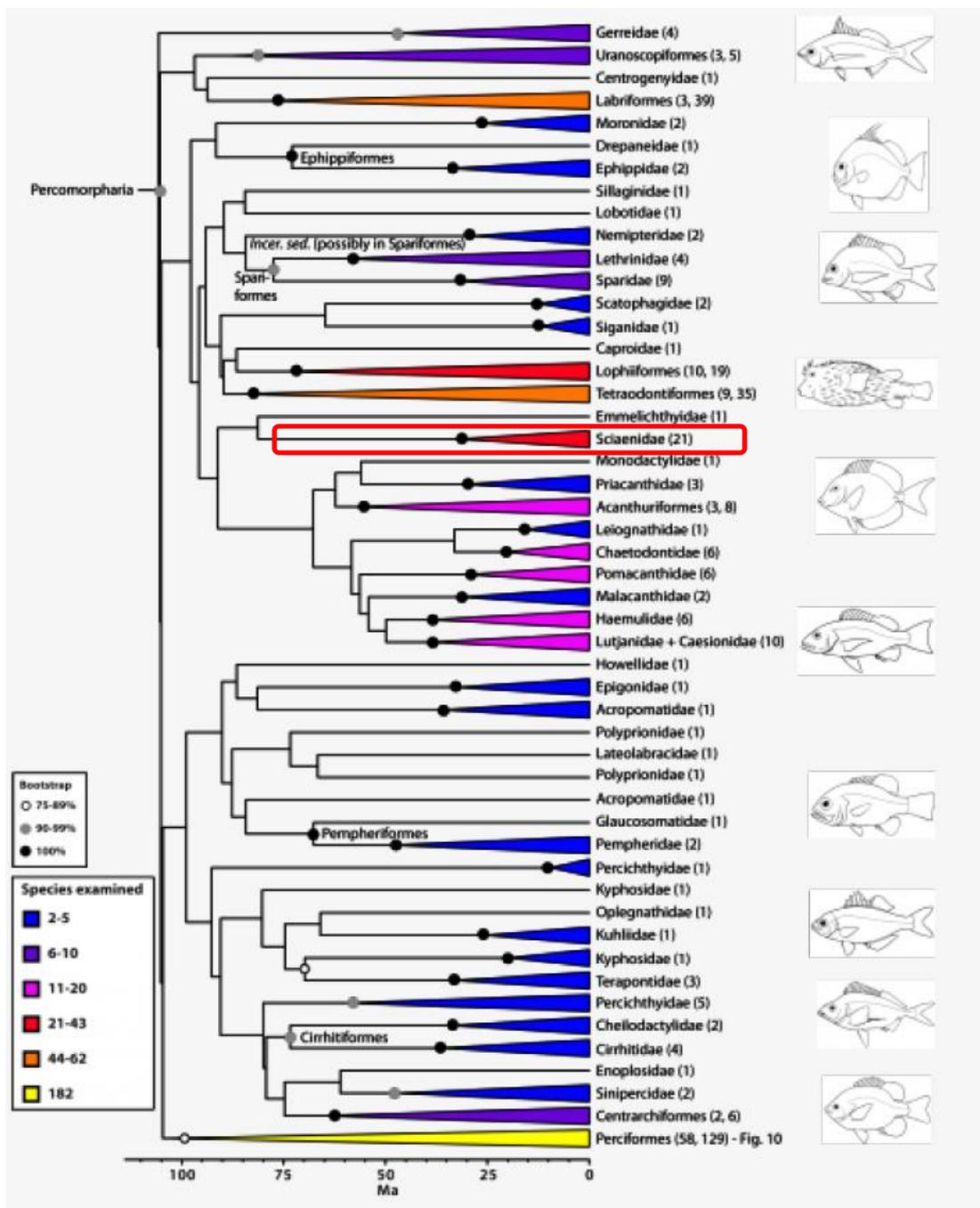
Chylomycterus (Diodontidae)



Mola (Molidae)

Material de Práctico

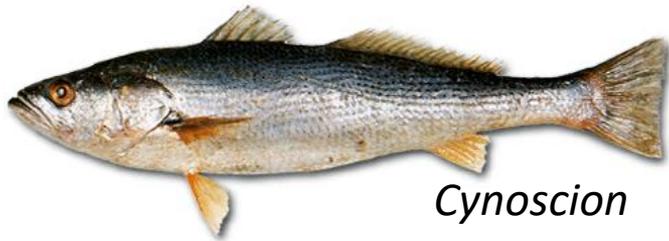




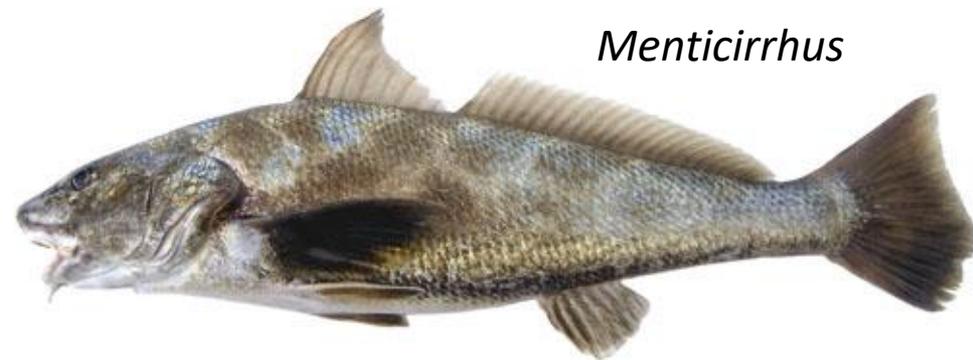
Orden Acanthuriformes: Familia Sciaenidae

78 (8) géneros y 287 (15) especies.

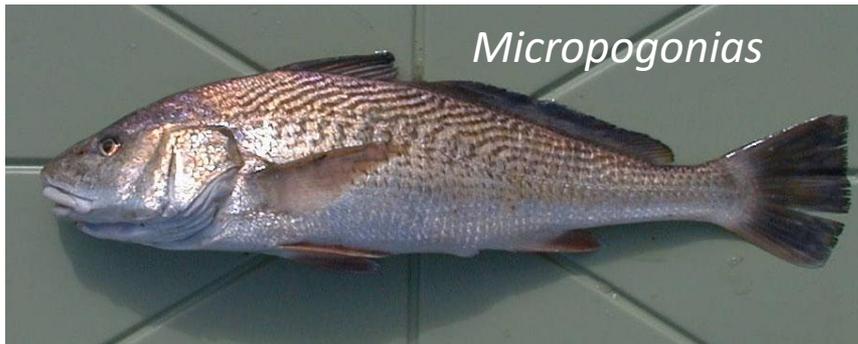
- Discontinuidad entre la aleta dorsal espinosa y la aleta dorsal blanda
- Caracteres derivados de Teleosteos
- Marinos con tolerancia al agua salobre y dulceacuícolas
- En Uruguay = corvina, corvina negra, pescadilla, burriqueta, etc.



Cynoscion



Menticirrhus



Micropogonias



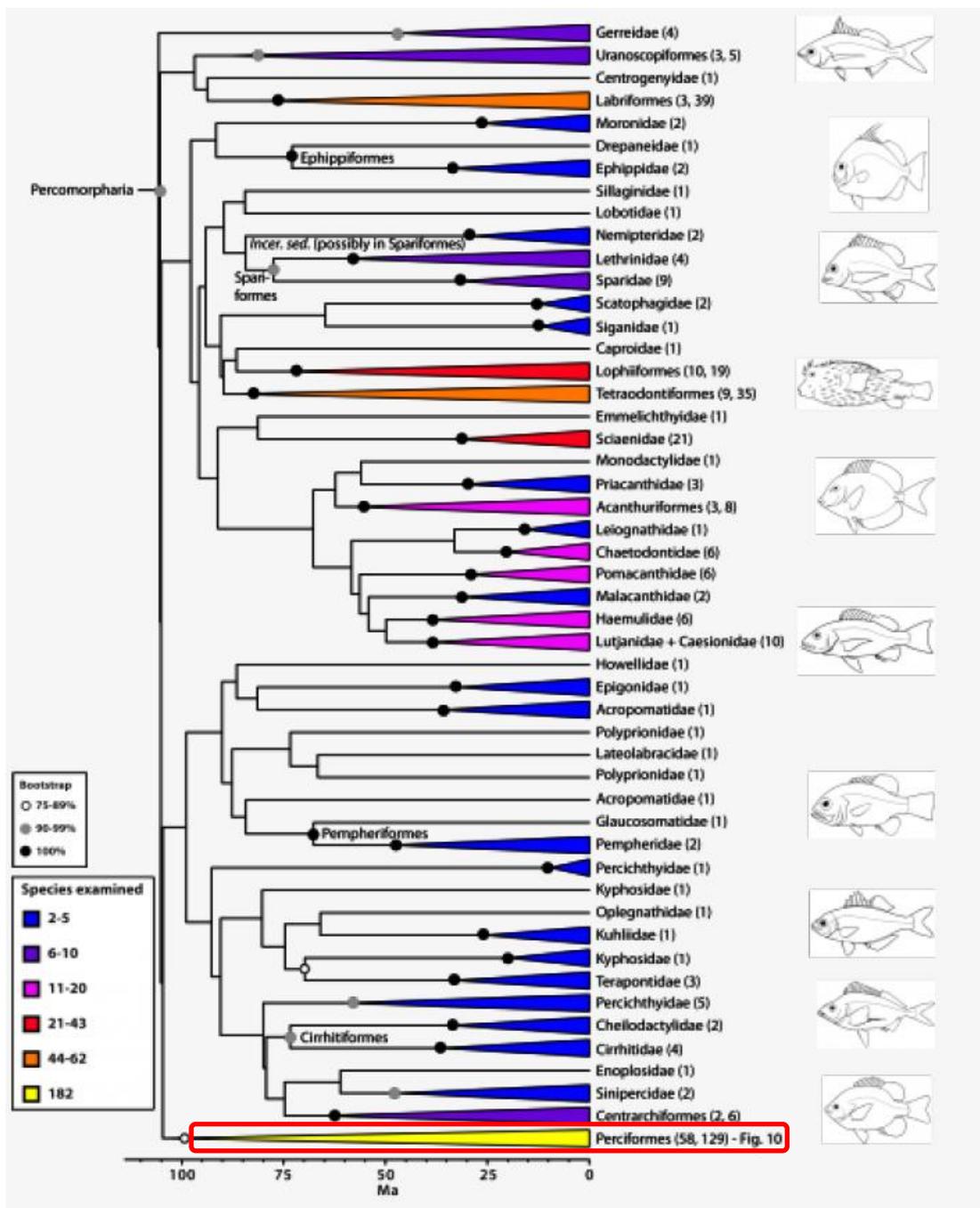
Pachyurus



Pogonias

Material de Práctico





Perciformes:

Espinosos y con placas en la cabeza

Helicolenus dactylopterus



Congiopodus peruvianus



Prionotus punctatus



Material de Práctico

