



## MORFOHISTOLOGIA Y CITOQUIMICA COMPARADA DEL TRACTO DIGESTIVO EN TRES ESPECIES DE AVES (EMBERIZIDAE)\*

Marta Chikilian, María Gabriela Celaya y Noemí Bee de Speroni.

Cátedra de Anatomía Comparada.

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (U.N. Cba.)

Vélez Sarsfield 299 - 5000 Córdoba, Argentina.

**RESUMEN.** Se analiza comparativamente el tracto digestivo de *Zonotrichia capensis* (chingolo), *Saltator aurantirostris* (pepitero de collar) y *Sicalis flaveola* (jilguero) en relación a sus dietas mixtas. El esófago está revestido internamente por un epitelio estratificado parcialmente queratinizado. En la lámina propia se hallan glándulas túbulo-alveolares simples en toda la longitud del órgano. El proventrículo y ventrículo muestran uniformidad morfológica en las tres especies. *Saltator aurantirostris* exhibe los máximos valores en las estructuras proventriculares. El menor espesor de la capa de koilina y altura de las glándulas tubulares se determina en *Sicalis flaveola*. El proventrículo, ventrículo e intestino internamente están revestidos por un epitelio cilíndrico simple. Estas aves poseen un par de ciegos cólicos linfoepiteliales. Las mucosustancias más abundantes son glicoproteínas (predominan en el ventrículo y células caliciformes intestinales), sulfomucinas (abundan en las células caliciformes) y moderados glicosaminglicanos ácidos. Las variaciones estructurales y citoquímicas se relacionan con la abundancia, tamaño y dureza de los ítems ingeridos. Las similitudes resultan de un proceso de paralelismo evolutivo.

**ABSTRACT.** Comparative morphohistology and cytochemistry of the digestive tract in three species of birds (Emberizidae). The morphohistological and citochemical determination of mucosubstances in the digestive tract was comparatively analyzed in *Zonotrichia capensis*, *Saltator aurantirostris* and *Sicalis flaveola* of Córdoba fauna (Argentina), in relation to the mixed diet of them. A

\* Presentado en el XXIX Congreso de la Asociación Rioplatense de Anatomía, Córdoba, Octubre 1992.

stratified epithelium with partial keratinization was found in the esophagus. Well developed simple tubulo-alveolus gland were located in lamina propria in all its length. The proventriculus and ventriculus uniformity of showed shape in these birds. The greatest value in the structure of the proventriculus was determined in *Saltator aurantirostris*. *Sicalis flaveola* exhibited the lowest thickness koilin layer and height tubular glands. The mucous membrane had a cylindric simple epithelium in proventriculus, ventriculus and intestine. A pair of colic caeca limphoepithelial was observed in these birds. The most abundant mucosustances in the digestive tract were glycoproteins (predominate in the ventriculus and globet cells), sulfomucins (prevailing in the globet cells) and acid glycosaminglycanes moderates. The morphological variations of some organs as well as the structural and cytochemical characteristic of the alimentary canal, in these Emberizidae were related with abundance, size and hardness of the foods. These similarities can be attributed to paralell evolution.

## INTRODUCCION

Las aves colonizaron variados nichos ecológicos permitiéndoles aprovechar distintos tipos de alimentos (semillas, frutos, brotes, insectos, pequeños vertebrados, etc.).

Varios autores señalan que los hábitos alimenticios, la calidad y cantidad de nutrientes no sólo influyen en el tamaño del sistema digestivo sino también en la morfohistología y contenido de carbohidratos complejos (Leopold, 1953; Sitna, 1965; Pendergast y Boag, 1973; Inforzato de Lima, 1977; Bee de Speroni y Chikilian, 1983; Chikilian y Bee de Speroni, 1985, 1989; Chikilian, 1990).

Prosiguiendo estudios sobre la morfología e histoquímica del sistema alimentario en aves de la fauna de Córdoba, en el presente trabajo se analiza comparativamente el tracto digestivo de *Zonotrichia capensis*, *Saltator aurantirostris* y *Sicalis flaveola* en relación a sus dietas mixtas.

## MATERIAL Y METODOS

Se emplearon ejemplares adultos machos (seis por especie) de *Zonotrichia capensis* (chingolo), *Saltator aurantirostris* (pepitero de collar) y *Sicalis flaveola* (jilguero).

Los especímenes fueron capturados mediante el uso de redes de niebla en diferentes localidades del Departamento Río Primero (Provincia de Córdoba), ubicadas en las regiones fitogeográficas del Chaco y del Espinal (Luti *et al.*, 1979). En el laboratorio, los ejemplares se sacrificaron tras ayuno de seis horas mediante éter sulfúrico. Se diseccionaron extrayéndose los tubos digestivos completos, dos de los cuales fueron colocados en formol 10% para el análisis morfológico. En los restantes se seccionaron los diferentes órganos: esófago, estómago (glandular y muscular), intestino (delgado y grueso) y ciegos cólicos.

Las muestras se fijaron en formol 10% tamponado a pH 7 (Lillie, 1954) durante

17-48 horas según su tamaño y espesor de las capas musculares. Posteriormente, se lavaron en agua corriente y se procedió a la deshidratación en alcoholes de graduaciones crecientes e inclusión en parafina. Se efectuaron cortes transversales seriados de 7 micrómetros.

Para medir los espesores de las capas tisulares del tracto digestivo se empleó un ocular micrométrico ST 2-M y microscopio Leitz Wetzlar. Los valores obtenidos representan medias aritméticas de 30 mediciones en secciones de los diferentes órganos. A los fines de hacer comparables las mediciones (debido a las variaciones de tamaños de las aves) se obtuvieron porcentajes en relación al diámetro del órgano. La terminología empleada se basa en la Nomina Anatomica Avium (Baumel *et al.*, 1979).

Los métodos histológicos y citoquímicos usados fueron: coloración Hematoxilina-Eosina; Tricrómico de Mallory, Acido Peryódico-Schiff (PAS) (Lillie, *op. cit.*); PAS-amilasa; Alcian Blue pH 1,0 y 2,5 (Mowry, 1963); Azul de Toluidina pH 1,0 y 3,8 (Lillie, *op. cit.* y Barka y Anderson, 1967); Metilación a 37°C y 60°C (Lillie, *op. cit.*).

El análisis del contenido estomacal fue realizado por el primer autor (Chikilian, *op. cit.*).

## RESULTADOS

### a) Descripción morfo-histológica:

La morfología del tubo digestivo de *Zonotrichia*, *Saltator* y *Sicalis* es simi-

lar al modelo básico de las aves. Consta de esófago, estómago dividido en dos cámaras (glandular o proventrículo y muscular o ventrículo) y el intestino diferenciado en delgado y grueso por la presencia de un par de ciegos cólicos (Fig. 1).

### I) Esófago.

El esófago (*esophagus*) es un conducto cilíndrico indiferenciado en *Saltator* y *Zonotrichia*, no así en *Sicalis* que posee una dilatación temporaria o buche.

La superficie interna del órgano posee pliegues (*plicae esophageales*). En *Zonotrichia* y *Sicalis* muestran bordes rectos y agudos y en *Saltator* curvados.

Histológicamente se observan cuatro capas: mucosa (*tunica mucosa*), submucosa (*tela submucosa*), muscular (*tunica muscularis*) y serosa (*tunica adventitia*).

El epitelio esofágico es plano estratificado moderadamente queratinizado en las tres especies, empero en *Zonotrichia* se observa el mayor espesor.

Las glándulas mucosas (*glándulas esophageales*), son túbulo-alveolares, ubicadas en la lámina propia, y no muestran variaciones cuantitativas en altura.

La muscular de la mucosa posee fibras dispuestas longitudinalmente.

En *Sicalis* se determina el menor espesor. La submucosa está ausente y la muscular exhibe una capa interna circular y una externa longitudinal. Sólo a nivel de las capas musculares se detectan variaciones cuantitativas. El espe-

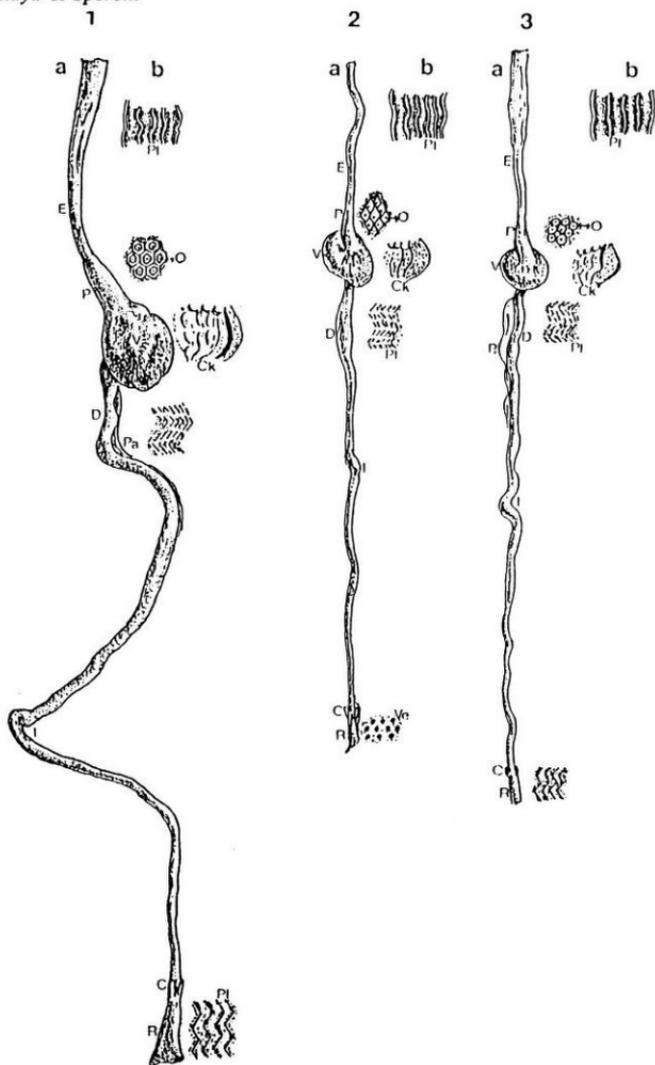


Fig. 1: Morfología del tracto digestivo de: 1) *Saltator aurantiirostris*, 2) *Zonotrichia capensis* y 3) *Sicalis flaveola*. a, externa; b, interna. Abreviaturas: C, ciegos cólicos; Ck, cubierta de koilina; E, esófago; D, duodeno; I, ileon; O, orificios glandulares; P, proventriculo; Pa, páncreas; Pl, pliegues; R, recto; V, ventrículo; Ve, vellosidades.

sor de las mismas es mayor en *Saltator* (Cuadro 1).

#### II) Estómago glandular o proventrículo.

Es un órgano fusiforme y cónico, con numerosos pliegues donde se abren los orificios glandulares. En *Sicalis* se disponen sobre papilas esferoidales, mientras que en *Zonotrichia* se ubican en el centro de pliegues continuos con diseño romboidal. En *Saltator* están rodeados por pliegues laminares discontinuos.

Internamente los pliegues están revestidos de un epitelio cilíndrico simple. En la lámina propia se hallan criptas mucosas (*glandula proventriculares superficiales*) y glándulas compuestas (*glandula proventriculares profundae*) (Fig. 2)

Las capas musculares poseen la misma disposición que en el esófago. *Sicalis* presenta un ligero incremento en el espesor de las mismas.

*Saltator* exhibe los valores máximos en las mediciones de las diferentes estructuras analizadas.

#### III) Estómago muscular o ventrículo.

Posee forma de lente biconvexa de contorno circular. Las paredes del órgano están constituidas por masas musculares simétricas. Internamente está revestido por una capa de consistencia semifirme, la cubierta de koilina (cutícula gástrica) en la que se observan pliegues y láminas de fricción, protuberancias de escaso desarrollo en estas especies (Fig. 3).

Histológicamente revela un epitelio cilíndrico simple que reviste tanto los pliegues como a las criptas, en donde

desembocan las glándulas tubulares simples (*glandula ventriculares*) ubicadas en la lámina propia.

La muscular de la mucosa y submucosa no se visualizan. La capa muscular tiene un gran desarrollo, representada por un estrato circular (*stratum circulare*). Posee un papel muy importante en la mecánica trituradora del alimento.

En *Sicalis* la capa de koilina y las estructuras glandulares son de menor espesor, con respecto a las otras dos especies.

#### IV) Intestino.

El intestino está diferenciado externamente en delgado, desde el píloro hasta la desembocadura de los ciegos cólicos, y en grueso desde esa región hasta la cloaca. El intestino delgado consiste de duodeno e íleon.

El área superficial interna de la mucosa está incrementada por una serie de proyecciones, pliegues, láminas y vellosidades (*villi intestinales*). Las proyecciones del duodeno forman láminas y en el íleon pliegues, ambas en zig-zag en estas especies. En la porción rectal las vellosidades son redondas en *Zonotrichia* y pliegues en zig-zag en *Saltator* y *Sicalis* (Fig. 1).

Un epitelio cilíndrico simple reviste las vellosidades y criptas (glándulas intestinales) destacándose dos tipos celulares: células caliciformes y células principales con borde estriado (Fig. 4).

La altura de los pliegues (duodeno-íleon) alcanza una cifra superior en *Saltator*.

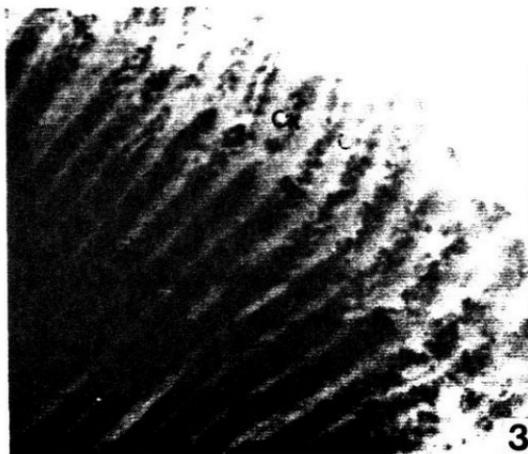
El espesor de las criptas glandulares (duodeno) muestra ligeras diferencias entre *Sicalis* y *Zonotrichia*, mientras que en el íleon es mayor en *Saltator*.

Cuadro 1: Características cuantitativas. Las medidas de las estructuras histológicas están dadas en micrómetros, entre paréntesis porcentajes de dichos valores en relación al diámetro. Con \* se representa la suma de las capas musculares internas y externas.

Organo	Estructura histológica	<i>Saltator aurantirostris</i>	<i>Sicalis flaveola</i>	<i>Zonotrichia capensis</i>
Esófago	Diámetro	2321	1654	1355
	Espesor epitelio	127 (11)	96 (12)	87 (13)
	Glándulas mucosas	126 (11)	90 (11)	69 (10)
	Espesor muscular mucosa	78 (7)	33 (4)	44 (6)
	Espesor muscular	117 (10)	32 (4)	48 (7)
Estómago Glandular	Diámetro	3438	1783	2628
	Altura de pliegues	202 (11)	88 (10)	139 (10)
	Altura glándulas compuestas	736 (43)	337 (38)	540 (41)
	Diámetro glándulas compuestas	383 (52)	206 (61)	387 (72)
	Espesor muscular mucosa	41 (2)	34 (4)	22 (2)
	Espesor muscular	64 (4)	48 (5)	41 (3)
Estómago Muscular	Diámetro	11160	8450	9120
	Espesor capa de koilina	146 (3)	61 (1)	144 (3)
	Espesor de glándulas	231 (4)	124 (3)	243 (5)
Intestino Delgado (Duodeno)	Diámetro	4296	1656	3182
	Altura de pliegues	780 (36)	208 (25)	391 (25)
	Espesor capa criptas	178 (8)	76 (9)	155 (10)
	Espesor muscular mucosa	5 (0,2)	4 (0,4)	3 (0,2)
	Espesor muscular	*58 (3)	*41 (5)	*26 (1)
Intestino Delgado (Ileon)	Diámetro	2676	1713	2714
	Altura de pliegues	488 (36)	206 (24)	261 (19)
	Espesor capa criptas	105 (8)	41 (5)	77 (6)
	Espesor muscular mucosa	16 (1)	16 (2)	9 (1)
	Espesor muscular	*50 (3)	*49 (5)	*41 (3)
Intestino Grueso (Recto)	Diámetro	2608	1437	2527
	Altura de pliegues	460 (32)	168 (23)	236 (19)
	Espesor capa criptas	98 (8)	35 (5)	74 (6)
	Espesor muscular mucosa	13 (1)	13 (2)	8 (1)
	Espesor muscular	*50 (3)	*39 (5)	*32 (3)



Fig. 2: Estómago glandular de *Saltator aurantiirostris*. Abreviaturas: Gtc, glándula tubulosa compuesta; Ec, epitelio del canal central; Mm, muscular de la mucosa; M, muscular, (Hematoxilina-eosina 64x). Fig. 3: Estómago muscular de *Zonotrichia capensis*. Abreviaturas: Ck, cubierta de koilina; Gits, glándulas tubulosas simples. (Tricrómico de Mallory 320x). Fig. 4: Intestino delgado de *Saltator aurantiirostris*. Abreviaturas: Cbm, cubierta de membrana; Cc, células caliciformes, Lp, lámina propia; Crm, criptas mucosas. (Hematoxilina-eosina 320x).



La muscular de la mucosa y la muscular presentan los máximos valores en todo el intestino de *Sicalis*.

Las vellosidades del intestino grueso son de menor altura, con respecto a las del intestino delgado.

*Saltator* exhibe en las vellosidades y criptas las cifras superiores.

En el espesor de las capas musculares del intestino grueso, no se muestran diferencias cuantitativas al compararlas con las del intestino delgado en las tres aves.

#### V) Ciegos cólicos

Histológicamente se observan escasos pliegues, de baja altura, que están revestidos por un epitelio cilíndrico y con notables nódulos linfáticos en la lámina propia. Por las características estructurales corresponden al tipo linfoepitelial en estas tres Emberizidae.

#### b) Citoquímica

El análisis histoquímico (Cuadro 2), revela que en algunos órganos del tracto digestivo se reconocen sulfomucinas (glicoproteínas y mucopolisacáridos ácidos sulfatados), glicosaminoglicanos ácidos (incluyen glicoproteínas y mucopolisacáridos carboxilados) y glicoproteínas neutras. Las sulfomucinas mantienen la alcianofilia a pH 2,5 aún después del bloqueo por metilación a 37°C y son metacromáticas con Azul de Toluidina a pH bajos. Los glicosaminoglicanos ácidos se identifican por la reacción alcianofílica a pH 2,5 positiva, luego de la metilación a 60°C y posterior saponificación y por la metacromasia a pH 3,8. La ausencia de afinidad

por colorantes básicos y la positividad de la reacción amilasa-PAS permite reconocer las glicoproteínas.

Una cubierta de membrana PAS positiva se revela en toda la longitud del esófago, reacción que se intensifica en el contenido de las unidades secretoras glandulares en *Saltator* y *Sicalis*. La digestión con amilasa no modifica la reactividad, lo que evidencia la presencia de glicoproteínas neutras.

Los acinos mucosos revelan una mayor afinidad al Alcian Blue a pH 2,5 en *Saltator* y *Zonotrichia*, no así a pH 1,0 con una mayor reactividad en *Sicalis*.

La cubierta de membrana no evidencia alcianofilia a pH 1,0 en *Zonotrichia* y *Saltator*, mientras que lo es ligeramente a pH 2,5 en *Saltator* y *Sicalis*.

Con Azul de Toluidina a pH 3,8 las unidades secretoras, manifiestan metacromasia de tipo gama.

El proventrículo presenta una reacción PAS positiva intensa en cubierta de membrana, epitelio de cavidad central y es moderada en los adenómeros de las glándulas compuestas, tanto en *Saltator* como en *Sicalis*. Esta reacción no se modifica por digestión con amilasa.

El tratamiento con Alcian Blue a pH 1,0 y 2,5 demuestra la presencia de sustancias alcianofílicas, con una mayor intensidad en las criptas mucosas de *Saltator* y *Sicalis*, a excepción de los adenómeros que no muestran reactividad en estas dos aves. En *Zonotrichia* es ligeramente alcianofílica.

Con Azul de Toluidina a pH 1,2, las criptas mucosas, epitelio de la cavidad



Cuadro 2 (continuación)

Organos Técnicas	Esófago		Proventrículo			Ventrículo		Inst. Delgado		C. Cólicos		Inst. Grueso	
	Cbm	Glm	C	Ec	Ad	Ck	Gl	Cbm	Cc	Cbm	Cc	Cbm	Cc
Histoquímicas	Cbm	Glm	C	Ec	Ad	Ck	Gl	Cbm	Cc	Cbm	Cc	Cbm	Cc
Alcian Blue pH 1,0 (2)	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	-	-	A <sub>3</sub>	-	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	-	A <sub>3</sub>
Alcian Blue pH 2,5 (3)	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	-	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>
Metilación 37°C-AB pH 2,5 (2)	-	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	-	-	A <sub>2</sub>	-	A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	-	A <sub>3</sub>
Metilación 60°C-AB pH 2,5 (3)	-	-	-	-	-	-	A <sub>1</sub>	-	A <sub>1</sub> -	-	-	-	-
Azul Toluidina pH 1,2 (2)	-	V <sub>4</sub>	V <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	V <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	V <sub>3</sub> VR <sub>4</sub>	-	-	-	V <sub>4</sub>
Azul Toluidina	AV <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>	AV <sub>2</sub>	AV <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	AV <sub>4</sub>	V <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	V <sub>3</sub> VR <sub>4</sub>	-	V <sub>3</sub>	-	V <sub>3</sub>
<i>Zonotrichia capensis</i>													
PAS (1)	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub> R <sub>4</sub>	R <sub>3</sub>	-	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>
Amilasa-PAS	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub> R <sub>4</sub>	R <sub>3</sub>	-	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>
Alcian Blue pH 1,0 (2)	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	-	A <sub>2</sub>	-	-	A <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	-	A <sub>3</sub>
Alcian Blue pH 2,5 (3)	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	-	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub>	-	A <sub>4</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>4</sub>
Metilación 37°C-AB pH 2,5 (2)	-	A <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	-	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	-	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>
Metilación 60°C-AB pH 2,5 (3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Azul Toluidina pH 1,2 (2)	-	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	-	A <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	PV <sub>2</sub> V <sub>2</sub>	-	V <sub>1</sub>	-	V <sub>1</sub>
Azul Toluidina pH 3,8 (3)	V <sub>1</sub>	PV <sub>3</sub>	V <sub>3</sub>	PV <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	AV <sub>3</sub>	V <sub>1</sub> A <sub>1</sub>	PV <sub>3</sub> VR <sub>3</sub>	-	V <sub>2</sub>	-	PV <sub>2</sub>

central, revelan una metacromasia beta en *Saltator* y *Sicalis*.

El tratamiento con este colorante a pH 3,8 demuestra una metacromasia gama a nivel de las criptas glandulares en las tres aves.

La citoquímica en el intestino delgado, grueso y ciegos cólicos revelan un mayor contenido de glicoproteínas en cubierta de membrana y en las criptas glandulares de *Sicalis* y *Zonotrichia*. Las células caliciformes del intestino delgado de estas tres especies revelan ser glicoproteínas y sulfomucinas.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

Es conocida la relación entre la morfología del tracto digestivo de las aves y el régimen alimentario (Leopold, *op. cit.*; Singh, 1973; Bee de Speroni y Chikilian, *op. cit.*, 1985, 1989; Chikilian, *op. cit.*).

Una cierta uniformidad en el modelado del tubo digestivo se observa en *Zonotrichia*, *Saltator* y *Sicalis*. Sin embargo, se detectan ciertas variaciones estructurales asociadas con la dieta mixta de estos Emberizidae.

En el esófago los pliegues permiten la mayor o menor distensión del órgano, de acuerdo a los ítems ingeridos.

El epitelio estratificado y queratinizado interviene en la protección del mismo. El mayor espesor de éste, en *Zonotrichia*, está en relación con la dureza de los alimentos (coleópteros y semillas de leguminosas).

La secreción de las glándulas esofágicas (glicoproteínas y sulfomucinas) no sólo

ayudan en la lubricación de la mucosa, sino que facilitan el tránsito del alimento hacia el estómago. Conclusiones similares fueron señaladas por Sharon (1981), Chikilian y Bee de Speroni (*op. cit.*) y Chikilian (*op. cit.*).

Considerando el tipo glandular (tubuloalveolar) y su localización en la lámina propia, no es posible establecer una relación entre las características de estas estructuras glandulares y la dieta.

Es de hacer notar la similar conclusión a la que arribara, en estudios realizados en algunas especies de Passeriformes, Ziswiler (1967).

La función del proventrículo es la secreción de jugo gástrico, mucus y enzimas (pepsinógeno) que inician el proceso digestivo; también sirve para el almacenamiento y el pasaje del alimento hacia el ventrículo (Ziswiler y Farner, 1972).

El mayor desarrollo del proventrículo en *Saltator* concuerda con la abundancia de semillas (*Celtis* sp., Ulmáceas, Brassicáceas y Quenopodiáceas) que ingiere. Por ende un órgano con las características estructurales señaladas permitiría un mejor aprovechamiento de los alimentos de baja proporción proteica. Estos resultados concuerdan con los determinados en otras especies de aves por Ziswiler (*op. cit.*) y Singh (*op. cit.*).

En el estómago glandular de estas tres Emberizidae los componentes más abundantes son las sulfomucinas y en menor proporción los glicosamiglicanos ácidos en todas las estructuras analizadas, a excepción de los adenómeros. Avila *et al.* (1989) sugieren

que la gran acidez de las mucinas sulfatadas evitan la proliferación de la flora patógena en la cavidad oral de las aves.

El ventrículo es considerado como un órgano compensatorio debido a la ausencia de un aparato triturador en las aves, tiene funciones de almacenaje, digestión mecánica y química (preliminar proteólisis) (Ziswiler y Farner, *op. cit.*).

Ligeras variaciones cuantitativas se observan en el ventrículo de *Saltator* y *Zonotrichia*, no así en *Sicalis*. El menor tamaño ventricular de *Sicalis* se relaciona con la abundancia de semillas de pequeño tamaño (*Sorghum alepensis*) con las que se alimenta.

Ziswiler (*op. cit.*) sugiere que la incorporación de alimentos de origen animal no produce modificaciones significativas en este órgano, en relación a las aves que consumen preferentemente granos.

Con respecto a la naturaleza de los carbohidratos complejos son las glicoproteínas los más abundantes en esta porción del tracto digestivo.

Voronov (1973), Ziswiler y Farner (*op. cit.*) citan que las aves muestran un incremento en la mucosa del intestino delgado, para una mejor digestión y absorción de los nutrientes.

En las tres aves analizadas, el área interna del intestino delgado posee una serie de proyecciones de la mucosa, cuyas características estructurales varían, tendiendo a simplificarse en el recto.

Las mucosustancias más abundantes en el intestino son glicoproteínas, sulfomucinas y moderados glicosaminoglicanos ácidos. Estas macromoléculas participan en la lubricación y protección de

la mucosa. Probablemente integren moléculas enzimáticas (Aureli *et al.*, 1962).

Ito (1964) y Rovasio (1976) sugieren que los mucopolisacáridos complejos del intestino delgado podrían desempeñar un papel en los procesos de hidrólisis debido a que su localización coincide con enzimas involucradas en la digestión de disacáridos.

Varios tipos de ciegos cólicos y sus funciones han sido mencionados por Naik y Dominic (1963). Barnes y Thomas (1987) determinaron en algunas especies de patos (dieta carnívora) un menor desarrollo de éstos. Estos autores señalan que cuando el alimento es pobre en carbohidratos indigeribles el tamaño de esta estructura es mínimo.

En los ciegos cólicos linfopiteliales de *Zonotrichia*, *Saltator* y *Sicalis* se observan similitudes estructurales y citoquímicas.

Del análisis comparado del tracto digestivo se concluye:

- 1) Las variaciones estructurales de *Zonotrichia*, *Saltator* y *Sicalis* se relacionan con la dieta mixta y en especial con la abundancia, tamaño y dureza de los alimentos que consumen y a los requerimientos funcionales para el procesamiento de los mismos.
- 2) Las mucosustancias más abundantes son glicoproteínas (predominan en el ventrículo y células caliciformes intestinales), sulfomucinas (abundan en las células caliciformes) y moderados glicosaminoglicanos ácidos.
- 3) Las variaciones estructurales y citoquímicas se relacionan con la abundancia

cia, tamaño y dureza de los ítems ingeridos y las similitudes resultan de un proceso de paralelismo evolutivo.

## REFERENCIAS

- Aurell, G.; G. Ferri; M. Rizzotti; S. Ronchi y A. Castellani. 1962. Ricerche sui polisaccaridi delle ghiandole dell'ingluvie di *Columba livia*. *Riv. Istochim. Norm. Patol.*, 8: 249-260.
- Avila, R. E.; M. E. Samar, S. P. Fabro y M. E. Ferraris. 1989. Evolución embriológica del órgano lingual del pollo. *Rev. Fac. Odont. Córdoba*, 17: 87-101.
- Barka, T. y P. Anderson. 1967. Histoquímica. *Atika*, Madrid. 716 p.
- Barnes, G. G. y V. G. Thomas. 1987. Digestive organ morphology, diet and guild structure of North American Anatidae. *Can. J. Zool.*, 65: 1812-1817.
- Baumel, J. J., A. S. King, A. M. Lucas, J. E. Breazile & H. E. Evans. 1979. *Nomina anatomica avium*. Academic Press, London. 267-287, 535-572.
- Bee de Speroni, N. y M. Chikllian. 1983. Estudio morfohistológico e histoquímico comparado de la primera porción del tracto digestivo de *Zenaidura macroura chrysauchenia*, *Myiopsitta monacha monacha* (Aves: Columbidae y Psittacidae). *Hist. Nat.* 3 (3): 21-32.
- Chikllian, M. 1990. Estudio de las adaptaciones morfohistológicas y citoquímicas del sistema digestivo de algunas especies de siete familias de Aves de la provincia de Córdoba. Tesis Doctoral. Fac. Cienc. Ex. Fís. y Nat., Univ. Nac. de Córdoba. (Inédito).
- Chikllian, M. y N. Bee de Speroni. 1985.a. Morfología e histoquímica comparada del esófago y proventrículo de *Polyborus chimango chimango*; *Mimus saturninus modulator* y *Chloroceryle americana mathewsii* (Aves: Falconidae, Mimidae, Alcedinidae). *Hist. Nat.* 5 (17): 133-146.
- Chikllian, M. y N. Bee de Speroni. 1989.b. Variaciones morfológicas e histoquímicas del tubo digestivo de *Nothura maculosa* (Conover, 1950) durante las estaciones de invierno y verano (Aves: Tinamidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 20 (1 y 2): 99-109.
- Inforzato de Lima, M. A. 1977. Aspectos histológicos de ingluvie de *Columba livia*. *Rev. Brasil. Biol.* 37 (3): 603-610.
- Ito, S. 1964. The surface coating of enteric microvilli. *Anat. Rec.*, 148: 294.
- Leopold, A. S. 1953. Intestinal morphology of gallinaceous birds in relation to foods habits. *J. Wildl. Management*, 17: 197-203.
- Lillie, R. D. 1954. *Histopathologic Technic and Practical Histochemistry*. The Blakinston Co., New York, 716 pp.
- Luti, R.; M. A. Bertran de Solís; F. M. Galera; N. Muller de Ferreira; M. Berzal; M. Nores; M. A. Herrera y J. C. Barrera. 1979. Vegetación. p.: 297-368. En: Vázquez, J. B., R. A. Miatello y M. E. Roqué (directores) *Geografía Física de la provincia de Córdoba*. *Bol. de Geografía*, Buenos Aires, 464p.
- Mowry, R. W. 1963. The special value of methods that colour both acidic and vicinal hidroxil groups in the histochemical study of mucins with revised directions for the colloidal iron stain, the use of Alcian Blue 8GX and their combinations with the periodic acid Schiff reaction. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 106: 402-421.
- Nalk, D. R. y C. J. Dominic. 1963. The intestinal caeca as a criteria in avian taxonomy. *Proc. Indian Sci. Congr. 50 th, 1962, part III*: 533.
- Pendergast, B. A. y D. A. Boag. 1973. Seasonal changes in the internal anatomy of spruce grouse in Alberta. *The Auk*, 90: 307-317.
- Rovasio, R. A. 1976. *Citoquímica óptica y ultraestructural de carbohidratos de superficies celulares*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas. 292 p. (Inédito).
- Sharon, N. 1981. Carbohidratos. *Investigación y Ciencia* 52: 48-60.
- Singh, P. S. 1973. Morpho-histological observations on the proventriculus in some birds viz., *Ploceus philippinus*, *Upupa epops*, *Megalaima haema cephalis* and *Cinnyris asiatica*. *Zool. Anz.*, 191 (1-2): 427-520.

**Sitna, B.** 1965. Effect of diet on caeca structure in *Fulica atra* L. *Zoologica pol.*, 15: 213-230.

**Voronov, N. P.** 1973. Adaptative ocobennosti pishevaritelnoi sistemi naseko oyadniji zernoyadnii ptits. *Vestn. Zool.*, 7 (5): 11-17.

**Ziswiler, V.** 1967. Vergleichend morphologische Untersuchungen am Verdauungs rakt

kornerfressender Singvogel zur Abkalarung ihrer systematischen Stellung. *Zool. Jb. Syst. Bd.*, 94: 427-520.

**Ziswiler, V. y Farner, D. S.** 1972. Digestion and digestive system. pp. 343-469. En: Farner, D. S. y J. R. King (eds.) *Academic Press*, New York y London, 694 pp.