

# ANATOMÍA E HISTOLOGÍA DE LOS CIEGOS PILÓRICOS EN CINCO ESPECIES DE PECES DE LA FAMILIA CHARACIDAE

## Anatomy and Histology of the Pyloric Caeca in Five Species of Fish of the Characidae Family

Zulamita Medina Perozo<sup>1</sup>, Teresa Martínez Leones<sup>2</sup>, Antonio Machado Allison<sup>3</sup>, Ana Bonilla Rivero<sup>4</sup> y Héctor López Rojas<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Investigaciones Ultraestructurales, División de Investigación, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Zulia. E-mail: zulamitameditina@hotmail.com. <sup>2</sup>Laboratorio de Histología, Departamento de Biología, Facultad de Humanidades y Educación, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Zulia. E-mail: teramartinleones@yahoo.com.

<sup>3</sup>Laboratorio de Biosistemática de Peces, Instituto de Zoología Tropical, Universidad Central de Venezuela, Caracas. E-mail: amachado@ciens.ucv.ve. <sup>4</sup>Laboratorio de Genética y Morfología Evolutiva de Peces, Instituto de Zoología Tropical, Universidad Central de Venezuela, Caracas. E-mail: abonilla@ciens.ucv.ve, helopez@ciens.ucv.ve

### RESUMEN

Se realizaron análisis macro y microscópicos de los ciegos pilóricos en las especies *Mylossoma acanthogaster*, *M. duriventre*, *M. aureum*, *Pygocentrus cariba* y *Cynopotamus venezuelae*, procedentes de los ríos Catatumbo, Orinoco, Apure y Cunaviche en Venezuela. *P. cariba* presentó mayor número ciegos pilóricos oscilando entre 14 a 34. Las especies de *Mylossoma* mostraron un número intermedio, mientras que el menor número se observó en *C. venezuelae*, con 9 a 11 ciegos. Partiendo desde el lumen hacia la capa más externa, la mucosa está constituida por pliegues largos y profundos revestidos de tejido epitelial cilíndrico simple con células caliciformes y chapa estriada; la submucosa está conformada por tejido conjuntivo laxo; la muscular está dispuesta en tres estratos de fibras musculares, excepto en *M. aureum*, la cual posee dos estratos y la serosa por un epitelio plano simple. La histomorfología de los ciegos pilóricos de estas especies es similar a la de la mayoría de los peces teleosteos.

**Palabras clave:** Ciegos pilóricos, histología, teleosteos, Characidae.

### ABSTRACT

Macro and microscopy analyzes on the pyloric caeca of the species *Mylossoma acanthogaster*, *M. duriventre*, *M. aureum*, *Pygocentrus cariba* and *Cynopotamus venezuelae* were performed. The specimens were captured in locations of the Cata-

tumbo, Orinoco, Apure and Cunaviche rivers in Venezuela. *P. cariba* showed the bigger number of pyloric caeca varying with number from 14 to 34; the other studied species had a number in between, while *C. venezuelae* showed the smaller number varying from 9 to 11 caeca. Histologically from the lumen to the most external layer, the mucosa is formed by long and deep folds covered by single cylindrical epithelial tissue with caliciform cells, striated sheets; the submucosa is conformed by lax conjunctive tissue; the musculature consists of three strata of muscular fibers, except in *M. aureum* which has only two strata and the serous formed by a simple epithelial plane. The histomorphology of the pyloric caeca of these species is similar to that of the majority of teleosts.

**Key words:** Pyloric caeca, histology, teleosts, Characidae.

### INTRODUCCIÓN

El tracto digestivo de los peces óseos ha sido ampliamente estudiado con propósitos descriptivos y con fines de determinar la función de algunas estructuras anatómicas especializadas en las diversas adaptaciones alimentarias [1, 6, 9, 27, 32, 36]. Una de las estructuras menos estudiada son los ciegos pilóricos, razón por la cual, el objetivo de esta investigación fue describir la anatomía macroscópica e histológica de los ciegos pilóricos en las especies *Mylossoma acanthogaster* (Valenciennes 1850), *Mylossoma aureum* (Agassiz, 1929), *Mylossoma duriventre* (Cuvier, 1818), *Pygocentrus cariba* (Humboldt, 1821) y *Cynopotamus venezuelae* (Schultz 1944). Los resultados macroscópicos e histológicos constituyen información valiosa para futuras investigaciones de otras especies congéneres.

Las especies estudiadas son peces de agua dulce incluidos en la familia Characidae; *Mylossoma* (palometas) y *P. cariba* (caribe) pertenecientes a la subfamilia Serrasalminae y *C. venezuelae* (dientón) ubicado en la subfamilia Characinae [20, 24]. La subfamilia Serrasalminae está constituida por una ictiofauna ampliamente distribuida en América del Sur, varios de ellos de importancia comercial [22, 23, 24]. Es importante reseñar que los peces ubicados en esta subfamilia presentan diversos tipos de hábitos alimentarios: *M. acanthogaster*, *M. duriventre* y *M. aureum* pueden ser herbívoros e insectívoros, mientras que *P. cariba* es carnívoro e insectívoro [21]. *C. venezuelae* presenta hábitos carnívoros [24, 25].

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de las especies *M. acanthogaster* y *C. venezuelae* fueron recolectados mediante redes de 4 pulgadas de abertura de malla en el río Catatumbo, estado Zulia; *M. aureum* en el río Orinoco, en el estado Amazonas; *M. duriventre* en el río Apure y *P. cariba* en el río Cunaviche, en el estado Apure. A cada ejemplar se le midió la longitud total, que es la medida que va desde el hocico hasta el extremo posterior de la aleta caudal y la longitud estándar es la distancia que va desde el hocico hasta el extremo posterior del pedúnculo caudal [10]; además se les extrajeron los ciegos pilóricos, los cuales fueron fijados en formalina neutra y Bouin, previo conteo y medición en cada especie. El material se deshidrató pasándose por una batería en orden creciente de alcohol isopropílico; posteriormente se aclararon con Xilol, se incluyeron en parafina. Se realizaron cortes de 5 y 6 micras ( $\mu\text{m}$ ) con un micrótopo de deslizamiento (Optical American, 620, New York, EUA); dichos cortes se colo-

rearon con hematoxilina – eosina (H-E), tricrómico de Masson y ácido periódico de Schiff. (PAS). Las láminas histológicas se observaron bajo un microscopio óptico compuesto (Olympus, CX31, Japón), se describieron y se tomaron microfotografías con cámara digital (Olympus, DP12, Japón).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Anatomía macroscópica

Los ciegos pilóricos, únicos en los peces entre todos los vertebrados, son apéndices tubulares, variables en tamaño, número y forma, que se encuentran localizados entre la región pilórica del estómago y la región proximal del intestino anterior [1, 2, 5, 9, 18]. La presencia de ciegos en un 60% de las especies de peces [19, 33], además de las variaciones en su número, forma, longitud y ubicación anatómica entre y dentro de especies [17, 33], son consideradas adaptaciones del sistema digestivo [28]. En relación a su función, en la literatura se describen varias de ellas: incremento del área de superficie intestinal, tanto para la absorción y secreción, como órganos accesorios de reserva de alimentos y lugar de reproducción de la flora y fauna intestinal [8, 9, 12, 29-31].

En las especies estudiadas se pudo constatar que la ubicación anatómica de los ciegos pilóricos se mantiene entre el estómago y el intestino, al igual que en otras especies de peces [1, 5, 9]. En la TABLA I se reportan los datos morfológicos de 16 ejemplares (7 adultos y 9 juveniles) de la especie *M. acanthogaster*. En referencia a la longitud total, los adultos presentaron tallas entre 20,5 a 32,4 cm, mientras que en juveniles varió entre 7,25 a 13,0 cm; en relación al número total de ciegos pilóricos (FIG. 1)

TABLE I  
DATOS MORFOLÓGICOS DE *Mylossoma acanthogaster* (Valenciennes 1850) / MORPHOLOGICAL DATES OF *Mylossoma acanthogaster* (Valenciennes 1850).

Nº EJ	Est.	Longitud total (mm)	Longitud estándar (mm)	Nº de ciegos pilóricos			Longitud ciegos pilóricos (mm)	
				Derecho	Izquierdo	Total	Más corto	Más largo
1	A	221	165	12	2	14	6	14
2	A	243	194	10	3	13	7	13
3	A	290	224	13	7	20	7	16
4	A	264	213	13	3	16	6	14
5	A	301	272	12	5	17	7	16
6	A	324	292	11	3	14	8	18
7	J	120	86	7	6	13	3	8
8	J	100	71	10	5	15	3	8
9	J	86	50	9	8	17	2	7
10	J	79	45	8	6	14	1	6
11	J	72.5	43	9	3	12	1	6
12	J	88	47	10	6	16	2	7
13	J	95	60	9	4	13	3	8
14	A	205	176	10	3	13	6	12
15	J	108	82	9	5	14	3	9
16	J	130	79	12	3	15	4	9

A: adulto. J: juvenil. Nº EJ: número del ejemplar. Est: estadío.

se registran valores entre 12 a 20, siendo más numerosos en el lado derecho que en el izquierdo, para todos los estadios. Del total de ciegos cuantificados se midieron los más largos y los más cortos: en los juveniles, los ciegos más cortos oscilaron entre 1 a 4 mm, mientras que en los adultos varió de 6 a 8 mm; en referencia a los ciegos más largos se observa que en adultos está entre 12 a 18 mm, en cambio en los juveniles van de 6 a 9 mm; esto podría indicar que la longitud de los ciegos está en proporción a la talla de los ejemplares; es decir que a mayor talla, mayor es la longitud de los ciegos.

Tanto en ejemplares juveniles como en adultos de *M. acanthogaster* se registró una variación entre 12 a 20 ciegos pilóricos, de los cuales el mayor número se localizó en el lado derecho (7-13) y en menor cuantía en el lado izquierdo (2-8).

La TABLA II exhibe los datos morfológicos de cinco ejemplares (dos juveniles y 3 adultos) de la especie *M. aureum* cuyas longitudes totales variaron de 135 a 182 mm; el número total de ciegos estuvo entre 9 a 13 (FIG. 2) localizados de 7 a 11 en el lado derecho y de 2 a 4 en el lado ventral; los más cortos oscilaron entre 5 a 10 y los más largos estuvieron entre 9 a 15 mm. *M. aureum* presentó de 9 a 13 ciegos pilóricos localizados en los lados derecho y ventral, siendo más numerosos del lado derecho (7-11).

En la TABLA III se registran los datos morfológicos externos de seis ejemplares juveniles correspondientes a la especie *M. duriventre*, con tallas entre 78 a 105 mm de su longitud total. El número total de ciegos pilóricos (FIG. 3) osciló entre 10 a 17, distribuidos de la siguiente manera: de 5 a 10 en el lado derecho, de 2 a 4 en el lado izquierdo y ventral, respectivamente. En referencia a la longitud de los ciegos se observó que los más cortos varían entre 1,9 a 4 mm, mientras que los más largos oscilaron entre 5,5 a 7,6 mm. En *M. duriventre*, los ciegos variaron de 10 a 17, distribuidos en los lados derecho, izquierdo y ventralmente, presentando un mayor número en el lado derecho (5-10).

En la TABLA IV se reportan los datos morfológicos de trece ejemplares (7 juveniles y 6 adultos) de la especie *P. cariba*. La longitud total varió de 96 a 243 mm. El número total de ciegos pilóricos osciló de 14 a 34 (FIG. 4), distribuidos de 7 a 20 en el lado derecho y de 6 a 14, en el lado izquierdo; los más cortos midieron de 5 a 11 mm y los más largos de 11 a 25. De todos los peces estudiados, esta especie fue la que

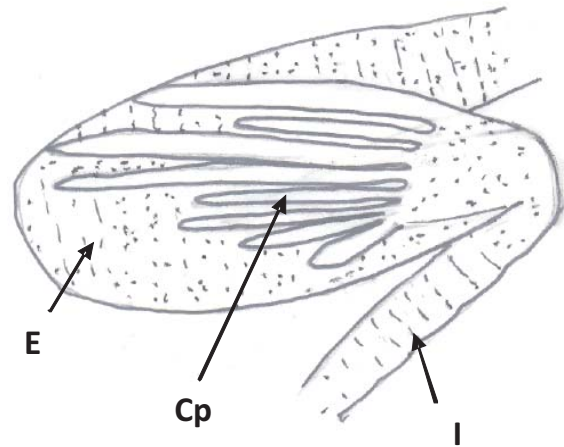


FIGURA 1. DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LOS CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma acanthogaster* (HERBÍVORO) CIEGOS PILÓRICOS (Cp), ESTOMAGO (E), INTESTINO (I) / SCHEMATIC DRAWING OF PYLORIC CAECA OF *Mylossoma acanthogaster* (HERVIVORE) PYLORIC CAECA (CP), STOMACH (E), INTESTINE (I).

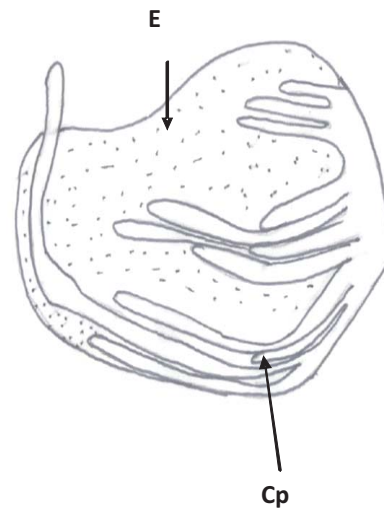


FIGURA 2. DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LOS CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma aureum* (HERBÍVORO) CIEGOS PILÓRICOS (Cp), ESTOMAGO (E) / SCHEMATIC DRAWING OF PYLORIC CAECA OF *Mylossoma aureum* (HERVIVORE) PYLORIC CAECA (CP), STOMACH (E).

TABLA II  
DATOS MORFOLÓGICOS DE *Mylossoma aureum* (Agassiz, 1929) / MORPHOLOGICAL DATES OF *Mylossoma aureum* (Agassiz, 1929).

Nº EJ	Est.	Longitud total (mm)	Longitud estándar (mm)	Nº de ciegos pilóricos			Longitud ciegos pilóricos (mm)	
				Derecho	Ventral	Total	Más corto	Más largo
1	J	148	115	11	2	13	5	9
2	A	179	157	8	2	10	10	14
3	J	135	105	7	2	9	5	8
4	A	170	151	8	2	10	6	12
5	A	182	162	7	4	11	10	15

A: adulto. J: juvenil. Nº EJ: número del ejemplar. Est: estadio.

**TABLA III**  
**DATOS MORFOLÓGICOS DE *Mylossoma duriventre* (Cuvier, 1818) / MORPHOLOGICAL DATES OF *Mylossoma Duriventre* (CUVIER, 1818).**

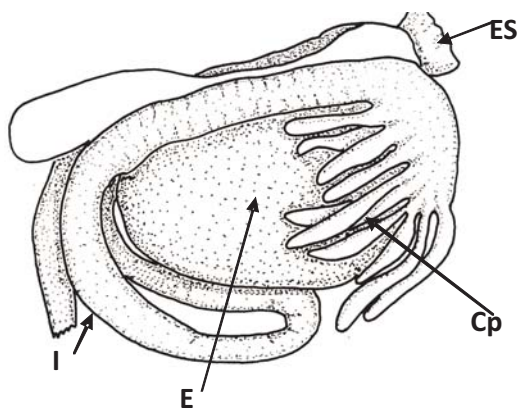
Nº EJ	Est.	Longitud total (mm)	Longitud estándar (mm)	Nº de ciegos pilóricos			Longitud ciegos pilóricos (mm)		
				Derecho	Izq.	ventral	Total	Más corto	Más largo
1	J	88	70	7	3	4	14	1,9	5,5
2	J	104	84	5	2	3	10	2,4	7,3
3	J	105	87	10	3	2	15	2,8	6,5
4	j	85	69	9	4	3	16	2,1	5,4
5	j	91	72	10	4	3	17	4,0	7,6
6	j	78	64	8	4	3	15	1,7	4,5

J: juvenil. Nº EJ: número del ejemplar. Est: estadio.

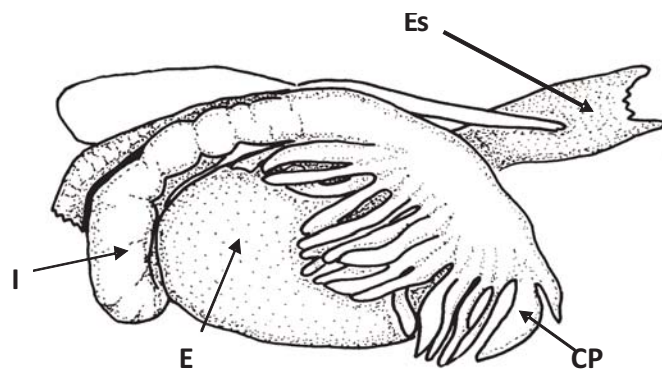
**TABLA IV**  
**DATOS MORFOLÓGICOS DE *Pygocentrus cariba* (Humboldt, 1821) / MORPHOLOGICAL DATES OF *Pygocentrus cariba* (Humboldt, 1821)**

Nº EJ	Est.	Longitud total (mm)	Longitud estándar (mm)	Nº de ciegos pilóricos		Longitud ciegos pilóricos (mm)		
				Derecho	Izq.	Total	Más corto	Más largo
1	J	155	109	8	6	14	6	13
2	J	122	107	7	11	18	7	13,4
3	J	105	90	10	8	18	8	11
4	A	169	140	13	10	23	8	16
5	J	121	108	12	8	20	6	17
6	A	182	151	16	10	26	9	19
7	A	243	197	13	8	21	8	21
8	A	170	145	20	14	34	11	25
9	A	167	142	18	9	27	9	23
10	A	168	146	17	12	29	8	25
11	J	134	115	10	7	17	7	18
12	J	109	91	13	11	24	5	12
13	J	96	81	14	10	24	5	12

A: adulto. J: juvenil. Nº EJ: número del ejemplar. Est: estadio.



**FIGURA 3. DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LOS CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma duriventre*. CIEGOS PILÓRICOS (CP), ESÓFAGO (ES), ESTOMAGO (E), INTestino (I) / SCHEMATIC DRAWING OF PYLORIC CAECA OF *Mylossoma duriventre*. PYLORIC CAECA (CP), STOMACH (E), ESOPHAGUS (ES).**



**FIGURA. 4. DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LOS CIEGOS PILÓRICOS DE *Pygocentrus cariba* (CARNÍVORO) CIEGOS PILÓRICOS (CP), ESÓFAGO (ES), ESTOMAGO (E), INTestino (I) / SCHEMATIC DRAWING OF PYLORIC CAECA OF *Pygocentrus cariba* (CARNIVOROUS) PYLORIC CAECA (CP), STOMACH (E), ESOPHAGUS (ES), INTestino (I).**

TABLA V  
**DATOS MORFOLÓGICOS DE *Cynopotamus venezuelae* (Schultz 1944) / MORPHOLOGICAL DATES OF *Cynopotamus venezuelae* (Schultz 1944).**

Nº EJ	Est.	Longitud total (mm)	Longitud estándar (mm)	Nº de ciegos pilóricos			Longitud ciegos pilóricos	
				Derecho	Izquierdo	Total	Más corto	Más largo
1	A	35,1	31,5	6	4	10	3	10
2	A	31,5	26,0	5	5	10	3	12
3	A	25,0	21,5	6	5	11	2	9
4	A	23,2	20,4	5	4	9	3	9

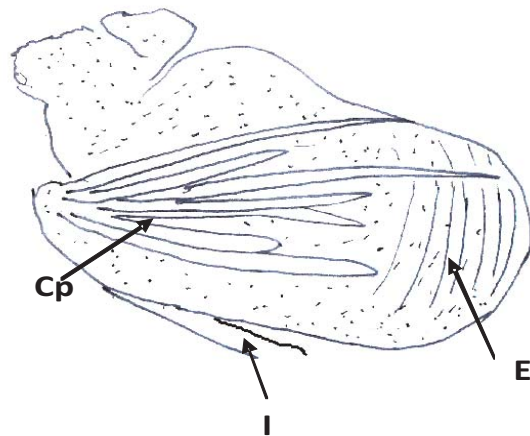
A: adulto. Nº EJ: número del ejemplar. Est: estadio.

presentó el mayor número de ciegos pilóricos. En *P. cariba*, los ciegos oscilaron de 13 a 34, ubicándose los más numerosos en el lado derecho (7-20) y en menor cuantía, en el lado izquierdo (6-14).

En referencia a los datos morfológicos registrados en la TABLA V para cuatro adultos de la especie *C. venezuelae*, la longitud total varió entre 23,2 a 35,1 cm; en relación al número de ciegos pilóricos (FIG. 5), el total obtenido estuvo entre 9 y 11 estando localizados mayor número de ciegos a la derecha (5-6) que a la izquierda (4-5); en cuanto a la longitud de los ciegos se observa que los más cortos oscilan entre 2 y 3 mm, mientras que los más largos entre 9 y 12 mm. En *C. venezuelae* el número de ciegos pilóricos fue menor, oscilando entre 9 y 11, en comparación con el resto de las especies.

Entre las cinco especies estudiadas, *P. cariba* fue la que registró mayor número de ciegos, seguido por *M. acanthogaster*; el que presentó menor número de ciegos fue *C. venezuelae*. Es importante destacar que las especies del género *Mylossoma* tienen en común la herbivoría, mostrando diferencias en el patrón anatómico de los ciegos, mientras que *M. acanthogaster*, *P. cariba* y *C. venezuelae*, pertenecientes a diferentes géneros y subfamilias, exhibieron igual patrón de ubicación anatómica de los ciegos (derecho e izquierdo). Pérez-Espan y Abitia-Cárdenas [28] ya habían señalado estas diferencias entre especies congéneres.

Eslava y col. [13] reportaron de 25 a 32 ciegos pilóricos en ejemplares juveniles de *Piaractus brachipomus*, mientras que Machado [21] registró de 20 a 25 ubicados en posición paralela al eje anteroposterior del cuerpo, cubriendo la superficie dorsal y anterior del estómago. Goulding y Carvalho [14] contabilizaron de 41 a 75 ciegos pilóricos en ejemplares adultos de *Colossoma macropomun*, en tanto que Machado [21] detectó en juveniles de 30 a 40 ciegos distribuidos perpendicularmente al eje corporal, cubriendo las superficies dorsal, anterior y ventral anterior del estómago. Las especies antes mencionadas tienen en común la herbivoría, no obstante, el número de estas estructuras digestivas incrementan con la edad, incluso pueden llegar hasta 75 [16]. En otras investigaciones, también se corrobora la variación del número de ciegos, por ejemplo en *Leporinus friderici*, sólo existen 12 ciegos pilóricos localizados ventral y lateralmente, mientras que en *Leporinus taenofasciatus* se re-



**FIGURA 5. DIBUJO ESQUEMÁTICO DE LOS CIEGOS PILÓRICOS DE *Cynopotamus venezuelae* (CARNÍVOROS) CIEGOS PILÓRICOS (Cp), INTESTINO (I), ESTÓMAGO (E) / SCHEMATIC DRAWING OF PYLORIC CAECA OF *Cynopotamus venezuelae* (CARNIVOROUS) PYLORIC CAECA (CP), STOMACH (E), INTESTINE (I).**

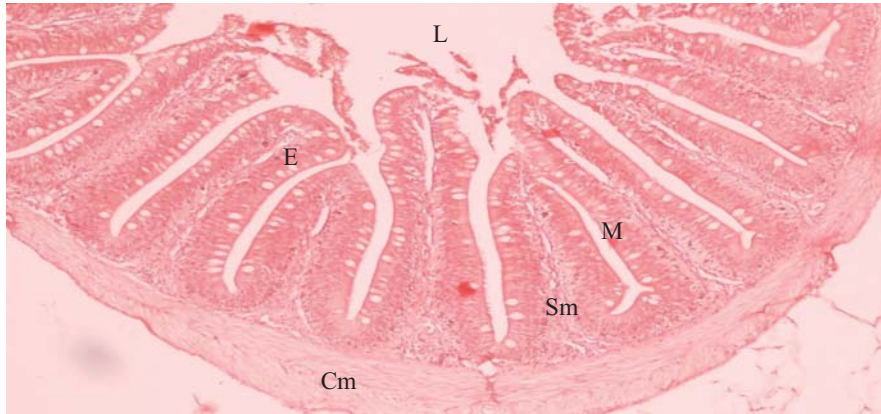
gistraron 10 ciegos pilóricos ubicados sólo en el lado derecho [2]; en *Girilla tricuspadata* existen entre 100 y 150 ciegos [3]. En los peces carnívoros, el número de ciegos puede ser variable; las especies *Coccorella atlantica* y *Coccorella atrata* presentan un solo ciego que se extiende desde la región ventroanterior del intestino hasta la porción inferior de la cavidad orobranquial [35]. *Seriola dumerili* exhibe alrededor de 250 ciegos [15].

En relación a los hábitos alimentarios se observó, que las tres especies de *Mylossoma* tienen en común la herbivoría, mientras que *C. venezuelae* y *P. cariba* son carnívoros; al respecto, Mohsin y col. [26] y Hossain y Dutta [18] puntualizan que no se ha definido la relación entre la presencia de los ciegos pilóricos y la dieta de los peces, debido a que ellos están presentes indistintamente en peces herbívoros, carnívoros y onmívoros.

### Histología

#### *M. acanthogaster* (Valenciennes 1850)

La FIG. 6 muestra un corte transversal de ciego pilórico de *M. acanthogaster* teñidos con H-E. De adentro hacia fuera, se distinguen la capa mucosa, conformada por múlti-



**FIGURA 6. CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma acanthogaster*. H-E. 100X. LUMEN (L), EPITELIO (E), MUCOSA (M), CAPA MUSCULAR (Cm), SUBMUCOSA (Sm). / PYLORIC CAECA OF *Mylossoma acanthogaster* LUMEN (L), EPITHELIUM (E), MUCOSA (M), MUSCULARIS LAYER (CM), SUBMUCOSA (SM).**



**FIGURA 7. CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma acanthogaster*. H-E. 400X. CHAPA ESTRIADA (Che), CÉLULAS CALICIFORMES (Cc), INFILTRADO LEUCOCITARIO MONONUCLEAR (Im), VACUOLAS CITOPASMATICAS AMARILLO DORADO (Vi), VASOS SANGUÍNEOS (Vs) / PYLORIC CAECA OF *Mylossoma acanthogaster*. STRIATED SHEETS (CHE), GOBLET CELLS (CC), INFILTRATE MONONUCLEAR LEUCOCYTES (IM), YELLOW GOLD VACUOLE CYTOPLASM (VI), BLOOD VESSELS (VS).**

ples pliegues ramificados, algunos de ellos se unen en la luz, estos pliegues están revestidos por epitelio cilíndrico simple con chapa estriada y células caliciformes, las células cilíndricas del epitelio poseen núcleo en posición basal y en su cara apical una modificación de la membrana citoplasmática llamada chapa estriada, dichas células presentan vacuolas citoplasmáticas infra y supranucleares que contienen pigmento amarillo dorado (FIG. 7). El epitelio se asienta sobre una línea, la membrana basal, que lo separa del tejido conectivo laxo areolar infiltrado por glóbulos blancos mononucleares y polimorfonucleares, que recibe el nombre de lamina propia, la cual se continua con una capa más gruesa de tejido conectivo, la capa submucosa, más hacia afuera se observa la capa muscular conformada por tres estratos de fibras musculares lisas, siendo éstas de disposición circular en las capas interna y externa, mientras que la capa media presenta fibras musculares orientadas en forma longitudinal; por fuera de esta capa se observa una delgada capa de células planas, la capa serosa.

#### ***M. aureum***

En las FIGS. 8 y 9 se observan cortes transversales y longitudinales de *M. aureum* donde se aprecian estructuras apendiculares tubulares, en su interior se observa una luz delimitada por proyecciones alargadas de la capa mucosa, las cuales están revestidas por una capa de células epiteliales cilíndricas cuya cara apical presenta modificaciones de la membrana citoplasmática en esa zona denominada chapa estriada; además de estas células epiteliales intercaladas a ellas, se observan otras células globulosas y llenas de material de aspecto mucoso, las células caliciformes, formando el tallo de las proyecciones antes descritas y en la base del epitelio se aprecia la lamina propia constituida por tejido conectivo laxo areolar, que se confunde hacia la porción inferior con una capa más gruesa del mismo tipo de tejido, la capa submucosa. Circunscrita a esta última se observa la capa de músculo liso distribuido en tres estratos: el interno y el más

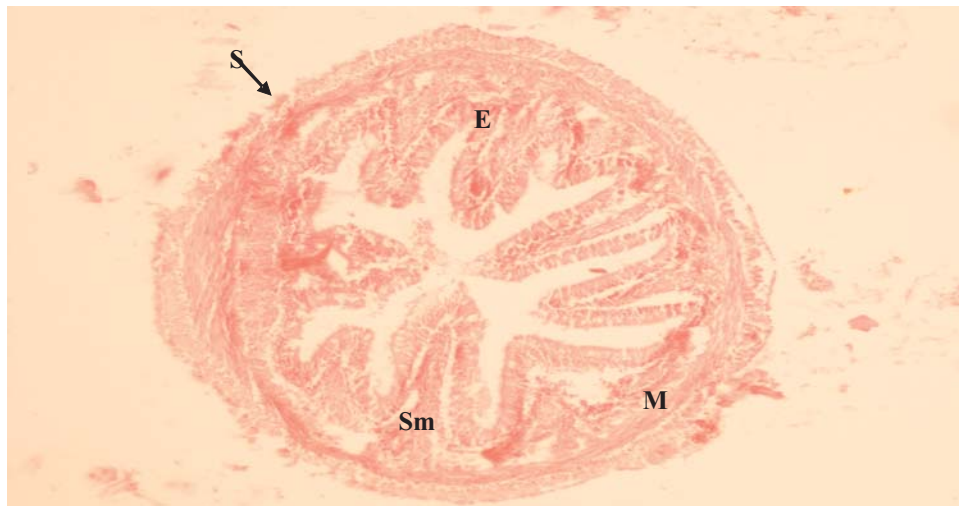


FIGURA 8. CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma aureum*. H-E. 40X. EPITELIO (E), CAPA SUBMUCOSA (Sm), CAPA MUSCULAR (M) y SEROSA (S) / PYLORIC CAECA OF *Mylossoma aureum*. EPITHELIUM (E), SUBMUCOSA LAYER (SM), MUSCULARIS LAYER (M), AND SEROSA LAYER (S).

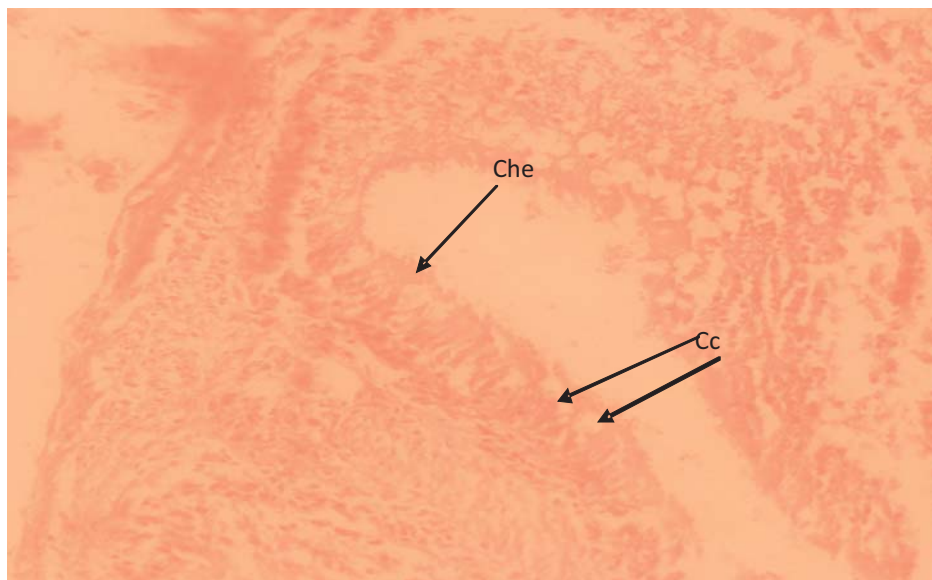


FIGURA 9. CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma aureum*. H-E. 400X. CHAPA ESTRIADA (Che) Y CÉLULAS CALICIFORMES (Cc) / PYLORIC CAECA OF *Mylossoma AUREUM*. STRIATED SHEETS (CHE) AND GOBLETS CELLS (CC).

externo, de orientación circular, mientras que el estrato medio, de orientación longitudinal, más hacia afuera se observa una capa de células planas que constituye la serosa.

#### *M. duriventre*

En la FIG. 10 se muestra un corte histológico de ciegos pilóricos coloreados con hematoxilina y eosina donde se observa una capa mucosa que se pliega hacia la luz de cada ciego, constituida por epitelio cilíndrico simple con chapa estriada y células caliciformes que se aprecian disminuidas en su número si se toma en cuenta las especies del presente estudio. Subyacente al epitelio se encuentra la membrana basal y más externamente formando los tallos de los pliegues, la lamina propia, luego se continúa con la submucosa, tejido conectivo

laxo areolar, posteriormente se localiza la capa de músculo liso, muy delgada constituida por dos estratos, uno interno de ubicación longitudinal y el otro externo de localización circular, finalmente tapizando al órgano se visualiza la capa serosa conformada de células planas.

#### *P. cariba*

En las FIGS. 11 y 12 se observan cortes histológicos transversales y longitudinales de apéndices de ciegos pilóricos del *P. cariba*, teñidos con hematoxilina y eosina, cada uno constituido por una estructura tubular, de luz central circunscrita por los pliegues de la mucosa revestida por epitelio cilíndrico simple con chapa estriada y células caliciformes en cantidades moderadas, formando parte de la mucosa; en los centros

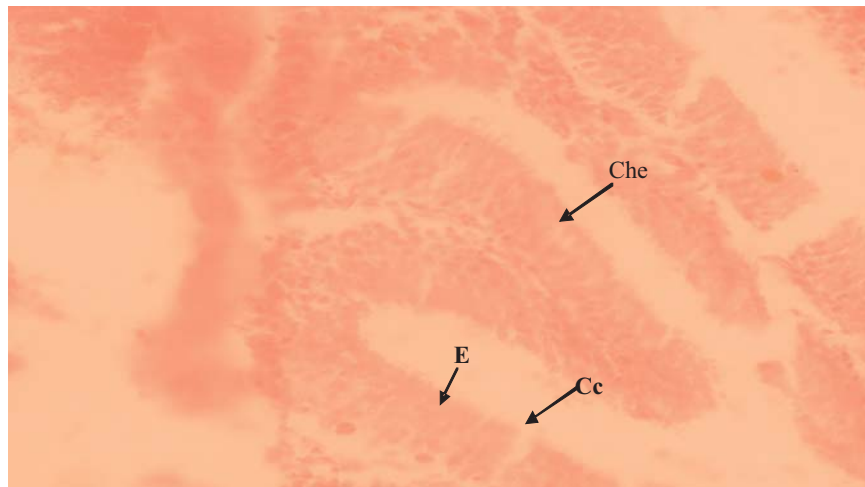


FIGURA 10. CIEGOS PILÓRICOS DE *Mylossoma duriventre*. H-E. 400X. EPITELIO CILÍNDRICO SIMPLE (E), CHAPA ESTRIADA (Che) Y CÉLULAS CALICIFORMES (Cc) / PYLORIC CAECA OF *Mylossoma duriventre*. COLUMNAR EPITELIUM SIMPLE (E), STRIATED SHEETS (CHE) AND GOBLETS CELLS (CC).

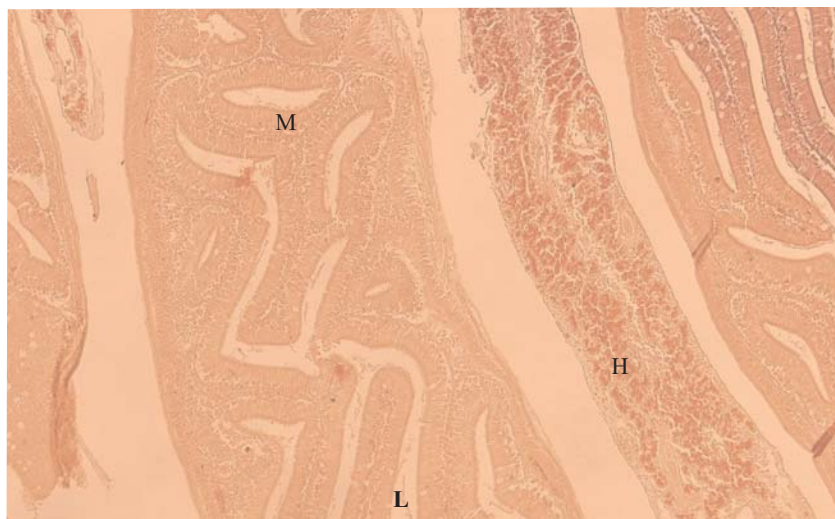


FIGURA 11. CIEGOS PILÓRICOS DE *Pygocentrus cariba*. H-E. 40X, MUCOSA (M), LUMEN (L), HEPATOCITOS (H) / PYLORIC CAECA OF *Pygocentrus cariba*. MUCOSA (M), LUMEN (L), HEPATOCYTES (H).

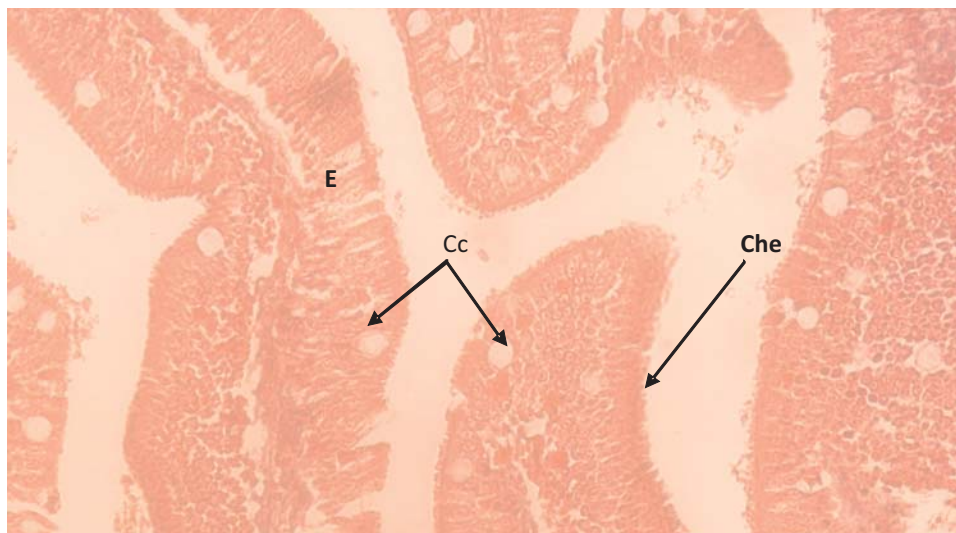


FIGURA 12. CIEGOS PILÓRICOS DE *Pygocentrus cariba*. H-E. 400X. EPITELIO (E) CHAPA ESTRIADA (Che), CÉLULAS CALICIFORMES, (Cc) / PYLORIC CAECA OF *Pygocentrus cariba*. EPITELIUM (E), STRIATED SHEETS (CHE), GOBLETS CELLS (CC).

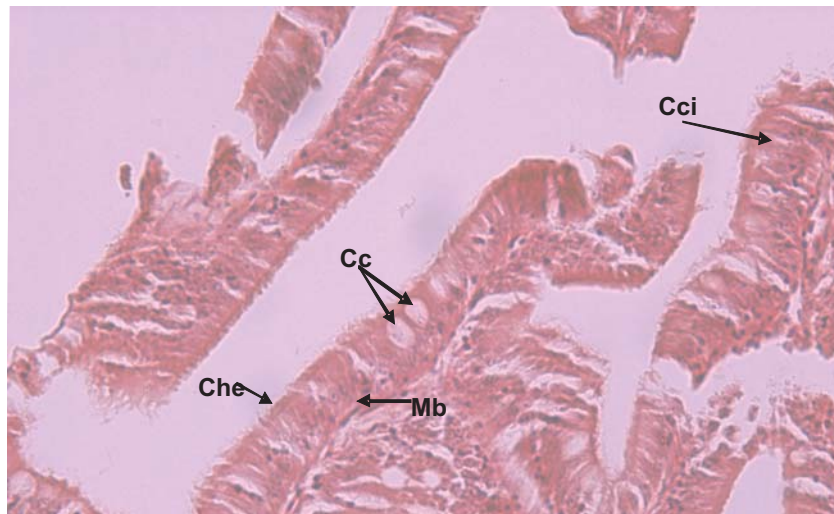


de cada pliegue se observan tabiques de tejido conectivo de aspecto laxo, la lámina propia, ésta se confunde más hacia la región inferior y afuera con una capa más gruesa del mismo tejido conectivo, la capa submucosa; más subyacente a esta última se observa la capa de músculo liso dispuesta también en tres estratos, circular externa, circular interna y estrato medio longitudinal; rodeando a la capa muscular se encuentra una capa de células planas, la serosa. Alrededor de algunos ciegos pilóricos se observa tejido adiposo unilocular de relleno, tejido conectivo laxo areolar y vasos sanguíneos rodeados por células de aspecto isodiamétricas semejantes a hepatocitos, ya que en el corte se observó un fragmento de tejido hepático.

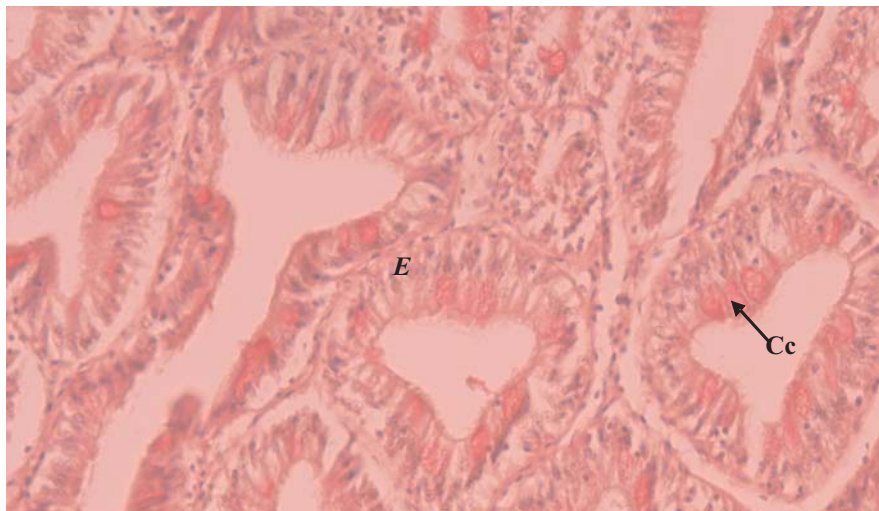
**C. venezuelae**

En las FIGS. 13 y 14 se distinguen los cortes histológicos de ciegos pilóricos coloreados con H-E, tricrómico de

Masson y PAS. En la observación de varios apéndices, se identifica un mayor número de proyecciones y células caliciformes en la porción proximal, que en la distal; estos ciegos presentan una capa mucosa con pliegues largos profundos e irregulares, tapizados por epitelio cilíndrico simple, cuyas células presentan núcleos basales en empalizada. En las mismas se muestran las células caliciformes y microvellosidades, además se observa que el epitelio está soportado por una membrana basal. La FIG. 15 exhibe la lámina propia y la submucosa constituidas por tejido conectivo laxo areolar, conteniendo infiltrado leucocitario mononucleados y polimorfonucleados. Por otro lado, en la FIG. 16 se observa que la capa muscular es medianamente delgada en esta especie, constituida por tres estratos de fibras musculares lisa; los estratos externo e interno están dispuestos en forma circular y el estrato medio dispuesto longitudinalmente. La serosa está constituida por me-



**FIGURA 13. CIEGOS PILÓRICOS DE *Cynopotamus venezuelae*. H-E. 400X. CÉLULAS CILÍNDRICAS (Cci), CELULAS CALICIFORMES (Cc), CHAPA ESTRIADA (Che) MEMBRANA BASAL (Mb) / PYLORIC CAECA OF *Cynopotamus venezuelae*. COLUMNAR CELLS (CCI), GOBLETS CELLS (CC), STRIATED SHEETS (CHE), BASEMENT MEMBRANE (MB)..**



**FIGURA 14. CIEGOS PILÓRICOS DE *Cynopotamus venezuelae*. PAS. 400X EPITELIO (E) CÉLULAS CALICIFORMES (Cc) PAS + / PYLORIC CAECA OF *Cynopotamus venezuelae*. EPITELIUM (E), GOBLETS CELLS (CC) PAS +.**

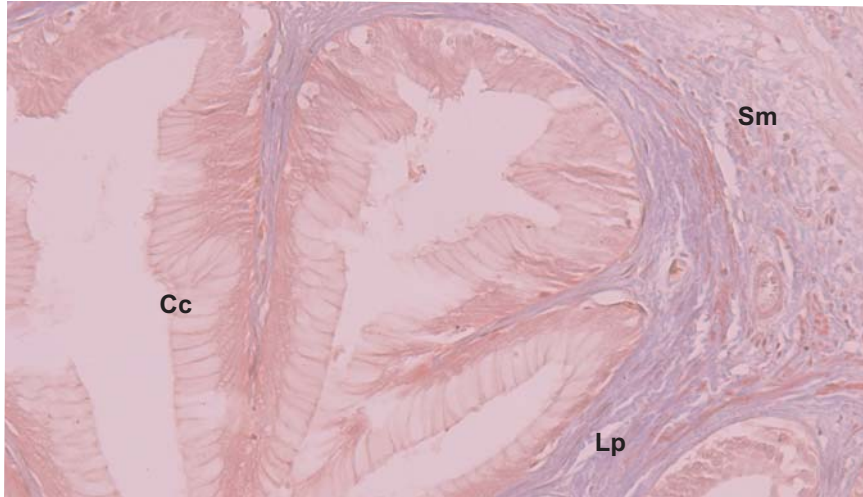


FIGURA 15. CIEGOS PILÓRICOS DE *Cynopotamus venezuelae*. TRICRÓMICO DE MASSÓN. 400X. CELULAS CALICIFORMES (Cc), LÁMINA PROPIA (Lp) Y SUBMUCOSA (Sm) / PYLORIC CAECA OF *Cynopotamus venezuelae*. MASSON'S TRICHROME. GOBLETS CELLS (CC), LAMINA PROPIA (LP) AND SUBMUCOSA(SM).



FIGURA 16. CIEGOS PILÓRICOS DE *Cynopotamus venezuelae*. TRICRÓMICO DE MASSÓN. 400X. MUCOSA (M) MUSCULAR (Cm), SEROSA (S) / PYLORIC CAECA OF *Cynopotamus venezuelae*. MASSON'S TRICHROME. MUCOSA (M), MUSCULARIS (CM), SEROSA (S).

sotelio o células ligeramente aplanadas que descansan sobre una membrana basal, subyacente a ella existe abundante tejido conjuntivo y moderados vasos sanguíneos.

#### ***Mylossoma duriventre***

Desde el punto de vista histológico, los ciegos pilóricos de las especies de *Mylossoma*, en *C. venezuelae* y en *P. cariba* presentaron igual patrón de distribución de las proyecciones a lo largo del eje anteroposterior de los apéndices; así mismo, las células caliciformes presentaron una disminución desde la porción proximal a la distal, resultados que coinciden con la mayoría de los peces teleosteos, como es el caso de las especies del género *Chana*, que presentaron patrones similares [34]. La topografía histológica fue similar a la de otros peces teleosteos, presentando las cuatro capas, desde la luz

del tubo hacia la capa más externa, la mucosa, submucosa, muscular y la serosa.

La capa más interna en las cinco especies estudiadas es la mucosa que se mostró tapizada por epitelio cilíndrico simple con chapa estriada, donde se visualizaron células caliciformes y células cilíndricas con vacuolas supranucleares y subnucleares. Estas últimas contienen en su interior un pigmento amarillo dorado detectado solo a través de la coloración de rutina H-E; observadas únicamente en *M. acanthogaster*. Igual descripción ha sido registrada en representantes de otras especies dulceacuícolas [2, 3, 7, 35]. Willians y Nickol [36] sólo detectaron células absortivas y caliciformes secretoras en el epitelio de la especie *Lepomis cyanellus*, sin embargo, en la especie *Semaprochilodus insignis*, la constitución histológica difiere de lo antes señalado, puesto que su mucosa está conformada por un epitelio estratificado sim-

ple, carente de estructuras glandulares y absortivas, sugiriendo funciones distintas a las mencionadas en la literatura [11]. Es conveniente destacar que a través de las coloraciones utilizadas no se pudo determinar con exactitud la presencia de los distintos tipos de células secretoras o absortivas presentes en los ciegos pilóricos de *M. acanthogaster*, *M. duriventre*, *M. aureum*, *C. venezuelae* y *P. cariba*; por lo tanto, no se pudo precisar si estos ciegos llevan a cabo función absortiva, secretiva o ambas. La segunda capa, la submucosa presentó tejido conectivo laxo con infiltraciones de leucocitos mononucleados y polimorfonucleados en todas las especies estudiadas.

En cuanto a la capa muscular, en *M. acanthogaster*, *M. aureum*, *C. venezuelae* y *P. cariba*, exhibieron igual caracterización histológica sólo difiriendo en su grosor: más gruesa en *M. acanthogaster*, *M. aureum* y *P. cariba*, moderada en *C. venezuelae* y muy delgada en *M. aureum*. Esta última sólo presentó dos estratos de fibras musculares, una interna longitudinal y la externa circular; mientras que el resto de las especies presentó tres estratos de musculatura lisa, la interna circular, la media longitudinal y la externa circular. Similares resultados se observan en otras especies [2, 7, 15, 35, 36].

Aunque existen variaciones en algunas especies, la capa muscular generalmente es delgada, y a menudo es difícil observarla en los peces [4]. Aunque podría esperarse que los peces carnívoros presentaran una capa muscular más gruesa, debido a que capturan presas de mayor tamaño, los resultados obtenidos en el presente trabajo indican, que el hecho que algunos peces tengan la capa muscular más delgada o más gruesa aparentemente no tiene relación con sus hábitos alimenticios, puesto que se encontró variación en el grosor de la capa muscular, tanto en los peces de hábitos herbívoros como en carnívoros. La capa más externa de los ciegos pilóricos, la serosa, presentó un grosor similar, tanto en las tres especies del género *Mylossoma* como en *C. venezuelae* y *P. cariba*. Estuvo constituida por un epitelio plano simple asentado sobre abundante tejido conjuntivo y con presencia de vasos sanguíneos. Evidencias similares fueron encontradas en otras especies [7, 35, 36].

## CONCLUSIONES

La cantidad de ciegos pilóricos varío entre los géneros de peces estudiadas, el menor número lo presentó *C. venezuelae* y el mayor número se encontró en *P. cariba*. Desde el punto de vista histológico, todas las especies investigadas presentaron el mismo patrón morfológico en cuanto a las capas que los constituyen, vale decir, capa mucosa, capa submucosa, capa muscular y capa serosa. A través de esta investigación no se pudo determinar la función digestiva o secretora de los ciegos pilóricos, por tal razón, se sugiere llevar a cabo estudios de ultra estructura e inmunohistoquímica, con el objeto de profundizar sobre este aspecto.

## AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la UCV por el financiamiento otorgado (Proyecto PG-140/2005) para el desarrollo de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AHEARN, G.; BEHNKE, R.; ZONNO, V.; STORELLI, C. Kinetic heterogeneity of Na- D-glucose cotransport in Teleost gastrointestinal tract. **Am. J. of Physiol.** 213: 1018 - 1023.1992.
- [2] ALBRECHT, M.; FERREIRA, M.; CARAMASHI, E. Anatomical features and histology of the digestive tract of two related neotropical omnivorous fishes (Characiformes; Anostomidae). **J. of Fish Biol.** 56: 419-430. 2000.
- [3] ANDERSON, T. Histological and cytological structure of the gastrointestinal tract of the luderick, *Girella tricuspidata* (Pisces, Kyphosidae), in relation to diet. **J. of Morphol.** 190: 109-119. 1986.
- [4] ASHLEY, L. Comparative fish histology. **Pathology of fishes**. Ribelin W. E y G. Migaki (Eds). Madison: University of Wisconsin Press. Pp 3 – 30. 1975.
- [5] BERGOT, P.; SOLARI, A.; LUQUET, P. Dimensions des caeca pyloriques chez la truite arc-en-ciel, influence de la taille du poisson et du nombre de caeca. **Ann Hydrobiol.** 6: 145 – 156. 1975.
- [6] BRABER, L.; DE GROOT, S. On the morphology of the alimentary tract of flatfishes (Pleuronectiformes). **J. of Fish Biol.** 5: 147 – 153.1973.
- [7] BRAGANCA, M.; MENIN, E.; DOS SANTOS COSTA, I. Estudio histológico do tubo digestivo de *Gymnotus carapo* Linnaeus, 1758 (Siluriformes, Gymnotoidei, Gymnotidae). **Rev. Brasil. Biol.** 52(1): 15-25.1992.
- [8] BUDDINGTON, R.; DIAMOND, P. Aristotle revisited: The function of pyloric caeca in fish. **Proc. Natl. Acad. Sci.** 83: 8012 – 8014. 1986.
- [9] BUDDINGTON, R.; DIAMOND, P. Pyloric ceca of fish: a "new" absorptive organ. **Am. J. Physiol.** 252: g65-g76. 1987.
- [10] CERVIGÓN, F. **Ictiología marina**. Editorial Arte. Caracas, Venezuela. 358 pp. 1990.
- [11] CHÁVEZ, P.; VAZZOLER, G. Aspectos biológicos de peixes amazônicos. III. Anatomia microscópica do esôfago, estômago e cecos pilóricos de *Semaprochilodus insignis* (Characiformes: prochilodontidae). **Acta Amazón.** 14: 343 – 353.1984.
- [12] DIMES, L.; GARCÍA C, F.; HAARD, N. Estimation of protein digestibility studies on the digestive enzymes from

- the pyloric caeca of rainbow trout and salmon. **Comp Biochem. and Physiol.** 109A (2): 349 – 360. 1994.
- [13] ESLAVA, R.; SUÁREZ, M.; PARDO, C.; ARIAS, C.; CRUZ, C. Morfología macro y microscópica del esófago, estómago y ciegos pilóricos de yamú *Brycon siebenthamiae*. **Rev. Orinoq.** 5: 111 – 128. 2001.
- [14] GOULDING, M.; CARVALHO, M. Life history and management of the tambaquí (*Colossoma macropomun*, Characidae), an important amazonian food fish. **Rev. Bra. Zool.** 1 (2): 107-133.1982.
- [15] GRAU, A.; CRESPO, S.; SARASQUETE, M.; GONZÁLEZ de C, M. The digestive tract of the amberjack *Seriola dumerili*, Risso: a light and scanning electron microscope study. **J. of Fish Biol.** 41: 287-303. 1992.
- [16] HONDA, E. Contribucao ao conhecimento da biología de peixes do Amazonas. II. Alimentacao de *Colossoma bidens* (Spix). **Acta Amazón.** 4: 47 – 53. 1974.
- [17] HOSSAIN, A.; DUTTA, H. Embriology of intestinal caeca in the bluegill, *Lepomis macrochirus*. **Can. J. Zool.** 66: 998-1003. 1988.
- [18] HOSSAIN, A.; DUTTA, H. Assessment of structural and functional similarities and differences between a caeca of the bluegill. **J. of Fish Biol.** 53: 1317-1323. 1998.
- [19] KAPOOR, B., SMIT, H., VERIGHINA, I. The alimentary canal and digestion in teleosts. **Advan in Mar Biol.** 13: 109 -239. 1975.
- [20] LASSO, A.; LEW, D.; TAPHORN, D.; DONASCIMIENTO, C.; LASSO, O.; PROVENZANO, F.; MACHADO, A. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas. **Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales.** 159: 105 – 195. 2004.
- [21] MACHADO, A. Estudios sobre la Sistemática de la Subfamilia Serrasalminae (Teleostei-Characidae). Parte (I) Estudio Comparado de los Juveniles de las “Cachamas” de Venezuela (Géneros: *Colossoma* y *Piaractus*). **Acta Biol. Venez.** 11(3): 1-102. 1982.
- [22] MACHADO, A. Estudios sobre la Sistemática de la Subfamilia Serrasalminae (Teleostei-Characidae). Parte (II) Sobre la condición monofilética de la Subfamilia. **Acta Biol. Venez.** 11(4): 145-195. 1983
- [23] MACHADO, A. **Los peces de los llanos de Venezuela. Un ensayo sobre su historia natural.** Universidad Central de Venezuela. CDCH. Caracas –Venezuela. 222 pp. 2005.
- [24] MACHADO, A.; CASTILLO, O. Estudios de la sistemática de la subfamilia Serrasalminae IV. El género *Mylossoma*: Bases para la revisión del grupo en América del Sur. **Acta Biol. Venez.** 13(3-4): 1 – 34.1992.
- [25] MENEZES, N. On the Cynopotaminae, a new subfamily of Characidae (Osteichthyes, Ostariophysis, Characoidi). **Arq. Zool.** 28(2): 1 – 91. 1976.
- [26] MOHSIN, S. Comparative morphology and histology of the alimentary canal of *Glossogobius giurus* (Ham). **Can. J. Zool.** 39: 605-613. 1961.
- [27] MORRISON, C.; WRIGHT, J. A study of the histology of the digestive tract of the Nile tilapia. **J. of Fish Biol.** 54: 597 – 606. 1999.
- [28] PEREZ-ESPAN, H.; ABITIA-CARDENAS, L. Description of the digestive tract and feeding habits of the king angelfish and the cortes angelfish. **J. of Fish Biol.** 48: 807 – 817. 1996.
- [29] REIFEL, C.; TRAVILL, A. Gross morphology of the alimentary canal in ten teleostean species. **Anatomische Anziger.** 144: 441 – 449. 1978.
- [30] ROUHONEN, K.; GROVE, D.; MCIROY, J. The amount of ingested in a single meal by rainbow trout offered chopped herring, dry and wed diets. **J. of Fish Biol.** 51: 93 – 105. 1997.
- [31] SIRE, M.; LUTTON, C.; VERNIER, J. New views on intestinal absorption of lipids in teleostean fishes: an ultra-structural na biochemiocal study in the rainbow trout. **J. Lipid Res.** 22: 81 - 94. 1981.
- [32] SIS, R.; IVES, P.; JONES, D.; LEWIS, D.; HAENSLY, W. The microscopic anatomic of the oesophagus, stomach and intestine of the catfish, *Ictalurus punctatus*. **J. of Fish Biol.** 14: 179 – 186.1979.
- [33] SUYEIRO, Y. A study on the digestive system and feeding habits of fish. **Jap. J. of Zool.** 10: 1 -303. 1942.
- [34] TANDON, K.; GOSWANI, S. A comparative study of the digestive system of *Chana* species. **Res. Bull of the Panjab. Univ.** 19: 13 – 31. 1968.
- [35] WASSERSUG, R.; JOHNSON, R. A remarkable pyloric caecum in the evermannellid genus *Coccorella* with notes on gut structure and function in alepisauroid fishes (Pisces, Myctophiformes). **J. Zool. Lond.** 179: 273 – 289. 1976.
- [36] WILLIAMS, J.; NICKOL, B. Histological structure of the intestine and pyloric caeca of the green sunfish, *Lepomis cyanellus* Rafinesque. **J. of Fish Biol** 35: 539 -372. 1989.