

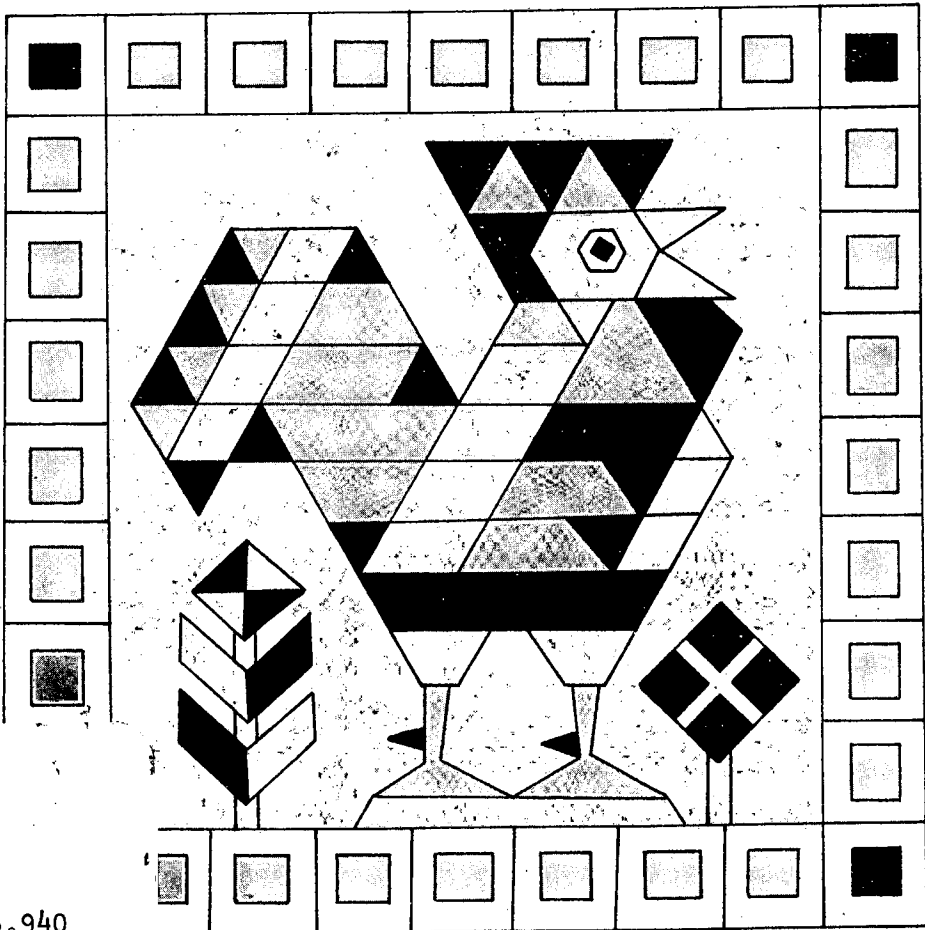


MINISTERIO DE AGRICULTURA

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

REGIONAL No.7

ANATOMIA AVIAR

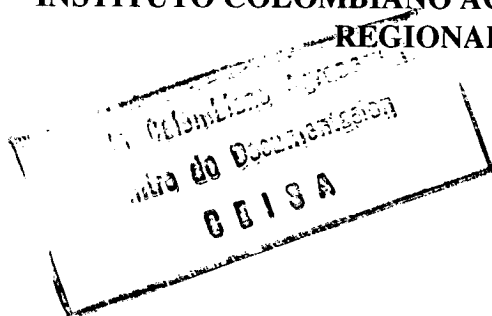


16.940

16.940
2 cop

20430

**INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO "ICA"
REGIONAL 7**

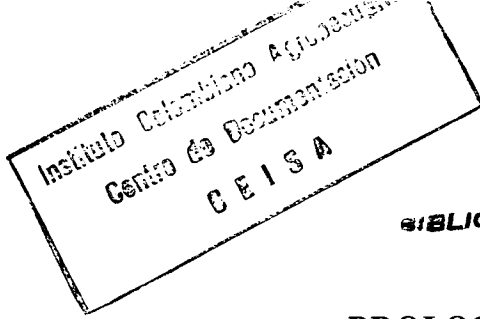


**BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA**

25 ENE. 1999

ANATOMIA AVIAR

M.V. M.S. Sergio Latorre R.
M.V. Víctor Hugo Massey G.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

PROLOGO

25 ENE. 1999

Esperamos con esta publicación poder proporcionar conocimientos para aquellas personas dedicadas al estudio, producción y explotación de las aves, sean estudiantes de Medicina Veterinaria, Zootecnia, Tecnólogos Agropecuarios, profesionales de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y en fin para todas aquellas personas relacionadas con el estudio de las aves.

En razón a que en nuestro medio no se dispone de ningún documento que sirva como guía para el estudio anatómico de las aves, se procedió a elaborar este manual con el objeto de recolectar y proporcionar una información técnica y científica sobre la anatomía y algunos aspectos fisiológicos de las aves, conocimientos éstos básicos para el aprendizaje y entendimiento del comportamiento normal de las aves, bajo cualquier sistema de explotación o producción.

También poder obtener la explicación de muchos de los fenómenos o procedimientos que por su conformación anatómica las aves pueden realizar, llevando a cabo una gran variedad de actividades físicas que de no ser por su estructura anatómico-fisiológica les sería imposible efectuar.

Queremos dedicar esta publicación a todos los viejos campesinos de Colombia quienes con su esfuerzo son los constructores del país, y a quienes se les debe todo el patrimonio nacional ya que Colombia es un país con vocación y futuro agropecuario.

ANATOMIA AVIAR

1. ANATOMIA EXTERNA

La cabeza y porción superior del cuello del pavo se encuentran desprovistos de plumas, además poseen un proceso carnoso frontal que se conoce como "**MOCO**". La piel de las aves es típicamente delgada pero en la cresta y barbillas ésta se torna gruesa y bien vascular.

En pericos y loros observe una banda carnosa frontal que en machos normalmente es de color azul, y en las hembras es de color marrón o rosado. Esta estructura es altamente sensible y en algunas ocasiones está cubierta de plumas. Su hipertrofia puede ser un indicativo de infestación por **Cnemidectes**.

Sujete la cabeza de manera firme y observe que el Maxilar Superior sí se puede mover (Quinesis Craneal).

Las aves al flexionar la articulación intertarsal flexionan a su vez los dedos. Este es un mecanismo para asegurar el descanso de las aves sobre una percha.

Las plumas más notorias o externas se denominan **Plumas de Contorno**. Las plumas del vuelo (de gran tamaño) se denominan **Remiges** (Remeras) y se localizan a partir del borde caudal del ala. Las **Remiges primarias** salen del borde caudal del Metacarpo y Dedos, y las **Remiges secundarias** se soportan en el Cúbito (Figura 1).

El **Patagium** es una lámina o plieque de piel que va desde el hombro hasta el carpo del ala, sobre su borde craneal.

La Vena Alar (o Basofílica) corre por la cara ventral del ala. Es observable desde el codo, y a menudo es la preferida para tomar **muestras de sangre**. Su nombre (Basofílica) se refiere al color azul que muestra estando el ave en vida. Su nombre alternativo es *Vena Braquial*.

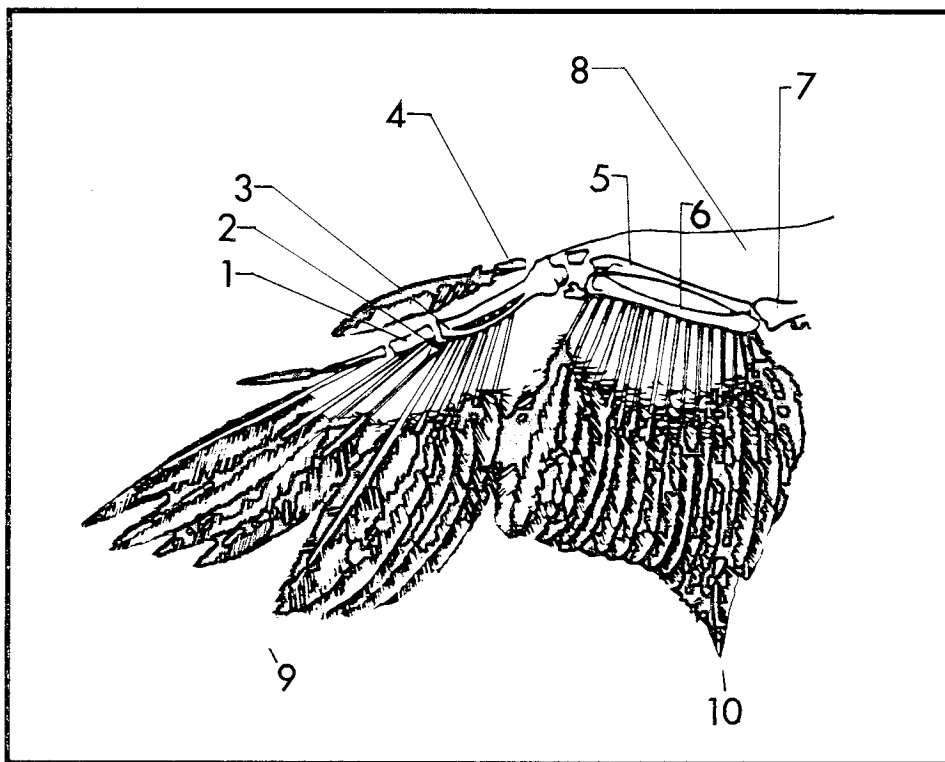


FIGURA 1. MIEMBRO ANTERIOR Y LAS PLUMAS ASOCIADAS AL VUELO

1-Dígito Mayor. 2- Dígito Menor. 3-Metacarpianos. 4- Dígito Alular. 5- Radio. 6- Cúbito. 7- Húmero. 8- Patagium. 9- Plumaz Remeras Primarias. 10- Plumaz Remeras Secundarias.

2. SISTEMA TEGUMENTARIO

Las funciones del sistema tegumentario el cual incluye la piel y sus formaciones secundarias son: protección y regulación de la temperatura corporal, vuelo y desarrollo de características sexuales secundarias.

Sus componentes principales son:

2.1. PIEL

La piel de las aves es relativamente delgada, se compone de una capa externa (Epidermis) y una capa interna (Dermis). El color de la piel de las aves,

particularmente en sus metatarsos (canillas) y pico, son resultado de la combinación de diferentes pigmentos (*melanina* y *carotenoides*) que se depositan en la epidermis, y en la dermis.

Los colores más comunes son: amarillo, blanco, azul, verde y negro. El color de la piel ha sido influido por la aceptabilidad de los consumidores, siendo el color amarillo el preferido en los E.U.A.

Las estructuras accesorias de la piel son: cresta, barbillas, las carúnculas del oído, la glándula oleosa (**Uropigeal**) y las plumas. La cresta y barbilla se desarrollan de acuerdo al sexo (características sexuales secundarias), y su desarrollo está íntimamente ligado a la actividad gonadal del ave.

Las carúnculas del oído son formaciones de color rojizo o blanco a ambos lados de la cara del ave. El color de éstas y de la forma de la cresta son de carácter genético.

La Glándula Uropigeal se localiza en la cara superior de la porción caudal (cola). El aceite que secreta, el ave lo utiliza para acondicionamiento del plumaje. *Las aves no poseen glándulas sudoríparas (no sudan).*

2.2. PLUMAS

Estas se originan de diez **tractos** o zonas diferentes. Las plumas son apéndices de la piel. El color del plumaje es un carácter genético. Se dice que las aves de mayor rendimiento económico en USA son de plumaje de color blanco. Las plumas del cuello diferencian también al macho, así como las del dorso, y cola. La caída del plumaje viejo se llama **Muda**.

La muda no es compatible con la producción de huevo dado que el ave se ve sometida a un mayor gasto fisiológico por el crecimiento del nuevo plumaje.

La rata de replume y su patrón de muda pueden ser utilizados para conocer cuánto tiempo el ave ha estado fuera de producción. La rata de replume está regida genéticamente. Las funciones de las plumas incluyen: protección, regulación de temperatura, vuelo y son indicadores de características sexuales secundarias.

Retire las plumas del cadáver del ave y observe que ellas se originan de los **tractos plumíferos** de la piel (Figuras 2 y 3). Cerca del extremo caudal de la cola, y sobre su superficie dorsal encuentre la papila de la **Glándula Uropigeanal**, que es la principal glándula cutánea de las aves. Al remover la piel que la recubre se puede constatar que es bilobulada.

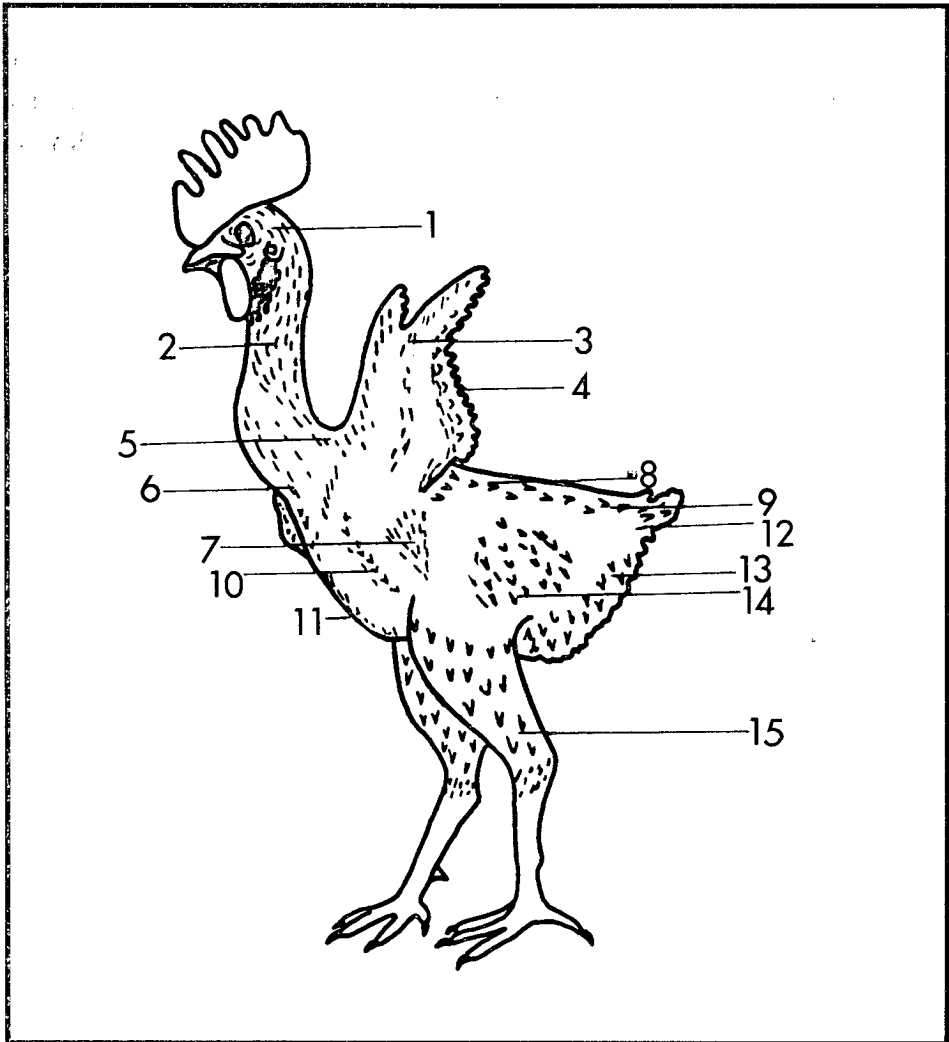


FIGURA 2. TRACTOS DEL PLUMAJE (VISTA LATERAL)

1-Capital. 2- Cervical dorsal. 3- Alar ventral. 4- Remeras (Remiges). 5- Interescapulares. 6- Cervical ventral. 7- Lateral. 8- Dorsal. 9- Pélvico. 10- Pectoral. 11- Esternal. 12- Rectrices (Timoneras) 13- Abdominal. 14- Femoral. 15- Crural.

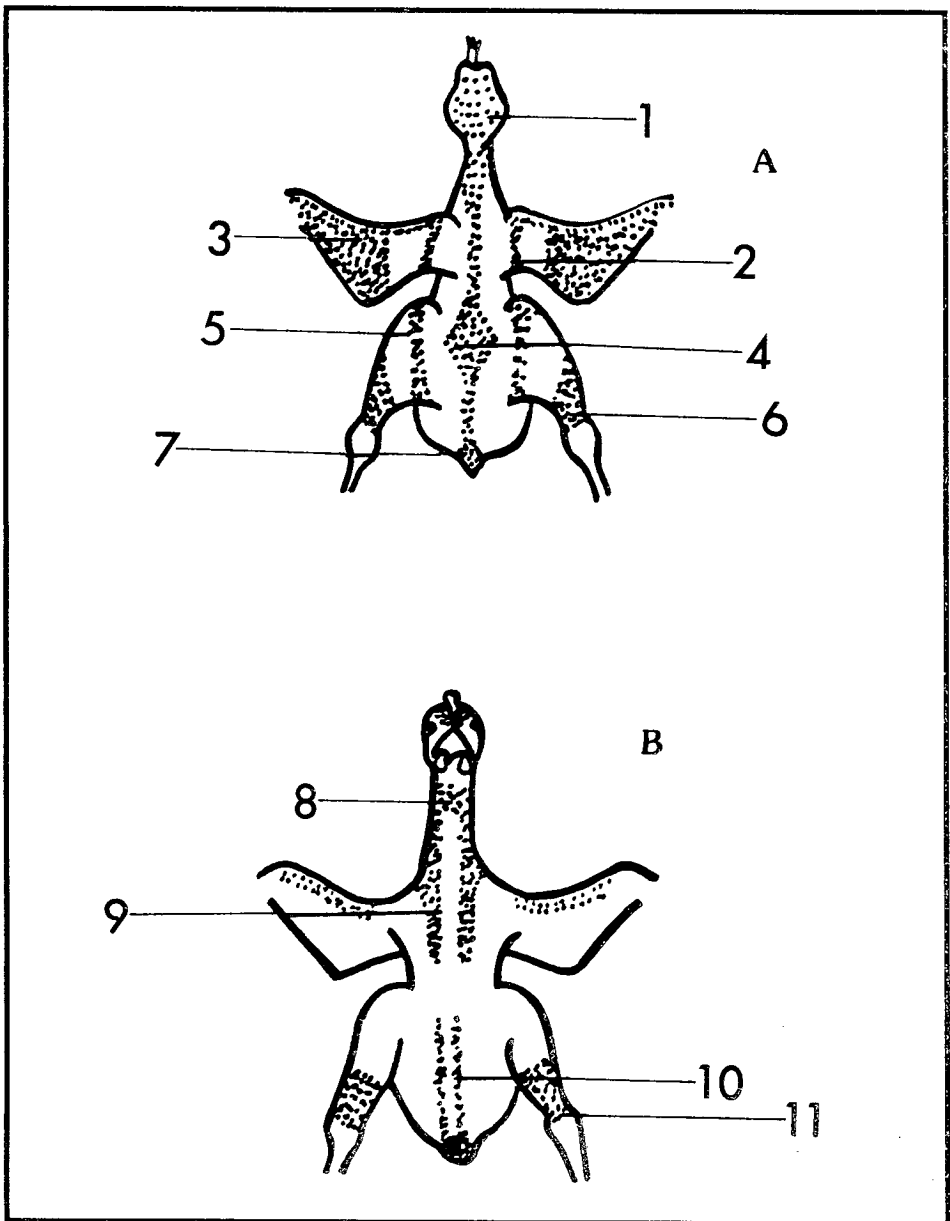


FIGURA 3. TRACTOS DEL PLUMAJE (VISTAS DORSAL Y VENTRAL)

A. VISTA DORSAL
B. VISTA VENTRAL

1-Capital. 2-Humeral. 3-Alar. 4-Dorsal. 5-Femoral. 6-Crural. 7-Pélvico. 8-Cervical Ventral.
9- Pectoral. 10- Ventral. 11- Crural.

3. SISTEMA ESQUELETICO

3.1. FUNCION Y COMPOSICION

El esqueleto del pavo está compuesto aproximadamente por 150 huesos; teniendo dos funciones principales.

La primera es servir como *almacén para inserción de los músculos, y servir de soporte y protección a los diferentes órganos del cuerpo (sistema digestivo, reproductivo, nervioso, etc.)*. Los músculos de locomoción se insertan al esqueleto por medio de tendones y transmiten su poder a los huesos, dando al ave la facilidad y habilidad para caminar y volar.

La segunda función de los huesos (y muy importante) es la de actuar como reservorio de calcio y fósforo principalmente en la forma de sales inorgánicas las cuales son elementos esenciales para los procesos vitales de las aves. El calcio y fósforo se encuentran en una relación de 2:1 en la forma de fosfato tricálcico, carbonato de calcio y fosfato de magnesio (como sales inorgánicas). Estas sales inorgánicas conforman alrededor de un tercio de la composición del hueso, las otras dos terceras partes se componen de agua, proteína y grasas.

Aproximadamente un 99% del calcio total y un 80% del fósforo total se encuentra en los huesos, estos factores son de gran importancia dado que el calcio y fósforo se encuentran almacenados en una forma tal que pueden ser de fácil utilización. Estos minerales almacenados son rápidamente movilizados por el organismo cuando el consumo o la asimilación de ellos es inadecuada para llenar las necesidades del cuerpo. La cantidad de los componentes inorgánicos de los huesos no es constante, los cambios ocurren con la edad, acidosis, enfermedades infecciosas, o fallas en la dieta (Imbalance entre calcio y fósforo, o deficiencia de Vitamina D).

El calcio es importante en la gallina ponedora para la formación de la cáscara del huevo. Cuando el calcio suministrado al ave en la dieta es insuficiente para llenar los requerimientos del cuerpo del ave, la gallina tiene la habilidad de retirar calcio almacenado en los huesos y transportarlo hasta el oviducto para la formación de la cáscara del huevo (Figura 4).

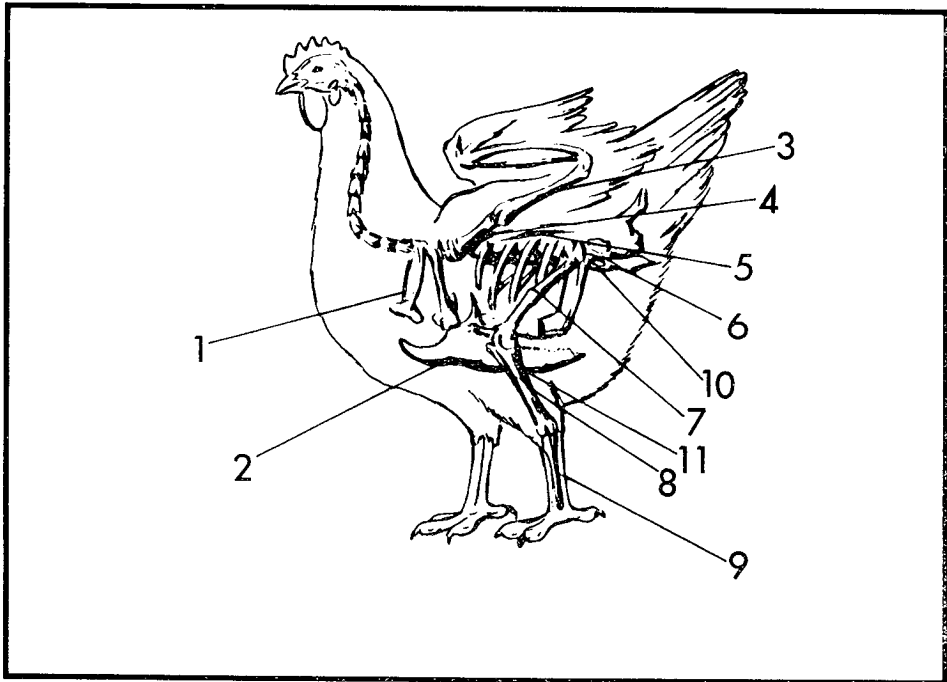


FIGURA 4. ESQUELETO DE LA GALLINA

1- Clavícula. 2- Esternón. 3- Húmero. 4- Escápula. 5- Ilio. 6- Isquión. 7- Fémur. 8- Tibia. 9- Metatarso. 10- Agujero Obturador. 11- Fibula.

3.2. ESTRUCTURA DE LOS HUESOS

En forma general poseen una estructura compacta (que tiene una envoltura córnea de apariencia y textura como el marfil), y dentro de esta estructura compacta existe una porción hueca conocida como la **Cavidad Medular**. La **porción esponjosa** de los huesos localizada cerca de la extremidad distal de los huesos de las piernas y de las alas posee **Médula Osea** la cual es responsable de la formación de Eritrocitos y de algunos tipos de Leucocitos (Figura 5).

Los huesos crecen a través de tres partes. El crecimiento vascular a través del Periostio y la Membrana Osteogénica. A lo largo por medio del Cartílago Epifisiario y la diáfisis ósea localizado en ambos extremos del hueso (Figura 6).

El sistema ósea está construido de tal forma que resulta relativamente

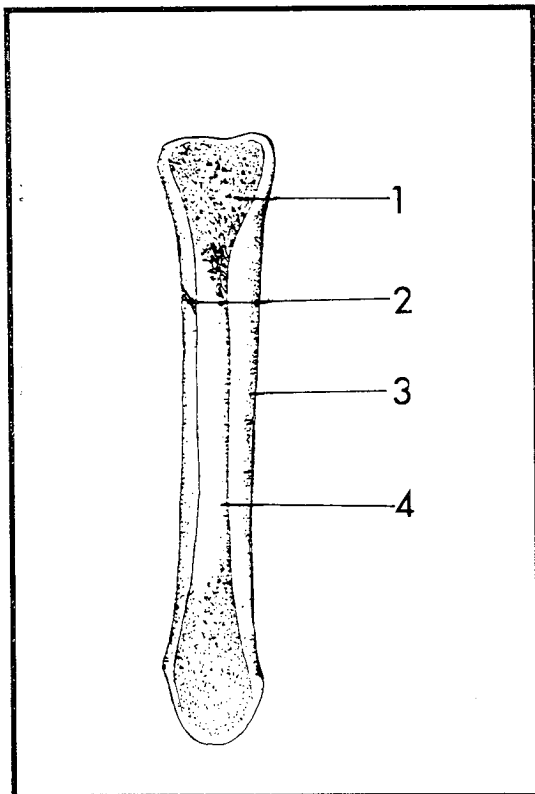


FIGURA 5. PARTES DEL HUESO

1- Hueso Esponjoso. 2- Agujero Nutricio.
3- Hueso Compacto. 4- Cavidad Medular.

liviano, siendo esta una conveniente adaptación para el vuelo. Un águila que pese 4 Kg. tendrá un esqueleto que pesa menos de 300 grs. y un peso de plumaje aproximado de 600 grs.

Algunos de los huesos se denominan “**neumáticos**”, lo que significa que los *sacos aéreos* se extienden al interior de estos huesos reemplazando la Médula Osea. Usualmente estos huesos son los de la **Columna Vertebral**, **Esternón** y **Pelvis**. El **Húmero** es el único hueso neumático de las extremidades.

En estos huesos se puede encontrar médula ósea solamente durante el período reproductivo en las hembras. Varias semanas antes de la puesta de huevos y durante todo este período se crean formaciones óseas en la cavidad o canal medular causando un aumento del peso esquelético de cerca del 20%, con engrosamiento de casi 1 mm. en la superficie cortical de la calidad de la médula ósea.

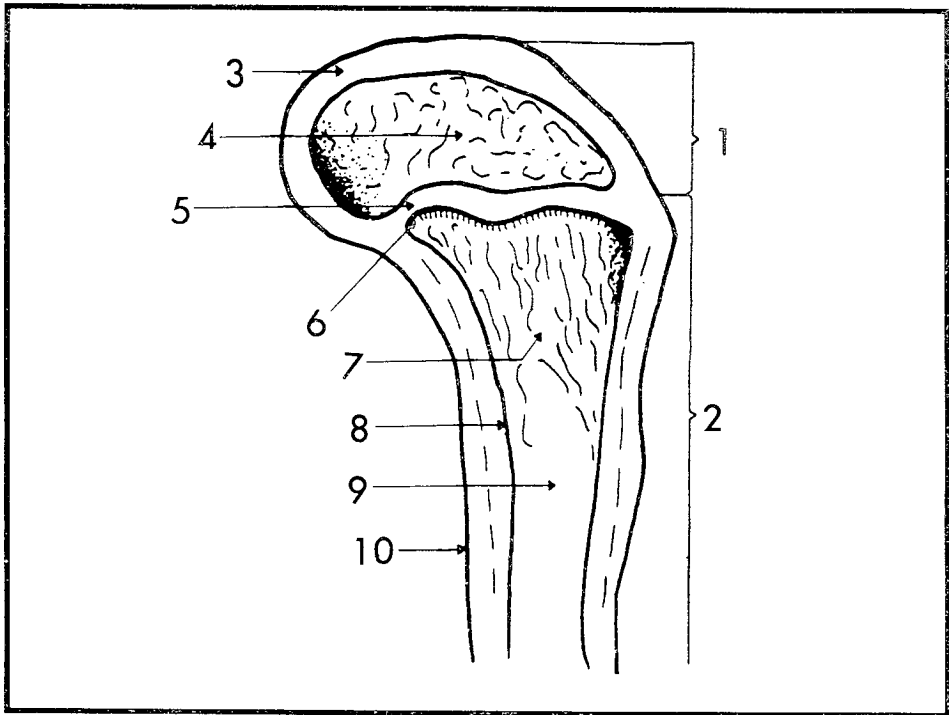


FIGURA 6. DIAGRAMA DE UNA SECCION LONGITUDINAL DE UN HUESO EN CRECIMIENTO

1- Epífisis. 2- Diáfisis. 3- Cartilago Articular. 4- Médula y Trabéculas Oseas. 5- Cartilago de crecimiento (entre la Diáfisis y Epífisis). 6- Zona de proliferación del cartilago. 7- Hueso esponjoso y trabéculas. 8- Hueso compacto. 9- Médula (Cavidad medular). 10- Periostio.

Al examinar el cráneo se observa que las órbitas son grandes debido a que en las aves la visión es muy importante, mientras que el sentido del olfato en la mayoría de las aves está pobremente desarrollado. La órbita es incompleta (excepto en los loros). El **Ligamento orbital posterior** cierra la cavidad orbitaria (Figura 7).

En aves de caza, la posición de las órbitas es rostral, para lograr visión estereoscópica, como en los Buhos, que sus ojos excepcionalmente grandes les permiten ver en la oscuridad.

Las aves poseen un anillo óseo esclérico formado por huesos heterotópicos (que no se articulan con el resto del esqueleto), este anillo lo forman las **Clavículas**.

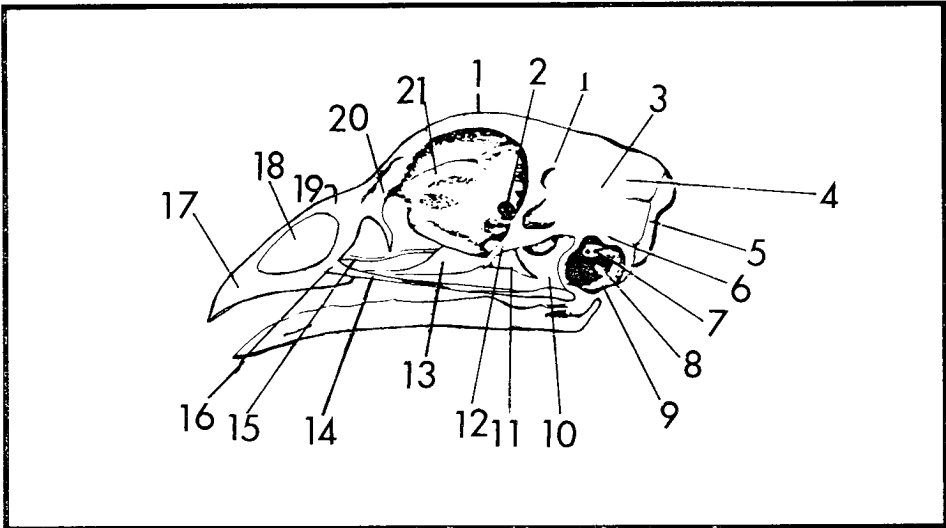


FIGURA 7. CRANEO DE LAS AVES

1- Frontal. 2- Agujero Óptico. 3- Escamoso. 4- Parietal. 5- Supraoccipital. 6- Fosa Temporal. 7- Agujero Vestibulo-coclear. 8- Fosa Timpánica. 9- Basisfenoides. 10- Cuadrado. 11- Pterigoides. 12- Proceso Cigomático. 13- Palatino. 14- Arco Jugal. 15- Vomer. 16- Maxilar. 17- Premaxilar. 18- Ventanal Nasal Osea. 19- Nasal. 20- Prefrontal. 21- Tabique Interorbital.

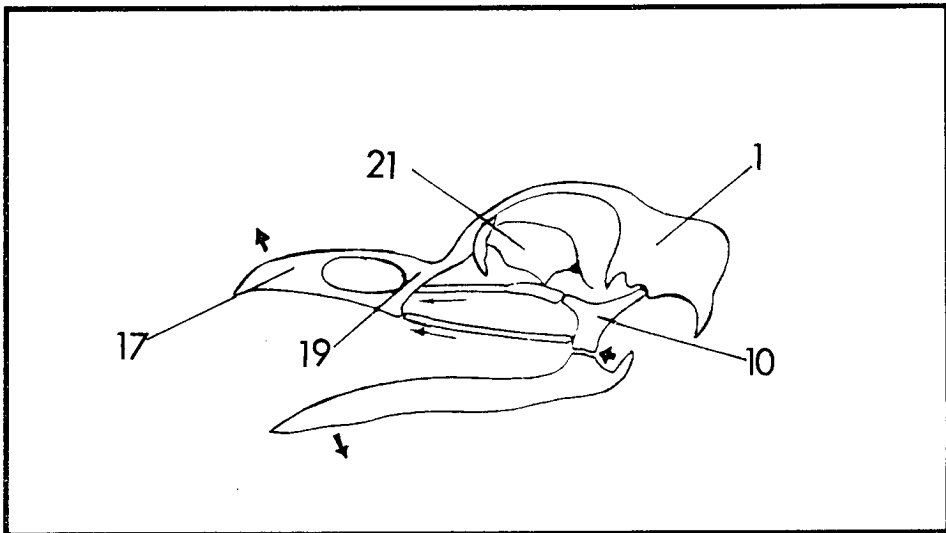


FIGURA 8. CRANEO DEL AVE MOSTRANDO MOVIMIENTOS DE QUINESIS CRANEAL

1- Frontal. 10- Cuadrado. 17- Premaxilar. 19- Nasal. 21- Tabique Interorbital.

A diferencia de los mamíferos, las aves poseen un solo **Cóndilo Occipital**. También a diferencia de los mamíferos las aves poseen **quinesis craneal** (Figura 8), lo que significa que al abrir el pico ambos maxilares se mueven (Maxilar y Mandíbula). Los mamíferos solamente pueden mover la mandíbula al abrir la boca. Las vértebras cervicales oscilan entre 11 (en aves pequeñas) y 25 en aves grandes (como en el caso de los Cisnes). En las aves domésticas su número varía entre 16 y 17.

Las vértebras cervicales se articulan permitiendo gran flexibilidad al cuello del ave, mientras que la gran mayoría del resto de la columna está soldada. La gran movilidad de la cabeza y cuello del ave le permite a esta utilizar su pico para construir nidos, rascarse o acicalar su plumaje, y cazar con gran habilidad compensando que sus miembros anteriores estén adaptados para el vuelo. Los músculos extraoculares del ave están poco desarrollados, pero las características antes descritas compensan esta deficiencia.

La última vértebra cervical está soldada a las tres primeras torácicas. Se observa que muchas de las vértebras cervicales muestran vestigios de costillas que se les unen. En las vértebras cervicales se pueden ver también los **Agujeros Transversos** que en conjunto conforman el canal transverso por el que pasan la **Arteria y Nervio Transversos**.

La primera vértebra torácica es la vértebra más craneal que posee articulación con una costilla. Como ya se mencionó, la última vértebra cervical y las tres primeras torácicas están fusionadas en un solo hueso conformando el **Notarium**. Caudal al Notarium sigue la 4ª vértebra torácica (T4). El resto de vértebras torácicas y todas las lumbares están fusionadas junto con las sacras en un solo hueso llamado el **Sinsacrum**.

El manejo brusco, o una infección local asociada a la vértebra T4 (que es la única vértebra móvil de las torácicas), pueden ser causa de **Espondilitis**, que se manifiesta en el ave con problemas de desplazamiento, y **Cifosis**.

El **Sinsacrum** se compone de 15 ó 16 vértebras soldadas que pertenecen a las últimas torácicas, las vértebras lumbares, y a las vértebras sacras (Hueso Sacro). Posterior al Sinsacrum se encuentran las vértebras caudales (aprox. son 6), y la fusión de las últimas 2 ó 3 vértebras caudales conforma un hueso llamado **Pigostilo**.

Las aves domésticas poseen solo 4 pares de costillas y cada una de estas se compone de una **porción esternal**, y de una **porción vertebral**. Caudalmente hay uno o dos pares de costillas que en realidad no se articulan con el Esternón sino principalmente con las costillas inmediatamente craneales.

Las costillas que si se articulan con el Esternón poseen en su porción vertebral un proceso caudal llamado **Proceso Uncinado** que se articula con la costilla inmediatamente posterior (Figura 9).

El Esternón puede ser de dos tipos: Aplanado, o Profundo como en el caso de aves que son excelentes voladoras (debido a su mayor desarrollo de los músculos para el vuelo). Las aves domésticas, poseen también este tipo de Esternón.

La **cintura braquial** de las aves difiere marcadamente de la de los mamíferos, pues en las aves está firmemente ligada al tronco por el **Hueso Coracoides**. Recuerde que en los mamíferos el miembro anterior no se articula con el

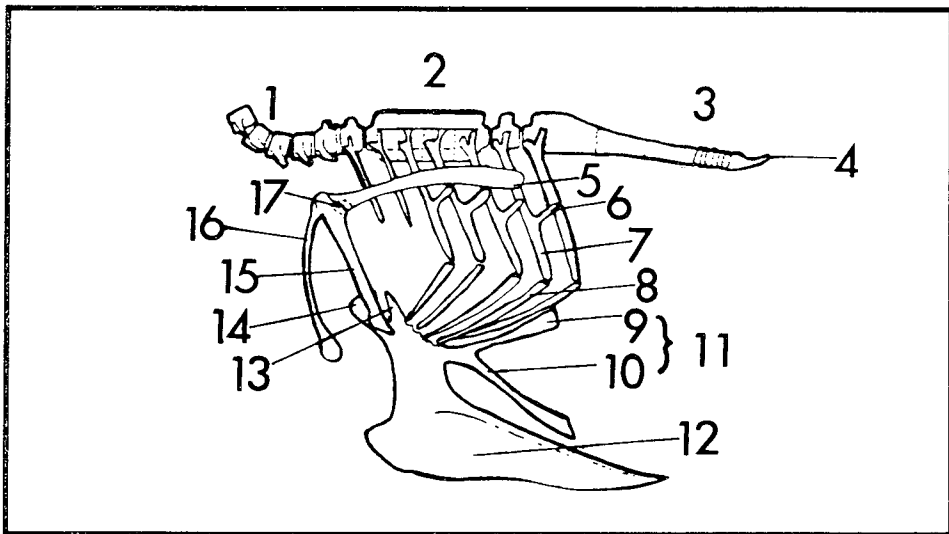


FIGURA 9. ILUSTRACIÓN DE LA COLUMNA VERTEBRAL, COSTILLAR, Y CINTURON BRAQUIAL

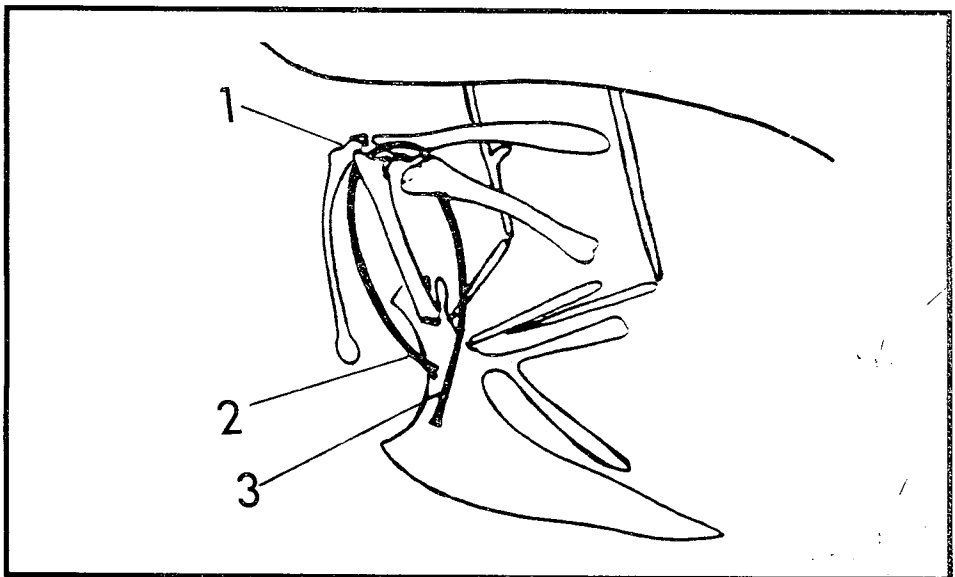
1- Cervical. 2- Torácico. 3- Caudal. 4- Pigostilo. 5- Escápula. 6- Proceso Uncinado. 7- Porción Vertebral de la Costilla. 8- Porción Esternal de la Costilla. 9- Proceso Lateral. 10- Proceso Medial. 11- Proceso Caudolateral del Esternón. 12- Quilla. 13- Proceso Craneolateral. 14- Manubrio Esternal. 15- Coracoides. 16- Clavícula. 17- Fosa Glenoide.

tronco, o lo hace en forma rudimentaria. Las **Clavículas** no se articulan realmente con el Esternón, simplemente están soldadas entre sí por su extremo vertebral conformando el hueso conocido como "**Apostador**". Advierta que la **Escápula** es rudimentaria y carece de **Espina Supraescapular**.

La Escápula, Coracoides y Clavícula al unirse forman el **Foramen trióseo** por el cual pasa el Tendón del músculo Supracoracoideo hacia su inserción en el Húmero, (Figura 10).

Note que esta vía y forma de inserción de este músculo permiten **levantar el ala**. Adicionalmente los dos músculos pectorales descansan paralelos entre sí, pero tienen **acciones antagónicas** debido a que sus tendones poseen vías e inserciones diferentes en el Húmero. En los mamíferos las acciones de los diferentes músculos pectorales son **muy similares**.

El Húmero es el único hueso de los miembros que es **neumático**. Halle el foramen neumático por el cual entra una extensión del Saco Aéreo Clavicular.



**FIGURA 10. MUSCULOS PECTORALES
SUS PRINCIPALES INSERCCIONES EN EL HUMERO**

1- Canal Trióseo. 2- Músculo Supracoracoideo. 3- Músculo Pectoral.

El Cúbito (llamado también **Ulna**) es un hueso más largo que el **Radio** en la mayoría de las aves. Debido a que estos huesos no se hallan soldados como en los Ungulados, no realizan movimiento de rotación de uno sobre otro (como sí sucede en los perros y primates).

Los huesos Carpianos Distales están soldados con los Metacarpianos formando el **Hueso CarpoMetacarpiano**.

Los dedos están muy modificados, adaptados para el vuelo, y solamente poseen 3 dedos en sus alas. El dígito menor y lateral se conoce como **Alula** y es importante porque éste sirve de soporte a las plumas que permiten al ave planear (Figura 11), especialmente en aves que remontan grandes alturas.

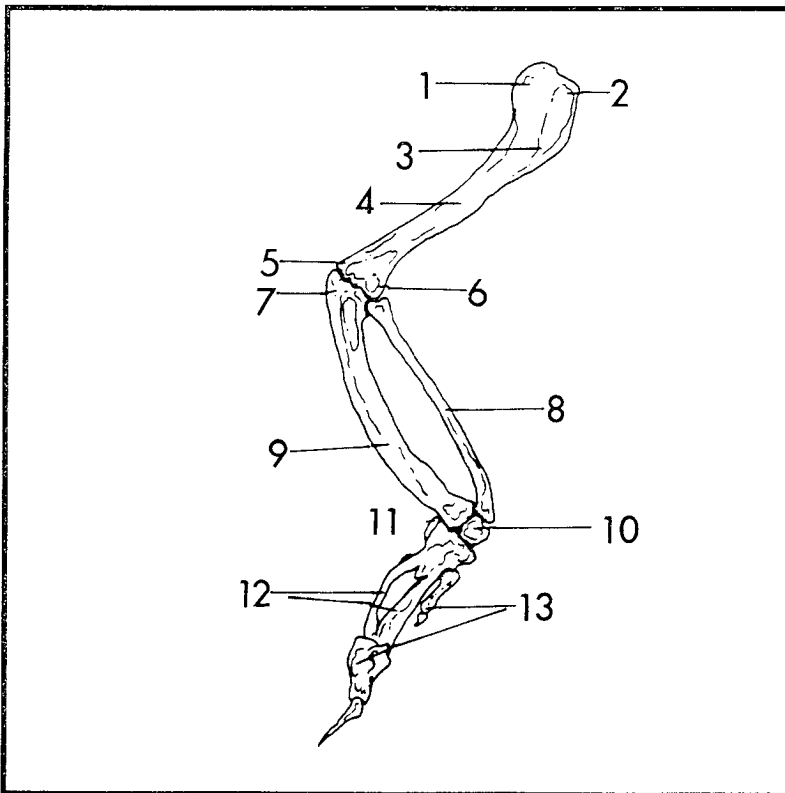


FIGURA 11. HUESOS DEL ALA DEL AVE

1- Tuberosidad Mayor. 2- Tuberosidad Menor. 3- Arista Deltoide. 4- Húmero. 5- Cóndilo Capitular. 6- Cóndilo Troclear. 7- Proceso Olecránico. 8- Radio. 9- Ulna (Cúbito). 10- Carpo-radial. 11- Carpo-ulnar. 12- Carpo-metacarpo. 13- Falanges.

La Pelvis de las aves usualmente es abierta ventralmente, presumiblemente para permitir el paso de los huevos. Sin embargo algunas aves que no vuelan o que casi no lo hacen, sí poseen **Sínfisis Pélvica Ventral**.

Los huesos pélvicos se muestran en la Figura 12. El agujero Ilioisquiático permite el paso del gran Nervio Isquiático (Nervio Ciático). El Nervio Obturador pasa a través del Agujero Obturador.

El Hueso TibioTarsal se forma de la fusión de la Tibia con la fila proximal de los huesos Tarsales. En las aves la articulación del Tarso es en realidad una **Articulación Intertarsiana** (entre las filas proximal y distal de los Huesos Tarsales).

El Hueso TarsoMetatarsiano es a su vez la fusión de la fila distal del Tarso con el Tercer Metatarsiano (Gran Metatarsiano).

La Espuela es una formación que se presenta en los machos y en algunas hembras, y se origina en este hueso (Gran Metatarsiano). Esta formación está especialmente desarrollada en aves de pelea.

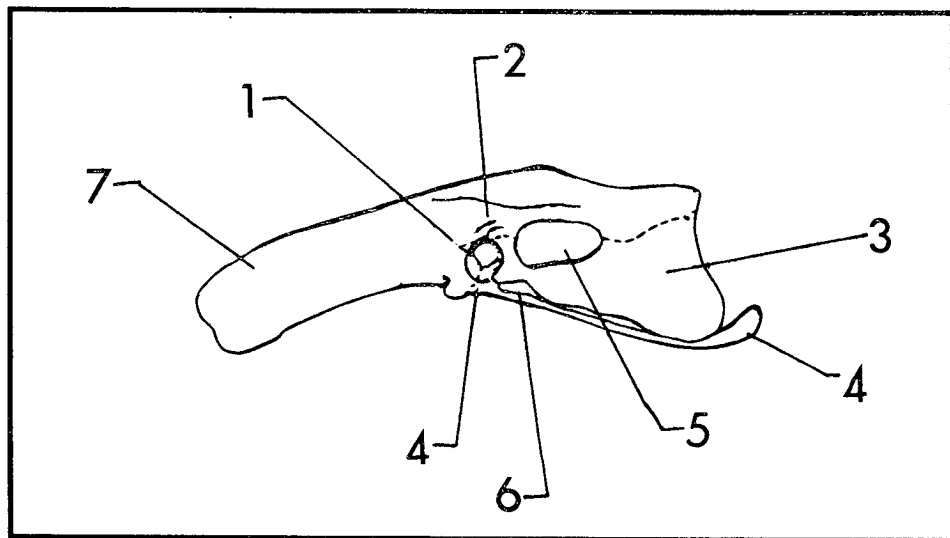


FIGURA 12. PELVIS AVIAR

- 1- Acetábulo. 2- Antitrocánter. 3- Isquion. 4- Pubis. 5- Agujero Ilioisquiático.
6- Agujero Obturador. 7- Ilio.

Las aves poseen 4 dígitos en sus miembros posteriores, que se numeran en sentido medial-lateral. Normalmente poseen el primer dígito dirigido caudalmente. Otras como las predatoras, y los loros tienen los dígitos 1 y 4 dirigidos caudalmente, y los demás dígitos (segundo y tercero) dirigidos cranealmente para facilitar la prehensión y sujeción (Figura 13).

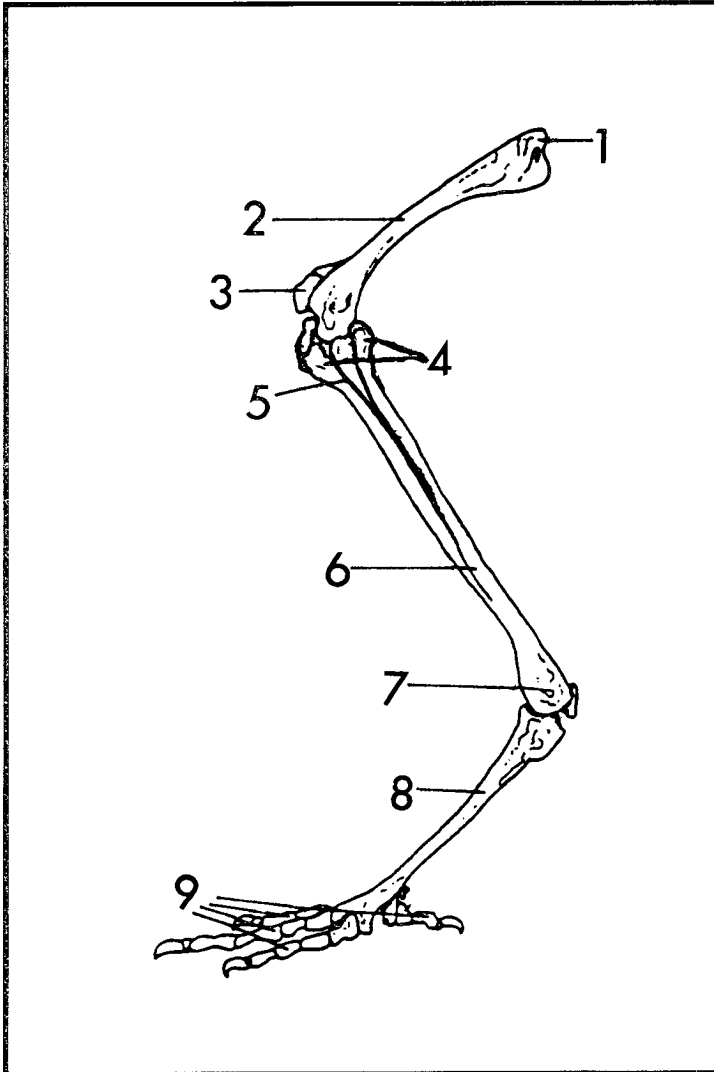


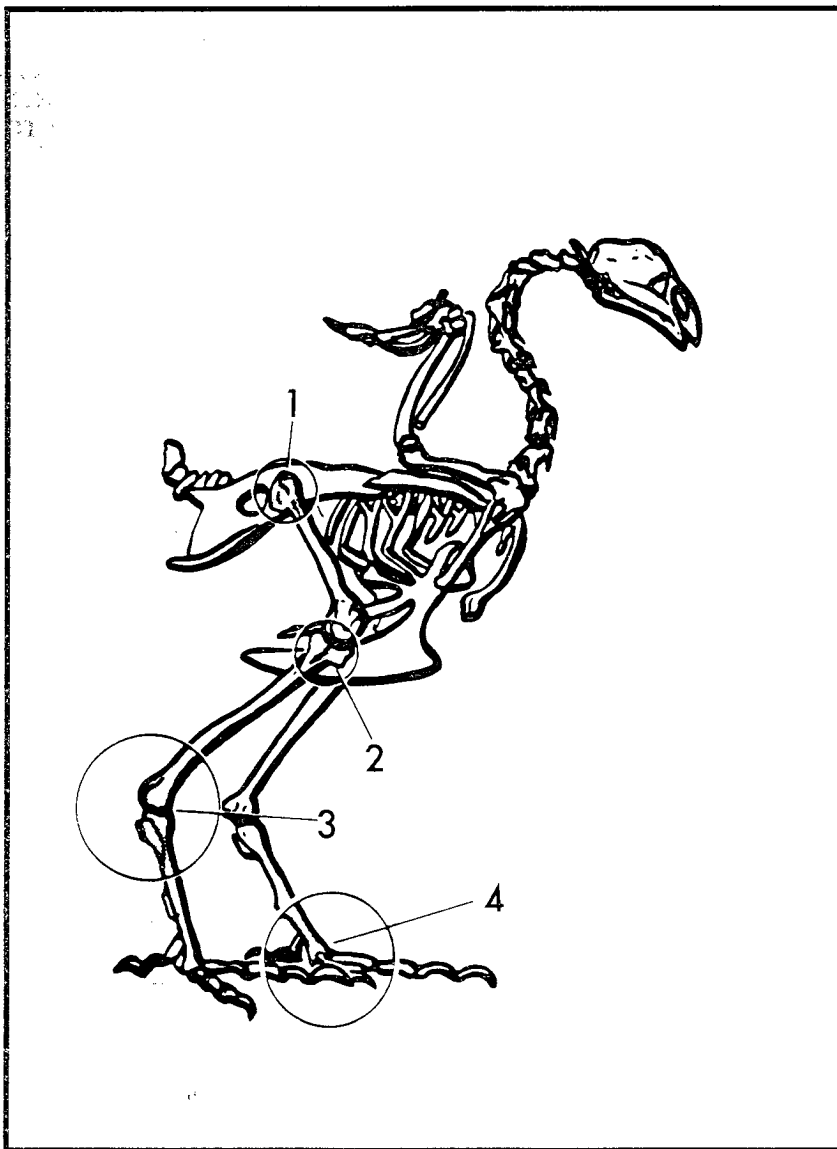
FIGURA 13. HUESOS DEL MIEMBRO POSTERIOR

1- Trocánter Mayor. 2- Fémur. 3- Rótula. 4- Cóndilos. 5- Peroné (Fíbula). 6- Tibiotarso. 7- Maleolo. 8- Tarsometatarsiano. 9- Falanges.

TABLA 1. PROBLEMAS DE PATAS

SIGNOS	CAUSAS	MEDIDAS PREVENTIVAS Y TRATAMIENTO
Patatas torcidas.	Enfriamiento, sobrecalentamiento, piso resbaloso, deformaciones congénitas de nervios, huesos o músculos. Incorrectas temperaturas de incubación.	Cambio de las prácticas de manejo.
Deformación de huesos, Raquitismo Osteomalacia.	Disturbios en el metabolismo de calcio y fósforo. Deficiencia de Vitamina D.	Suplementación adecuada de minerales y Vitamina D.
Deformación de huesos sin reblandecimiento del Tendón de Aquiles.	Deficiencias de Cloruro de colina y magnesio.	Suministrar adecuados niveles de Cloruro de colina y magnesio.
Engrosamiento de articulación sin deslizamiento del Tendón de Aquiles.	Deficiencia de zinc, ácido nicotínico y Vitamina E.	Suplir adecuados niveles de minerales trazas y vitaminas del Complejo B.
Desarrollo irregular del cartílago en la unión de la Epífisis.	Deficiencia de cobre, ácido nicotínico y biotina.	Suplementación de adecuados niveles de cobre, ácido fólico, ácido nicotínico y biotina en la dieta.
Dedos torcidos.	Defectos de posición, Radiación con rayos infrarrojos.	Chequeo de las condiciones de alojamiento.
Dedos chuecos, Espasmos de los dedos de origen nervioso.	Deficiencia de la Vit. B ₂ . Infecciones.	Administrar Vit. B ₂ , o tratar con quimioterapia
Engrosamiento de los huesos.	Osteopetrosis, Leucosis visceral.	No hay tratamiento conocido.
Abscesos plantares.	Injurias.	Examinar el piso
Inflamación de articulaciones, Osteomielitis, Sinovitis, Artritis.	Inflamación de las Cápsulas articulares, Vainas tendinosas, Bolsa External por Micoplasmas, Estafilococos, y Salmonellas.	Tratamiento quimioterapéutico, suministro de antibióticos.
Distrofia muscular.	Deficiencia de aminoácidos azufrados, Vitamina E, selenio, predisposición hereditaria.	Balance de alimentos. Atención a la cantidad de grasa. Suministro de Vit. E. Selección genética.
Artritis viral.	Tendones alargados por infección viral.	La vacunación puede ser de valor.

** La debilidad de las piernas es penalizada en aves reproductoras de tipo carne (Figura 14).



**FIGURA 14. SITIOS MAS COMUNMENTE AFECTADOS
EN PROBLEMAS DE PATAS**

1- Fémur. 2- Tibia (Un hueso de muy rápido crecimiento). 3- Articulación del Tarso (Artritis Viral).
4- Falanges (Dedos fracturados, Pie hinchado).

4. SISTEMA MUSCULAR

El sistema muscular de las aves se puede comparar con poderoso motor de vuelo enfriado por aire. Las funciones principales de este son: movimiento, dar la forma típica del ave, protección y generación de calor.

Una característica única del sistema muscular aviar es el gran desarrollo de los músculos pectorales. Esta gran proporción de los músculos pectorales (en comparación con el cuerpo mismo del ave) se debe a la gran cantidad de tejido de inserción en el esternón. *Se estima que estos músculos tienen el mismo peso que el resto de los músculos del cuerpo en conjunto, y pueden comprender entre el 15% y el 20% del peso total del ave*, esto es notorio si recordamos que los músculos pectorales del cuerpo humano pesan menos de 1% del total de éste (Figura 15).

Aunque el vuelo no es lo primero a considerar en las aves domésticas, la proporción de carne de la pechuga con respecto del resto del cuerpo es importante ya que esta es una de las partes preferidas por los consumidores.

La pechuga de los pollos y pavos es de color pálido debido al bajo nivel de **Mioglobina** (que la pigmenta de rojo). La cantidad de mioglobina depende de la capacidad de vuelo del ave, particularmente del nivel y duración de la actividad muscular. A menor actividad muscular, menor nivel de mioglobina.

Al extender caudalmente una incisión por la línea media ventral hasta donde sea posible, y reflejar la piel lateralmente despejándola del tronco y de los muslos, se observan los grandes músculos pectorales.

Corte el origen de los músculos pectorales en la **Quilla** quedando expuestos los **músculos Supracoracoideos**.

Busque el tendón de inserción del músculo Pectoral que llega a la cara ventral del hueso Húmero (Figura 16). Este músculo está especialmente desarrollado y su función es la de bajar el ala durante el vuelo.

Siga también el tendón de inserción del músculo Supracoracoideo que llega

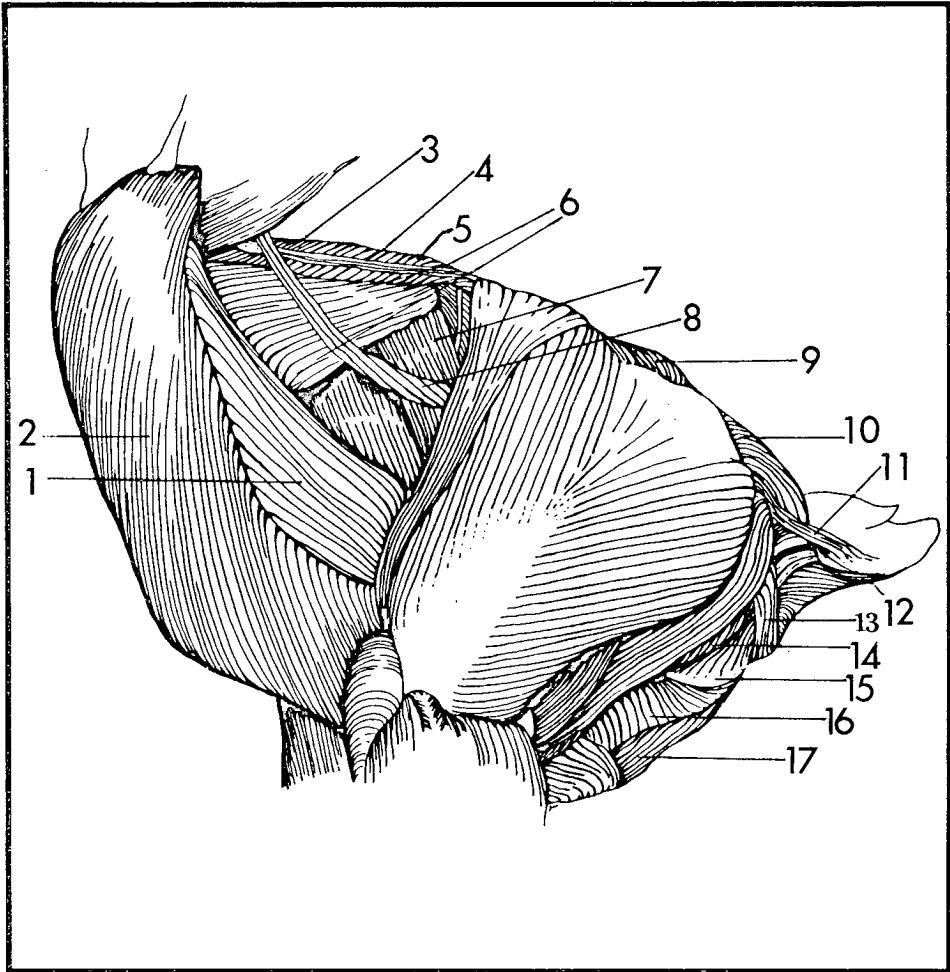


FIGURA 15. MUSCULOS DEL TORAX, HOMBRO Y COLA (VISTA LATERAL)

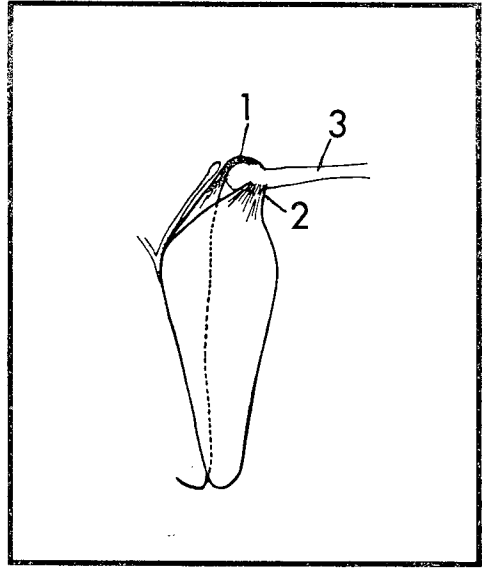
1- Pectoral Menor. 2- Pectoral Mayor. 3- Dorsal ancho anterior. 4- Dorsal ancho Metapatagial. 5- Dorsal ancho posterior. 6- Escápulo Humeral Posterior. 7- Serrato posterior superficial. 8- Serrato superficial metapatagial. 9- Dorsal largo. 10- Elevador Coccigeo. 11- Caudolateral. 12- Depresor Coccigeo. 13- Transverso Pirineal. 14- Caudo Femoral. 15- Depresor caudal. 16- Oblicuo Externo. 17- Recto abdominal.

a implantarse sobre la cara dorsal del Húmero pasando previamente por el Canal Trióseo. La función de este músculo es la de elevar el ala (Figura 17).

Como en otros animales, las aves poseen tres tipos de músculos: **Estriado, Liso y Cardíaco.**

**FIGURA 16. TENDONES
DE INSERCIÓN DE MUSCULOS
PECTORALES**

1- Tendón de inserción del músculo Supracoracoideo. 2- Tendón de inserción del músculo Pectoral. 3- Hueso Húmero.



Los músculos estriados se asocian con el movimiento esquelético. Generalmente son de color rojo, pero varían con las diferentes especies así como en las diferentes porciones del animal. Estos músculos poseen inervación voluntaria.

El músculo liso se halla en las vísceras formando parte de las paredes del tubo digestivo, los sacos aéreos, vasos sanguíneos, y demás estructuras tubulares del ave. Estos músculos poseen inervación involuntaria.

El tercer tipo muscular también es estriado, pero solo se halla conformando el **músculo cardíaco**. Posee características histológicas que lo diferencian de los demás tipos de músculos. Este músculo es generalmente de color rojo-marrón y posee inervación involuntaria (para regular la frecuencia cardíaca solamente ya que la contracción del músculo es intrínseca)

Cada músculo está ligado al menos con dos sitios. La mayoría de estas conexiones se hacen con los huesos, pero también las hay con cartílagos, ligamentos, otros músculos, o con la piel.

La porción de unión muscular que permanece más quieta al contraerse el músculo se conoce como **Origen**, mientras el otro punto se le acostumbra a llamar como **Inserción**. Los músculos generalmente se originan o insertan

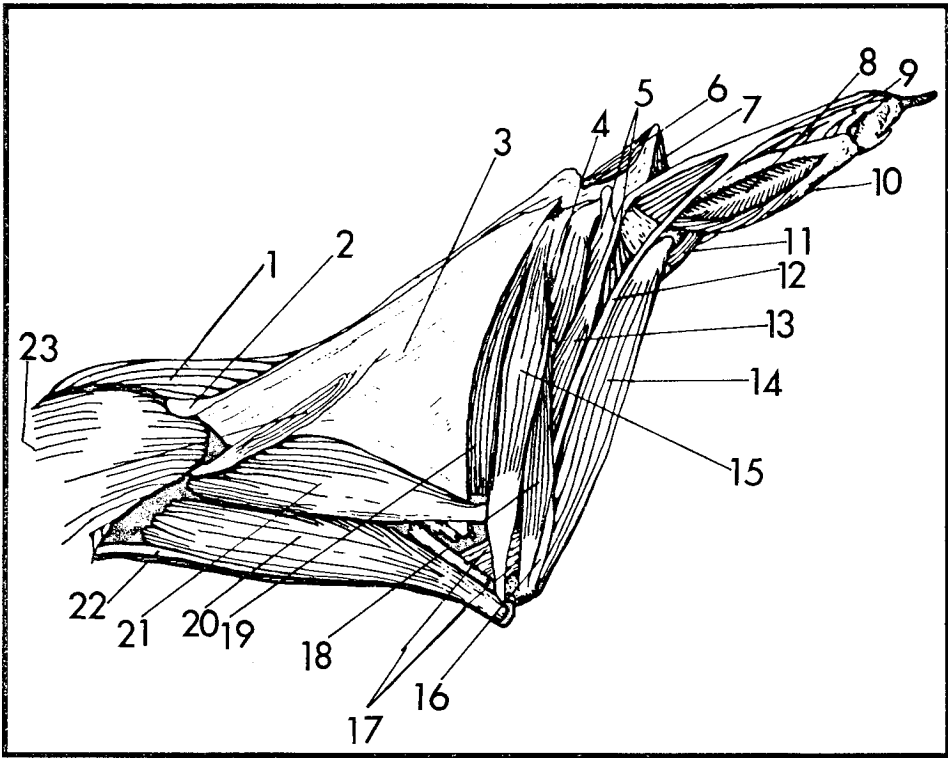


FIGURA 17. MUSCULOS DEL ALA. VISTA VENTRAL

1- Pectoral Largo y Pectoral Corto. 2- Pectoral Propatagial. 3- Patagium. 4- Extensor Digital Largo III. 5- Ulnimetarpiano. 6- Abductor del Indice. 7- Abductor del Indice. 8- Palmar Interóseo. 9- Abductor Medio. 10- Flexor Digital IV. 11- Ulnimetarpiano. 12- Flexor Digital Superficial. 13- Flexor Digital Profundo. 14- Flexor Carpocubital (Carpoulnar). 15- Pronador Superficial. 16- Anconeo. 17- Braquial. 18- Pronador Profundo. 19- Extensor Radio-metarpiano. 20- Triceps Humeral. 21- Biceps Braquial. 22- Extensor Secundario. 23- Biceps Propatagial.

mediante una banda de tejido conectivo denso fibroso llamado **Tendón**, o a través de **Aponeurosis** que son también del mismo tejido conectivo, pero su forma es laminar y aparece en los músculos planos (Figura 18).

Cuando un músculo se contrae este actúa sobre una parte móvil del cuerpo y el movimiento así producido se denomina **Acción**. Hay varias clases de movimientos que los músculos pueden causar al contraerse: Flexión, Extensión, Rotación, Aducción, Abducción, Pronación y Supinación. Estos movimientos requieren energía y se produce también gran cantidad de calor, que se disipa a través del Sistema Circulatorio.

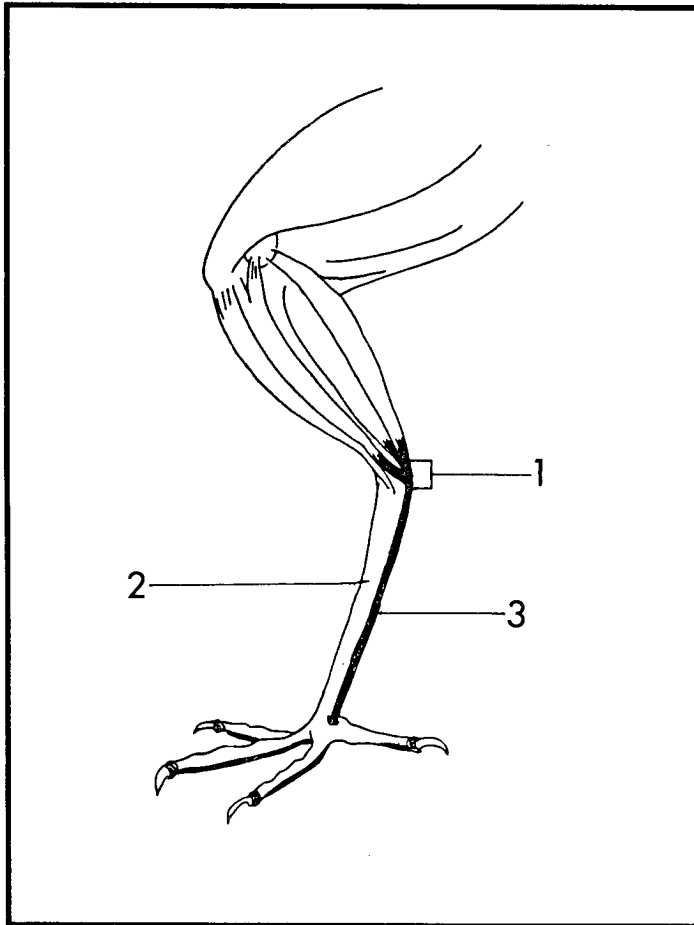
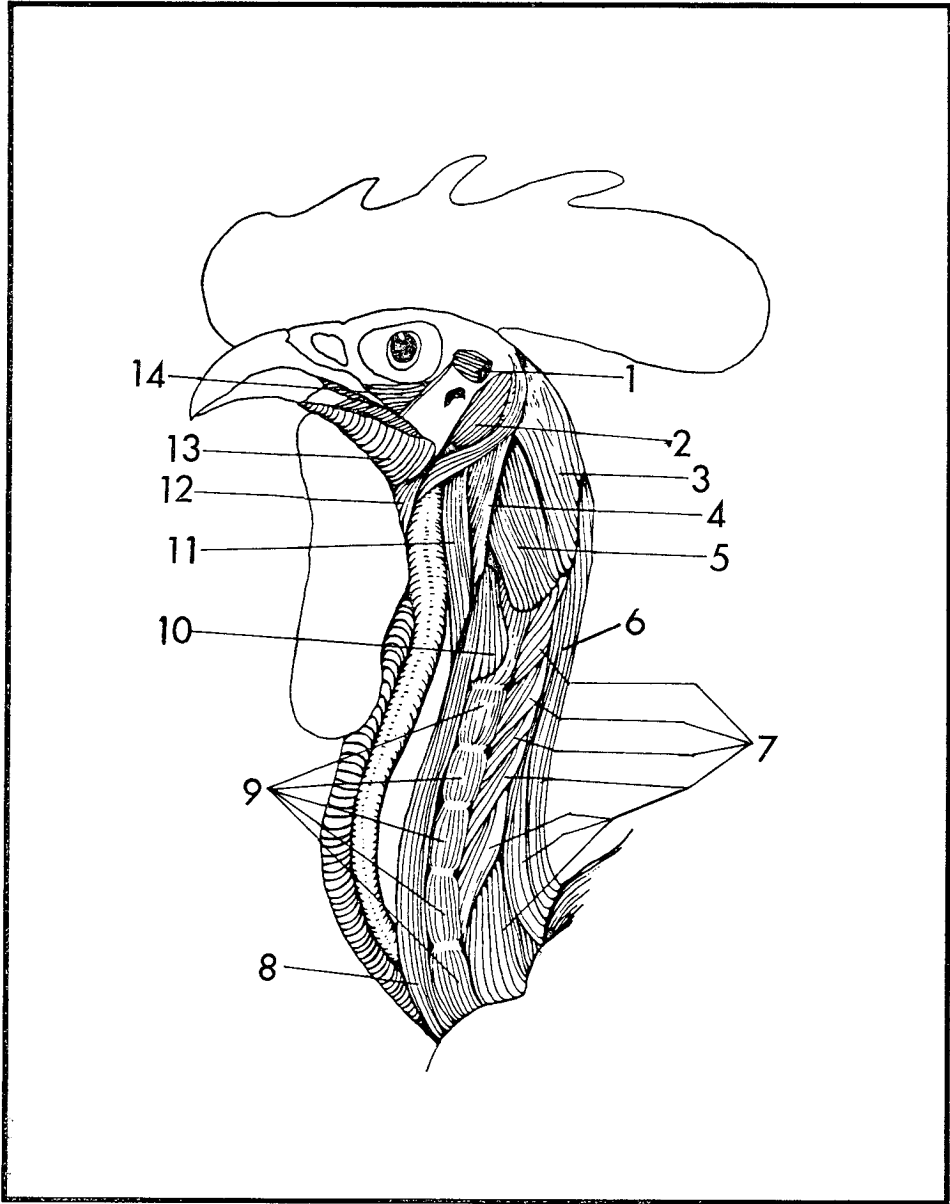


FIGURA 18. TENDONES DE LA PORCION DISTAL DEL MIEMBRO POSTERIOR

1- Articulación del tarso. 2- Canilla (Tercer Metatarsiano). 3- Tendones.

En las figuras: 19, 20, 21, 22 se muestran los diferentes músculos que conforman la cabeza, el cuello, y los miembros del ave los cuales al ser accionados desarrollan los diferentes tipos de movimiento descritos anteriormente.

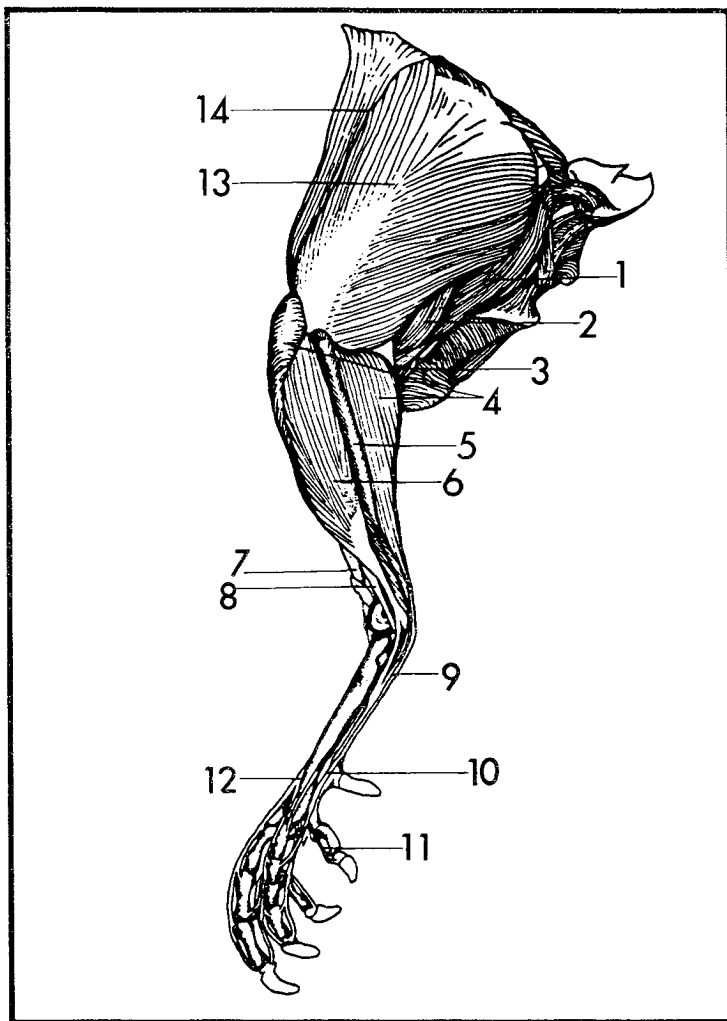
Un músculo dentro del animal vivo jamás entra en estado completo de relajación, permaneciendo en un estado suave de tensión muscular llamado **Tono muscular**, estando el músculo de esta forma listo para contraerse en cualquier momento.



**FIGURA 19. MUSCULOS DE LA CABEZA Y DEL CUELLO
(VISTA LATERAL)**

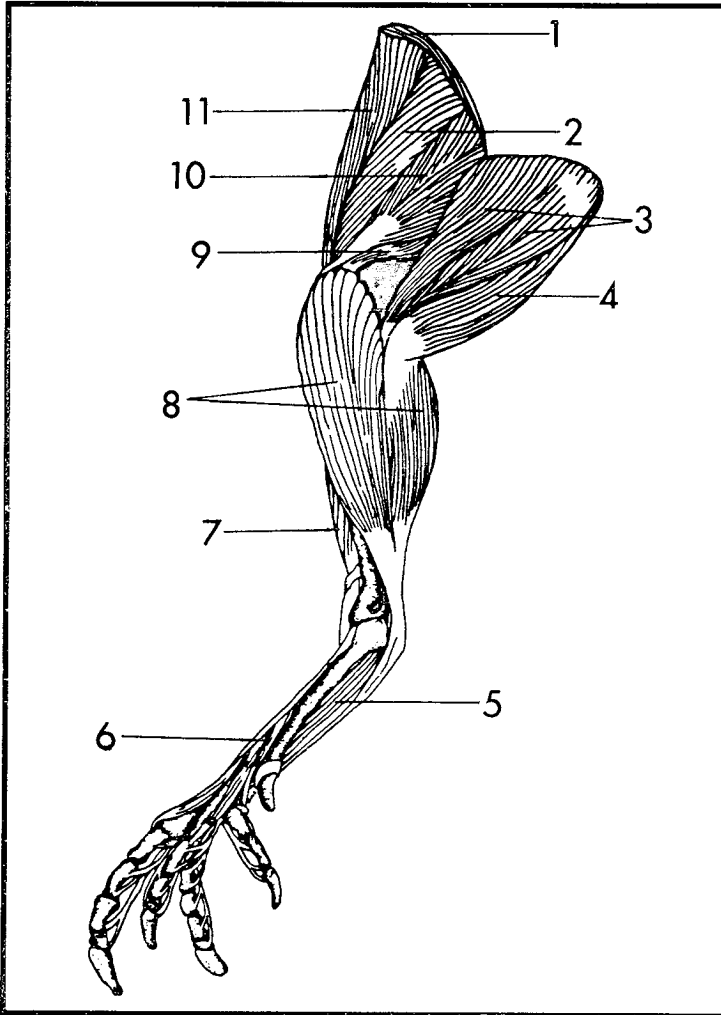
1- Demotemporal. 2- Depresor de la Mandíbula. 3- Complejo. 4- Recto Lateral de la Cabeza. 5- Recto Superior de la Cabeza. 6- Cervical Digástrico. 7- Espinales. 8- Largo del Cuello. 9- Intertransversos. 10- Oblicuo del Cuello . 11- Recto Ventral de la Cabeza. 12- Estilohioideo. 13- Ceratohioideo. 14- Aductor de la Mandíbula.

El músculo se organiza desde las **Fibrillas musculares** que conforman las **fibras**, estas a su vez conforman un haz muscular, y éstos al reunirse forman el músculo en sí.



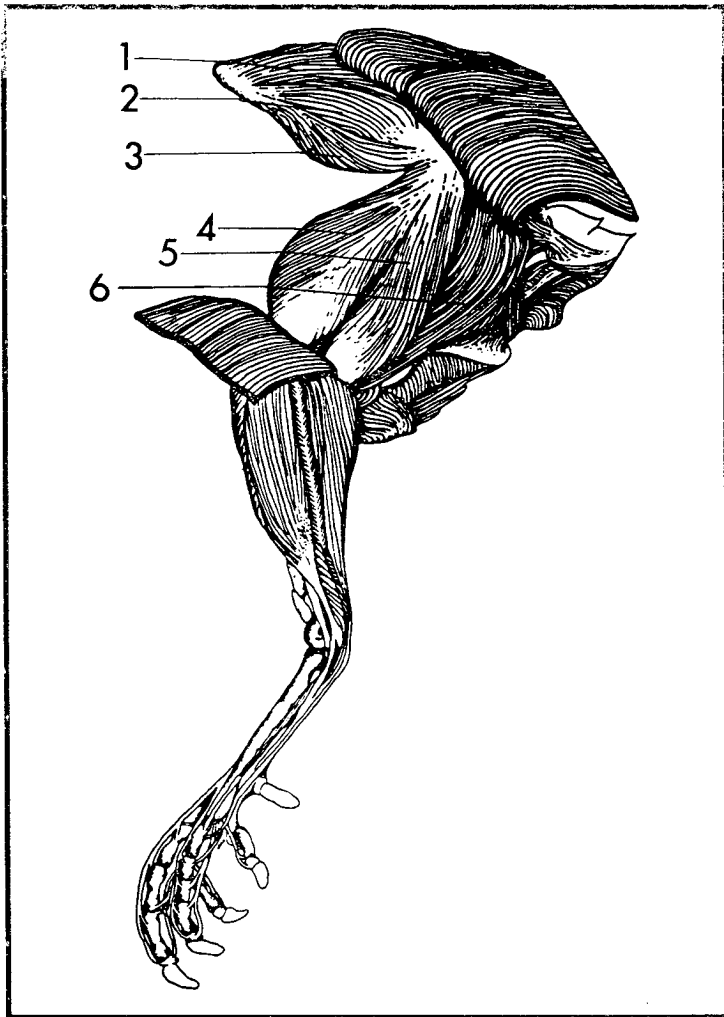
**FIGURA 20. MUSCULOS SUPERFICIALES DE LA PIERNA
VISTA LATERAL**

1- Semitendinoso. 2- Biceps Femoral. 3- Semimembranoso. 4- Gastrocnemius. 5- Flexor digital del tercer dedo. 6- Peroneo Largo. 7- Tibial anterior. 8- Peroneo Corto. 9- Flexor digital del cuarto dedo. 10- Flexor Hallucis Brevis. 11- Flexor Hallucis Longus. 12- Extensor Digital Largo. 13- Iliotibial. 14- Sartorio.



**FIGURA 21. MUSCULOS SUPERFICIALES DE LA PIERNA
VISTA MEDIAL**

1- Iliotrocantérico. 2- Vasto Interno (Medial) y Vasto Externo (Lateral). 3- Aductores Largo y Corto. 4- Semimembranoso. 5- Flexor Hallucis Brevis. 6- Extensor Hallucis Longus. 7- Tibial Anterior. 8- Gastrocnemius. 9- Femorotibial Interno. 10- Pectineo. 11- Sartorio.



**FIGURA 22. MUSCULOS PROFUNDOS DE LA PIERNA
VISTA LATERAL**

1- Dorsal. 2- Glúteo Superficial. 3- Glúteo Profundo. 4- Vasto Externo y Vasto Interno. 5- Biceps Femoral. 6- Semitendinoso.

5. SISTEMA CIRCULATORIO

El Sistema Circulatorio comprende el Sistema Sanguíneo y el Sistema Linfático. La sangre es el medio de transporte del organismo y lleva nutrientes, hormonas, enzimas, agua, oxígeno, y desechos (como bióxido de carbono), etc. para todas las diferentes células del ser, y desde estas a los medios de secreción y excreción. Ciertas células sanguíneas (Las células blancas o Leucocitos) ayudan en la protección y defensa contra enfermedades.

Las células rojas (Eritrocitos) llevan oxígeno y traen CO₂. Otros componentes sanguíneos tienen funciones tales como evitar que la sangre se torne demasiado ácida o alcalina (Buffers). El Sistema Linfático continuamente proporciona líquido (Linf) y células que llegan por difusión a través de los capilares sanguíneos, transporta grasas y productos de desecho, y sirve como medio de intercambio de nutrientes y desechos entre las células corporales y los capilares sanguíneos. La Linfa y sus células actúan como defensa corporal atacando cuerpos extraños, bacterias, virus, etc. La Linfa es importante en cualquier proceso de sanado de una herida.

5.1. EL SISTEMA CARDIOVASCULAR

El Sistema Cardiovascular de las aves consta de un corazón de 4 cavidades, arterias, venas, capilares, y sangre. El corazón funciona como la bomba impulsora del sistema y se compone de dos ventrículos (izquierdo y derecho) de paredes musculares desarrolladas, y dos aurículas (izquierda y derecha) de paredes delgadas.

La sangre que contiene bióxido de carbono retorna al corazón vía venosa, pasa por el corazón derecho, y es impulsada a los pulmones donde se intercambia el CO₂ por O₂. La sangre oxigenada va al corazón izquierdo por las venas pulmonares (únicas venas que transportan sangre oxigenada) y de ahí es impelida a todo el organismo.

Las grandes arterias se dividen en otras arterias y esta a su vez en arteriolas, las arteriolas se continúan dividiendo en vasos diminutos llamados capilares (de paredes muy delgadas) donde se realiza el intercambio de O₂, CO₂,

nutrientes, desechos y otras sustancias. Esta red de capilares se reúne de nuevo en vénulas, estas en venas que van a las grandes venas y éstas al corazón (Figura 23).

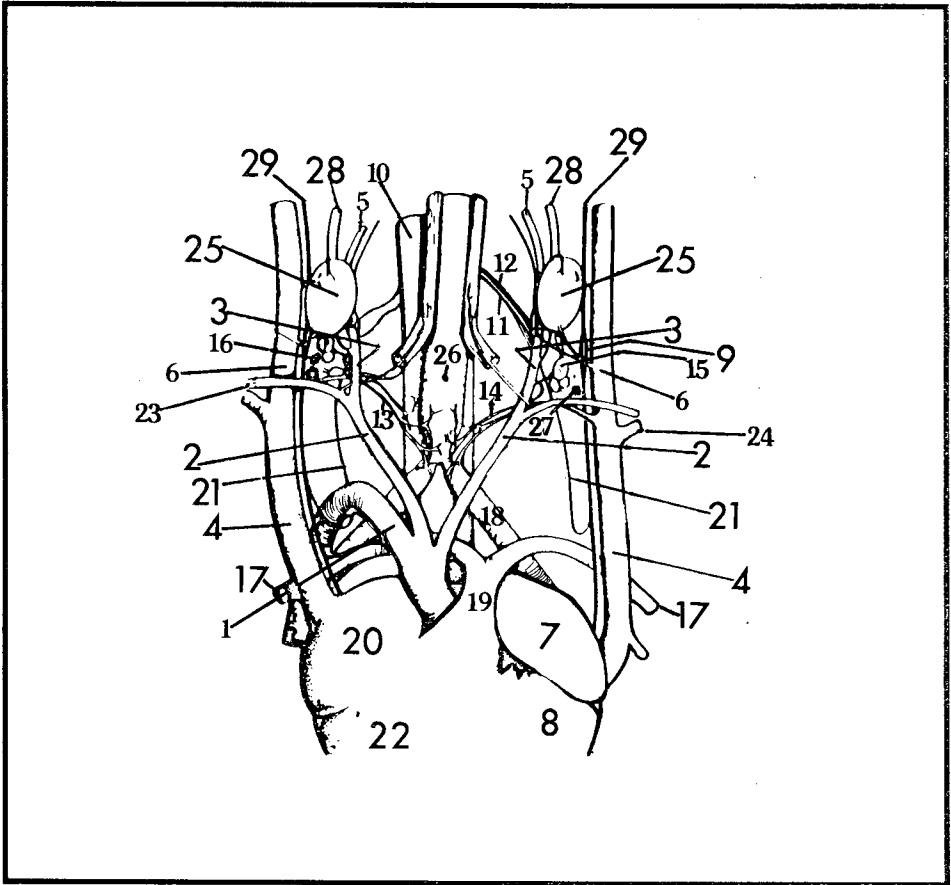


FIGURA 23. CORAZON DE LAS AVES

Vista ventral de los vasos sanguíneos, nervios y glándulas en la entrada de la Cavidad Torácica. Los Cuerpos Carotídeos están dibujados en negro sobre las superficies mediales de las Glándulas Paratiroideas.

1- Arteria Aorta. 2- Tronco Braquiocéfálico. 3- Arteria Carotida Común. 4- Vena Cava Craneal. 5- A. Carotida Interna. 6- Vena Yugular. 7- Aurícula Izquierda. 8- Ventrículo Izquierdo. 9- Ganglio Vagal Distal. 10- Esófago. 11- A. Esofágica Ascendente. 12- V. Esofágica Ascendente. 13- Arteria Esofagotraqueobronquial. 14- Vena Esofagotraqueobronquial. 15- Gl. Parat. Gran. 16- Gl. Paratoroides Caudal. 17- Arteria Pulmonar. 18- Bronq. Primarios. 19- Tronco Pulmonar. 20- Aurícula Derecha. 21- Nervio Recurrente. 22- Ventrículo Derecho. 23- Arteria Subclavia. 24- Vena Subclavia. 25- Glándula Toroides. 26- Traquea. 27- G. Ultimobronquial. 28- Arteria Vertebral. 29- Nervio Vago.

5.2. LA SANGRE

La sangre es un **tejido líquido** que se compone en su gran mayoría de Plasma ($\pm 75\%$), y de células ($\pm 25\%$). La porción líquida lleva los nutrientes diluidos hacia las células, donde recoge los desechos y productos de ellas (hormonas, etc.).

En general la porción celular se divide en dos grupos: Células rojas (Eritrocitos), y Células blancas (Leucocitos).

Los Eritrocitos aviares **son nucleados**, de forma oval, y participan en el intercambio gaseoso transportando CO_2 , O_2 desde las células corporales hasta los pulmones, y desde los pulmones hasta las células. El Eritrocito puede transportar los gases gracias a la molécula de Hemoglobina que además le da el color rojo que los caracteriza.

Los Leucocitos son de mayor tamaño y de menor número que los Eritrocitos y su función primaria es la de protección del organismo contra agentes extraños productores de enfermedad. En caso de enfermedad su número se incrementa rápidamente y se encargan de la producción de los **anticuerpos** y de otras células que ayudan en la lucha contra la alteración.

El Plasma sanguíneo también posee células y sustancias que **permiten la coagulación de la sangre** en casos de heridas o de rupturas vasculares, evitando el exceso de pérdida de células y líquidos sanguíneos.

Coloque el espécimen en decúbito dorsal, realice una incisión sobre la superficie ventral del cuello y desplace la piel lateralmente para observar las **Venas Yugulares**.

Observe que la vena Yugular derecha es mayor, y recibe una anastomosis proveniente del lado izquierdo cerca a la cabeza.

Cada vena Yugular se une a la respectiva **Vena Subclavia** (izquierda y derecha) para conformar las **Venas Cavas Craneales**.

En los mamíferos persiste solamente la Vena Cava Craneal Derecha, y por eso no debe sorprendernos que en las aves esta sea de mayor tamaño que la

izquierda (que sí existe en las aves). La arteria aorta descansa sobre el lado derecho. (En los mamíferos va por el lado izquierdo).

5.3. EL SISTEMA LINFÁTICO

Es un mecanismo de limpieza y defensa corporal. Se compone de los Vasos Linfáticos, Linfa, y de Células de defensa.

Otra función importante es ser **mediador** de los intercambios entre el Sistema Sanguíneo y las células corporales, permitiendo el paso (a manera de puente) de las sustancias de un lugar a otro.

A diferencia de los mamíferos, las aves **no poseen ganglios linfáticos**, supliendo esto con la presencia de **Nódulos y/o Placas Linfoides** localizados bajo la **Submucosa** de diversos órganos (como sucede en el intestino).

5.4. EL BAZO (Ver también Sistema Inmune).

El Bazo se halla a la derecha de la unión Proventículo-Molleja. En las aves domésticas normalmente es de forma redondeada, pero en el pato y ganso es de forma más aplanada.

Sus funciones son poco conocidas. En las aves no funciona como reservorio sanguíneo (como sí sucede en los mamíferos). Es de color similar al Hígado, de pequeño tamaño y de forma redondeada.

Cumple una importante función al poder separar y retener el hierro proveniente de la **Hemocatéresis** (Lisis fisiológica de los Glóbulos rojos ya envejecidos), que se realiza en este órgano. El hierro luego es liberado al torrente sanguíneo y retorna a la Médula Osea y al Hígado para incorporarse a las nuevas células que allí se producen.

En el ave adulta el Bazo es importante en la formación de ciertos tipos de células sanguíneas conocidas como Linfocitos, y Células Plasmáticas. Estas células son las que producen los anticuerpos (Inmunidad Humoral) ayudando en la lucha o reacción del organismo contra un agente extraño. El Bazo también es considerado como filtro de sustancias tóxicas que estén en la sangre.

5.5. EL TIMO (Ver también Sistema Inmune)

Es una glándula **par**, de color rojizo y sus lóbulos se localizan paralelos a la columna vertebral a la altura del último tercio del cuello. Esta glándula está bien desarrollada en las aves jóvenes, pero disminuye de tamaño rápidamente a medida que el ave madura, quedando apenas un vestigio en el ave adulta.

Su función completa no se conoce, pero si se sabe que interviene en el desarrollo de tejido linfoide (particularmente en la maduración de la Línea Tímica de Linfocitos o **Linfocitos T**), que operará como la **defensa celular** en la inmunidad del ave. Luego de la maduración de esta línea, los Linfocitos T pueden ser producidos en otros órganos (como el Bazo y otros órganos linfoides) a donde emigran formando focos generadores.

5.6 LA BOLSA DE FABRICIO (Ver también Sistema Inmune)

Está localizada en la porción dorsal de la Cloaca, (en aves jóvenes la Bolsa de Fabricio llena el Proctodeum).

Como su nombre lo indica, es un órgano hueco y epitelial. Posee una abertura que la comunica con la Cloaca. Es un órgano bilobulado y aunque externamente parece lisa, internamente posee muchos pliegues o folios.

Así como el Timo, la Bolsa de Fabricio desaparece con la edad. En este órgano se establece y madura otra Línea de Linfocitos llamados **Linfocitos B** que se encargarán luego de la inmunidad humoral del ave (producción de Anticuerpos). Y así como el Timo, los Linfocitos B luego pueden producirse en otros órganos como el Bazo, etc.

5.7. CIRCULACION SANGUINEA

Durante una contracción o **Sístole Ventricular** la sangre con exceso de CO₂ (Sangre venosa) pasa por presión a través de la Válvula Pulmonar desde el Ventrículo Derecho, hacia la Arteria Pulmonar (única arteria que lleva sangre **no oxigenada**), y de allí a los Pulmones. En estos se realiza el intercambio gaseoso liberando el CO₂ y tomando O₂ para pasar por la Venas Pulmonares hacia la Aurícula Izquierda.

Cuando el Ventrículo Izquierdo entra en **Diástole** (dilatación), la sangre fluye desde la Aurícula Izquierda a través de la Válvula Mitral (Aurículo-Ventricular Izquierda) y con una nueva sístole la sangre es impelida a la Arteria Aorta (a través de la Válvula Aórtica) y a los diferentes órganos del cuerpo. La sangre que ha completado un nuevo ciclo, retorna al Corazón por las Venas Cavas a la Aurícula Derecha y al Ventrículo Derecho (que estará en Diástole) a través de la Válvula Tricúspide (Aurículo-Ventricular Derecha).

- * Durante la Sístole Ventricular (Izquierdo y Derecho), se cierran las Válvulas Mitral y Tricúspide. De esta manera se impide el retroceso de la sangre a las Aurículas.
- * Durante la Diástole Ventricular (Dilatación de los Ventrículos Derecho e Izquierdo) se abren las válvulas anteriormente mencionadas para permitir el llenado ventricular, y se cierran las Válvulas Pulmonar y Aórtica para evitar el retroceso de la sangre.

6. SISTEMA INMUNE

Este sistema se compone de (Figura 24):

Los órganos inmunológicos primarios:

- La Bolsa de Fabricio
- El Timo.

Los órganos inmunológicos secundarios:

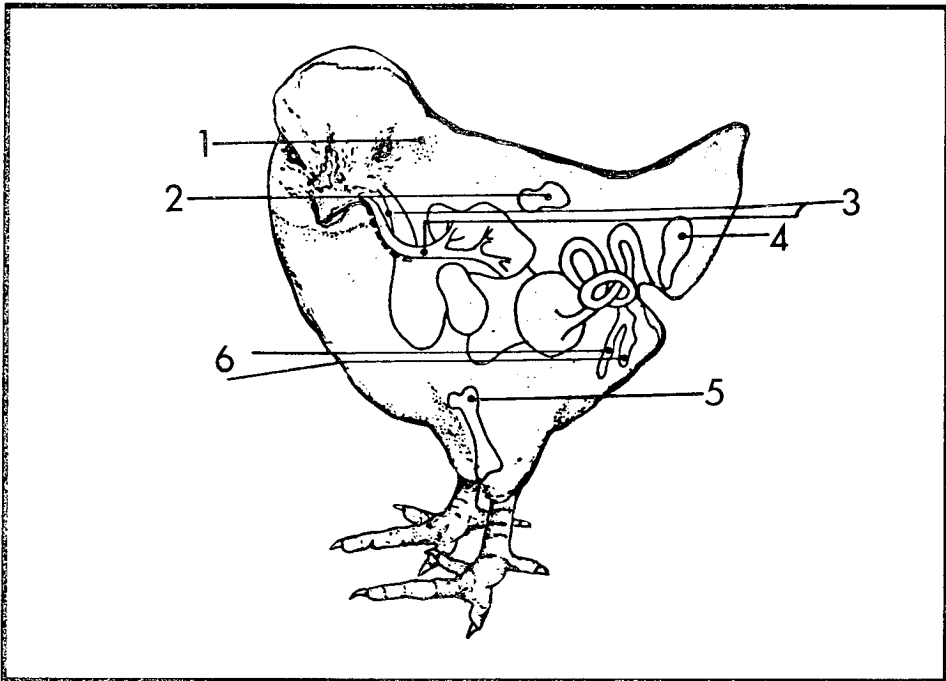
- Bazo
- Tónsilas Cecales
- Médula Osea
- Glándula de Harder
- Tejido linfoide de asociación del intestino
- Tejido linfoide de asociación de la conjuntiva
- Tejido linfoide de asociación de los bronquios.

6.1. FUNCIONES GENERALES

La *primera función* que ejerce el sistema inmune es la **protección contra enfermedades**. Esta protección se hace mediante unos niveles o “líneas de defensa”.

La **primera línea de defensa** que posee el ave se le denomina también **Inmunidad inespecífica**, y sus elementos o componentes son:

- La piel (Al servir como barrera física de entrada de gérmenes)
- Cilios (Del aparato respiratorio)
- Acidez en el Próventrículo
- Micro-organismos comensales del intestino
- Secreción mucosa en la cavidad nasal
- Macrófagos tisulares.



**FIGURA 24. ORGANOS PRIMARIOS DEL SISTEMA INMUNE
VISTA LATERAL**

1- Glándula de Harder. 2- Bazo. 3- Timo. 4- Bolsa de Fabricio. 5- Médula Osea. 6- Tonsilas Cecales.

La segunda línea de defensa conocida también como **Inmunidad específica**, se compone de:

- Los Linfocitos B (Inmunidad Humoral)
- Los Linfocitos T (Inmunidad Celular)
- Trombocitos
- Granulocitos (Heterófilos).

La segunda función del sistema inmune es la de “Mantenimiento de la identidad del individuo”. Esta tarea la lleva a cabo mediante el reconocimiento de toda partícula o sustancia extraña para ser eliminada, y el auto-reconocimiento de antígenos celulares del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH).

La histocompatibilidad entre las células efectoras y las células blanco infectadas es necesaria para la destrucción de antígenos mediada por células.

TABLA 2. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR AL SISTEMA INMUNOLOGICO	
FACTOR	EJEMPLO
Medio ambiente	Amoníaco
Genético	Susceptibilidad a Leucosis linfoide
Metabolismo	Tensión por calor
Nutrición	Deficiencia de Vitamina E
Neoplasia	Enfermedad de Marek
Traumatismo	Canibalismo
Toxinas	Micotoxinas

6.2. CARACTERISTICAS DE LOS ORGANOS LINFOIDES PRIMARIOS

6.2.1. La Bolsa de Fabricio (Ver también Sistema Circulatorio).

Se deriva del epitelio de la cloaca y es un saco cerrado con un espacio luminal. Contiene principalmente **Células B**, y algunas células T. Es responsable de la Inmunidad Humoral o circulante.

Una Bolsa madura de pollo de engorde puede tener entre 3.000 y 12.000 folios. La Bolsa de Fabricio posee una Zona Cortical y una Zona Medular. La Zona Medular contiene principalmente Linfocitos pequeños, Células Plasmáticas y Macrófagos, mientras que la Zona Cortico-medular es un lugar de transición donde se dá la diferenciación de Células B.

Generalmente existen cerca de 300.000 Linfocitos en cada folio, pero su número depende de la maduración de la Bolsa (Es decir, del tiempo que los Linfocitos han tenido para proliferar). El epitelio asociado a los folios o pliegues tiene una función comparable a la de los macrófagos y presenta una actividad linfotáctica. *El reflejo de absorción anal permite el transporte de antígenos desde el colon hasta la Bolsa y el reflujó de antígenos hasta las tonsilas cecales* (Figura 25).

6.2.2. El Timo (Ver también Sistema Circulatorio)

Es una glándula bilobulada (Ver Sistema Circulatorio) de la región del cuello. Aloja y permite la maduración de los Linfocitos T (Timodependientes), encargados de la Inmunidad Celular. Las células primordiales penetran al Timo, provenientes del Saco Vitelino hacia el séptimo día de desarrollo embrionario.

Existen tres clases de Linfocitos T:

- Linfocitos T H (Helpar), estimulan la respuesta celular.
- Linfocitos T K (Killer), son células asesinas o citotóxicas.
- Linfocitos T S, son células supresoras de la respuesta celular.

El timo también posee una Región Cortical, y una Región Medular, pero no

existe una separación bien definida entre ambas regiones. Las células epiteliales del Timo no poseen función fagocitaria como las células epiteliales asociadas a los folios o pliegues de la Bolsa de Fabricio. El Timo contiene macrófagos que presentan a los antígenos, y al parecer secreta una sustancia que estimula la diferenciación de las células T.

La glándula del Timo actúa como órgano linfoide central y periférico (primario y secundario). Las células B (de la Bolsa inician su penetración al Timo después del nacimiento. Las células plasmáticas maduras aparecen antes de transcurrido un mes.

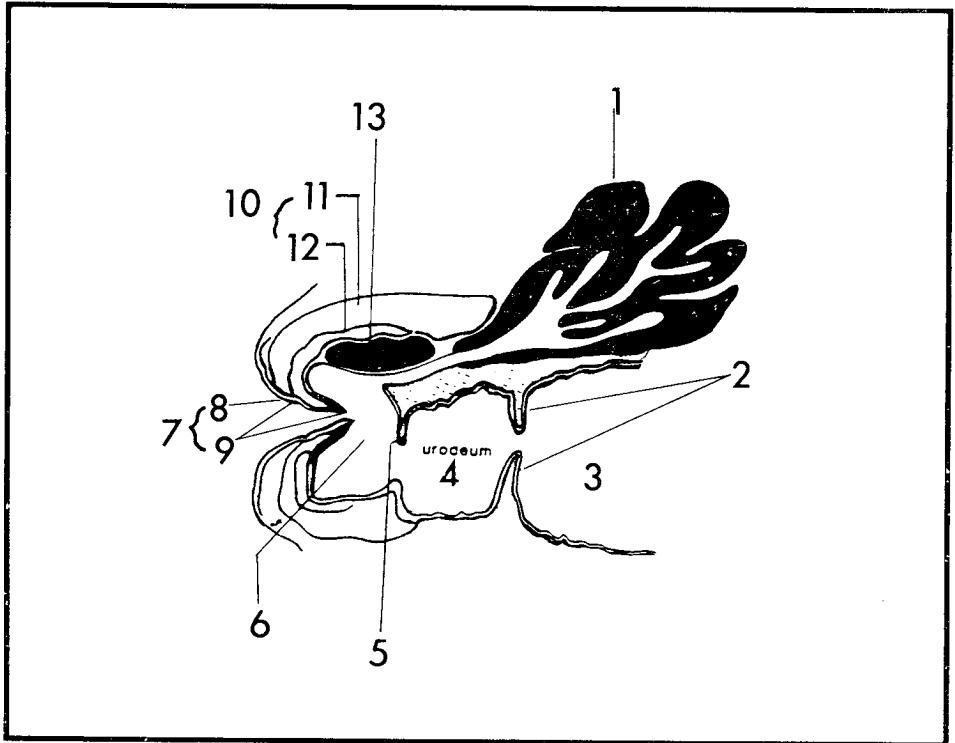


FIGURA 25. SECCION MEDIAL DE LA CLOACA DE UNA HEMBRA DE 4 MESES DE EDAD

La zona en negro representa el epitelio de la superficie interior de los pliegues de la ventosa.

1- Bolsa de Fabricio. 2- Pliegue Coprouroceal. 3- Coproceo. 4- Uroceo. 5- Pliegue Uriproctodeal. 6- Proctodeum. 7- Borde Dorsal de la Ventosa. 8- Porción rugosa. 9- Porción Lisa. 10- Esfínter de la Ventosa. 11- Músculo Circular. 12- Músculo Longitudinal. 13- Glándula Proctodeal Dorsal.

6.3. CARACTERISTICAS DE LOS TEJIDOS LINFOIDES SECUNDARIOS

Estos son órganos o tejidos colonizados por las células B y T durante la vida embrionaria, conteniendo entonces zonas burso y timo dependientes. Normalmente son tejidos responsables de la inmunidad local o regional (como en mucosas, y el ojo).

6.3.1. El Bazo (Ver Sistema Circulatorio)

Contiene centros germinales que son constituidos por folículos linfoides. El Bazo es colonizado por células B y T durante los días 12 a 16 de vida embrionaria. El tamaño máximo del Bazo lo alcanza el ave a las 6 semanas de edad y disminuye gradualmente a medida que el ave madura más. La actividad de los anticuerpos o inmunoglobulinas (Ig.) es detectable al día de edad.

6.3.2. Tejido Linfoide Intestinal

Aquí se pueden mencionar tres estructuras que sirven de alojamiento a las células del sistema inmunológico:

- El Divertículo de Meckel (que es el vestigio del Saco Vitelino y sirve de marca de división entre el Yeyuno y el Ileon).
- Las Placas de Peyer, que son agregados linfoides localizados en la submucosa del intestino delgado, y se encuentran principalmente en el Ileon.
- Las Tónsilas Cecales, que se localizan en la bifurcación del Ileon, a nivel del origen de los Ciegos.

6.3.3. Tejido Linfoide Paranasal

Existe un tejido linfoide asociado a la conjuntiva que se conoce como **Glándulas Conjuntivales**, y se localizan en los párpados participando en la inmunidad del tracto respiratorio superior y de la región paraocular.

Otro tejido paranasal muy importantes es la **Glándula de Harder**, responsable de la función inmonológica de la tráquea, órbita de los ojos, cavidad nasal y tracto respiratorio superior. *Las Células Plasmáticas constituyen su principal tipo celular*, además de que los anticuerpos (Ig. A) secretorios protegen las superficies mucosas del tracto respiratorio superior.

Las Células Plasmáticas llegan a la Glándula de Harder a los 17 ó 18 días de desarrollo embrionario, y las primeras Células Plasmáticas se observan al nacimiento. La burssectomía no inhibe la acumulación de Células Plasmáticas.

6.3.4. Tejido Linfoide de Asociación de los Bronquios

Está asociado a los bronquios primarios y secundarios, y es responsable de la inmunidad local del tracto respiratorio inferior.

6.3.5. Médula Osea

Las células primordiales producen líneas celulares:

- Eritrocitos
- Leucocitos
- Trombocitos
- Monocitos, que dan origen a los macrófagos del tipo fagocitario y a los macrófagos del tipo de los que presentan antígenos.

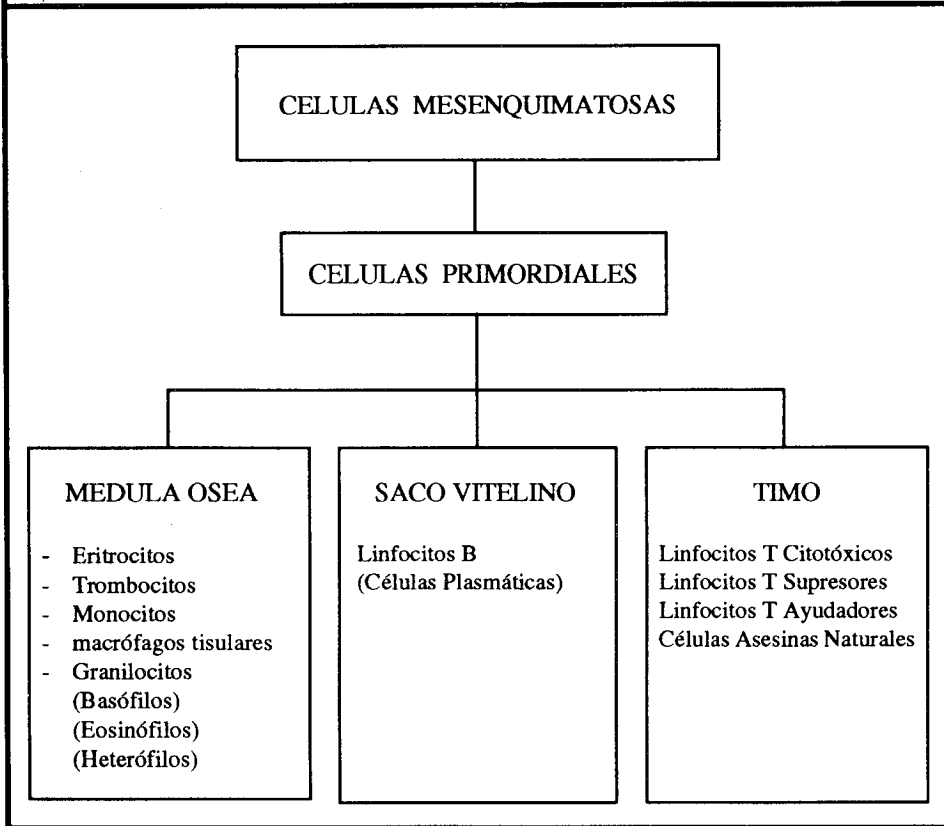
6.4. ORIGEN DE LA RESPUESTA INMUNOLOGICA

Las células primordiales se originan en el Mesénquima embrionario y eventualmente dan origen a las distintas líneas de células sanguíneas. (Ver Figura 26).

Las Células Primordiales emigran hacia el Saco Vitelino, desde donde se distribuyen a la Médula Osea, Bolsa de Fabricio, y el Timo. Estos tejidos dan origen a líneas celulares específicas (Linfocitos B, Linfocitos T, Granulocitos, Trombocitos, y Eritrocitos).

Las células primordiales que van a la boca tienen tres características:

FIGURA 26. DESARROLLO DE LAS LINEAS CELULARES SANGUINEAS EN LAS AVES



CRONOLOGIA DE LA RESPUESTA INMUNE HUMORAL EN LAS AVES

PERIODO DE INCUBACION

- Formación de la bolsa (1 día)
- Migración de Linfocitos Prebursales (7-12 días)
- Linfocitos con Ig M en la Bolsa (Día 12)
- Linfocitos con Ig M en el Bazo (Día 14)
- Excreción Ig M (Día 16)
- Capacidad inmune contra glóbulos rojos de oveja (Día 18)
- Emigración de Linfocitos Post-cursales (Día 16)
- Capacidad de producción de Ig S en la Bolsa (Día 21).

PERIODO POST-NACIMIENTO

- Capacidad inmune contra el virus de NewCastle (Día 1)
- Capacidad de producción de Ig G en el Bazo (Día 3)
- Capacidad inmune contra Salmonella spp. (Día 16)
- Proceso de maduración de Linfocitos B terminado (Día 26)
- Máximo tamaño de la Bolsa (10-15 semanas)
- Involución total de la Bolsa (23-25 semanas).

**TABLA 3. CARACTERIZACION DE LAS FASES DE CELULAS B
PRECURSORAS EN LOS POLLOS**

CARACTERIZACION	CELULA PRIMORDIAL AL DESARROLLO DE LA BOLSA	CELULA PRIMORDIAL DE LA BOLSA	CELULA PRIMORDIAL POSTERIOR AL DESARROLLO
Fuente	Mesenquima	Bolsa	Bolsa, Bazo, Timo (Post-nacimiento)
Aparición	8-14 días en el huevo	12 + días en el huevo	19-29 días en el huevo a 28 semanas (Post-nacimiento)
Requerimiento del microambiente de la Bolsa para la diferenciación de células plasmáticas.	+	+	-
Capacidad de restauración morfológica de la Bolsa	+	+	-
Capacidad de reordenamiento de los genes de las inmunoglobulinas.	-	+	+

**PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE EL SISTEMA INMUNE
DE LAS AVES Y LOS MAMIFEROS**

- Presencia de la Bolsa de Fabricio
- Timo lobulado (como en los bovinos)
- Ausencia de ganglios linfáticos
- Eritrocitos y Trombocitos nucleados
- Glándula Harderiana Linfoide
- Linfocitos B de larga vida
- Ausencia de Ig. D, e Ig. E
- Trombocitos fagocitos
- Antígenos de Histocompatibilidad BC y BF en Glóbulos rojos.

- Las células primordiales posteriores al desarrollo de la bolsa son reproducidas hasta que ésta involucre.
- 7 Las células de la Bolsa tienen la capacidad de regenerarse.
- 7 Actúan en los órganos linfoides periféricos una vez que nace el pollito.

Se piensa que existe una auto-renovación de las células T, y éstas actúan en órganos linfoides periféricos una vez que nace el pollito.

7. SISTEMA DIGESTIVO

La prehensión de los alimentos por las aves difiere de la de los mamíferos en razón a que éstas no poseen dientes, labios ni cachetes. *Todas estas partes son reemplazadas por el pico, el cual se inserta como parte de la quijada.*

La Lengua es una estructura firme y puntuda provista de una serie de estructuras mal llamadas dientes, las papilas córneas ellas están dirigidas hacia atrás, hacia las fauces y ayudan al ave a guiar y deglutir los alimentos, estos “dientes” son especialmente abundantes alrededor de la glotis o en la abertura de la traquea evitando que el alimento siga por las vías respiratorias.

Utilizando unas tijeras, corte por una de las comisuras de la boca y extienda el corte varios centímetros reflejando la mandíbula para descubrir el techo de la **Orofaringe** (Figura 27).

Observe la **Hendidura Palatina**, y más caudalmente la **Fisura Infundibular** que es el orificio de los dos tubos auditivos. La Hendidura Palatina comunica la Cavidad Nasal y la Orofaringe.

En los mamíferos los orificios de la Trompa de Eustaquio y las Coanas desembocan en la Nasofaringe pero en las aves lo hacen en la Orofaringe.

Sobre la superficie de la Orofaringe y Cavidad Oral están las diminutas aberturas de las glándulas Salivales, que no resultan de fácil observación a simple vista.

Las aves poseen una extensión del hueso Hioides que se observa en la Lengua (Hueso Intraglosa). Caudal a la Lengua se halla la Prominencia Laríngea y se ve la Glotis. Un poco más caudal a esta Prominencia Laríngea se observa la entrada al Esófago (Figura 28).

FIGURA 27. VISTA DORSAL DE LA CAVIDAD ORAL

- 1- Orificios de las Glándulas Salivales Maxilares.
- 2- Glándulas Salivales Palatinas Laterales.
- 3- Hendidura Palatina.
- 4- Glándulas Salivales Palatinas Mediales.
- 5- Infundíbulo de los Conductos Auditivos.
- 6- Glándulas Salivales Esfenopalatinas.
- 7- Esófago.

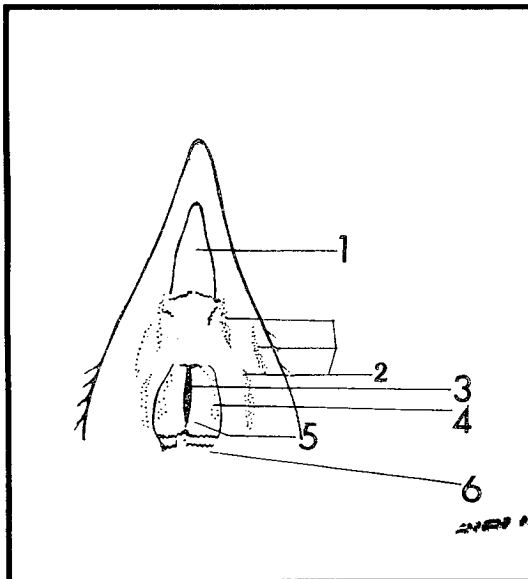
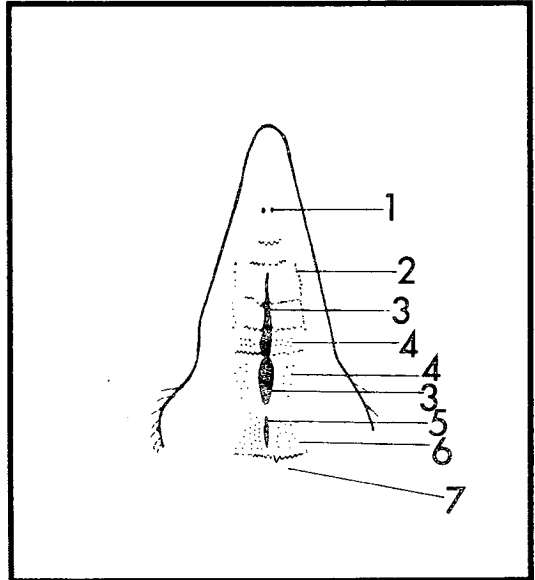


FIGURA 28. VISTA VENTRAL DE LA CAVIDAD ORAL

- 1- Lengua.
- 2- Glándulas Salivales.
- 3- Glotis.
- 4- Glándulas Salivales.
- 5- Prominencia Laríngea.
- 6- Esófago.

El Esófago en los mamíferos tiende a posicionarse en su porción cervical a la izquierda de la Tráquea, pero en las aves su posición es medial. Incide todo el tubo esofágico hasta el Inguavis (Buche), que es un divertículo que se abre en el esófago (Ver Figura 29).

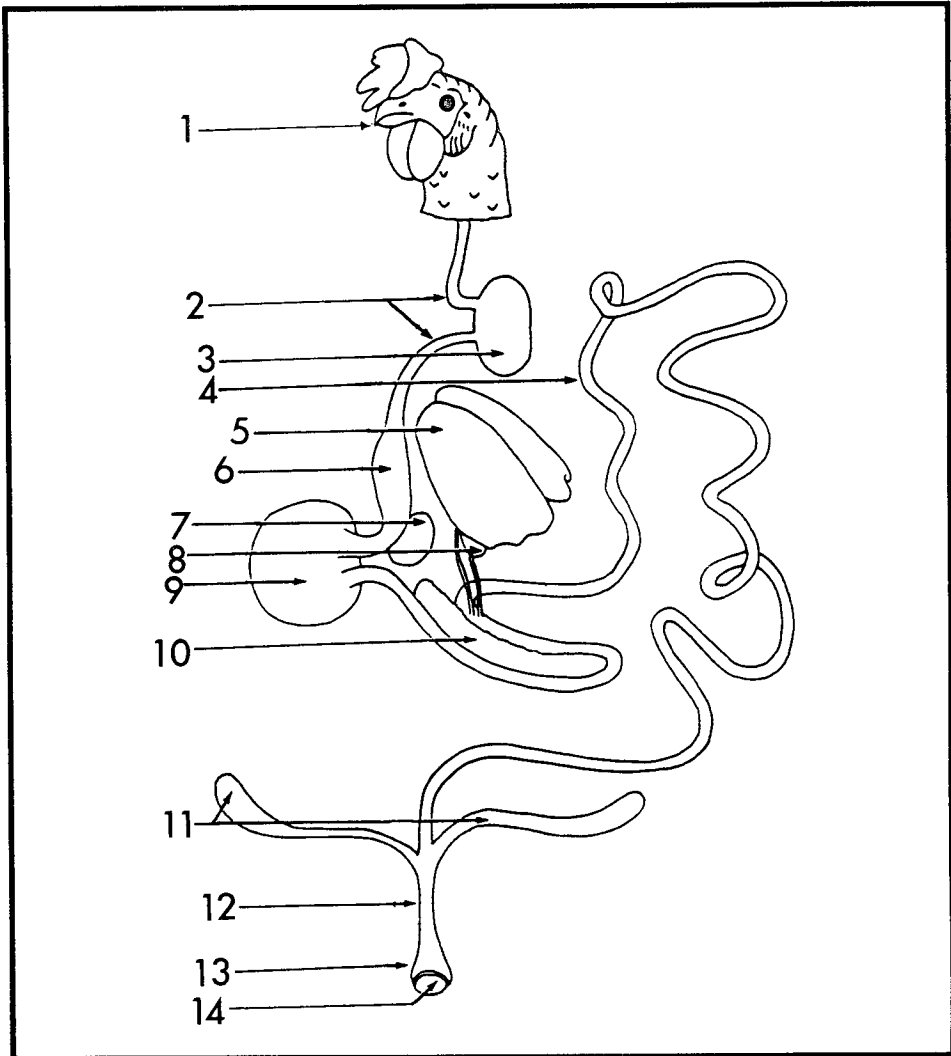


FIGURA 29. SISTEMA DIGESTIVO DEL AVE

* Longitud total: 2 metros. Capacidad: 85 gramos.

1- Pico. 2- Esófago. 3- Buche. 4- Intestino Delgado. 5- Hígado. 6- Proventrículo. 7- Bazo. 8- Vesícula Biliar. 9- Molleja. 10- Páncreas. 11- Ciegos. 12- Intestino Grueso. 13- Cloaca. 14- Ventosa anal.

Funcionalmente el buche es una parte del estómago el cual sirve como lugar de almacenamiento para los alimentos, sin embargo allí no se han encontrado glándulas digestivas funcionales y los únicos agentes que actúan sobre los alimentos son el agua, la secreción de las glándulas salivales y el calor del cuerpo del ave. Algunas aves pueden secretar una “Leche Ingluval” para alimentar a sus polluelos. Esta leche se origina de la descamación de células grasas de la mucosa del Inguvis, y es un proceso gobernado por los niveles circulantes de Prolactina.

Después del alimento pasar por el buche entra en el estómago. A diferencia de la mayoría de los demás animales, las aves tienen dos distintas partes en su estómago. La primera porción conocida como el **Proventrículo** más propiamente llamado Estómago glandular, el cual es una membrana gruesa mucosa, sus secreciones suavizan el alimento por acción química para luego pasar a la segunda porción del estómago, la **Molleja** (Ver Figura 29).

Siga el Esófago desde el Inguvis hasta el Proventrículo, incídalo longitudinalmente continuando hasta la Molleja. Las fibras musculares de la Molleja van en sentido circular (la capa externa de músculo con fibras en sentido longitudinal no existe en las aves).

La molleja posee sobre su mucosa una capa queratinizada para resistir los efectos de la trituración de alimentos que realiza este estómago. Su conformación está dada para realizar fuertes movimientos de compresión para así moler y macerar los alimentos. La Molleja cuando se encuentra vacía no tiene movimientos, pero tan pronto como el alimento entra en ella empiezan movimientos rítmicos. El número de movimientos musculares se incrementa proporcionalmente con la dureza del alimento, piedras cascajosas y puntudas deglutidas por las aves ayudan en esta acción de triturado y estas están presentes normalmente en las aves.

Después de la Molleja está el tracto intestinal, la primera sección del intestino delgado llamado **Duodeno**, forma una larga curvatura que dobla en forma paralela e incluye al **Páncreas**. *El páncreas juega un papel importante en los procesos digestivos y es relativamente más grande en las aves que en los mamíferos.* Este secreta un líquido denominado el Jugo Pancreático que contiene varias enzimas las cuales hidrolizan las partículas alimenticias.

Identifique el Duodeno y en el medio al Páncreas, (note su aspecto glandular). (Ver Figura 29).

El **Hígado** está incompletamente dividido en lóbulo derecho e izquierdo (que es de menor tamaño que el anterior). La Vesícula Biliar descansa contra la superficie visceral del lóbulo derecho. Pero como sucede en algunos mamíferos de gran tamaño (en el caballo por ejemplo), las **palomas, avestruces, y los loros no poseen Vesícula Biliar**. (Ver Figura 30).

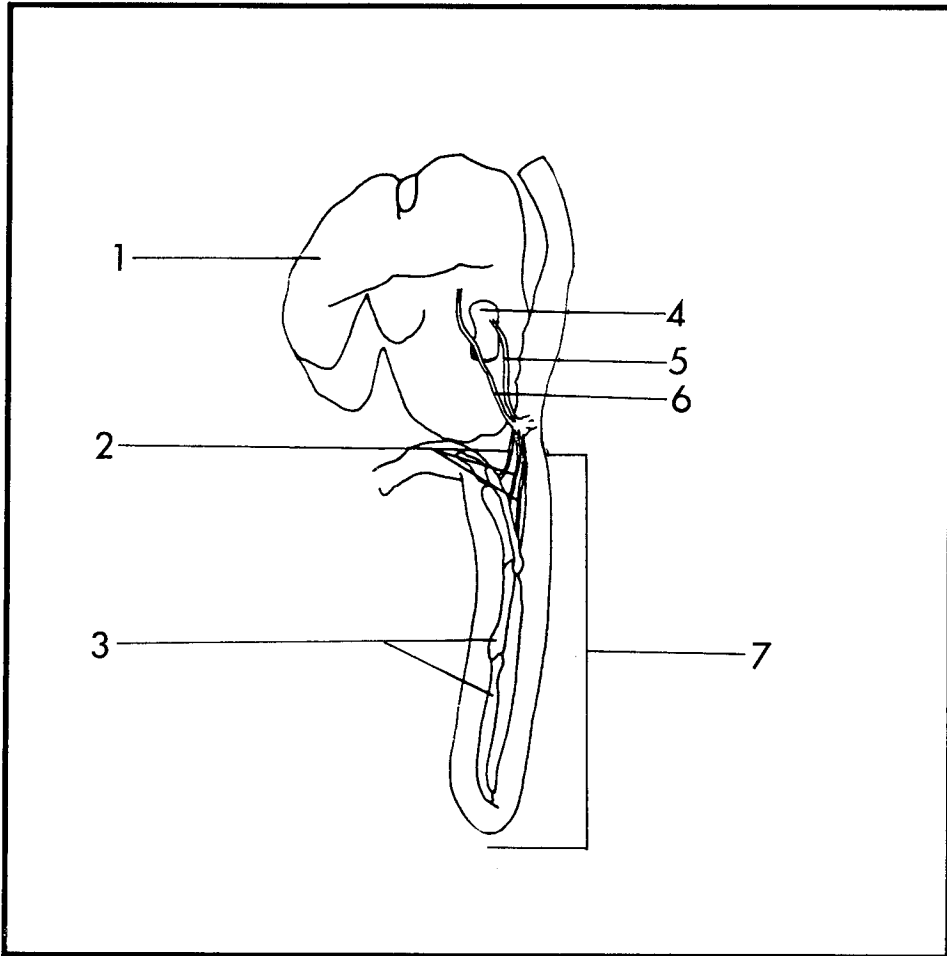


FIGURA 30. HIGADO Y CONDUCTOS BILIARES

1- Hígado. 2- Conducto Pancreático. 3- Páncreas. 4- Vesícula Biliar. 5- Conducto Cístico. 6- Conducto Hepático. 7- Asa Duodenal.

La terminación del Duodeno está demarcada por los **Conductos Pancreático y Biliar**, los cuales vierten sus secreciones al intestino delgado (Figura 29). La parte restante del Intestino delgado no puede ser diferenciado en Yeyuno e Ileón como en los mamíferos. En las aves el Yeyuno y el Ileón están demarcados por el *residuo cicatrizal del saco vitelino (Divertículo de Meckel)* que se encuentra sobre el extremo antimesentérico de una de las asas intestinales.

La unión entre el Intestino delgado y el Intestino grueso está demarcada por los **Ciegos**. Estas dos bolsas ciegas aparentemente no tienen una función vital para las aves **pero está comprobado que ellos ayudan en la digestión de la fibra** (Figura 29).

En las aves domésticas existen dos Ciegos pero otras aves poseen solamente uno (Ejm: Las Garzas), y en otras aves no existen (Ejm: Loros y raptores diurnos).

Como sucede en los mamíferos, los Ciegos de las aves poseen abundante tejido linfoide.

El Intestino Grueso comienza donde desembocan los Ciegos. El Intestino grueso y el recto son relativamente cortos. El Recto termina el sistema digestivo con el vaciado a través de la Cloaca la cual es un canal común para el sistema digestivo y el urogenital.

La Cloaca se divide en tres partes de acuerdo a la disposición de unos pliegues mucosos anulares a saber:

- El Coprodeum, que recibe al Recto.
- El Urodeum que recibe el tracto urogenital.
- El Proctodeum que se abre en la Ventosa de la Cloaca.

El Orificio Cloacal Externo es llamado la Ventosa de la Cloaca.

TABLA 4

RESUMEN DE LOS PROCESOS DIGESTIVOS

ORGANO DE SECRECION	SECRECION	ENZIMAS	pH	ACCION DE ENZIMAS O PROCESOS
Cavidad Oral	Saliva	Amilasa Salivar	6.75	Almidón
Buche	--	--	5.00	Reblandecimiento y mezclado
Proventrículo	Jugo gástrico HLC	Pepsina	5.00	Proteína
Estómago muscular (Molleja)	--	--	4.60	Mezclado y triturado
Páncreas	Jugo pancreático	Amilasa Lipasa Tripsina	5.00	Almidón Grasa Proteína
Intestino delgado	Jugo Intestinal	Proteasas Maltasas	7 ⁺	Proteasas Peptonas Peptidos Maltosa - Lactosa Sacarosa
Ciego	--	--	7 ⁺	Digestión de fibra
Intestino Grueso	--	--	7 ⁺	Absorción humedad
Cloaca	--	--	7.4	Común para los Sistemas Digestivo, Reproductivo y Urinario.

8. SISTEMA URINARIO

El Sistema Urinario del ave está conformado por dos Riñones y dos Uréteres. Los Riñones se encuentran adosados en la parte dorsal del cuerpo del ave justamente en la parte posterior de los pulmones, extendiéndose hasta la región de las Vértebras Caudales, y se alojan en la Fosa del Sinsacrum.

Entre los riñones y la pelvis hay un **divertículo** del Saco Aéreo Abdominal (Figura 31). Los Riñones son unos órganos alargados conformados por tres lóbulos de color rojo parduzco (craneal, medio y caudal).

Los riñones están irrigados por múltiples capilares finos. Los productos finales del metabolismo de las proteínas y el agua son eliminados a través de los **túbulos renales**.

En razón a que *las aves no tienen Vejiga Urinaria*, la orina pasa directamente

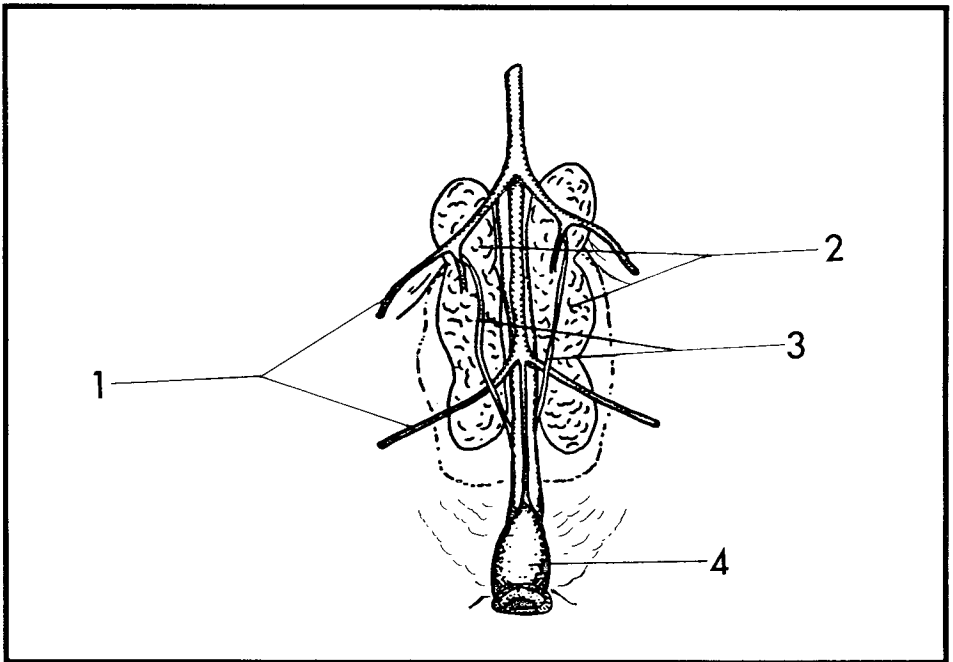


FIGURA 31. SISTEMA URINARIO DE LA GALLINA

1- Vasos Sanguíneos. 2- Riñones. 3- Ureteres. 4- Cloaca

desde los Riñones hasta la Cloaca a través de los Uréteres. Ha sido estimado que un ave adulta recicla entre 700 - 800 cc. siendo la mayoría del agua reabsorbida por el cuerpo, por esta razón la orina contiene muy poco líquido.

Al llegar la orina a la Cloaca, esta se mezcla con las heces procedentes del intestino grueso siendo eliminadas la orina y la materia fecal en forma conjunta a través de la Cloaca. *La orina es el material blanco pastoso que queda en la parte superior de la defecación.*

La mezcla de las heces más la orina depositada por las aves contienen cerca de 1.4% de nitrógeno, 0.99% de fósforo y 0.39% de potasio. Este es el material que es conocido como **gallinaza pura**. El producido de un ave adulta por año puede ser hasta 43 libras en base húmeda. La gallinaza tiene una especial importancia económica ya que es un excelente fertilizante para las labores agrícolas.

Localice los Uréteres y sígalos hasta la Cloaca. Observe las venas que descansan sobre la superficie ventral de los lóbulos renales, estas venas pueden estar ligeramente ocultas en el parénquima renal (Figura 32).

La Vena Mesentérica Caudal que se origina de la unión de las venas de los intestinos, se dirige cranealmente, se anastomosa con la *Vena Isquiática* y desemboca en la *Vena Iliaca Externa*.

Al incidir la Vena Iliaca Común (Externa) se puede localizar la **Válvula Renal-Portal** que se localiza caudal a la entrada de la *Vena Renal Caudal*.

Las aves ostentan un **Sistema Renal-Portal** que no existe en los mamíferos. Cuando la Válvula Renal-Portal se cierra forza a la sangre a pasar por el Sistema Renal-Portal.

La sangre que proviene del Sistema Renal-Portal va a los capilares peritubulares, pero no a los glomérulos.

La Válvula Renal-Portal tiene abundante **inervación adrenérgica y colinérgica** siendo inhibida por la adrenalina y estimulada por la histamina.

La Vena Mesentérica Caudal está conectada con el Sistema Renal-Portal y con el Sistema Porta-Hepático.

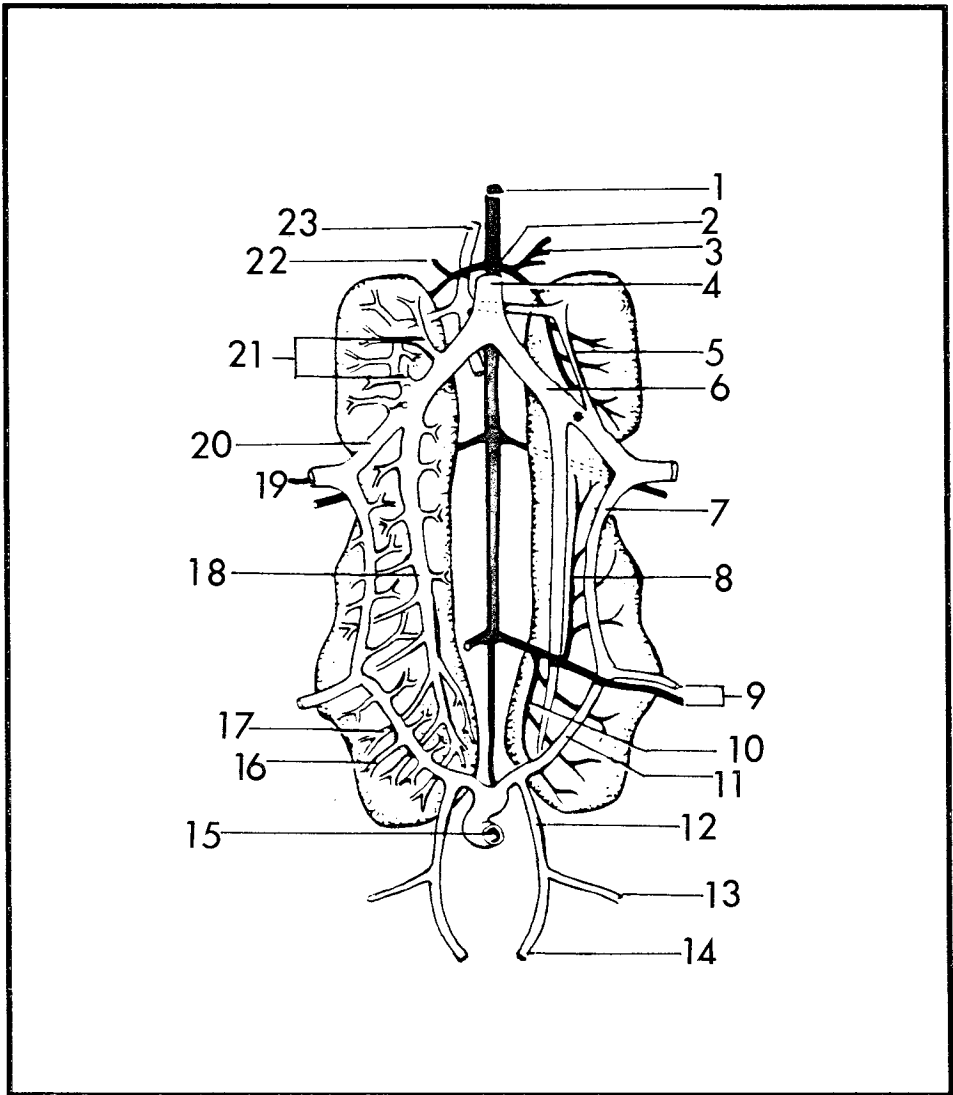


FIGURA 32. RIÑONES. VISTA VENTRAL EN AVES DOMESTICAS. SE MUESTRA LA IRRIGACION QUE POSEEN. El lado izquierdo de la figura muestra las venas del sistema renal-portal y las venas eferentes. El lado derecho de la figura muestra las arterias. El asterisco muestra el sitio de la válvula renal-portal (en el riñón izquierdo). En el riñón derecho la válvula se muestra esquemáticamente.

- 1- Aorta. 2- Arteria Renal Craneal. 3- Arteria Ovárica. 4- Vena Cava Caudal. 5- Vena Renal Portal Craneal. 6- Vena Iliaca Común. 7- Vena Renal Portal Caudal. 8- Arteria Renal Media. 9- Arteria y Vena Isquiática. 10- Arteria Renal Caudal. 11- Vena Renal Portal Caudal. 12- Vena Iliaca Interna. 13- Vena Caudal Lateral. 14- Vena Pudenda. 15- Vena Mesentérica Caudal. 16- Rama Renal Aferente. 17- Rama Renal Eferente. 18- Vena Renal Caudal. 19- Vena Iliaca Externa. 20- Vena Iliaca Común. 21- Vena Renal Craneal. 22- Arteria Adrenal. 23- Seno Venoso Vertebral Interno.

9. SISTEMA RESPIRATORIO

El sistema respiratorio de las aves se inicia en la región de la cabeza y comprende la boca, las cavidades y orificios nasales. La región de la faringe, tráquea y sacos aéreos (Figura 33). La región de la cabeza contiene varias comunicaciones entre los orificios y cavidades nasales, los cuales están recubiertos por una membrana mucosa la cual proporciona humedad y calor al aire que pasa. La estrecha cavidad nasal se comunica con la boca a través de una hendidura localizada en el techo de ésta. La hendidura que comunica también con el canal lagrimal de los ojos justamente posterior a la coana en el techo de la boca es la abertura de la Trompa de Eustaquio. El propósito de este tubo es el de comunicar los oídos con el interior de la boca y permitir

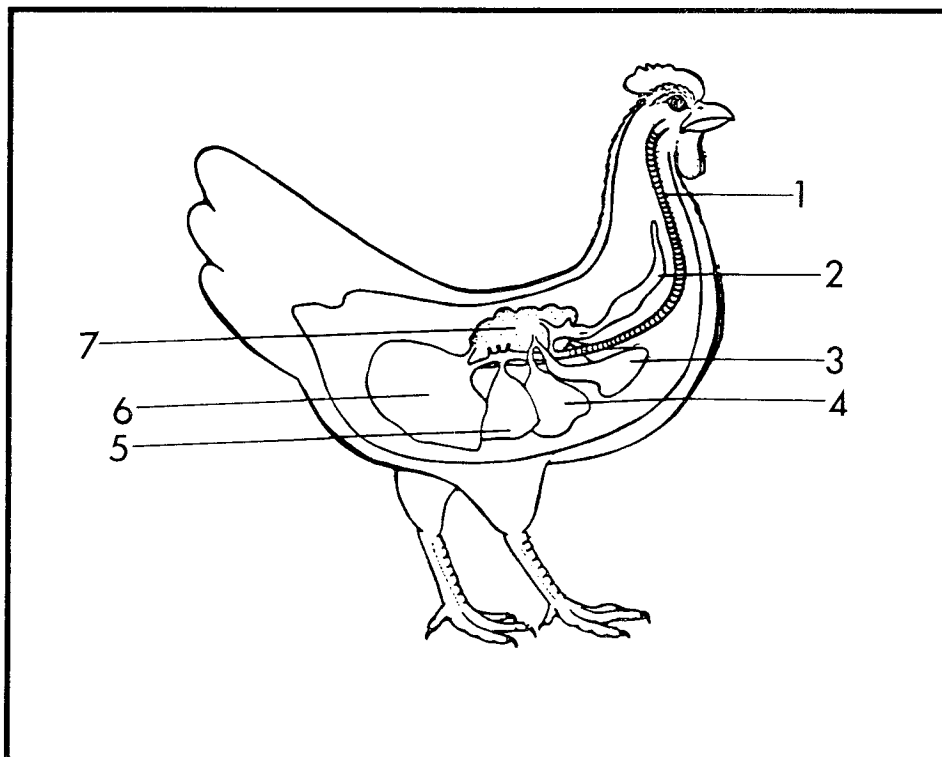


FIGURA 33. SISTEMA RESPIRATORIO DE LOS POLLOS

1- Traquea. 2- Saca Aéreo Cervical. 3- Saco Aéreo Interclavicular. 4- Saco Aéreo Torácico Craneal.
5- Saco Aéreo Torácico Caudal. 6- Saco Aéreo Abdominal. 7- Pulmones.

igualar las presiones en el interior del oído con la presión atmosférica externa.

La región faríngea de la boca incluye la región de la abertura del esófago y la tráquea, está recubierta de una lámina de tejido mucoide diseñada para controlar la entrada de polvo y bacterias que se encuentran en el aire antes de entrar a la tráquea y pasar a los pulmones. El extremo superior de la tráquea en la región de la faringe, está provista de una abertura (faringe superior) la cual se cierra cuando los alimentos pasan a través de la faringe al esófago, de otro modo la parte superior de la laringe siempre está abierta al paso libre del aire.

Las paredes de la tráquea están formadas por el soporte de anillos cartilagosos que se extienden desde la parte superior de la laringe hasta la parte inferior de la laringe al extremo inferior de la tráquea. Estos anillos traqueales cartilagosos previenen que la tráquea se colapse cada vez que el ave respira. Tapizando la parte interna de la tráquea se encuentra una lámina de células secretoras de moco las cuales están diseñadas para atraer y capturar las partículas de polvo y bacterias del aire antes de estas pasar a los pulmones, también aquí se encuentran las cilias quienes lo expulsan hacia afuera.

Justamente después de la laringe inferior la tráquea se divide en dos tubos llamados bronquios, cada uno de estos conduce a los pulmones, los cuales están localizados en la parte dorsal del ave, lateralmente a la columna espinal y justamente posterior al hombro (Figura 34). Debido a que en las aves los pulmones se hallan colocados más dorsalmente, el Corazón se ve rodeado *directamente* por el Hígado, (el Diafragma **no existe** en ellas).

Los pulmones tienen un color normal rosado salmón, su función es la de intercambiar oxígeno (O_2) por dióxido de carbono (CO_2) de la sangre (Figura 35). Cuando el aire es introducido a los pulmones éste entra en contacto con el tejido especializado rico en capilares. Por medio de este tejido respiratorio y abundantes capilares de los pulmones, el oxígeno es transferido a los glóbulos rojos.

El dióxido de carbono, el cual ha sido transportado a los pulmones por medio

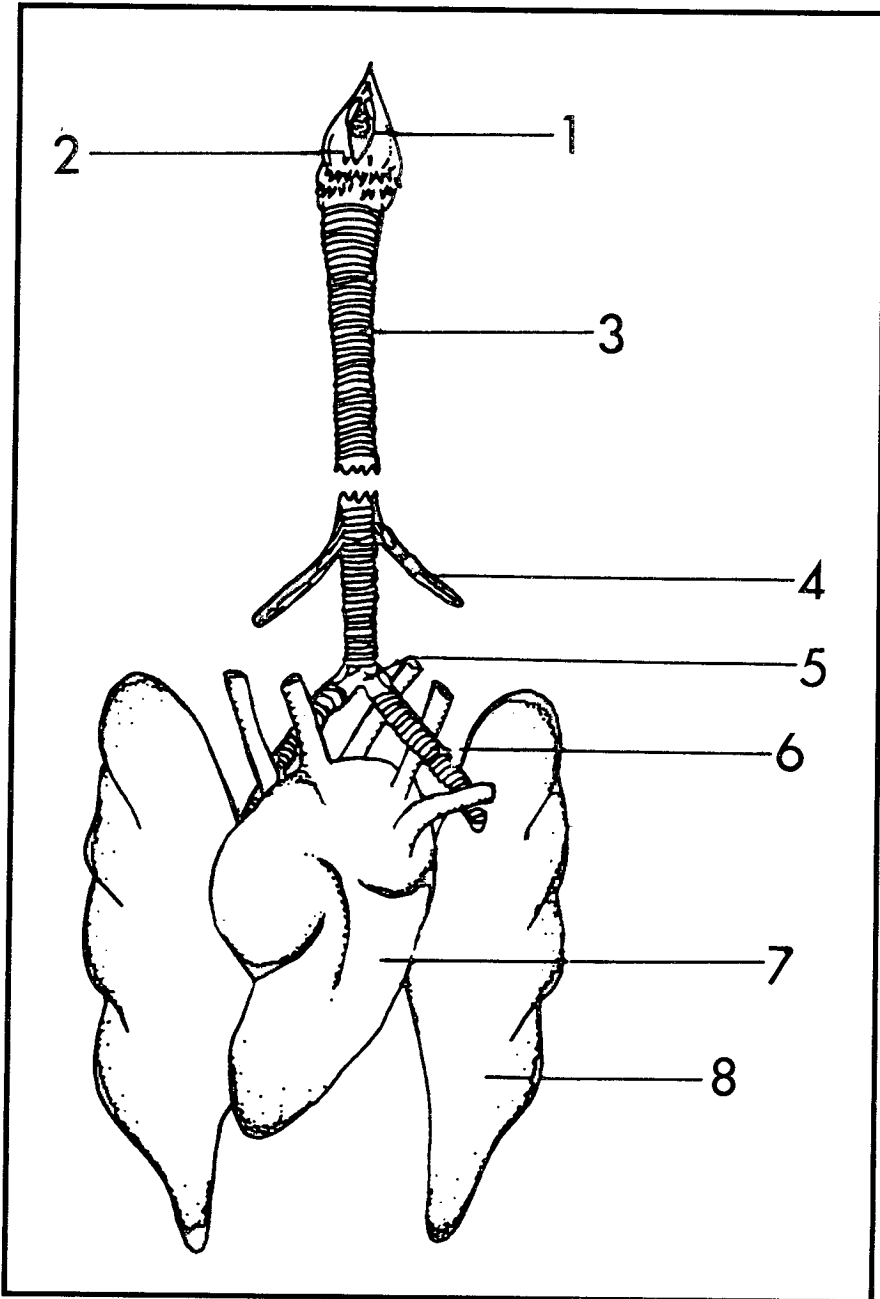


FIGURA 34. VIAS RESPIRATORIAS DE LAS AVES

1- Glotis. 2- Laringe. 3- Trachea. 4- Músculo Externo-Traqueal. 5- Siringe. 6- Bronquio.
7- Corazón. 8- Pulmón.

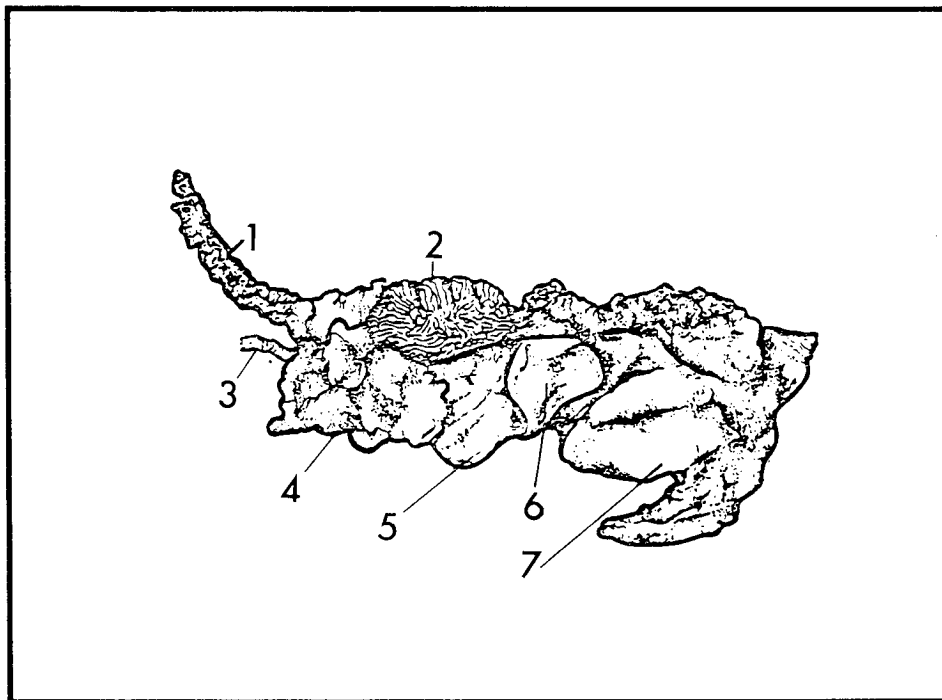


FIGURA 35. PULMONES AVIARES (VISTA LATERAL)

- 1- Saco Aéreo Cervical. 2- Pulmón. 3- Traquea. 4- Saco Aéreo Clavicular. 5- Saco Aéreo Torácico Craneal. 6- Saco Aéreo Torácico Caudal. 7- Saco Aéreo Abdominal.

de los glóbulos rojos es liberado y **transferido a los espacios aéreos** antes de ser exhalado, al mecanismo de este intercambio gaseoso se le conoce como **respiración** (Figura 36).

En razón a que las paredes de los sacos aéreos no poseen una abundante red de capilares, estos no tienen una función directamente respiratoria ya que el intercambio gaseoso tiene lugar principalmente en los pulmones y no en los sacos aéreos (Ver Figura 37).

Sin embargo, los sacos aéreos tienen al menos **seis diferentes funciones**. Ellos actúan como *fuelles mecánicos* para ayudar a un eficiente suministro de aire, como un *globo aerostático* para regular el equilibrio del ave, *almohadillas de fricción*, *retenedores de calor* y *reservorios de aire*. Como fuelles ellos proporcionan una ayuda mecánica para una eficiente circulación

FIGURA 36. ESQUEMATIZACION DEL FLUJO DEL AIRE POR LOS PULMONES Y SACOS AEREOS DE LAS AVES

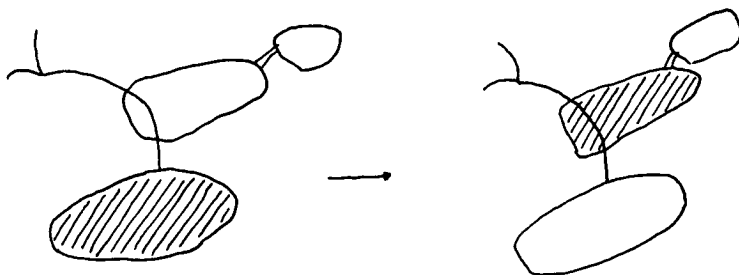
CICLO RESPIRATORIO No. 1

INSPIRACION

El aire pasa a los Sacos Aéreos posteriores

ESPIRACION

El aire pasa a los Pulmones



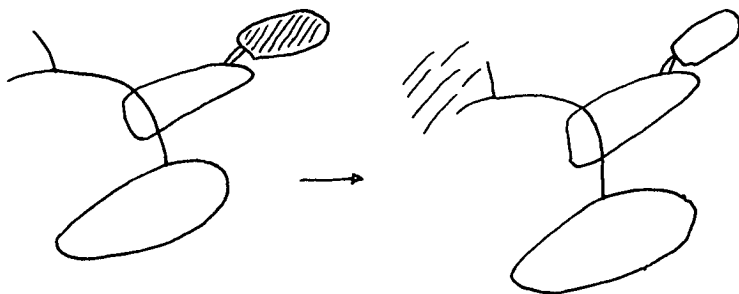
CICLO RESPIRATORIO No. 2

INSPIRACION

El aire pasa a los Sacos Aéreos anteriores

ESPIRACION

El aire va de los Sacos Aéreos anteriores a la traquea



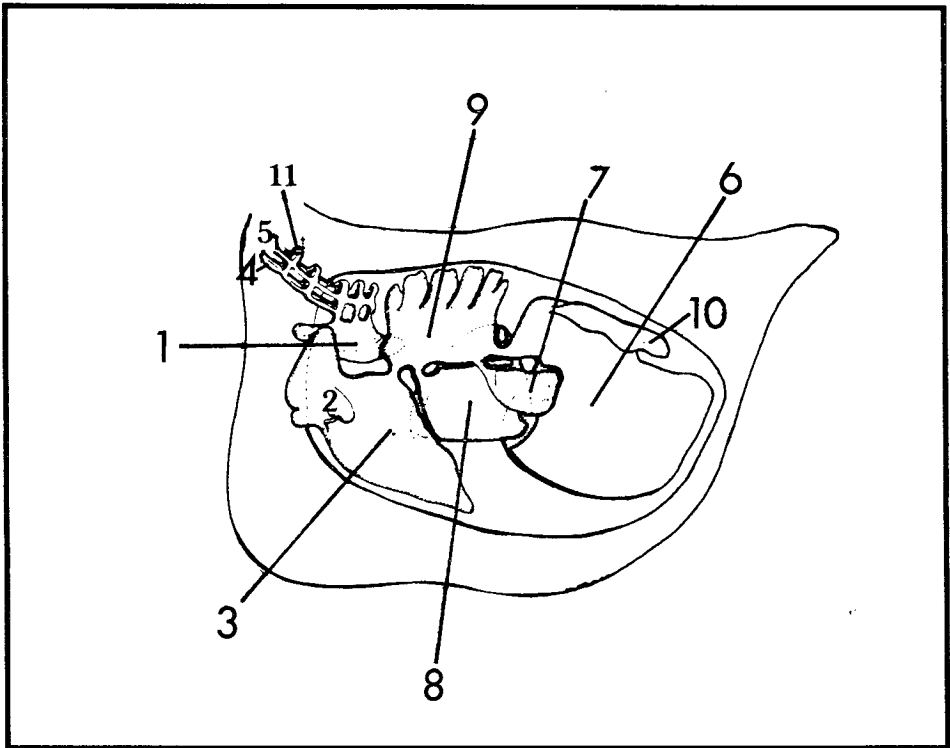


FIGURA 37. VISTA LATERAL DEL PULMON IZQUIERDO Y SUS SACOS AEREOS, EN AVES DOMESTICAS. La porción lateral del saco aéreo clavicular no se muestra.

1- Cámara principal del Saco Aéreo Cervical. 2- Canal (cortado) que comunica la porción medial del Saco Clavicular, y la porción izquierda. 3- Cámara principal del Saco Aéreo Clavicular. 4- Divertículo vertebral del Saco Aéreo Cervical que penetra por el Agujero transverso. 5- Divertículo vertebral del Saco Aéreo Cervical que penetra por el canal neural. 6- Saco Aéreo Abdominal izquierdo. 7- Saco Aéreo Torácico caudal izquierdo. 8- Saco Aéreo torácico craneal izquierdo. 9- Pulmón izquierdo. 10- Divertículo perirrenal del Saco Aéreo abdominal izquierdo. 11- Conexión transversa intervertebral del Saco Aéreo Cervical, y el divertículo.

de el aire a través de los pulmones. En las aves los pulmones por sí solos no se expanden apreciablemente, de esta manera **los sacos aéreos son los responsables de mantener un flujo continuo de aire fresco a través de los pulmones.**

Los sacos aéros modifican la gravedad específica de las aves voladoras haciéndolas materialmente más livianas. Sin los sacos aéreos las aves tendrían que hacer un esfuerzo muscular considerablemente mayor para

mantener su cuerpo suspendido en el aire por largos períodos como balancines, es decir, los sacos aéreos están así distribuidos en el cuerpo del ave de tal forma que establece un apropiado centro de gravedad durante el vuelo y mantiene el equilibrio fácilmente (Figura 38).

Los sacos aéreos disminuyen la fricción muscular, de este modo da una mayor flexibilidad y gracia a los movimientos de las aves.

Cuando son llenados por aire húmedo y cálido, los sacos aéreos ayudan a mantener y regular la temperatura corporal permitiendo la difusión de el agua desde la sangre para ser excretada por los pulmones en forma de vapor.

Finalmente en las aves voladoras los sacos aéros sirven como tanques

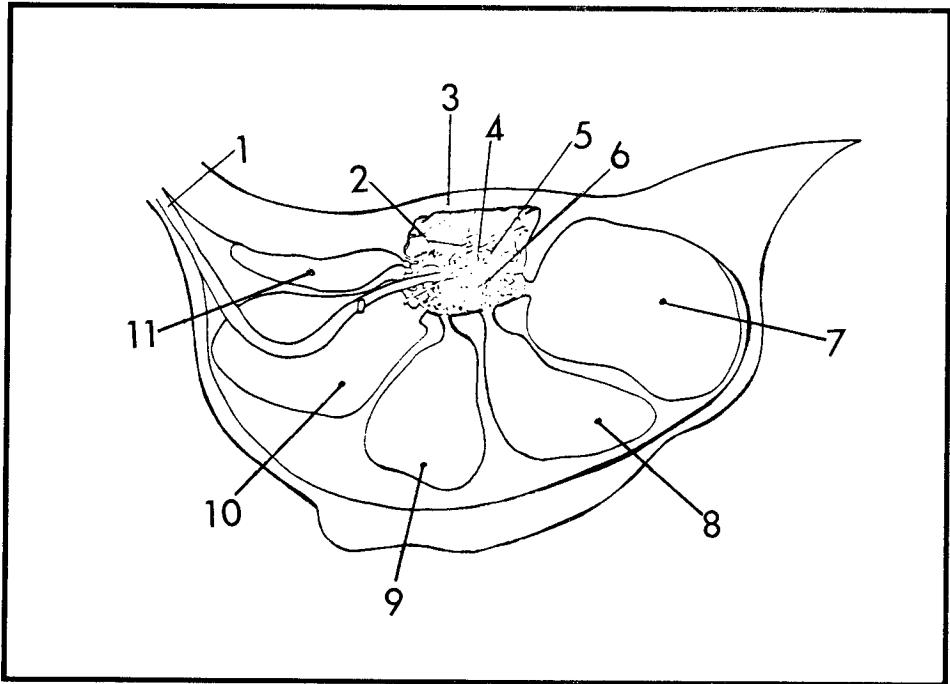


FIGURA 38. SISTEMA DE SACOS AEREOS EN LAS AVES

1- Traquea. 2- Bronquio Secundario. 3- Parenquima Pulmonar. 4- Bronquio Primario Intrapulmonar. 5- Bronquio Secundario. 6- Bronquio Secundario Ventral. 7- Saco Aéreo Abdominal. 8- Saco Aéreo Torácico Caudal. 9- Saco Aéreo Torácico Craneal. 10- Saco Aéreo Clavicular. 11- Saco Aéreo Cervical.

reservorios de aire. Ellos son especialmente útiles en aves de vuelo rápido las cuales requieren de una violenta actividad muscular, la cual interfiere con la actividad respiratoria, y podría causar pérdida de la respiración si los sacos aéreos no sirvieran como una reserva para suplir el aire.

Incida la Glotis y observe la entrada a la Tráquea. Las fibras del músculo Traqueal se dirigen en sentido longitudinal. Los Anillos Cartilagosos Traqueales son **completos** y están sobrepuestos.

Desprenda uno de los lados del Esternón y refléjelo lateralmente descubriendo los órganos torácicos. Siga la Tráquea en toda su longitud.

La **Siringe** o Laringe Posterior es el órgano vocal de las aves y se encuentra inmediatamente caudal al último anillo traqueal, un poco antes de la bifurcación de la Tráquea (donde se desprenden los Bronquios). Los músculos de la Tráquea a este nivel son músculos extrínsecos de la Siringe. Los Bronquios se dirigen a los Pulmones donde se continúan subdividiendo comunicándose con los alvéolos pulmonares, o directamente con los Sacos Aéreos.

Examine detalladamente los Pulmones, estos **carecen** de lobulación. También están conectados con los Sacos Aéreos Abdominal, Craneal, Caudal, Torácicos y Claviculares (Figura 37). Es notorio ver que los pulmones aviares **no se colapsan** al abrir la cavidad torácica.

10. SISTEMA NERVIOSO

También se le conoce como el Sistema Maestro del cuerpo, ya que le permite al ave coordinar todos los mecanismos corporales siendo capaz de autoajustarse a los cambios del entorno o ambiente externo, así como el interno.

Las aves tienen un sistema nervioso bien desarrollado con una excelente visión, buena audición, y buen sentido del tacto, pero con una deficiente capacidad olfativa y gustativa.

El Sistema Nervioso se compone de dos subsistemas conocidos como: Sistema Nervioso Central y Sistema Nervioso Autónomo.

10.1. SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

Sus componentes son el Encéfalo y el Cordón Espinal. Cada uno posee su propia red nerviosa (nervios craneales y nervios espinales). El sistema nervioso autónomo posee los nervios involuntarios que utilizan rutas de los nervios espinales y craneales viajando sus axones con algunos de esos nervios voluntarios.

El cordón espinal de las aves posee dos ensanchamientos, uno en el cuello (cercano de la entrada a la cavidad torácica), y otro en la región lumbar.

Emergiendo del ensanchamiento cervical se ven tres nervios espinales a los cuales se les denomina Plexo Braquial. Estos tres nervios se fusionan para formar un tronco doble que inervará el ala. Este nervio de dos ramas se llama Nervio Braquial, y sus ramas llevan impulsos **aférentes** (sensitivos) y **eférentes** (motores) desde y hasta las diferentes estructuras del ala. A menudo la enfermedad de Marek (Neural) afecta este nervio y esta condición se conoce como **Ala Caída**.

En el ensanchamiento lumbar emergen cuatro nervios a la altura del lóbulo medio de cada riñón. Estos se conocen como **Plexo LumboSacro** y de él se constituye un nervio también de doble rama conocido como **Nervio Ciático**, que dará la inervación a las diferentes estructuras en el miembro posterior.

El nacimiento y vía que toma cada Nervio Ciático se puede seguir desde el Plexo LumboSacro reflejando los riñones, entre la superficie dorsal de estos y la columna vertebral (en el Sinsacrum).

Estos nervios aparecerán engrosados y con pérdida de las estriaciones normales en los casos de Marek (forma neural). Siga el Nervio Ciático hasta la región del Muslo. Este nervio da origen a los Nervios Tibial y Peróneo al igual que en los mamíferos.

El Encéfalo da origen a los nervios craneales (son 12 pares), que reciben estímulos de los procesos de percepción como la vista, el olfato, el oído, el gusto, y además controlan los músculos necesarios para el enfoque de la visión, movimientos oculares, movimientos de la lengua, faringe y movimientos faciales.

10.2 SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO

Además del sistema nervioso central con sus nervios espinales y craneales, existe un número de nervios “vicerales” que emergen del encéfalo y cuerda espinal y no son afectados por los impulsos nerviosos voluntarios. A estos nervios se les llama Autónomos (involuntarios) y transmiten impulsos nerviosos necesarios para el funcionamiento de varios órganos tales como el Estómago, Hígado, Páncreas, Intestinos, Riñones, Colon, Organos Genitales, Corazón, Sistema Vascular, y muchas porciones glandulares del cuerpo.

El Sistema Autónomo también se subdivide en Sistema Simpático y Sistema Parasimpático.

A grandes rasgos podemos considerar que el *Sistema Nervioso Simpático* es el encargado de las reacciones rápidas, de defensa o huida del animal (dilatación de pupilas, vasoconstricción periférica, aceleración de la frecuencia cardíaca, etc). El *Sistema Nervioso Parasimpático* es su contraparte, disminuye la frecuencia cardíaca, contrae las pupilas, es vasodilatador, controla el movimiento o peristaltismo intestinal y las secreciones (Ejm: salival y lagrimal), etc.

El Sistema Nervioso Autónomo está conectado al Encéfalo a través de muchos nervios. Las señales provenientes de los diferentes órganos viajan por los nervios simpáticos y parasimpáticos hacia el Cordón Espinal y de allí al Encéfalo, donde estas señales pueden o no ser registradas. (Figura 39).

Las respuestas a estos estímulos orgánicos pueden ser de carácter voluntario o involuntario. Estas partes del Encéfalo, viajan por el Cordón Espinal y luego por los nervios eferentes voluntarios o involuntarios según sea la respuesta.

Un buen ejemplo de este proceso es el caso de la sensación de hambre. Esta señal va al Cerebro a través del componente autónomo del Nervio Vago. En el Cerebro es registrada y la respuesta (que es de tipo voluntaria) causa que el ave busque y consuma alimento.

Este ejemplo sirve para ilustrar la forma en la cual el Sistema Nervioso

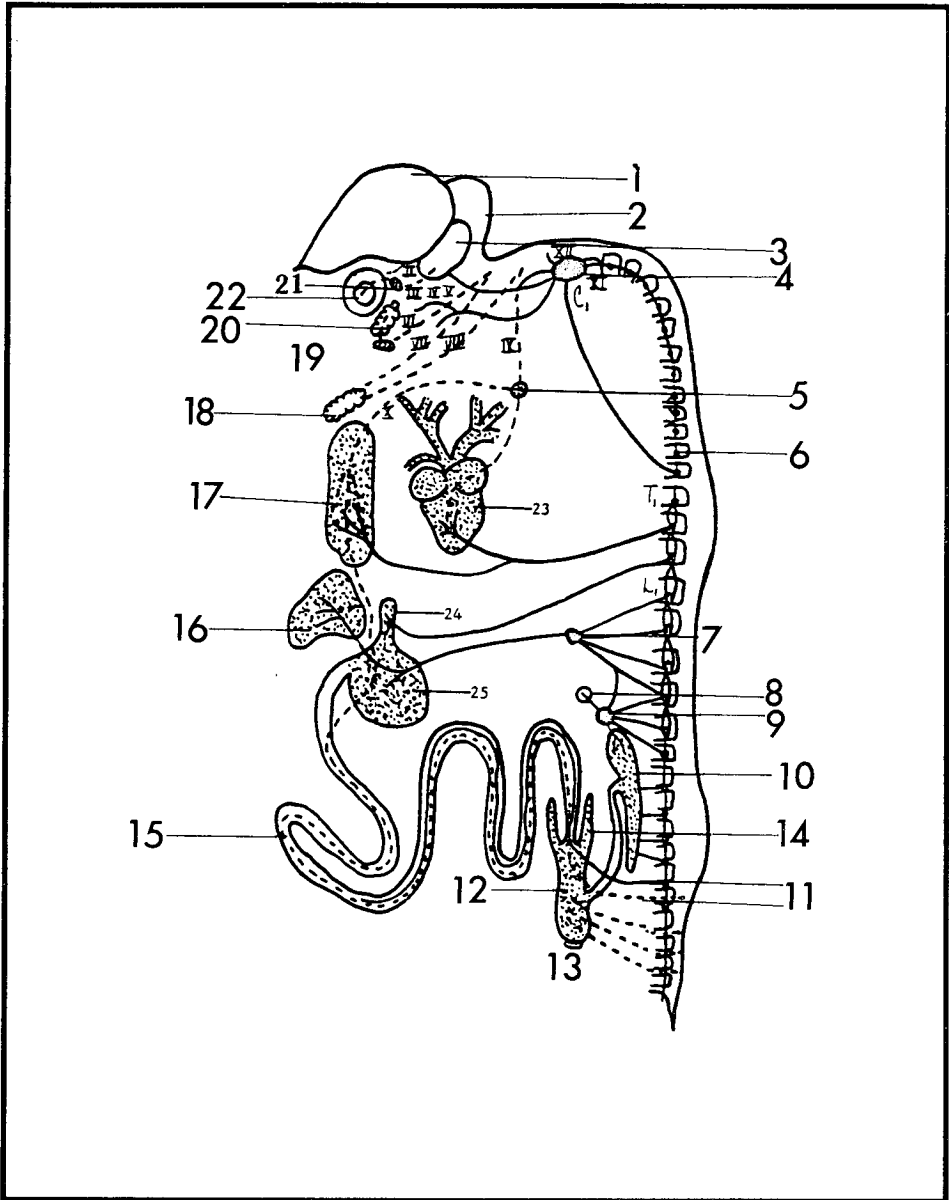


FIGURA 39. SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO

I - XII -Nervios Craneales. C- Nervios Cervicales. T- Nervios Torácicos. L- Nervios Lumbares.
 1- Hemisferio Cerebral. 2- Cerebelo. 3- Lóbulo Optico. 4- Ganglio Cerv. Superior. 5- Ganglio Torácico. 6- Ganglio Simpático. 7- Ganglio Espinal. 8- Cuerpo Suprarrenal. 9- Ganglio Celiaco. 10- Riñón. 11- Nervio Intestinal. 12- Recto. 13- Cloaca. 14- Ciegos. 15- Intestino. 16- Hígado. 17- Pulmón. 18- Glándula Salival. 19- Ganglio Esfenopalatino. 20- Glándula Lagrimal. 21- Ganglio Ciliar. 22- Ojo. 23- Corazón. 24- Esófago. 25- Estómago.

Central (voluntario) y el Sistema Autónomo (involuntario) se interrelacionan.

TABLA 5. EL SISTEMA NERVIOSO		
SISTEMA NERVIOSO CENTRAL		SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO
ENCEFALO	CORDON ESPINAL	Porción Simpática y Porción Parasimpática que inervan órganos como: - Estómago - Hígado - Páncreas - Intestinos - Riñones - Organos genitales - Corazón - Sistema Vascular - Diversas porciones glandulares
Con 12 pares de nervios craneales	Con los nervios espinales	

La Fisura Cerebral longitudinal divide el Cerebro en los hemisferios derecho e izquierdo.

Para remover el Encéfalo hay que retirar los huesos de la “tapa” del cráneo. Remueva el Encéfalo sectando los nervios craneales tan lejos como le sea posible del mismo Encéfalo.

Hay que cortar del cuello del ave varias vértebras en dirección caudal de tal forma que se pueda obtener como mínimo una pulgada de Cordón Espinal.

La Figura 40 nos ayudará a visualizar mejor las diferentes estructuras:

- Cerebelo: posterior al Cerebro.
- Médula Oblonga: porción posterior del Encéfalo, y porción de la médula o Cordón Espinal.
- Nervios craneales: nacen de la superficie ventral del Encéfalo.

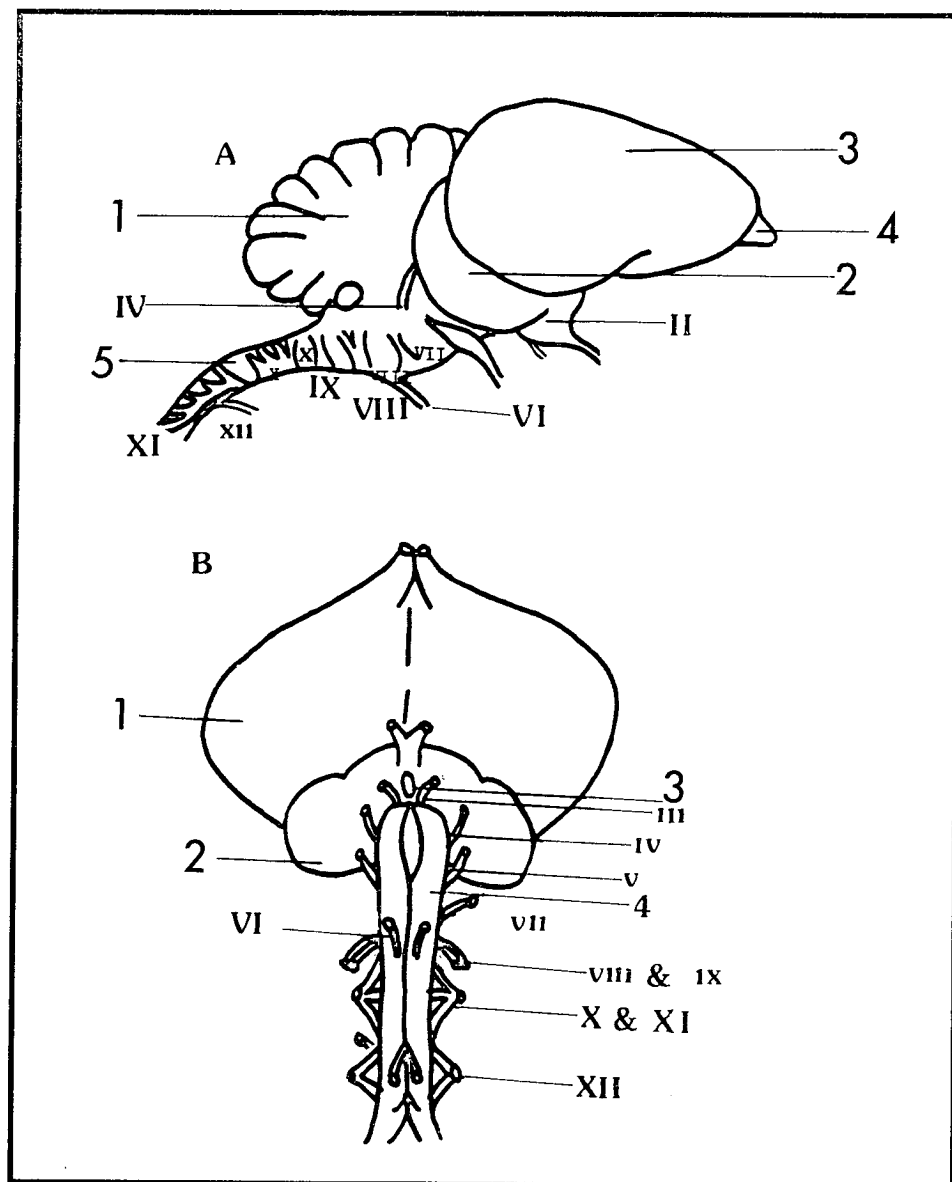


FIGURA 40. EL ENCEFALO

A. VISTA LATERAL. 1- Cerebro. 2- Lóbulo Optico. 3- Hemisferio Cerebral. 4- Lóbulo Olfatorio. 5- Médula Oblonga. II - XII- Nervios Craneales (2 - 12).

B. VISTA VENTRAL. 1- Cerebro. 2- Lóbulo Optico. 3- Hipófisis. 4- Médula.

I- Nervio Olfatorio. II- Nervio Optico. III- Nervio Motor Ocular Común. IV- Nervio Troclear. V- Nervio Trigésimo. VI- Nervio Abducens. VII- Nervio Facial. VIII- Nervio Acústico (Vestíbulo-Coclear). IX- Nervio Gloafaringeo. X- Nervio Espinal Accesorio. XII- Nervio Hipogloso.

TABLA 6. LOS NERVIOS CRANEALES

No.	NOMBRE	ORGANOS QUE INERVAN	FUNCION
I	Olfatorio	Cavidad nasal	Olfato
II	Optico	Ojo	Visión
III	Motor Ocular Común	Músculos del Ojo	Enfocado y movimientos del Globo Ocular
IV	TrocLEAR	Músculos del Ojo	Movimiento del Globo Ocular
V	Trigémino	Mándibula y carrillos	Sensibilidad y movimientos de Mandíbula
VI	Abducens	Músculos del Ojo	Movimientos del Globo Ocular y enfocado
VII	Facial	Piel y glándulas	Movimientos del rostro, sensibilidad y secreción de glándulas
VIII	Acústico	Oído	Audición y Equilibrio
IX	Glossofaríngeo	Faringe	Músculos de Lengua y Faringe
X	Vago (neumogástrico)	Cavidades abdominal y torácica	Músculos y órganos de las cavidades abdominal y torácica
XI	Espinal Accesorio	Espalda y hombros	Movimiento de músculos
XII	Hipogloso	Lengua	Movimiento de la Lengua

11. SISTEMA ENDOCRINO

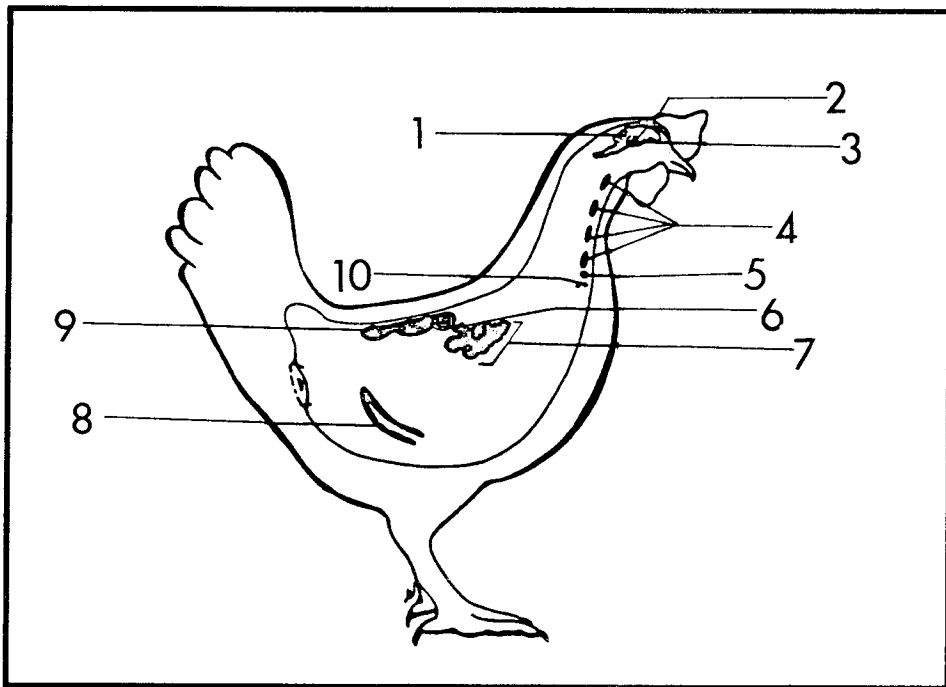
El Sistema Endocrino juega un importante papel en la regulación del funcionamiento de todos los órganos y sistemas del ave. El comportamiento, apariencia, crecimiento, y reproducción pueden ser regulados por el humano en ambientes controlados para lograr una máxima eficiencia. Las hormonas secretadas por las glándulas endocrinas son liberadas directamente al torrente sanguíneo, siendo de esta forma, llevadas rápidamente a sus **órganos blancos**.

El Sistema Endocrino, junto con el Sistema Nervioso son los encargados de la regulación y adaptación de los individuos a los diferentes ambientes (externo e interno).

Las principales glándulas endocrinas son (Figura 41):

- La glándula Pituitaria (Hipófisis)
- El Timo
- La Glándula Toroides
- La Paratiroides
- Las Glándulas Adrenales
- Los Testículos y los Ovarios

Otras glándulas que se pueden incluir (ya que poseen componentes de secreción endocrina) son: el Páncreas (con sus **Islotes de Langerhans**), y la Glándula Pineal.



**FIGURA 41. SISTEMA ENDOCRINO DEL POLLO
VISTA LATERAL**

1- Encéfalo. 2- Hipotálamo. 3- Pituitaria (Hipófisis). 4- Timo. 5- Tiroides. 6- Adrenal. 7- Ovario.
8- Páncreas. 9- Riñón. 10- Paratiroides.

11.1. LA GLANDULA PITUITARIA (HIPOFISIS)

Está localizada sobre la base del Cerebro. Es considerada la glándula maestra del organismo. Se divide en dos lóbulos (anterior y posterior).

El Lóbulo anterior secreta varias hormonas:

La GH (hormona del crecimiento), que es responsable del crecimiento del ave, excesivas cantidades de GH son causal de “Gigantismo”, y cantidades insuficientes de ella provocan un pobre desarrollo esquelético.

La FSH (hormona folículo-estimulante), y **la LH** (hormona luteinizante); son secretadas para regular la maduración folicular, y la ovulación en la hembra. En el macho regulan la producción de testosterona, y la espermatogénesis.

El funcionamiento del Lóbulo anterior de la Hipófisis está influido por la luz que el ave recibe (esto es importante para los países estacionales). El estímulo luminoso hace que la glándula secrete mayores niveles de FSH, estimulando al Ovario a madurar más folículos.

La hormona Luteinizante estimula ciertos tejidos en el macho, y promueve el desarrollo de las características sexuales secundarias, como el desarrollo de la cresta, barbillas, espuela, y del plumaje masculino. En la hembra, la LH estimula los órganos reproductivos, los cuales a su vez estimulan el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, y los órganos accesorios.

El lóbulo posterior de la glándula Pituitaria secreta una hormona que es necesaria para regular la presión sanguínea y la rata de respiración.

11.2. EL TIMO (Ver también Sistema Circulatorio e Inmune)

En las aves es una glándula compuesta de dos lóbulos, localizada paralela a las vértebras cervicales. El Timo está bien desarrollado en las aves jóvenes, pero involuciona a medida que el animal madura, siendo muy difícil de observar en aves adultas.

Hasta el momento sus funciones no han sido totalmente esclarecidas. Su relación con el Sistema Endocrino se ha estudiado y se sabe que participa en

los procesos de crecimiento (secretando una hormona que estimula el crecimiento). A medida que el ave crece y madura el Timo disminuye su tamaño y su secreción, hasta que el ave finalmente llega a su madurez y deja de crecer. Si esta glándula se remueve de un pollito, este continuará con sus funciones corporales normales, pero interrumpirá su crecimiento.

11.3. GLANDULA TIROIDES

Es una glándula bilobulada, de forma oval, de color rojo-marrón, localizada cerca de la base del cuello, al lado de las Venas Yugulares.

Esta glándula secreta la hormona **Tiroxina** que interviene en el crecimiento del plumaje y su color. La tiroxina está encargada también de la regulación de la rata de metabolismo corporal.

En la entrada del Tórax localice la Glándula Tiroides que se presenta normalmente medial a las Venas Yugulares. Caudalmente a la Glándula Tiroides se encuentran las Glándulas Paratiroides (a veces es solo una).

11.4. GLANDULAS PARATIROIDES

Están localizadas bajo cada lóbulo de la Tiroides, son de muy pequeño tamaño. Estas glándulas *regulan el metabolismo del fósforo y calcio lo que indica su gran importancia en aves ponedoras*, ya que cualquier patología o malfunción de las paratiroides acarrea una producción de huevos de mala calidad de cáscara (o aún sin ella).

11.5. GLANDULAS ADRENALES

Se localizan sobre la cara cráneo-ventral del Lóbulo Renal Craneal. Son de forma alargada y de color amarillento. Estas glándulas poseen dos zonas diferenciadas de secreción, la Corteza y la Médula.

La Médula secreta la **adrenalina**, que estimula el Sistema Nervioso Simpático (y las respuestas que conocemos, con aumento de la frecuencia cardiaca, aumento de la frecuencia respiratoria, vasoconstricción periférica, dilatación de pupilas, etc.).

La corteza adrenal secreta los **Corticoides** (*glucocorticoides y mine-*

ralocorticoides), que se encargan de la regulación del metabolismo de carbohidratos, funciones antiestrés, y regulación del equilibrio electrolítico (al regular la función renal con la secreción de Aldosterona).

11.6. EL PANCREAS

El Páncreas aunque funciona como una glándula digestiva, también es endocrina al secretar la **insulina** (producida por los *Islotes de Langerhans*). La insulina se encarga de regular los niveles sanguíneos de glucosa, haciendo que se aumente su captación en las células (disminuyendo así los niveles elevados de glucosa en la sangre). También estimula la formación de Glucógeno (forma de almacenamiento de la glucosa), y regula el metabolismo de grasas. El principal órgano de almacenamiento de glucosa en forma de glucógeno, es el Hígado.

11.7. LOS TESTICULOS (Ver también Sistema Reproductivo)

Los Testículos (glándulas sexuales masculinas), secretan los **andrógenos**. Estos estimulan el desarrollo y funcionamiento de los órganos sexuales accesorios (vasos o Conductores Deferentes, y Organo Copulatorio rudimentario), y a su vez marcan el comportamiento sexual. Los andrógenos también participan en el desarrollo de las características sexuales secundarias.

Los machos de las aves no poseen las glándulas sexuales accesorias, que la mayoría de los mamíferos sí poseen.

11.8. EL OVARIO (Ver Sistema Reproductivo)

El Ovario como glándula sexual femenina secreta la hormona conocida como **Estrógeno**. Las funciones de esta hormona femenina se discuten en el tema de Sistema Reproductivo.

11.9. GLANDULA PINEAL

La glándula Pineal se localiza cerca del tercer ventrículo cerebral. Aunque se compone básicamente de células nerviosas, esta secreta una hormona que juega cierto rol en el desarrollo del crecimiento temprano, y la pubertad.

La remoción quirúrgica de esta glándula demuestra claramente que ésta no es esencial para la vida.

12. SISTEMA REPRODUCTIVO

12.1. APARATO REPRODUCTOR DE LA GALLINA

En estado embrionario, la gallina posee un par de ovarios y oviductos. Poco después del nacimiento el ovario y oviducto derechos de la pollita se degeneran, de tal forma que la gallina al alcanzar su madurez sexual tiene solamente su ovario y oviducto izquierdos funcionales.

Si durante la etapa de cría, el ovario y oviducto izquierdos fueran dañados, los respectivos órganos derechos se desarrollan, pero estos son casos muy inusuales. *En las aves rapaces adultas ambos ovarios y oviductos son funcionales.*

Durante la etapa de cría, el ovario aparece como un *cúmulo triangular de folículos grisáceos* que penden de la pared interna (visceral) dorsal de la cavidad abdominal, craneal al polo craneal del riñón izquierdo, pudiendo componerse de cerca de 2.000 folículos microscópicos (muchos de los cuales nunca llegarán a desarrollarse ni convertirse en huevos).

En pollitas de pocos días de edad, el **oviducto** se observa como una delgada cinta blanquecina que va desde el ovario hasta la cloaca (pasando por la superficie ventral de los riñones).

Durante la etapa de crecimiento de las pollas, el desarrollo folicular es bastante lento (tomando cerca de 10 días para que un óvulo salga del ovario) aún en dietas con buena disponibilidad de grasas.

Además de su producción de óvulos, el ovario tiene a cargo la producción y secreción de las hormonas femeninas (Estrógenos), que estimulan el **crecimiento y actividad funcional del Oviducto**, además de las características sexuales secundarias.

A medida que la polla se acerca a su madurez sexual, el ovario incrementa sus secreciones de estrógenos estimulando el rápido desarrollo del oviducto, llegando éste a medir entre 50 y 78 cms. de longitud (al extenderlo), con la

capacidad de secretar la albúmina, membranas, y cáscara en sus diferentes porciones para completar el huevo.

Al alcanzar la madurez sexual (comienzo de la postura), el ovario se observa como un *cúmulo de folículos amarillos con diversos grados de maduración*, y posee forma muy irregular, con folículos de muy diversos tamaños (de acuerdo al grado de acumulación de nutrientes que indican el grado de desarrollo folicular).

Muchas veces es posible observar el *vestigio del Oviducto Derecho* muy cercano a la cloaca, y en ocasiones puede tornarse quístico alcanzando tamaños de hasta diez centímetros de diámetro.

12.2. OVULACION Y FORMACION DEL HUEVO

El óvulo en desarrollo se envuelve en una delicada membrana que lo mantiene unido al ovario, y se le conoce como **Folículo**. La membrana del folículo es alimentada por una fina red de capilares y está unida al ovario por el **Tallo folicular**. Los capilares brindan nutrientes que van al óvulo en desarrollo, pasando por toda la membrana. Cuando el óvulo (yema del huevo) alcanza su tamaño óptimo, el folículo se rompe por un lugar de menor vascularización llamado **Estigma** (muchas veces es observable en un folículo maduro). El anterior proceso en sí es la ovulación.

El Oviducto normalmente adquiere gran desarrollo y su trayecto se divide en varias secciones o zonas: *infundíbulo*, *Magnum*, *Istmo*, *Utero* y *Vagina*. Al realizar una incisión longitudinal sobre el oviducto, se pueden observar las diferentes zonas (Figura 42).

El óvulo recién liberado cae en la cavidad abdominal y es recogido por el **Infundíbulo** (boca de entrada y primera porción del oviducto). El Infundíbulo es una estructura con entrada amplia y de paredes delgadas, con una porción tubular de paredes más gruesas. El óvulo se mantiene cerca de 10 a 20 minutos en este sitio.

Durante esta etapa toma lugar la fertilización, ya que los espermatozoides se alojan en unos pliegues de mucosa (**Criptas del Oviducto**) microscópicos. Se han hecho estudios que demuestran que en este lugar la viabilidad del

espermatozoide oscila entre 5 y 7 días (de tal forma que se necesita un solo apareamiento con el macho para producir 5 a 6 huevos fértiles.

Luego el óvulo se desplaza al **Magnun** (segunda porción del Oviducto). Su mucosa presenta numerosos pliegues para aumentar la superficie de secreción. Allí se secreta **la albúmina del huevo, y las chalazas del huevo** (estas últimas

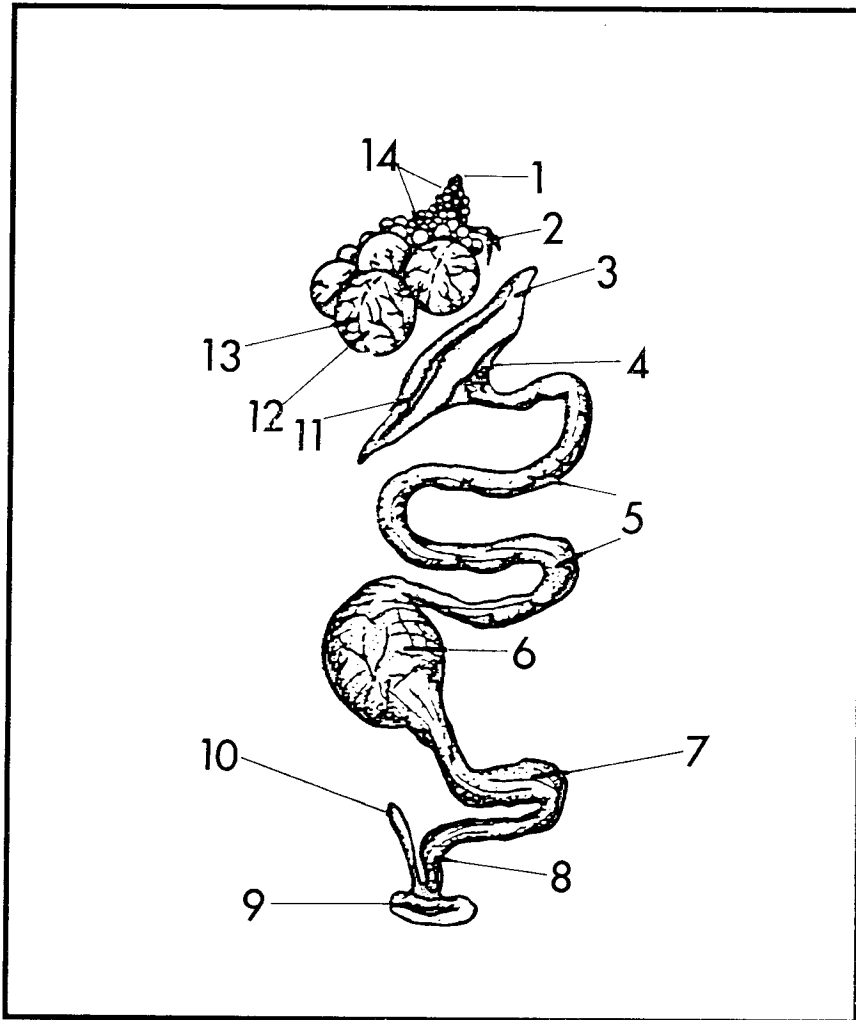


FIGURA 42. APARATO REPRODUCTOR DE LA GALLINA

1- Tallo Ovárico. 2- Folículo Vacío. 3- Infundíbulo. 4- Cuello del Infundíbulo. 5- Magnum. 6- Istmo. 7- Utero. 8- Vagina. 9- Cloaca. 10- Oviducto Rudimentario Derecho. 11- Ostium. 12- Ovulo Maduro. 13- Estigma. 14- Ovulos Inmaduros.

son una especie de albúmina más densa y de disposición entorchada de tal forma que con las temperaturas de incubación se “estira o encoge” haciendo que la yema gire, y evitando que se presente adherencias en el embrión). Este paso demora \pm 2 a 3 horas.

Posteriormente el huevo entra al **Istmo** (tercer segmento oviductal) donde se forman las **Membranas Testáceas** (que son dos). Entre estas membranas se forma la **Cámara de aire** del huevo. El Istmo es una porción más estrecha, de poca longitud y de aspecto menos glandular que el Magnun. Este tercer paso demora entre 60 y 90 minutos.

El cuarto paso ocurre en el **Útero** o glándula cascarógena (que posee pliegues longitudinales y transversos), donde se deposita el calcio, y se agrega así la cáscara del huevo. Allí también se adiciona la **Ooforina** que da el color característico al huevo. El huevo permanece allí durante unas 20 a 23 horas.

El huevo ya completo pasa entonces a la **Vagina** (última sección) donde permanece durante 5 a 15 minutos y recibe una sustancia mucosa de recubrimiento, llamada **Cutícula**. Esta Cutícula sella los poros de la cáscara previniendo la entrada fácil de bacterias y de otros agentes. La Vagina posee paredes musculares gruesas, pliegues mucosos indiferenciados, y tiene forma de “S”.

El huevo desde la ovulación hasta la puesta toma entonces entre 24 a 28 horas (promedio de 26 horas). La vagina se comunica con la salida del conducto urogenital de la cloaca, el Uroceo (Figura 43).

12.3. APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO

En el macho, los testículos se localizan bajo el polo craneal de los riñones (Figura 44). Su tamaño varía de acuerdo a la edad y a la intensidad de la actividad sexual del ave. Un Testículo inactivo es pequeño y de un color más amarillo que un Testículo activo. En algunas aves que tienen ciclos estacionales, los testículos pueden variar aumentando con la llegada de la época de la actividad sexual hasta 600 veces su tamaño.

Algunas aves poseen melanina en sus testículos, siendo estos de color negro o muy oscuro cuando están inactivos, y al activarse se tornan de color gris

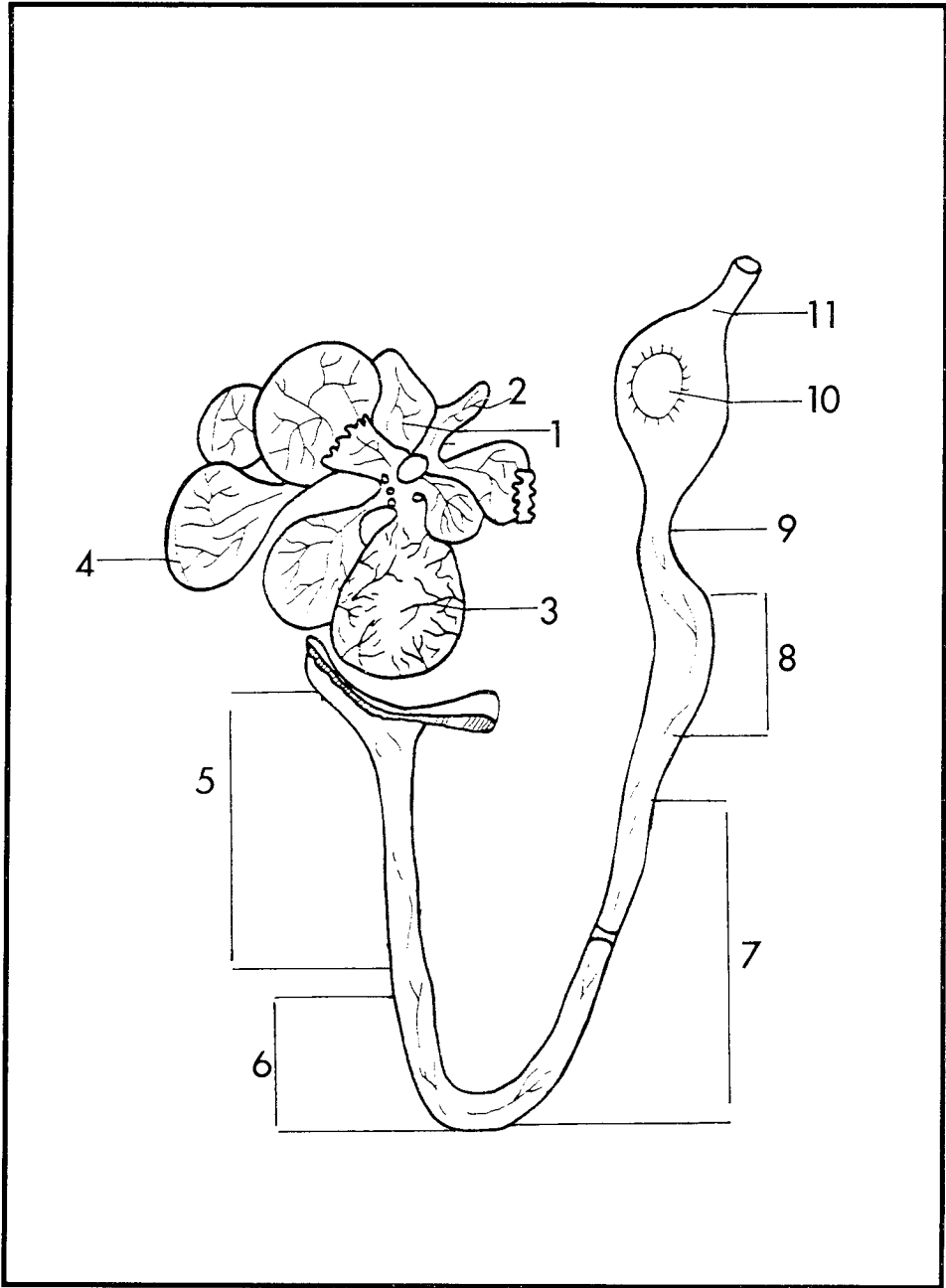


FIGURA 43. TRACTO REPRODUCTIVO DE LA GALLINA

1-Ovulo Inmaduro. 2- Folículo Vacío. 3- Ovulo Maduro. 4- Estigma. 5- Infundíbulo. 6- Magnum. 7- Istmo. 8- Utero. 9- Vagina. 10- Cloaca. 11- Ventosa de la Cloaca.

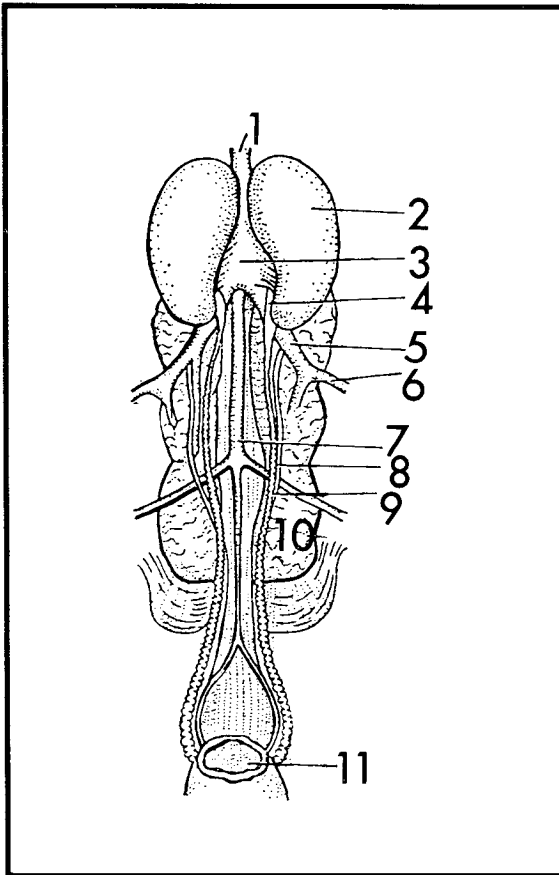


FIGURA 44. SISTEMA UROGENITAL DEL MACHO

1- Vena Cava posterior. 2- Testículos. 3- Mesorquio. 4- Epidídimo. 5- Vena Iliaca. 6- Vena Femoral. 7- Aorta. 8- Ureter. 9- Conducto Deferente. 10- Riñones. 11- Cloaca.

claro. Esto ocurre debido al desarrollo del tejido tubular que no posee melanina ya que solo las células intersticiales son las que pueden tener este pigmento.

La función del aparato reproductor del macho es producir espermatozoides e introducirlos a la cloaca de la gallina para una eventual fertilización del huevo y estimular la producción de **andrógenos** que marcan el comportamiento y características sexuales masculinas. Sus componentes son: testículos, vasos deferentes y órgano copulador (rudimentario).

Los testículos se componen de muchos **túbulos seminíferos** que son el sitio de formación de los espermatozoides. **La Túnica Albugínea** es delgada y los testículos no son septados como en los mamíferos. **El Epidídimo** se localiza dorsal al Testículo.

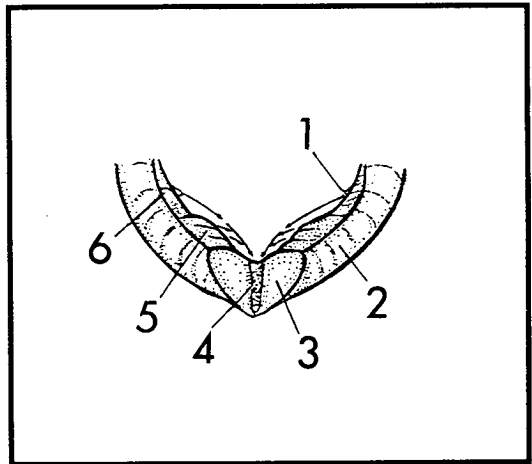
Algunos autores opinan que los espermatozoides se almacenan en los conductos deferentes durante un corto período de tiempo. Otros autores opinan que el Semen (el líquido que da volumen al eyaculado, además de servir de medio de transporte y de mantener la viabilidad de los espermatozoides) es almacenado temporalmente en la cloaca en el órgano copulador rudimentario (Figura 46).

En el momento de la cópula, el semen es evacuado por medio del órgano copulador a la cloaca de la hembra.

FIGURA 46.
DIAGRAMA MOSTRANDO
LA EYACULACION

Se muestra la eyección de semen de los conductos deferentes por los procesos papilares de los conductos deferentes, y la salida de fluido transparente del pliegue linfoide tumefacto a medida que emerge el semen por el surco del falo en erección.

- 1- Proceso papilar de los conductos deferentes.
- 2- Tercer pliegue de la cloaca.
- 3- Falo en erección.
- 4- Surco Longitudinal del Falo.
- 5- Pliegue Linfoide Tumefacto.
- 6- Segundo Pliegue Cloacal.



13. APUNTES TAXONOMICOS

Existen cerca de 9.000 especies de aves que se agrupan en 27 órdenes (se denotan con el sufijo -FORMES).

Más de 5.000 especies son las Paseriformes o aves cantoras.

Las aves domésticas se consideran como **las Gallináceas** (Galliformes), Las Codornices, Perdices y Faisanes pertenecern también a este orden.

En Surámerica existe un ave que se alimenta de hojas y realiza digestión fermentativa como los rumiantes (El Hoatzin) y pertenece también a las Galliformes.

Los Anseriformes incluyen a los Patos, Gansos y Cisnes.

A las Columbiformes pertenecen las Palomas

Las aves de jaula como los Loros, Pericos, etc. pertenecen a las Psitaciformes.

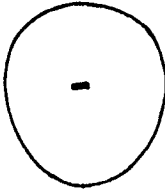
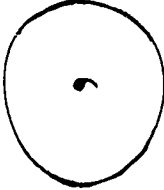
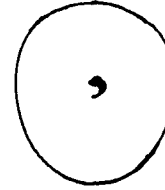
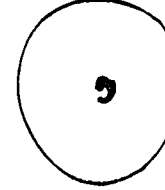
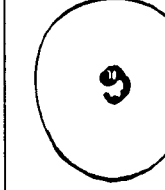
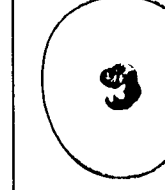
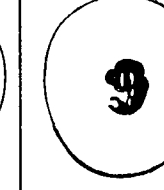
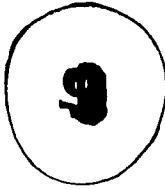





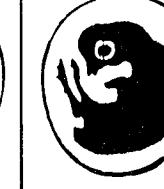






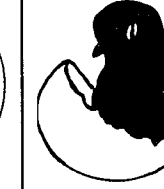
Las aves rapaces contienen dos órdenes: Las Strigiformes (Buhos, Lechuzas), y las Falconiformes (Aguilas, Halcones, etc.).

Los Buitres y Gallinazos pertenecen también a este orden.

TABLA 7.
EVOLUCION DE LA INCUBACION DE UN POLLITO

16 H: Primer signo de semblanza a embrión.	18 H: Aparece área de succión del Sistema Nervioso.	21 H: Comienzo de formación del Sistema Nervioso.	22 H: Comienzo de la formación de la cabeza.	23 H: Aparición de los vasos sanguíneos. (Circulación vitelina).
24 H: Comienzo de la formación del ojo.	25 H: Comienzo de la formación del corazón.	35 H: Comienzo de la formación del Aparato Auditivo.	42 H: Comienza a latir el corazón.	50 H: (3 día) Comienza a formarse el Amnios.
60 H: Comienza formación de Fos Nasales.	62 H: Comienza a formar las extremidades.	64 H: Comienza a formar las alas.	70 H: Comienza a formar los Sacos Alantoides.	4° día: Comienza a formarse la lengua.
5° día: Formación de los órganos reproductivos, y diferenciación del sexo.	6° día: Comienza a formarse el pico.	8° día: Comienza a formarse las plumas.	10° día: Comienza a endurecerse el pico.	13° día: Aparición de las escamas y espuelas.
Día 14: El embrión se voltea dentro del huevo.	Día 16: Escamas, espuelas y pico se hacen puntiagudos.	Día 17: El pico se voltea hacia la cámara de aire.	Día 19: La yema desaparece de la cavidad del cuerpo del pollito.	Día 20: La yema se absorbe por entero dentro del cuerpo. El embrión ocupa todo el huevo, excepto la cámara de aire.
Día 21: Nacimiento del pollito.				

DESARROLLO EMBRIONARIO DEL POLLITO

 <p>1 DIA (0.0002 g)</p>	 <p>2 DIAS (0.003 g)</p>	 <p>3 DIAS (0.02 g)</p>	 <p>4 DIAS (0.05 g)</p>	 <p>5 DIAS (0.13 g)</p>	 <p>6 DIAS (0.29 g)</p>	 <p>7 DIAS (0.57 g)</p>
 <p>8 DIAS (1.15 g)</p>	 <p>9 DIAS (1.53 g)</p>	 <p>10 DIAS (2.26 g)</p>	 <p>11 DIAS (3.68 g)</p>	 <p>12 DIAS (5.07 g)</p>	 <p>13 DIAS (7.37 g)</p>	 <p>14 DIAS (9.74 g)</p>
 <p>15 DIAS (12.00 g)</p>	 <p>16 DIAS (15.98 g)</p>	 <p>17 DIAS (18.59 g)</p>	 <p>18 DIAS (21.83 g)</p>	 <p>19 DIAS (25.62 g)</p>	 <p>20 DIAS (30.21 g)</p>	 <p>21 DIAS (Nacimiento)</p>

BIBLIOGRAFIA

- BRADLEY, CARNOCK O. The Estructure of the Fowl.
Editorial Oliver and Boyd Ltd. 4 Ed. Edinburgh, 1960.
- CALVERT, J. Incubation and Hatchery Practice. Fisheries and Food.
Ministry of Agriculture, Bulletin 148, Pg. 74. 1977.
- EL SISTEMA INMUNOLOGICO AVIAR, MEMORIAS. III SEMINARIO
LATINOAMERICANO DE SANIDAD AVICOLA. Paipa, 1992. Pág.
1-18.
- GETTY, R. Atlas de Anatomía Veterinaria Aplicada. 2 Ed. Editorial
Hispanoamericana. México 1966. Pg. 366.
- KING, A. S. The estructure and Function of the Respiratory Pathways of
Gallus domesticus. Veterinary Records. 68: Pgs 544-547. London 1956.
- KING, A.S. The Aerated Bones of Gallus domesticus.
Acta Anatomía (Basal). 31: Pgs 220-230. London 1957.
- KING, A. KELLY, D.F. The aerated Bones of Gallus domesticus. The fifth
Thoracic Vertebra and Sternal Ribs. Veterinary Journal 112: 279-283.
London 1956.
- LAKE, P.E. The Male Reproductive Tract of the Fowl. Journal of Anatomy.
91: 116-119. Londres.
- OSSA, J. Bases de Inmunología Aviar. Publicaciones del Politécnico
Colombiano. Medellín 1990. Pg. 120.
- SISSON, GROSSMAN J. Anatomía de los Animales Domésticos. Salvat
Editores. Madrid 1969. Pg. 952.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. PROBLEMAS DE PATAS	21
TABLA 2. FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR AL SISTEMA INMONOLOGICO	39
TABLA 3. CARACTERIZACION DE TRES FASES DE CELULAS B PRECURSORAS EN LOS POLLOS	45
TABLA 4. RESUMEN DE LOS PROCESOS DIGESTIVOS	52
TABLA 5. EL SISTEMA NERVIOSO	67
TABLA 6. LOS NERVIOS CRANEALES	69
TABLA 7. EVOLUCION DE LA INCUBACION DE UN POLLITO	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. MIEMBRO ANTERIOR Y LAS PLUMAS ASOCIADAS AL VUELO	6
FIGURA 2. TRACTOS DEL PLUMAJE (Vista lateral)	8
FIGURA 3. TRACTOS DEL PLUMAJE (Vista dorsal y ventral)	9
FIGURA 4. ESQUELETO DE LA GALLINA	11
FIGURA 5. PARTES DEL HUESO	12
FIGURA 6. DIAGRAMA DE UNA SECCION LONGITUDINAL DE UNA SECCION DE UN HUESO EN CRECIMIENTO	13
FIGURA 7. GRANEO DE LAS AVES	14
FIGURA 8. CRANEO DEL AVE MOSTRANDO MOVIMIENTOS DE QUINESIS CRANEAL	14
FIGURA 9. COLUMNA VERTEBRAL, COSTILLAR Y CINTURON BRAQUIAL	16
FIGURA 10. MUSCULOS PECTORALES, SUS PRINCIPALES INSERCIONES EN EL HUMERO	17
FIGURA 11. HUESOS DEL ALA DEL AVE	18
FIGURA 12. PELVIS AVIAR	19
FIGURA 13. HUESOS DEL MIEMBRO POSTERIOR DEL AVE	20
FIGURA 14. SITIOS MAS COMUNMENTE AFECTADOS EN PROBLEMAS DE PATAS	22
FIGURA 15. MUSCULOS DEL TORAX, HOMBRO Y COLA DE LAS GALLINAS (Vista lateral)	24

	Pág.
FIGURA 16. TENDONES DE INSERCIÓN DE LOS MUSCULOS PECTORALES	25
FIGURA 17. MUSCULOS DEL ALA (Vista ventral)	26
FIGURA 18. TENDONES DE LA PORCIÓN DISTAL DEL MIEMBRO POSTERIOR	27
FIGURA 19. MUSCULOS DE LA CABEZA Y DEL CUELLO DE LA GALLINA	28
FIGURA 20. MUSCULOS SUPERFICIALES DE LA PIERNA (Vista lateral)	29
FIGURA 21. MUSCULOS SUPERFICIALES DE LA PIERNA (Vista medial)	30
FIGURA 22. MUSCULOS PROFUNDOS DE LA PIERNA (Vista lateral)	31
FIGURA 23. CORAZON DE LAS AVES	33
FIGURA 24. ORGANOS PRIMARIOS DEL SISTEMA INMUNE	38
FIGURA 25. SECCION MEDIAL DE LA CLOACA DE UNA HEMBRA DE 4 MESES DE EDAD	41
FIGURA 26. DESARROLLO DE LAS LINEAS CELULARES SANGUINEAS EN LAS AVES	44
FIGURA 27. VISTA DORSAL DE LA CAVIDAD ORAL	47
FIGURA 28. VISTA VENTRAL DE LA CAVIDAD ORAL	47
FIGURA 29. SISTEMA DIGESTIVO DEL AVE	48
FIGURA 30. HIGADO Y CONDUCTOS BILIARES	50

	Pág.
FIGURA 31. SISTEMA URINARIO DE LA GALLINA	53
FIGURA 32. RIÑONES. VISTA VENTRAL EN AVES DOMESTICAS	55
FIGURA 33. SISTEMA RESPIRATORIO DE LOS POLLOS	56
FIGURA 34. VIAS RESPIRATORIAS DE LAS AVES	58
FIGURA 35. PULMONES AVIARES	59
FIGURA 36. ESQUEMATIZACION DEL FLUJO DE AIRE POR LOS PULMONES Y SACOS AEREOS DE LAS AVES	60
FIGURA 37. VISTA LATERAL DEL PULMON IZQUIERDO Y SUS SACOS AEREOS EN LAS AVES DOMESTICAS	61
FIGURA 38. SISTEMA DE SACOS AEREOS EN LAS AVES	62
FIGURA 39. SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO	66
FIGURA 40. EL ENCEFALO	68
FIGURA 41. SISTEMA ENDOCRINO DEL POLLO	70
FIGURA 42. APARATO REPRODUCTOR DE LA GALLINA	76
FIGURA 43. TRACTO REPRODUCTIVO DE LA GALLINA	78
FIGURA 44. SISTEMA UROGENITAL DEL MACHO	79
FIGURA 45. SECCION LONGITUDINAL DE LA CLOACA DEL PATO DOMESTICO	80
FIGURA 46. DIAGRAMA MOSTRANDO LA EYACULACION	81

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
PROLOGO	3
1. ANATOMIA EXTERNA	5
2. SISTEMA TEGUMENTARIO	6
2.1. PIEL	6
2.2. PLUMAS	7
3. SISTEMA ESQUELETICO	10
3.1. FUNCION Y COMPOSICION	10
3.2. ESTRUCTURA DE LOS HUESOS	11
4. SISTEMA MUSCULAR	23
5. SISTEMA CIRCULATORIO	32
5.1. EL SISTEMA CARDIOVASCULAR	32
5.2. LA SANGRE	34
5.3. EL SISTEMA LINFATICO	35
5.4. EL BAZO	35
5.5. EL TIMO	36
5.6. LA BOLSA DE FABRICIO	36
5.7. CIRCULACION SANGUINEA	36
6. SISTEMA INMUNE	37
6.1. FUNCIONES GENERALES	38
6.2. CARACTERISTICAS DE LOS ORGANOS LINFOIDES PRIMARIOS	40
6.2.1. La Bolsa de Fabricio	40
6.2.2. El Timo	40
6.3. CARACTERISTICAS DE LOS TEJIDOS LINFOIDES SECUNDARIOS	42
6.3.1. El Bazo	42
6.3.2. Tejido Linfoide Intestinal	42

	Pág
6.3.3. Tejido Linfoide Paranasal	42
6.3.4. Tejido Linfoide de asociación con bronquios	43
6.3.5. Médula Osea	43
6.4. ORIGEN DE LA RESPUESTA INMUNOLOGICA	43
7. SISTEMA DIGESTIVO	46
8. SISTEMA URINARIO	53
9. SISTEMA RESPIRATORIO	56
10. SISTEMA NERVIOSO	63
10.1. SISTEMA NERVIOSO CENTRAL	64
10.2. SISTEMA NERVIOSO AUTONOMO	65
11. SISTEMA ENDOCRINO	69
11.1. LA GLANDULA PITUITARIA	71
11.2. EL TIMO	71
11.3. GLANDULA TIROIDES	72
11.4. GLANDULAS PARATIROIDES	72
11.5. GLANDULAS ADRENALES	72
11.6. EL PANCREAS	73
11.7. LOS TESTICULOS	73
11.8. EL OVARIO	73
11.9. GLANDULA PINEAL	73
12. SISTEMA REPRODUCTIVO	74
12.1. APARATO REPRODUCTOR DE LA GALLINA	74
12.2. OVULACION Y FORMACION DEL HUEVO	75
12.3. APARATO REPRODUCTOR DEL MACHO	77
13. APUNTES TAXONOMICOS	81
14. BIBLIOGRAFIA	84