



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA**

**División de Estudios Profesionales**

**DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DEL  
ESQUELETO DE UN ÁGUILA REAL**  
*Aquila chrysaetos*

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**JORGE MOTE CRUZ**

Asesores:

MVZ Gary García Espinosa

MVZ: Martha Beatriz Trejo Salas



---

---

México, D.F. 2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIA**

**Con infinito cariño, admiración y respeto a mi Padre, que con su apoyo, sus consejos y con su esfuerzo luchó para darme una educación pero sobretodo con su ejemplo de entrega a su trabajo, me ha dado la mejor enseñanza de todas.**

**Con gran amor y gratitud a mi Madre por su cariño, comprensión y apoyo me ha ayudado en los momentos difíciles y por su incansable lucha por darnos lo mejor a mis hermanos y a mi.**

**A mis hermanos por su ayuda, consejos, ánimos y su perseverancia para poder terminar este importante logro y es algo que tendré presente toda la vida.**

**A mis amigos, pues todos y cada uno de ellos son una parte importante en mi vida y con sus consejos y ejemplo me han ayudado en los momentos en que lo necesitaba.**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis asesores**

**Dr. Gary García Espinosa, por haberme brindado esta oportunidad para poder realizar este trabajo y sobretodo por su paciencia.**

**Dra. Martha Beatriz Trejo Salas, por su entusiasmo, su ejemplo y su paciencia para terminar este trabajo y hacerlo de la mejor manera.**

**A todos los que forman parte del Departamento de Morfología y que hicieron que mi estancia allí fuera de lo mejor, pues de cada uno de ellos aprendí mucho, pero sobretodo por su paciencia y la agradable convivencia que hubo con todos, algo que nunca se me olvidará.**

**IV - DISCUSIÓN**

**VI - CONCLUSIONES**

**VII - REFERENCIAS**

# CONTENIDO

<b>I.- RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>II.-INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>Generalidades del esqueleto de las aves.....</b>	<b>3</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>5</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>6</b>
<b>Objetivo.....</b>	<b>7</b>
<b>III.-MATERIALY MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<b>Procedimiento de limpieza del esqueleto del águila real .....</b>	<b>9</b>
<b>Abreviaturas.....</b>	<b>11</b>
<b>Términos de situación y dirección.....</b>	<b>12</b>
<b>Características anatómicas de los huesos.....</b>	<b>15</b>
<b>IV.- RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>V.- DISCUSIÓN.....</b>	<b>65</b>
<b>VI.-CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>VI.- REFERENCIAS .....</b>	<b>68</b>

## INDICE MONOGRÁFICO

Datos del alumno.

Autor. Mote Cruz Jorge  
Teléfono. 54 21 56 30  
Universidad. Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad o escuela. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
Carrera. Médico Veterinario Zootecnista

Datos de los Asesor.

García Espinosa Gary  
Trejo Salas Martha Beatriz

Datos de la tesis.

Título. Descripción anatómica del esqueleto de un Águila Real  
*Aquila Chrysaetos*

## RESUMEN

El águila real (*Aquila chrysaetos*) es una ave grande y fuerte, con una capacidad de vuelo de entre las mejores del mundo. El sobrenombre de águila dorada proviene de la tonalidad color oro que se observan en las plumas de la cabeza y parte del cuello cuando reciben los rayos del sol. Este ejemplar es llamada la reina de las aves voladoras, debido a la gracia que muestra al planear y maniobrar en el aire, esto debido en gran parte a que posee un esqueleto que a pesar de ser un ave grande y pesada, es ligero y apto para este tipo de movimientos.

La ligereza del esqueleto se debe a que, al igual que el de todas las aves, está conformado por huesos neumáticos, los cuales en su interior presentan un sinnúmero de trabéculas, las cuales dan la resistencia necesaria para aguantar el peso de las presas que caza.

El esqueleto del águila real presenta algunas diferencias anatómicas con respecto al de otras aves, por ejemplo el número de vértebras cervicales, el tamaño y forma de algunos huesos, los que pueden estar o no fusionados, todo esto puede mejorar o disminuir las capacidades de vuelo de estos ejemplares.

## DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DEL ESQUELETO DEL ÁGUILA REAL (*Aquila chrysaetos*)

### INTRODUCCIÓN

#### EL ÁGUILA REAL O ÄGUILA DORADA (*Aquila chrysaetos*)

El águila real (*Aquila chrysaetos*) es un ave rapaz, diurna que habita en montañas abiertas, laderas, cañadas y praderas en varios países de Europa, Asia y Norteamérica. En México se localiza en los estados de Baja California, Sonora, Nuevo León, Hidalgo y Michoacán, con una mayor población en los estados de Durango, San Luís Potosí y Zacatecas. <sup>(1)</sup> Actualmente esta especie está en peligro de extinción y está protegida por el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Salvaje Amenazadas (CITES) dentro de un programa de recuperación de especies prioritarias (PREP). <sup>(2)</sup>

El águila adulta se caracteriza por tener un plumaje de color café oscuro con puntas doradas en el extremo distal de las plumas situadas en la cabeza y cuello con una envergadura de aproximadamente 2m y una longitud de pico a cola entre 80 y 90cm; su peso oscila entre 3.5 a 6k de acuerdo al sexo, siendo las hembras las más grandes y pesadas. <sup>(2,3,4)</sup>

Durante el vuelo, el águila se desplaza en círculos, planeando y remontándose hasta alcanzar grandes alturas con una velocidad promedio de 65 a 90km/h, alcanzado en ocasiones 200km/h cuando está cazando. <sup>(4)</sup>



## GENERALIDADES DEL ESQUELETO DE LAS AVES

Entre las características más importantes del esqueleto de las aves respecto de los mamíferos están que los huesos tienen mayor cantidad de fosfato de calcio, la mayoría de ellos carecen de médula ósea, pero que en su lugar presentan proyecciones diagonales de tejido óseo (huesos neumáticos). Muchos de estos huesos tienen comunicación con los sacos aéreos, lo que es más evidente en aves con capacidad de vuelo. La fuerza y rigidez de estos huesos también se apoya en la fusión de algunas estructuras óseas como la columna vertebral y huesos torácicos. <sup>(5,6)</sup>

El cráneo de las aves se caracteriza por el amplio tamaño de las cavidades orbitarias que se encuentran separadas por una delgada lámina mediana llamada septo inter-orbitario. La mandíbula es un hueso de forma triangular y el hueso occipital presenta un cóndilo que se articula con la primera vértebra cervical (atlas), permitiendo que el ave gire la cabeza sobre la columna con mayor amplitud que los mamíferos. <sup>(6,7)</sup>

El número de vértebras cervicales varía entre especies de acuerdo a la longitud del cuello, por ejemplo, las gallinas tienen de catorce a diecisiete vértebras, mientras que el cisne tiene hasta veinticinco. Pueden tener de cinco a seis vértebras torácicas, de las cuales, cuatro están fusionadas formando el notarium. Las últimas vértebras torácicas, las lumbares, el sacro y las primeras caudales están fusionadas formando el sinsacro, que junto con el notarium le

dan rigidez a la parte dorsal del tronco. Por último hay entre cinco y seis vértebras coccígeas fusionadas forman el pigostilo, que proporciona sostén a las plumas timoneras. <sup>(6,8)</sup>

Las aves tienen 7 pares de costillas formadas por un segmento dorsal y uno ventral, excepto las primeras dos que carecen del segmento ventral por lo que no se articulan con el esternón. <sup>(6,8,9)</sup>

El esternón es un hueso prominente que presenta en su porción ventral una eminencia llamada quilla donde se insertan los músculos pectorales. En aves que han perdido la capacidad de volar como el avestruz, ñandú, emú, kiwi y el casuario, el esternón es plano como el de los mamíferos. <sup>(6,7,9)</sup>

La superficie dorsal del esternón presenta varios forámenes a través de los cuales se comunican los sacos aéreos y se insertan las costillas. <sup>(6,7)</sup>

## JUSTIFICACIÓN

En los programas vigentes de conservación del Águila Real (*Aquila chrysaetos*) que implican el manejo de estos ejemplares, los traumatismos de las estructuras óseas son muy frecuentes y se corrigen de manera quirúrgica ó mecánica. Para lograrlo la mayoría de las veces se toman como referencia esquemas generales de los huesos de las aves de corral, ya que se carece de material que detalle una especie determinada. Este trabajo pretende proporcionar información específica del esqueleto del Águila Real que sirva de apoyo para quienes se dedican a la medicina y rehabilitación de esta especie o de otras aves de presa.

## **HIPÓTESIS**

El esqueleto del Águila Real (*Aquila chrysaetos*) posee características anatómicas propias de su especie que le permiten realizar mecanismos de vuelo y movimiento.

## **OBJETIVO**

Realizar la descripción anatómica de cada uno de los huesos que conforman el esqueleto de águila real (*Aquila chrysaetos*).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### UBICACIÓN DEL AREA DE TRABAJO

El presente trabajo se realizó en los Departamentos de Producción Animal: Aves y de Morfología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México

### MATERIAL

Descripción: Esqueleto de Águila Real o Águila Dorada

Nombre científico: *Aquila chrysaetos*.

Sexo: Macho.

Peso: 3 k

Peso del esqueleto: 286 g. aproximadamente, lo que equivale al 9.53 % del peso vivo

Origen del ejemplar: Aviario de conservación.

Antecedentes: Ejemplar muerto que fue remitido al diagnóstico en patología aviar del Departamento de Producción Animal Aves, FMVZ, UNAM.

Causa de muerte: Septicemia generalizada con dermatitis del pie grado tipo II

Estuche de disección

Sustancias utilizadas: Hidróxido de potasio (KOH) al 3 %, agua, detergente, acetona, peróxido de hidrógeno al 30%, cloro al 6 %

## **PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA DEL ESQUELETO DEL ÁGUILA REAL (*Aquila chrysaetos*)**

La limpieza del esqueleto se llevó a cabo con la técnica de la potasa, utilizada en el Departamento de Morfología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Este procedimiento permite que las piezas óseas queden totalmente libres de tejido muscular y adiposo.

El primer paso es retirar las plumas, los músculos y las vísceras llevando el mismo seguimiento que en la realización de una necropsia y es el siguiente:

- Mojar las plumas con agua jabonosa y retirar todas de forma manual.
- Colocar el ave en decúbito dorsal.
- Incidir a todo lo largo del plano mediano ventral desde la base del pico hasta el ventus.
- Retirar la piel y la masa muscular, dejando expuestos los huesos.
- Retirar las vísceras de la cavidad corporal.
- Identificar *in situ* los huesos que conforman el esqueleto.
- Desarticular todo el esqueleto axial (excepto la cabeza) y el apendicular.
- Hacer un orificio en la parte central de la superficie articular (proximal y distal) de los huesos largos, para favorecer la salida de la grasa que se encuentra en la cavidad medular.
- Introducir todos los huesos dentro de una bolsa de malla mosquitera plástica y resistente.
- Sumergir la bolsa en una solución de Hidróxido de Potasio (KOH) al 3 % durante un período de 5 a 15 min. con el propósito de eliminar los restos de tejido, principalmente de orificios y superficies de difícil acceso. \*

- Retirar el Hidróxido de Potasio y lavar con abundante detergente y agua corriente para remover los residuos de solución.

\*Es importante considerar la edad del ejemplar al momento de introducir el esqueleto en la solución para evitar que se descalcifique y se rompa.

- Los remanentes de tejido muscular y adiposo se retiran cuidadosamente con un bisturí y pinzas de disección.
- Para remover los remanentes de grasa dentro de la cavidad medular, los huesos son introducidos por 4h en agua con detergente a temperatura de ebullición.
- Enjuagar los huesos con agua fría.
- Dejar reposar los huesos en solución con cloro al 6% por 24h\*.
- Lavar los huesos con agua y detergente para remover el cloro.
- Dejar secar a temperatura ambiente.
- Sumergir cada hueso en acetona por un par de segundos para remover grasa
- Introducir los huesos en peróxido de hidrógeno al 30 % o volúmenes por un par de segundos para blanquear y facilitar la observación de los detalles.
- Dejar secar al sol.
- Identificar las características anatómicas de cada uno de los huesos.

\*El exceso en este paso puede descalcificar los huesos.



## ABREVIATURAS UTILIZADAS EN LA TESIS.

- C = Craneal
- CD = Caudal
- D = Dorsal
- V = Ventral
- Px= Proximal
- Dt = Distal
- Pm = Palmar
- Pt = Plantar
- R = Rostral
- L = Lateral
- M = Medial
- H = Hueso

## TÉRMINOS DE SITUACIÓN Y DIRECCIÓN

- Dorsal: lo que se aproxima al dorso. (Fig. 1, 2)
- Ventral: lo que se aleja del dorso. (Fig. 1,2)
- Craneal: lo que se dirige hacia la cabeza. (Fig. 1)
- Caudal: lo que se dirige hacia la cauda o cola. (Fig. 1)
- Rostral: Se utiliza solamente en la cabeza e indica lo que se dirige hacia el pico. (Fig. 1)
- Mediano: lo que se sitúa sobre el plano que divide al cuerpo del animal en dos partes a lo largo (Fig . 2)
- Medial: lo que se acerca al plano medio. (Fig. 2)
- Lateral lo que se aleja del plano medio. (Fig. 2)
- Medio: Lo que se sitúa entre dos estructuras, excepto entre medial y lateral.
- Intermedio: Lo que se sitúa entre medial y lateral.

Términos utilizados únicamente en miembros locomotores:

- Proximal: Lo que se acerca hacia el tronco. (Fig. 1)
- Distal: Lo que se aleja del tronco. (Fig. 1)

Términos utilizados únicamente en mano y pie:

- Palmar: Superficie opuesta a la superficie dorsal de los miembros torácicos. (Fig. 2)
- Plantar: Superficie opuesta a la superficie dorsal de los miembros pelvianos. (Fig. 1, 2)

## Situación y dirección

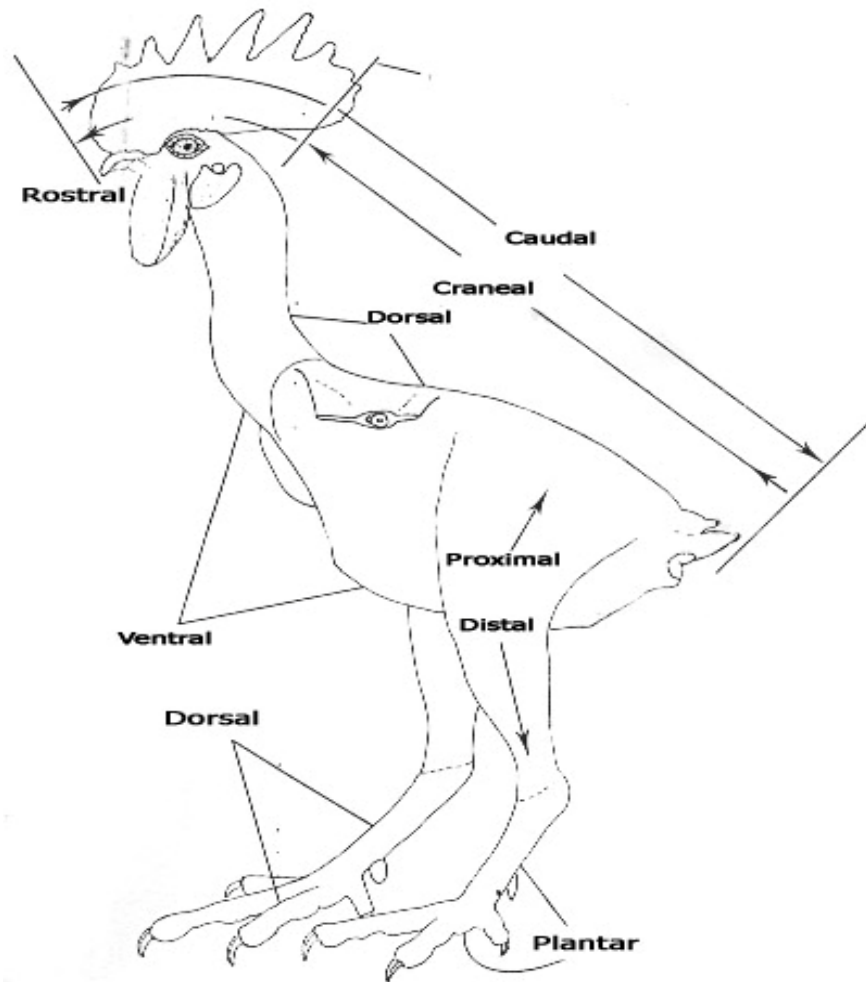


Figura 1.

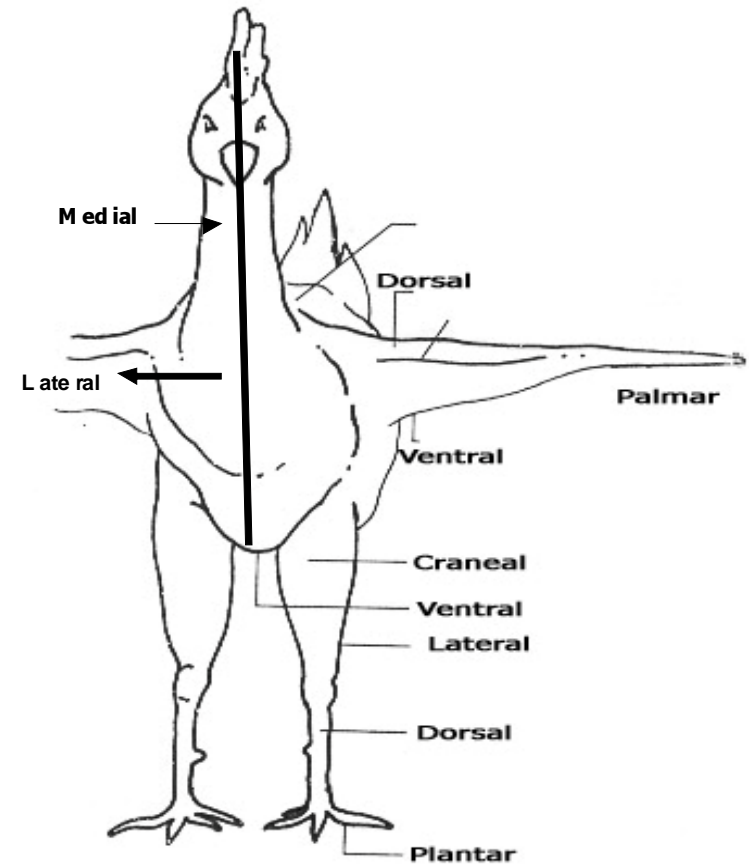
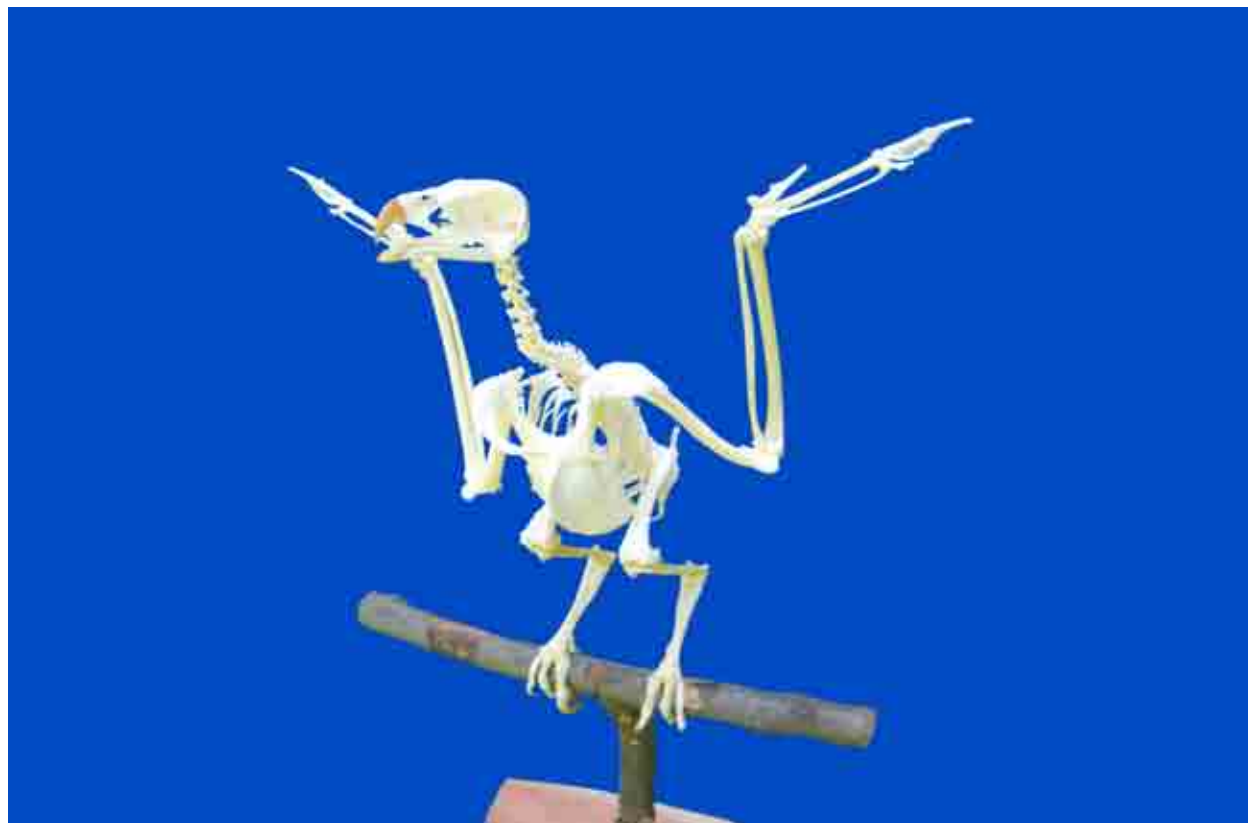


Figura 2.

Imágenes tomadas de: Baumel Julian J.,  
Evans Howard E., Brezile James E.:  
Nomenclatura Anatómica Aviar. Academic  
Press, London, Sidney, 1979

## Esqueleto completado



## CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LOS HUESOS

**Esqueleto:** Es el conjunto de huesos que forman el armazón que sostiene y protege los tejidos blandos.

**Esqueleto axial:** Es una parte del esqueleto conformada por los huesos del cráneo, columna vertebral, esternón y las costillas.

**Esqueleto Apendicular:** Es la parte del esqueleto, conformada por los huesos de los miembros locomotores.

**Huesos Largos:** Son aquellos donde predomina el largo sobre el ancho y el espesor. La porción larga se conoce como diáfisis con dos extremos llamados epífisis o extremidad.

**Diáfisis o Cuerpo:** Es de forma cilíndrica con un centro hueco llamado cavidad medular.

**Epífisis:** Situadas en los extremos de la diáfisis, formado en su mayoría por tejido óseo, y recubiertas por cartílago hialino y con una línea epifisiaria.

**Huesos Planos:** Son aquellos en los que predomina el largo y el ancho sobre el espesor y que están formados por láminas delgadas sobrepuestas.

**Huesos Cortos:** Son aquellos de forma generalmente cúbica donde no predomina ninguna de sus dimensiones.

**Huesos Irregulares:** Son aquellos donde no predomina ninguna de sus dimensiones y se caracterizan por ser huesos impares.

**Huesos Neumáticos:** Son huesos que en su cavidad medular presentan proyecciones diagonales de tejido óseo por donde pasa el aire durante la respiración del ave.

Los huesos para poderse articular entre sí o para permitir la inserción de algunos músculos, presentan sobresalientes que en general reciben el nombre de eminencias; así mismo, también pueden tener concavidades conocidas como depresiones. Todas estas características se clasifican de acuerdo a su forma, situación y función.

**Eminencias:** son todas las sobresalientes o proyecciones que están en la superficie del hueso y pueden ser articulares y no articulares.

### **EMINENCIAS ARTICULARES**

- **Cabeza:** Eminencia de forma redondeada localizada en el extremo proximal de los huesos largos y se articula con la depresión de otro hueso.
- **Tróclea:** Eminencia articular semicircular en forma de polea.
- **Cóndilo:** Eminencia articular de apariencia cilíndrica.

### **EMINENCIAS NO ARTICULARES**

- **Epicóndilo:** Es un relieve no articular en conexión con un cóndilo.
- **Cresta:** Eminencia alargada de punta aguda.
- **Espina:** Eminencia alargada, de punta aguda y más grande que la cresta.
- **Línea:** Eminencia muy pequeña y alargada.

- **Tuberosidad:** Proyección no articular de forma redondeada.
- **Tubérculo:** Eminencia redondeada de tamaño menor que la tuberosidad.
- **Apófisis o proceso:** Eminencia alargada de forma ensanchada.

**Depresiones:** Son todas las concavidades que están en la superficie del hueso y pueden ser articulares y no articulares.

### **DEPRESIONES ARTICULARES.**

- **Cavidad glenoidea:** Depresión articular alargada y poco profunda.
- **Cavidad cotoidea o acetabular:** Cavidad más profunda en comparación con la cavidad glenoidea y esta adaptada para articularse con una cabeza.
- **Faceta o cara:** Superficie plana y de poca extensión.

### **DEPRESIONES NO ARTICULARES**

- **Forámen:** Es una perforación en la superficie del hueso que sirve para el paso de vasos y nervios.
- **Fosa:** Depresión profunda.
- **Fóvea:** Depresión poco profunda, a veces localizada en la superficie de una eminencia articular.
- **Surco:** Depresión poco profunda y alargada, que sirve para proteger vasos y nervios.

## RESULTADOS

**Cabeza:** Tiene forma de esfera y está constituido por la fusión de varios huesos. Presenta una cavidad que aloja al encéfalo.

A.- H. Premaxilar

B.- H. Cigomático

C.- H. Maxilar

D.- H. Vómer

E.- H. Pterigoideo

F.- H. Palatino

G.- H. Occipital

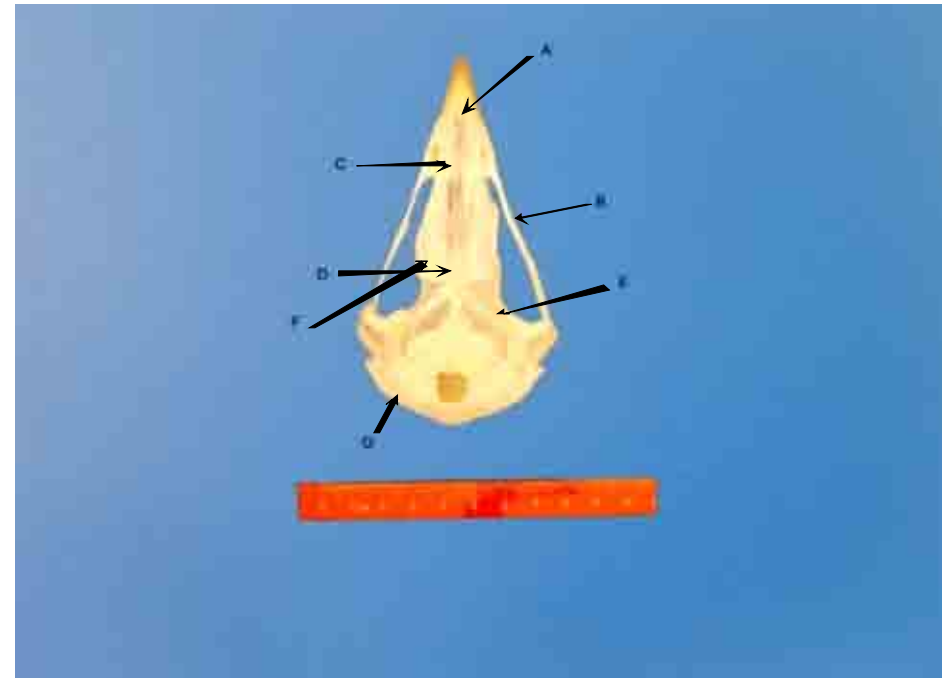


Figura 4. Cráneo, vista ventral



# Cabeza

## Eminencias

- 1.- Cresta tomial
- 2.- Cresta lateral
- 3.- Cresta medial
- 4.- Proceso caudo-lateral
- 5.- Cóndilo medial
- 6.- Prominencia cerebelar
- 7.- Ala timpánica

## Depresiones

- 8.- Fosa medial
- 9.- Tuba faríngea timpánica
- 10.- Canal óseo de la carótida
- 11.- Fosa subcondilar
- 12.- Canal del nervio hipogloso
- 13.- Foramen del nervio vago

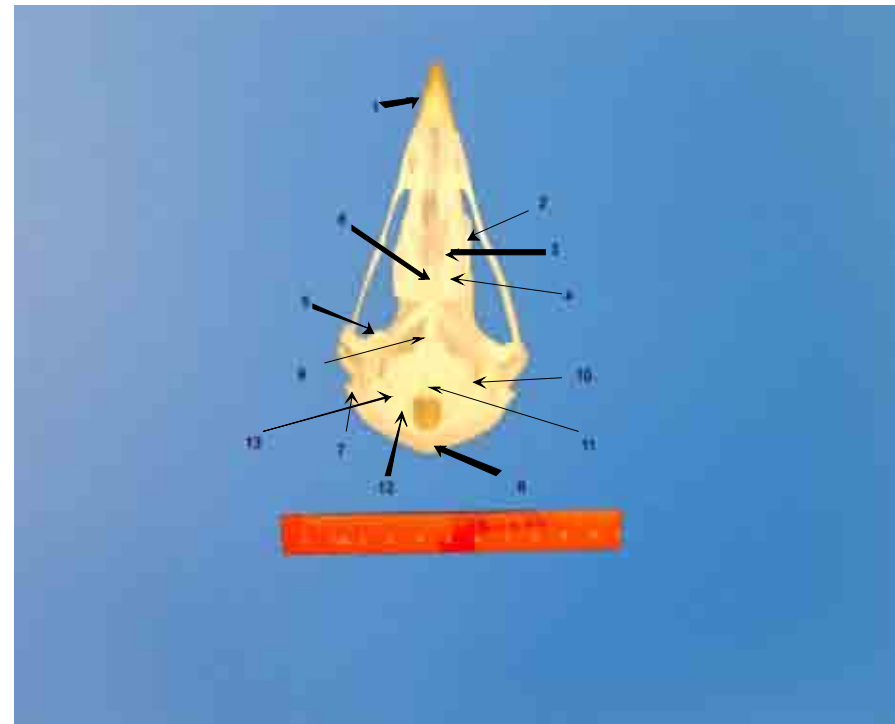


Figura 5. Cráneo, vista ventral

## Cabeza

A.- H. premaxilar

B.- H. nasal

C.- H. prefrontal

D.- H. mesetmoidal

E.- H. temporal

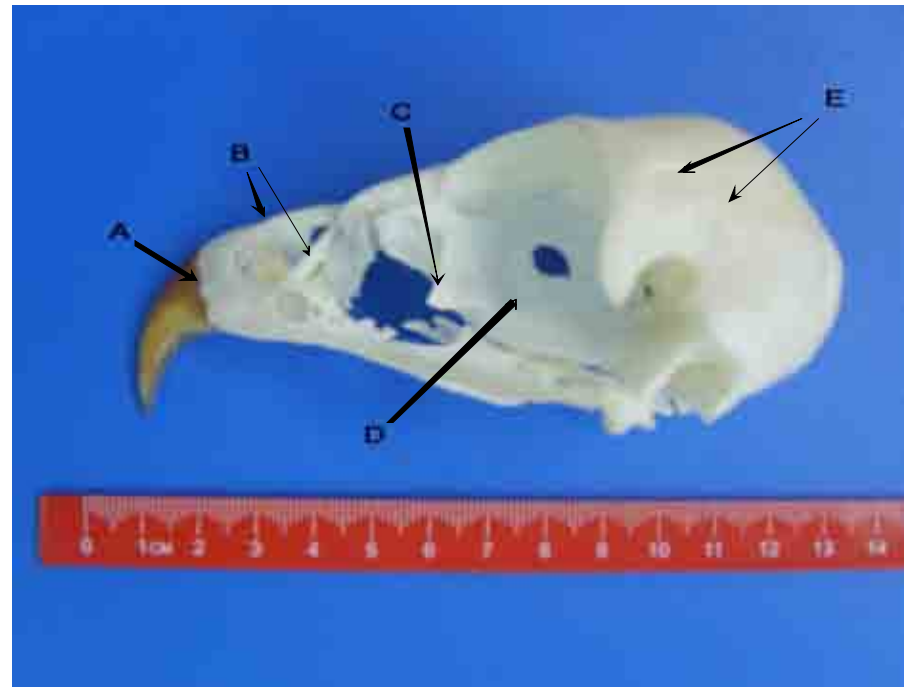


Figura 6. Cráneo, vista lateral izquierda

# Cabeza

## Eminencias

- 1.- Proceso palatino
- 2.- Proceso orbital cuadrado

## Depresiones

- 3.- Foramen orbito - nasal medial
- 4.- Surco olfatorio
- 5.- Foramen del nervio olfatorio
- 6.- Foramen del nervio óptico
- 7.- Foramen del nervio maxilo – mandibular
- 8.- Fosa temporal
- 9.- Septo interorbitario

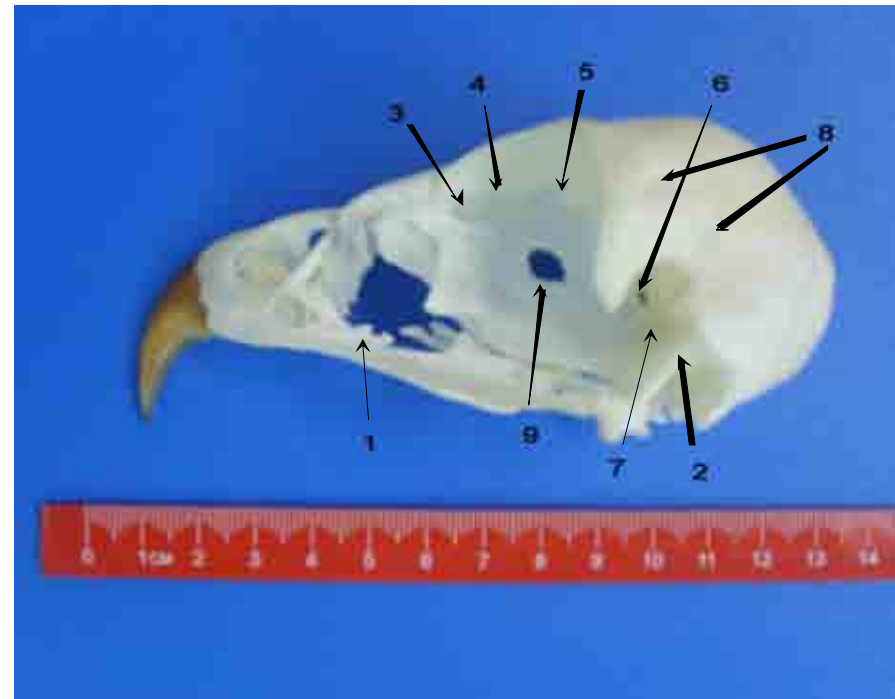


Figura 7. Cráneo, vista lateral izquierda

**Huesos Supraorbitales:** Huesos irregulares, pequeños que están situados en el borde dorsal de la cavidad orbitaria.

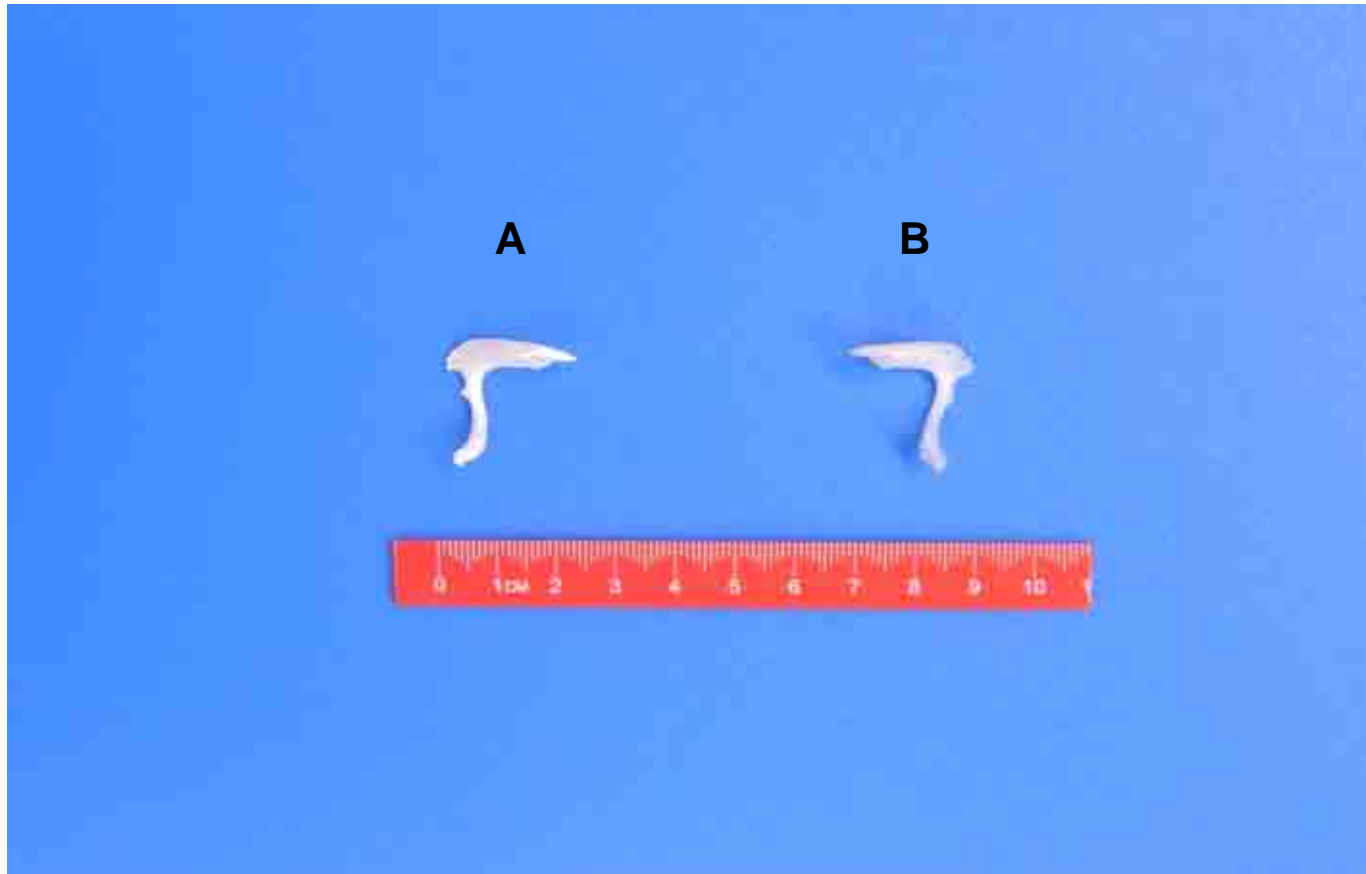


Figura 8. H. supraorbital izquierdo (A) H. supraorbital derecho (B)

**Mandíbula:** Hueso irregular perteneciente al esqueleto axial y forma parte del cráneo; presenta las siguientes características anatómicas.

### Emiencias

- 1.- Proceso medial mandibular
- 2.- Cotíla lateral
- 3.- Cresta intercotilaria

### Depresiones

- 4.- Foramen neumático

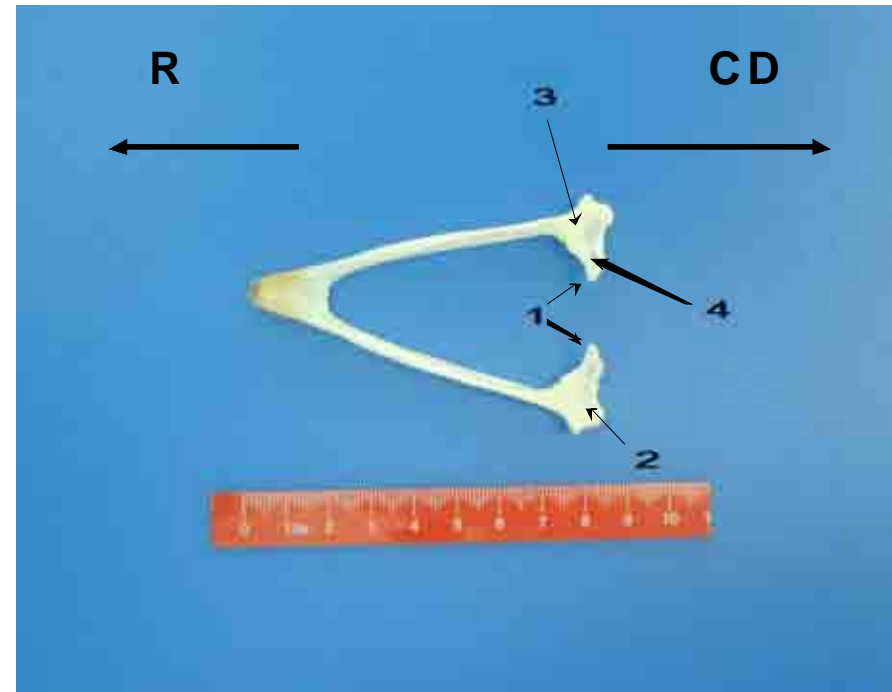


Figura 9. Mandíbula, vista dorsal

## Mandíbula

### Depresiones:

- 5.- Fosa (aditus) canal mandibular
- 6.- Fosa caudal

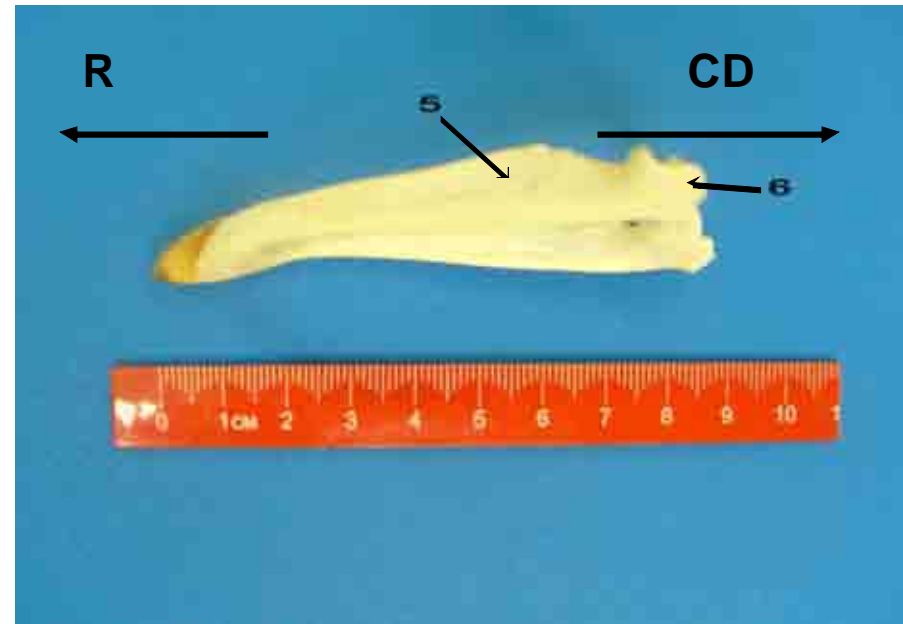


Figura 10. Mandíbula, vista lateral izquierda

**Vértebras:** Huesos irregulares del esqueleto axial, forman el canal vertebral que protege a la médula espinal. Su tamaño y forma varía y se dividen en cervicales, torácicas, lumbares, sacras y coccígeas .

**Atlas:** Es la primer vértebra cervical se articula cranealmente con el hueso occipital y caudalmente con el axis, manteniendo el cráneo unido firmemente a la columna vertebral. Presenta las siguientes características:

### Depresiones

- 1.- Arco del atlas
- 2.- Incisura de la fosa
- 3.- Fosa condílea
- 4.- Foramen vertebral



Figura 11. Atlas, vista craneal

**Axis:** Segunda vértebra cervical se articula cranealmente con el atlas y caudalmente con la 3ª vértebra cervical. Tiene las siguientes características:

### Eminencias

- 1.- Proceso transverso
- 2.- Proceso articular caudal
- 3.- Proceso espinoso

### Depresiones

- 4.- Foramen vertebral  
(canal vertebral)

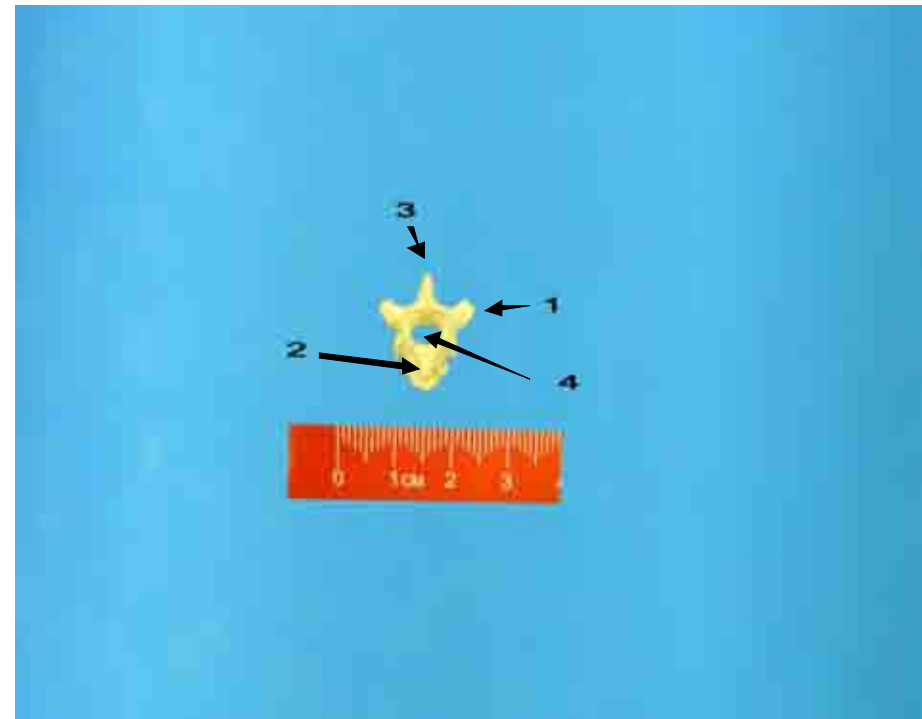


Figura 12. Axis, vista caudal



## Atlas-Axis

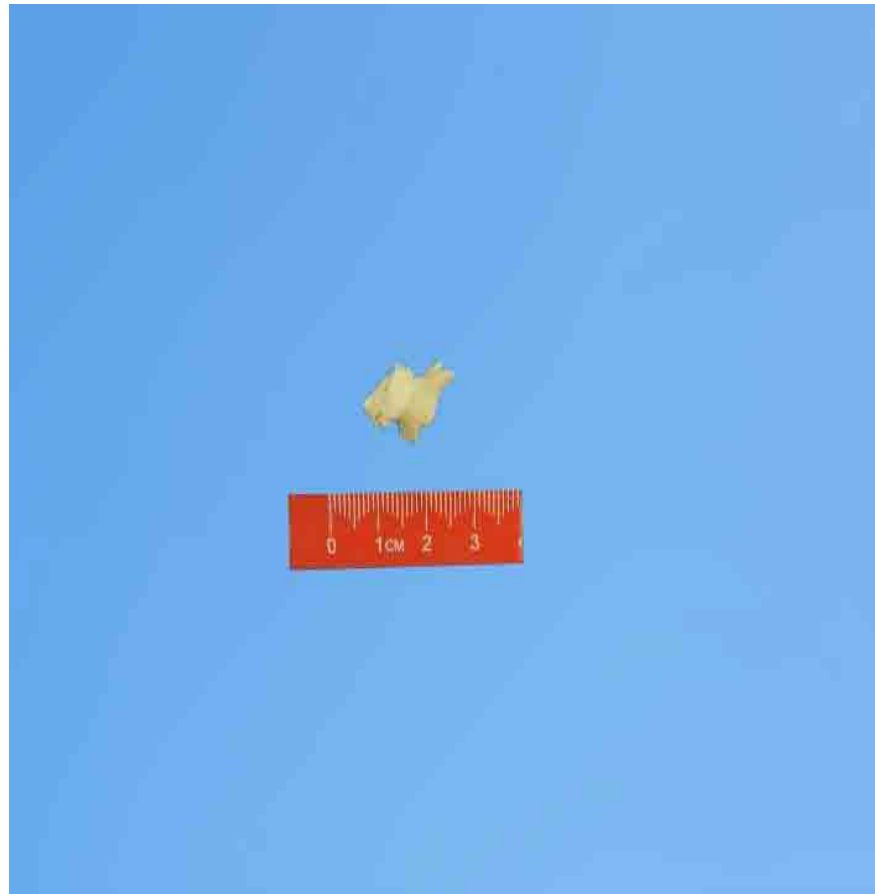


Figura 13. Atlas y axis, vista lateral izquierda

**Vértebras torácicas:** Son en total 7, la 1ª se articula hacia craneal con la última vértebra cervical y la última con el sinsacro. De la 4ª y la 6ª se fusionan formando una estructura llamada **notarium**.

### Eminencias

- 1.- Proceso espinoso
- 2.- Proceso transverso
- 3.- Proceso ventral

### Depresiones

- 4.- Canal vertebral
- 5.- Fóvea costal
- 6.- Cara articular vertebral

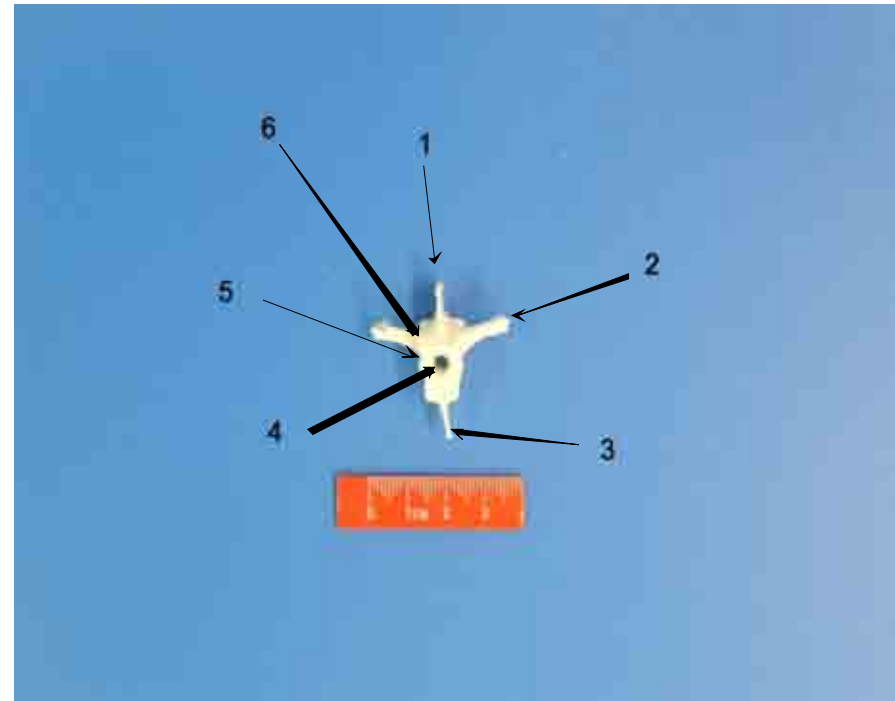


Figura 14. Vista caudal, vértebra torácica número 6

**Sinsacro:** Formado por la fusión de las últimas vértebras torácicas, las lumbares, el sacro y las primeras coccígeas

- A) V. torácicas
- B) V. lumbares
- C) V. Sacras
- D) V. coccígeas

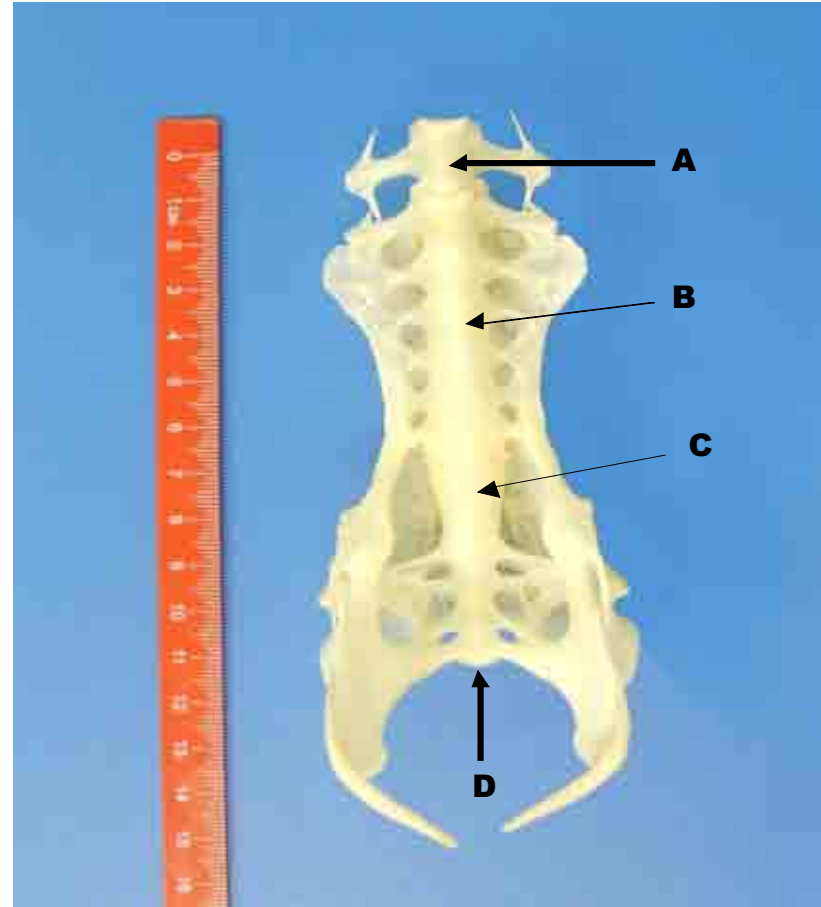


Figura 15. Pelvis, vista ventral

**Vértebras coccígeas:** Son 6, se encuentran fusionadas formando una estructura conocida como **pigostilo**. Se articulan cranealmente con el sinsacro. . Tiene las siguientes características:

### Eminencias

- 1.- Proceso transverso
- 2.- proceso espinoso

### Depresiones

- 3.- Foramen vertebral (canal vertebral)

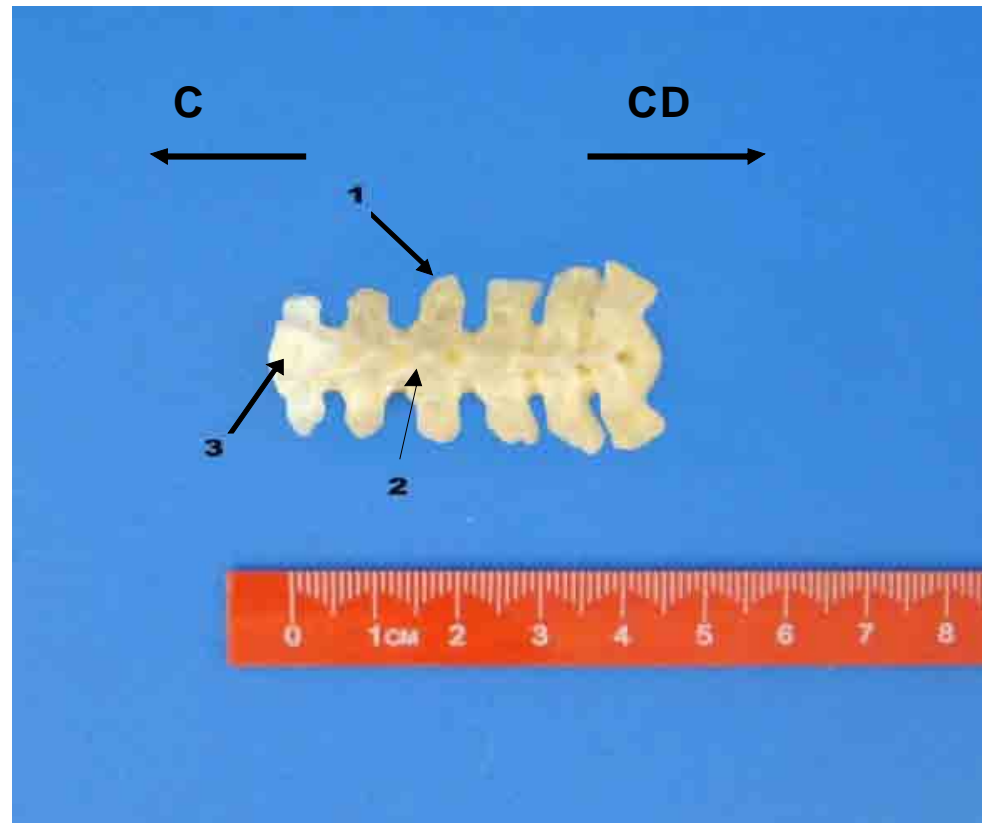


Figura 16. Vista dorsal v. coccígeas

**Costillas:** Son un huesos de forma planos, que se articulan dorsalmente con las vértebras torácicas y ventralmente con el esternón. Se dividen en 5 pares esternales y 2 asternales, y tiene las siguientes características anatómicas

### Eminencias

- 1.- Proceso uncinatus
- 2.- Tubérculo costal

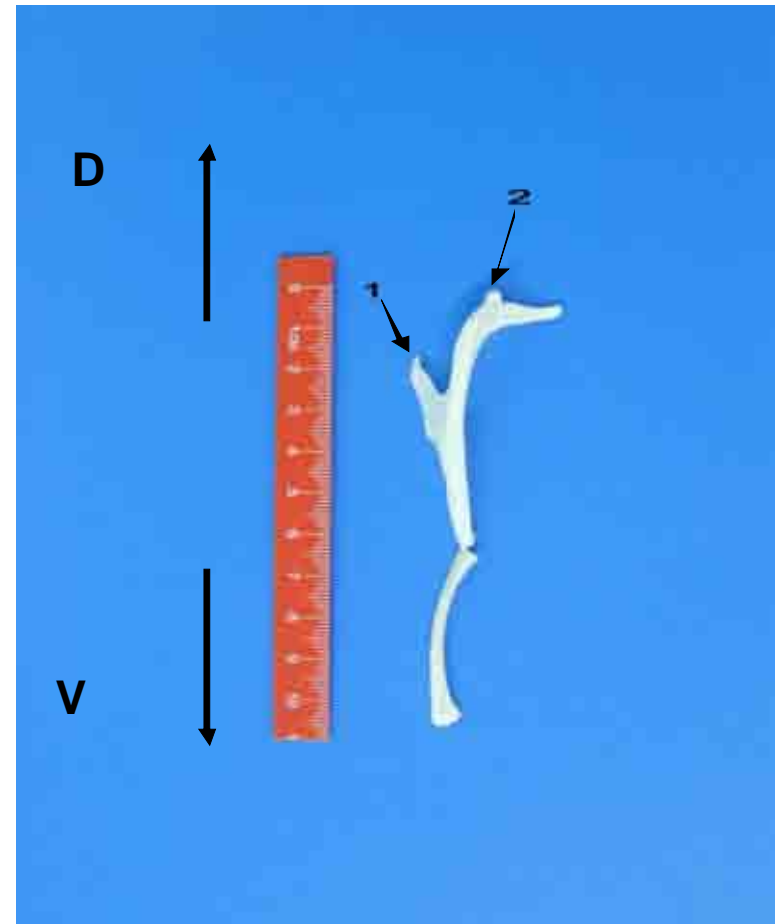


Figura 17. Vista lateral, costilla derecha

**Esternón** : Es un hueso plano que forma parte del esqueleto axial situado en la parte ventral. Tiene las siguientes características:

### Eminencias

- 1.- Espina interna
- 2.- Proceso cráneo-lateral

### Depresiones

- 3.- Surco medial esternal
- 4.- Fenestra o incisura medial
- 5.- Foramen neumático
- 6.- Incisura intercostal

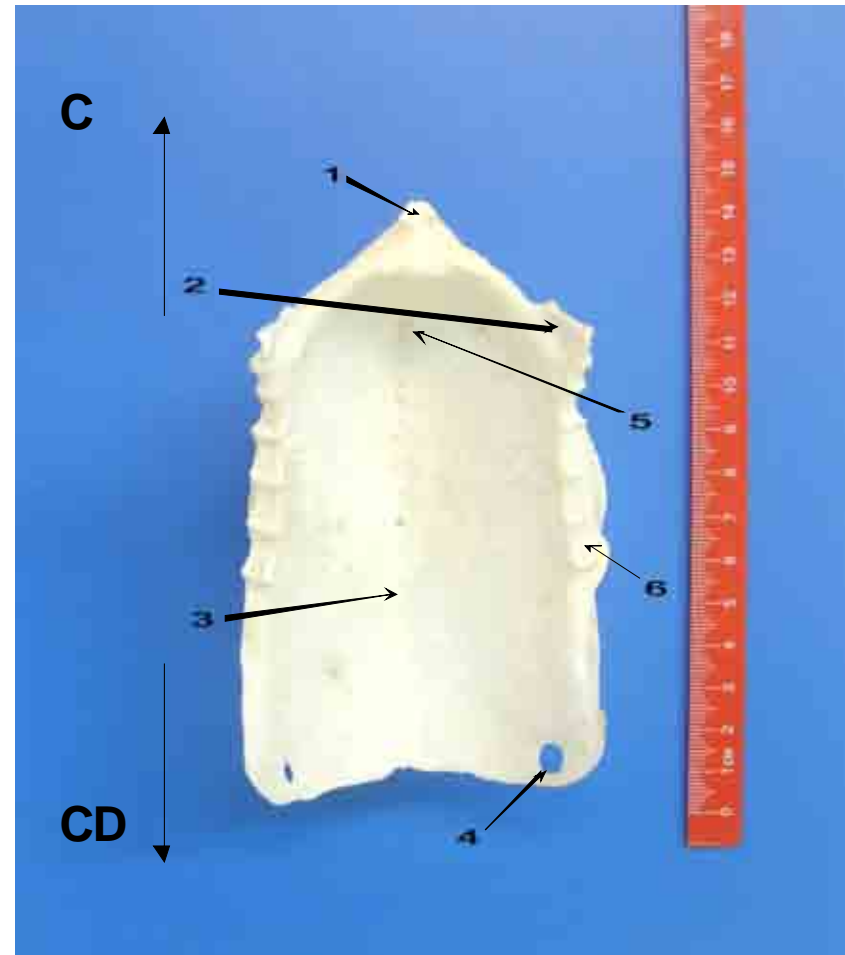


Figura 18. Cara interna, esternón

# Esternón

## Eminencias

- 7.- Ápice de la carina o quilla
- 8.- Tubérculo del labio ventral

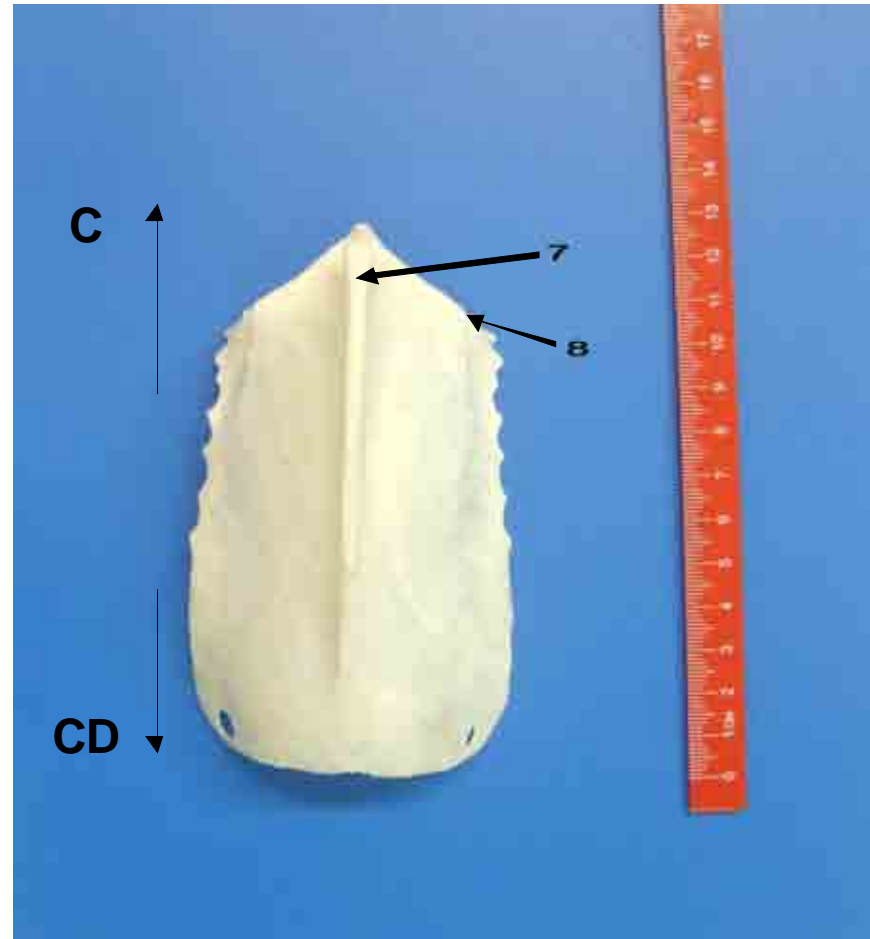


Figura 19. Cara externa, esternón

# Esternón

## Eminencias

- 9.- Cresta lateral
- 10.- Espina externa

## Depresiones

- 11.- Surco de la carina o quilla
- 12.- Surco articular del coracoides

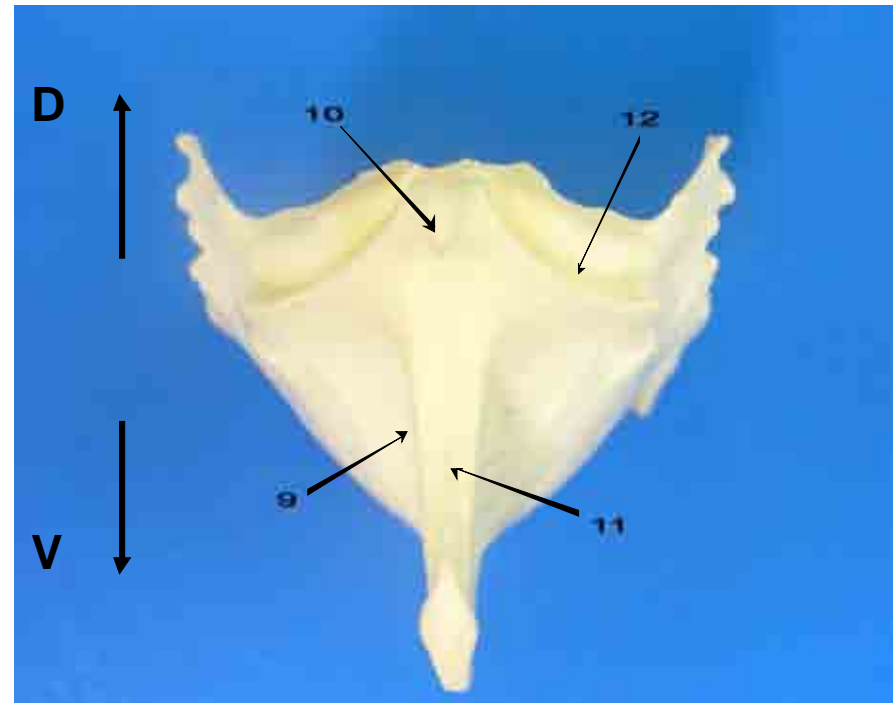
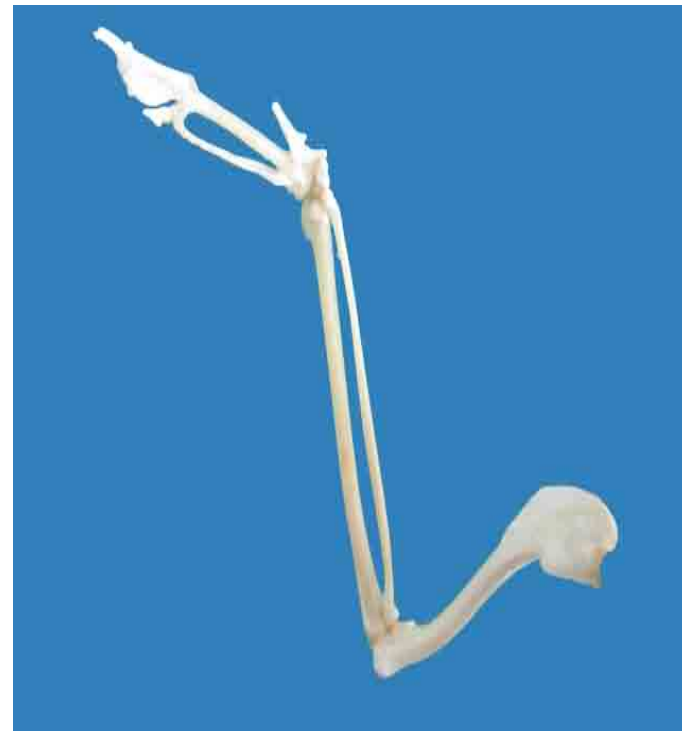


Figura 20. Extremo craneal del esternón



**MIEMBRO TORÁCICO (ala).** Son los huesos que pertenecen al esqueleto apendicular y se encuentran a ambos lados del plano medio. Esta conformado por: La clavícula (A), coracoides (B), escápula, húmero, radio, ulna, carpo-metacarpiano y falanges (C).

**A****B****C**

**Clavícula:** Es un hueso par, que en su extremo omal se articula con el coracoides y con la escápula, que en conjunto forman el canal tri-óseo y la articulación del hombro. Ambas se encuentran fusionadas en su extremo esternal:

1.- Extremo omal

2.- Extremo esternal



Figura 21. Vista craneal, clavículas,

# Clavículas

## Eminencias

- 3.- Proceso del acromion
- 4.- Apófisis clavicular
- 5.- Cuerpo de la clavicular

## Depresiones

- 6.- Cara articular del acrocoracideo

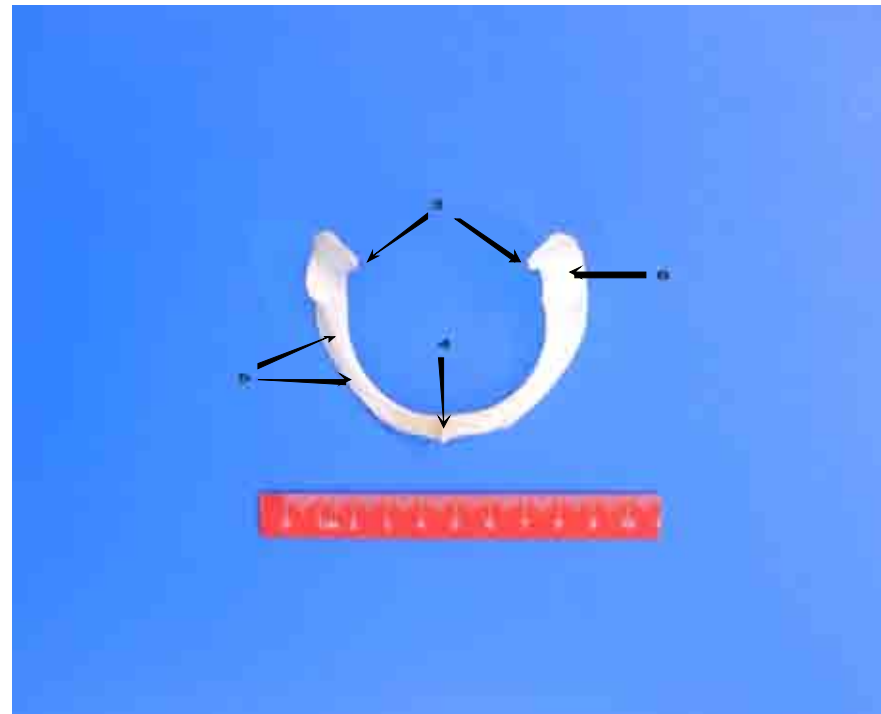


Figura 22. Vista caudal, clavículas

**Coracoides:** Hueso largo, en su extremo proximal se fusiona caudalmente con la escápula y el húmero, y cranealmente se articula con la clavícula. Su extremo distal se articula con el esternón.

### Eminencias

- 1.- Proceso lateral

### Depresiones

- 2.- Cara articular esternal
- 3.- Cara articular humeral
- 4.- Impresión del músculo esternocoracoideo
- 5.- Impresión del ligamento acrocoracohumeral
- 6.- Surco del m. Supracoracoideo

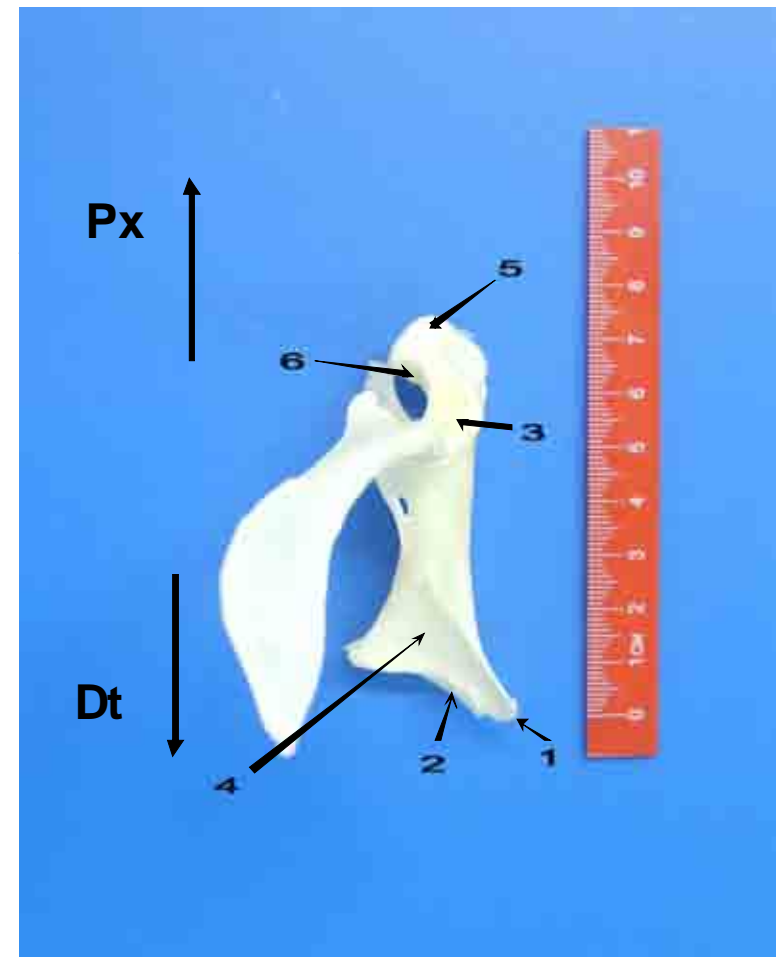


Figura 23. Coracoides derecho

# Coracoides

## Eminencias

- 7.- Proceso acoracoideo
- 8.- Proceso procoracoideo

## Depresiones

- 9.- Surco del m. supracoracoideo
- 10.- Cara articular clavicular

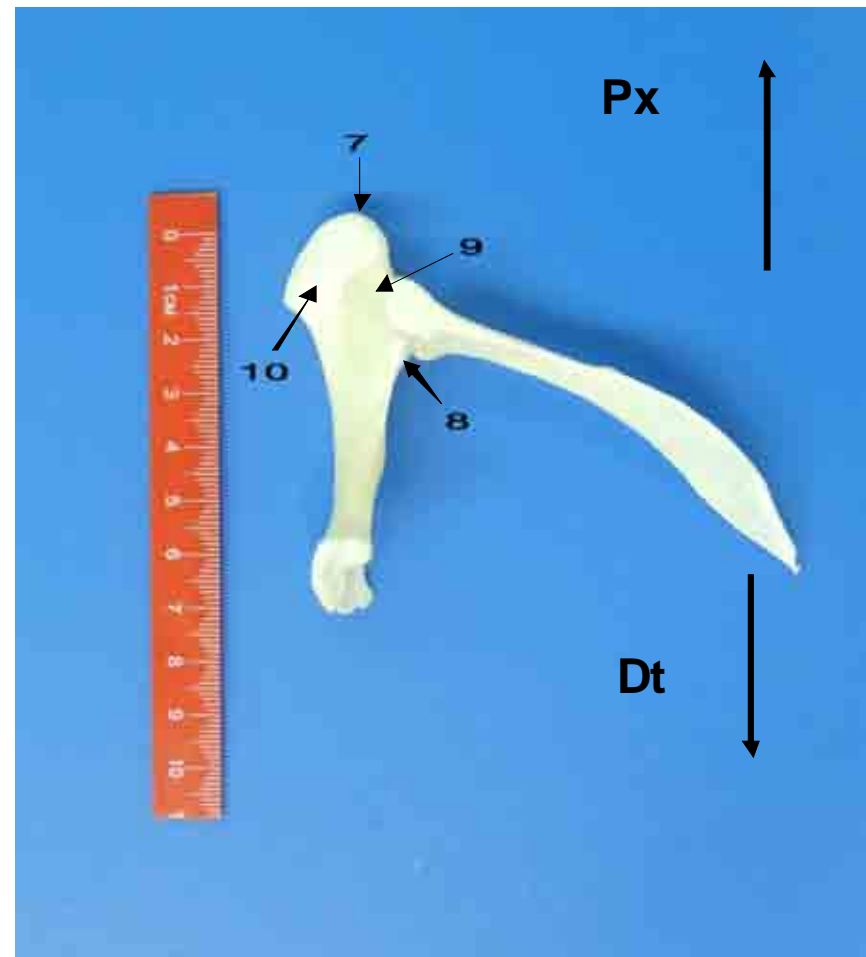


Figura 24. Coracoides derecho

**Escápula:** Es un hueso plano, par, forma parte del esqueleto apendicular. Se articula cranealmente con el coracoides y la clavícula (fúrcula). Presenta las siguientes características:

- 1.- Acromion
- 2.- Cuerpo de la escápula

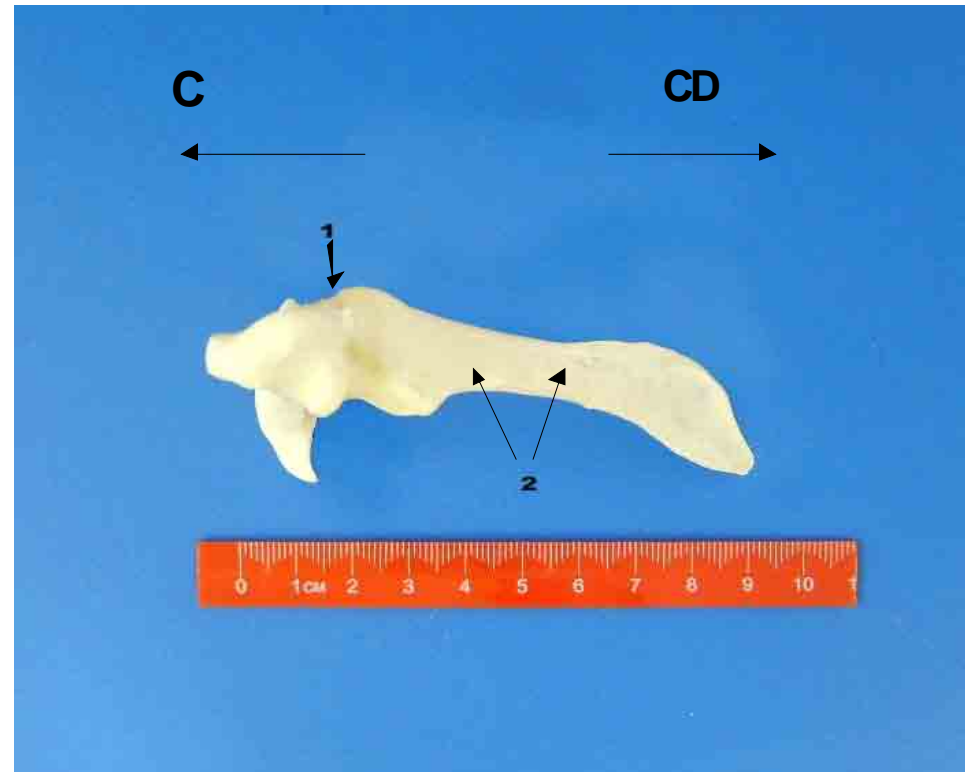


Figura 25. Vista lateral, escápula izquierda

## ESCÁPULA

3.-Cara articular clavicular

4.- Cara articular humeral

5.- Canal tri-óseo

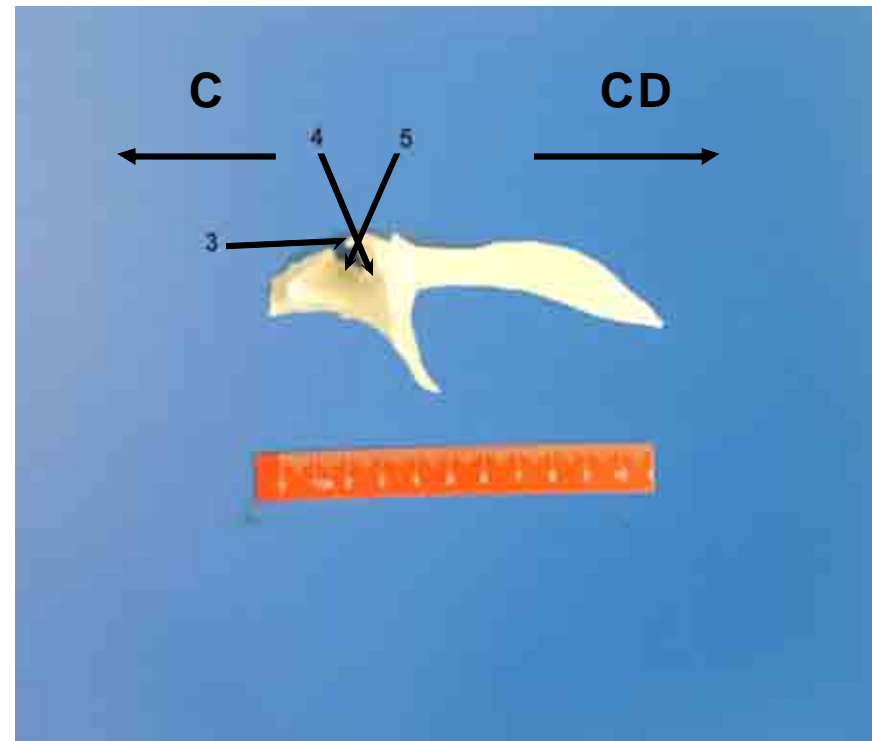


Figura 26. Vista medial, escápula derecha

**Húmero:** Hueso largo, par, se articula proximalmente con el coracoides y la escápula; distalmente con el radio y la ulna. Presenta las siguientes características:

### Eminencias

- 1.- Cresta pectoral
- 2.- Tubérculo ventral
- 3.- Cabeza humeral

### Depresiones

- 4.- Fosa neumática
- 5.- Impresión músculo tríceps humeral
- 6.- Fosa del olécranon

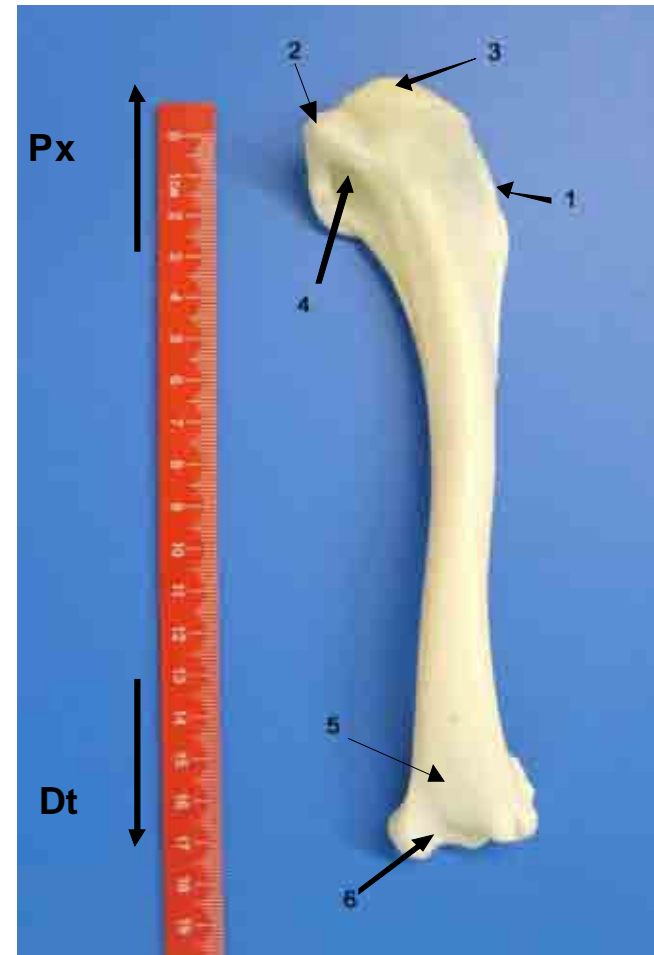


Figura 27. Vista ventral humero Izquierdo



## HÚMERO

### Eminencias

- 7.- Tubérculo supracondilar ventral
- 8.- Proceso supracondilar dorsal
- 9.- Cóndilo dorsal
- 10.- Cóndilo ventral

### Depresiones

- 11.- Surco ligamento transvers o
- 12.- Incisura intercondilaria
- 13.- Fosa del músculo braquial
- 14.- Impresión del músculo coracobraquial craneal

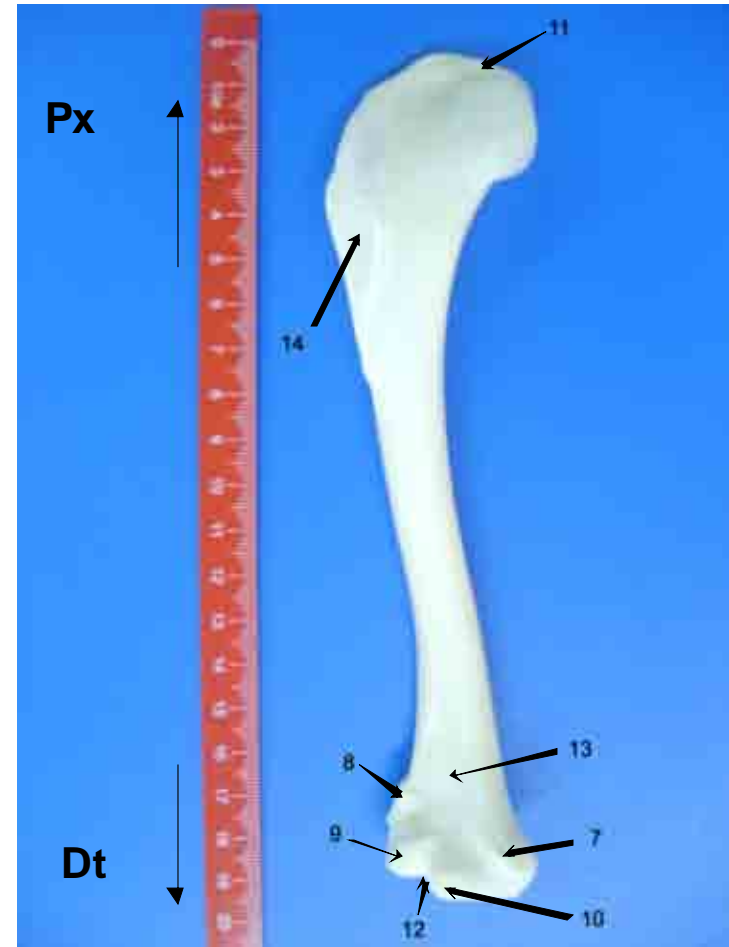


Figura 28. Vista dorsal, húmero izquierdo

**Radio:** Hueso largo, forma parte del miembro torácico, se articula proximalmente con el húmero y con la ulna y distalmente también con la ulna y con los carpos. Presenta las siguientes características:

### Eminencias

- 1.- Tubérculo aponeurosis

### Depresiones

- 2.- Cara articular radio-carpo
- 3.- Surco tendinoso
- 4.- Cara articular ulnar

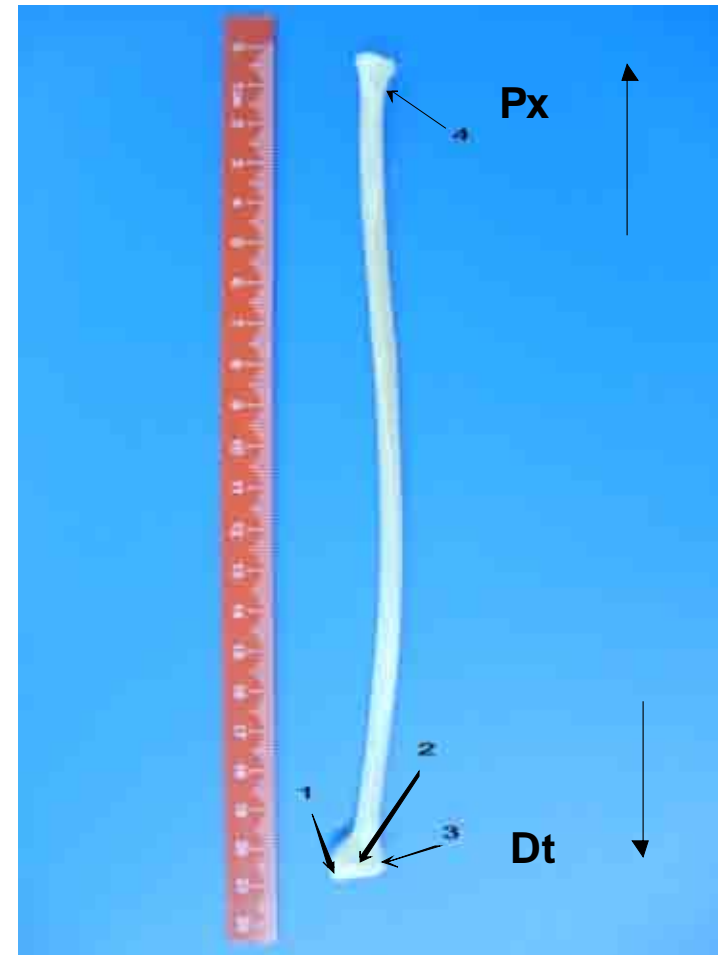


Figura 29. Vista ventral, radio derecho

## Radio

### Eminencia

5.- Tubérculo del bíceps

### Depresión

6.- Cotila humeral

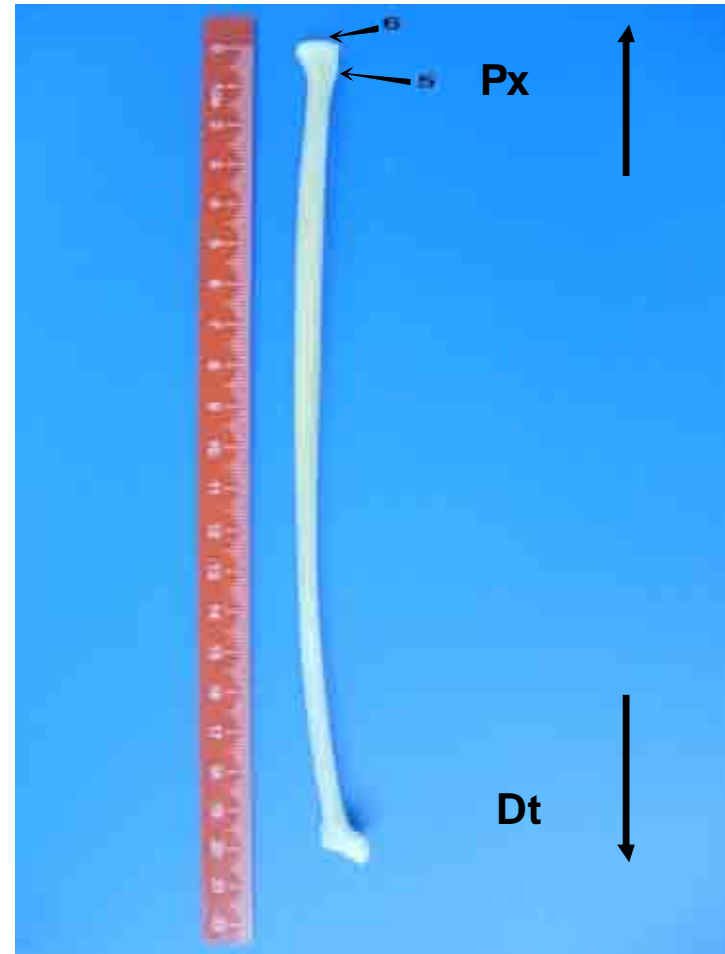


Figura 30. Vista dorsal, radio derecho

**Ulna:** Hueso largo de mayor tamaño que el radio, se articula proximalmente con el húmero y con el radio y distalmente con los carpos. Tiene las siguientes características:

### Eminencias

- 1.- Proceso cotilar dorsal
- 2.- Tubérculo del ligamento colateral ventral
- 3.- Papilas remigiales (lunares) caudales
- 4.- Olécranon
- 5.- Cotila dorsal (proximal)
- 6.- Foramen nutricio

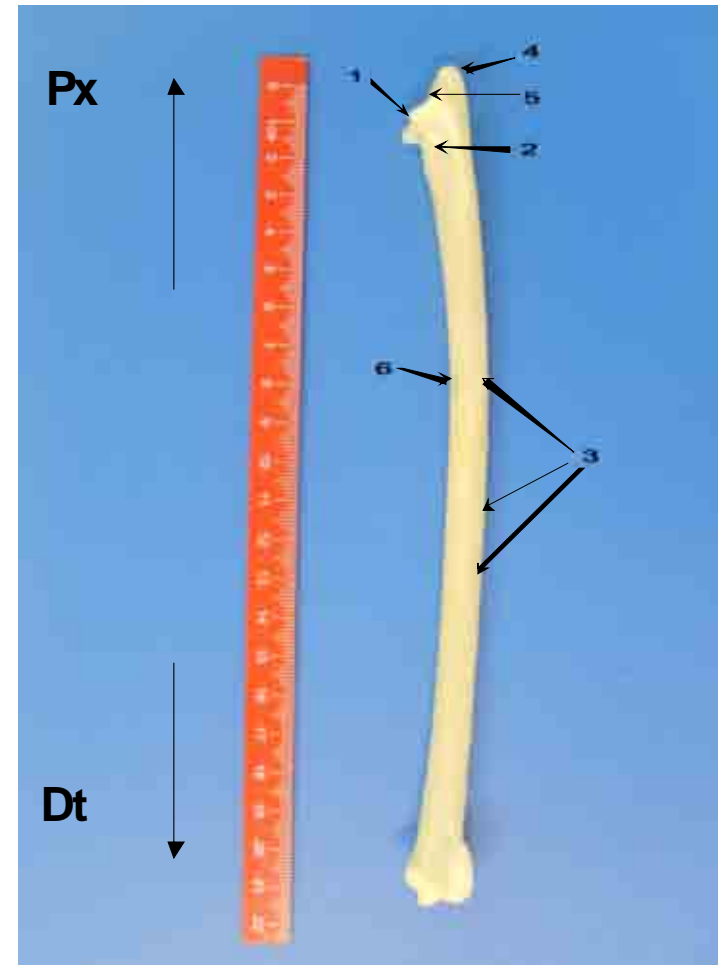


Figura 31. Vista caudal, ulna derecha

## Ulna

### Depresiones:

- 7.- Cóndilo dorsal
- 8.- Cóndilo ventral
- 9.- Tubérculo carpal
- 10.- Cotila ventral
- 11.- Surco tendinoso

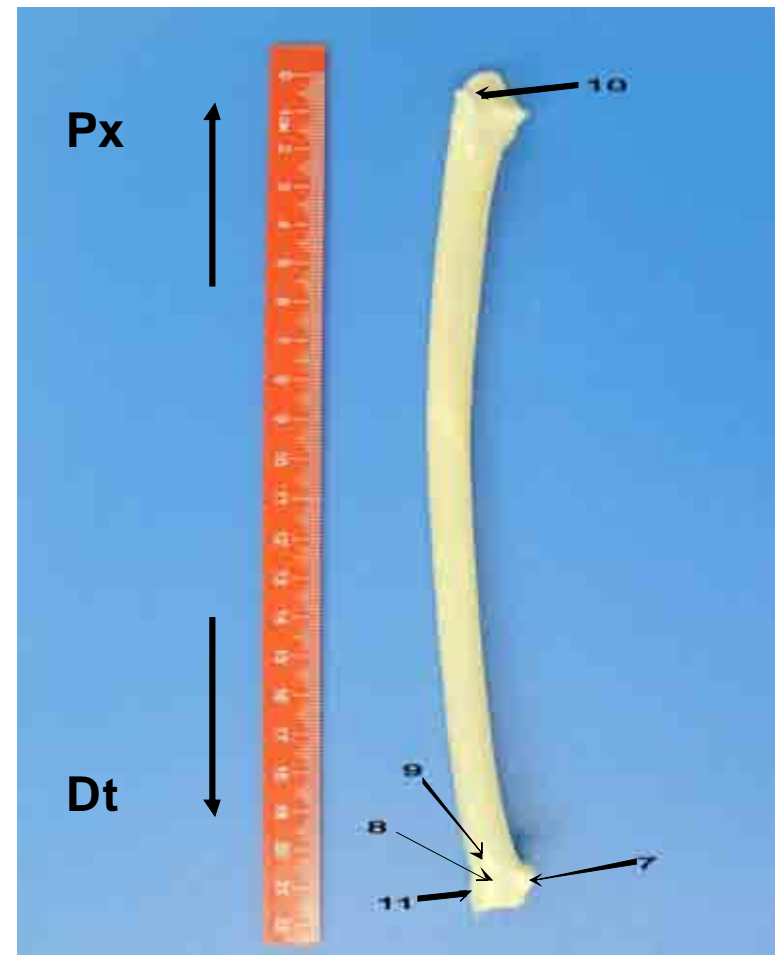


Figura 32 Vista craneal, ulna derecha

## Carpos

1.- Carpo radial

2.- Carpo ulnar



Figura 33. Carpos radial y ulnar

**Carpo-metacarpiano:** Hueso largo, consta de carpo-metacarpiano mayor y carpo-metacarpiano menor, esta articulado proximalmente con el radio y la ulna y con la falange del dedo I, distalmente se articula con las falange proximal del dedo II y la falange del dedo III. Tiene las siguientes características:

A.- H. Carpo-metacarpiano mayor

B.- H. Carpo-metacarpiano menor

### Eminencias

1.- Proceso pisiformis

2.- Proceso del ala

3.- Tróclea carpal

### Depresiones

4.- Fosa infratroclear

5.- Fóvea carpal craneal

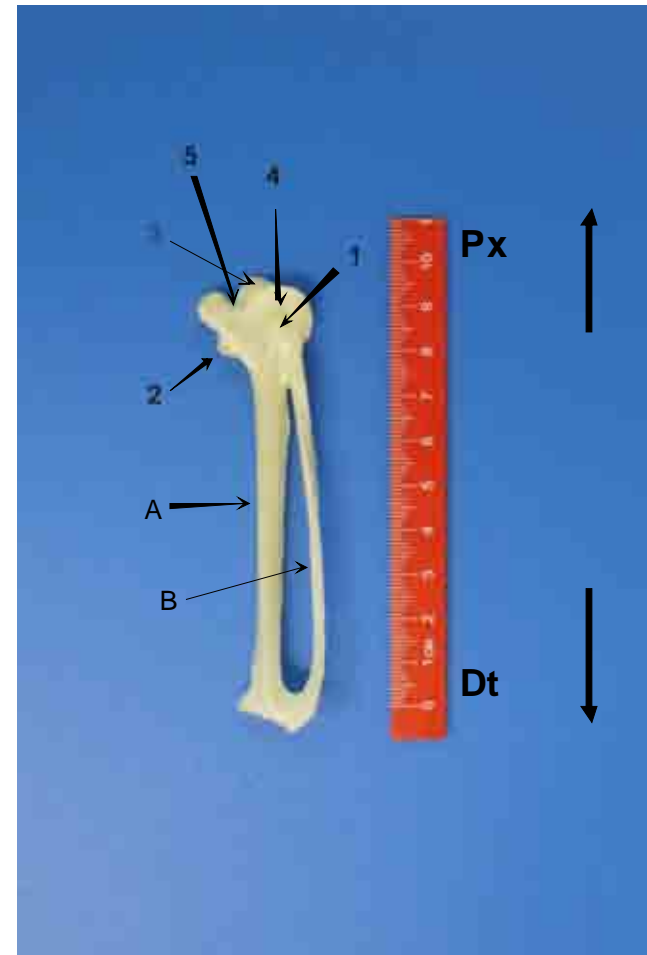


Figura 34. Vista palmar, carpo-metacarpiano izquierdo

## Carpo-metacarpiano

### Eminencias

6.- Proceso extensor

### Depresiones

7.- Fosa supratroclear

8.- Fóvea carpal caudal

9.- Surco tendinoso

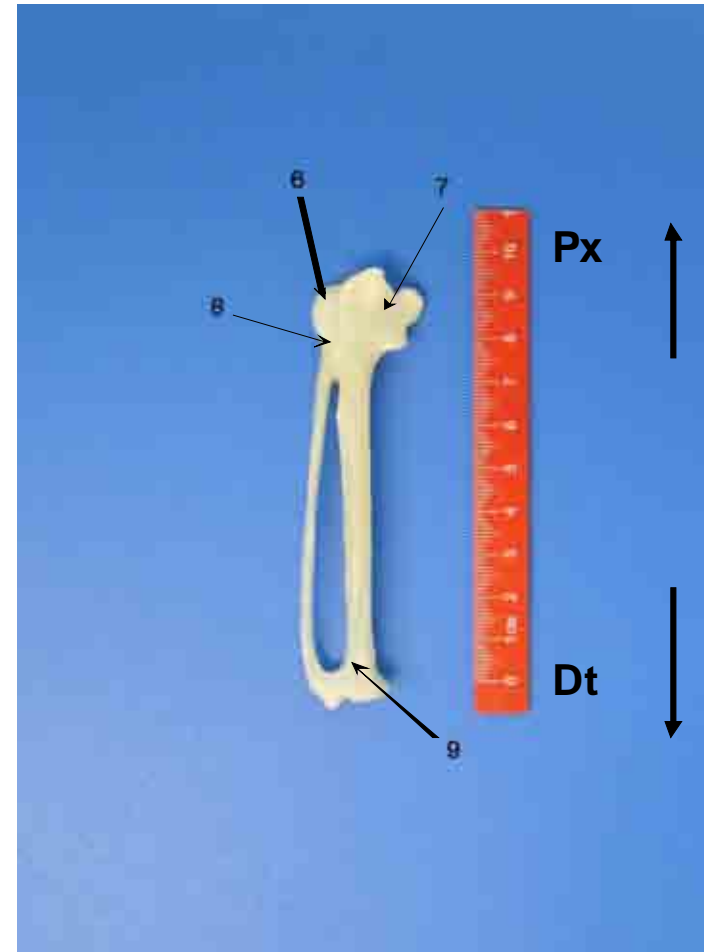


Figura 35. Vista dorsal, carpo-metacarpiano izquierdo



## Falanges del miembro torácico

- 1) Dedo I
- 2) Dedo II
  - A) Falange Proximal
  - B) Falange distal
- 3) Dedo III
- 4) H. carpo-metacarpiano

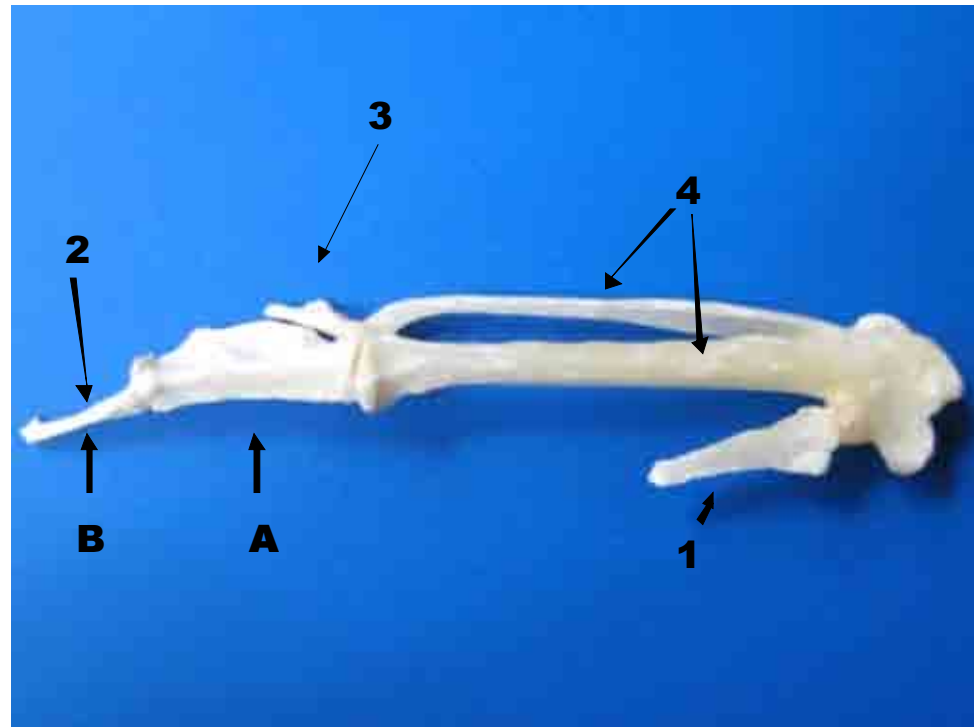


Figura 36. Hueso carpo-metacarpiano y falanges de los dedos I, II, III y IV

**MIEMBRO PELVIANO:** huesos del esqueleto apendicular constan de proximal a distal: coxal (A), fémur, tibio-tarso, tarso-metatarsiano y falanges (B).

**A****B**

**Coxal:** Formado por los huesos ilion, el isquion y el pubis.

A) Ilion

B) Isquion

C) Pubis

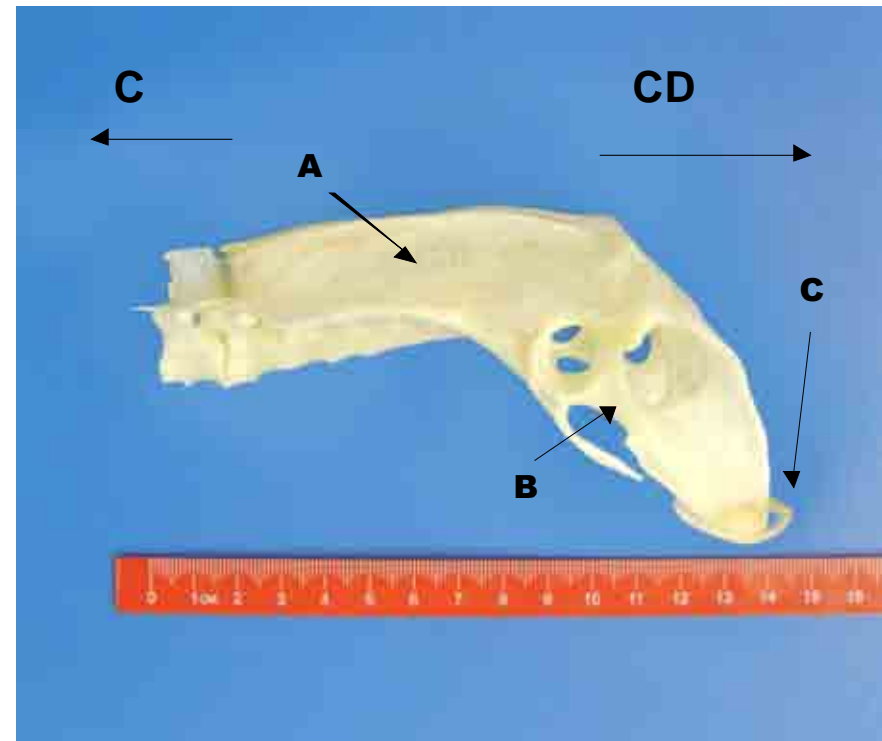


Figura 37. Coxal, vista lateral

# Coxal

## Eminencias

- 1.- Cresta iliaca dorsal
- 2.- Cresta iliaca dorsal – lateral

## Depresiones

- 3.- Foramen ileon – isquion
- 4.- Foramen acetabular
- 5.- Foramen obturador
- 6.- Fenestra o incisura isquio - púbrica

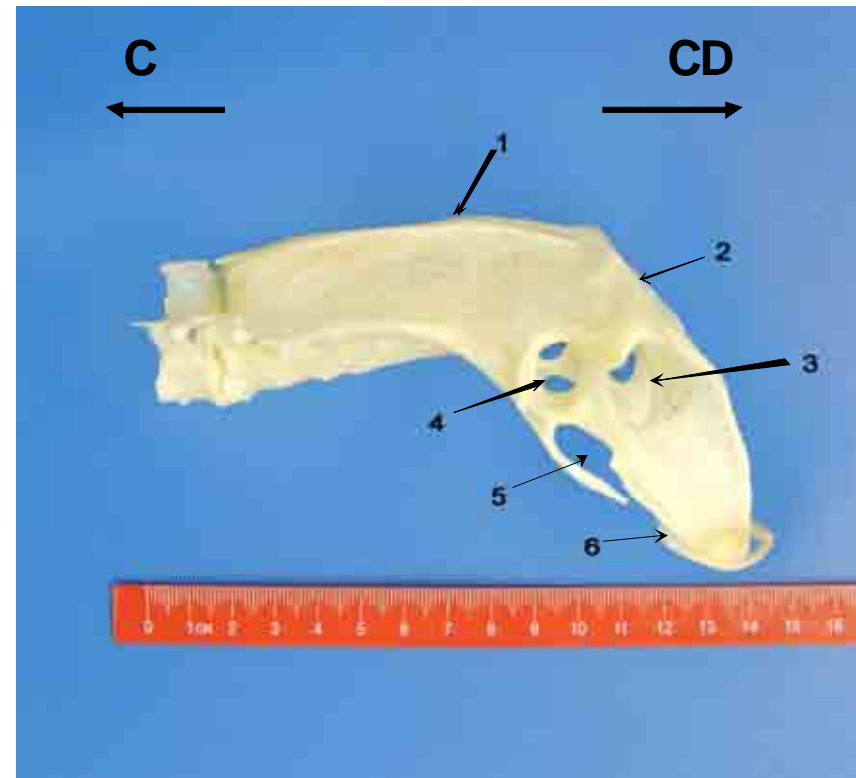


Figura 38. Coxal, vista lateral izquierda

## Coxal

### Eminencias

7.- Cresta Iliaca oblicua

8.- Ápice del pubis

9.- Proceso costal

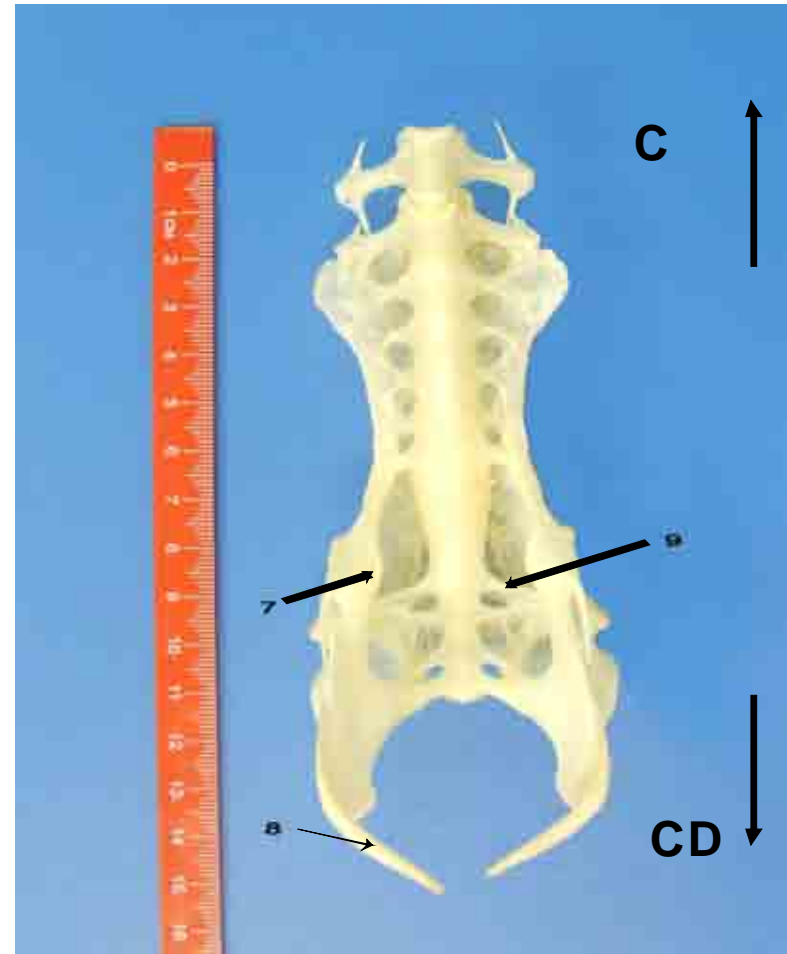


Figura 39. Coxal, vista ventral

## Coxal

### Depresiones

10.- Fosa ileo – caudal

11.- Foramen intertransverso

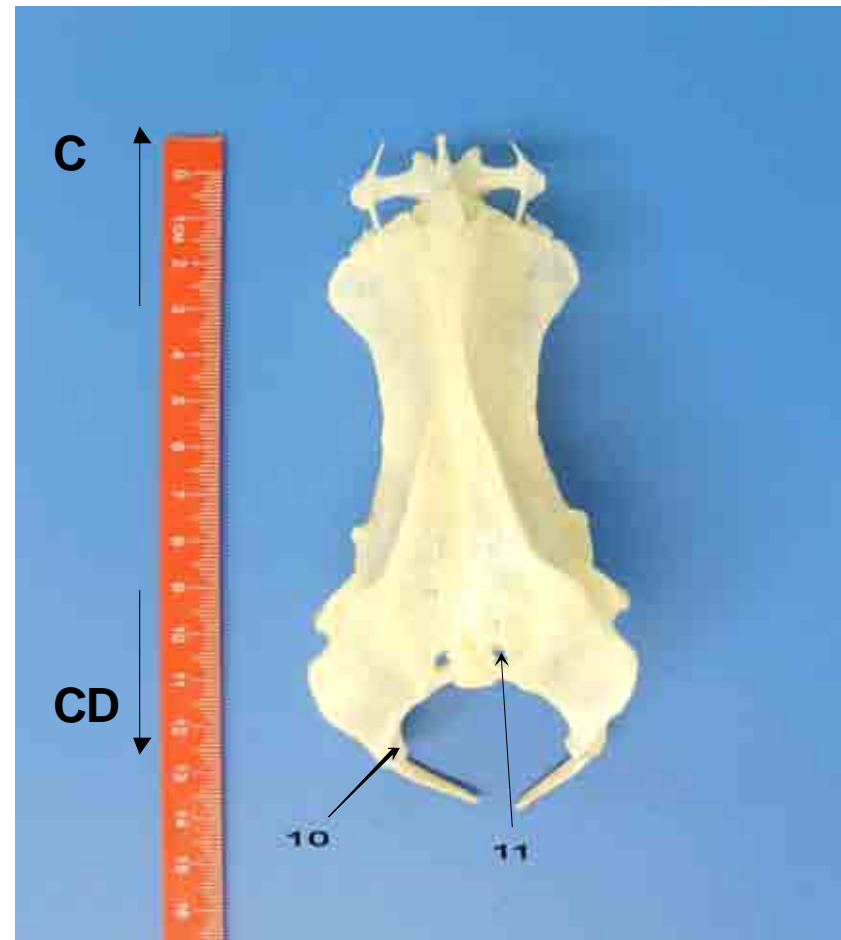


Figura 40. Coxal, vista dorsal

**FÉMUR.** Hueso largo, par, que se articula proximalmente con la cavidad acetabular y distalmente con el tibiotarso. Tiene las siguientes características anatómicas:

### Eminencias

- 1.- Cabeza femoral
- 2.- Trocánter
- 3.- Cóndilo lateral
- 4.- Cóndilo medial
- 5.- Tróclea fibular
- 6.- Línea intermuscular caudal

### Depresiones

- 7.- Fóvea de la cabeza femoral
- 8.- Fosa poplítea
- 9.- Impresión del ligamento cruzado caudal
- 10.- Impresión del ligamento cruzado craneal

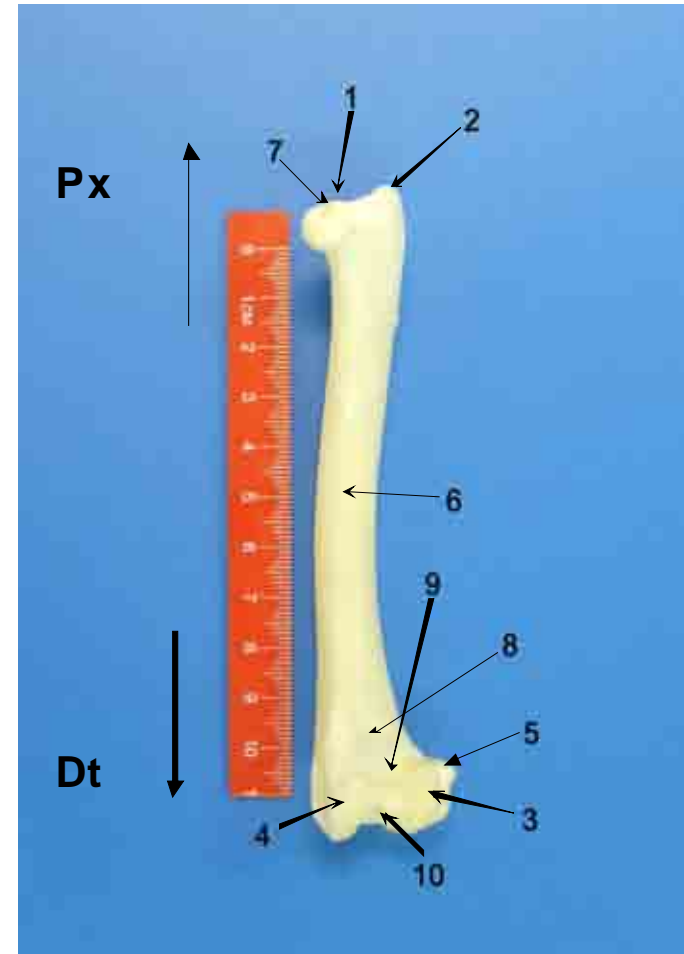


Figura 41. Vista caudal, fémur derecho

# Fémur

## Eminencias

- 11.- Cresta trocantérica
- 12.- Línea intermuscular craneal

## Depresiones

- 13.- Surco patelar
- 14.- Surco intercondilar

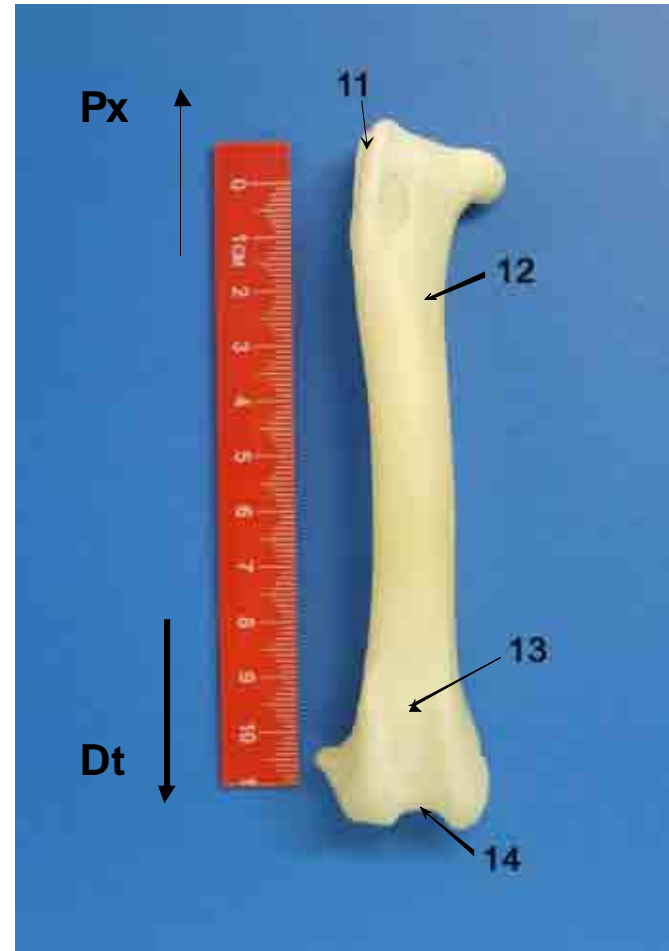


Figura 42. Vista craneal, fémur derecho



**Tibio-tarso:** Es un hueso largo, par, el cual se articula proximalmente con el fémur y distalmente con el tarso-metatarso. Tiene las siguientes características:

**A-** Fíbula

### Eminencias

- 1.- Cresta tibial craneal
- 2.- Cresta tibial lateral
- 3.- Cóndilo lateral
- 4.- Cóndilo medial

### Depresiones

- 5.- Surco intercrestario
- 6.- Impresión del ligamento colateral medial
- 7.- Foramen supratendinoso

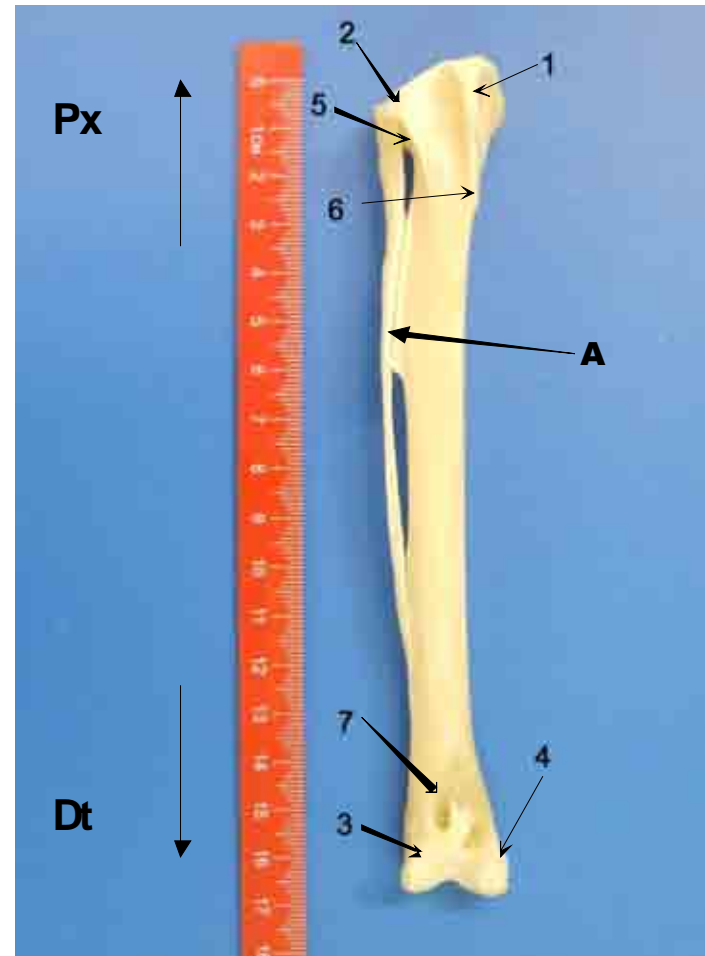


Figura 43. Vista craneal, tibiotalarso derecho

## Tibio-tarso

### Eminencias

- 8.- Cresta patelar
- 9.- Cresta fibular

### Depresiones

- 10.- Incisura tibial
- 11.- Fosa epicondilar lateral
- 12.- Surco cartilaginoso tibial

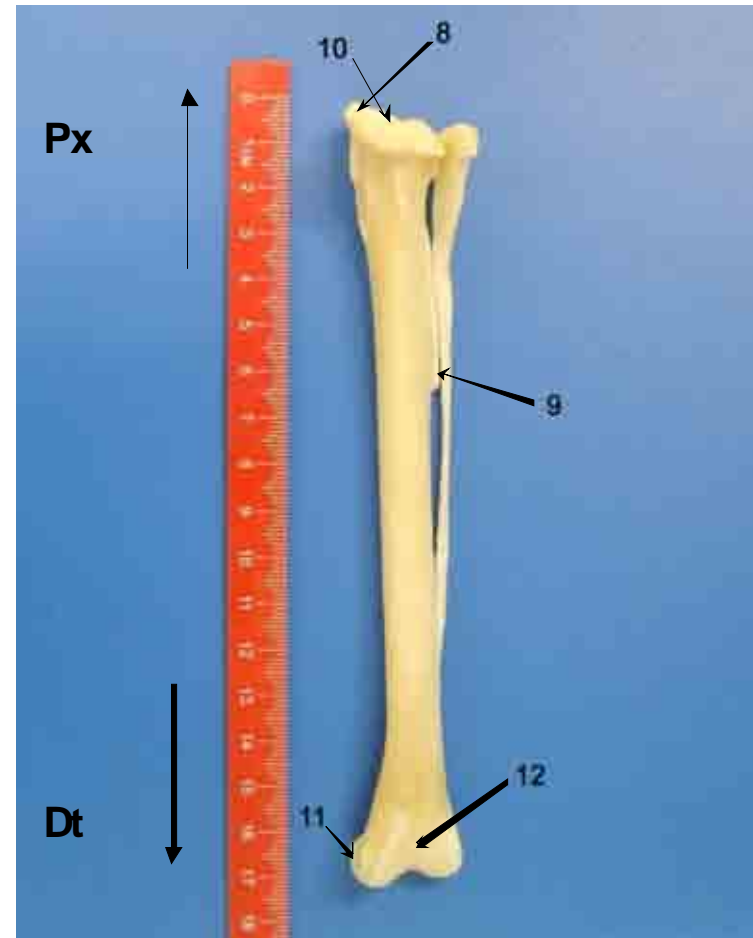


Figura 44.Vista caudal, tibiotarso derecho

**Tarso – metatarsiano:** Es un hueso largo que forma parte del miembro pelviano se encuentra articulado proximalmente con el tibiotarso y distalmente con las falanges proximales de los dedos I, II, III, IV; además presenta las siguientes características:

### Eminencias

- 1.- Cresta medial hipotarsiana
- 2.- Cresta lateral hipotarsiana
- 3.- Cresta plantar mediana
- 4.- Cresta plantar lateral
- 5.- Cresta plantar medial
- 6.- Tróclea metatarsiana III

### Depresiones

- 7.- Foramen vascular proximal
- 8.- Foramen vascular distal
- 9.- Fosa metatarsiana
- 10.- Incisura intertroclear

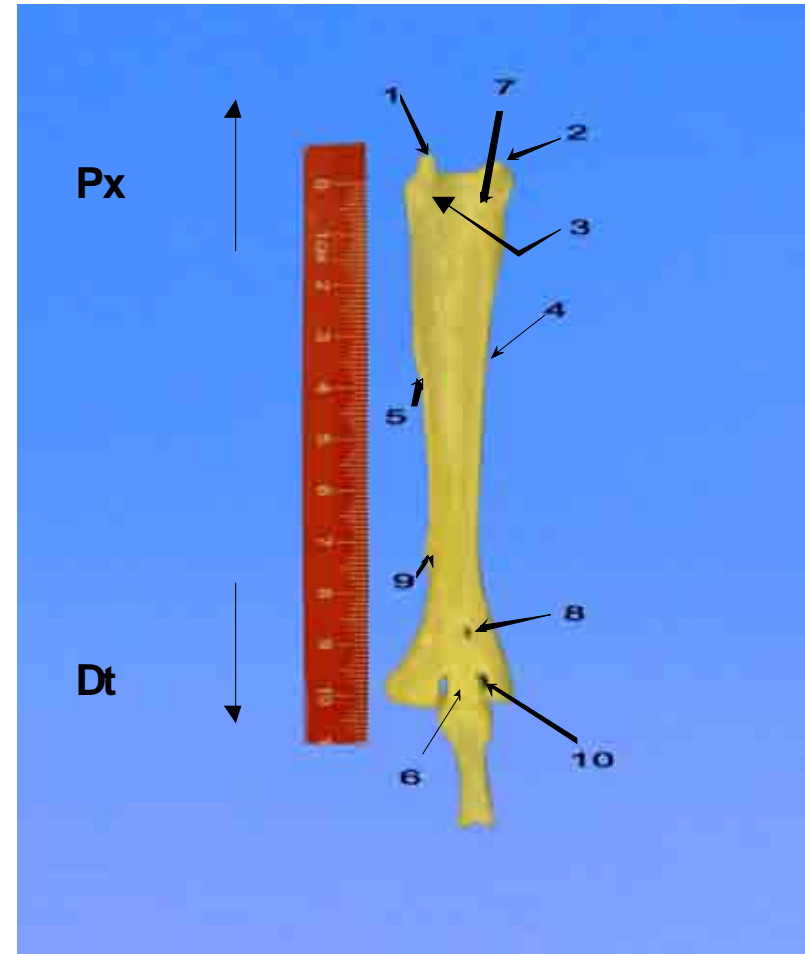


Figura 45. Vista plantar, tarso-metatarsiano derecho

## Tarso-metatarsiano

### Depresiones

- 11.- Impresión del ligamento colateral lateral
- 12.- Fóvea del ligamento colateral
- 13.- Surco longitudinal dorsal
- 14.- Falange del dedo III

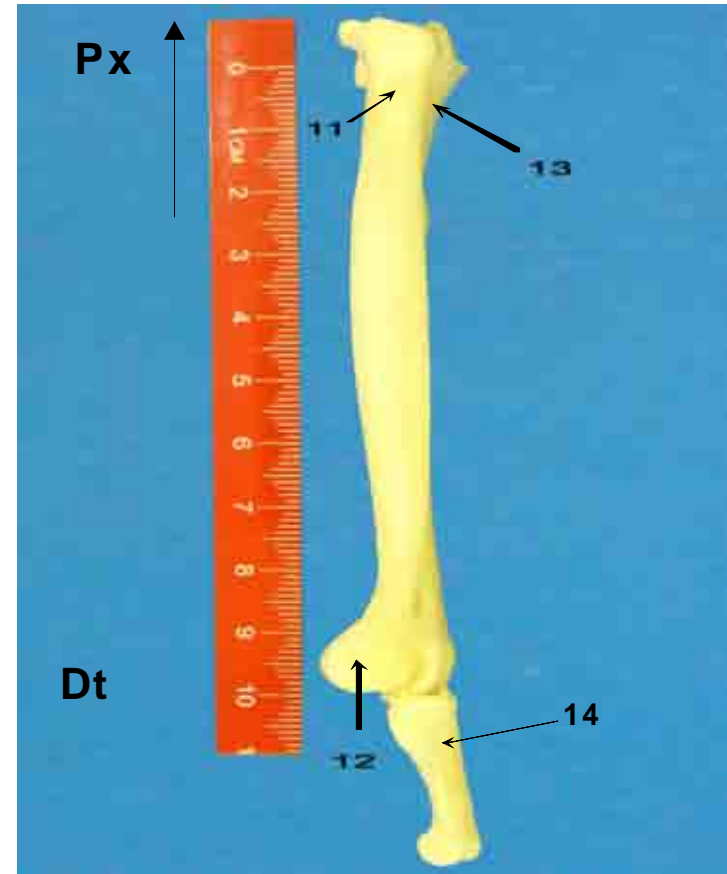


Figura 46. Vista medial, tarso-metatarsiano

## Dedo II del miembro pelviano

1.- Falange proximal

2.- Falange media

3.- Falange distal



Figura 47. Dedo II

## Dedo IV del miembro pelviano

- A) 1ª falange
- B) 2ª falange
- C) 3ª falange
- D) 4ª falange
- E) 5ª falange

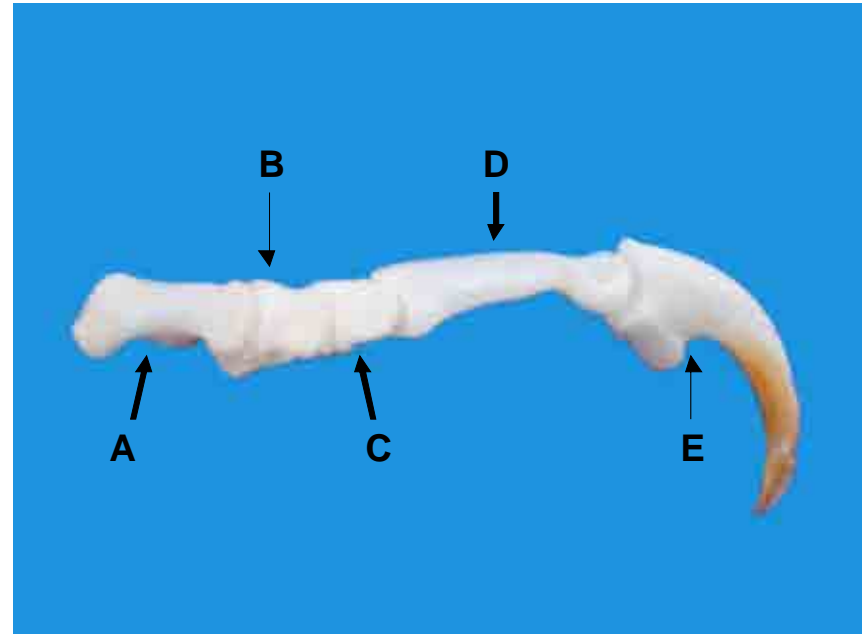


Figura 48. Dedo IV

## DISCUSIÓN

Como se ha mencionado anteriormente, el águila real es un ave de presa que se caracteriza por tener una gran capacidad de vuelo. Si bien su esqueleto tiene las características anatómicas generales descritas en la Nomina Anatómica Avium; algunas diferencias destacan en comparación con la gallina doméstica que es el ave más estudiada.

### **Ausencias:**

El águila real no presenta hueso **notarium** esto posiblemente se deba a que por ser un ave de presa requiere una gran flexibilidad de esta parte del cuerpo para poder capturar a su presa.

### **Modificación:**

Mientras que en la gallina doméstica la escápula y el coracoides se encuentran unidos por medio de una articulación, en el águila estos dos huesos se encuentran fusionados formando una sola estructura ósea, lo que permite que los miembros torácicos tengan mayor fuerza, que para estas aves es sumamente importante, ya que no hay que olvidar que ellas pueden planear gracias a los movimientos de sus alas.

El esternón tiene una forma rectangular y posee una quilla no tan pronunciada como en otras especies (gallina), lo que le favorece para alcanzar grandes alturas durante su vuelo, además de asir a su presa hacia su cuerpo.

Las cavidades orbitarias son muy amplias y el orificio en el septo que las divide esta más desarrollado, mientras que los orificios nasales son menos prominentes que en la gallina ya que en esta ocupan 2/3 partes del hueso maxilar.

### **Presencia:**

Los procesos óseos **supraorbitarios** que se encuentran ubicados sobre el margen dorsal de la cavidad orbitaria, en el águila tienen mayor tamaño que en las aves de corral como la gallina. Estos procesos posiblemente protegen a los globos oculares de los rayos del sol, favoreciendo así la visibilidad del ave durante el vuelo.



## CONCLUSIONES

- El esqueleto del águila real comparte las características anatómicas generales con el resto de las aves, pero también algunas propias de esta especie tales como:
  - 1) El esqueleto del águila real (*Aquila chrysaetos*) está conformado por 117 huesos.
  - 2) Fusión entre la escápula y el coracoides
  - 3) Ausencia del notarium.
  - 4) Procesos supraorbitarios muy desarrollados. (Fig. 8)
  - 5) Los huesos con ausencia de médula ósea fueron: el sinsacro (Fig. 15), esternón (Fig. 18), la clavícula (Fig. 21), coracoides (Fig. 23) escápula (Fig. 25).
  - 6) Los huesos largos de los miembros como el radio y la ulna (Fig. 29 y 31) (torácicos) y fémur, tibio-tarso y tarso-metatarsiano (Fig. 41, 43 y 45) (pelvianos) presentaron médula ósea.
  - 7) El peso del esqueleto completo después del proceso de limpieza fue de aproximadamente 286g, que representó el 9.53 % del peso vivo del ave.

**BIBLIOGRAFIA:**

1. Estudillo L.J., Paasch M.L. Espléndidas Aves Mexicanas: 1ª Edición, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.
2. Cooper John E.: Birds of Prey: Blackwell Publising, 3ª Edición, 2002
3. Baumel Julian J., Evans Howard E., Breazile James E.: Nomina Anatómica Avium: Academic Press, London, Sidney, 1979
4. [http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion\\_internacional/doctos/cites.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/cites.html)
5. [http://www.sagan-gea.org/hojared\\_biodiversidad/paginas/hoja2u.html](http://www.sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/paginas/hoja2u.html).
6. [http://www.zooleon.org.mx/2004/espanol/secciones/consulta/animales/aguila\\_real\\_mex.htm](http://www.zooleon.org.mx/2004/espanol/secciones/consulta/animales/aguila_real_mex.htm),