

Clase

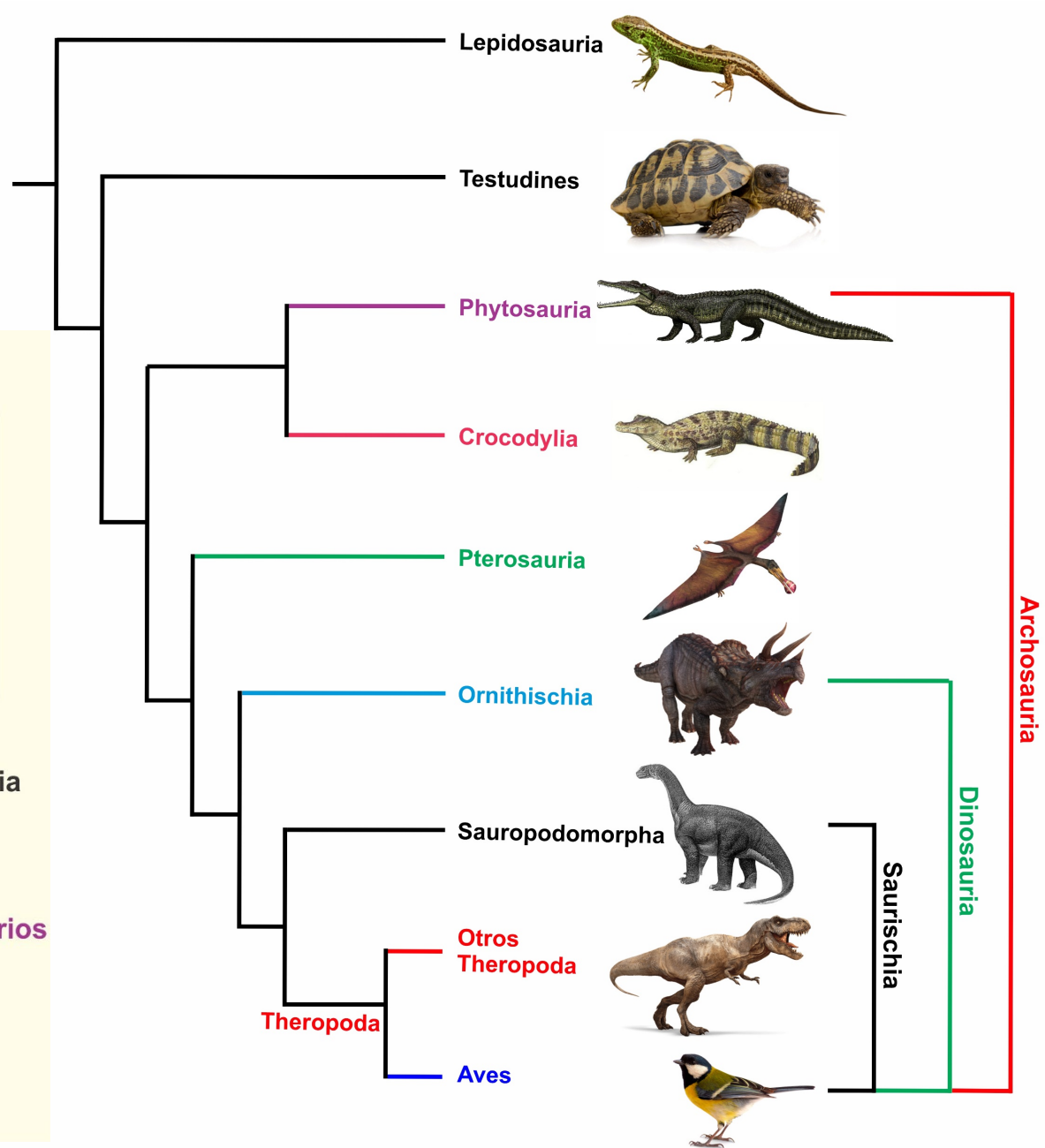
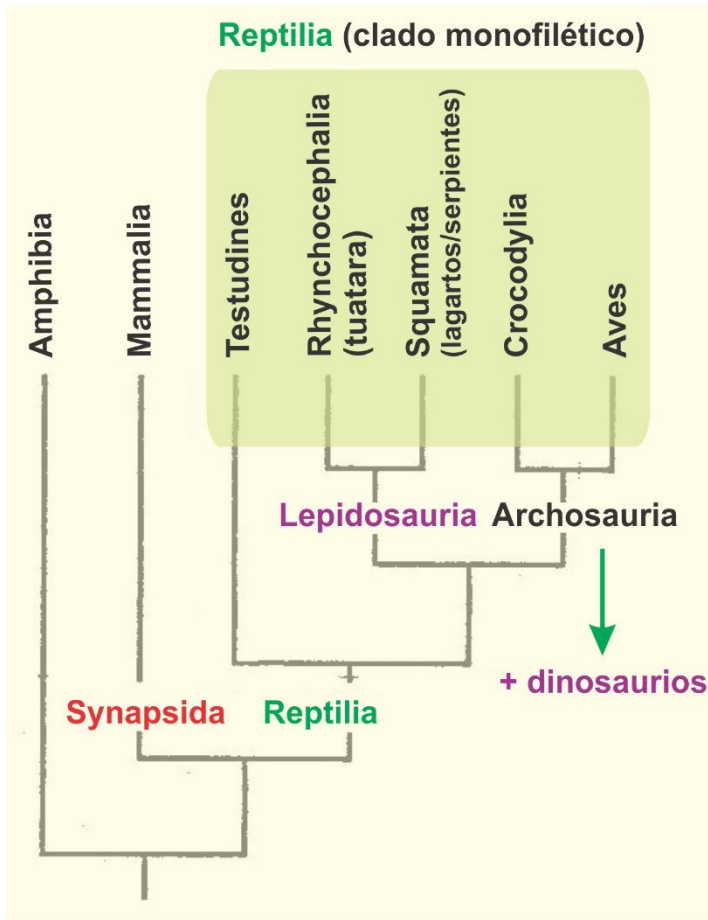


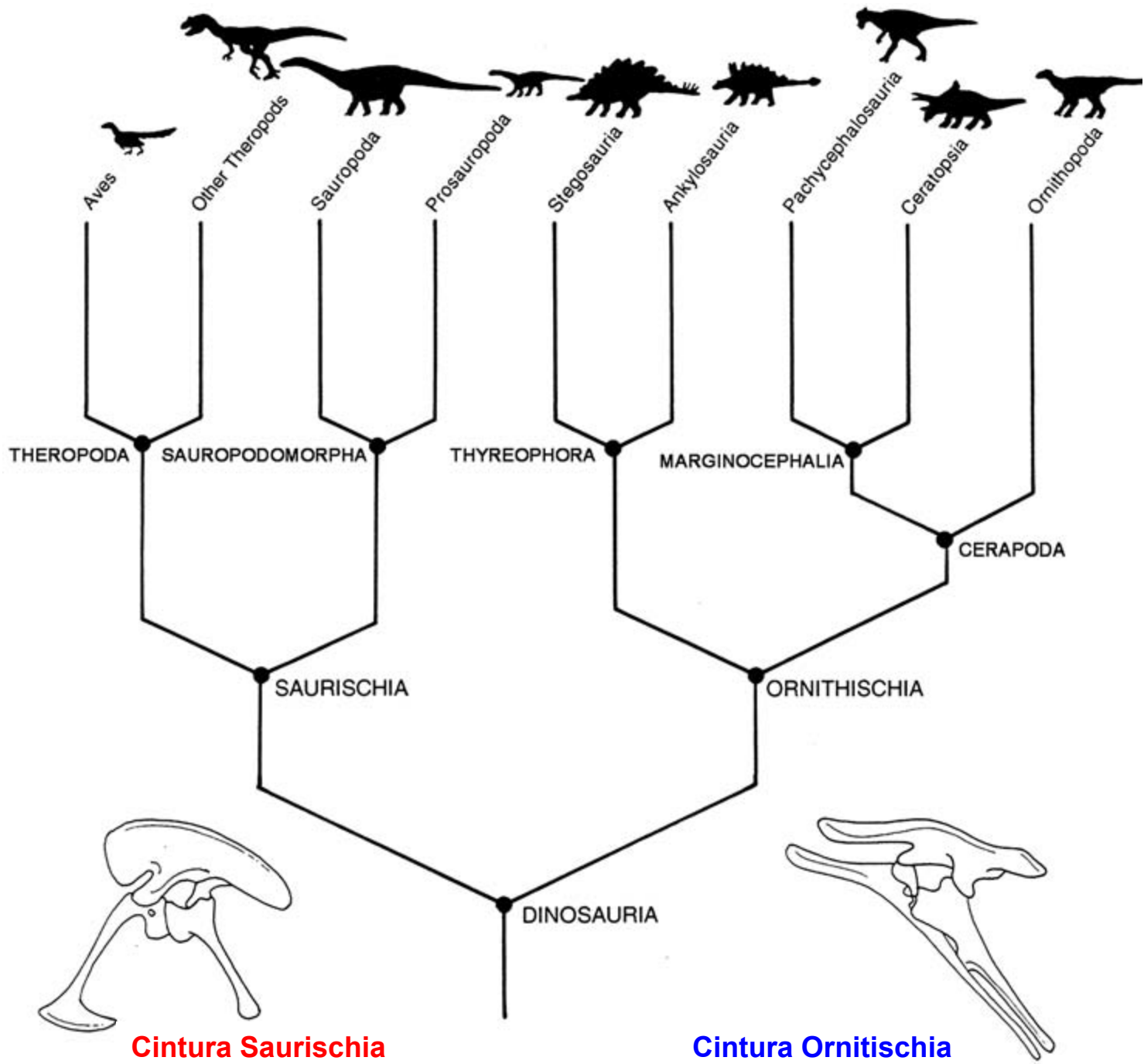
Aves

Tema 5.9

Bernardo Lopez

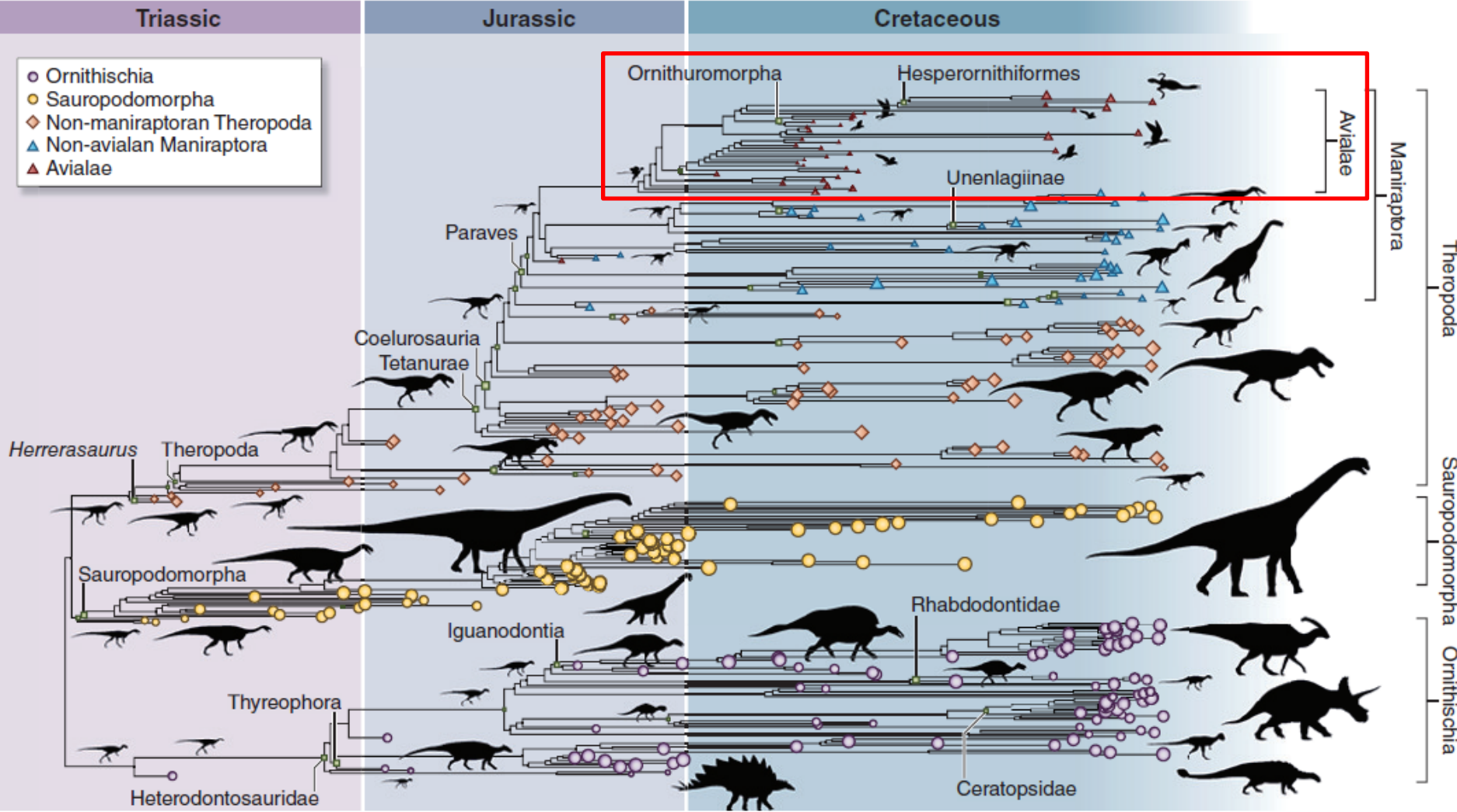
Aves en el contexto histórico





Cintura Saurischia

Cintura Ornitischia



Benson et al. (2014), Rates of dinosaur body mass evolution indicate 170 million years of sustained ecological innovation on the avian stem lineage. *PLoS Biology* 12:e1001896

Evidencias de Theropoda (Dinosauria: Saurischia) como ancestros de aves

1. Similitudes comportamentales
2. Similitudes osteológicas
3. Filogenia
4. Registro fósil: dinosaurios emplumados del Jurásico

1. Comportamiento

- 2. Osteología
- 3. Filogenia
- 4. Evidencia de plumas en el registro fósil

Oviraptosaurios (Theropoda) con comportamientos similares a los de las aves: complejo comportamiento de anidación y cuidado parental



Beibeilong sinensis



Avestruz anidando



Oviraptor (Theropoda) muerto mientras estaba “empollando”

Norell et al. 1995. A nesting dinosaur. Nature 378: 774-776



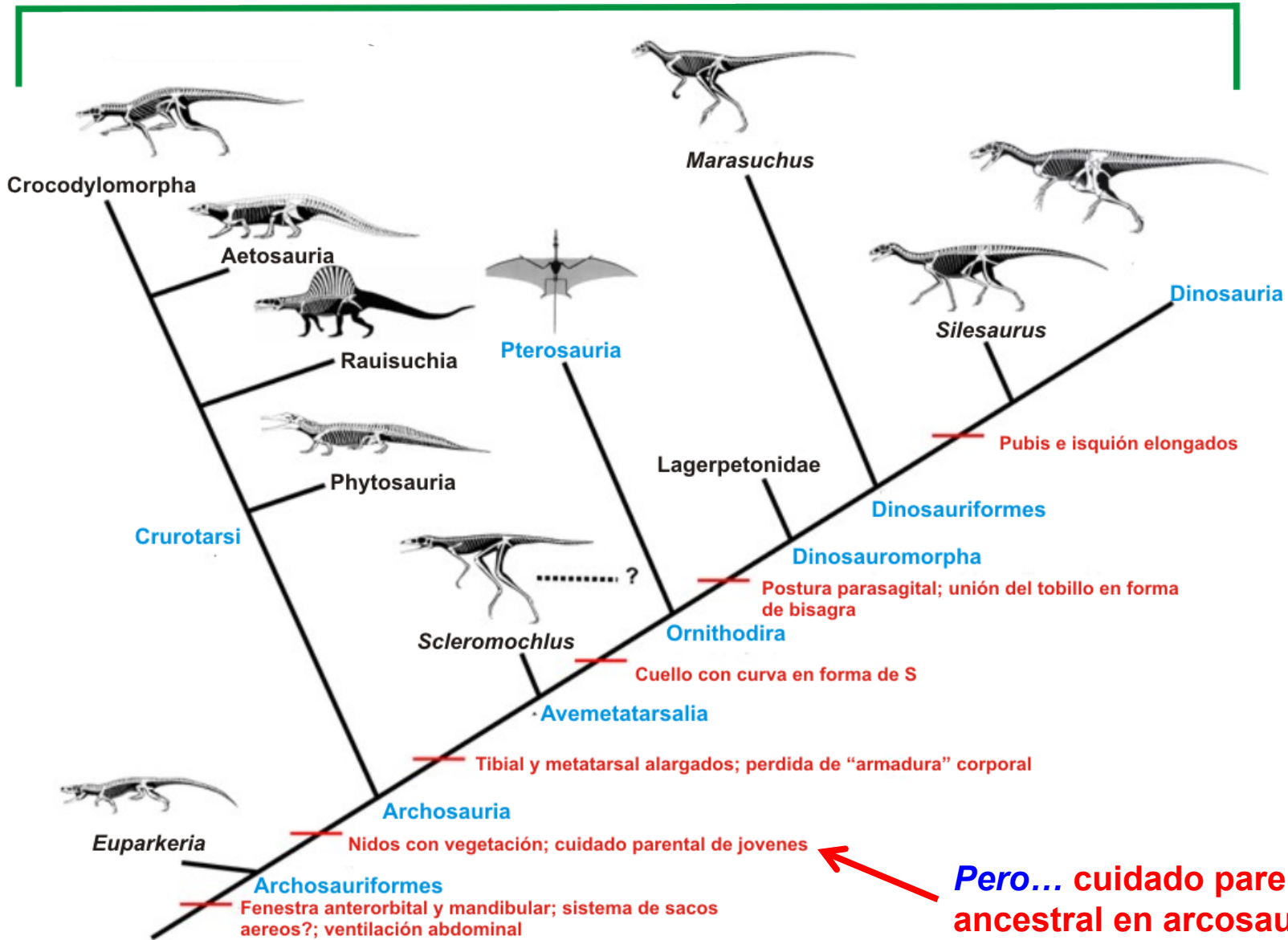
Con plumas



Sin plumas

Nomingia gobiensis
(Oviraptosauria; Caenagnathidae)
“empollando”

Archosauria



Pero... cuidado parental es ancestral en archosaurios

Tres terópodos candidatos

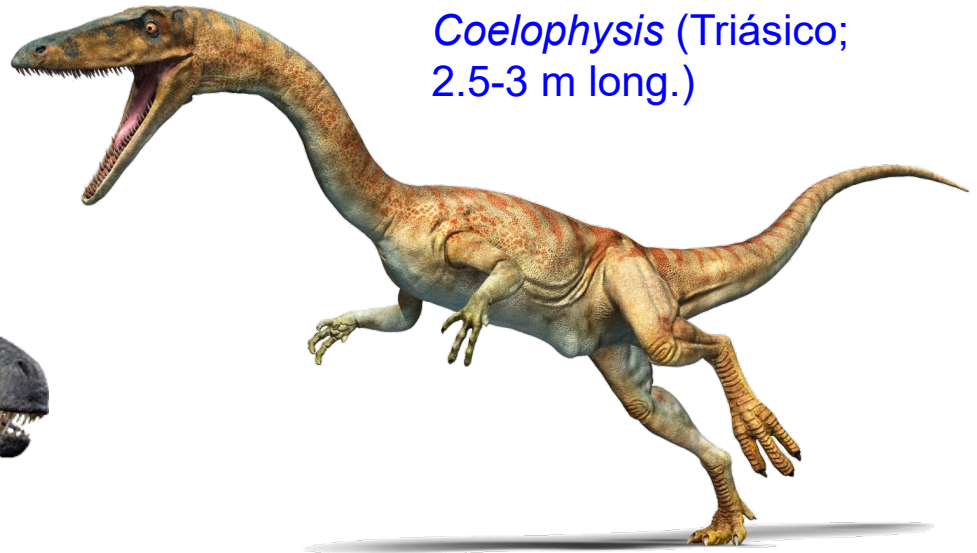
1. Comportamiento

2. Osteología

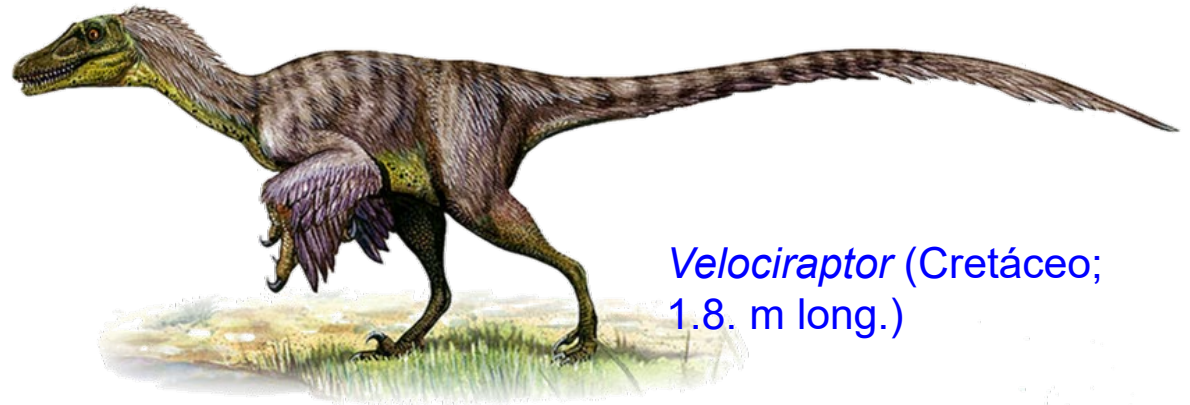
3. Filogenia

4. Evidencia de plumas en el registro fósil

Coelophysis (Triásico;
2.5-3 m long.)



Allosaurus (Jurásico;
8-13 m long.)



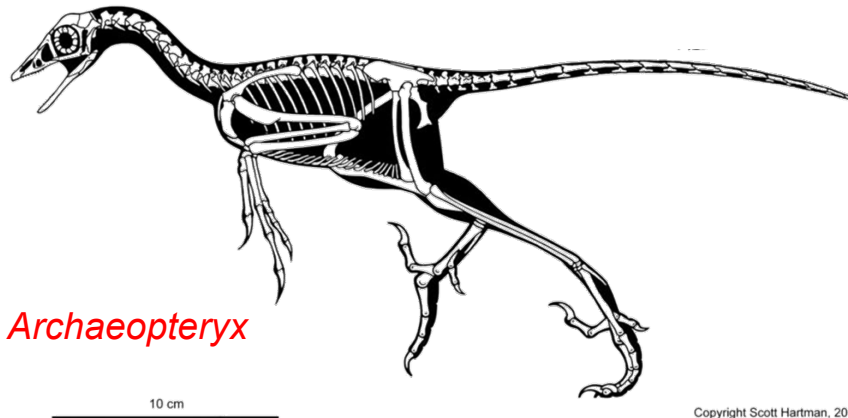
Velociraptor (Cretáceo;
1.8. m long.)

Osteológicamente, ¿qué es un ave frente a los “dinosaurios”?



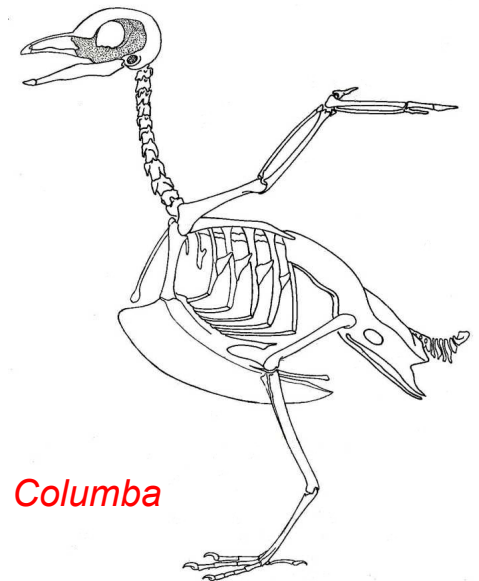
Copyright Scott Hartman, 2005.

Bambiraptor



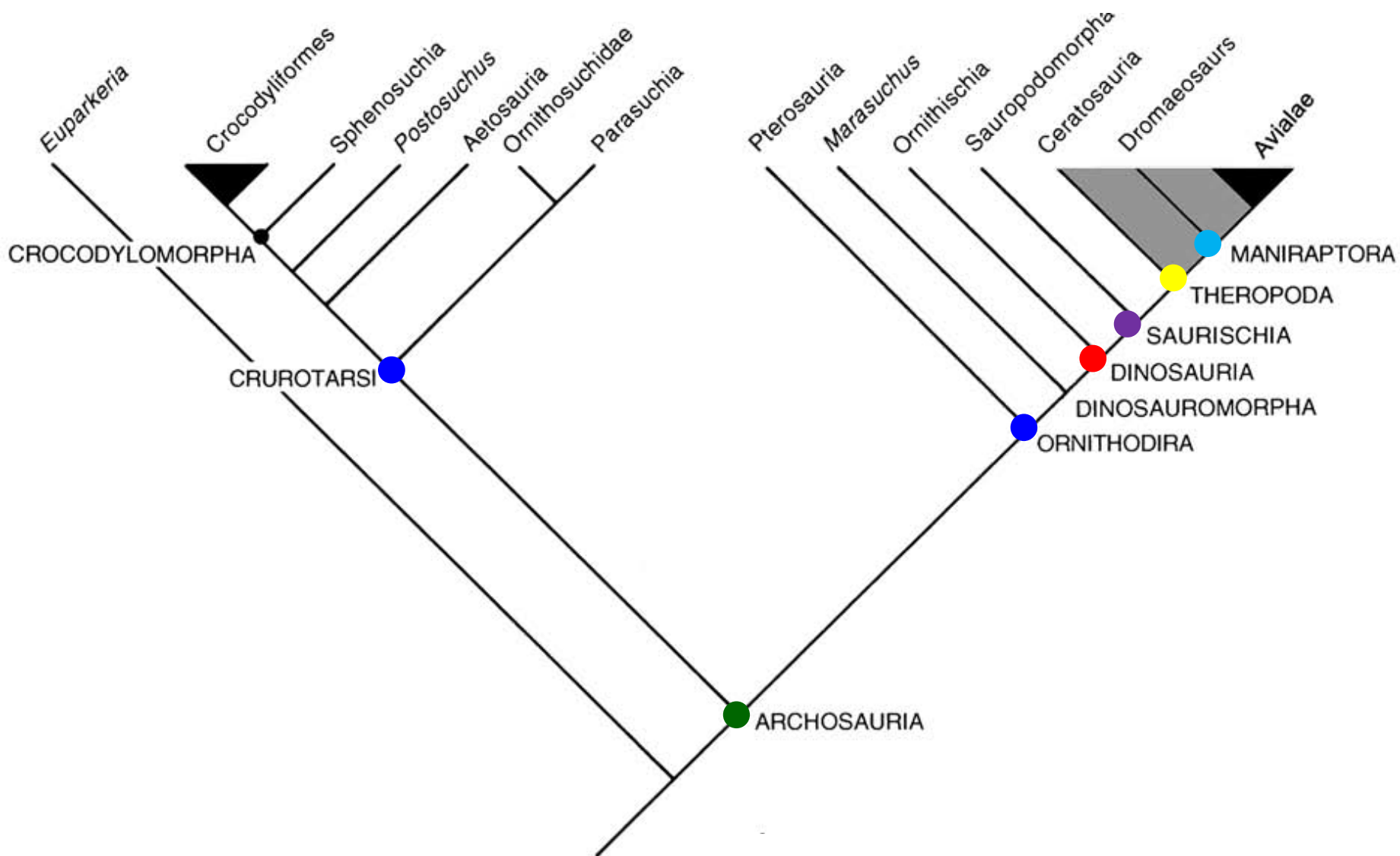
Archaeopteryx

Copyright Scott Hartman, 2006.



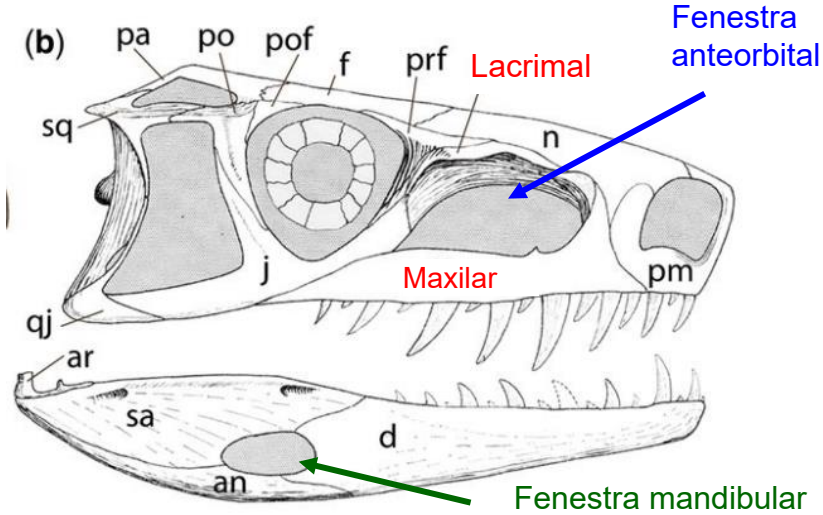
Columba

Sistemática de Archosauria

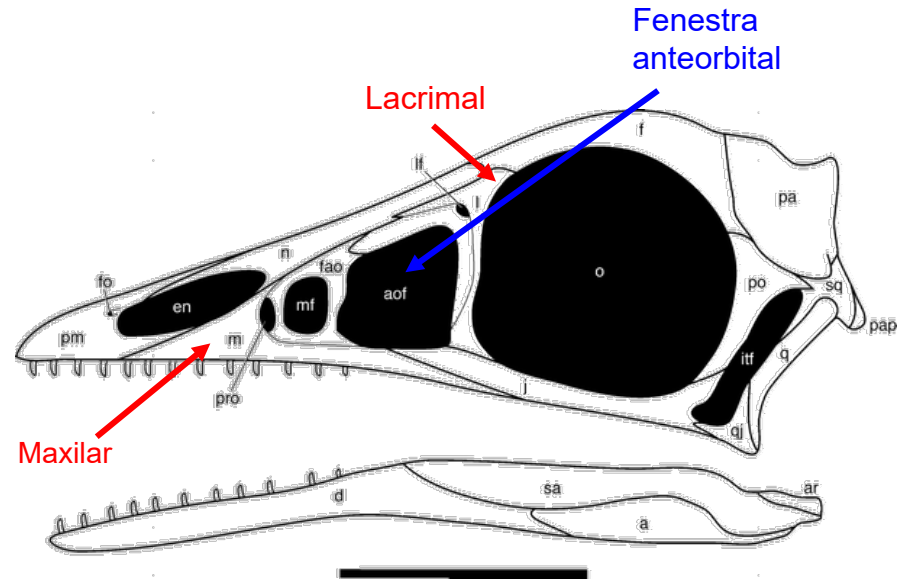


Chatterjee, S. 2015. The rise of birds. 225 million years of evolution. Second Edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 370 pp.

Relación Archosauria – Aves

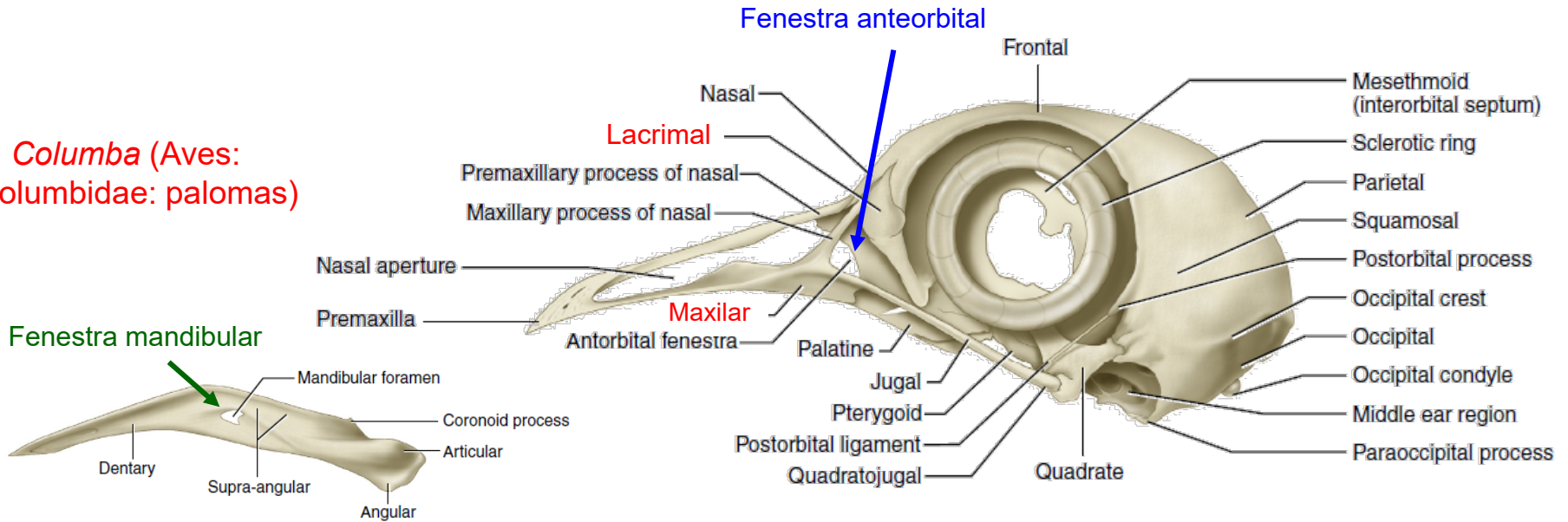


1. *Euparkeria* (Archosauria no-dinosaurio)



2. *Archaeopteryx* (Archosauria Avialae: Aves)

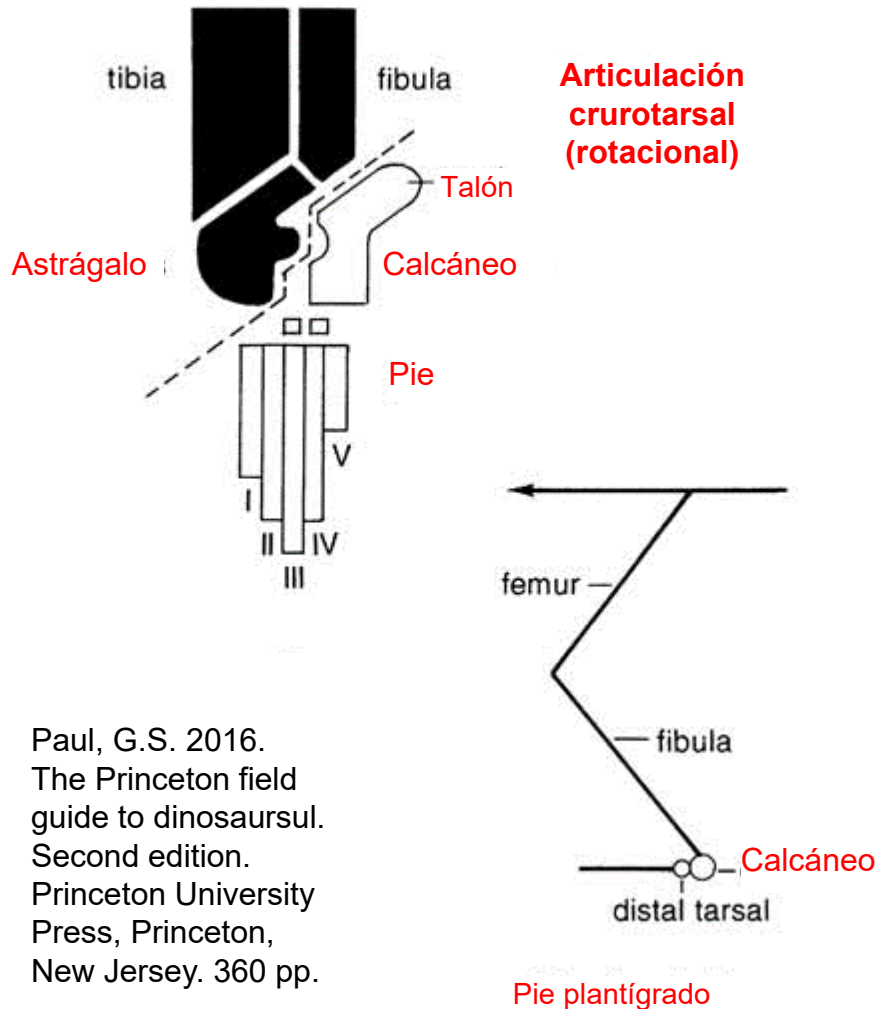
3. *Columba* (Aves: Columbidae: palomas)



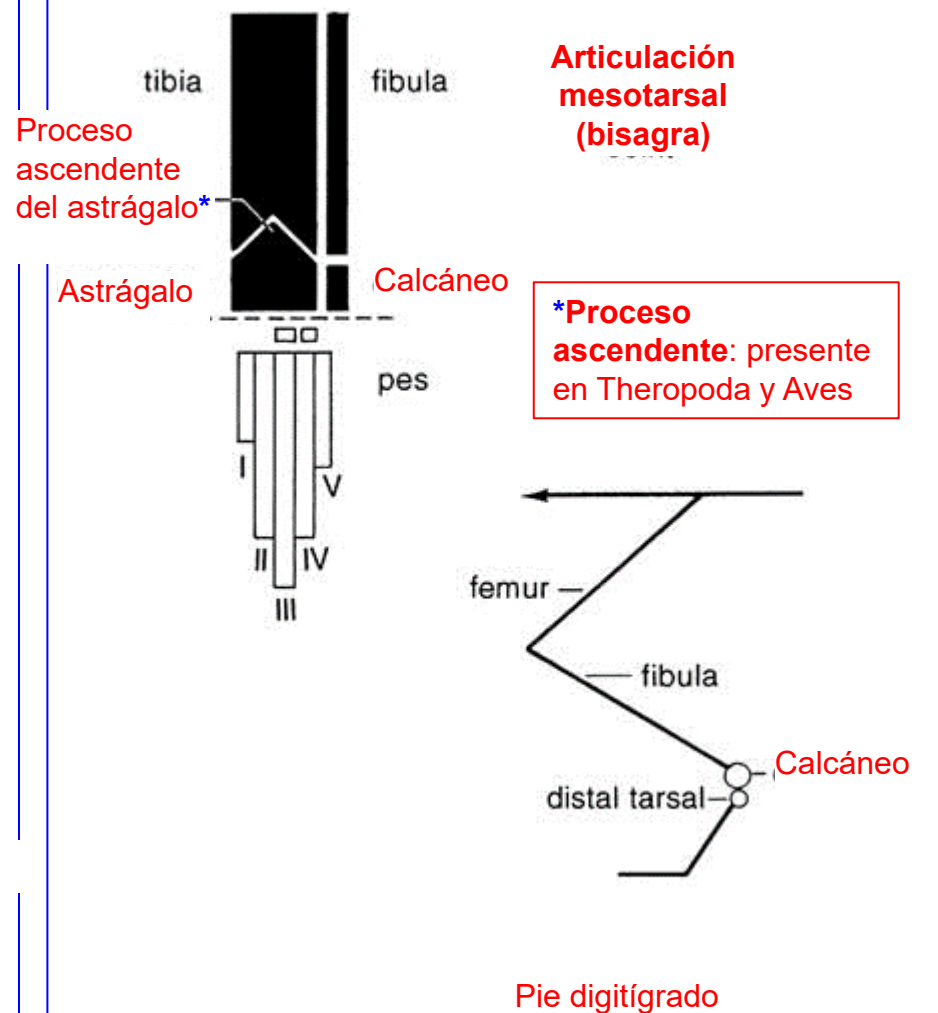
Relación Ornithodira – Dinosauria – Aves

Diferencias en la articulación del tobillo con el pie

1. Archosauria: **Crurotarsi** (crocodilias y parientes)



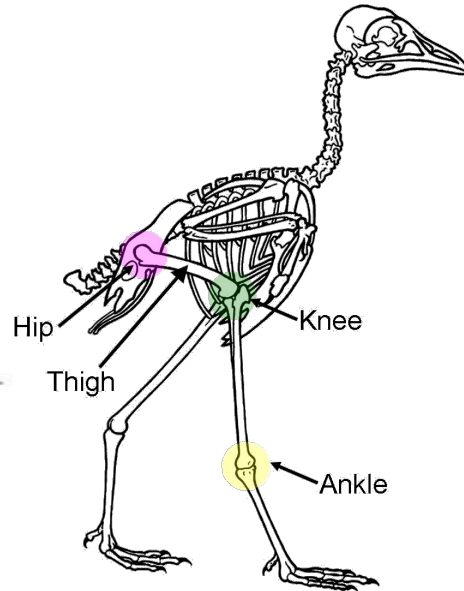
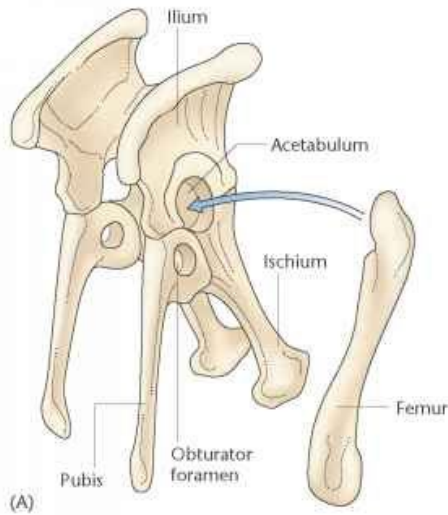
2. Archosauria: **Ornithodira** (pterosaurios, dinosaurios, aves)



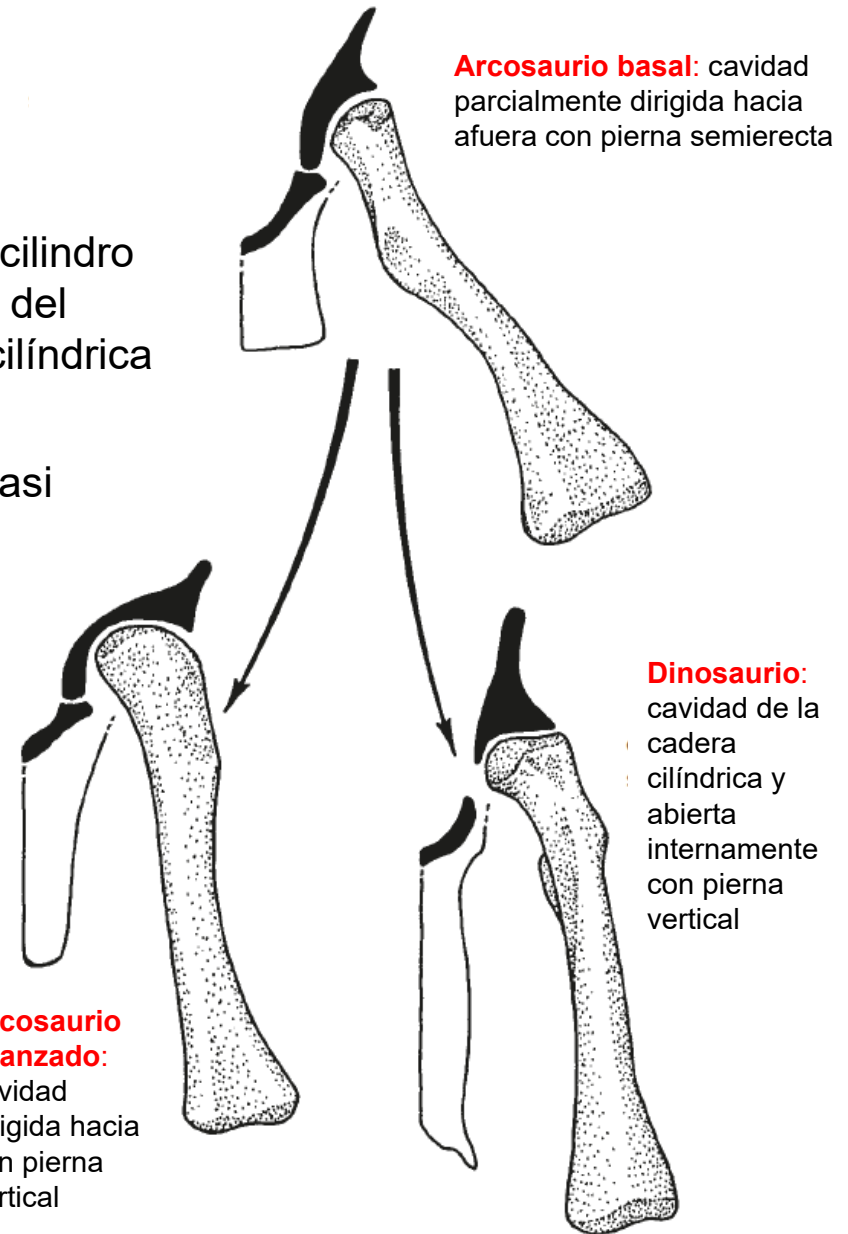
Relación Dinosauria – Aves

Característica principal Dinosauria

- **Cavidad de la cadera:** cabeza del fémur es un cilindro girado en ángulo recto con respecto a la diáfisis del fémur que encaja en una cavidad de la cadera cilíndrica internamente abierta
- ✓ Permite que las piernas operen en el plano casi vertical característico del grupo, con los pies directamente debajo del cuerpo



Cintura pélvica Saurischia
(pubis hacia adelante)

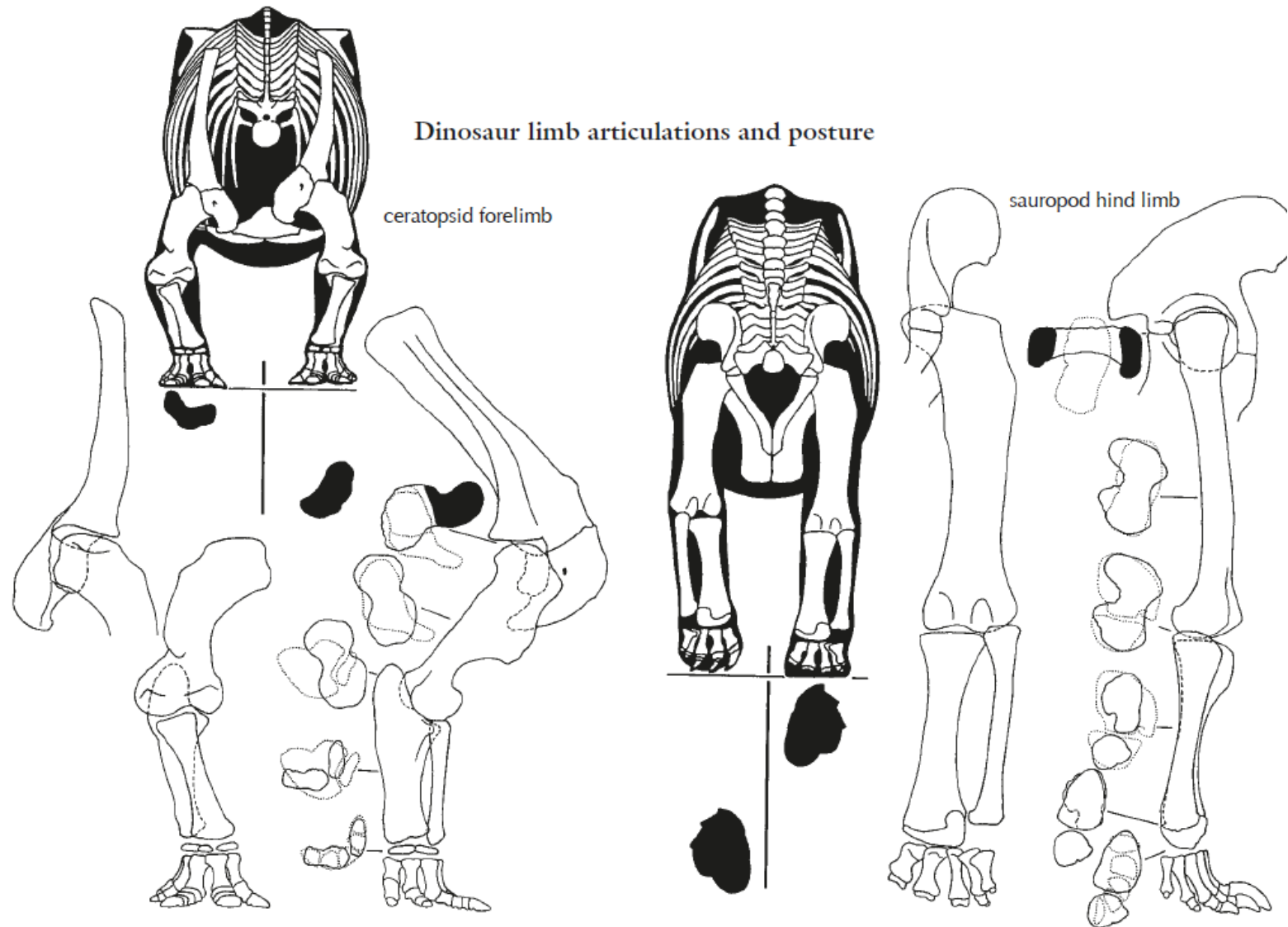


Arcosaurio basal: cavidad parcialmente dirigida hacia afuera con pierna semierecta

Dinosaurio: cavidad de la cadera cilíndrica y abierta internamente con pierna vertical

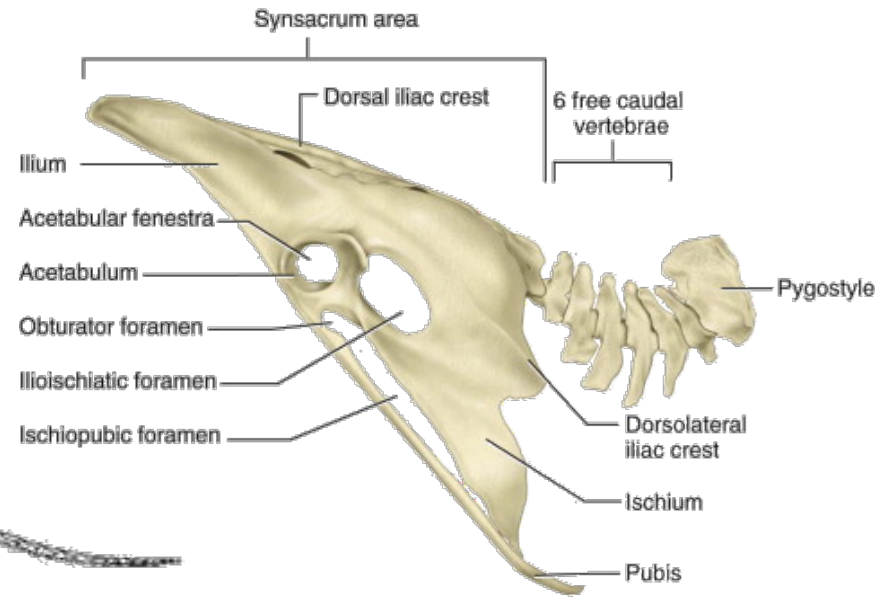
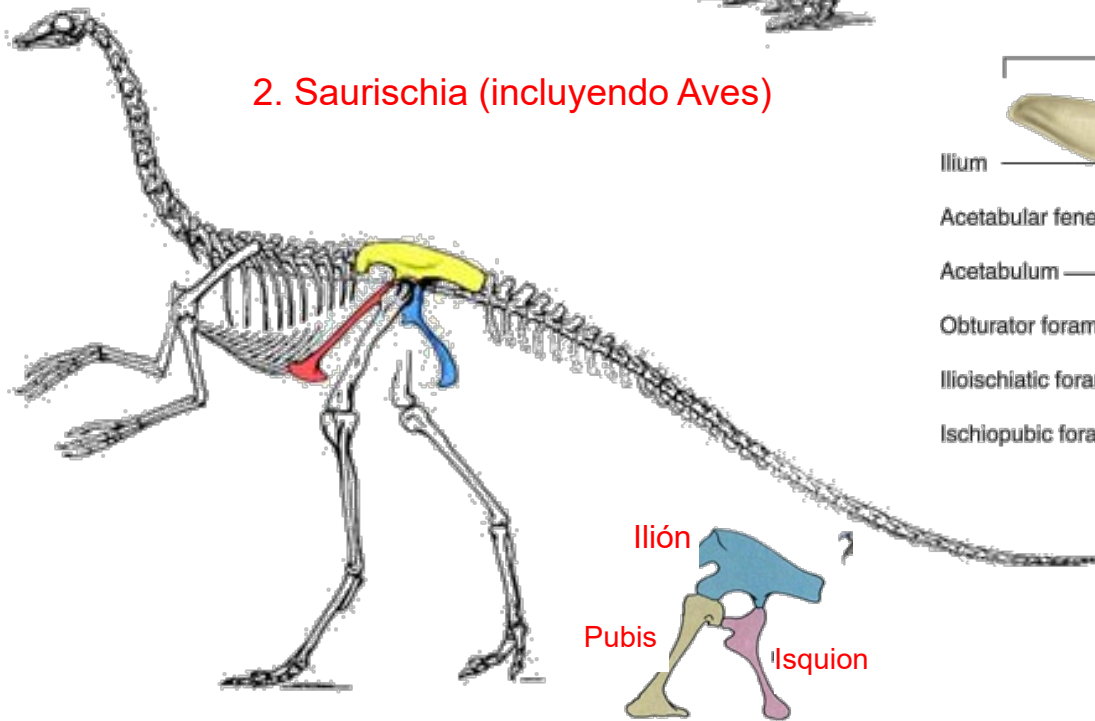
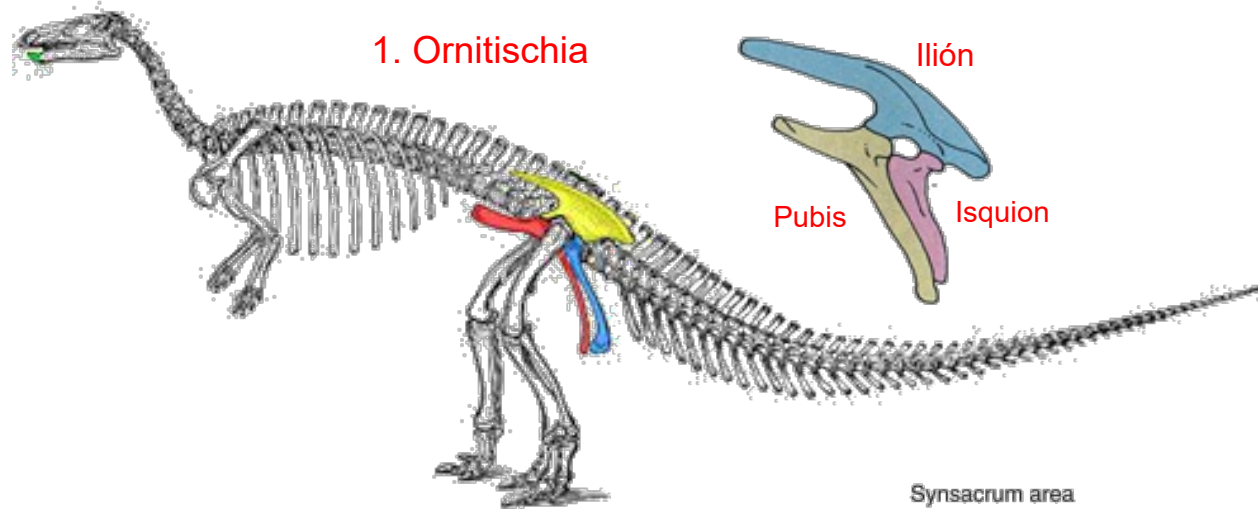
Arcosaurio avanzado: cavidad dirigida hacia con pierna vertical

Dinosauria: posición vertical extremidades y debajo del cuerpo; pies digitígrados



Relación Saurischia (Dinosauria) – Aves

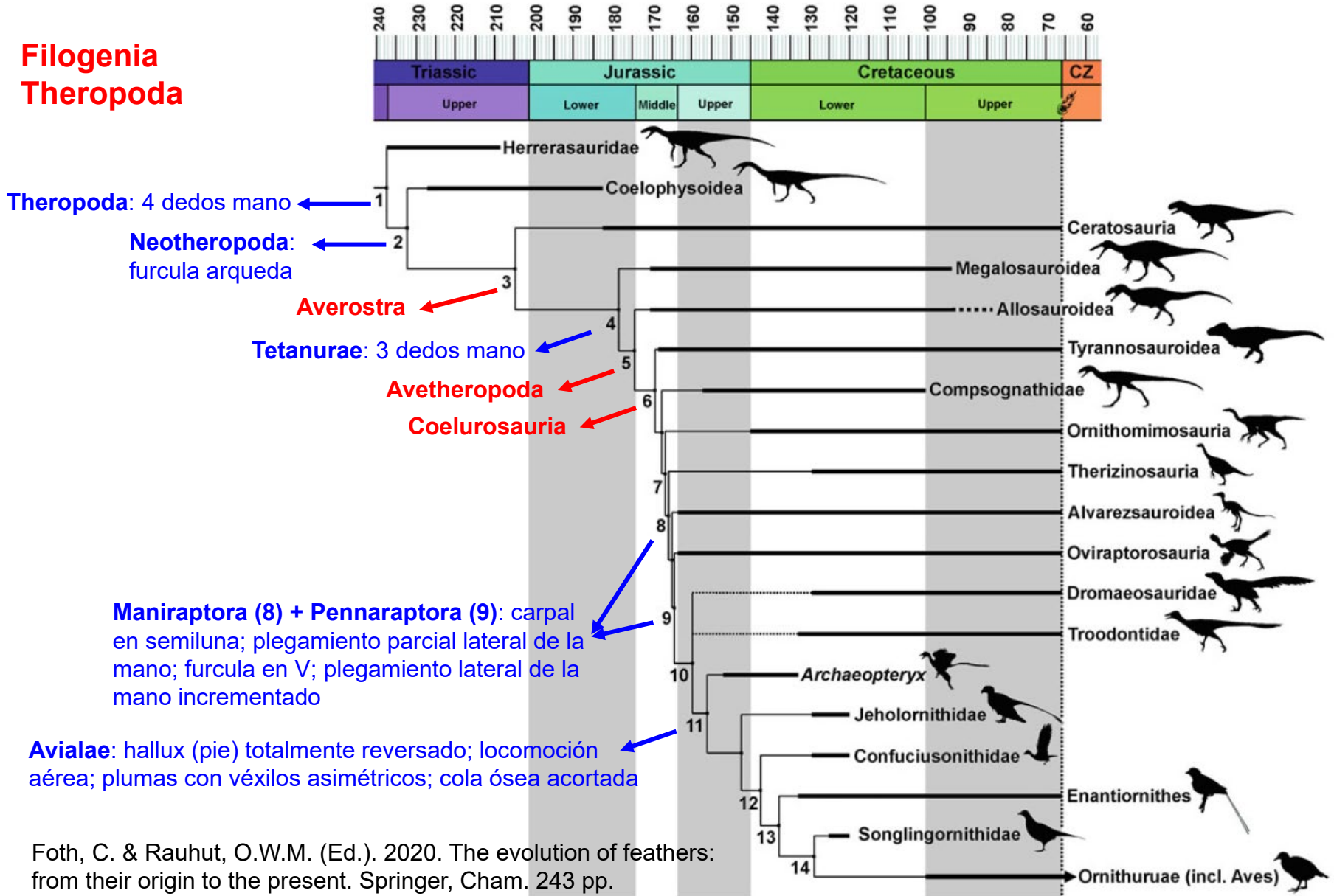
Tipo de cintura pélvica



Aves

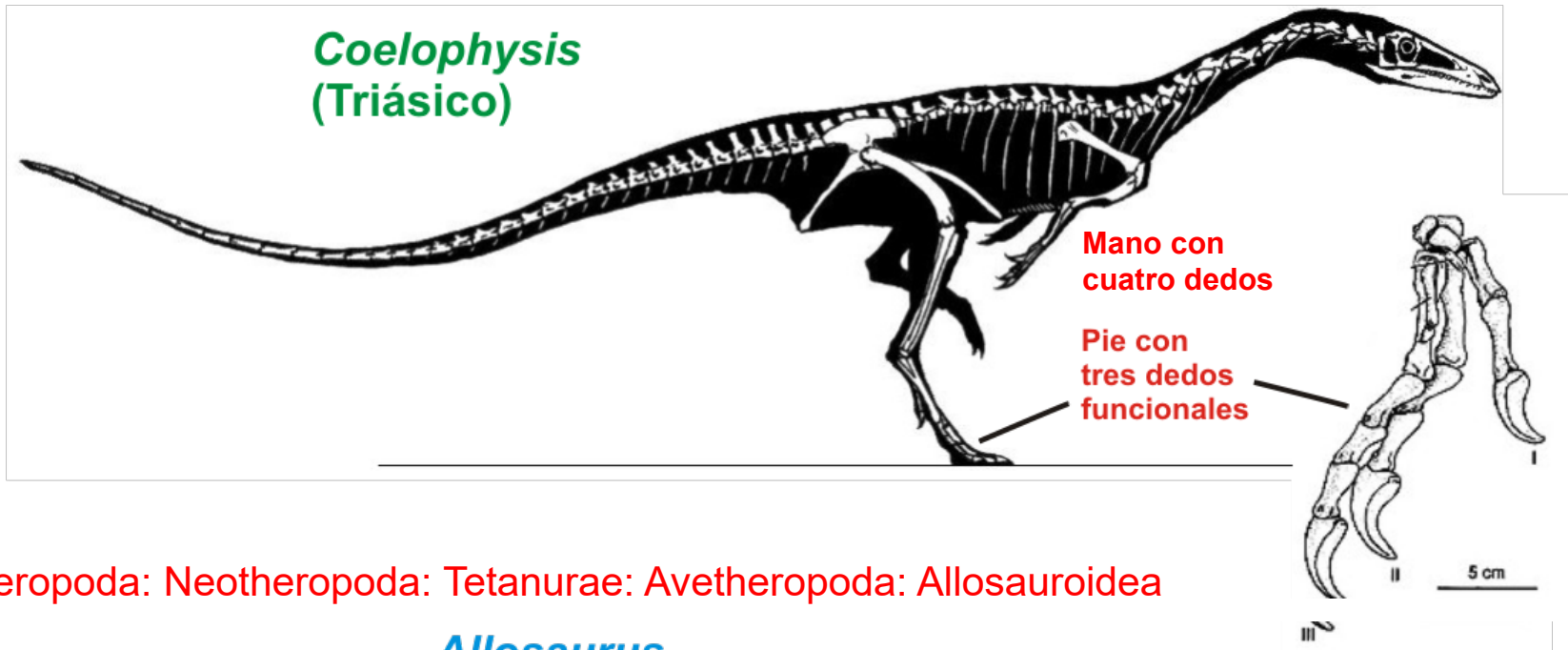
Relación Theropoda (Saurischia: Dinosauria) – Aves

Filogenia Theropoda

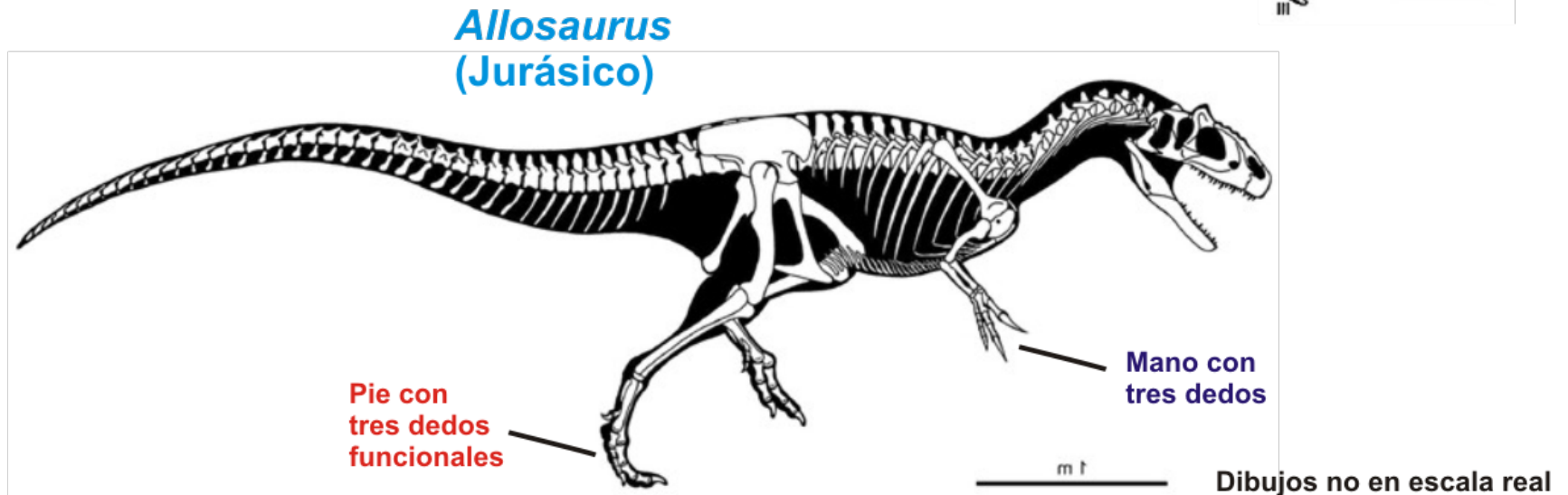


Foth, C. & Rauhut, O.W.M. (Ed.). 2020. The evolution of feathers: from their origin to the present. Springer, Cham. 243 pp.

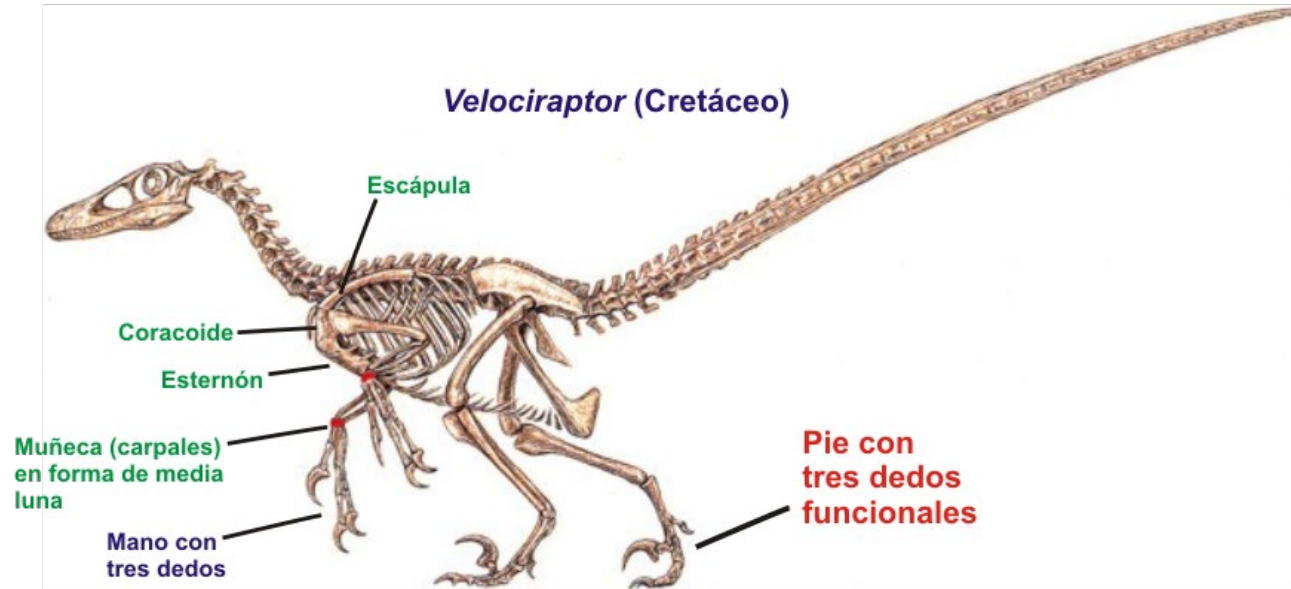
Theropoda: Neotheropoda: Coelophysoidea



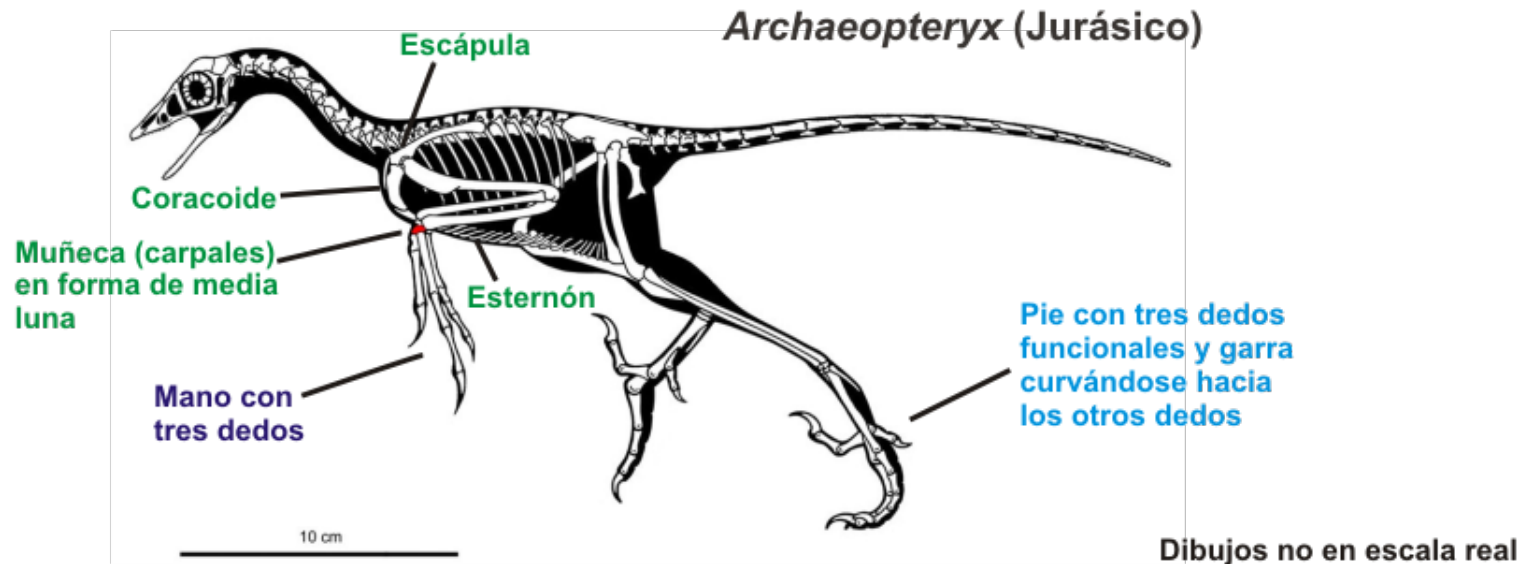
Theropoda: Neotheropoda: Tetanurae: Avetheropoda: Allosauroidea



Theropoda: Neotheropoda: Tetanurae: Avetheropoda: Coelurosauria: Maniraptora

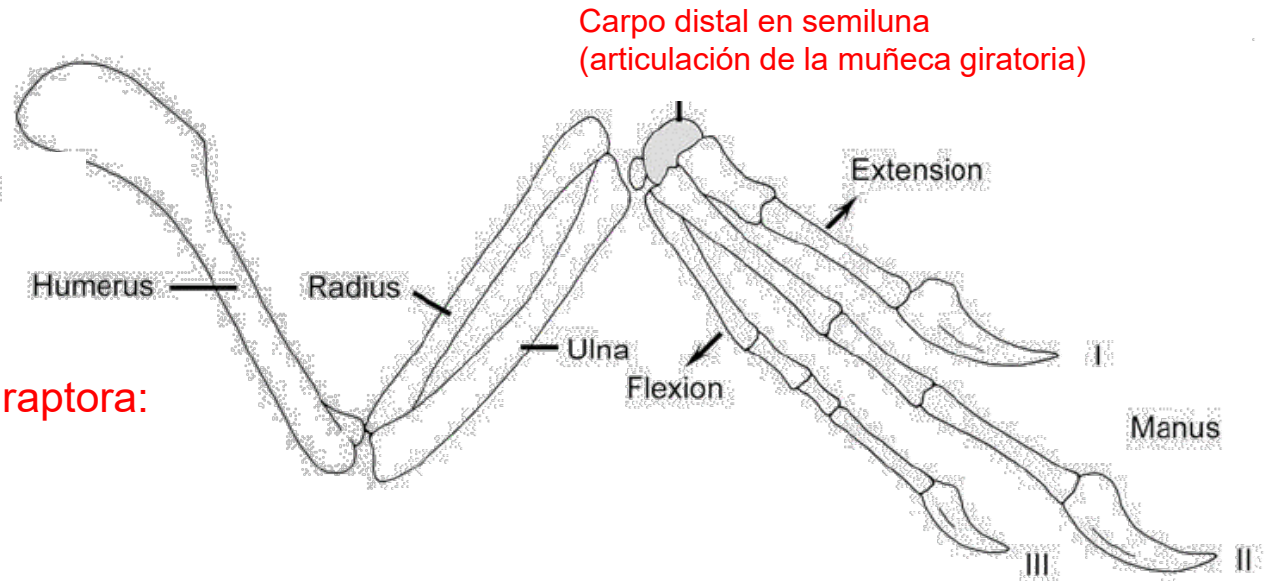


Theropoda: Neotheropoda: Tetanurae: Avetheropoda: Coelurosauria: Maniraptora: Avialae

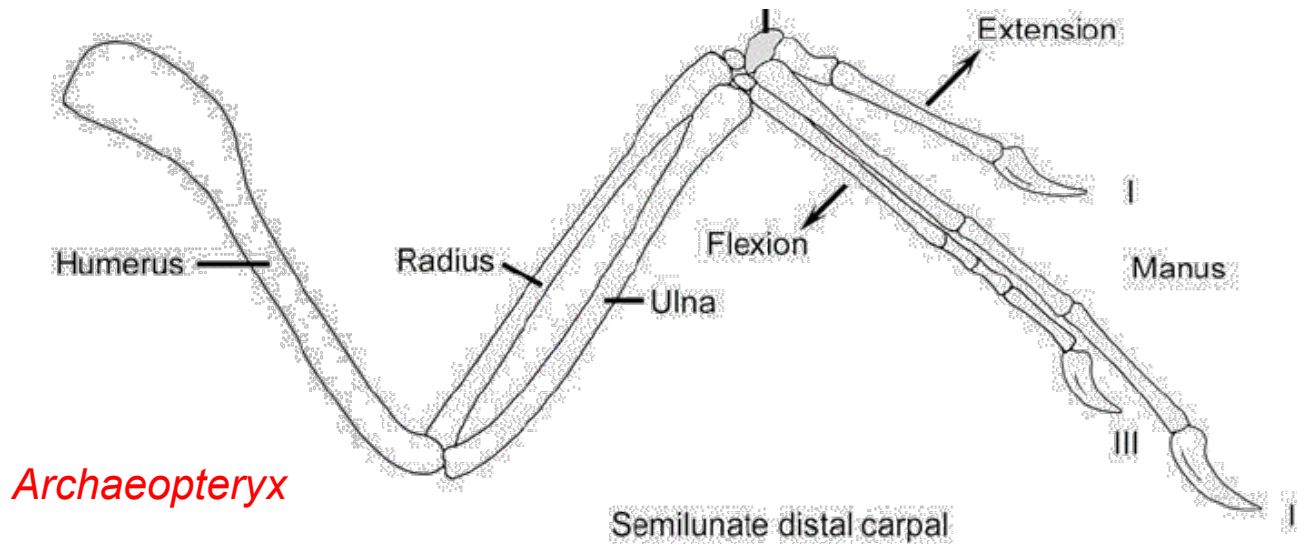


Muñeca giratoria (carpo distal semilunar)

Deinonychus (Maniraptora:
Dromaeosauridae)

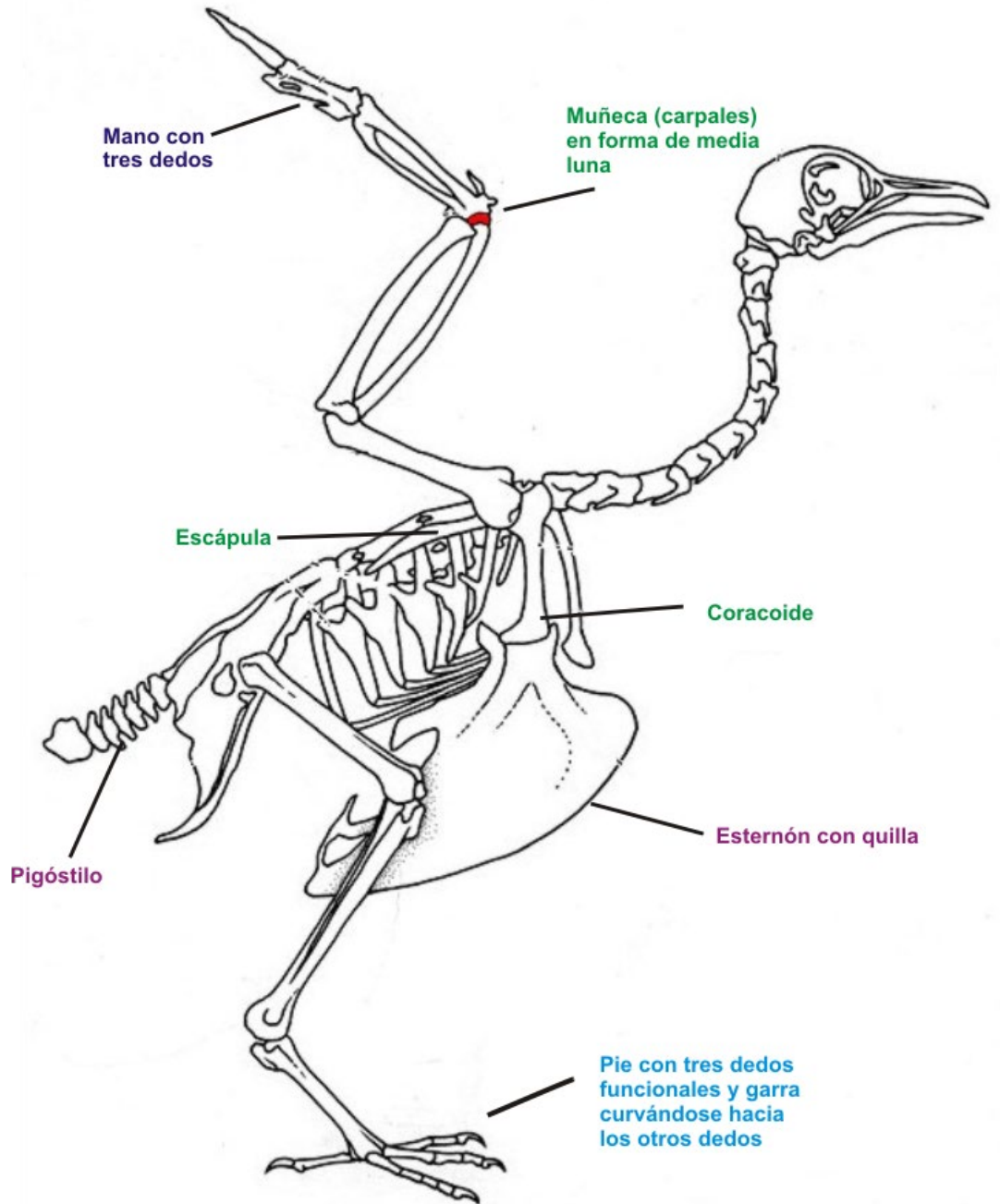


Carpo distal en semiluna
(articulación de la muñeca giratoria)

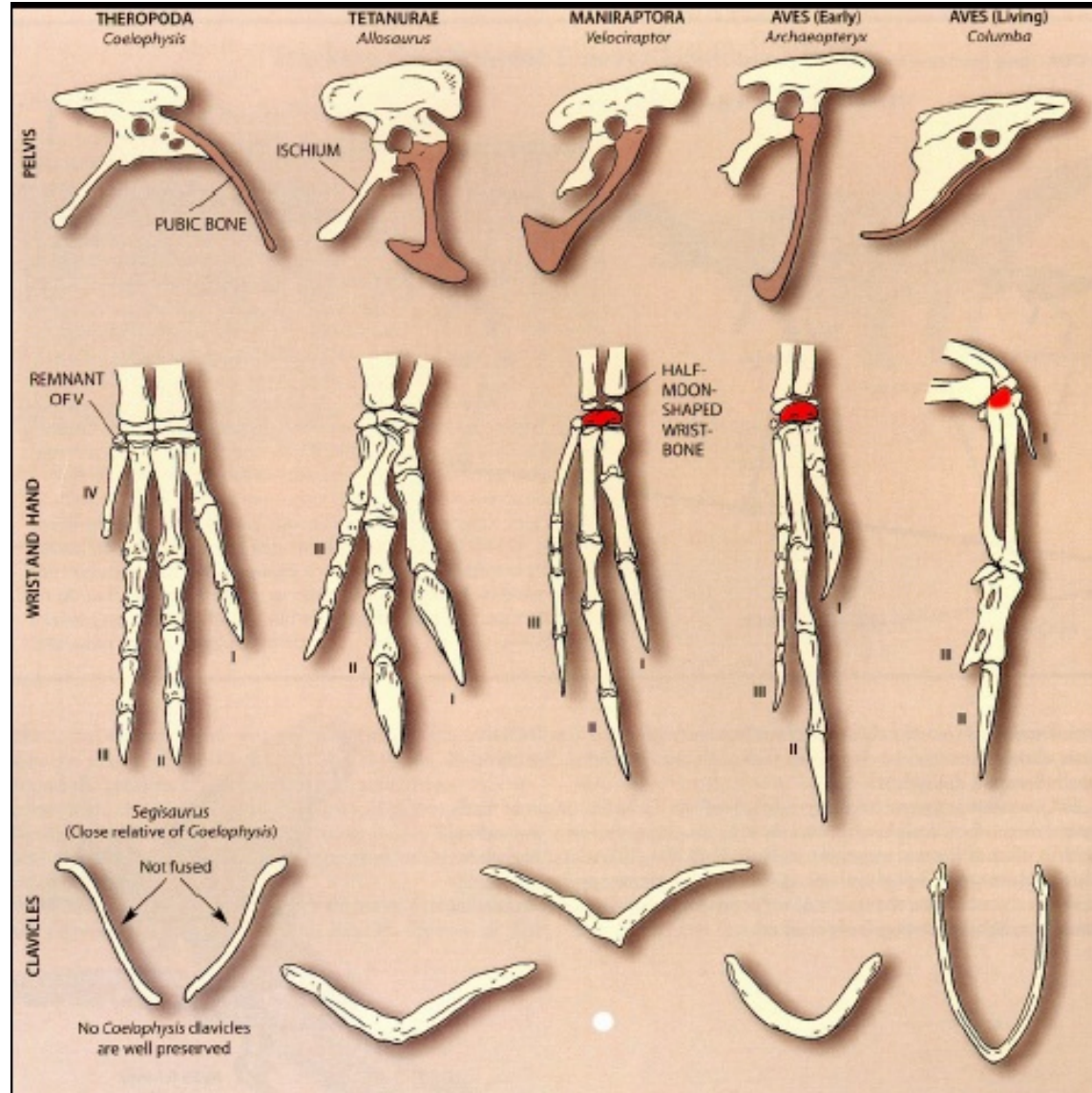
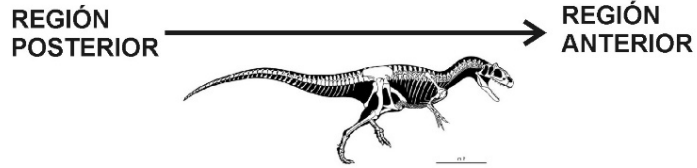
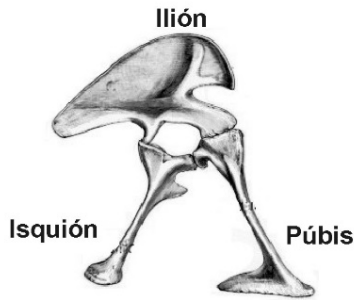


Chatterjee, S. 2015.
The rise of birds. 225
million years of
evolution. Second
Edition. Johns Hopkins
University Press,
Baltimore. 370 pp.

Finalmente, el AVE moderna



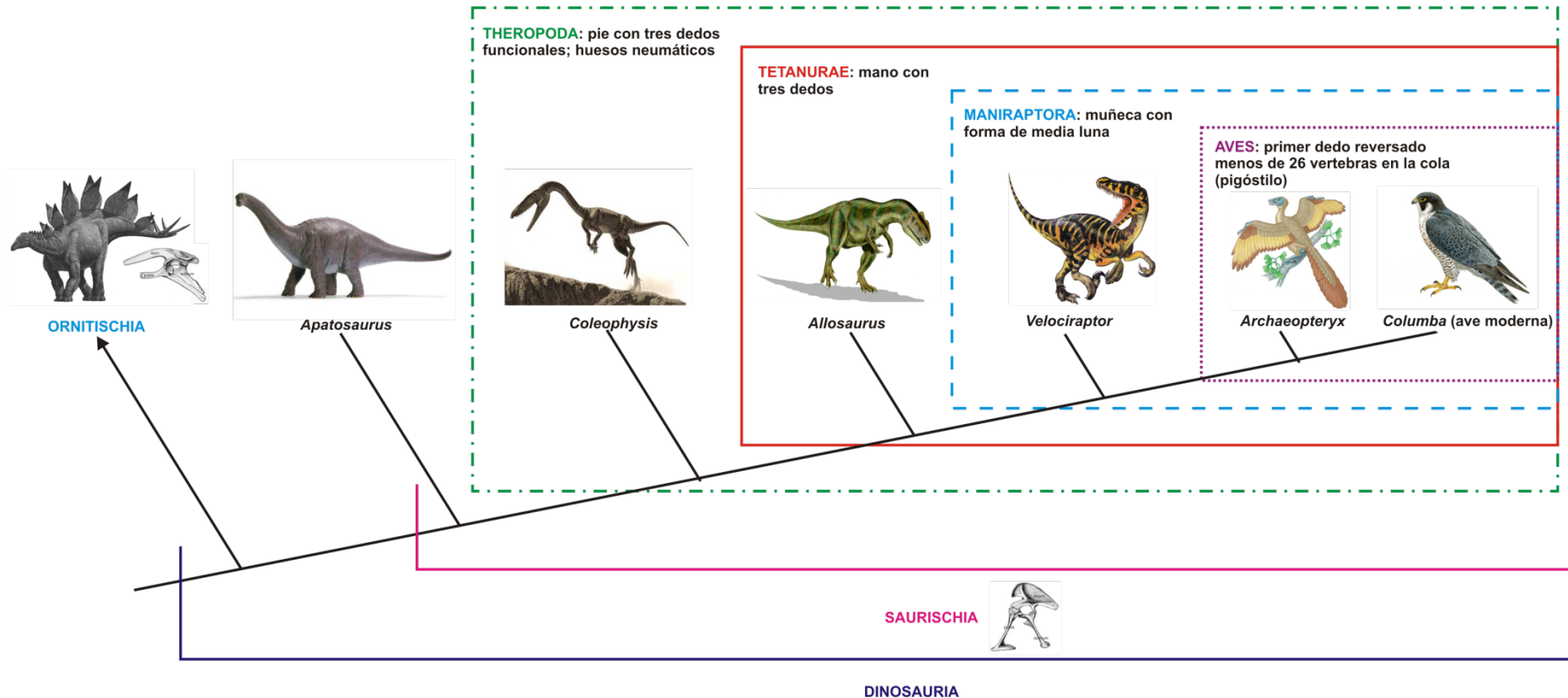
Resumen: características osteológicas que apoyan la evolución de las aves a partir de los dinosaurios terópodos



Padian, K. & Chiappe, L.M.
1998. The origin of birds and their flight. *Sci. Am.* 278: 38-47

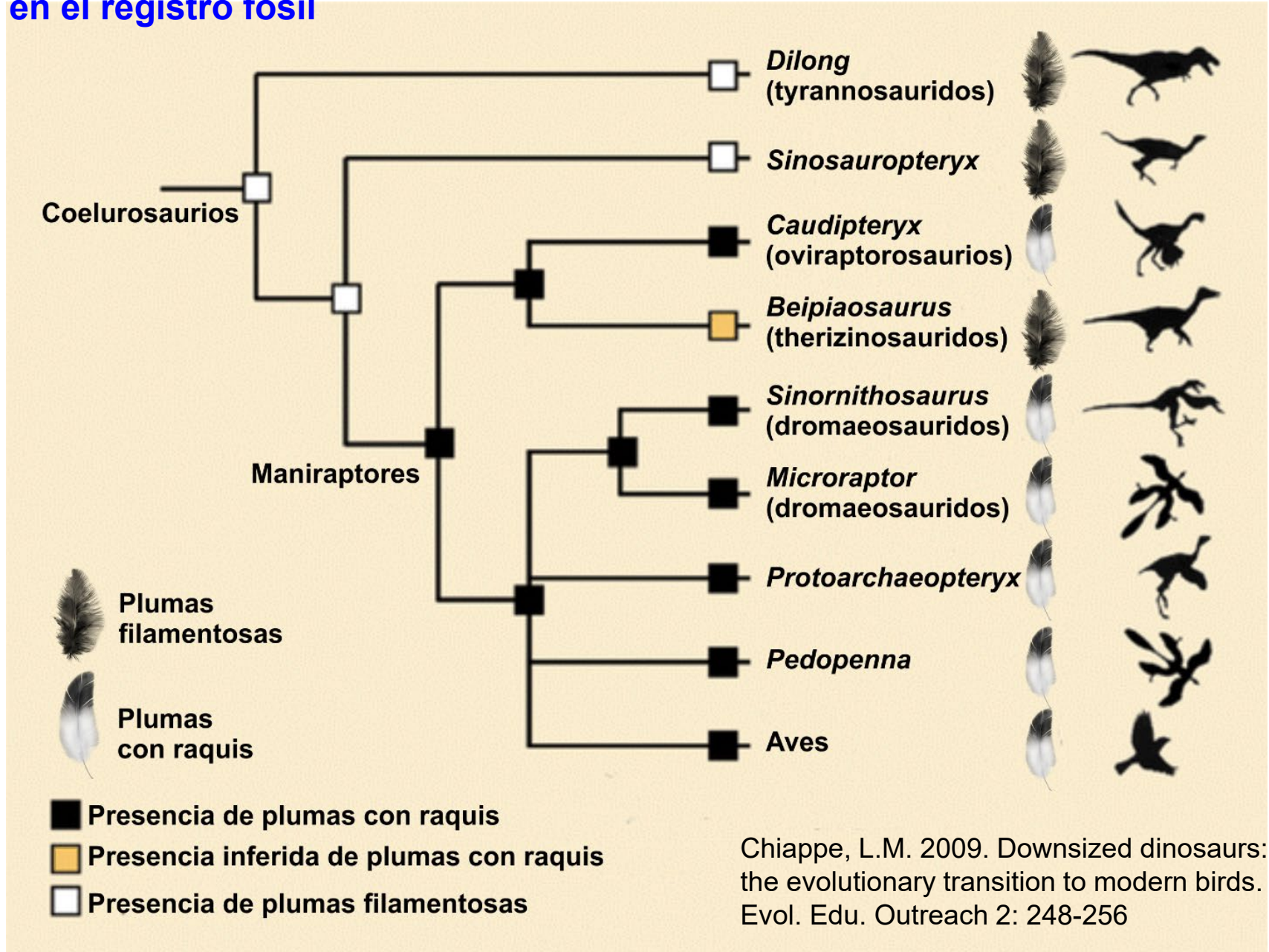
1. Comportamiento
2. Osteología
- 3. Filogenia**
4. Evidencia de plumas en el registro fósil

Análisis cladístico de esas características apoya la evolución de las aves a partir de ancestros como *Coelophysis*, *Allosaurus*, y *Velociraptor*

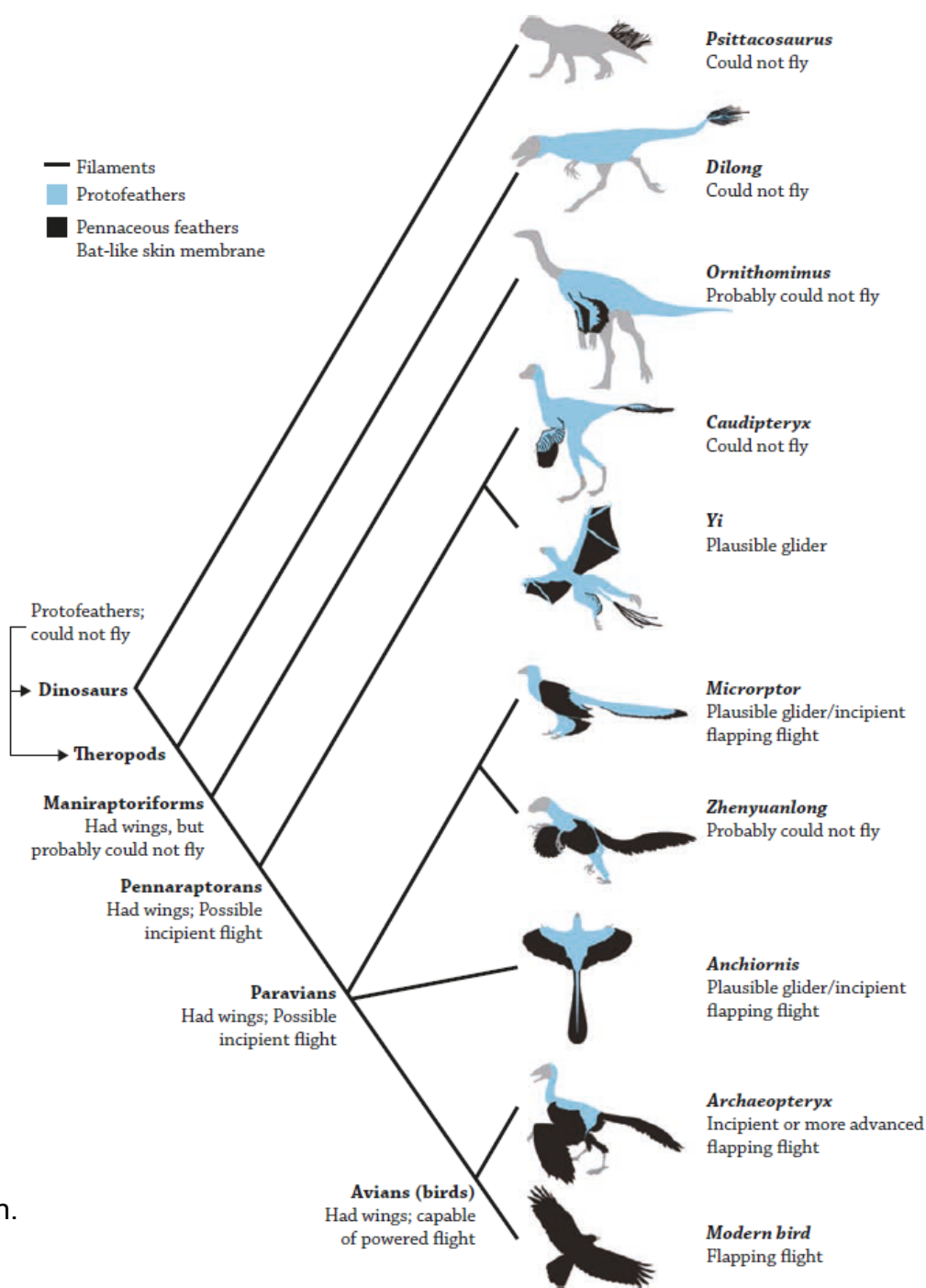


4. Evidencia de plumas en el registro fósil

Historia relacionada a las plumas

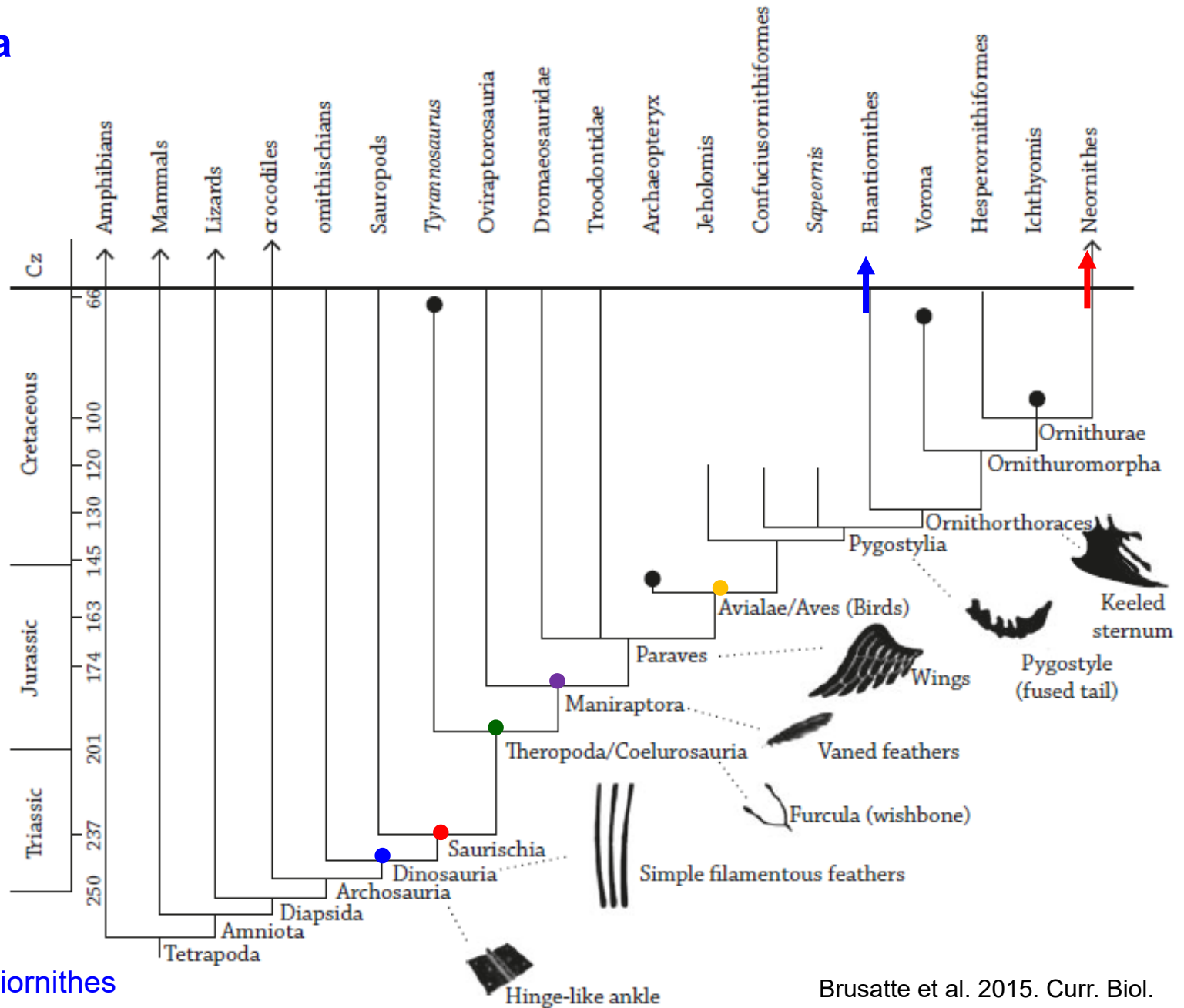


Las plumas y las alas evolucionaron en algunos de los primeros dinosaurios, pero el vuelo llegó más tarde y es probable que solo las aves fueran capaces de volar con toda su potencia.



Scott, G. 2020. Essential ornithology. Second edition. Oxford University Press, Oxford, UK. 159 pp.

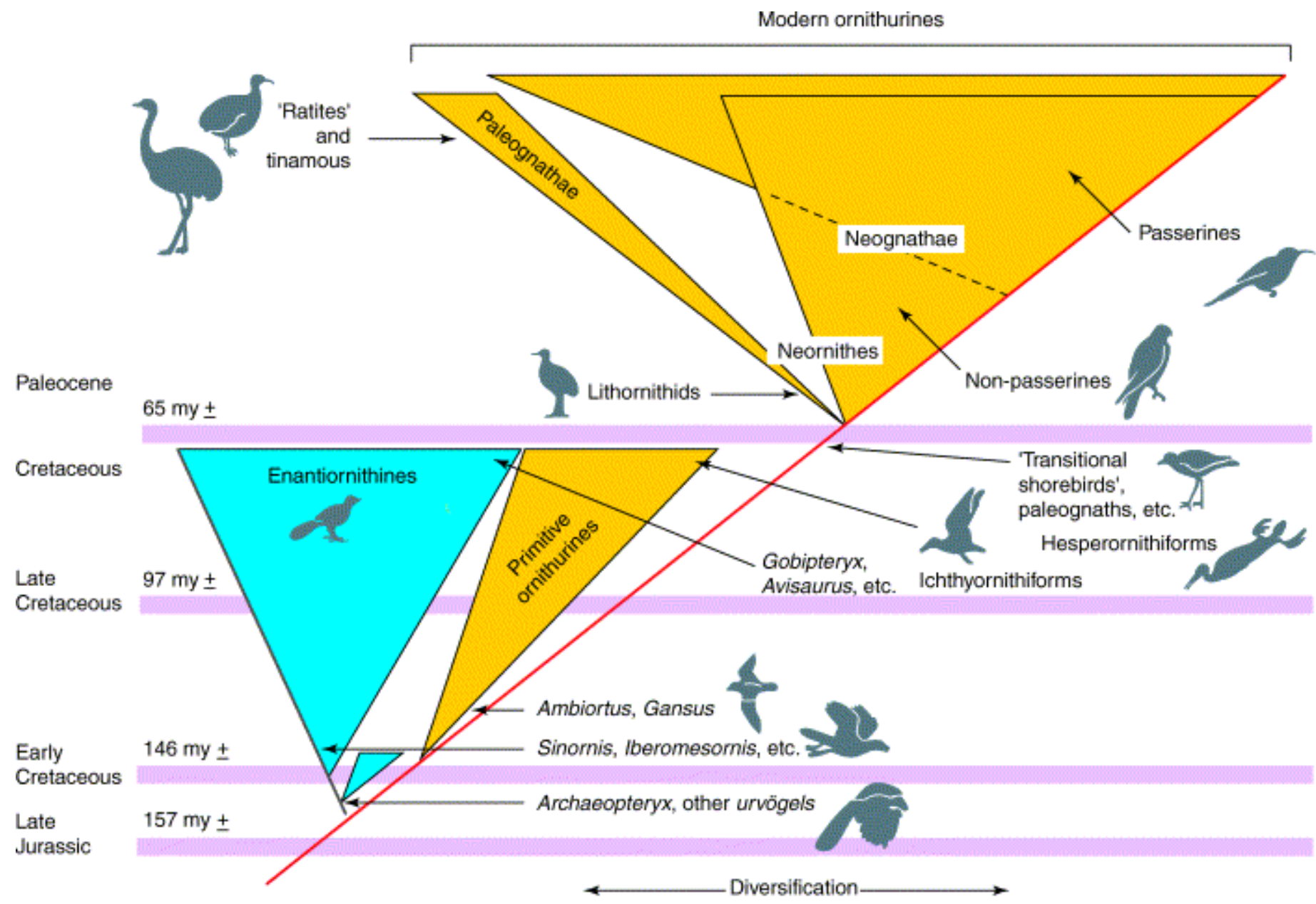
Sistemática



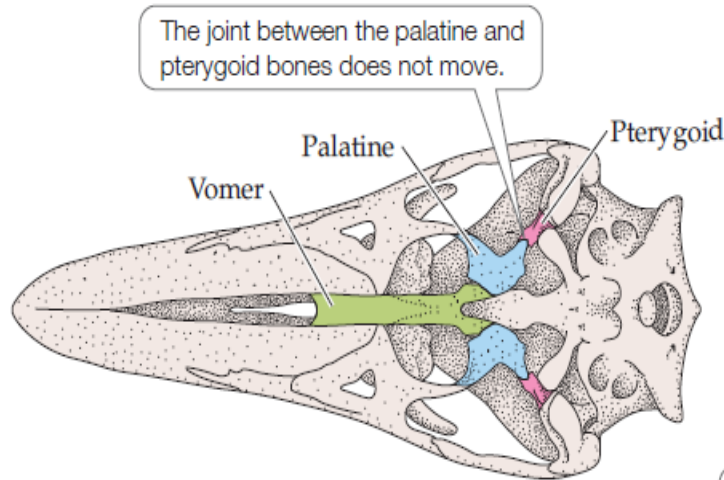
Subclass Enantiornithes

Subclass Neornithes

Brusatte et al. 2015. Curr. Biol. 25: R888-R898



(A) Paleognathous palate of a rhea, *Rhea*



(B) Neognathous palate of a wild turkey, *Meleagris*

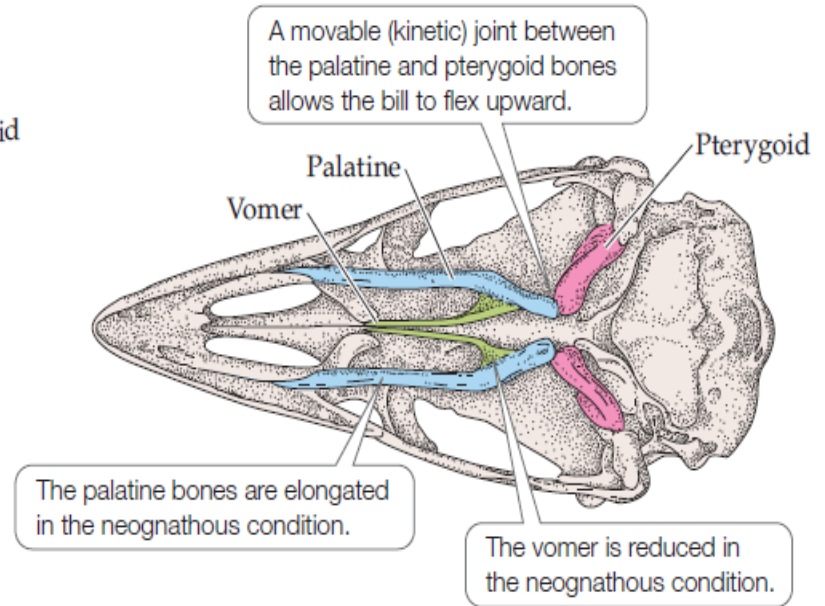
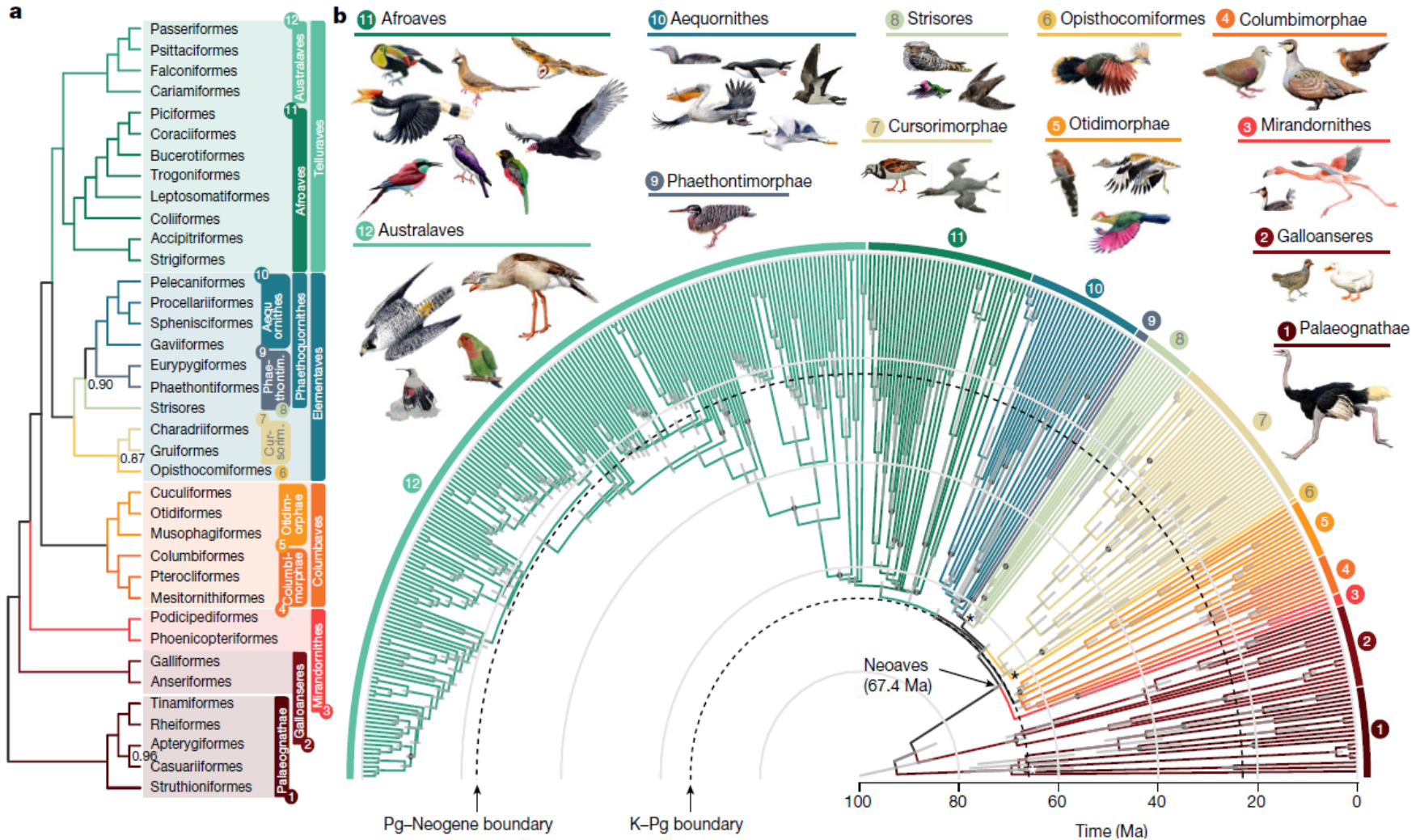


Figure 21.2 Palatal differences of Paleognathae and Neognathae. The two main groups within extant birds are distinguished by the form of the palate. (A) The paleognathous palate is robust and rigid, resembling that of earlier theropods. (B) The neognathous palate is more lightly built and contributes to cranial kinesis (mobility of the skull bones). The vomer is reduced, and long, thin palatine bones form kinetic joints with the

pterygoid the pterygoid bone. These changes allowed the palate and bill to move during feeding, which in turn led to widespread specializations for different food sources and methods of feeding. (See credit details at the end of this chapter.)

Filogenia Aves Neornithes

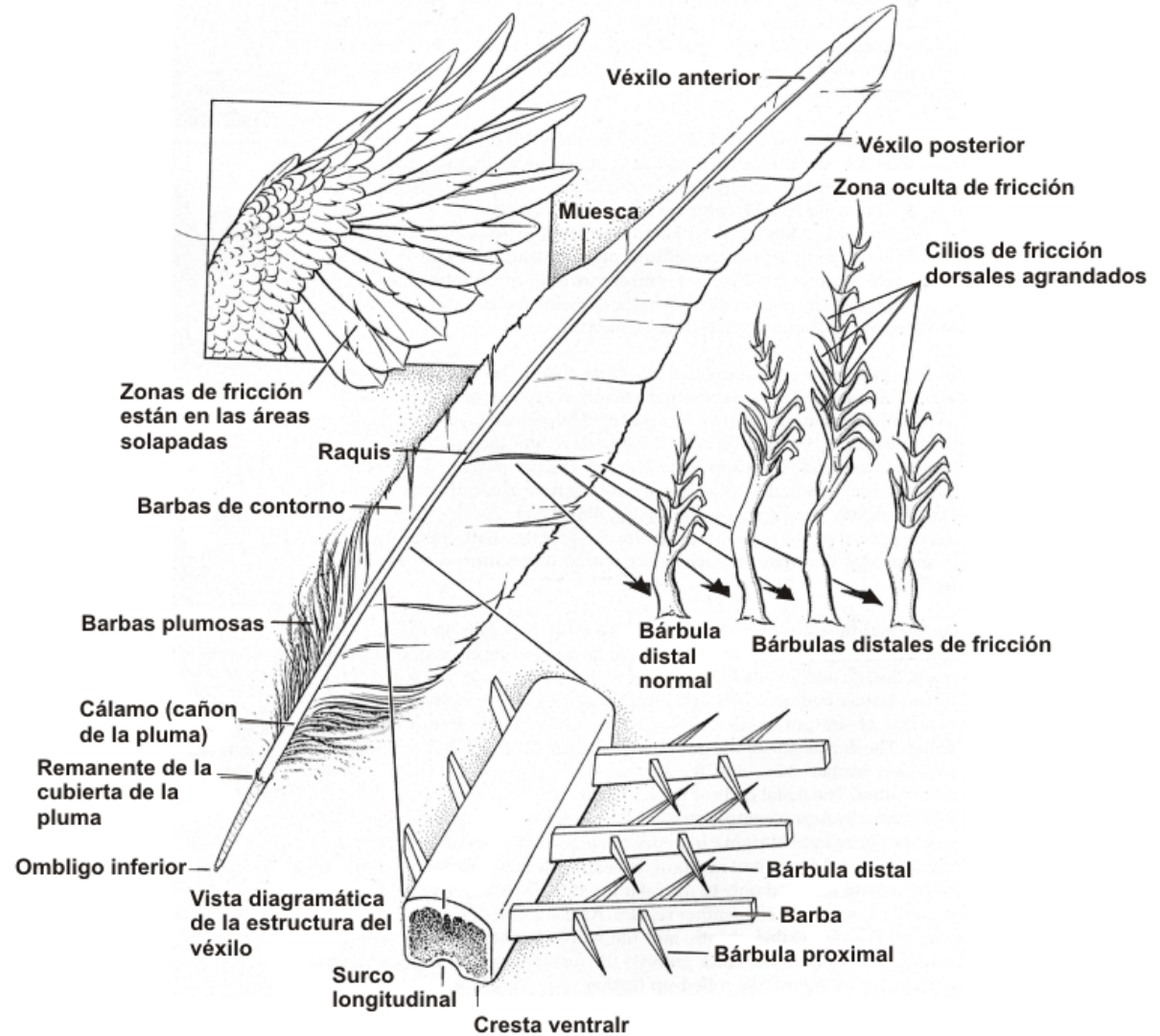
Distribuidos en 12 clados.
 Palaeognathae + Neognathae (Galloanserae + Neoaves)



Características de las plumas

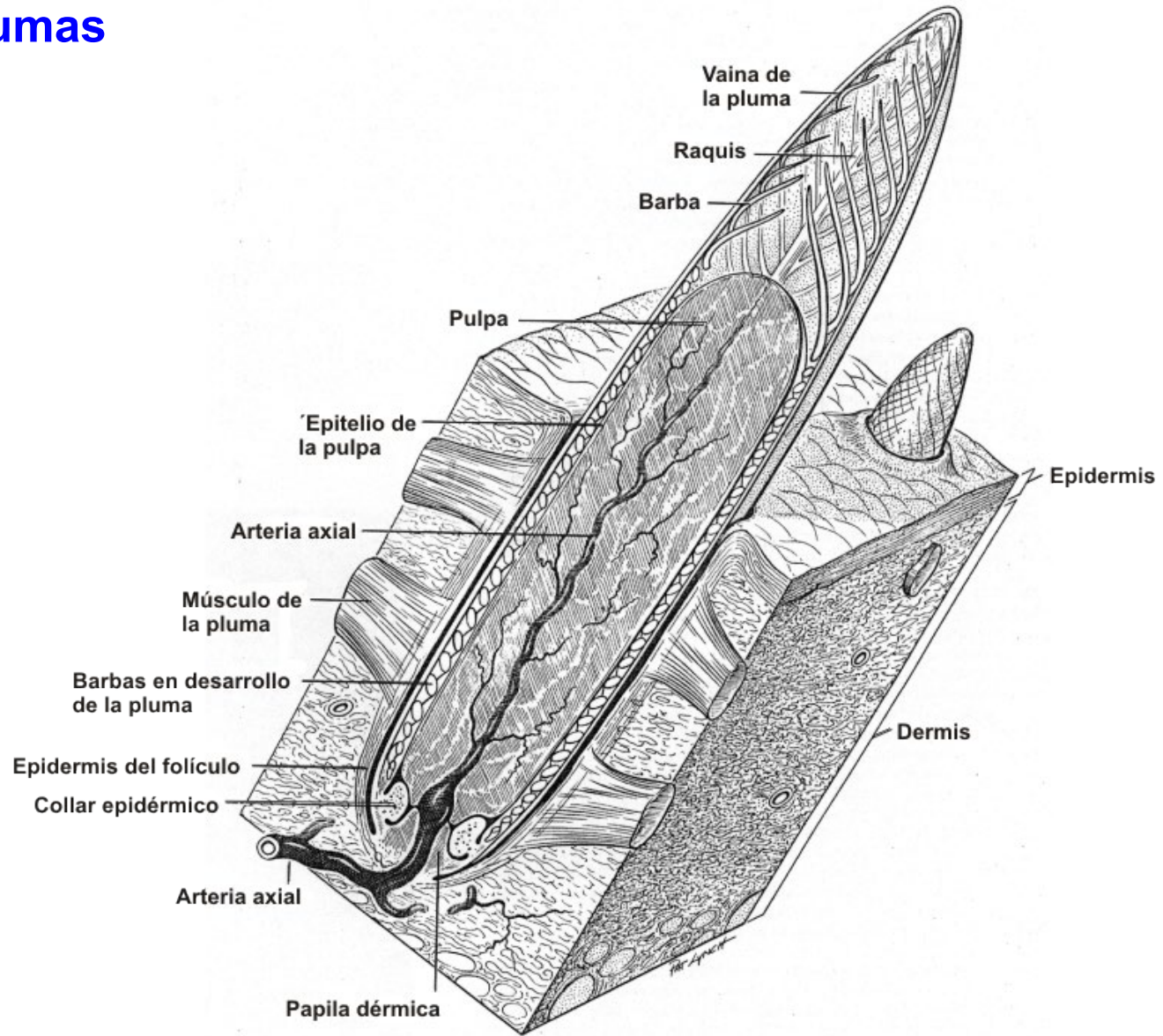
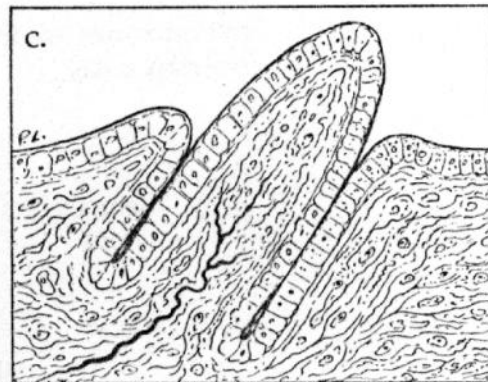
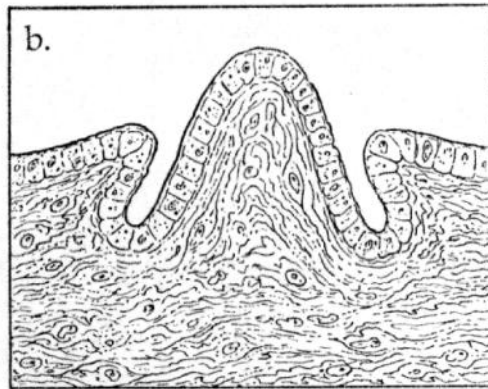
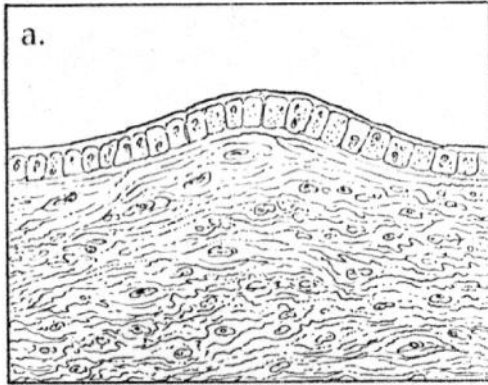
PLUMAS: modificaciones de escamas epidérmicas de reptiles

- **Adaptaciones para el vuelo**



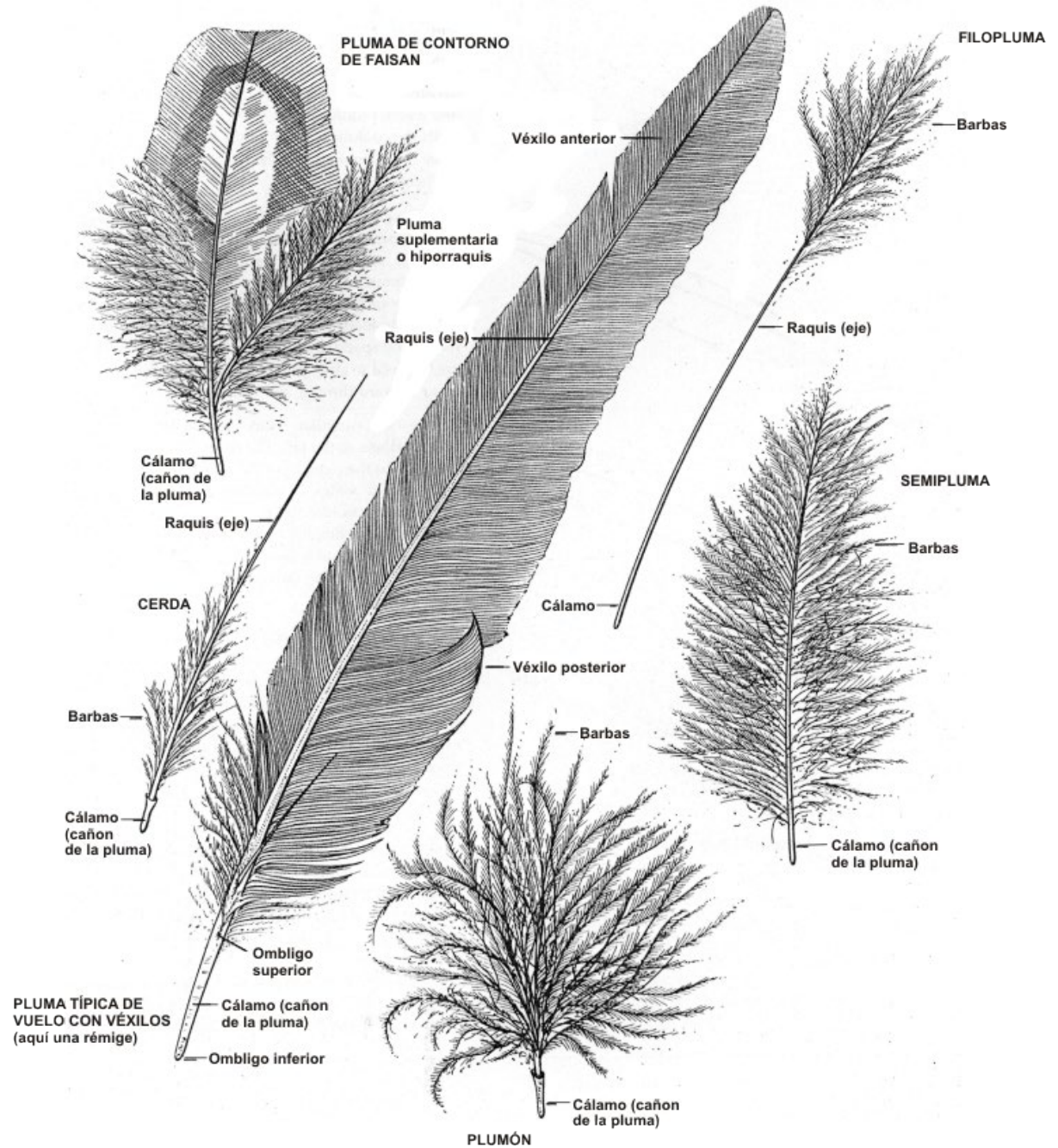
- ✓ Aislamiento térmico
- ✓ Recepción táctil
- ✓ Comunicación sexual

Estructura de la plumas



Desarrollo de la pluma

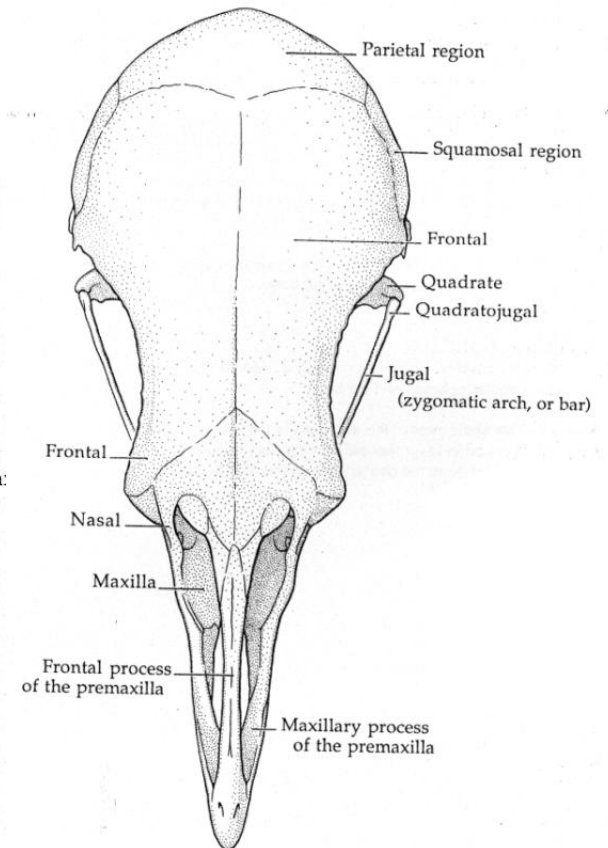
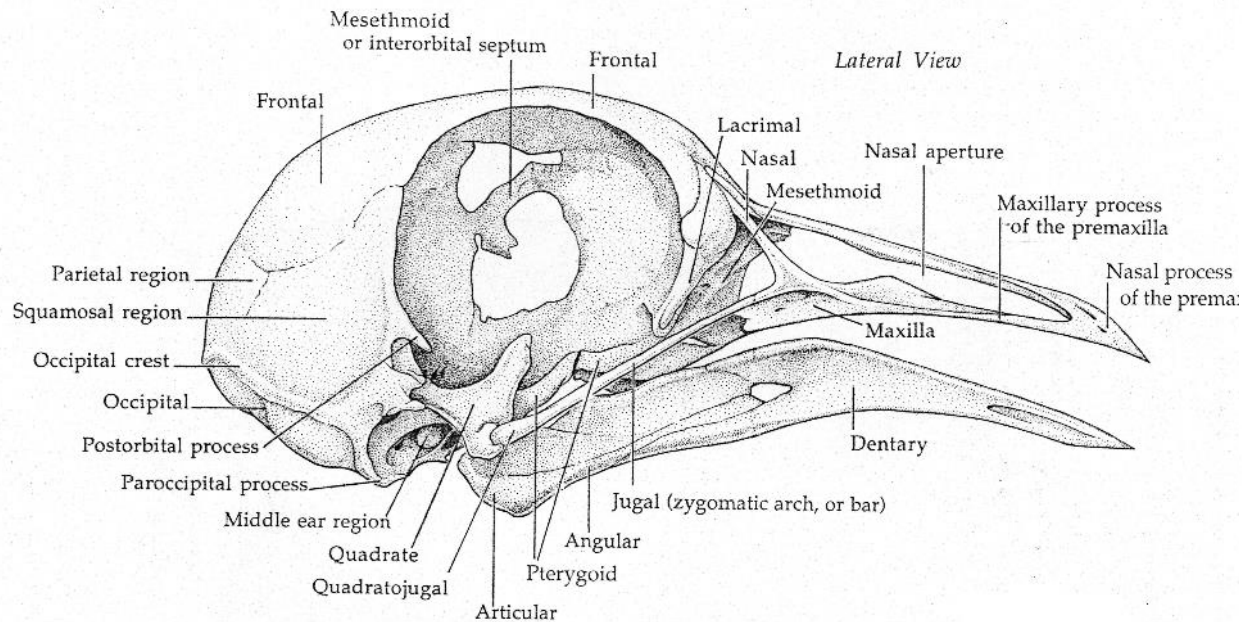
Tipos de plumas



Pérdida y fusión de huesos = reducción de peso corporal y compactación del cuerpo

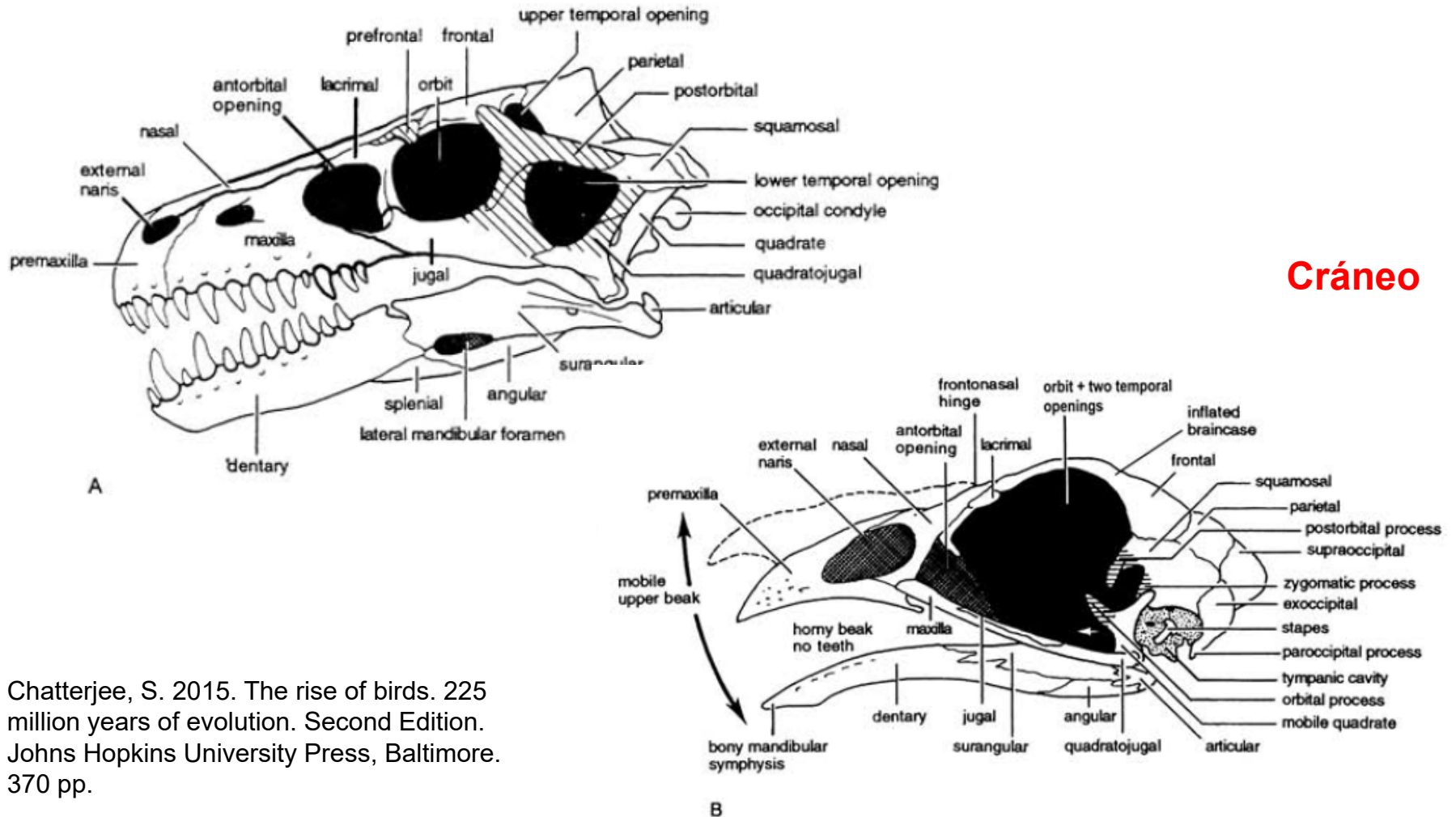
- Modificaciones asociadas al vuelo
 - ✓ Rigidez al ave durante el vuelo

Cráneo



Comparación del cráneo de un dromaeosaurio y un pollo

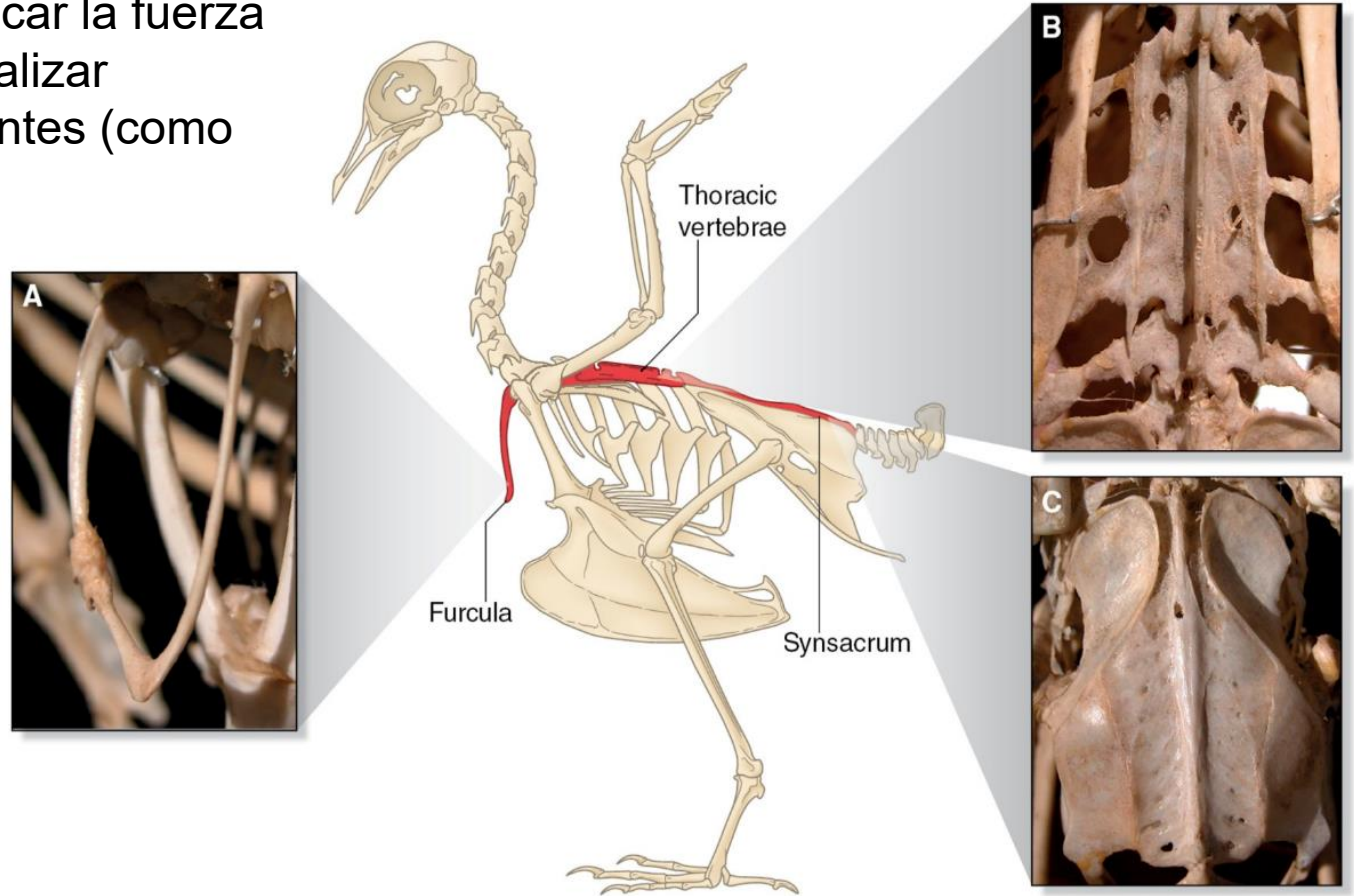
Innovación más importante en las aves: modificación de la región temporal del cráneo
>> órbita del ojo confluye con las fontanelas temporal superior e inferior



Chatterjee, S. 2015. The rise of birds. 225 million years of evolution. Second Edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore. 370 pp.

Modificaciones asociadas al vuelo

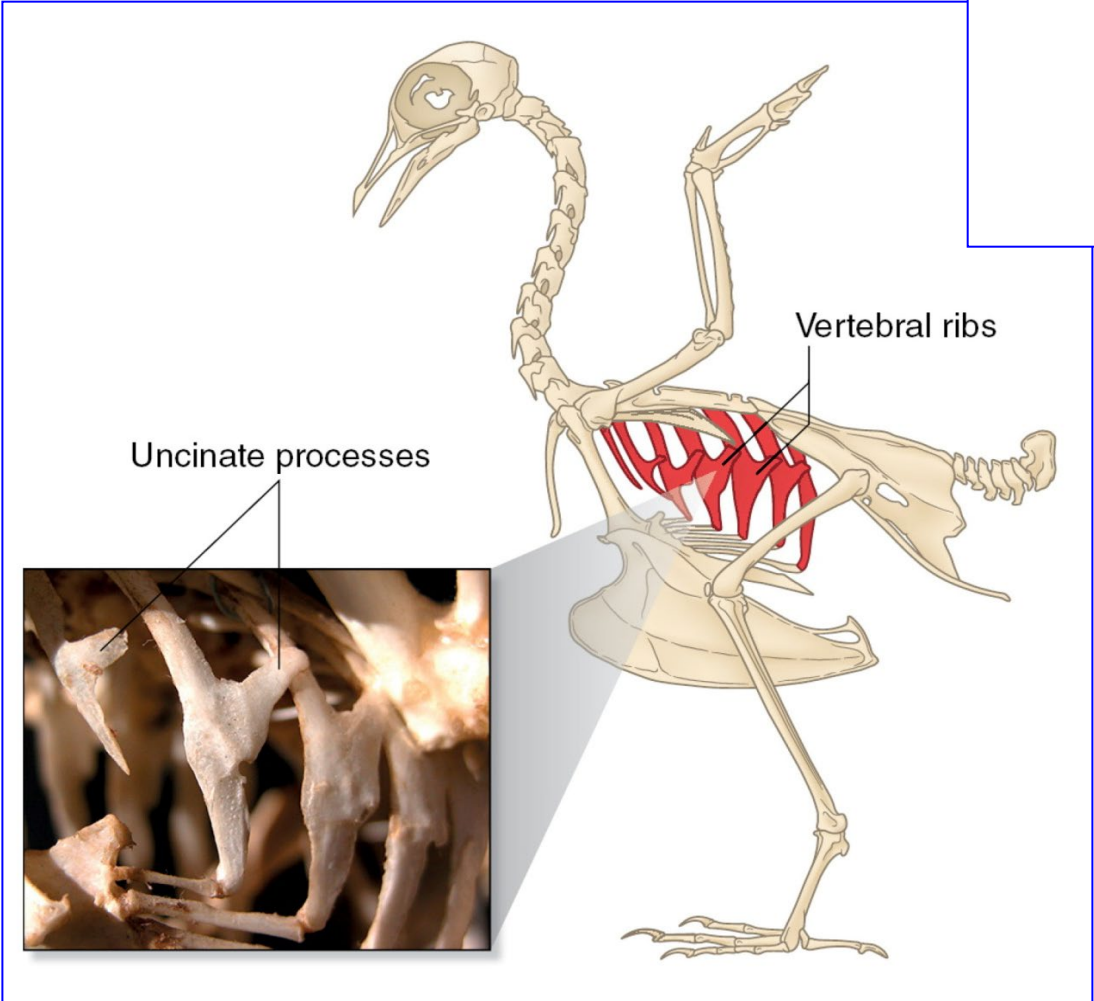
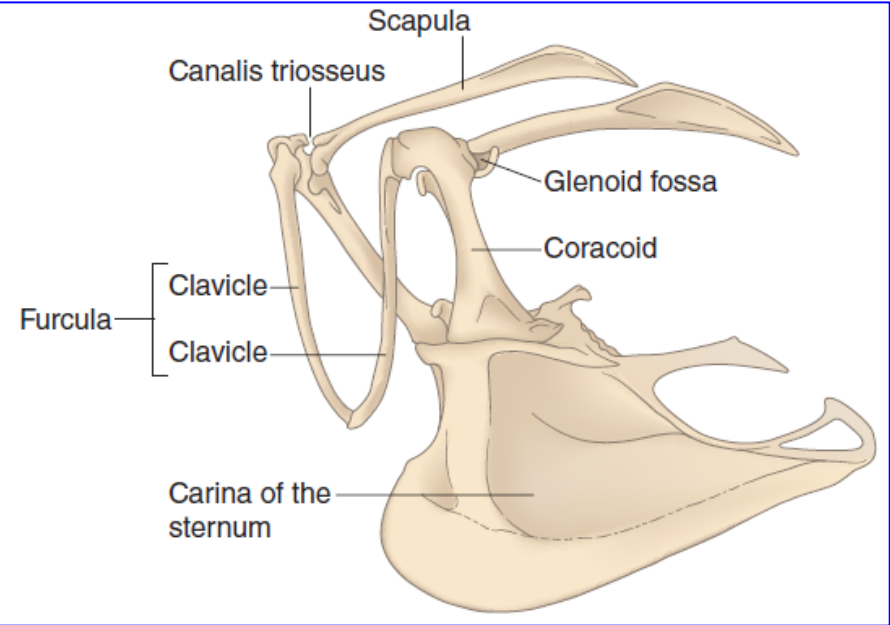
- ✓ Rigidez al ave durante el vuelo
- ✓ Permitir a las aves mantener la ligereza sin sacrificar la fuerza necesaria para realizar movimientos potentes (como golpes de alas)



(B) Fusión de vértebras torácicas que sostienen las costillas y sacos aéreos

(C) **Sinsacro**: fusión de vértebras sacrales y huesos pélvicos

Modificación torácicas para el vuelo

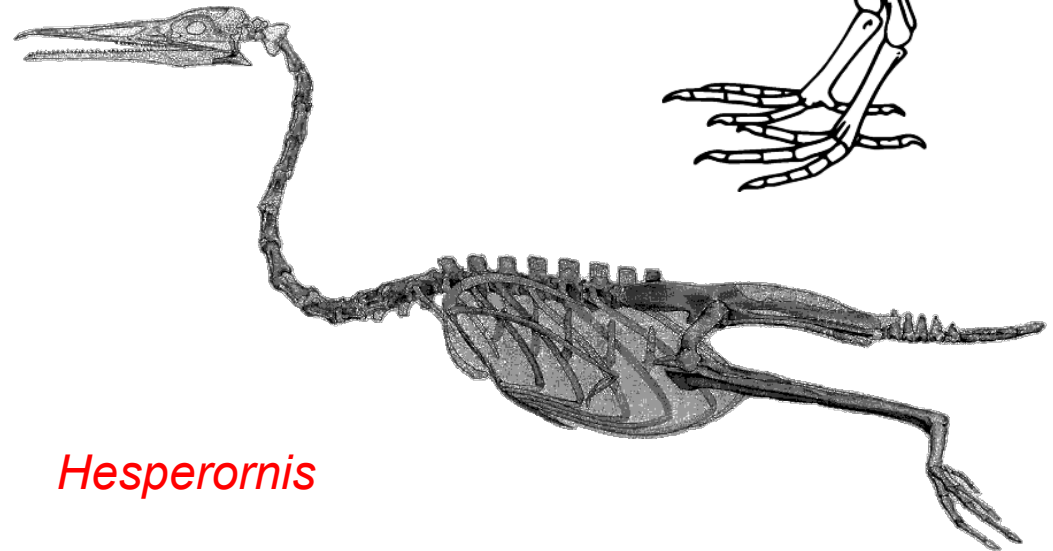
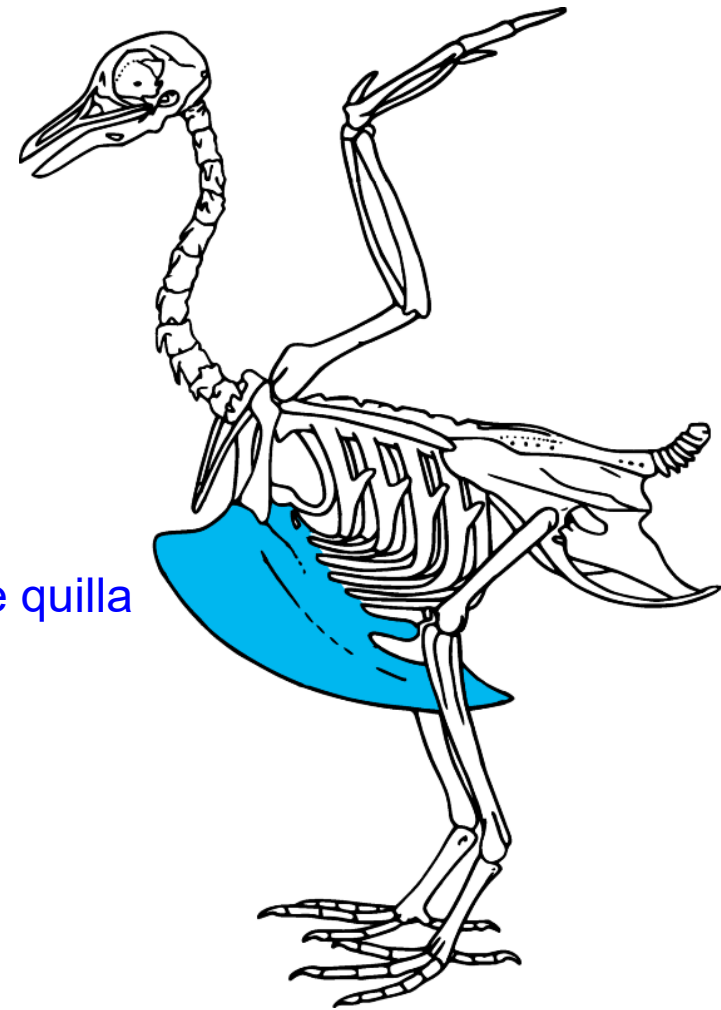


No voladoras versus voladoras



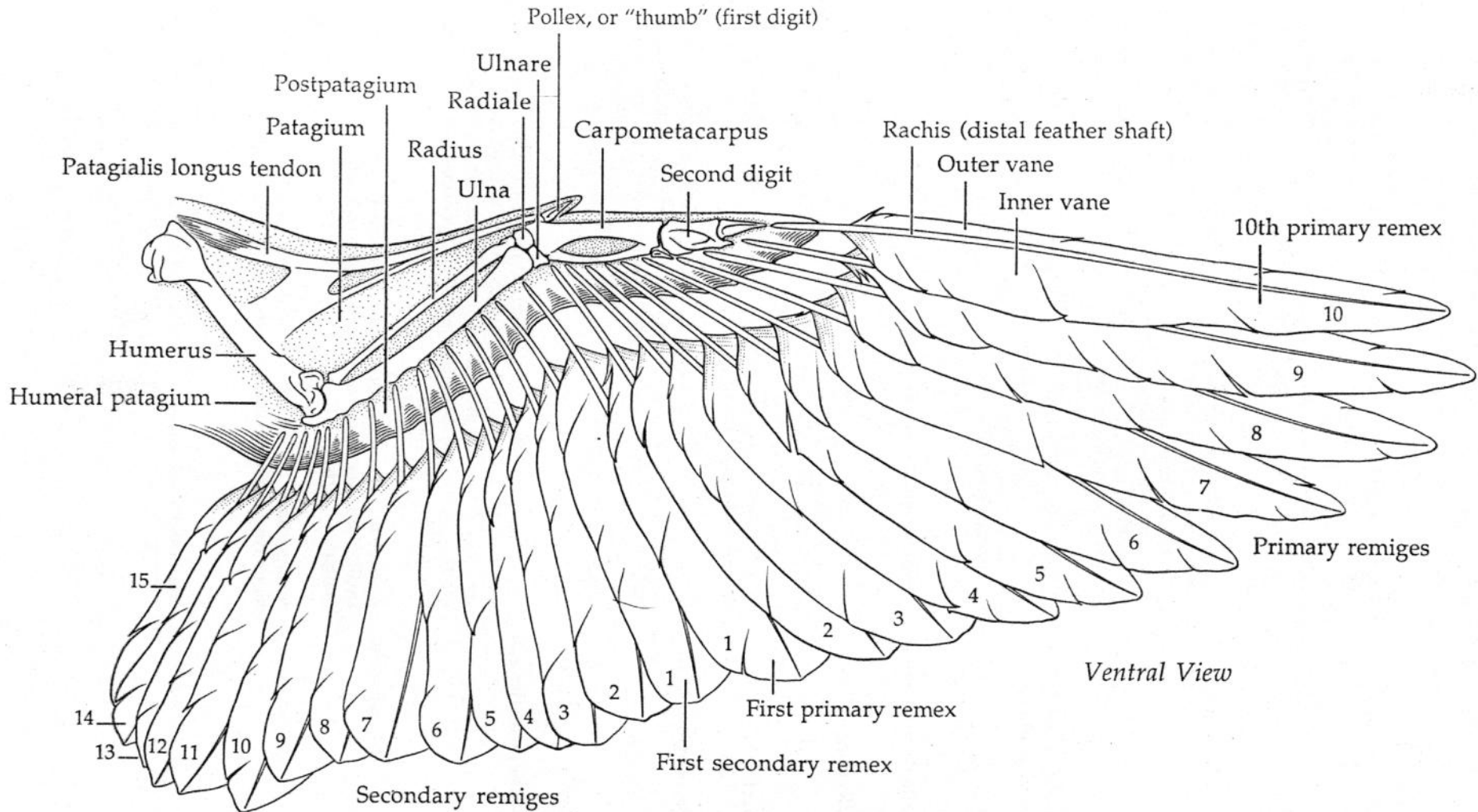
Avestruz

Presencia de quilla
del esternón

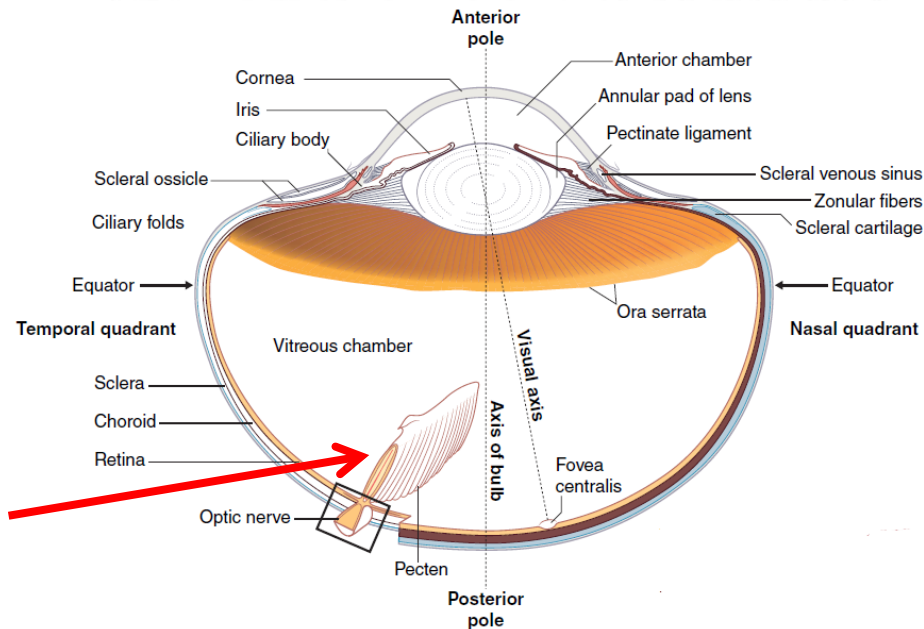
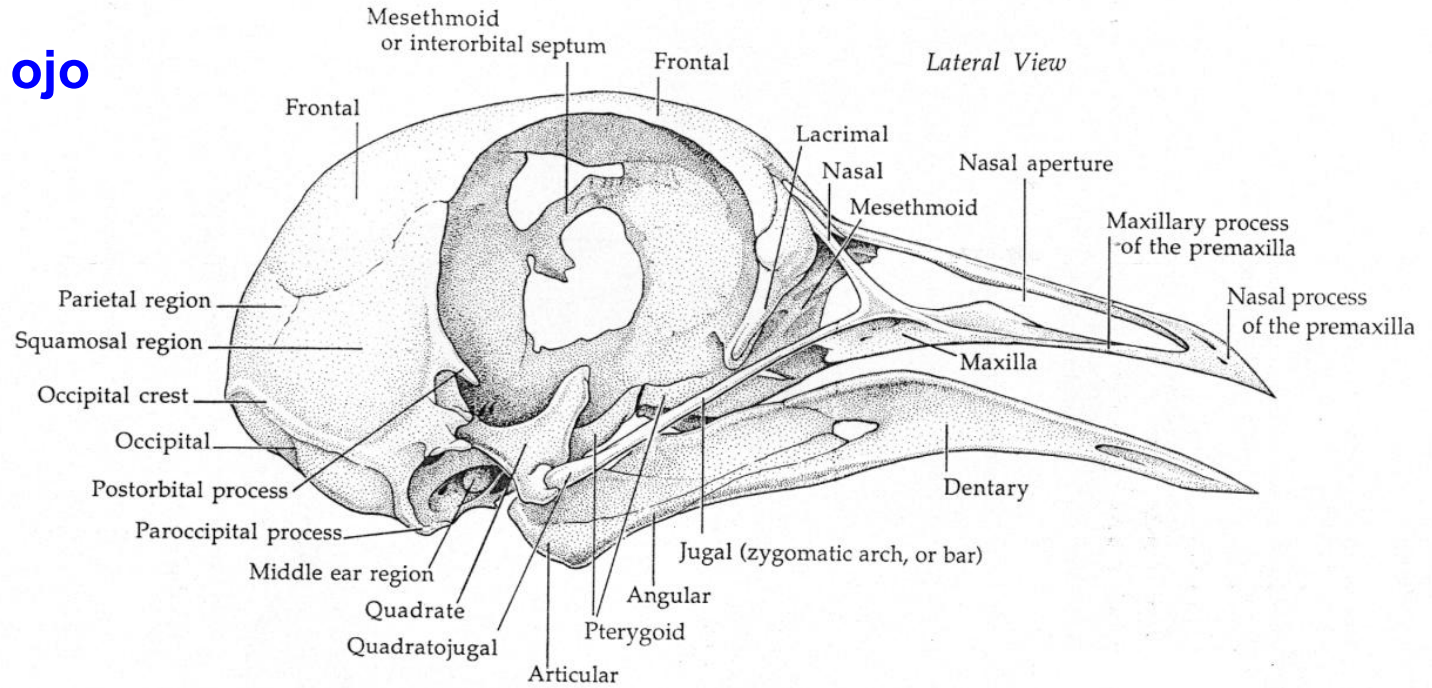


Hesperornis

Alas (extremidades anteriores)

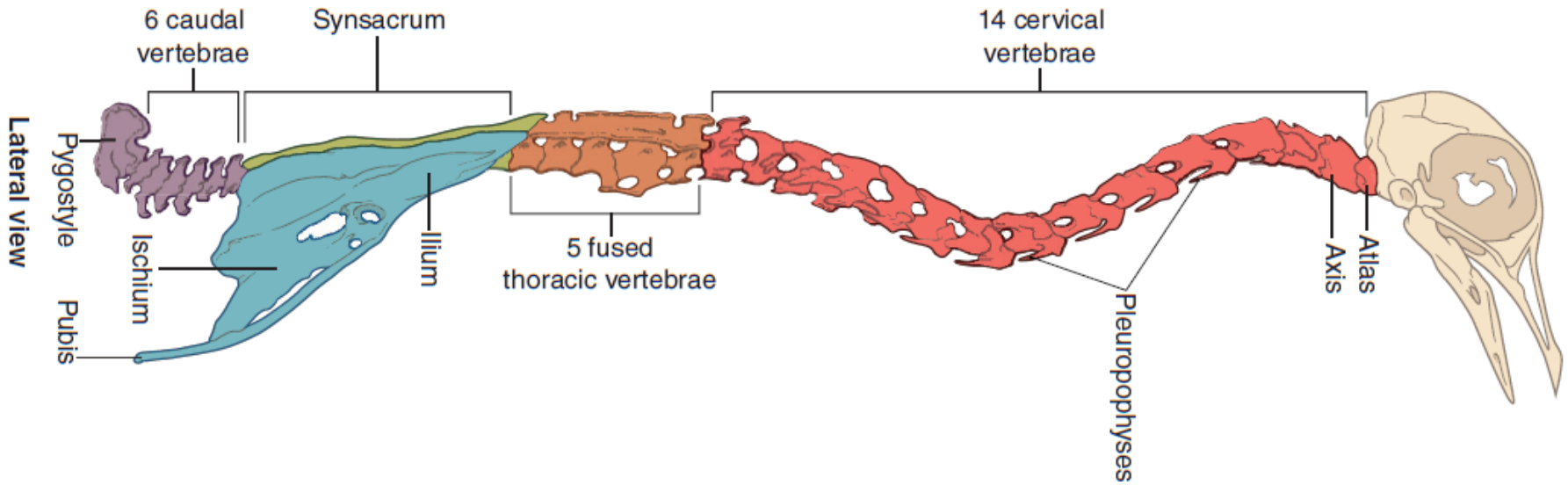


Cabeza, pico y ojo



Pecten ocular

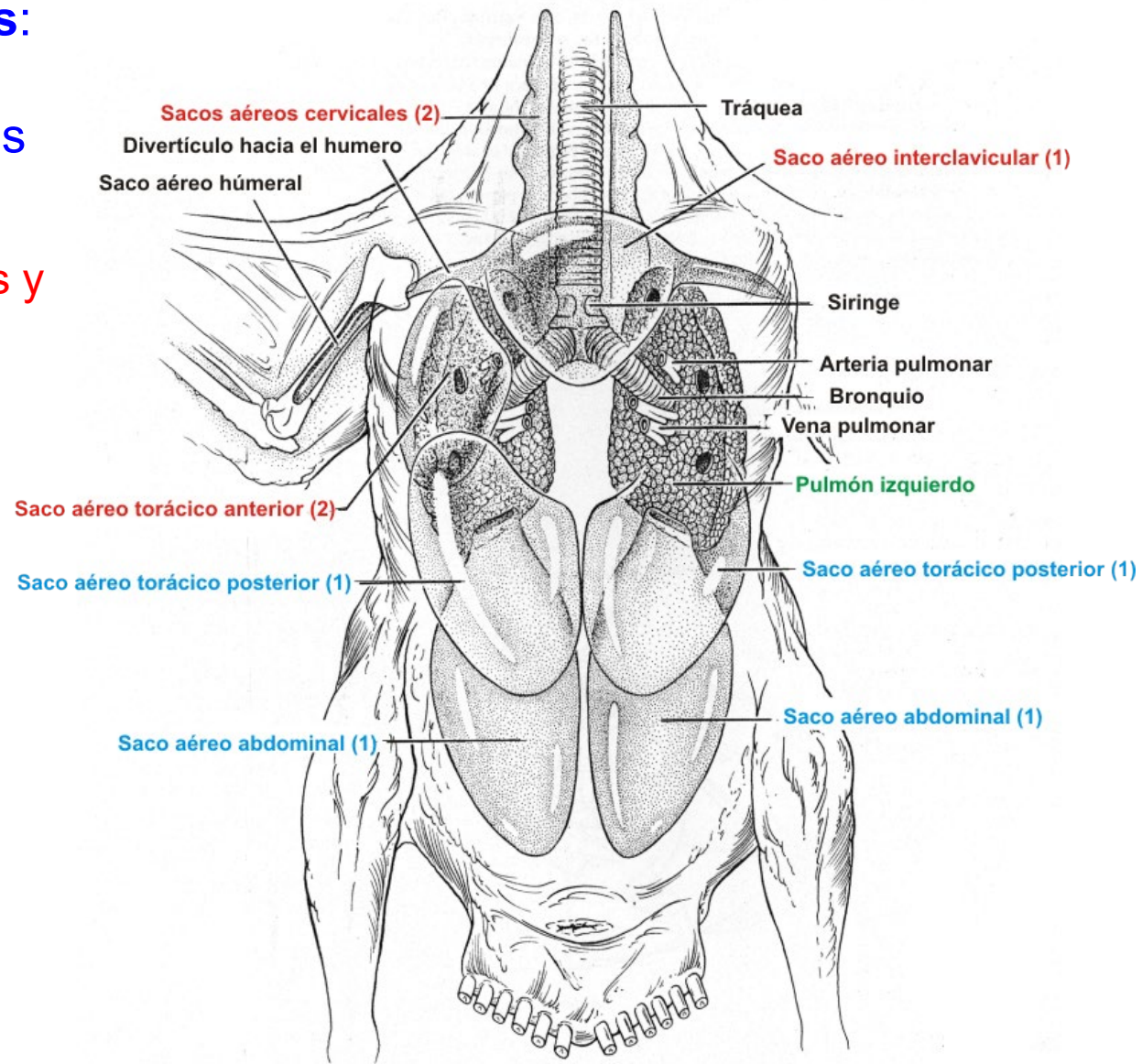
Modificación del cuello asociado a la alimentación



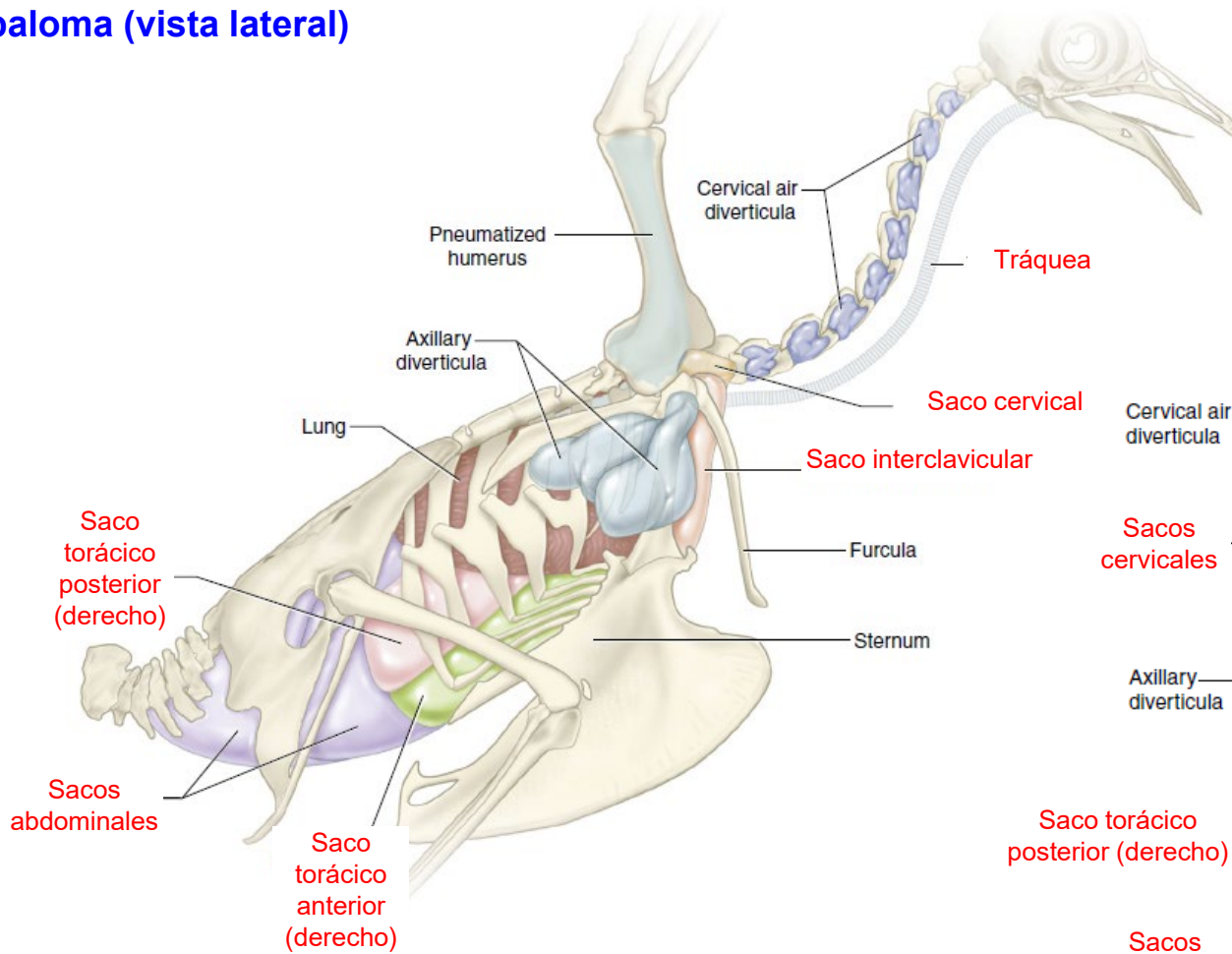
Respiración en las aves: presencia de sacos aéreos (9) y los pulmones

1. Sacos aéreos anteriores y posteriores
2. Pulmones

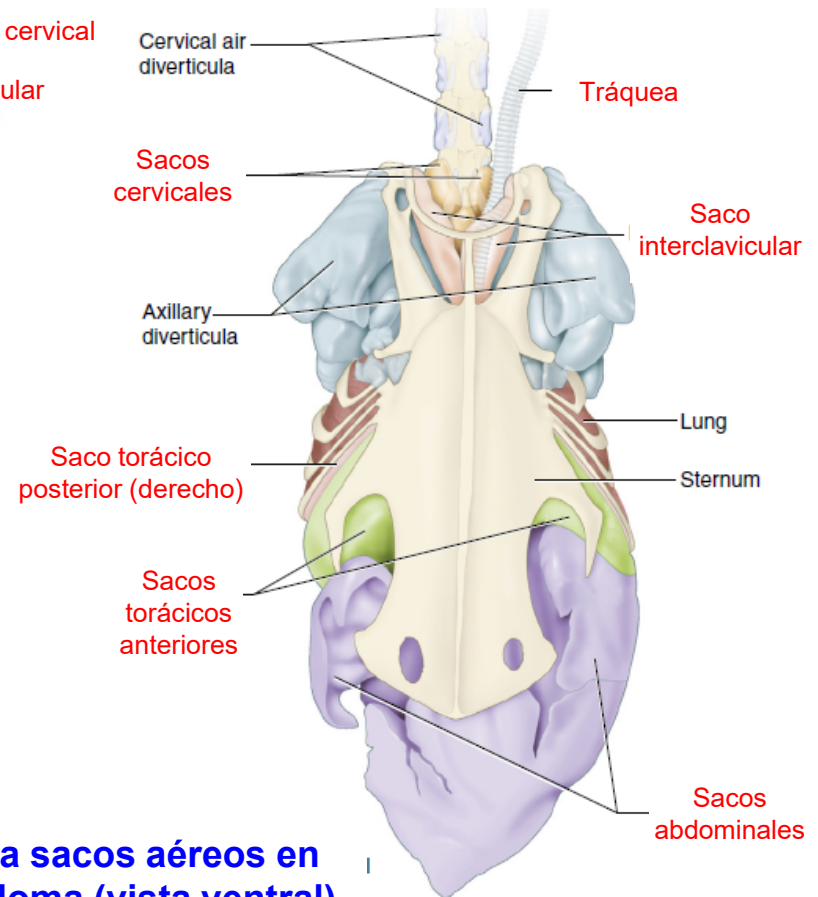
Variación en aves
Passeriformes (7 sacos:
fusión de interclaviculares
con torácicos anteriores)



Sistema sacos aéreos en una paloma (vista lateral)



Sistema sacos aéreos en una paloma (vista ventral)



Evidencia en terópodos de aparición de sacos aéreos

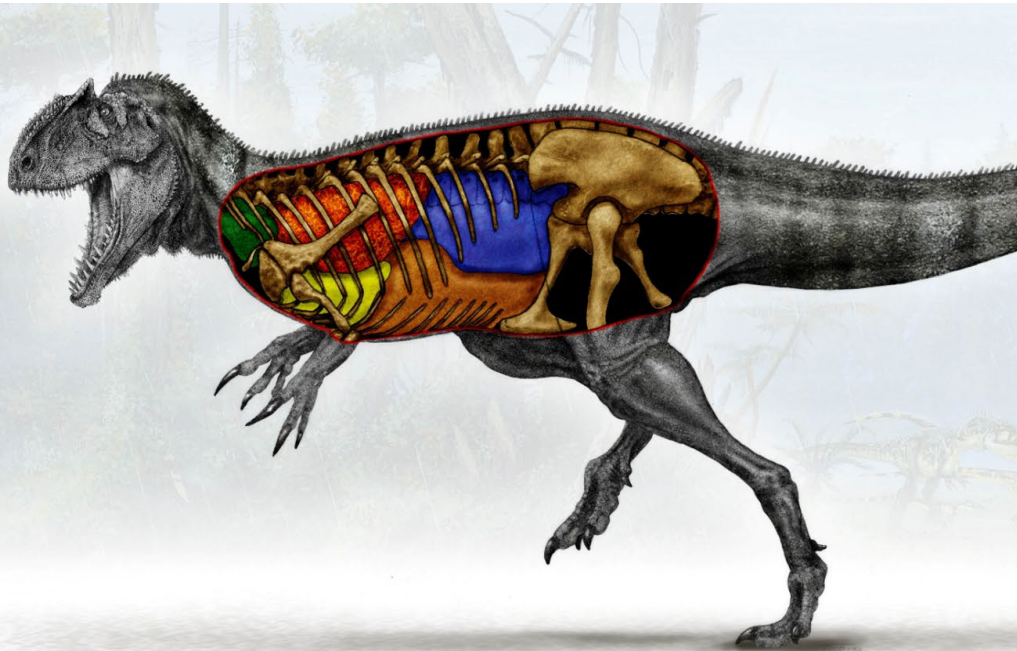
Aerosteon riocoloradensis Sereno *et al.* 2008

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS one

Evidence for Avian Intrathoracic Air Sacs in a New Predatory Dinosaur from Argentina

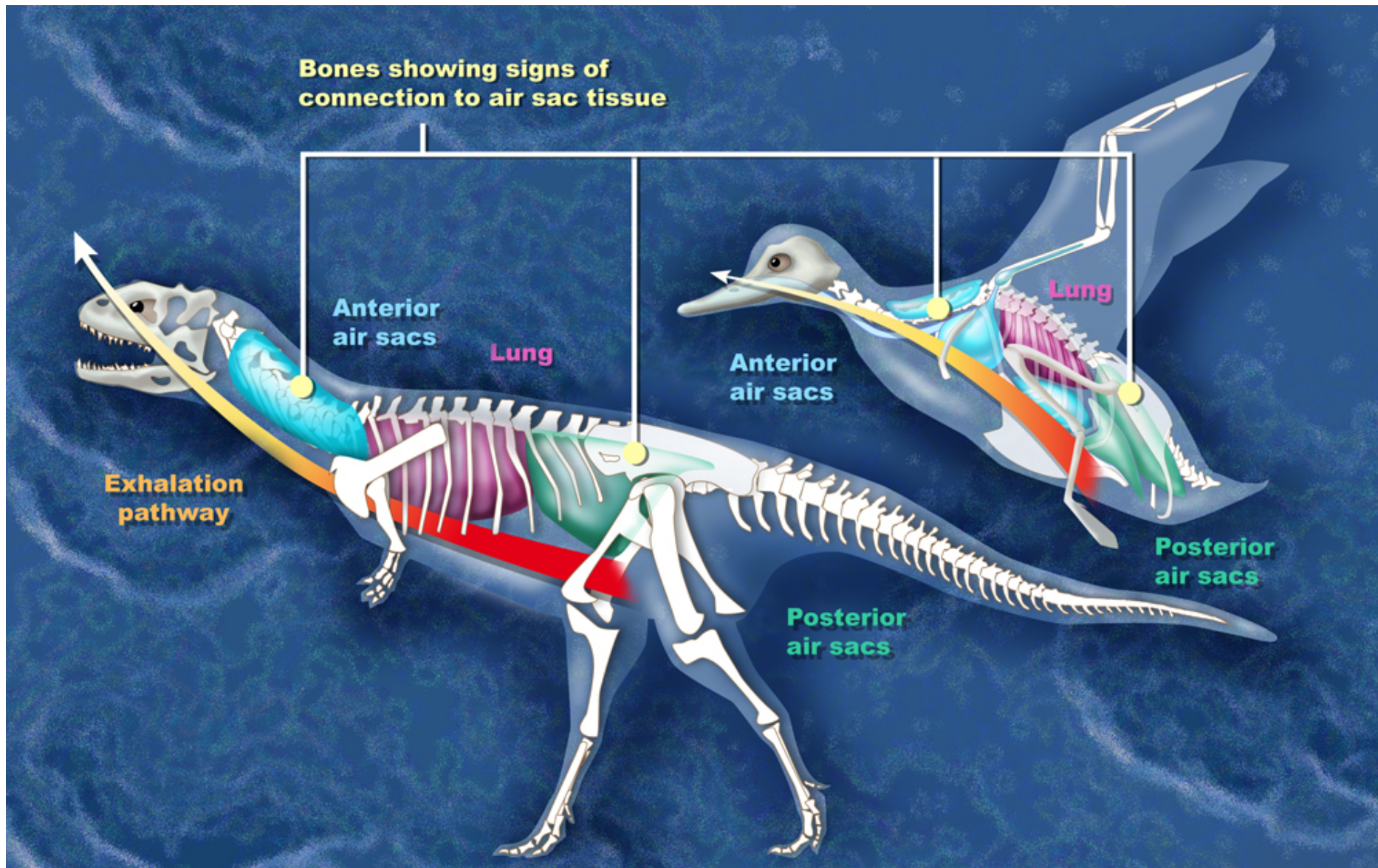
Paul C. Sereno^{1*}, Ricardo N. Martinez², Jeffrey A. Wilson³, David J. Varricchio⁴, Oscar A. Alcober², Hans C. E. Larsson⁵



Lungs
Clavicular air sac
Anterior thoracic air sacs
Posterior thoracic air sacs
Abdominal air sacs

Aerosteon riocoloradensis

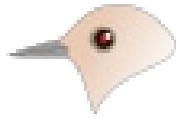
Similitud terópodo - ave



Tipos de picos: hábitos alimenticios



Generalist



Insect catching



Grain eating



Coniferous-seed eating



Nectar feeding



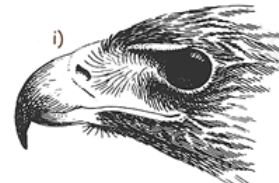
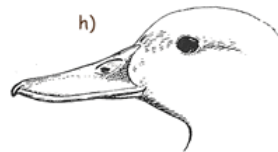
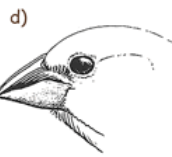
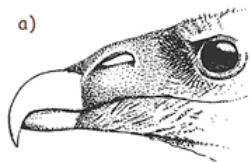
Fruit eating



Chiseling



Dip netting



Surface skimming



Probing



Aerial fishing



Scavenging



Mud probing



Filter feeding



Pursuit fishing



Raptorial

©

Aves carnívoras (carroñeras y de rapiña)

- ✓ Estas aves tienen pico **GANCHUDO**
(fuerte en el caso de águilas y halcones)



Aves que se alimentan en el agua

- ✓ Patos aguja (*Anhinga*): pico delgado puntiagudo
- ✓ Gaviotas y albatros: pico ganchudo
- ✓ Martin pescador: pico grueso puntiagudo



Pico filtrador

Pico forma **casi un ángulo recto**. Este diseño facilita:

- ✓ Alimentación: llena el pico con agua y lodos
 - ❖ Lengua actúa como una bomba que expulsa al exterior residuos inorgánicos
 - Nutrientes quedan retenidos en las laminillas que bordean el pico



Aves insectívoras



- ✓ Carpinteros pico fuerte y recto que funciona como cincel, lenguas retráctiles



- ✓ Atrapamoscas con pico delgados, largos

- ✓ Vencejos, golondrinas, pájaros palo: con picos cortos con bocas grandes



Aves que se alimentan de frutos y semillas

Los frutos son generalmente suaves y están en algunas épocas del año, por ello no existen adaptaciones morfológicas para este modo de vida, pues las aves que los consumen se alimentan también de insectos



Aves granívoras

Se alimentan de semillas con cubiertas muy duras. Grado de especialización mayor

Los gorriones **PICO CÓNICO Y CORTO** con bordes filosos donde sostienen la semilla esto permite destruir la cubierta con rápidos movimientos laterales de la mandíbula inferior

- ✓ Las palomas solamente recolectan semillas y las tragan enteras, por lo que gran parte de la digestión se realiza en la molleja que se encuentra llena de piedras



Aves nectarívoras

- ✓ Los colibríes se alimentan primordialmente del néctar de las flores
- ✓ Las aves nectarívoras introducen su pico largo y delgado a la corola de las flores. Los picos son variables y dependen del tipo de flor que explotan



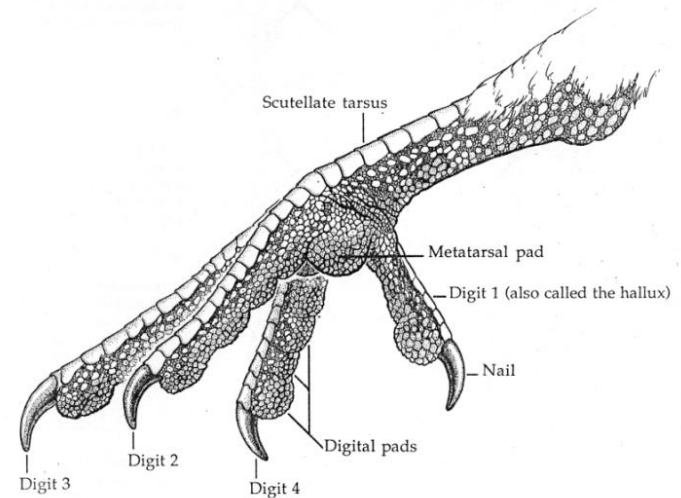
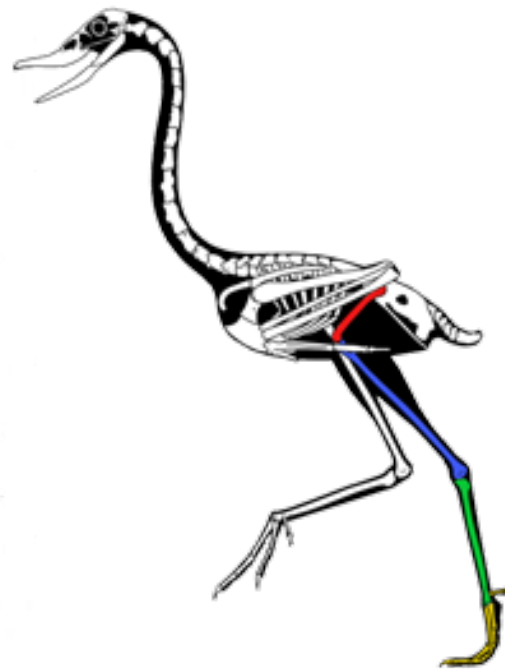
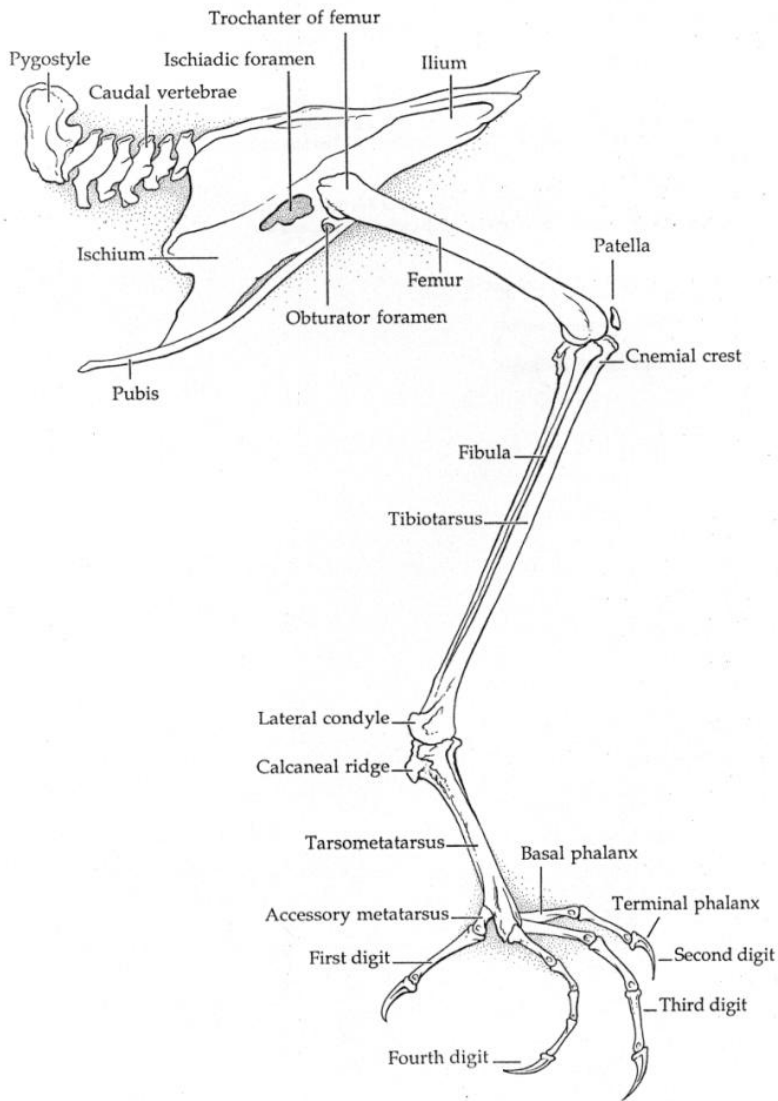


- ✓ Algunas aves como ciertos pinzones de las islas Galápagos se alimentan de la sangre que brota al picar las plumas secundarias de algunos pájaros bobos



- ✓ Los cuervos, urracas y cucús, son omnívoros, se alimentan de frutos, semillas, insectos, pequeños vertebrados y basura; capaces de explotar diferentes recursos. Picos sencillos sin modificaciones

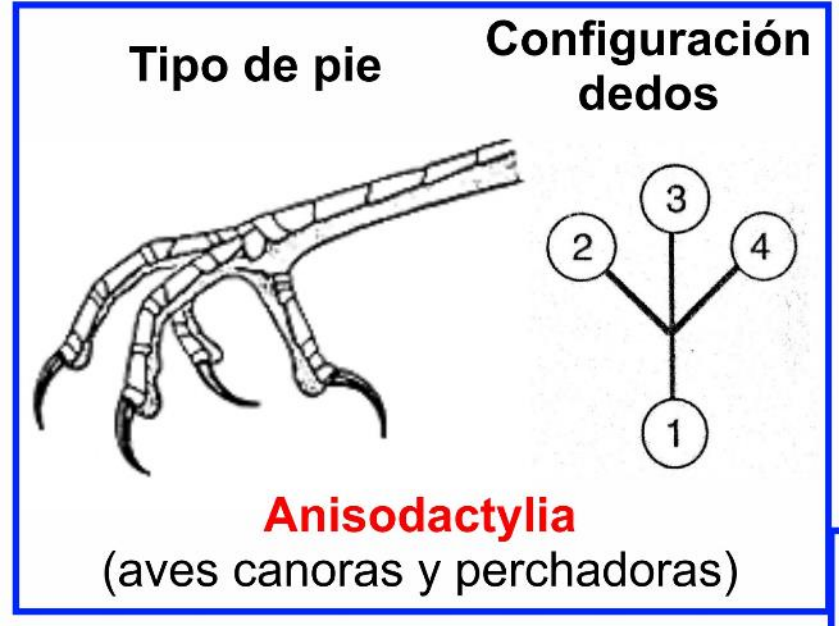
Patas (extremidades posteriores)



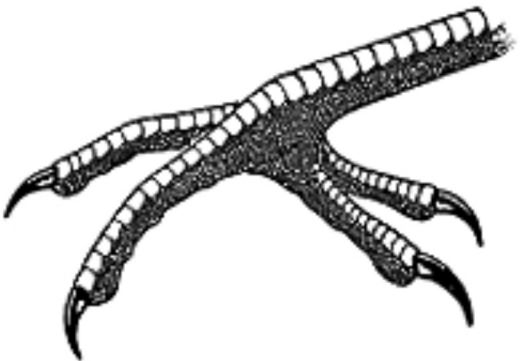
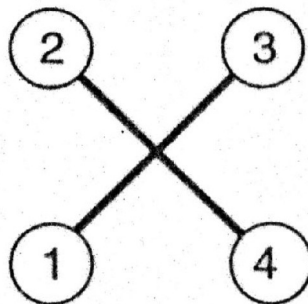
Tipos de patas (extremidades posteriores)

Disposición espacial de los dedos

1. **Pata anisodáctila:** tres dedos dirigidos hacia el frente y uno hacia atrás

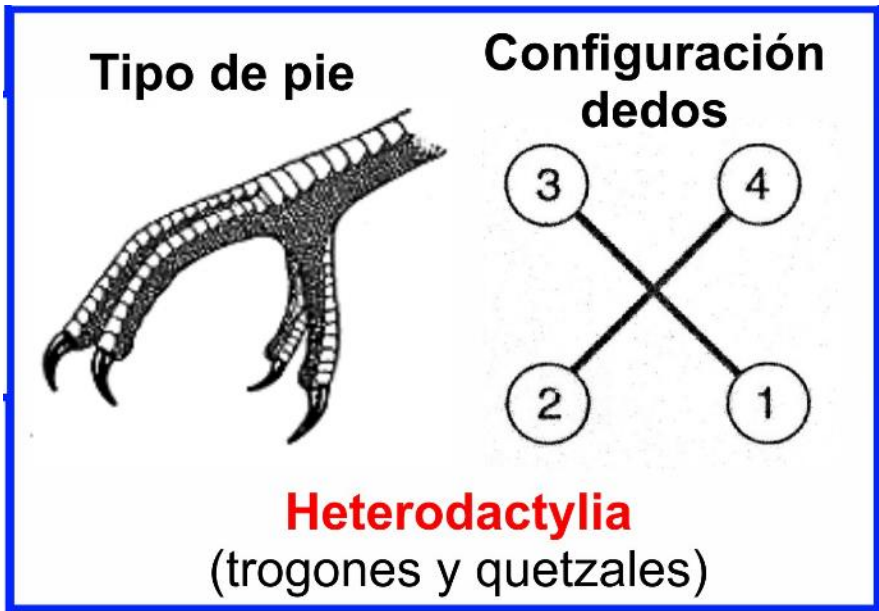


2. Pata zigodáctila: dedos (2-3) dirigidos al frente y dedos (1-4) hacia atrás; más facilidad para trepar troncos de árboles, mayor fuerza. Carpinteros, pericos, tucanes. (búhos zigodáctilos facultativos)

Tipo de pie	Configuración dedos
	
<p>Zygodactylia (carpinteros, búhos, cucos, loros, vencejos)</p>	



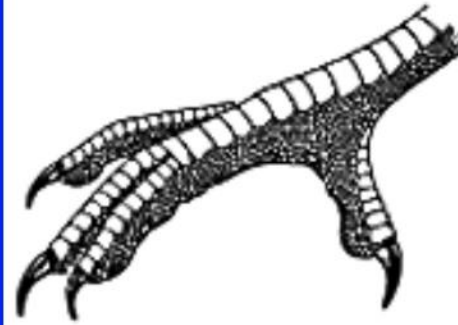
3. Pata heterodáctila: dos dedos dirigidos hacia adelante (3-4) y hacia atrás (1-2). Adaptados para posarse en las ramas. Familia Trogonidae (trogones y quetzales)



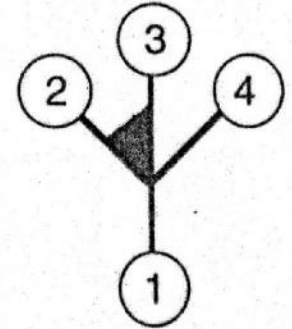
4. Pata sindáctila: dos o más dedos fusionados desde la base, aunque en la parte distal aparecen separados (trepatroncos y especialmente los martín pescadores)



Tipo de pie



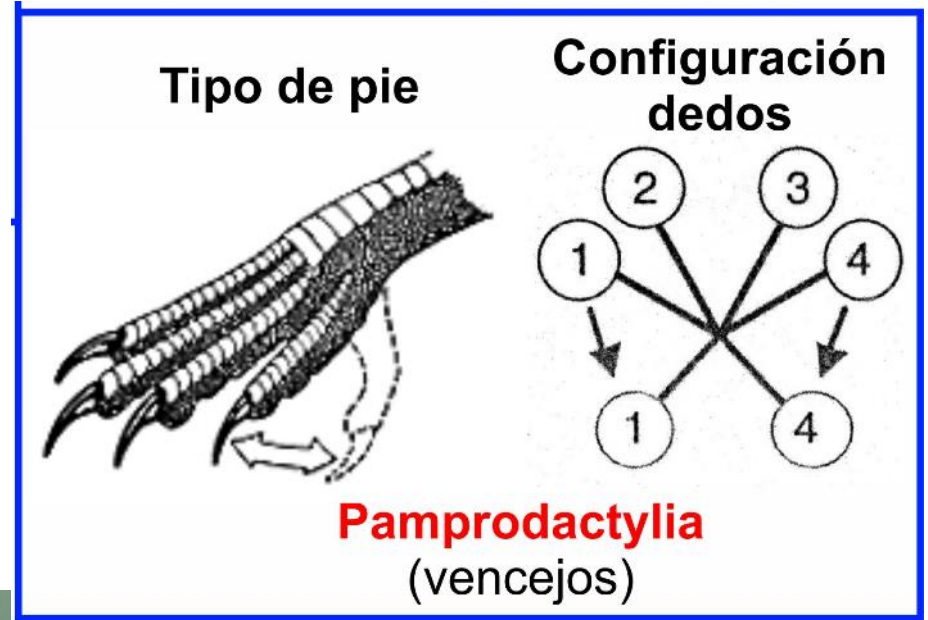
Configuración
dedos



Syndactyly

(martín pescador y calaos)

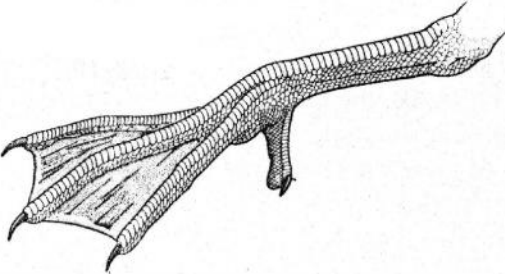
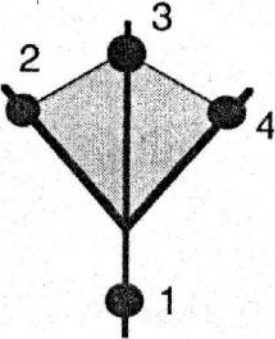
5. Pata pamprodáctila: aves que duermen colgadas en los riscos o encima de otros compañeros de la misma especie (vencejos y las aves ratón) son capaces de disponer los dedos de las patas todos hacia adelante a manera de ganchos




Tipos de patas

Disposición de membranas entre los dedos

1. **Patras palmeadas:** aves acuáticas o las que se mueven en ambientes poco firmes (nieve y lodo) que necesitan estructuras accesorias en las patas como auxiliares en su desplazamiento (Patos, gaviotas, flamencos)

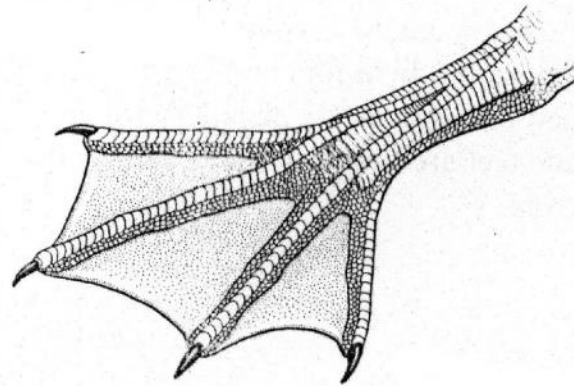
Tipo de pie	Configuración membranas
	
<p>Palmeado (patos, gansos, cisnes, gaviotas)</p>	



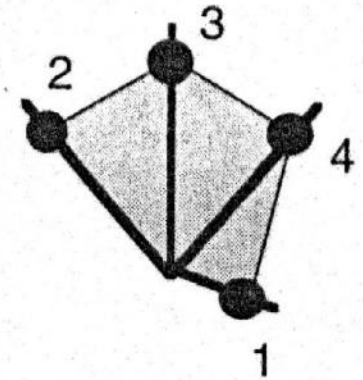
2. Patas totipalmeadas: los pelícanos y sus parientes presentan también una membrana, pero ésta abarca los cuatro dedos



Tipo de pie



Configuración membranas



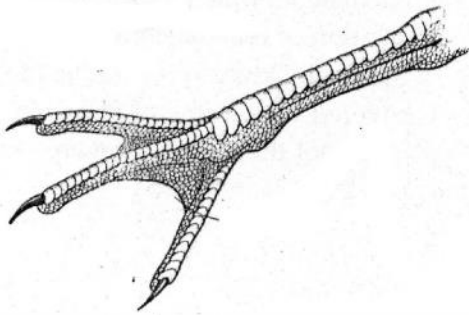
Totipalmeado

(pelícanos, cormoranes, piqueros)

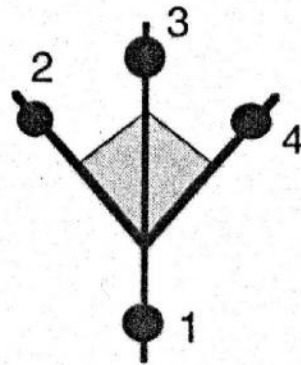


3. Patas semipalmeadas: aves que caminan en el lodo o entre la vegetación acuática (garzas y algunas aves de playa como los chorlitos)

Tipo de pie



**Configuración
membranas**

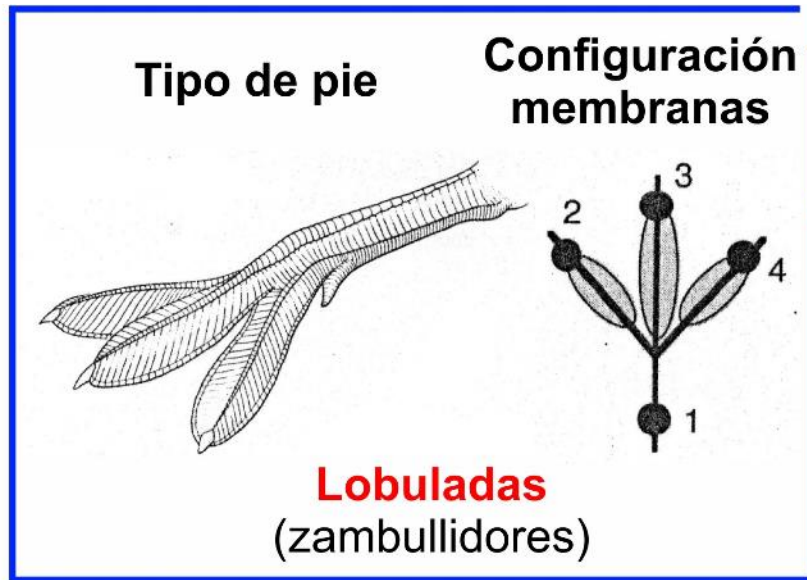


Semipalmeado

(Aves playeras-, pollas de agua)

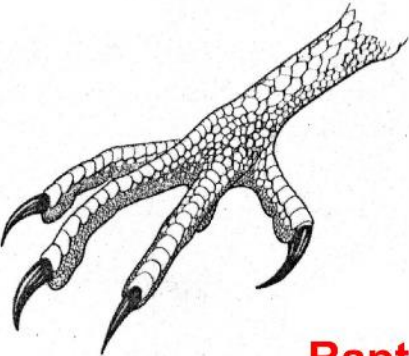


4. Patas lobuladas: Los zambullidores, tienen unas proyecciones córneas en forma de paleta a los lados de cada dedo

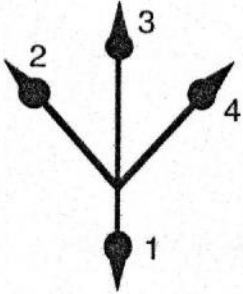


5. Patas raptoriales: se caracterizan por ser largas, fuertes dedos con uñas duras para agarrar, sostener y matar a sus presas (águilas, halcones)

Tipo de pie



Configuración membranas



Raptoriales
(águilas, halcones, gavilanes)

