

SISTEMA RESPIRATORIO. El aire contiene oxígeno que cruza el tejido pulmonar, ingresa al torrente sanguíneo y viaja a órganos y tejidos. Allí, el oxígeno se intercambia por dióxido de carbono, que es un material de desecho celular. El dióxido de carbono sale de las células, ingresa al torrente sanguíneo, viaja de regreso a los pulmones y expira fuera del cuerpo durante la exhalación.

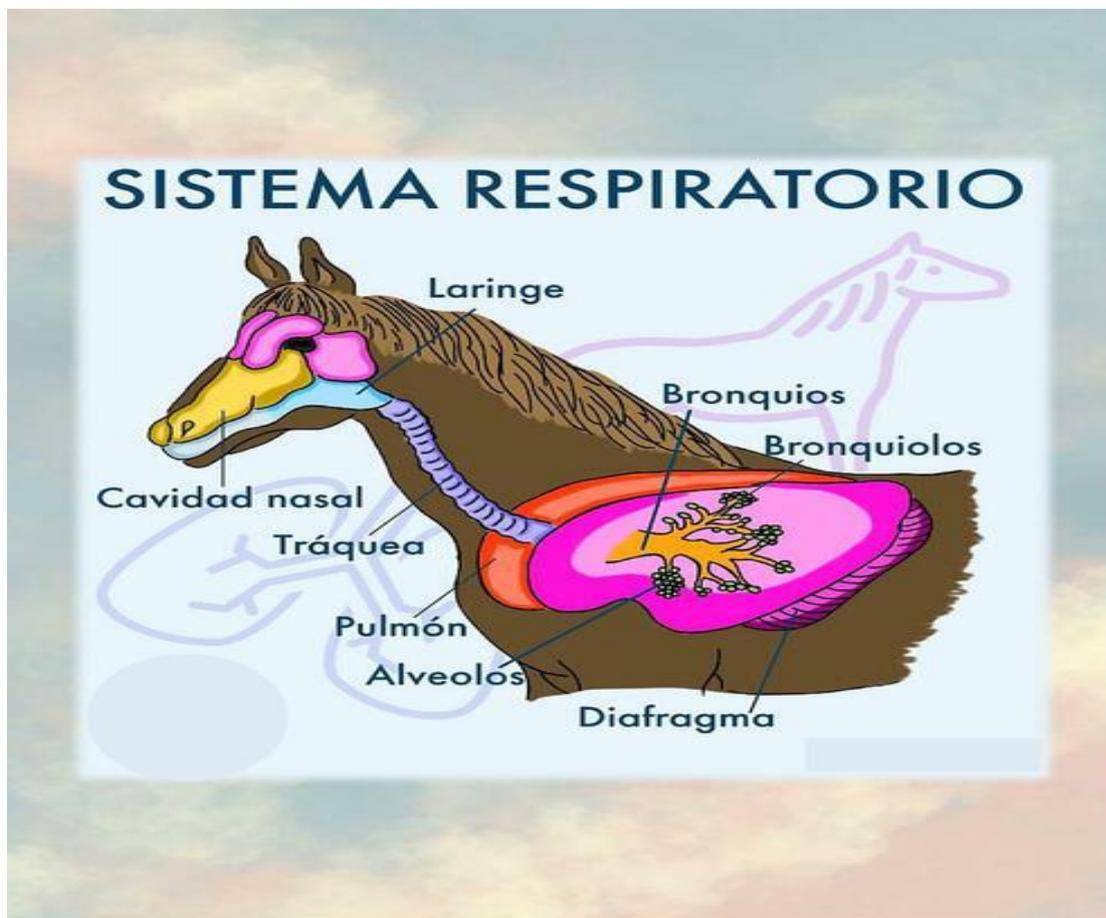
La respiración es a la vez un evento voluntario e involuntario. La frecuencia con la que se toma un aliento y la cantidad de aire que se inhala o exhala es regulada por el centro respiratorio en el cerebro en respuesta a las señales que recibe sobre el contenido de dióxido de carbono de la sangre. No obstante, es posible anular esta regulación automática para actividades como hablar, cantar y nadar bajo el agua.

Durante la inhalación el diafragma desciende creando una presión negativa alrededor de los pulmones y comienzan a inflarse, aspirando aire del exterior del cuerpo. El aire ingresa al cuerpo a través de la cavidad nasal ubicada justo dentro de la nariz . A medida que el aire pasa a través de la cavidad nasal, el aire se calienta a la temperatura corporal y se humedece por la humedad de las membranas mucosas. Estos procesos ayudan a equilibrar el aire con las condiciones del cuerpo, reduciendo cualquier daño que pueda causar el aire frío y seco. La materia particulada que está flotando en el aire es eliminada en los conductos nasales por pelos, moco y cilios. El aire también es muestreado químicamente por el sentido del olfato.

Desde la cavidad nasal, el aire pasa a través de la faringe (garganta) y la laringe (caja de voz) a medida que avanza hacia la tráquea . La función principal de la tráquea es canalizar el aire inhalado hacia los pulmones y el aire exhalado de nuevo fuera del cuerpo. La tráquea humana es un cilindro, de unos 25 a 30 cm de largo, que se asienta frente al esófago y se extiende desde la faringe hasta la cavidad torácica hasta los pulmones. Está hecho de anillos incompletos de cartílago y músculo liso. El cartílago proporciona fuerza y soporte a la tráquea para mantener el paso abierto. La tráquea está revestida de células que tienen cilios y secretan moco. El moco atrapa partículas que han sido inhaladas, y los cilios mueven las partículas hacia la faringe.

El extremo de la tráquea se divide en dos bronquios que ingresan al pulmón derecho e izquierdo. El aire ingresa a los pulmones a través de los bronquios primarios. El bronquio primario se divide, creando bronquios de menor y menor diámetro hasta que los pasajes son menores de 1 mm (.03 pulgadas) de diámetro cuando se llaman bronquiolos a medida que se dividen y se propagan a través del pulmón. Al igual que la tráquea, los bronquios y bronquiolos están hechos de cartílago y músculo liso. Los bronquios están inervados por nervios tanto del sistema nervioso parasimpático como simpático que controlan la contracción muscular (parasimpático) o la relajación (simpático) en los bronquios y bronquiolos, dependiendo de las señales del sistema

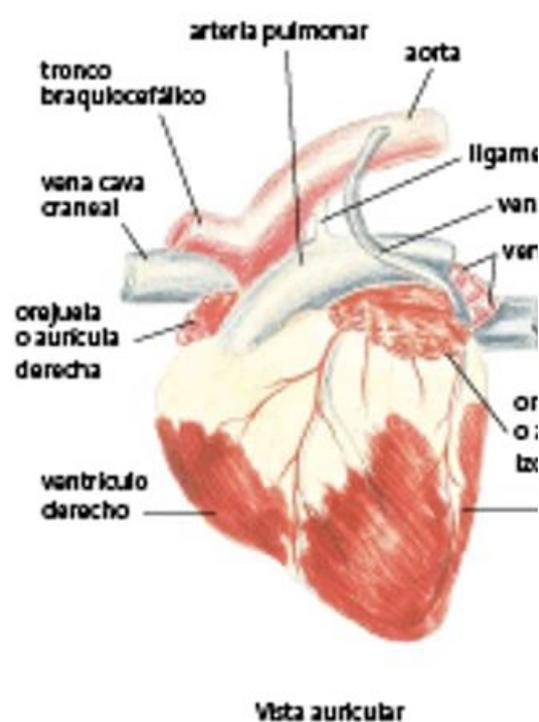
nervioso. Los bronquiolos finales son los bronquiolos respiratorios. Los conductos alveolares están unidos al extremo de cada bronquiolo respiratorio. Al final de cada conducto se encuentran sacos alveolares, cada uno con 20 a 30 alvéolos. El intercambio de gases ocurre solo en los alvéolos. Los alvéolos son de paredes delgadas y parecen pequeñas burbujas dentro de los sacos. Los alvéolos están en contacto directo con los capilares del sistema circulatorio. Tal contacto íntimo asegura que el oxígeno se difundirá desde los alvéolos hacia la sangre. Además, el dióxido de carbono se difundirá de la sangre hacia los alvéolos para ser exhalado. La disposición anatómica de los capilares y alvéolos enfatiza la relación estructural y funcional de los sistemas respiratorio y circulatorio. Las estimaciones para la superficie de los alvéolos en los pulmones varían alrededor de 100 m^2 . Esta amplia área es aproximadamente el área de media cancha de tenis. Esta gran superficie, combinada con la naturaleza de paredes delgadas de las células alveolares, permite que los gases se difundan fácilmente a través de las células.



SISTEMA CARDIO VASCULAR

El sistema cardiovascular comprende **el corazón, las venas, las arterias y los capilares**. Las válvulas auriculoventriculares (mitral y tricúspide) y semilunares (aórtica y pulmonar) mantienen el flujo de la sangre en una dirección a través del corazón, y las válvulas de las grandes venas mantienen el flujo sanguíneo hacia el corazón. La frecuencia y la fuerza de contracción del corazón y el grado de constricción o dilatación de los vasos sanguíneos están determinados por el sistema nervioso autónomo (simpático y parasimpático) y las hormonas producidas tanto por el corazón como en los vasos sanguíneos (es decir, paracrinas o autocrinas) o a distancia del corazón y los vasos sanguíneos (es decir, endocrinas).

Corazón, vaca

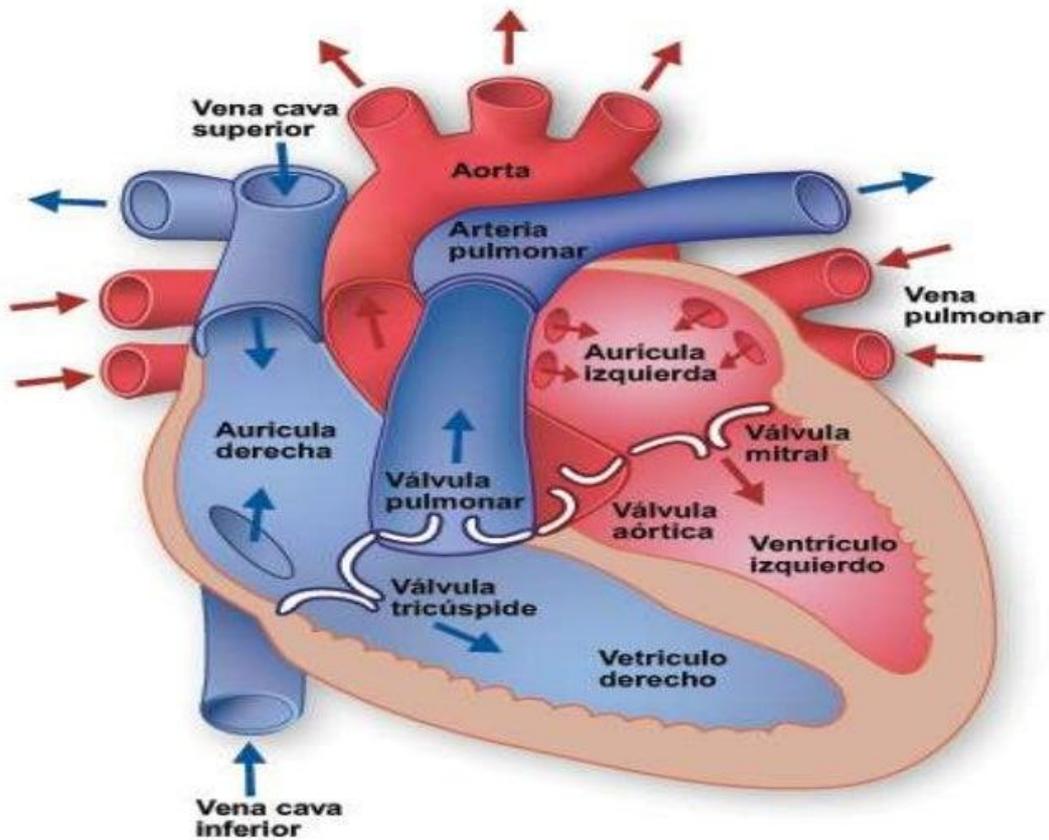


1. Corazón bovino

Escasamente >10 % de todos los animales domésticos examinados por un veterinario tienen alguna forma de enfermedad cardiovascular (clínicamente significativa o insignificante), con prevalencias variables de enfermedad cardíaca según la especie, (RAZA) y la etiología (enfermedad cardiovascular congénita frente a adquirida). La verdadera prevalencia de la enfermedad cardiovascular

probablemente esté subestimada porque la mayoría de los animales domésticos no se someten a una evaluación cardiaca.

Similar a otras enfermedades crónicas de otros sistemas y aparatos, las enfermedades cardiovasculares no se suelen resolver, pero progresan y se vuelven más limitantes con el tiempo, lo que finalmente puede conducir a la muerte. **La evaluación del corazón se realiza mediante la valoración de:**

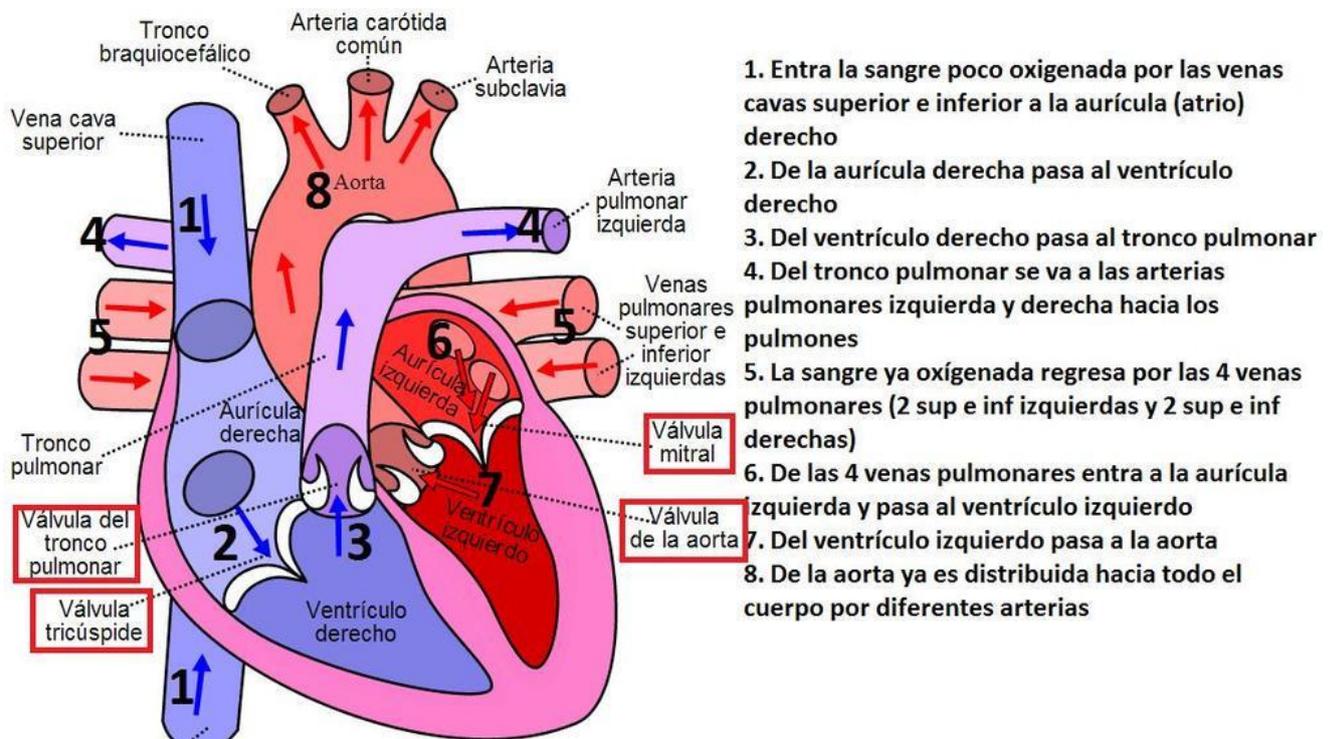


PASOS DEL FLUJO DE SANGRE EN EL CORAZÓN

La sangre ingresa a la aurícula derecha del corazón y es bombeada al ventrículo derecho, que a su vez bombea la sangre a los pulmones.

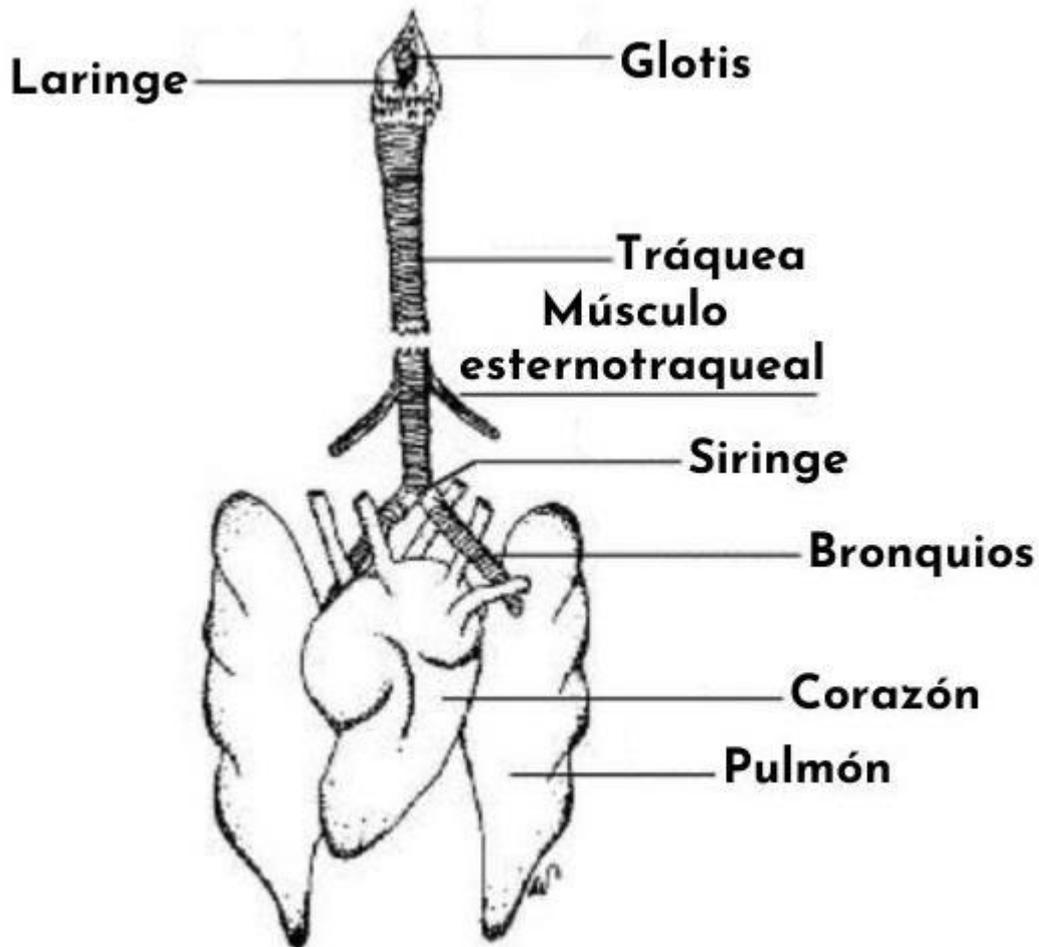
Después, la arteria pulmonar transporta la sangre con bajo contenido de oxígeno desde el corazón hasta los pulmones. Los pulmones agregan oxígeno a la sangre.

PASOS.



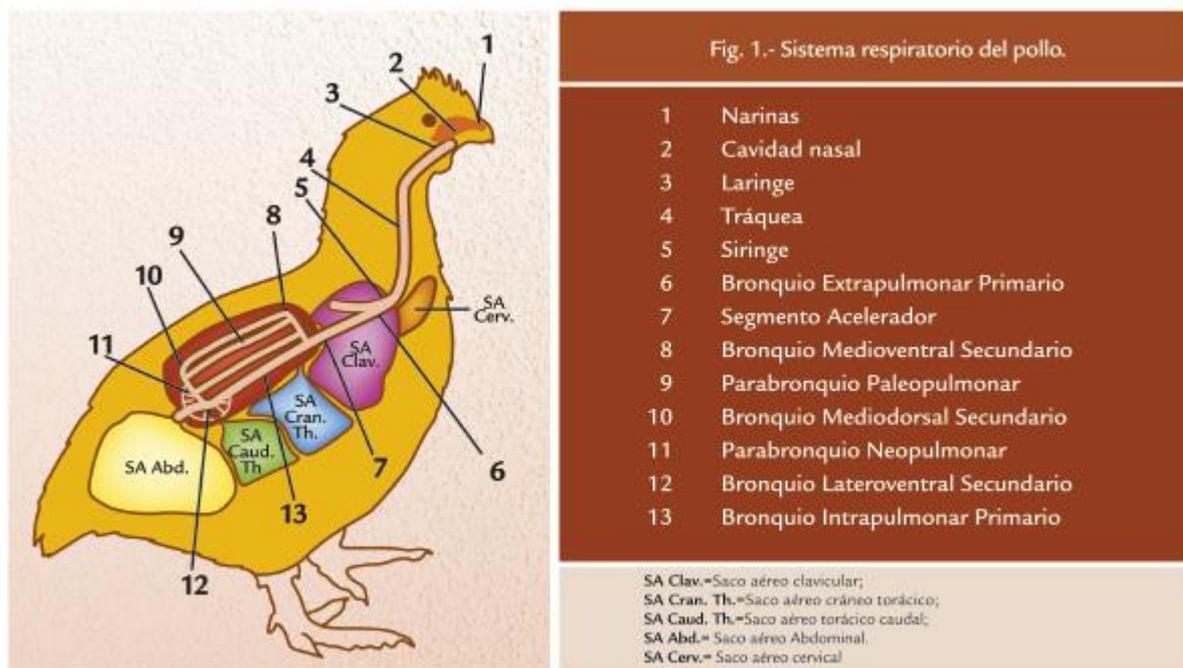
PASOS DE LA COMPOSICIÓN DE LOS PULMONES Y RESPIRACIÓN DE LAS AVES

Respiración de las aves



La **respiración de las aves** la ejecuta el sistema respiratorio de estos animales. Se encarga de oxigenar los tejidos y órganos y de expulsar el dióxido de carbono del cuerpo. Los sacos aéreos localizados alrededor de los pulmones permiten que haya un flujo unidireccional de aire a través de los pulmones, proporcionando más oxígeno al cuerpo de las aves.

El sistema respiratorio de las aves está compuesto por los pulmones, sacos aéreos, tráquea, bronquios, vasos sanguíneos y nervios. En comparación con los mamíferos, las aves carecen de órganos como el laberinto etmoïdal y la cavidad torácica no se encuentra limitada por el diafragma. La siringe y los sacos aéreos tienen un papel muy importante en la ventilación y ésta se logra por una sola vía. Los pulmones son rígidos y se encuentran fijos a la pared torácica^{4,5,6,9}.



El sistema respiratorio superior de las aves inicia en las narinas, las cuales están cubiertas. Cuando la cavidad bucal de las aves está cerrada, presenta una pequeña sección cruzada que permite la entrada a un laberinto lineal de mucosas diseñadas para calentar, humidificar y filtrar el aire que entra^{5,6,9}. Si a este nivel hay resistencia durante rangos de corriente alta, la cavidad nasal se abre para permitir el paso del aire directamente a la laringe, provocando con esto un enfriado y humidificado incompleto del aire. Pasa aire “sucio” directamente a la tráquea, incrementando la contaminación del sistema respiratorio con microorganismos y partículas extrañas⁶.

En aves que están en estado de reposo y con cavidad oral cerrada, la mayoría del material extraño inhalado (partículas menores a 4 micras de diámetro) son atrapadas en el epitelio mucoso que cubre los pasajes nasales y el material pasa a la faringe por el sistema mucociliar, donde es deglutido y eliminado con las heces⁴.

Es importante prevenir la entrada de partículas extrañas grandes desde el pico y minimizar las condiciones de manejo que requieran de grandes corrientes de aire, dentro y fuera del

sistema respiratorio, así como la agitación de los pollos por personal dentro de las casetas, que las aves respiren a través de las narinas y minimizar la respiración por la cavidad oral^{4,5}.

Cuando se reduce la resistencia natural de los pasajes aéreos del sistema respiratorio de las aves por la presencia de los diferentes tipos de Mycoplasma, se pueden establecer con facilidad infecciones bacterianas secundarias⁹.

Laringe

Es una estructura compleja formada por cartílago, hueso, ligamentos y músculos (McLelland, 1989B). Protege la entrada de la tráquea contra agentes extraños, sobre todo durante la deglución. La glotis se abre durante la inspiración y la espiración, y su tamaño puede incrementarse durante periodos de sed.

La laringe se une a la tráquea y el epitelio de ambos contiene terminaciones aferentes muy sensibles. Estos receptores pueden ser muy activos en las casetas, cuando la concentración de amoníaco se eleva o por la retención de dióxido de carbono y acidosis^{4,5}.

Tráquea

Es 2.7 veces más grande que la de los mamíferos en relación con la masa corporal (Hinds y calder, 1971)⁸, y va de la laringe a la siringe. La gran tráquea tiene un lumen largo y requiere un gran movimiento en el volumen (de aire inspirado y espirado en cada respiración). Es el proveedor de aire fresco para el intercambio superficial de gases entre los pulmones y el aire de los sacos caudales durante la inspiración (Bech et al., 1979)^{5,9}. Esto explica cómo un patógeno puede viajar a través del tórax y abdomen, y quedar próximo a la cabeza del hueso femoral. Generalmente hay un movimiento más largo del lumen y una frecuencia respiratoria más baja en las aves, comparada con los mamíferos⁸.

No se ha descrito tejido linfoide en la tráquea aviar, pero infecciones con Mycoplasma gallisepticum (Mg) han demostrado que la mucosa de la tráquea es altamente sensible. Presenta una extensa infiltración linfocitaria seguida de una linfoproliferación⁴.

Javed et al. (2005) reporta importantes hallazgos en un estudio en el cual, compara la respuesta inmune de la infección traqueal con Mg entre pollos vacunados y pollos no vacunados. Los pollos no vacunados presentaron un gran número de células B y T, y algunas células plasmáticas. Las aves vacunadas desarrollaron agregados de folículos linfoides secundarios con menos lesiones, lo que indica que el tejido linfoide de la tráquea puede ser inducido por diferentes infecciones⁴.

En casetas avícolas con ambientes adversos (polvo, humedad, amoníaco y microorganismos) que sobrepasen las vías respiratorias altas a nivel de tráquea, pueden generar tapones que incrementan la mortalidad por asfixia, sin causar una infección profunda⁹.

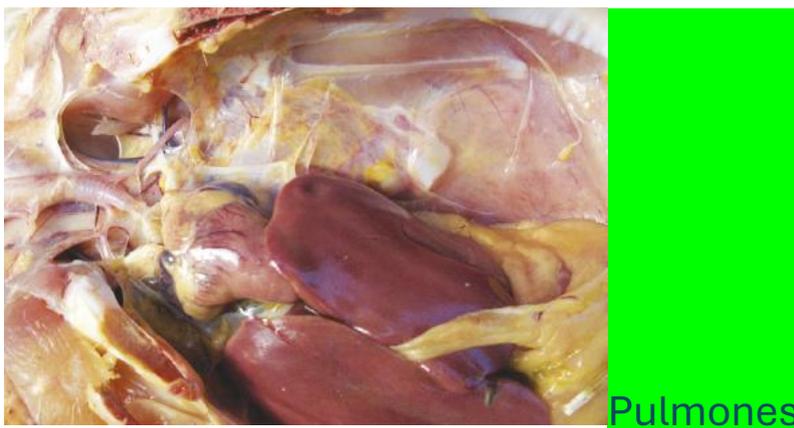
Siringe

La siringe es la estructura responsable de la generación de sonidos. Está localizada en la unión de los bronquios que se elevan al final de la tráquea y se encuentra rodeada por el saco aéreo clavicular⁸. Está compuesta por anillos cartilagosos, algunos incompletos y osificados, con membranas en sus paredes las cuales vibran en respuesta al paso del aire a través de ellos.

La tensión de las membranas está controlada por la contracción de músculos (traqueo-laterales), los cuales elevan la siringe y los músculos esterno-traqueales que la jalan hacia abajo.

Esta estructura es la responsable de la producción de los sonidos en el pollo, que incluyen la activación de los músculos, la presión positiva del saco aéreo clavicular que desplaza las membranas hacia el lumen y la contracción de los músculos abdominales que comprimen el aire de los sacos aéreos y que éste tienda a circular a través de la siringe hacia el pico, por lo que las aves sólo vocalizan en la espiración.

Una característica significativa de la siringe de los pollos es que su área es reducida en la sección cruzada, comparada con la tráquea y con los bronquios primarios, esto puede limitar la ventilación total durante los estadios de movimiento y estrés^{5,6}.



La entrada del aire al pulmón es a través del bronquio primario extra-pulmonar, el cual penetra en el tejido pulmonar, posteriormente pasa a ser el bronquio intra-pulmonar primario, que forma una curva en "S" que pasa por el pulmón, a partir del cual se conecta a los sacos aéreos

abdominales. En los pollos es el segundo bronquio más largo y constituye el sitio para el intercambio de aire en la sangre.

El llamado neo-pulmón cubre la parte lateral del pulmón del pollo, en este punto casi ninguna parte de los bronquios medio- dorsales secundarios son visibles sobre la parte costal del pulmón. Efectivamente, la parte caudal del bronquio intra-pulmonar primario, se desplaza por debajo de la superficie del pulmón, característica que puede jugar un papel importante en la válvula aerodinámica de corriente de aire a través del pulmón del pollo. Esta red neo-pulmonar, conecta a los sacos aéreos torácicos y abdominales además de que algunos para-bronquios están conectados a la red torácica craneal y a los sacos aéreos claviculares.

Algunas características remarcables de estos para-bronquios, es la falta de cilios en las células del epitelio, la red extensa de sub-epitelio de músculo liso, la relación entre los capilares aéreos y los capilares sanguíneos, el adelgazamiento de la sangre para tomar el aire, que es un 60% más delgado comparado con los mamíferos, por lo que es muy eficiente el intercambio de gases, pero también puede predisponer a los pulmones a lesiones de irritantes ambientales y patógenos^{4,5}.

A nivel pulmonar las aves se encuentran desprovistas de mecanismos de respuesta inmune celular inmediata, lo que favorece el establecimiento de procesos infecciosos agudos y de manera crónica posterior a una infección respiratoria^{4,6}. Además de esto, el tejido pulmonar de las aves presenta una pobre capacidad de cicatrización⁸.

El ambiente de la caseta avícola es muy agresivo pues contiene polvo, amoníaco, exceso de humedad, además de microorganismos oportunistas patógenos. En ese ambiente es relativamente fácil que los patógenos invadan y dañen las vías respiratorias de las aves^{1,3,5,9}.

A diferencia de los mamíferos, que presentan una gran cantidad de macrófagos alveolares, en las aves es raro encontrar estas células. La presencia de macrófagos alveolares es 20 veces menor en las aves que en los mamíferos⁸. Por esto se considera que hay importantes diferencias en la bioquímica de la respuesta inflamatoria ante estímulos agresores, una menor capacidad de defensa contra *Mycoplasma* spp y otras infecciones secundarias bacterianas⁹.

Sacos Aéreos

Son membranas delgadas, compuestas histológicamente por tres capas de tejido: endotelial, conjuntivo y mesotelial⁸, que llenan casi todo el espacio disponible en la cavidad y en la región subcutánea cervical, además de extenderse dentro de el lumen de muchos de los huesos^{4,6,9}.

En general son 9 los sacos aéreos: 2 cervicales, 1 clavicular, 2 craneales-torácicos, 2 torácicos-caudales y 2 abdominales.

Son de paredes delgadas pobremente vascularizadas y funcionan por debajo para mover el aire a través de los pulmones. Su volumen es modificado por la contracción de los músculos de la respiración^{4,5,6}.

Estos, además reducen el peso específico de las aves, favoreciendo el equilibrio durante el vuelo y la natación. En el macho reducen la temperatura testicular, lo que favorece la espermatogénesis⁸. Debido a que el único camino que se abre para que el aire fluya a través de los pulmones durante la inspiración, la composición del aire es diferente en los sacos aéreos. Los sacos aéreos son divididos en dos grupos: el grupo craneal y el grupo caudal. Estos se dividen a partir del final del bronquio caudal intra-pulmonar primario que es una conexión larga entre los bronquis latero-ventrales secundarios y el neo-pulmón del para-bronquio^{5,6}.

El grupo craneal de los sacos aéreos incluye al cervical y clavicular. El grupo caudal incluye a los sacos aéreos torácico caudal y a los sacos abdominales. Los sacos aéreos son esenciales para la ventilación del pulmón, pero no participan en el intercambio de gases.

DÍAZ.....