

APARATO RESPIRATORIO AVIAR

-Combustible de alto octanaje para la maquinaria muscular-

... todo aparato respiratorio tiene como función primordial proveer al organismo del oxígeno (O_2) vital y tan necesario para el funcionamiento celular. Si hay uno entre todos los vertebrados terrestres que destaca sobre el resto, es el de las aves. Desarrollado ya por sus ancestros los dinosaurios terópodos, las aves han tenido la pericia de saber sacarle el máximo rendimiento mientras evolucionaban hacia animales capaces de alzar el vuelo. Convirtiéndose en nuestros días en los biómecanismos perfectos para desafiar los altos requerimientos energéticos que exige el desarrollo del deporte de velocidad y resistencia...

... Pero, ¿cómo se convierten los nutrientes adquiridos, en la energía que impulsa a un organismo? Recordemos que el ATP (adenosín trifosfato) es la “moneda energética” de los seres vivos. Para poder sintetizarlo, los organismos necesitan **oxidar los sustratos energéticos obtenidos en la dieta** (proteínas, grasas y carbohidratos). Obviamente, para lograr la oxidación de estos sustratos iniciales altamente energéticos, es indispensable el oxígeno que actúa como comburente en las reacciones...

Estimado lector;

Antes de dar un paso más allá en las siguientes líneas, debería olvidar gran parte de lo que cree saber acerca de la respiración. El proceso en aves tiene poco que ver con su homólogo en el resto de vertebrados terrestres. Se lo mostraremos con un sencillo ejemplo:

Inspire detenidamente. Notará cómo sus pulmones se expanden llenándose de aire gracias al vacío creado en el tórax por la contracción del diafragma y la acción de los músculos intercostales externos, que elevan la caja torácica. Vacándose al invertir el proceso.

Parece sencillo, pero lo es más al compararlo con el mismo trámite en las aves. Pues carecen de diafragma, su caja torácica es mucho más rígida y sus pulmones no son elásticos.

Entonces, ¿Cómo se las arreglan para hacer circular el aire a través del aparato respiratorio?

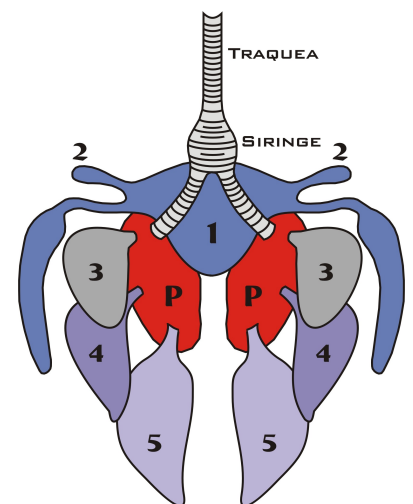
Acompáñenos a través de las siguientes páginas, donde pretendemos arrojar algo de luz sobre el funcionamiento del sistema respiratorio más eficaz jamás creado por la evolución.

1. [Descripción y anatomía del aparato respiratorio:](#)

Tras el pico y la laringe, sigue una tráquea de paredes compuestas por una sucesión de anillos osificados e imbricados (como las tejas en un tejado) y cuya longitud es ligeramente superior al cuello del ave. En su región inferior presenta un ligero ensanchamiento donde se aloja la siringe, órgano encargado de la fonación. Tras ella, la tráquea se divide en 2 bronquios primarios que penetran a su respectivo pulmón por su porción ventral y comunican directamente con los Sacos Aéreos Posteriores. A su paso por el pulmón, estos bronquios primarios se dividen a su vez en secundarios (dorsales y ventrales) y estos en b. terciarios o “Parabronquios”, donde se realizará el intercambio gaseoso.

Los Parabronquios son conductos cuya “luz” (interior) está tapizada por una pared de células ligeramente separadas entre sí y rodeadas en su base de infinidad de capilares sanguíneos que portan sangre pobre en O_2 a los pulmones.

Estos pulmones son anatómicamente pequeños, compactos, estructuras esponjosas amoldadas entre las costillas del animal a cada lado de la espina dorsal. No son elásticos, no pueden expandirse o contraerse para aspirar y espirar aire. Pero con su menor dimensión son mucho más pesados, en comparación, a los de un mamífero de igual tamaño y peso. Esto se debe a la gran densidad de su tejido, que solo ocupa la mitad del volumen. En las aves sanas, están muy vascularizados. Su interior se divide en pequeñas cámaras de aire con paredes compuestas de finos estratos de epitelio escamoso rodeado por capilares.

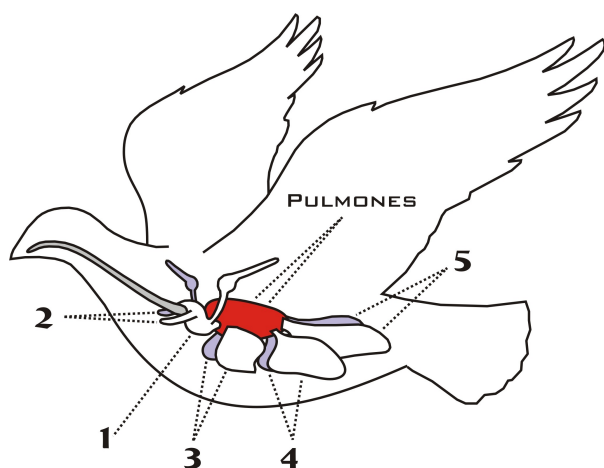


En el interior de los pulmones se produce el intercambio gaseoso y se oxigena la sangre. Sin embargo, no sustentan el peso de la labor respiratoria.

Esta función se centra en los Sacos Aéreos, dilataciones de la membrana pulmonar que se expanden entre otras vísceras e incluso penetran determinados huesos largos (como húmero, fémur y pelvis). Su pared es fina y no intervienen en el intercambio gaseoso, pero son los responsables del flujo aéreo en todo el sistema, compensando así el pequeño tamaño de los pulmones.

La mayoría de las aves, como es el caso de las columbiformes, cuentan con 9 tipos de sacos aéreos primordiales, todos pares salvo 1:

nº de sacos:	Nombre:	Imagen:	Tipo:
1	Interclavicular (con expansiones en coracoides y húmeros)	1	Anteriores o Craneales
2	Cervicales	2	
2	Torácicos Anteriores	3	
2	Torácicos Posteriores	4	Posteriores o Caudales
2	Abdominales (con expansiones en fémures y pelvis)	5	



Según el plano corporal en el que se sitúan, podemos dividirlos en 2 tipos:

- Anteriores o craneales: Delanteros.
- Posteriores o caudales: Traseros.

Los sacos actúan como verdaderos fuelles cuando el ave comprime o descomprime la cavidad toraco-abdominal, originando el vacío necesario para crear la entrada de aire al interior de las vías respiratorias, o la presión necesaria para forzar su salida al exterior.

Cumplen además una serie de funciones colaterales, que descubriremos más adelante.

2. Ciclo respiratorio:

Característica más relevante de su aparato respiratorio. Las aves necesitan inspirar, espirar, volver a inspirar y espirar una última vez, para que el aire tomado en la 1ª de las bocanadas atraviese su aparato respiratorio y vuelva a salir en la 2ª de las espiraciones.

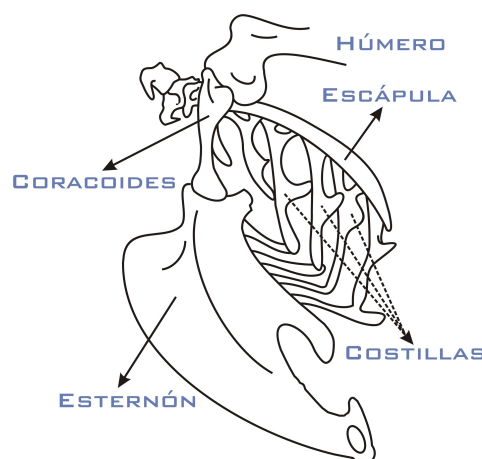
En conclusión, cuando un ave inspira, el aire expulsado en la espiración posterior, no es el que acaba de tomar... vayamos por orden.

Aclaremos antes de nada, cómo son capaces de tomar y expulsar el aire:

Para **INSPIRAR**, las aves usan su cavidad toraco-abdominal (recordemos que no tienen diafragma) a modo de fuelle. ¿Cómo? El esternón (quilla) pivota hacia afuera sobre su unión al hueso coracoides. Esto hace que la caja torácica formada por las costillas se deforme, abriéndose en dirección cráneo-ventral. Se expande el volumen de la cavidad toraco-abdominal, cae la presión interna de los Sacos Aéreos y se crea un vacío que obliga al aire a llenarlos, pasando antes por los pulmones.

Los músculos implicados en este movimiento del esternón son los intercostales externos y el costoesternal.

Para **ESPIRAR**, movimiento contrario, el esternón pivota hacia la espina dorsal, usando como fulcro su unión al coracoides. Las

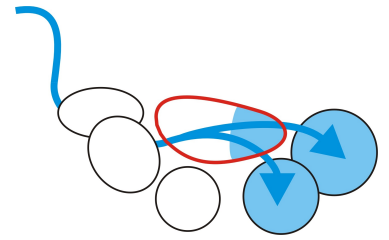


costillas se deforman, pero cerrándose en sentido caudo-dorsal. Disminuye el volumen toraco-abdominal. Este aplastamiento aumenta la presión interna de los S. Aéreos, haciendo que se vacíen de aire.

Músculos implicados, esta vez los intercostales internos y toda la musculatura abdominal.

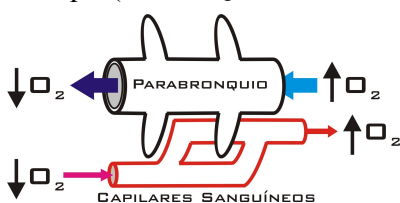
Veamos, ahora sí, el ciclo aéreo dentro del aparato respiratorio:

Cuando una de nuestras palomas **inspira**, el aire pasa de la laringe a la tráquea, que se divide en los bronquios primarios que atraviesan cada pulmón. Cerca del 25% del aire se queda en los pulmones, el 75% restante continúa por el b. primario hasta alcanzar los S. A. Caudales (Torácicos Post. y Abdominales). Unas válvulas epiteliales situadas en el recorrido, evitan que el aire pueda retroceder.

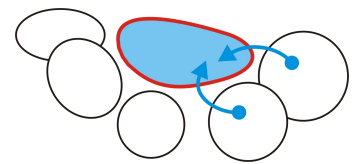


1ª exhalación, los S. A. se comprimen y el aire almacenado en los Caudales pasa a los pulmones mediante bronquios secundarios recurrentes que los comunican. De estos, a b. terciarios (Parabronquios), las áreas de intercambio gaseoso equivalentes a los alvéolos en mamíferos.

Es aquí (Parabronquios o b. terciarios) donde aparece una de las características que



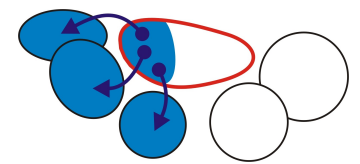
hace tan eficaz a este sistema respiratorio; la gran cantidad de Oxígeno extraído del aire inspirado. En los Parabronquios el aire circula en un sentido, mientras que en los capilares que los rodean, la sangre lo hace en la dirección contraria. Este “**flujo a contracorriente**”, optimiza el intercambio gaseoso, extrayendo casi la totalidad del O_2 que porta el aire inspirado.



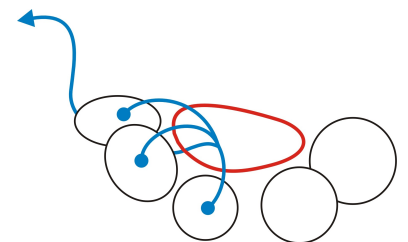
2ª inhalación del ciclo, la cavidad toraco-abdominal vuelve a expandirse, se produce un vacío en los Sacos Aéreos que los obliga a llenarse. El aire pulmonar, ya pobre en O_2 y rico en CO_2 (Dióxido de carbono), que ha pasado por los Parabronquios e intercambiado gases con el flujo capilar, pasa de nuevo a bronquios secundarios que lo conducen hacia los S. Aéreos Craneales

(Interclavicular, Cervicales y Torácicos anteriores). Paralelamente, esta inhalación introduce aire desde el exterior hacia los S. Aéreos Caudales, de la misma manera que observamos en la 1ª inhalación del ciclo.

La succión producida en los S. A. Craneales durante la inhalación, es menor a la que se produce en los Caudales, por eso, el 75% del aire total aspirado pasa a los caudales y solo el 25% es derivado hacia los pulmones debido a la succión de los S. Aéreos Craneales o Anteriores.



2ª exhalación, se vuelve a comprimir la cavidad toraco-abdominal del ave. Aumenta la presión en los S. Aéreos forzándolos a expulsar su contenido. El aire rico en CO_2 que se encuentra en los S. Aéreos craneales, se mueve a través de bronquios secundarios para desembocar en la tráquea desde la que es expulsado de nuevo al exterior. Paralelamente, esta presión en los S. A., es la que hace que el aire de la inhalación anterior, almacenado en los Caudales (Torácicos posteriores y Abdominales) se desplace hasta sus respectivos pulmones.



Este ciclo respiratorio en 4 pasos es, como veremos a continuación, otra de las grandes ventajas que aporta el aparato respiratorio de las aves. Los pulmones de la paloma siempre reciben un flujo continuo de aire fresco en todo momento. Una gran baza cuando se requieren altas cantidades de O_2 .

3. Particularidades:

Ahora ya conocemos un poco mejor el aparato respiratorio de nuestras atletas. Obviamente, su estructura y funcionalidad lo dotan de una serie de características positivas y negativas.

Las positivas podríamos relacionarlas con la capacidad innata que poseen las aves y que les

permiten prolongar más allá del límite de muchos vertebrados el desarrollo de distancias, velocidades y altitudes, con mucho menos esfuerzo y agotamiento.

Las negativas se centran en los puntos débiles de su aparato respiratorio en lo referente a funcionalidad bajo ciertos factores y a su blindaje contra las enfermedades.

- Ventajas:

- 1- Flujo incesante de aire fresco a los pulmones, tanto al inhalar como al exhalar. Esto casi duplica la capacidad respiratoria optimizando, si cabe, el siguiente punto.
- 2- Mayor rendimiento respiratorio. En el interior de los pulmones el aire cargado de O₂ atraviesa los Parabronquios en una dirección, y la sangre pobre en O₂ cruza los capilares sanguíneos en otra. Este flujo a contracorriente, maximiza el intercambio gaseoso extrayendo un porcentaje muy elevado del O₂ contenido en el aire, algo imposible para el resto de vertebrados terrestres.
- 3- Disipación del calor corporal. Las plumas imposibilitan la presencia de glándulas sudoríparas, impidiendo la transpiración cutánea. Las aves no sudan, lo que complica la disipación del calor corporal producido en los esfuerzos. Esto se compensa, en parte, gracias a su aparato respiratorio. En el interior de los S. Aéreos y de los pulmones, se produce cierta evaporación que disipa parte del calor a través de las vías respiratorias. Actuando también como vía de eliminación o excreción de sustancias nocivas.
- 4- Reducción del peso corporal. Los fósiles muestran que algunos dinosaurios terópodos (predecesores evolutivos de las aves) ya habían desarrollado de forma primitiva este aparato respiratorio. Les aportaba estas y otras ventajas, haciéndolos depredadores más fiables y difíciles de evadir en la caza en carrera. Derivando en una característica que influyó en el proceso de evolución hacia animales capaces de volar, ya que partían de la base de desplazar una menor masa con la que planear, o alzar el vuelo sin necesidad de condenarse a un tamaño corporal demasiado reducido, como en el caso de los murciélagos.
- 5- Protección frente a golpes. Los S. Aéreos repartidos por vastas áreas de la cavidad toraco-abdominal, presentan una gran capacidad para absorber y disipar la energía liberada durante un impacto corporal de la paloma. Al “acolcharlas”, protegen las vísceras de daños que de lo contrario habrían resultado mayores o incluso mortales para otros seres vivos.
- 6- Reserva y almacenamiento de aire en los Sacos Aéreos. Muy importante cuando se vuela a grandes alturas donde disminuye la disponibilidad de Oxígeno. Aunque el gran rendimiento de este sistema respiratorio sea capaz de compensar el poco O₂ existente.

- Desventajas:

1- Es muy notable que durante las inhalaciones, haya demasiado volumen de aire prácticamente sin filtrar (portando patógenos, esporas de hongos y otras partículas en suspensión) que penetre directamente en el organismo, sobre todo hasta los S. Aéreos Caudales. Hace a las aves más propensas a las infecciones de estos que, por ejemplo, a las neumonías.

2- Gran número de causas pueden impedir el correcto funcionamiento del aparato respiratorio:

Sostenerlas, vendarlas o inmovilizarlas con demasiada fuerza puede dificultar o impedir el correcto desarrollo del ciclo respiratorio y hacer que las aves se sofoquen.

Inflamaciones de vísceras cercanas a S. Aéreos, pueden oprimirlos y hacer que pierdan capacidad para desarrollar su cometido, limitando la respiración.

Ruptura de huesos neumatizados (atravesados por prolongaciones de S. A, como húmero, fémur, pelvis) en las que se desgarran el Saco Aéreo, reducen la operatividad del aparato respiratorio por la pérdida de presión y pueden constituir una vía de acceso para infecciones del sistema respiratorio.

4. Infecciones más comunes que afectan al sistema respiratorio de las palomas mensajeras:

- **Origen bacteriano:**

CLAMIDIAS (ORNITOSIS o CORIZA): Parásito intracelular obligado, obtiene su energía de las células. Los órganos de acceso suelen ser pulmones, S. Aéreos e intestino. Su ciclo vital consta de 2 formas morfológicas diferentes, una infecciosa y otra intracelular y activa.

Poseen una capacidad notable para evadir al sistema inmunitario del organismo, camuflando su metabolismo con el de la célula hospedadora y hasta dividiéndose con esta, para pasar a las células

hijas.

La sintomatología depende de la cepa implicada, la salud y el nivel de inmunidad del organismo, siendo la más común: infección del tracto respiratorio superior e inferior, aparición de conjuntivitis lateralizada (ojo húmedo), las palomas se rascan la cabeza, el ojo y la nariz. Las carúnculas aparecen grises y sucias. Sobrevienen estornudos y sacudidas de cabeza de forma exagerada. La mucosa oral pasa de rosada a encarnada o azulada. Posteriormente, aparecen el exudado nasal, las heces acuosas, apatía y anorexia.

Frecuentes casos asintomáticos, fuentes de infección camuflada durante años, mostrando síntomas solo bajo situaciones de estrés, (como competiciones en condiciones de frío y humedad), afectando sobre todo a pichones en las primeras sueltas de la campaña.

Gran número de antibacterianos inhiben el crecimiento de las clamidias: tetraciclinas, macrólidos, cloranfenicol, y fluoroquinolonas. Actualmente en boga, doxicilina, enrofloxacin y ganan peso los procedentes de macrólidos como la claritromicina.

ESTREPTOCOCOS y ESTAFILOCOCOS: Parte habitual de la flora bacteriana del tracto respiratorio de las palomas. Por lo que suelen desarrollarse durante diferentes infecciones del aparato.

HAEMÓFILOS: (Incluidos en la familia de las pasteurellas). Invasores secundarios del tracto superior e inferior. Causando rinitis, sinusitis, neumonía, infecciones de los Sacos Aéreos, etc.

KLEBSIELLAS: Oportunistas en condiciones de inmunosupresión. Las infecciones no suelen detectarse hasta estados avanzados de enfermedad, cuando aparecen los síntomas respiratorios. Se rodean de una cápsula mucosa que las protege de las condiciones ambientales y de diferentes desinfectantes. Evitar humedades es la mejor protección.

MICOPLASMAS: Patógenos respiratorios importantes, pueden llegar a cursarse de forma crónica y sin evidencia de sintomatología. Cuando se presentan, los síntomas incluyen estornudos, exudado nasal, infecciones de los S. Aéreos, pérdida de peso, caída del rendimiento deportivo, y disfunción respiratoria.

El tratamiento antibiótico adecuado suele aliviar los síntomas pero, en un porcentaje elevado, no erradica a los micoplasmas del organismo hospedado. Esto se debe a su situación intracelular, donde se protegen de los diferentes antibióticos. Siendo los más efectivos para combatirlos: gentamicinas, tetraciclinas, estreptomycinas y chlortetraciclinas. Estas últimas se pueden administrar en agua o comida con gran éxito.

PASTEURELLAS: Pueden transmitirse a través del tracto respiratorio superior o incluso por mordeduras de felino. Capaces de resistir en el ambiente hasta 2 semanas.

Los animales que sobreviven a brotes, suelen desenvolver anomalías respiratorias, sinusitis, etc.

PSEUDOMONAS: Poseen una alta capacidad de crecimiento. Suelen desarrollarse en ambientes húmedos (bebederos o bañeras sucias) y sobre fondos de palomar hechos de restos vegetales. Se involucran en infecciones respiratorias crónicas y recurrentes. Aislándose en traquea, pulmones y S. Aéreos de animales criados bajo condiciones de frío y humedad.

● Origen fúngico:

Los hongos tienen predilección por los ambientes húmedos, cálidos y poco iluminados. Suelen desarrollarse sobre grano mal almacenado, restos vegetales y excrementos en descomposición. La colonización de las vías respiratorias se produce por inhalación de esporas. Actuando casi siempre como oportunistas a la espera de condiciones de inmunosupresión u organismos con patologías crónicas. El sistema inmunitario de los organismos más sanos suele controlar y eliminar las esporas, reduciendo la infección a las primeras fases.

Dentro de las vías respiratorias, se desarrollan en sus diferentes órganos hasta inutilizarlos.

Factores que pueden predisponer su aparición: Inhalación prolongada de humo o partículas que dañan las vías respiratorias. Administración de corticoesteroides y tratamientos con antibióticos (como la tetraciclina), actúan a largo plazo como inmunosupresores. Hipovitaminosis, sobretodo del grupo A.

Antifúngicos más comunes: Amphotericina-B, flucytosina, Ketoconazol, etc.

ASPERGILLUS: El más común, *A. fumigatus*. Se transmite por el ambiente, sin contagio entre animales. Síntomas: dependen del grado de infestación, suelen relacionarse con la pérdida progresiva de la capacidad respiratoria.

CÁNDIDAS: Sus efectos se centran comúnmente en el tracto gastrointestinal, pero se han reportado lesiones en el aparato respiratorio.

CRYPTOCOCCOS: Poco frecuente en aves, que suelen ser resistentes gracias a su elevada temperatura corporal y a los efectos inhibidores de su flora intestinal. Cuando estas defensas se desmoronan, el acceso son las vías respiratorias superiores. Síntomas más frecuentes: abatimiento, anorexia, diarrea. En fases avanzadas, inflamación de los senos craneales, descarga nasal y parálisis progresiva.

● Origen viral:

HERPESVIRUS: En palomas pueden causar complicaciones severas del tracto respiratorio superior (esófago, laringe y faringe), sobre todo en pichones.