



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**Descripción anatómica del esqueleto laríngeo,
traqueal y siringeal del periquito australiano
(*Melopsittacus undulatus*) utilizando la técnica de
transparentación con doble tinción.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I Ó L O G A
P R E S E N T A:
URRIETA ZAPIAIN EDNA SUE

ASESOR Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez



Tlalnepanitla Estado de México

Marzo 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICADO A

De la manera mas especial, a los seres mas importantes de mi vida.

A mi HIJA,

Por ser la bendición mas grande que dios me pudo dar,
Porque eres el motor que me da las fuerzas para seguir adelante,
Porque gracias a ti he comprendido el amor de los padres,
Porque aun siendo tan pequeña me has enseñado grandes cosas,
Porque sin ti mi vida no tendría sentido,
Gracias **Sofia** por existir.

A mi madre

Por quererme tanto y hacerme sentir tan especial,
Por que una caricia tuya puede ser la diferencia en todo momento,
Por que me hiciste más fácil muchos momentos,
Pero sobre todo por ser el gran ejemplo a seguir adelante,
Por que sin ti nada de esto sería realidad
Gracias por quererme mama.

A mi Tutor

Por brindarme todo su apoyo incondicional,
Por enseñarme todo lo que sabe,
Por ser el gran hombre que todos conocemos,
Pero sobre todo, por nunca dudar de mi
y poner toda su confianza en mi,
Gracias **Dr. Jorge Ricardo Gersznowitz Rodríguez.**

A una pequeño ser,

Que aun sin todavía conocerlo,
Ya existe en mi interior
Y será un motor más en mi vida.

GRACIAS A

- ❖ Dios, por darme la vida y permitirme alcanzar todas las metas que me he puesto en la vida.
- ❖ A mis padres por contar con su apoyo y consejos y por desear siempre mi bienestar.
- ❖ A mis hermanos, por siempre contar con ellos en todos los tiempos.
- ❖ A la Biol. Gabriela Favila, por ser un ejemplo de que todo se puede, sea la situación que sea, por su apoyo incondicional.
- ❖ A mis amigos que siempre estuvieron con migo, gracias Paco, Karla, Carolina y America.
- ❖ Gracias a todas las personas y profesores que creyeron en mí, por darme su tiempo, sus conocimientos, sus experiencias, pero sobre todo por haber creído en mí.
- ❖ A la máxima casa de estudios, la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA MEXICANA y a la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES DE IZTACALTA.
- ❖ Y un agradecimiento muy especial a toda esa gente, que siempre dudo de mi, que siempre tuvo frases negativas hacia mi persona, por que gracias a ellos soy lo que soy y sin esas personas nunca hubiera aprendido a levantarme sola.

GRACIAS

INDICE

1. Introducción	6
1.1. Generalidades	6
1.2. Descripción del esqueleto de las vías respiratorias superiores	7
1.3. Características generales y biología del periquito australiano (<i>Melopsittacus undulatus</i>).....	17
2. Antecedentes	22
3. Justificación	26
4. Hipótesis	26
5. objetivos	26
6. Método	27
7. Resultados	29
7.1. Esqueleto lingual	29
7.2. Esqueleto laríngeo	31
7.3. Esqueleto traqueal.....	32
7.4. Esqueleto siringeal.....	32
8. Discusión	36
8.1. Esqueleto lingual	36
8.2. Esqueleto laríngeo	36
8.3. Esqueleto traqueal.....	36
8.4. Esqueleto siringeal.....	37
9. Conclusiones.....	38
10. Bibliografía	39

RESUMEN

Introducción: Los tractos respiratorios superiores en aves son importantes en estudios ornitológicos, debido a que dichos tractos han evolucionado de forma diferente llegando a producir posiblemente el sistema respiratorio más eficiente entre los vertebrados. De acuerdo con Morrisey (1997), estos cambios se presentan como caracteres que permiten establecer relaciones de parentesco de forma muy precisa. Por lo que es necesario revisar brevemente el desarrollo de las características anatómicas de los tractos superiores del sistema respiratorio de aves. Objetivos: Aplicar la técnica de transparentación con doble tinción en especímenes de periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*), describir la anatomía del esqueleto faríngeo, laríngeo, traqueal y siringeal del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). Materiales y métodos: Se utilizaron diez aves hembras las cuales se desplumaron, se tiñeron con rojo de alizarina y azul de alciano, se transparentaron con hidróxido de sodio, se pasaron por un tren de glicerina, se tomaron fotografías digitales y se dibujaron con cámara clara. Resultados: Se obtuvieron diez siringes completas las cuales fueron descritas sección por sección, para el esqueleto lingual se obtuvo un patrón donde el hueso paraglosal es doble, encontrándose además dos huesos adicionales los cuales se nombraron por su ubicación con respecto a los demás elementos como parabasibranquiales rostrales, los restantes elementos poseen el patrón clásico descrito por diferentes autores. En la laringe el cricoides en su porción ventral no se encuentra fusionada como se considera que ocurre en las aves, el aritenoides es más ancho mientras que el procricoides es de forma cuadrangular. En la traquea se encontraron 64 anillos traqueales los cuales poseían osificación en su porción central, a diferencia de los cartílagos traqueales de los galliformes no se imbrican entre sí, su diámetro se reducían gradualmente en dirección cefálico caudal. Por último el cartílago siringeal posee 7 anillos traqueales, 4 intermedios y 6 caudales, la placa ventral posee 4 placas timpánicas condición no descrita, ya que en otras especies de psitaciformes solo se han descrito, solamente dos caudales. Conclusión: Se encontraron un conjunto de caracteres en los tractos respiratorios superiores del periquito australiano que parecen ser exclusivos (paraglosal doble, parabasibranquiales rostrales pares adicionales y cuatro placas timpánicas en la placa ventral), esto solo se podrá probar estudiando los tractos respiratorios superiores en otras especies de psitaciformes y evaluar su importancia taxonómica y filogenética. Con respecto a la técnica, esta mostró ser adecuada para el estudio de los tractos respiratorios superiores de aves pequeñas.

Palabras clave: laríngeo, traqueal, siringeal

1.- Introducción

1.1.- Generalidades.

La comprensión de los tractos respiratorios superiores en aves es muy importante en el estudio ornitológico, esto en parte es debido a que han evolucionado de forma diferente a la ocurrida en mamíferos. Los cambios filogenéticos han llegado a producir posiblemente el sistema respiratorio más eficiente entre los vertebrados. Algunos de estos cambios se presentan como caracteres que permiten establecer relaciones de parentesco de forma muy precisa (Morrissey, 1997). Por lo que es necesario revisar brevemente el desarrollo de las características anatómicas de los tractos superiores del sistema respiratorio de aves.

La laringe, tráquea y siringe, parecen ser sumamente variables entre las especies de aves. El sistema respiratorio en las aves continúa con una única coana en la laringe posterior a la cavidad nasal. La laringe que no posee ningún papel esencial en la producción de sonido, generalmente consiste de cuatro cartílagos que en algunas especies se osifica parcialmente (King y Roberts, 1965; Fitzgerald, 1970; King y McLelland, 1984). Es más, la tráquea esta construida por una serie de cartílagos traqueales que hasta cierto punto, se osifica en varias especies (Piperno y Peirone, 1975).

A diferencia de los mamíferos, la tráquea en las especies de aves poseen anillos traqueales bastante constantes (McLelland, 1965). Se bifurcan los bronquios primarios casi a nivel de la siringe, que es la principal responsable de la vocalización de las aves (Harris, 1968; Fitzgerald, 1970; Dyce, 1996). Dos pares de delgadas membranas están presentes en la siringe, asociadas con la producción de sonidos, las cuales son conocidas como las membranas timpaniformes lateral y medial (Piperno y Peirone, 1975; Baumel, 1993).

Varios estudios sobre la morfología del sistema respiratorio de aves, en particular su esqueleto, se han enfocado principalmente en el pollo doméstico (*Gallus gallus*) (Gross, 1964; Mannega, 1964; Piperno y Peirone, 1975). Por lo que la describiremos a continuación.

1.2.- Descripción del esqueleto de las vías respiratorias superiores.

Los datos que aquí presentamos se deben a la síntesis que realiza Sisson y Grossman (2002) de los trabajos de White realizados en gallinas y del trabajo de McLelland (1965). Todas las medidas que se indican en esta sección se han hecho en aves grandes, esto es, Rhode Island Roja o Light Sussex. Los estudios comparativos recientes fueron realizados principalmente por Mori (1957) y Herrerías (1964).

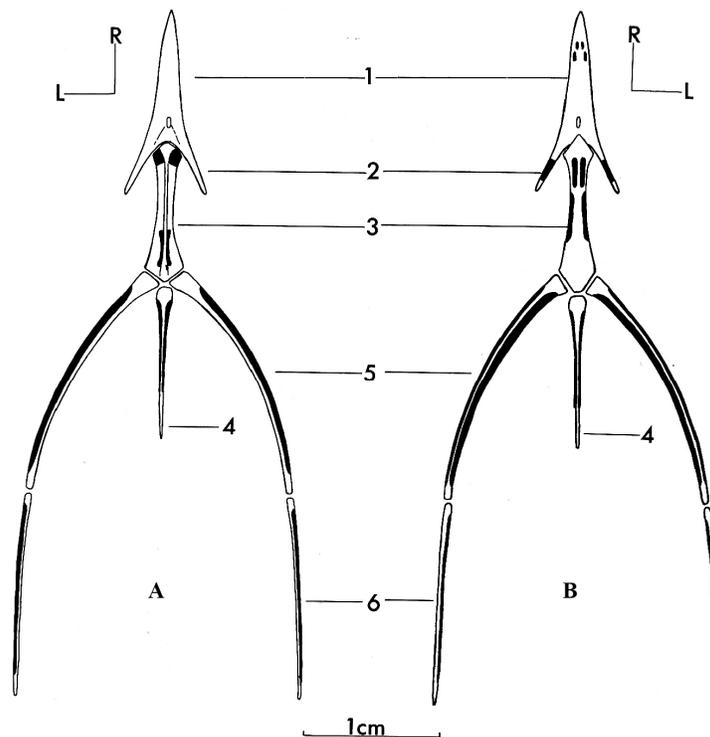


Figura 1.- Esqueleto lingual. A, vista dorsal; B, vista ventral, 1, hueso paraglosal (entoglossal); 2, cuerno de hueso paraglosal; 3, basibranquial rostral (basihyal); 4, basibranquial caudal (urohyal), 5, hueso ceratobranquial; 6, hueso epibranquial; R=Rostral; L=Lateral izquierdo (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.1.- Faringe.

El piso rostral de la faringe esta formado por la base o la raíz de la lengua. El esqueleto lingual esta formado por las partes paraglosal (entoglossal) y basibranquial rostral (basihyal) del hueso hioides (Figura 1). El hueso paraglosal tiene una forma triangular y se encuentra ubicado en posición medial, es impar y se asienta en la parte libre de la lengua (Sisson y Grossman,

2002). A partir de la extremidad caudal del hueso paraglosal, un par de cuernos de huesos paraglosales se extienden caudolateralmente, siendo su mitad caudal de la superficie ventral muy cóncava. Según Tucker (1966) el hueso, en los pollos de tres a nueve días de edad, está constituido exclusivamente por cartílago hialino, pero en el organismo adulto la porción caudal se encuentra completamente osificada. Caudalmente el hueso paraglosal forma una articulación sinovial en charnela con el hueso basibranquial rostral (Sisson y Grossman, 2002) (Figura 1).

El hueso basibranquial rostral se asienta en la parte fija de la lengua, sus extremos rostral y caudal son relativamente anchos, presentando en su superficie dorsal una cresta media longitudinal muy bien desarrollada (Figura 1) (Sisson y Grossman, 2002, Tucker 1966) que en aves jóvenes es cartilaginosa. Caudalmente, se articula con el hueso basibranquial caudal y los huesos ceratobranquiales pares (Sisson y Grossman, 2002) (Figura 1).

1.2.2.- Laringe

La laringe es una elevación que lleva la abertura laríngea. Tiene forma de corazón con la punta dirigida rostralmente, en un pliegue mucoso transversal de la base de la lengua, en posición de descanso, la distancia entre el extremo caudal de la lengua al extremo rostral de la entrada es mucho mayor en el macho que en la hembra. En un macho de talla media, la distancia es de 4,5 cm, y en la hembra 1,9 cm (Sisson y Grossman, 2002). Existen cuatro cartílagos laríngeos, el cricoides medio y el procricoides y los cartílagos aritenoides.

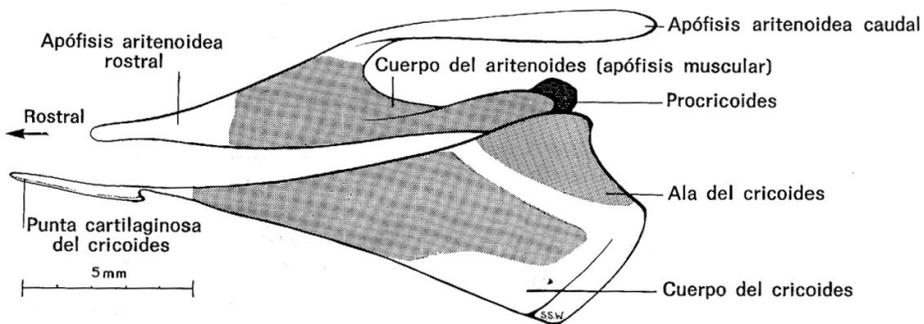


Figura 2.- Vista lateral izquierda de los cartílagos laríngeos de la gallina (*Gallus gallus*) (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.2.1.- Cartílago cricoides.

El cartílago cricoides es impar (Figura 2 y 3). En el macho tiene unos 17,8 mm de longitud rostrocaudalmente y 12,9 mm de ancho en su parte más ancha que es la caudal, en la hembra tiene unos 15,4 mm de largo y 10,9 mm de ancho (Sisson y Grossman, 2002). Está formado por tres componentes: a) El cuerpo medio (placa cricoides ventral) es una placa larga, cóncava dorsalmente. Esta parcialmente osificada en las aves adultas pero la expansión rostral parece cartilaginosa y flexible. b y c) Las alas izquierda y derecha (láminas cricoides dorsales) se unen con la parte lateral del cuerpo mediante una línea delgada de cartílago flexible y no por una articulación sinovial (King y Roberts, 1965). El borde medial de cada ala se une por una articulación sinovial con el procricoides y así se forman la articulación procricocricoidea. El borde rostral del ala es algo más grueso y está en contacto con el borde caudal del cuerpo del cartílago aritenoides. Únicamente la parte más dorsal y la unión con el cuerpo, permanecen cartilaginosas en el adulto (Sisson y Grossman, 2002).

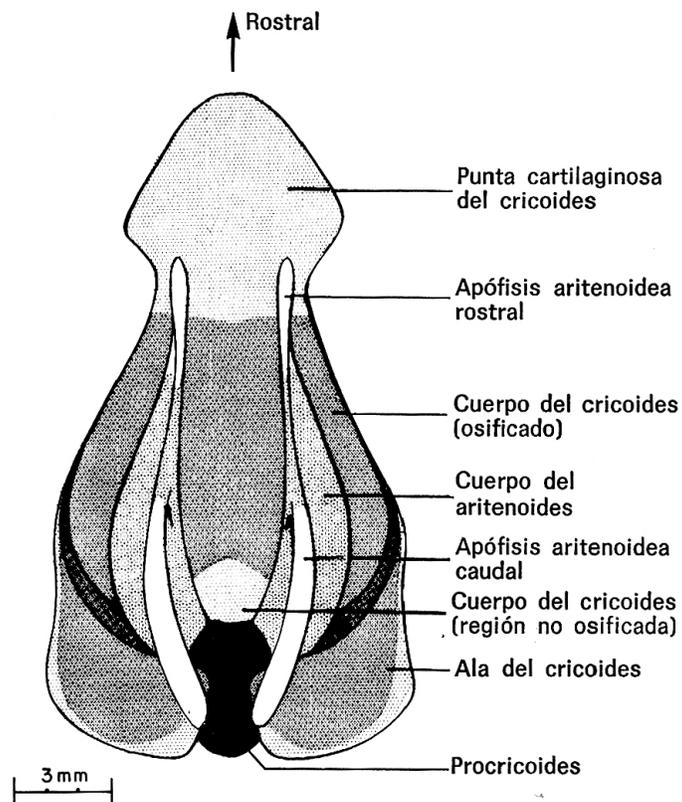


Figura 3.- Vista dorsal de los cartílagos laríngeos de la gallina (*Gallus gallus*) (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.2.2.- Cartílago procrícoides.

El cartílago procrícoides es medial (Figura 2 y 3), dorsal y pequeño. Tiene forma de coma, con un cuerpo rostral y una cola caudal. Lateral y dorsalmente el cuerpo tiene caritas que se articulan con los cuerpos de los cartílagos aritenoides izquierdo y derecho, y forman así la articulación procrícoaritenoidea. La cola tiene caritas izquierda y derecha que se articulan con las alas cricoideas izquierda y derecha (articulación procrícoaricoidea). El procrícoides está casi completamente osificado en las aves adultas (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.2.3.- Cartílagos aritenoides.

Los cartílagos aritenoides son pares (Figuras 2 y 3). Cada uno está formado por un cuerpo, una apófisis rostral y una apófisis caudal. El cuerpo se articula caudomedialmente con el procrícoides mediante una articulación sinovial, llamada articulación procrícoaritenoidea. El cuerpo también se desliza libremente por una carita sobre el borde rostral del ala cricoidea. Únicamente el cuerpo del aritenoides se osifica en el adulto. Los cartílagos tiroideos y epigloticos no se encuentran en la gallina (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.2.4.- La laringe con otras especies.

En el pavo (*Meleagris gallopavo*) la apariencia general de la laringe es similar a la del pollo. La laringe tiene 2,9 x 2,5 cm en el macho y 2,3 x 1,9 cm en la hembra, la longitud mayor de la entrada y la fisura laríngea son 1,5 y 0,5 cm, respectivamente, en el macho 1,2 y 0,4 en la hembra. El cartílago cricoidea es mucho más corto rostrocaudalmente, termina rostralmente a nivel de la punta rostral del aritenoides. El procrícoides está aplanado dorsoventralmente, termina rostralmente a nivel de la punta rostral del aritenoides. El procrícoides está aplanado dorsoventralmente. El aritenoides recuerda al de la gallina aunque no es tan masivo (Sisson y Grossman, 2002).

En el pato (*Anas platyrhynchos*), la laringe tiene 2,4 a 2,8 cm de largo y 12 mm de ancho. Su forma tiende a ser relativamente elongada más bien en forma de corazón. Rostralmente se fusiona con el suelo faríngeo. La longitud de la entrada es de 1,3 cm y la anchura mayor transversal, en el cadáver es de unos 3 mm. Los cartílagos son más circulares en la sección transversa y más elongados que en el pollo. Un surco mediano ventral de cartílago osificado se

proyecta dorsal del cuerpo del cartílago cricoides. Los músculos son menos voluminosos que en el pollo (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.3.- Tráquea

El extremo craneal de la tráquea se asienta, al principio, en la línea media ventral al esófago, al que está muy unida por tejido conectivo. Después de unos 3 a 5 cm pasa al lado derecho del cuello, ventral al esófago y ventrolateral a las vértebras cervicales. Al llegar a la entrada del tórax vuelve otra vez a la línea media, con el buche dirigido hacia el lado derecho y entra en la cavidad torácica. En el celoma es ventral al esófago. La longitud de la tráquea extendida varia de 17 a 18 cm en el macho y de 15,5 a 16,5 cm en la hembra (McLelland, 1965).

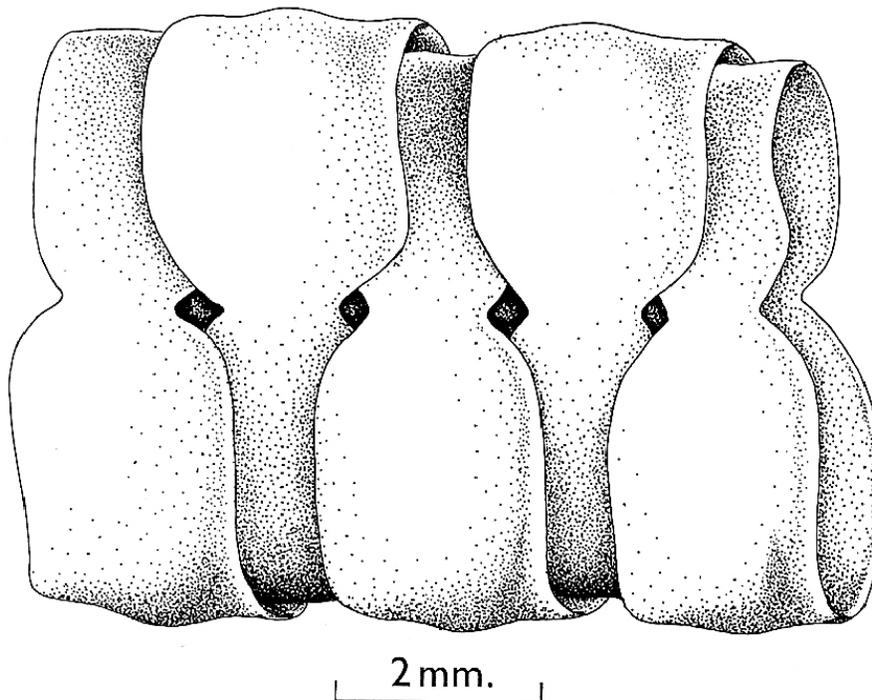


Figura 4.- Vista dorsal de la porción medial de la tráquea de la gallina (*Gallus gallus*), mostrando la forma en que se solapan los anillos traqueales (Sisson y Grossman, 2002).

El número de cartílagos traqueales varía de 108 a 126. El primero sigue inmediatamente después de cartílago cricoides y al menos uno precede al tímpano de la siringe. Cada anillo es un círculo completo (Figura 4). El primer anillo y los últimos cuatro son anillos simples; el resto son anillo en forma de estampilla, con la parte ancha formando las mitades derechas e izquierdas

alternativamente. Según puede verse en la figura 4 existe un solapamiento entre los anillos que aumenta progresivamente a través del tercio craneal de la tráquea para luego decrecer progresivamente en el tercio caudal; en los anillos mas anchos (en el tercio medio de la tráquea), su parte ancha mide unos 3 mm y la parte estrecha 2 a 2,5 mm. Los anillos del tercio craneal de la tráquea son transversalmente ovales. El resto son circulares, excepto en unos cuantos milímetros mas caudales de la tráquea donde se hacen verticalmente ovales. El diámetro, progresivamente, decrece (Figura 5). Inmediatamente caudal a la laringe miden de 9 a 12 mm transversalmente y de 4 a 6 mm verticalmente. En el lugar donde los anillos se hacen primero circulares el diámetro es de 6 a 7 mm. El anillo más caudal mide 4 a 5 mm verticalmente y 3 mm transversalmente. Se encuentran formas y superposiciones similares de los anillos de los pavos y los patos (Sisson y Grossman, 2002).

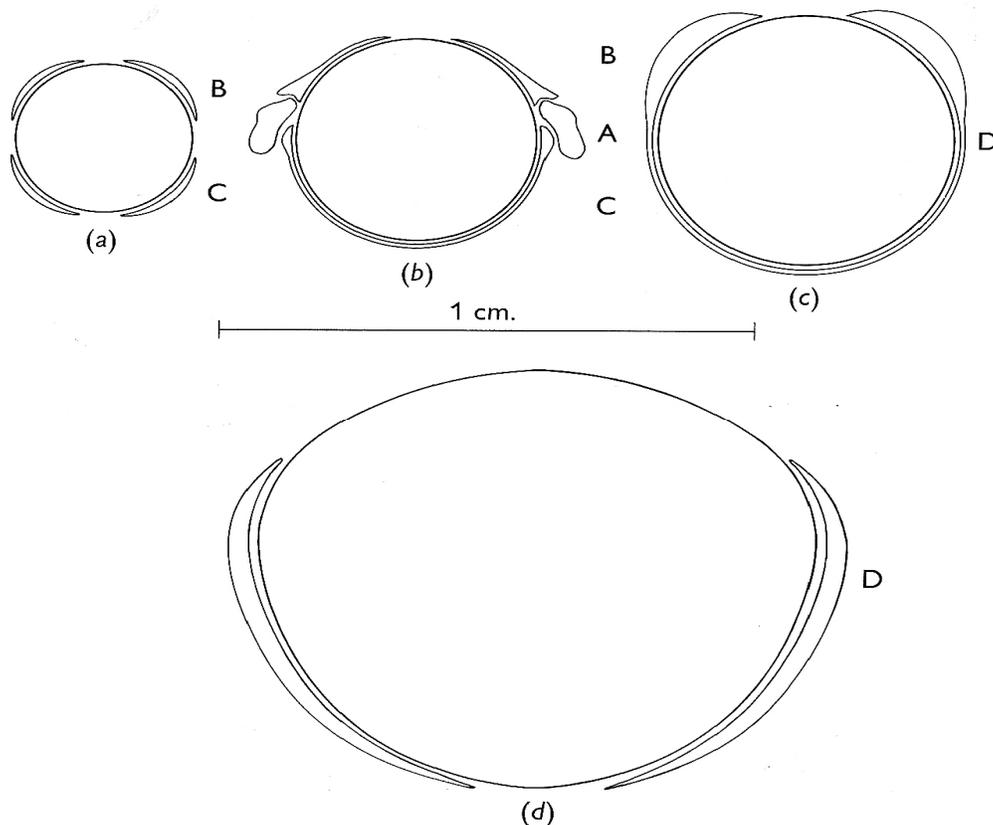


Figura 5.- Secciones transversales de la tráquea de un gallo (*Gallus gallus*). (a), quinto anillo craneal a la siringe; (b), último anillo craneal a la siringe; (c), en la línea media de la tráquea; (d), quinceavo anillo caudal a la laringe. A=Músculo esternotraqueal; B=Músculo traqueofaríngeo dorsal; C= Músculo traqueofaríngeo ventral; D=Músculo esternotraqueolaringeo medio (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.4.- Siringe.

La siringe de los gallos se ha descrito exhaustivamente, este órgano está situado en la bifurcación de la tráquea, penetra en los bronquios primitivos derecho e izquierdo, precisamente en el interior del orificio celómico y queda suspendido en el seno del saco aéreo clavicular. Su característica externa más notable es un acentuado estrechamiento lateral (Sisson y Grossman, 2002). El esqueleto está compuesto por cuatro componentes cartilagineos.

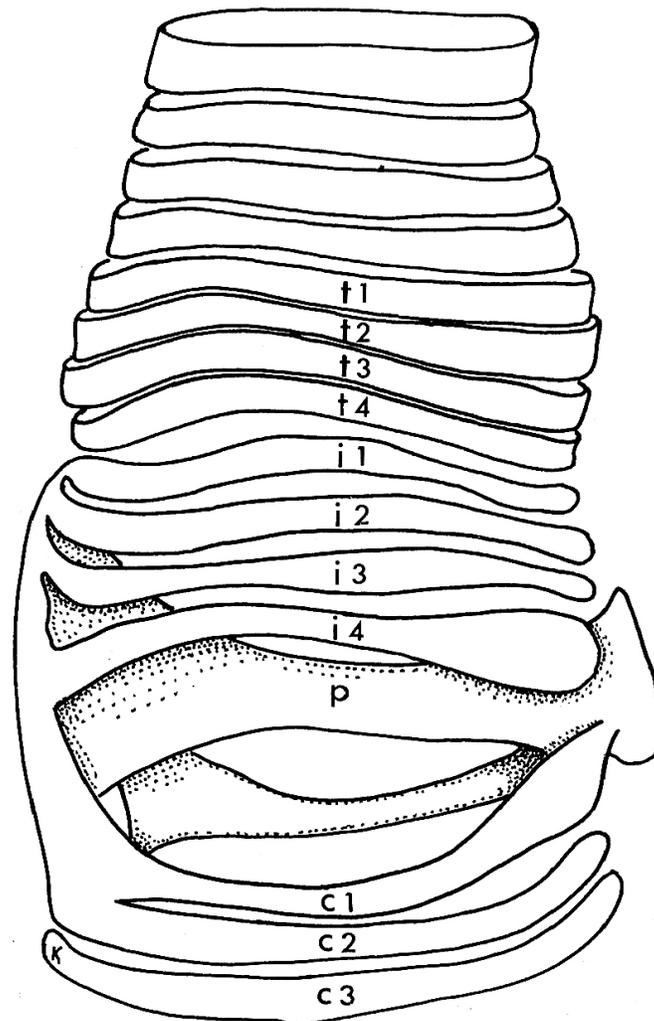


Figura 6.- Vista lateral izquierda de los cuatro últimos cartílagos traqueales y del esqueleto siringeal. Los anillos más craneales del dibujo son traqueales. c1-3, tres cartílagos caudales; i1-4, cuatro cartílagos intermedios del lado izquierdo; p, pessulus; t1-4, cuatro cartílagos craneales del lado izquierdo (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.4.1.- Cartílagos craneales.

Los cartílagos craneales (Figura 6 y 7), que se componen de cuatro anillos en el macho y tres en la hembra. Su diámetro es ligeramente mayor que el de los anillos traqueales precedentes; así mismo se hallan mas cercanos de modo que en algunos puntos sus bordes se funden y en otros se hallan unidos por tejido fibroso denso. Según Myers son de origen traqueal (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.4.2.- El Cerrojo o Pessulus.

El cerrojo (Pessulus) (Figuras 6 y 7) es un cartílago cuneiforme que se sitúa dorsoventralmente, de manera que su borde craneal aguzado divide la luz de la tráquea en los dos bronquios primitivos (Sisson y Grossman, 2002).

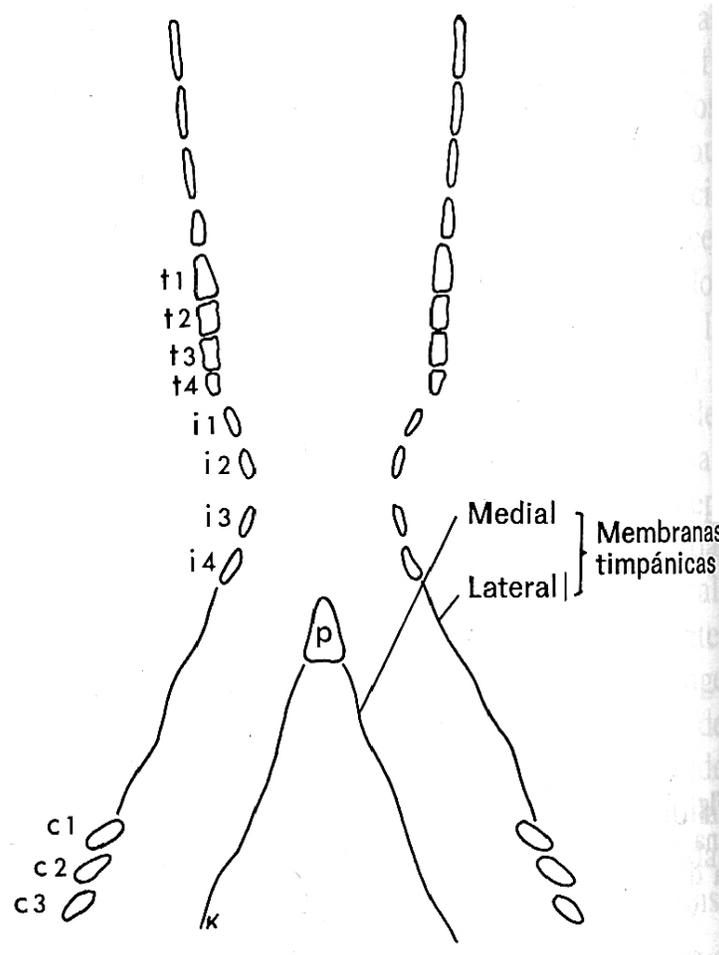


Figura 7.- Vista dorsal de una sección horizontal de la siringe del gallo (*Gallus gallus*). Los anillos más craneales del dibujo son traqueales. c1-3, tres cartílagos caudales; i1-4, cuatro cartílagos intermedios del lado izquierdo; p, pectus; t1-4, cuatro cartílagos craneales del lado izquierdo (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.4.3.- Cartílagos intermedios.

Los cartílagos intermedios (Figuras 6 y 7) son cuatro en cada lado, tiene figura de "C" están unidos al pessulus en su extremo ventral y libres en el extremo dorsal. Los tres primeros son similares pero el cuarto esta engrosado en su extremo dorsal (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.4.4.-Cartilagos caudales.

Los cartílagos caudales (Hemianillos bronquiales de Myers) (Figuras 6 y 7) también todos tienen formas de "C", existen tres en cada lado, según Myers son de origen bronquial. El primero se inserta en el pessulus por ambos extremos; el segundo se halla fijado por su extremo ventral al primero, el tercero queda libre en ambos extremos. Este tercero es parecido a los semianillos bronquiales comunes que vienen a continuación, excepto en que se halla agrandado ventralmente. Los primeros dos anillos del tímpano del pessulus y el extremo caudal se osifican (Sisson y Grossman, 2002).

Las anatomías realizadas sobre la anatomía de los cartílagos de la siringe de las aves, en general, indican que los intermedios y los caudales se hayan situados en un grupo simple de siete cartílagos caudales (Sisson y Grossman, 2002).

1.2.4.5.- La siringe con otras especies.

El órgano del canto, en el pato (*Anas platyrhynchos*), es asimétrico en el macho, en el cual forma una caja dilatada en el lado izquierdo, llamada bulla tympaniformis; en la hembra adulta este órgano no tiene bulla (Sisson y Grossman, 2002).

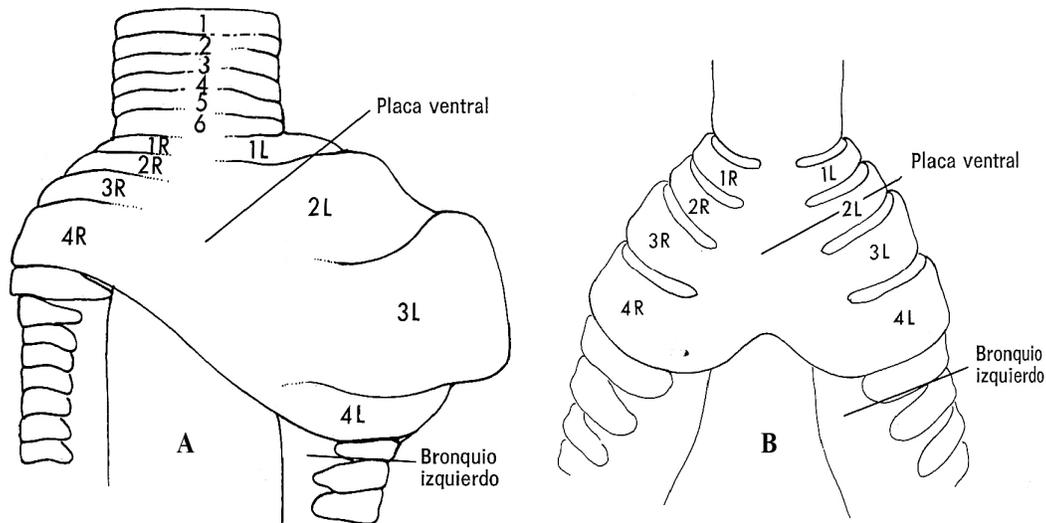


Figura 8.- Siringe de pato (*Anas platyrhynchos*), A.- Vista lateral un embrión de macho de quince días. B.- Vista ventral de un embrión de hembra de catorce días. 1 a 6 cartílagos craneales; 1R a 4R cuatro cartílagos del lado derecho; 1L a 4L cuatro cartílagos del lado izquierdo, note que en el macho están dilatados formando la bulla tympaniformes (Sisson y Grossman, 2002).

El esqueleto de la siringe del pato (*Anas platyrhynchos*), (figura 8), está formado por tres componentes; el numero total de cartílagos es el mismo en ambos sexos. 1) Los seis cartílagos craneales son anillos, pero ventralmente se confunden con un rodete mediano de cartílago; este rodete es una extensión craneal de la placa ventral media de la parte dilatada del órgano del canto. 2) los anillos de la parte dilatada del órgano del canto originan cuatro semianillos bronquiales en la izquierda y cuatro en la derecha. Ventralmente estos semianillos se unen y extensivamente y forman una placa ventral de cartílago. Dorsalmente se arquea y une en la línea media para constituir la pared dorsal del órgano el canto; esta pared sin embargo, es menos masiva que la ventral. Inicialmente el lado izquierdo es mayor que el derecho en ambos sexos, pero en la hembra esta asimetría se modifica en los estadios del desarrollo. En el macho la asimetría aumenta: los semianillos izquierdo crecen mucho mas que los derechos y forman una bulla dilatada en el lado izquierdo. 3) el pessulus esta situado en el plano medio. Se inserta ventralmente en el extremo craneal de la lámina ventral media y dorsalmente a la pared dorsal del órgano del canto. El pessulus separa los bronquios izquierdo y derecho definitivos.

Sin embargo, el conocimiento de la morfología del esqueleto de las vías superiores del sistema respiratorio, sobre todo la laringe, la tráquea y siringe, en el periquito australiano no están completamente conocidas (Martínez, et al., 2003). Este estudio pretende realizar una descripción detallada del esqueleto de la laringe, tráquea y siringe del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*) utilizando la técnica de transparentación con doble tinción.

1.3.- Características generales y biología del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).

El periquito australiano (Figura 9) es mencionado por primera por George Shaw, director del Museo Británico de las ciencias naturales a finales del siglo XVII, en su libro “General zoology; or, Systematic natural history Vol X.” publicado en 1805. En el año 1840, el científico John Gould logró llevar los primeros periquitos vivos a Inglaterra (Mathews y Iredale, 1921).

Debido a su belleza pronto se empezaron a capturar miles de periquitos para comercializarlos pero el transporte de meses y el desconocimiento de su alimentación provocaba una mortalidad del 98 %. Pronto se descubrió que comían mijo y alpiste, igual que los canarios. Lo que no se sabía es que criaban en cajas de nido, sólo se les ofrecía nidos abiertos, hasta que por casualidad en 1855 la condesa de Schwerin en Berlín (Alemania) logró criarlos dentro de una nuez de coco. A partir de ahí se empezaron a criar grandes cantidades de periquitos (Mathews y Iredale, 1921).

La primera mutación fue la amarilla, y apareció en el año 1872 en Bélgica. En el año 1878, apareció la mutación azul. Ambas mutaciones alcanzaron precios desorbitados: una pareja de periquitos azules podía costar más que un buen caballo de carrera. Hasta que la cría sistemática de estos colores se llevó a cabo y aparecieron nuevas mutaciones que han proporcionado a la especie una gran variedad (Mathews y Iredale, 1921) y en la actualidad llegan a presentar alrededor de 200 colores diferentes (Martínez, et al., 2003).



Figura 9.- Fotografía de periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).

En ocasiones el término periquito o perico se utiliza para denominar otras especies de la misma familia, como los agapornis; e incluso otras especies de loros de pequeño o mediano tamaño, como los loriquitos. Para diferenciarlos de todos estos, el *Melopsittacus undulatus* se conoce normalmente como periquito australiano o periquito ondulado. Resulta curioso la procedencia del nombre inglés del periquito: budgerigar. Los aborígenes australianos lo llamaban "budgerigah", traducido al castellano: "buena comida" (Martínez, et al., 2003).

El periquito australiano apareció en el plioceno (hace 4 millones de años) y pertenece a la familia de los loros auténticos, o psitácidos, su cabeza es redondeada con un pico curvado y fuerte, encima del pico se encuentra la llamada cera. Los machos tienen la cera de color azul, y las hembras la tienen de color blanquecino o amarillento, en ocasiones las hembras presentan un tono azulado, pero solo es síntoma de que esta indispuesta a criar. Una vez que el periquito comienza a madurar, la cera va tomando su color definitivo. Esto sucede más o menos entre los seis meses de edad. Patas con cuatro dedos en posición zigodáctilar (dos hacia delante y dos hacia atrás), y unas uñas curvadas, teniéndolos en cautiverio las uñas no suelen ser tan largas como en la naturaleza ya que no se desarrollan tan bien. Su plumaje es muy característico, ya que tiene colores diversos (los mas comunes son azul-

blanquecino y verde-amarillento), posee en las puntas de las plumas de la espalda y alas con líneas de color negro, las plumas del torso son mas finas y pequeñas de un color verde (Martins y Pijoan, 1999). Los tipos de plumas son:

Coberteras: Recubren casi todo el cuerpo y son las que protegen al periquito de las condiciones externas.

Remeras: Son las que están en las alas, ofrecen resistencia en el aire para facilitar el vuelo. Se dividen en dos, Remeras, largas y estrechas, y Coberteras Alares, cortas y anchas (Hoppe, 1993).

Miden algo menos que 18 cm de la cabeza a la punta de la cola, sus alas miden alrededor de 13 cm y están apoyadas sobre la cola pero no se cruzan entre ellas, y poseen un peso de 30-40 gramos. Esto les facilita trepar por los árboles y alimentarse de semillas más o menos duras (Hoppe, 1993).

La clasificación de la especie es (Hoppe, 1993):

Clase: Aves

Orden: Psittaciformes

Familia: Psittacidae (psitácidos o loros)

Subfamilia: Psittacinae (psitácidos auténticos)

Género: *Melopsittacus* (cotorras de cola plana)

Especie: *Melopsittacus undulatos* (Shaw, 1805)

(Loro ondulado cantante).

El periquito salvaje es algo más pequeño que los periquitos que conocemos. Todos son verdes claros, con la cabeza amarilla y la espalda ondulada. Con éste color apenas se ven cuando se encuentran entre la vegetación. Si nace algún ejemplar azul o albino no vivirá mucho tiempo, ya que las aves rapaces pueden localizarle con demasiada facilidad (Hoppe, 1993).

Los periquitos pueblan todo el continente australiano menos una delgada franja costera, aunque hay dos zonas donde la población es especialmente densa y donde nacen la mayoría de las crías (Hall, 1922).

Su hábitat son las sabanas australianas, un paisaje semidesértico, cubierto de hierbas resistentes y algunos árboles de eucaliptos. Las variaciones de temperatura son extremas, oscilando entre 40°C por el mediodía y hasta

temperaturas negativas por la noche. El agua es escasa, puede haber meses y hasta años en los que apenas llueve. Los periquitos migran alrededor de los llamados "Creeks", ríos que solo llevan agua periódicamente (Hoppe, 1993).

Los periquitos siempre viven en grandes bandadas de cientos de ejemplares. Estos grupos recorren grandes distancias en busca de agua y comida, siempre siguiendo el recorrido de los "Creeks". No son aves migratorias propiamente dicho, ya que sus migraciones no están sujetas a una determinada época del año, sino que sólo se van de un lugar si en éste no encuentran suficiente comida o agua. Durante la época de cría se reúnen varias bandadas en una misma comarca, formando así enormes grupos de miles de individuos (Hoppe, 1993).

La organización social en bandadas presenta múltiples ventajas: así, para un ave rapaz, es más difícil localizar y atrapar un individuo dentro de un grupo que si estuviera solo. Además, le es más fácil encontrar nidos, comida, agua, etc. También facilita que se encuentren parejas, ya que si los periquitos fueron solitarios, perderían tiempo valioso para encontrar pareja antes de poder criar (Hoppe, 1993).

Dentro de las bandadas no hay una jerarquía, ningún periquito es más dominante que otro, aunque los periquitos criados en cautividad no parecen seguir siempre esta regla. Casi todos los periquitos dentro de una bandada tienen pareja fija, y tan solo cambian de pareja si uno de los dos muere. Es decir, son monógamos. Es sorprendente cómo se reconocen: para el ojo humano, todos parecen iguales. Pero ellos distinguen su pareja entre los miles de periquitos de una bandada por su voz y pequeñísimas variaciones en el plumaje (Hoppe, 1993).

Cuando empieza la época de las lluvias los periquitos se quedan en un lugar para poner los huevos y criar. Para ahorrar tiempo los periquitos ya se organizan en parejas durante el resto del año, así ya pueden proceder a la cría en cuanto llegan a un lugar. Nidifican en troncos ahuecados de los eucaliptos, varias parejas en un mismo árbol, pero nunca en el mismo nido. Los machos se encargan de buscar nidos, y después los enseñan a sus hembras. Éstas los rechazan o los aceptan. En el segundo caso se encargan de abrir la entrada hasta que tenga el tamaño apropiado, y limpian la cueva. La hembra pone de 4 a 8 huevos sin construir un nido, directamente en el fondo de la cueva. Cuando

la hembra encuba el macho se encarga de llevarle comida y agua dentro de su buche. Siempre intentan sacar tantas crías como pueden, ya que entre ellos hay una gran mortalidad, pero los que no hayan salido del nido cuando cesa la lluvia, están perdidos. El grupo abandona el lugar en busca de agua y comida, y deja atrás a los polluelos demasiado jóvenes para volar, y a los individuos viejos y enfermos (Hoppe, 1993).

Los machos alcanzan la edad fértil a los 3 ó 4 meses, muy temprano en comparación con otras especies de aves. Los testículos funcionan durante todo el año, no como en otras especies, donde sólo lo hacen durante un determinado periodo del año. Esto hace posible que los periquitos puedan empezar a criar en cuanto se les presenta la ocasión, es decir cuando hay lluvias. Pero hay más adaptaciones a esta circunstancia: los periquitos ya buscan pareja antes de alcanzar la edad fértil. Una vez que hayan encontrado pareja se quedan con ella (Hoppe, 1993).

Los periquitos están perfectamente adaptados a su vida en el desierto: pueden aguantar hasta un mes sin beber ni una gota, y se alimentan de semillas de hierbas, frutas, todo lo que encuentren. Su alimento principal son las semillas de 21 especies de hierbas diferentes. Nunca se les ha visto comer insectos, parece que su dieta es estrictamente vegetariana (Hoppe, 1993).

Aprovechan la época de cría para la muda, así no pierden habilidad para el vuelo durante el resto del año. Pero la esperanza de vida de un periquito salvaje raramente pasa de los cuatro años, bastante corto comparado con los 10 a 15 años que pueden alcanzar en cautividad. Tienen muchos enemigos: aves rapaces como halcones, serpientes y ratas que comen los huevos, y en épocas pasadas también el hombre (Hoppe, 1993).

El periquito nunca ha estado en peligro de extinción propiamente dicho, debido a su gran fertilidad y adaptación a su hábitat, pero sí ha habido épocas donde su número ha disminuido alarmantemente. Fue cuando fue descubierto como animal de compañía y se capturaron y exportaron miles y millones de periquitos destinados al mercado europeo. Pero con la prohibición de capturarlos la población se ha reestablecido, y ahora algunos campesinos hasta consideran a los periquitos como una plaga: de hecho, una bandada hambrienta puede destruir una cosecha entera de cereales (Hoppe, 1993).

2.- Antecedentes

✚ Paton y sus colaboradores (1981), utilizando tanto métodos anatómicos como electrofisiológicos mapearon la vía de control vocal del periquillo australiano. El núcleo motor de la siringe fue localizado con estimulación antidrómica y la inyección con peroxidasa de rábano en los núcleos. El transporte retrógrado de la peroxidasa de rábano permitió su seguimiento a lo largo de la vía vocal, para lo cual se repitió a niveles sucesivamente superiores. La conexión encontrada fue confirmada utilizando el transporte anterogrado de peroxidasa de rábano y/o prolina tritiada y estimulación eléctrica orthodrómica.

✚ Encontraron que la vía primaria de control vocal consiste de (1) el núcleo motor que inerva la tráquea y la siringe, (2) el núcleo archiestriado, y (3) un núcleo neostriado. Concluyeron que estos núcleos, posiblemente eran similares a los núcleos de control de la vía vocal del canario. También reportan que la proyección de los núcleos motores a los músculos siringeales es bilateral.

✚ Goller y Suthers en dos trabajos (1996 a, b) estudiaron la fonología del sonido por registro bilateral del flujo de aire, presión subsiringeal y electromiograma de los seis músculos siringeales en nueve sinsontes machos de la especie *Toxostoma rufum*. Encontraron que la actividad del músculo *syringalis ventralis* se incrementa exponencialmente con la frecuencia de los sonidos generados ipsilateralmente con la modulación paralela de la frecuencia. También reportaron que la actividad de los otros músculos siringeales esta positivamente correlacionada con la frecuencia del sonido.

✚ Larsen y Goller (2002), evaluaron el papel de los músculos siringeales en el control de la apertura de la siringe, de forma directa por observación y filmación a través de un endoscopio mientras se estimulaban eléctricamente los diferentes grupos musculares de aves anestesiadas (tres ninfas machos de la especie *Nymphicus hollandicus*, tres cardenales hembras de la especie *Cardinalis cardinalis*, y dos sinsontes machos de la especie *Toxostoma rufum*). Confirmaron, que en aves canoras (sinsontes y cardenales), la contracción de los músculos dorsales (m. *syringalis dorsalis* y m. *tracheobronchialis dorsalis*) constriñen el lumen de la faringe reduciendo el flujo de aire por la aducción del tejido conectivo de los labios medial y lateral. La actividad de la porción media

del m. syringealis dorsalis parece que afecta la posición del labio medial, jugando un papel no descrito en el control de la apertura. La contracción del músculo tracheobronchialis ventralis extiende el lumen siringeal incrementando el flujo de aire por abducción del labio lateral, pero no afecta el labio medial. El músculo syringealis ventralis juega un papel menor en el control de la apertura y la entrada del flujo de aire. En la ninfa, se encontró que durante la respiración en reposo la membrana timpaniforme lateral está parcialmente adducida en el lumen traqueal. La contracción del musculo syringealis superficialis empuja la membrana timpaniforme lateral al lumen traqueal pero no cierra completamente la apertura siringeal. El músculo intrínseco profundo syringealis profundus, abduce la membrana timpaniforme lateral con un movimiento cráneo-lateral, mientras que el músculo extrínseco sternotrachealis incrementa la tensión en la membrana timpaniforme ipsilateral.

✚ Martínez y sus colaboradores (2003), analizaron la lengua de seis machos adultos de periquillo australiano (*Melopsittacus undulatus*), tanto macroscópicamente y a través de microscopía electrónica de barrido con técnicas de maceración con NaOH. El análisis macroscópico mostró un surco mediano a lo largo de las regiones media y posterior. Surcos transversos también fueron observados. El dorso de la lengua mostró una superficie relativamente suave cubierta por epitelio queratinizado, escamoso, estratificado. No fueron detectadas papilas linguales en las regiones anterior y media, siendo solamente observadas en la raíz de la lengua. Estas estructuras se mostraron inclinadas posteriormente. Cerca del ádito de la laringe fueron observadas numerosas proyecciones de papilas linguales. Las regiones, anterior y media mostraron protrusiones de tejido conectivo con disposiciones longitudinal y transversal. La superficie de las protrusiones presentaron papilas digitiformes de tejido conectivo.

✚ Gaban-Lima y Höfling (2006), obtuvieron y describieron las variaciones morfológicas a través de un análisis comparativo de las siringes de aves de la tribu Arini (156 especímenes pertenecientes a 47 especies de 22 géneros). Para llevar a cabo dicho análisis disecaron la región de la siringe y la preservaron en alcohol al 70%, posteriormente fueron limpiadas y se tiñeron con rojo de alizarina para observar los elementos calcificados y azul de alciano

para los elementos cartilagosos y almacenadas en glicerina al 80% (Figura 10).

Una gran cantidad de variaciones desconocidas fueron confrontadas con lo descrito previamente sobre la morfología de la siringe de Psittaciformes. Consideraron que algunas de las variaciones descubiertas probablemente están involucradas en la producción de sonidos las cuales deben tenerse en cuenta para estudios futuros sobre anatomía funcional. Así mismo, consideraron que varios de los caracteres pueden poseer importancia filogenética, dada la congruencia de su distribución entre los taxa y podrían servir para contrastar las hipótesis con respecto las relaciones monofiléticas. Sin embargo, otras variaciones intraespecíficas podrían indicar relaciones polimórficas, lo que refuerza el utilizar el estudio de la anatomía de la siringe como herramienta para el establecimiento de relaciones filogenéticas.

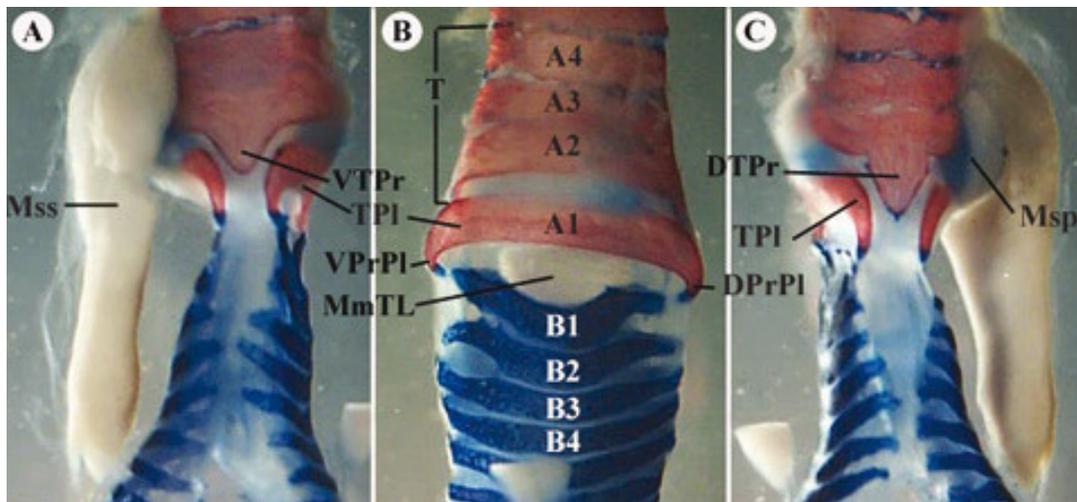


Figura 10.- Vistas ventral (A), lateral izquierda (B) y dorsal (C) de la siringe de *Aratinga aurea*. A1, A2, A3, A4 – elementos esqueleticos craneales, B1, B2, B3, B4 – elementos esqueleticos caudales. **Mss** – *M. syringealis superficialis*, **Msp** – *M. syringealis profundus*, **MmTL** – *Mem. tympaniformis lateralis*, **T** – *tympanum*, **VTPr** – proceso timpánico ventral, **DTPr** – proceso timpánico dorsal **TPI** – placa timpánicae, **VPrPI** – proceso ventral de la placa timpánica , **DPrPI** – proceso dorsal de la placa timpánica. Barra: 1 mm (Tomada de Gaban-Lima y Höfling, 2006).

Recientemente Cevik-Demirkan y sus colaboradores (2007), estudiaron las características macroanatómicas e histológicas de la laringe, tráquea y siringe de la codorniz japonesa (*Coturnix coturnix japonicum*). Un total de 16 codornices adultas divididas en dos grupos (machos y hembras). Ocho especímenes fueron teñidos con azul de metileno al 0.1% por 15 min, seguidos por una deshidratación en etanol al 50% y 70% para el examen macroanatómico. Para la observación de las características histológicas la laringe, tráquea y siringe fueron fijadas en formaldehído al 10% e incluidos en parafina. Secciones de seis micras fueron teñidas con la técnica de hematoxilina-eosina. Encontraron que había tres filas de papilas en posición oral (una fila) y aboral (dos filas) con aspectos de monte. El cartílago cricoide era de forma triangular. Sólo la entrada de la laringe estaba cubierta por una mucosa olfativa mientras que el resto estaba cubierto por mucosa respiratoria. Se encontró que 83-91 anillos traqueales se estrechaban gradualmente en dirección craneo-caudal. Se encontró que ningún solapamiento ocurrió entre los anillos. Una pequeña cantidad de los últimos anillos traqueales no cerraban dorsalmente y formaban el tympanium. El proceso pessulus se conectaba con el último anillo traqueal y el primer anillo bronquial, llegando a presentar una forma de semiprisma en la región de bifurcación siendo vertical con la dirección. La siringe estaba constituida por pares de cartílagos con forma de "C", y de cartílagos bronquiales y siringeales incompletos. La mucosa de la siringe estaba formada por líneas con una capa pseudo-estratificada de epitelio prismático.

3.- Justificación

El estudio de las vías respiratorias superiores se ha demostrado que tiene gran importancia para el establecimiento de relaciones de parentesco (Gaban-Lima y Höfling, 2006), sin embargo, las técnicas utilizadas para su estudio siempre involucran disecar la faringe, laringe, tráquea y siringe, seguida de sus descripción a veces apoyada con la tinción combinada de rojo de alizarina “S” y azul de alciano, por lo que existe mejores descripciones de aves de mayor tamaño. En el presente trabajo se aplico el método de transparentación por digestión alcalina seguida de la doble tinción (de rojo de alizarina “S” y azul de alciano) utilizado en el laboratorio de Anatomía Animal Comparada de la Unidad de Morfología y Función, para el estudio de un ave de pequeño tamaño, así dar una contribución al estudio de su esqueleto faríngeo, laringeo traqueal y siringeal. Además nos permitirá probar las ventajas y desventajas de dicha técnica para el estudio de las vías respiratorias superiores de pequeñas aves.

4.- Hipótesis

Si la técnica de transparentación con doble tinción es un método adecuado para el estudio de las vías superiores del tracto respiratorio del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*), entonces, se espera encontrar un patrón morfológico de las vías superiores del tracto respiratorio semejantes a las reportadas para otras psittaciformes.

5.- Objetivos

- 1.- Aplicar la técnica de transparentación con doble tinción es especimenes de periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).
- 2.- Describir la anatomía del esqueleto faríngeo del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).
- 3.- Describir la anatomía del esqueleto laríngeo del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).
- 4.- Describir la anatomía del esqueleto traqueal del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).
- 5.- Describir la anatomía del esqueleto siringeal del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*).

6.- Método

- 1.- Obtención de 10 periquito australiano hembras (*Melopsittacus undulatus*) en centros de distribución comercial y su posterior transporte al laboratorio de anatomía animal comparada de la unidad de morfología y función de la FES Iztacala.
- 2.- Sacrificio de los especímenes por inyección intraperitoneal de pentobarbital sódico.
- 3.- Desplumar al organismo procurando no dañar la piel.
- 4.- Fijación de los especímenes en formol al 4% neutralizado con borato de sodio por una semana.
- 5.- Lavado de los especímenes en agua abundante por dos días.
- 6.- Deshidratación de los especímenes en un tren de alcohol etílico (20, 40, 60, 80, 90 y absoluto) un día en cada solución.
- 7.- Inmersión de los especímenes en la solución de azul de alciano.
- 8.- Rehidratación de los especímenes en un tren de alcohol etílico inverso (absoluto, 90, 80, 60, 40, y 20%).
- 9.- Lavado de los especímenes en agua abundante por dos días.
- 10.- Tinción de los especímenes con rojo de alizarina "S" por tres días.
- 11.- Lavado de los especímenes en agua abundante por dos días.
- 12.- Digestión alcalina con hidróxido de sodio al 4% por un periodo de 1 a 4 meses.
- 13.- Lavado de los especímenes en agua abundante por dos días.
- 14.- Desollado y eviscerado de los especímenes.
- 15.- Aclaramiento de los especímenes en un tren de glicerina (40, 60, 80, 90 y 100%) dos día en cada solución, hasta estar completamente transparentado (figura 11).
- 16.- Se procedió a disecar el tracto respiratorio superior.
- 17.- Descripción del esqueleto faríngeo, laríngeo traqueal y siringeal en los planos ventral, lateral izquierdo y dorsal utilizando la nomenclatura de la Nomina Anatomica Avium (Baumel et al., 1993).
- 18.- Comparar la descripción obtenida del esqueleto faríngeo, laríngeo traqueal y siringeal con el esqueleto del tracto respiratorio superior reportado por Gaban-Lima y Höfling (2006) para otras especies de psittaciformes.

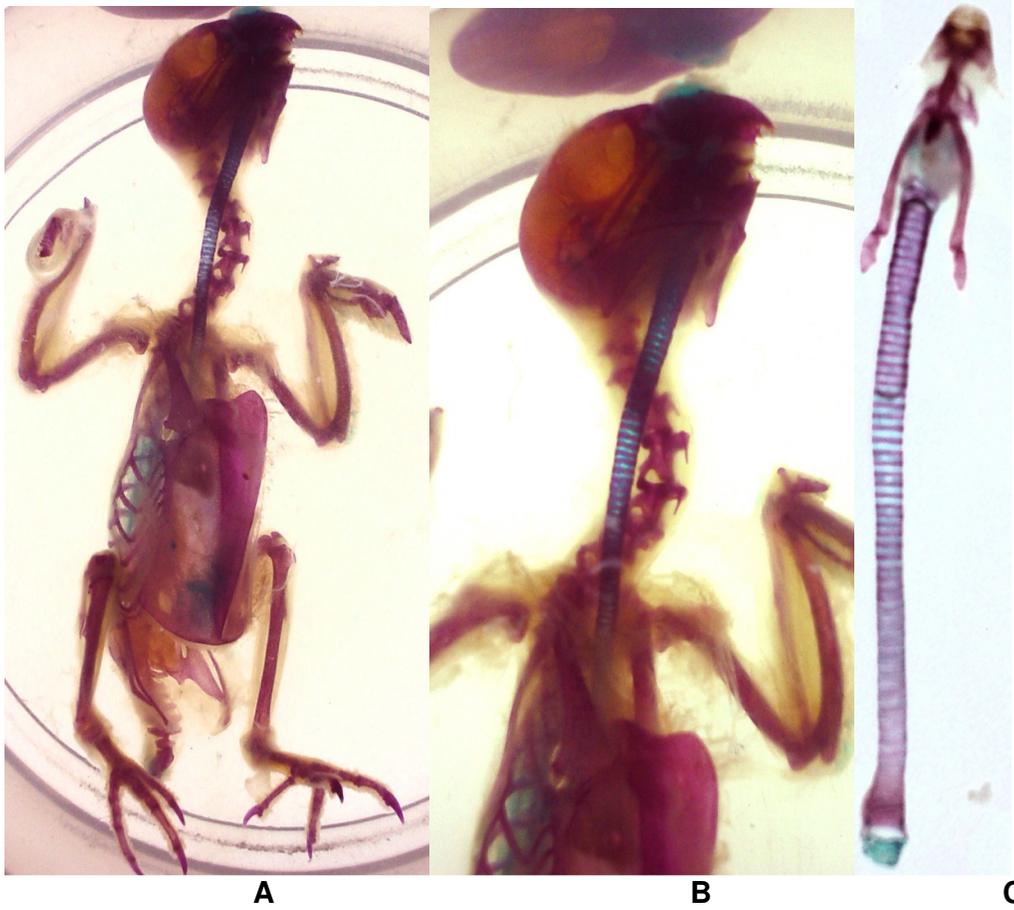


Figura 11. Especimen transparentado de periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). A.- Periquito transparentado vista ventral. B.- Acercamiento en la región donde se observa el tracto respiratorio superior. C.- Tracto respiratorio superior disecado.

7.- Resultados

Los resultados se presentan ordenados en las distintas regiones consideradas:

7.1.- Esqueleto lingual: el esqueleto lingual está formado por las partes paraglosal (entoglossal) y basibranchial rostral (basihyal) del hueso hioides teniendo una longitud rostrocaudal de 13.79 mm (Figura 12).

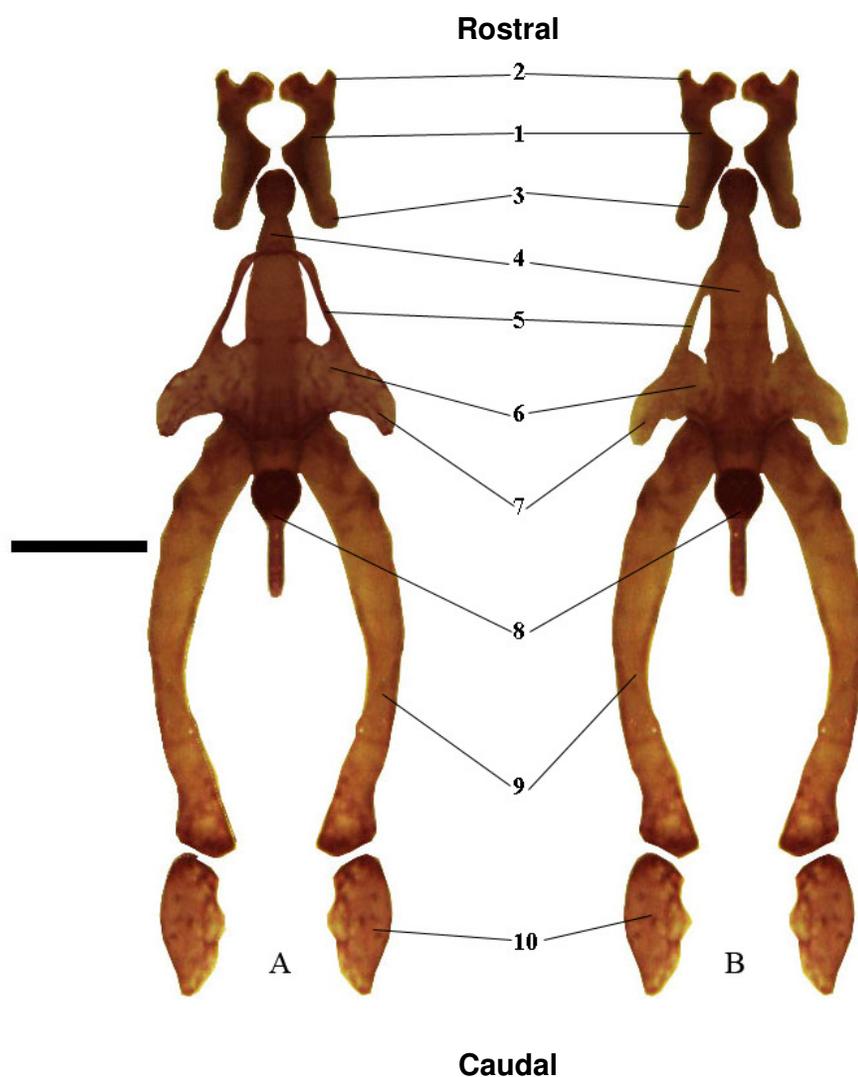


Figura 12. Esqueleto lingual del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). A.- Vista dorsal; B.- Vista ventral. , 1.- Hueso paraglosal (entoglossal). 2.- Cuerno cefálico del hueso paraglosal. 3.- Cuerno caudal de hueso paraglosal. 4.- basibranchial rostral (basihyal). 5.- Arco dorsal de los parabasibranchiales. 6.- Parabasibranchiales. 7.- Ala del parabasibranchial. 8.- Basibranchial caudal (urohyal). 9.- Ceratobranquial. 10.- Hueso epibranchial. Longitud de la barra= 20 mm.

El hueso paraglosal tiene una forma rectangular, con un longitud rostrocaudal de 2.32 mm, con un ancho mayor de 0.83 mm y un ancho menor de 0.32 mm. Se encuentra ubicado en posición paramedial, es par y se asienta en la parte libre de la lengua. A partir del extremo cefálico se extiende rostrolateralmente un par de cuernos cortos paraglosales cefálico, mientras que en el extremo caudal un par de cuernos cortos, de huesos paraglosales se extienden caudolateralmente. Caudalmente se encuentra el hueso paraglosal formando una articulación sinovial poliaxial con el hueso basibranquial rostral (Figura 12), esto implica que el hueso paraglosal goza de una gran movilidad en muchos planos.

El hueso basibranquial rostral se asienta en la parte fija de la lengua, sus extremos rostral posee un área articular esférica mientras que la caudal es relativamente ancha sin movilidad. Posee una longitud rostrocaudal de 4.42 mm con un ancho mayor de 0.95 mm y un ancho menor de 0.32 mm. En su porción lateral se observa un par de huesos adicionales no descritos con anterioridad, esto se denominaron de acuerdo a su posición parabasibranquiales el cual posee una longitud rostrocaudal de 1.05 mm con un ancho de 1.47 mm. Presentan en su superficie dorsal un arco muy bien desarrollada que posee una dirección caudorostral que posee una base de 2 mm con una altura de 1.47 mm, el arco posee un extremo apical plano de 0.42mm. También es notoria una placa que se extiende lateralmente, esta se denomino ala caudolateral del parabasibranquial (Figura 12).

Caudalmente, se articula con el hueso basibranquial caudal en posición medial que posee una longitud rostrocaudal de 1.89 mm con un ancho mayor de 0.74 mm y un ancho menor de 0.22 mm (Figura 12).

El basibranquial rostral se articula lateralmente con el ceratobranquial, el cual es un hueso largo con una longitud rostrocaudal de 6.32 mm, un ancho mayor de 0.84 mm y un ancho menor de 0.42 mm. El ceratobranquial caudalmente se articula con los ceratobranquiales que son muy cortos y con forma de almendra, poseen una longitud rostrocaudal de 2.11 mm con una anchura máxima de 1.05 mm (Figura 12). Con excepción del hueso paraglosal y de los huesos parabasibranquiales, los restantes elementos posee el patrón básico descrito por Sisson y Grossman (2002) para las aves en general.

7.2.- Esqueleto laríngeo: el esqueleto laríngeo está formado por cuatro elementos, el cricoides medial y el procricoides y los aritenoides.

El cricoides es impar (Figura 13). Este es el componente mayor y posee unos 5.15 mm de longitud rostrocaudal y 6.03 mm de ancho en su parte más ancha que es la caudal. Posee formas de herradura. Está constituido por tres componentes: a) Placa cricoides ventral (Figura 13), es una placa larga, cóncava dorsalmente. Esta completamente osificada, no observándose la expansión rostral típica de otras aves. Las alas izquierda y derecha (láminas cricoides dorsales) están fusionadas con la porción lateral del cuerpo. El borde medial de cada ala del cricoides se une por una articulación sinovial con el procricoides y así se forman la articulación procricocricoidea. El borde lateral del ala es algo más grueso y se adelgaza hacia su contacto con el borde rostral de la placa cricoides ventral. No se observa una articulación directa entre el cricoides y el aritenoides. Ni se observan porciones cartilaginosas en el cricoides.

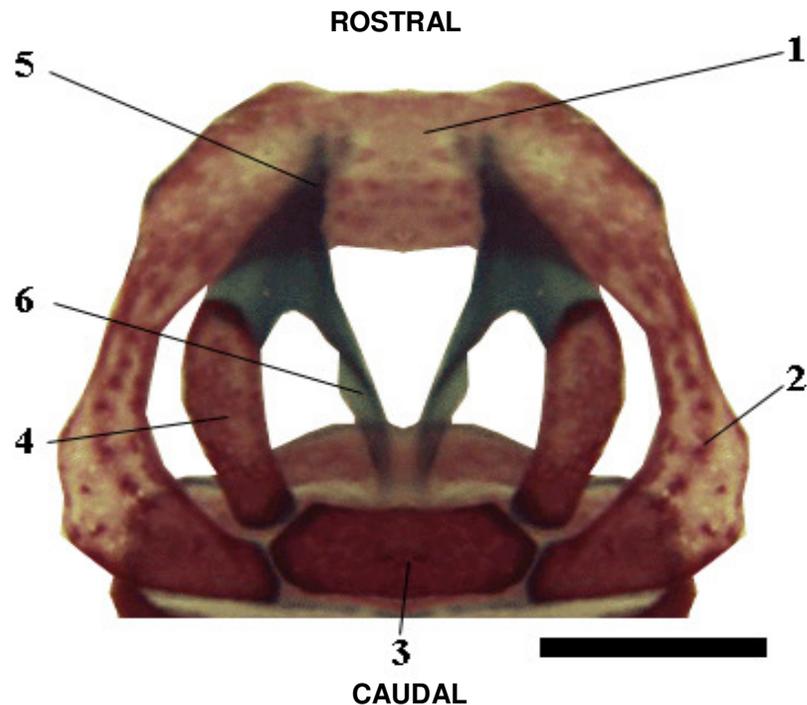


Figura 13. Vista dorsal del esqueleto laríngeo del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). 1.- Placa cricoides ventral. 2.- Las alas izquierda y derecha (láminas cricoides dorsales). 3.- Procricoides. 4.- Apófisis rostral del aritenoides. 5.- Apófisis caudal del aritenoides. 6.- Cuerpo del aritenoides. Longitud de la barra= 2 mm.

El procricoides es medial, dorsal y pequeño (Figura 13). Tiene forma de rectangular. Posee una anchura de 2.19 mm con una longitud rostrocaudal de 0.82 mm. En la zona dorsolateral rostral posee las áreas articulares donde se unen los cuerpos del aritenoides izquierdo y derecho, formando así la articulación procricoaritenoidea. Caudalmente posee otras dos áreas articulares izquierda y derecha, en las cuales se unen las alas cricoideas izquierda y derecha (articulación procricocricoidea). El procricoides está completamente osificado.

Los aritenoides son pares (Figura 13). Cada uno está formado por un cuerpo que posee una longitud rostrocaudal de 2.3 mm y un ancho de 0.71 mm, una apófisis rostral de 1.75 de longitud rostrocaudal y una apófisis caudal con 1.97 de longitud rostrocaudal. El cuerpo se articula caudomedialmente con el procricoides mediante una articulación sinovial, llamada articulación procricoaritenoidea. El cuerpo también se desliza libremente sobre el borde medial del ala cricoidea. Únicamente el cuerpo del aritenoides está completamente osificado

7.3.- Esqueleto traqueal: el número de los elementos traqueales varía de 59 a 68 anillos, con osificación en su cuerpo central y zonas cartilaginosas en sus extremos rostral y caudal (Figura 14). El primero sigue inmediatamente después de cartílago cricoidea y al menos uno precede al tímpano de la siringe. Cada anillo es un círculo completo (Figura 14). No hay un solapamiento entre los anillos en ninguna de sus porciones. El diámetro, progresivamente, decrece (Figura 14). Así, en los anillos más anchos se encuentran en el tercio rostral de la tráquea, con un diámetro promedio de 3.68 mm y una anchura promedio de 0.74 mm; En el tercio intermedio se observó un diámetro promedio de 2.41 mm y una anchura promedio de 0.64 mm. Los anillos del tercio siringeal poseían un diámetro promedio de 1.98 mm y una anchura promedio de 0.48 mm.

7.4.- Esqueleto siringeal: la siringe de 47 especies de Psittaciformes han sido descritas exhaustivamente, este órgano está situado en la bifurcación de la tráquea, penetra en los bronquios derecho e izquierdo, precisamente en el interior del orificio celómico y queda suspendido en el seno del saco aéreo clavicular. La siringe posee una longitud rostro caudal de 8.96 mm, con un ancho mayor de 3.94 mm y un ancho menor de 1.93mm. Su característica

externa más notable es un acentuado incremento de la longitud dorsoventral. El esqueleto está compuesto por cuatro elementos.

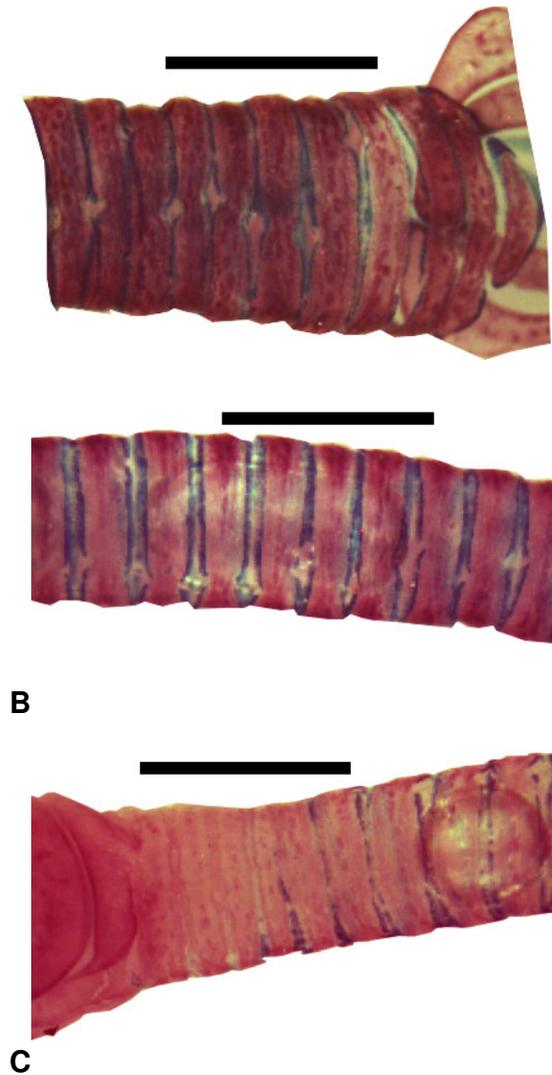


Figura 14. Vistas laterales de la tráquea del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). A. Porción rostral. B. Porción intermedia. C. Porción caudal. Longitud de la barra= 2 mm.

Los elementos craneales o elementos “A” (Figura 15), que se componen de cuatro anillos (A2 al A5) y dos elementos pares (A1). Su diámetro es ligeramente mayor que en los anillos traqueales precedentes; así mismo se hallan más cercanos de modo que en algunos puntos sus bordes dorsales se funden y en otros se hallan unidos por tejido fibroso denso. Según Myers son de origen traqueal (Sisson y Grossman, 2002).

Los elementos craneales se dividen con claridad, cranealmente en el *tympanum* (Figura 15), un cilindro formado por la fusión parcial o total de 4 elementos "A" completos que adquieren una forma del anillo. Los procesos ventrales y dorsales del tímpano se extienden fuera del borde caudal con una forma aproximadamente triangular conocido como proceso timpaniforme ventral y dorsal (Figura 5). Ambos procesos se unen medialmente dividiendo la luz de la tráquea en los dos bronquios, los dos procesos unidos en conjunto constituyen el Pessulus.

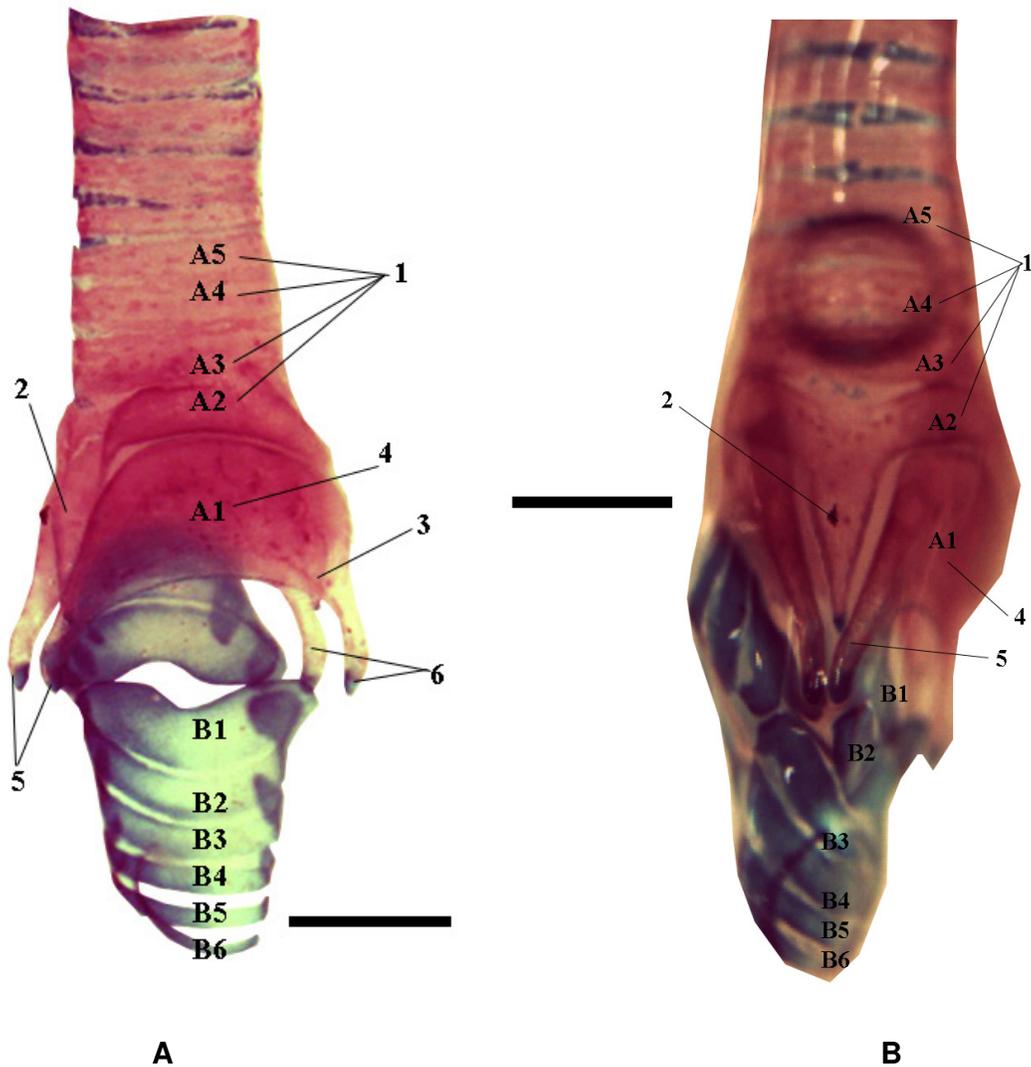


Figura 15. Esqueleto siringeal del periquito australiano (*Melopsittacus undulatus*). A.- Vista lateral. B.- Vista ventral. 1.- *Tympanum*. 2.- Proceso timpaniforme ventral. 3.- Proceso timpaniforme dorsal. 4.- Placas timpánicas. 5.- Procesos ventrales. 6.- Procesos dorsales. "A1" a "A5" elementos craneales o elementos "A". "B1" a "B5" elementos "B". Longitud de las barras = 2 mm.

Caudalmente al *tympanum* y unido a él hay un par de proyecciones esqueléticas planas en posición lateral a la tráquea y soportando la porción craneal de la *Mem. tympaniformis lateralis*, de ahí el termino de placas timpánicas (A1) (Figura 15). La *Mem. tympaniformis lateralis* (Fig. 5) son soportadas cranealmente por las placas timpánicas y caudalmente por el elemento B1.

Las placas timpánicas se interpretan según Gaban-Lima y Höfling (2006) como el elemento "A1" (Figura 5) mediamente se divide en dos pares de procesos ventrales y dorsales. Los procesos ventrales y dorsales de la placa timpánica se extienden fuera de su borde caudal, tanto sobre el vértice ventral como por el dorsal (Figura 5). En esta placa se delimitan dos regiones (Figura 5): (1) gruesa y esponjosa, similar a los elementos "A" que constituyen parte del *tympanum*, ocupando la porción más craneal; (2) los procesos caudales y sus bordes ventrales y dorsales, cuyos extremos es cartilaginoso.

Los elementos "B" siempre son pares y medialmente incompleto (Figura 5), se encuentran en número de 5 a 6. Los elementos B más craneales son generalmente cóncavos y tienen una región lateral plana que se une a las placas timpánicas. En dirección caudal estas regiones adelgazan, junto con la concavidad craneal, hasta que ellos desaparecen. Los elementos más caudales se tienden a ser más delgados (Figura 5).

8.- Discusión

La discusión se presenta ordenada en las distintas regiones consideradas:

8.1.- Esqueleto lingual: el esqueleto lingual, es la estructura que presenta las variaciones más interesantes, la presencia de un par de huesos paraglosales que se unen al resto del esqueleto lingual a través de la articulación poliaxial del basibranchial le permiten una amplia movilidad a la lengua, lo cual está de acuerdo por lo reportado por diferentes autores (Patterson y Pepperberg 1994, 1998; Warren et al., 1996) que indica que dicha propiedad permite a la lengua modular la vocalización dando características independientes de la fuente al sonido que emite. Las características de los paraglosales no tienen semejanza con los esqueletos linguales reportados para galliformes, carpinteros y algunas passeriformes donde se ha descrito como un hueso impar (Sisson y Grossman, 2002). También hay que mencionar que el arco del parabasibranchial es una estructura que sirve de inserción a una gran cantidad de músculos lo cuales se pueden asociar con la gran movilidad de la lengua. Este carácter, en caso de demostrarse su existencia en otros psittaciformes, consideramos que puede tener una gran importancia, tanto para el establecimiento de relaciones de parentesco entre las diferentes especies de pericos, como sus adaptaciones a su ambiente.

8.2.- Esqueleto laríngeo: el esqueleto laríngeo muestra varias diferencias con respecto a lo reportado en diferentes especies (Sisson y Grossman, 2002), en particular hay dos caracteres que sobresalen, la gran osificación de los elementos constituyentes y la falta de la expansión rostral típica de otras aves. Estas características no indican que es una estructura mucho más rígida, lo cual está en relación directa con la resistencia necesaria para soportar la gran musculatura asociada con la movilidad de la lengua.

8.3.- Esqueleto traqueal: los anillos traqueales muestra las características típicas del grupo de las psittaciformes que ya han sido reportadas (Gaban-Lima y Höfling. 2006), sin embargo, se observa una gran calcificación central en todos los anillos traqueales, posiblemente se deba a que solo se utilizaron especímenes adultos.

8.4.- Esqueleto siringeal: la siringe muestra las características típicas de los psitaciformes ya descrita por otros autores (Gaban-Lima y Höfling. 2006), indicando que es un carácter constante dentro de este grupo.

9.- Conclusiones.

De acuerdo a nuestros resultados podemos extraer las siguientes conclusiones:

1.- La osificación desde la lengua hasta los elementos "A" de la siringe fue un carácter constante en los tractos respiratorios superiores en este tipo de ave. De ahí que la creencia sostenida algunos autores (King y McLelland, 1975) en relación que hay un predominio de la osificación solo en especies grandes, no se comprueba en esta especie pequeña.

2.- Se encontró una estructura lingual y laríngea muy particular, la cual está asociada con una gran movilidad lingual previamente reportada por diferentes autores (Patterson y Pepperberg, 1994, 1998; Warren, et al., 1996). Se propone que este carácter puede tener importancia tanto para establecer relaciones de parentesco, como para el análisis de sus adaptaciones al ambiente entre las diferentes especies de pericos, sin embargo, esto solo se puede probar con una mayor cantidad de estudios en otras especies de psittaciformes.

3.- Con respecto al patrón del esqueleto traqueal y faríngeo, no se observan grandes diferencias con respecto a la información ya publicada (Gaban-Lima y Höfling. 2006).

10.- Bibliografía

1. Baumel, J. J., King, A. S. Breazile, J. E. Evans, H. E. and Vanden Berge, J. C. (1993) *Nomina Anatomica Avium*. Cambridge Press.
2. Cevik-Demirkan, A. Hazirolu R. M. and Kürtül, I. (2007) Gross Morphological and Histological Features of Larynx, Trachea and Syrinx in Japanese Quail. *Anat. Histol. Embryol.* 36, 215–219.
3. Dyce, K. M., Sack, W. O. and Wensing, C. J. G. (1996) *Textbook of Veterinary Anatomy*, 2nd edn. Philadelphia: W.B. Saunders Co.
4. Fitzgerald, C. T., (1970) *The Coturnix Quail Anatomy and Histology*. Ames, IA: Iowa State University Press.
5. Gaban-Lima R. and Höfling E. (2006) Comparative Anatomy of the Syrinx in the Tribe Arini (Aves: Psittacidae). *Braz. J. morphol. Sci.* 23(3-4), 501-512.
6. Goller F. and R. Suthers (1996a) Role of Syringeal Muscles in Controlling the Phonology of Bird Song. *Journal of Neurophysiology*. Vol. 76, (1) 287-300.
7. Goller F. and R. Suthers (1996b) Role of Syringeal Muscles in Gating Airflow and Sound Production in Singing Brown Thrashers. *Journal of Neurophysiology*. Vol. 76, (2), 867-876.
8. Gross, W. B., (1964) Voice production by the chicken. *Poult. Sci.* 43, 1005–1007.
9. Hall, R. (1922) *Australian Bird Maps*. Published Hobart, Australia.
10. Harris, C. L., Gross, W. B. and Robeson, A. (1968) Vocal acoustics of the chicken. *Poult. Sci.* 47, 107–112.
11. Herrerías, B. F. (1964) *Estudio anatómico comparativo de la laringe de algunas aves de México*. Tesis de Doctorado, F.V.Z., UNAM.
12. Hoppe, D. (1993) *Cotorras y Papagayos*. Ediciones Omega, España.
13. King, A. S. and Roberts, M. C. (1965) The laryngeal cartilages and muscles of *Gallus domesticus*. *J. Anat.* 99: 410-411.
14. King, A. S. y J. McLelland. (1975). *Outlines of Avian Anatomy*. London: Bailliere Tindall.
15. King, A. S., and McLelland, J. (1984) *Birds: their Structure and Function*, 2nd ed. London: Bailliere and Tindall.

16. Larsen O. N. and Goller F. (2002) Direct observation of syringeal muscle function in songbirds and a parrot. *The Journal of Experimental Biology* 205, 25–35.
17. Mannega, A., (1964) The tracheal rings in domestic birds. *Poult. Sci.* 43, 1279.
18. Martinez, M.; Stefanini, M. A.; Martinez. F. E.; Guida, H. L.; Pinheiro, P. F. F.; Almeida, C. C. D. and Segatelli, T. M. (2003) Morphological Study of the Tongue of Budgerigar (*Melopsittacus undulatus*). *Int. J. Morphol* vol.21, (2) 117-122.
19. Martins, A. y Pijoan, M. (1999) *Aves*. Ed. Oceano, España.
20. Mathews, G. M. and Iredale T. (1921) *A manual of the birds of Australia*. H. F. & G. Witherby, London.
21. McLelland, J. (1965) The anatomy of the rings and muscles of the trachea of *Gallus domesticus*. *J. Anat.* 99: 651-656.
22. Mori, C. (1957) A comparative anatomical study of laryngeal cartilages and laryngeal muscles of birds and a developmental study in the domestic fowl. *Acta Med. Fukuoka*, 27: 1629-1678.
23. Morrissey, J. K. (1997) Diseases of the Upper Respiratory Tract of Companion Birds. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, Vol 6, (4), 195-200.
24. Paton J. A., Manogue K. R., and Nottebohm F. (1981) Bilateral Organization of the Vocal Control Pathway in the Budgerigar, *Melopsittacus undulatus*. *The Journal of Neuroscience* Vol. 1, (11), pp. 1279-1288
25. Piperno, E., and Peirone, S. (1975) Morphological characteristics and mutual relationships of the tracheal cartilaginous rings in *Gallus gallus*. *Anat. Histol. Embryol.* 4, 172–178.
26. Sisson, S. y Grossman, J. D. (2002) *Anatomía de los animales domésticos*. Vol. II. Ed. Salvat, S. A. España.
27. Tucker, R. (1966) Differentiation of epithelial and connective tissue components in the tongue of *Gallus gallus*. *Res. Ver. Sci.* 7:1-16.
28. Patterson, D. K., and Pepperberg, I. M. (1994) A comparative study of human and parrot phonation: Acoustic articulatory correlates of vowels. *J. Acoust. Soc. Am.* 96, 634–648.

29. Patterson, D. K., and Pepperberg, I. M. (1998) Acoustic and articulatory correlates of stop consonants in a parrot and a human subject. *J. Acoust. Soc. Am.* 103, 2197–2215.
30. Warren, D. K., Patterson D. K. and Pepperberg. I. M. (1996) Mechanisms of American English vowel production in a Grey parrot (*Psittacus erithacus*). *Auk* 113, 41–58.