

ESTUDIO HISTOLÓGICO DEL TRACTO DIGESTIVO DEL PEZ *Ariopsis seemanni* (Ariidae)

HISTOLOGICAL STUDY OF DIGESTIVE TRACT OF FISH *Ariopsis seemanni* (Ariidae)

Edwin Gómez Ramírez^{1,3}

Mario Oswaldo Tovar Bohorquez¹

Martha Janeth Obando Bulla¹

Hernán Hurtado Giraldo^{2,3}

Fecha de recepción: 10 de junio de 2010

Fecha de aceptación: 5 de noviembre de 2010

1 Biólogo, Asistente de Investigación

2 Docente Investigador

3 Autor para correspondencia: edwin.gomez@unimilitar.edu.co, hernan.hurtado@unimilitar.edu.co

Laboratorio de Histoembriología, Grupo de Ictiología, Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

RESUMEN

El tiburoncito (*Ariopsis seemanni*) es un pez ornamental con gran potencial en el mercado acuarista nacional e internacional, sin embargo se desconocen muchos aspectos de su biología básica. Por tal motivo, se planteó el estudio histológico del tracto digestivo de esta especie. Se sacrificaron 10 juveniles de *A. seemanni* por una sobredosis de benzocaina (0,5 g/L) y se fijaron en formaldehído al 4% por cinco días a 4°C. Se disectaron los individuos y el tracto digestivo fue dividido en cinco niveles: esófago, estómago, intestino anterior, intestino medio e intestino posterior. Se siguió el procedimiento para la técnica en parafina, realizándose cortes semiseriados a 5 µm de espesor los cuales se tiñeron con la técnica H&E. El tracto digestivo de *A. seemanni* presentó las cuatro capas constitutivas reportadas para otros teleósteos: mucosa, submucosa, muscular y serosa. La mucosa del esófago estaba constituida por epitelio plano estratificado con gran número de células alar y caliciformes, una submucosa de tejido conectivo laxo y una capa de músculo estriado esquelético con dos orientaciones (longitudinal interna y circular externa) seguido de una delgada capa serosa de epitelio escamoso simple. La composición tisular de la capa submucosa y serosa fue similar en los otros niveles del tracto digestivo. La mucosa del estómago y los tres niveles del intestino presentó un epitelio cilíndrico simple y una capa muscular de músculo liso con dos orientaciones (circular interna y longitudinal externa). Sin embargo la mucosa del estómago exhibió gran cantidad de glándulas gástricas y la submucosa del intestino anterior y medio un tejido linfoide. La morfología e histología presentada por *A. seemanni* es típica de un

pez bentónico de hábitos alimenticios carnívoros, el cual consume alimentos de consistencia dura.

Palabras clave: *Ariopsis seemanni*, Tiburoncito, tracto digestivo, histología, morfología.

ABSTRACT

The sharkfish (*Ariopsis seemanni*) is an ornamental fish with great potential in the national and international hobbyist market, however many aspects of its basic biology are unknown. For this reason, a histological study of the digestive tract was carried out. 10 juveniles were sacrificed with a benzocain overdose, fixed in 4 % formaldehyde for five days at 4°C. Individuals were dissected and the digestive tract was divided into five levels: esophagus, stomach, anterior intestine, middle intestine, and posterior intestine. The standard procedure for paraffin technique was carried out, and semi-serial sections at 5 µm thick were obtained, and stained with H&E. The digestive tract of *A. seemanni* presented the four layers reported for other teleosts: mucosae, submucosae, muscular and serosa. The esophagus mucosae present a stratified unqueratinized squamous epithelium with many club and goblet cells, submucosae with loose connective tissue, and a skeletal muscular layer with two orientations (longitudinal inner and outer circularly) followed by a thin serosa layer of simple squamous epithelium. The tissue composition of the submucosae and serosa layers were similar at other levels of the digestive tract. The stomach and intestine presented a columnar epithelium mucosae, and a muscular layer of smooth muscle with two orientations (inner circular and outer longitudinal). The stomach mucosae exhibited a large amount

of gastric glands, and the submucosae of the intestine presented a lymphoid tissue. The morphology and histology found in *A. seemanni* is typical of a carnivorous benthic fish, which consume foods with a hard consistency.

Key Words: *Ariopsis seemanni*, sharkfish, digestive tract, histology, morphology.

INTRODUCCIÓN

El tiburoncito *Ariopsis seemanni*, pertenece a la familia Ariidae la cual está dispersa en la zona tropical. Las especies de esta familia son encontradas alrededor de las líneas costeras y en los estuarios de los ríos del océano Pacífico. Esta especie es de gran aceptación en el mercado de peces ornamentales tanto a nivel nacional como internacional, presentando gran potencial si se logra establecer una tecnología para su adecuado mantenimiento en cautividad. Es un pez de color gris metalizado y bordes blancos en las aletas, presentando una aleta dorsal erecta de la cual se deriva su nombre de tiburoncito (Sands, 1998).

A. seemanni o tiburoncito habita en estuarios y no presenta un dimorfismo sexual, sin embargo los machos son más alargados que las hembras. Estos organismos pueden alcanzar alrededor de 60 cm, su dieta en el medio natural está constituida principalmente por camarones, cangrejos y peces (Sands, 1998). Un estudio realizado por Ortega (1996) para determinar los hábitos alimenticios de en el manglar de la bahía de Buenaventura encontró que el alimento que presentaba con mayor frecuencia eran los cangrejos seguido por detritos, material vegetal y mineral (dmvm), mientras que anfípodos e isópodos se presentaban en menor

frecuencia. En cuanto al porcentaje de peso se encontró que existía un marcado predominio de dmvm seguido de los cangrejos y con muy bajos valores en el peso de isópodos y otros alimentos (arañas, insectos, poliquetos, oligoquetos, moluscos y nematodos de vida libre).

Sistema Digestivo

Durante millones de años de evolución, el sistema digestivo de los peces ha sido ampliamente modificado mostrando notorias diferencias en función y morfología debido a la gran variedad de ambientes que han explotado (Buddington y Kuz'mina, 2000). Las diferencias observadas en niveles específicos del tracto digestivo están relacionadas al tipo de alimento, los hábitos alimenticios, tamaño corporal, forma y sexo de los peces (Inar y Enol, 2006).

A pesar de la variación en la estructura, la función del sistema digestivo es similar entre todas las especies e incluye varios aspectos: digestión del alimento, osmoregulación, secreción de hormonas involucradas en la regulación de la digestión, metabolismo y otras funciones corporales; así como también defender al organismo contra patógenos y otros componentes dañinos presentes en el ambiente (Buddington y Kuz'mina, 2000).

A pesar del gran potencial en los mercados acuaristas, son muy escasos los estudios en esta especie, incluso en aspectos de su biología básica. El grupo de Ictiología de la Universidad Militar Nueva Granada, hace algunos años viene adelantando varios estudios histológicos incluyendo el sistema digestivo de varias especies ícticas de interés comercial. Por tal motivo se realizó el estudio histológico del tracto digestivo de relacionando los hallazgos con la función y los hábitos alimenticios del pez.

MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento se llevó a cabo teniendo en cuenta las guías para el manejo ético de peces para la investigación (American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH), American Fisheries Society (AFS), American Institute of Fisheries Research Biologists (AIFRB), 1988; Report of the AVMA Panel on Eutanasia, 2000; CCAC guidelines on: the care and use of fish in research, teaching and testing, 2005).

Se trabajó con 10 ejemplares juveniles de de longitud total 2.7 +/- 0.19 cm, los cuales habían sido mantenidos en sistemas cerrados de recirculación de agua, diseñados por el grupo de ictiología de la Universidad militar Nueva Granada (Montaña , 2005; Leal , 2007). Los peces fueron sacrificados por una sobredosis de benzocaina (0,5 g/L). Los ejemplares se fijaron en formaldehído al 4%, (pH 7.2-7.3), durante cinco días a 4 °C (Jaramillo , 2009). Previamente a estos individuos se les había realizado una incisión en la región abdominal con el fin de permitir la penetración del fijador a los órganos internos. Posteriormente se realizó una disección para el estudio macroscópico y microscópico del tracto digestivo.

Para el estudio macroscópico se tuvo en cuenta la morfología y el tamaño relativo de los órganos, mientras que para el estudio microscópico se extrajeron los siguientes órganos: esófago, estómago e intestino, este último se dividió en tres regiones (anterior, medio y posterior). Estas estructuras fueron sometidas a un proceso de deshidratación e inclusión en parafina (MERCK, punto de fusión 52-54 °C) (Agarwal, 1996; Jaramillo , 2009). Se realizaron cortes transversales semiseriados de 5 µm de espesor en un micrótopo rotatorio (CUT SLEE 4060) y los cortes se tiñeron con

la técnica de Mayer y Harris hematoxilina-eosina (Agarwal, 1996). Para el estudio histológico se tuvo en cuenta la presencia de las diferentes capas características del sistema digestivo; mucosa, submucosa, muscular y serosa, así como también los tejidos que conforman cada una de las capas en cada uno de los órganos evaluados (Olaya 2007).

RESULTADOS

Descripción macroscópica.

La boca se encuentra ubicada de manera terminal y su tamaño es relativamente grande en proporción con la cabeza, presentando dientes viliformes. Las branquias presentaron pocas y cortas branquiespinas. El esófago es corto y musculoso. El estómago presenta forma de "J", es musculoso y ocupa gran parte de la cavidad visceral. No se observaron ciegos pilóricos. El intestino es corto con pocas circunvoluciones y no se observan diferencias entre regiones.

Descripción microscópica.

En general, los diferentes órganos que componen el tracto digestivo presentaron cuatro capas constitutivas: mucosa, submucosa, muscular y serosa.

Esófago: ésta estructura presentó un lumen de tamaño considerable, una capa mucosa compuesta por epitelio plano estratificado no queratinizado con gran número de células caliciformes y células de alarma. La submucosa constituida de tejido conectivo laxo, seguida por músculo estriado esquelético con dos orientaciones: longitudinal interna y circular externa (Fig. 1 y 2). En todos los órganos evaluados la capa serosa estaba constituida de epitelio escamoso simple, la cual era muy delgada.

Estómago: presentó un lumen de gran tamaño en relación al diámetro de los otros órganos evaluados. La mucosa está compuesta por epitelio cilíndrico simple, seguido de una capa de glándulas gástricas tubulares en las cuales se observan gránulos de secreción altamente basófilos (Fig. 3). La submucosa de tejido conectivo laxo y una capa de músculo liso con dos orientaciones: una circular interna y una longitudinal externa, siendo de mayor espesor la capa circular (Fig. 3).

Intestino: es relativamente corto y presenta una organización y composición histológica (mucosa, submucosa, muscular y serosa) similar en sus tres niveles evaluados (anterior, medio y posterior) (Fig. 4). La mucosa está compuesta de epitelio cilíndrico simple (Fig. 4 y 5), aunque a diferencia del estómago, en el intestino no se observó una capa de glándulas gástricas. En la parte anterior del intestino se encontró una particularidad en la capa mucosa, esta presentaba un mayor número de pliegues (Fig. 4) y la submucosa del intestino anterior y medio presentaba tejido linfóide (Fig.

4 y 5). Se encontraron células caliciformes distribuidas de manera aleatoria en los tres niveles del intestino aunque en menor número a las presentadas en el esófago. La submucosa está constituida de tejido conectivo laxo, seguida de una capa delgada de músculo liso en dos orientaciones; una circular interna de mayor espesor en comparación a la capa longitudinal externa (Fig. 4).

DISCUSIÓN

La descripción macroscópica de la boca de muestra una estructura de gran tamaño con gran número de dientes viliformes, lo que indica que esta especie puede tragar presas enteras y los dientes viliformes les permiten raspar el fondo en busca de alimento, aunque por este modo de alimentación es posible que también ingieran detritos al momento de forrajear, esto coincide con lo reportado por Ortega (1996) en donde uno de los principales ítems alimenticios fueron detritos de material vegetal y mineral. Esta morfología bucal es similar a la presentada por otros Silúridos como: (Santana y Verdugo, 2003), (Beltrán y Beltrán, 1973; Vásquez, 2004) y (Olaya 2007). El bajo número de branquiespinas y el espacio entre las mismas indica una baja capacidad filtradora en esta especie, lo cual es característico de especies carnívoras o algunas herbívoras (Vásquez, 2004).

En cuanto a la descripción microscópica, el estudio histológico de los órganos estudiados del tracto digestivo muestra una conformación tisular similar a la reportada para otros vertebrados, con cuatro capas o túnicas constitutivas; mucosa, submucosa, muscular y serosa (Groman 1982; Morrison, 1987; Caceci 1996; Tyagi y Shukla, 2002; Santana y Verdugo, 2003; Muñoz 2006; Olaya 2007).

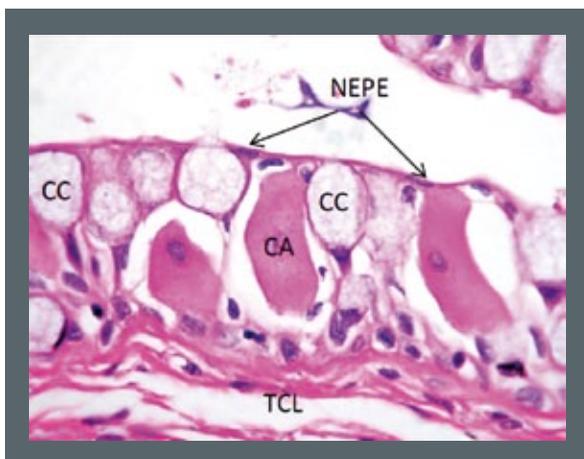


Figura 1. Esófago de *A. seemanni*. Detalle del epitelio plano estratificado de la mucosa del esófago, 800X. H&E. (CC) células caliciformes, (CA) células alarma, (TCL) Tejido conectivo laxo, (NEPE) núcleos del epitelio plano estratificado.

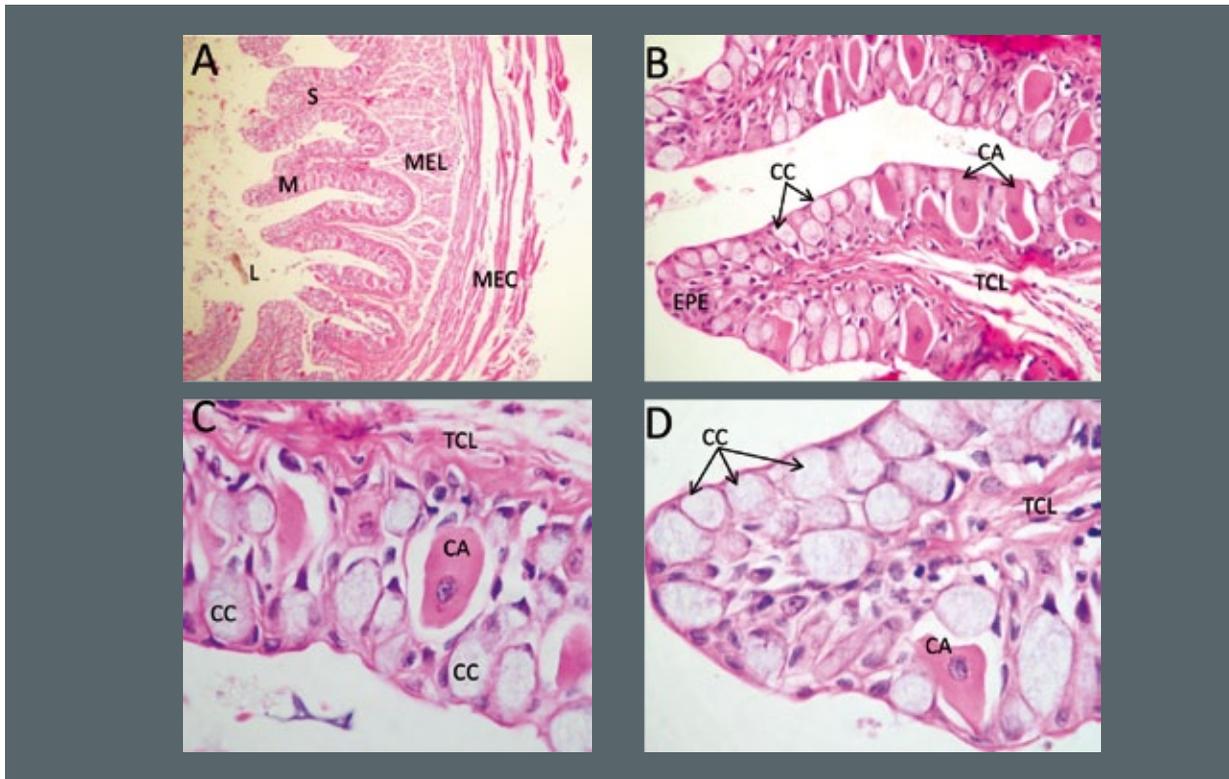


Figura 2. Esófago de *A. seemanni*. A. Panorámica de las capas del esófago 80X. B. Detalle de la mucosa y submucosa del esófago, 320X. C y D. Detalle a mayor magnificación de la mucosa y submucosa del esófago, 800X. H&E. (M) mucosa, (S) submucosa, (MEL) músculo estriado longitudinal, (MEC) músculo estriado circular, (L) lumen, (TCL) Tejido conectivo laxo, (EPE) epitelio plano estratificado, (CC) células caliciformes, (CA) células alarma.

El esófago de presentó una mucosa de epitelio plano estratificado con gran cantidad de células caliciformes que no se teñían con H&E, esta característica permite clasificarlas como células caliciformes secretoras de mucus ricas en glicoproteínas (Elliott, 2000), las cuales han sido observadas en una amplia variedad de especies de peces (Anderson y Mitchum, 1974; Morrison, 1987; Caceci 1996; Albrecht 2000; Santana y Verdugo, 2003; Muñoz 2006; Olaya 2007). Aunque el epitelio encontrado en la mucosa del esófago, no provee una considerable protección contra los daños mecánicos, la gran cantidad de células caliciformes estarían cumpliendo funciones

de secreción de sustancias que lubriquen y protejan la mucosa de la abrasión física (Ross y Pawlina, 2006), este tipo de mucosa es característica de peces que ingieren presas o alimento de consistencia dura, como es el caso de el canchimalo en el cual se encontró que los cangrejos eran unos de los principales ítem alimenticios (Ortega 1996). Una particularidad encontrada en la mucosa esofágica fue la abundancia de células alarma, las cuales habían sido reportadas previamente en *P. pictus* aunque en menor proporción (Olaya 2007). Este tipo de células se encuentran generalmente en las capas medias de la epidermis de los peces y cuando estas son

lesionadas causan la liberación de una feromona que produce una reacción de alarma en los peces ante la presencia de un posible predador (Elliott, 2000). Sin embargo, al encontrarse estas células en el esófago podrían estar cumpliendo otras funciones como sugiere Mittal y Garg (1994) en el cual las células de alarma secretan agentes de protección contra parásitos, patógenos y algunos químicos irritantes al igual que sirve de soporte hidrostático. La capa muscular del esófago presentó dos orientaciones y estaba compuesta de músculo estriado esquelético voluntario (Santana y Verdugo, 2003; Muñoz 2006; Olaya 2007), lo que indica cierto control para regurgitar presas que no son de interés (Collette 2000) o previenen del reflujo de los contenido gástricos del estómago (Ross y Pawlina, 2006).

A. seemanni presenta un estómago de gran tamaño, aunque menos musculoso que el de *P. pictus* (Olaya et al., 2007), características propias de especies de peces que tragan presas enteras y que pueden almacenar altos volúmenes de alimento (Buddington y Kuz'mina, 2000). A diferencia del esófago, la capa mucosa en el estómago estaba constituida de epitelio cilíndrico simple, seguida por una capa de glándulas gástricas tubulares de menor espesor a la presentada por *P. pictus* (Olaya et al., 2007) Las células de las glándulas gástricas producen una sustancia (jugo gástrico) que contiene principalmente cuatro componentes: ácido clorhídrico, pepsina, mucus y factor intrínseco (glicoproteína unida a vitamina B12) necesarios para la digestión y absorción del alimento (Ross y Pawlina, 2006). La capa muscular presentó un músculo liso en dos orientaciones (circular interna y longitudinal externa) que le permite a esta especie una disrupción física del alimento y una mezcla con las secreciones gástricas, resultando en partículas de menor tamaño o en una pasta semilíquida que mejore la absorción de alimentos por parte del intestino (Buddington y Kuz'mina, 2000).

La longitud y forma del intestino es un indicativo del hábito alimenticio de las especies de peces (Buddington y Kuz'mina, 2000; Albrecht 2000). *A. seemanni* presenta un intestino corto con pocos plegamientos, lo cual es característico de la mayoría de

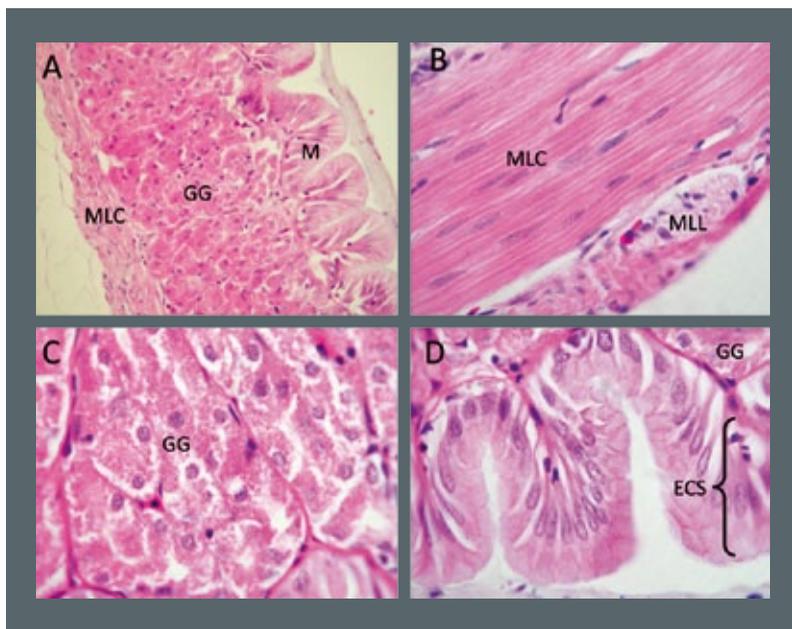


Figura 3. Estómago de *A. seemanni*. A. Panorámica de las capas del estómago, 80X. B. detalle de las capas musculares del estómago, 800X. C. Detalle de las glándulas gástricas del estómago, 800X. D. Detalle de la mucosa del estómago, 800X. H&E. (M) mucosa, (MLL) músculo liso longitudinal, (MLC) músculo liso circular, (GG) glándulas gástricas, (ECS) epitelio cilíndrico simple.

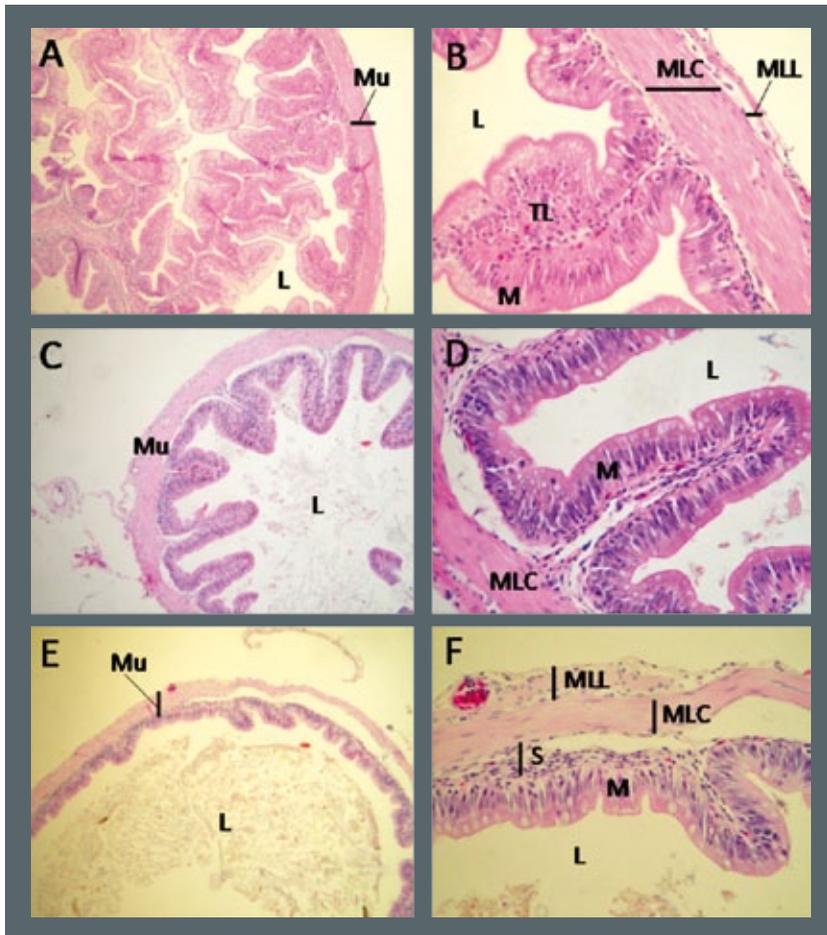


Figura 4. Intestino anterior medio y posterior de *A. seemanni*. A. Panorámica del intestino anterior, 80X. B. Detalle de las capas del intestino anterior, 320X. C. Panorámica del intestino medio, 80X. D. Detalle de las capas del intestino medio, 320X. E. Panorámica del intestino posterior, 80X. F. Detalle de las capas del intestino posterior, 320X. H&E. (M) mucosa, (S) submucosa, (Mu) capa muscular, (MLL) músculo liso longitudinal, (MLC) músculo liso circular, (ECS) epitelio cilíndrico simple, (L) lumen, (TL) Tejido linfoide.

es característico de especies de peces con intestinos cortos (Buddington y Kuz'mina, 2000). En esta región también fue posible distinguir tejido linfocitario en la lámina propia del tejido epitelial. En peces se ha denominado a estas regiones como GALT (de sus siglas en inglés) sistema linfocítico asociado al intestino, el cual está constituido por grupos de células como: linfocitos, neutrófilos, eosinófilos y macrófagos (Rombout 2010). Este sistema les brinda protección a los peces contra los patógenos que se encuentran en el medio acuático (Rombout 2010).

La capa de músculo liso presentó las mismas orientaciones a las exhibidas por el estómago, sin embargo cualitativamente el espesor de esta capa fue menor, lo que indica unos movimientos peristálticos más débi-

los teleósteos con hábitos carnívoros (Vásquez, 2004). La conformación tisular en todos los niveles del intestino (anterior, medio y posterior) fue similar en cada una de sus capas constitutivas (mucosa, submucosa, muscular y serosa). La región anterior del intestino fue la que presentó mayor cantidad de pliegues en la mucosa, lo cual es una estrategia para aumentar la superficie de absorción de nutrientes (Albrecht 2000) y

les y un mayor tiempo en el paso del bolo alimenticio (Morrison, 1987, Muñoz et al. 2006, Olaya et al. 2007). La presencia de células caliciformes en la mucosa del intestino fue de manera homogénea y no hacia la parte posterior como ocurre en (Olaya et al. 2007) esta característica es referida a la necesidad de la lubricación de las heces, especialmente en especies de peces que consumen alimento de consistencia dura (Albrecht 2000).

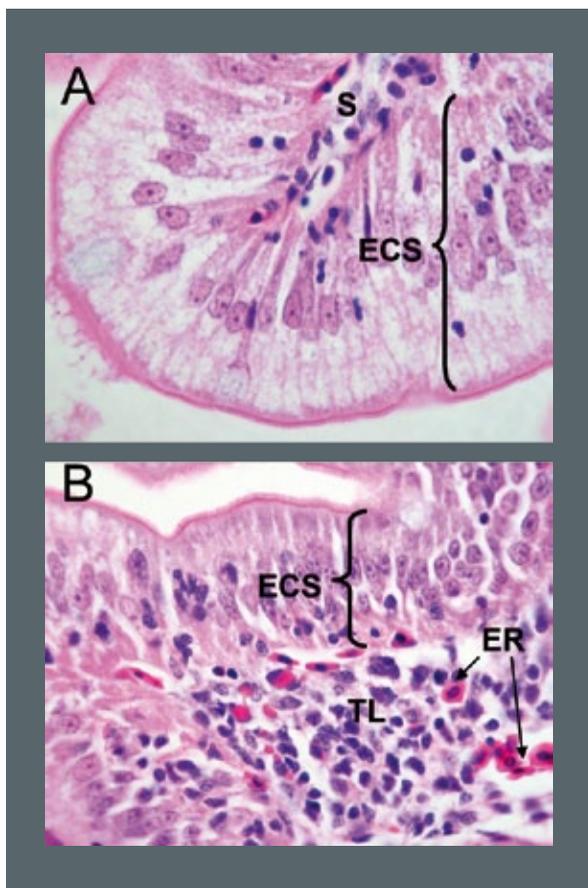


Figura 5. Intestino de *A. seemanni*. A. Detalle de la mucosa y submucosa del intestino anterior, 1020 X. B. Detalle de la mucosa y el tejido linfoide del intestino anterior, 800X. H&E. (ECS) epitelio cilíndrico simple, (TL) Tejido linfoide, (ER) eritrocitos.

A partir del estudio del tracto digestivo de se concluye que es un pez bentónico de hábitos alimenticios carnívoros que consume gran cantidad de alimentos de consistencia dura.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Militar Nueva Granada, a su Vicerrectoría de Investigaciones por el proyecto CIAS 370, así mismo a la Facultad de Ciencias Básicas y a Eduardo Jurado.

BIBLIOGRAFIA

1. Agarwal NK. 1996. Fish Reproduction. APH Publishing Corporation Efficient offset printers, New Delhi, Indian. 120 p
2. Albrecht MP, Ferreira MFN, Caramaschi EP. 2000. Anatomical features and histology of the digestive tract two related neotropical omnivorous fishes (Characiformes; Anostomidae). J. Fish Biol, 58: 419–430.
3. American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH), American Fisheries Society (AFS), American Institute of Fisheries Research Biologists (AIFRB). Guidelines for use of fishes in field research. 1988, 13: 16-23.
4. Anderson BG, Mitchum DL. 1974. Atlas of trout histology. Bulletin No 13, Wyoming game and fish department, Wyoming, USA.
5. AVMA Guidelines on Euthanasia (Formerly Report of the AVMA Panel on Euthanasia). 2007. American Veterinary Medical Association.
6. Beltrán EL, Beltrán CN. 1973. Contribución a la biología del bagre pintado *Pseudoplatystoma fasciatum*, Linnaeus, 1766 y su importancia pesquera. (Trabajo de grado). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Medellín, Colombia.
7. Buddington RK y Kuz'mina V. 2000. Digestive system. p.173-179. En: Ostrander GK (Eds.). Academic Press. The laboratory fish. San Diego. 1- 330.
8. Caceci T, EL-Habback HA, Smith SA, Smith BJ. 1996. The stomach of *Oreochromis niloticus* has three regions. J. Fish Biol, 50: 939–952.
9. CCAC. 2005. Canadian Council on Animal Care. Guidelines on: the care and use of fish

- in research, teaching and testing. Ottawa, Ontario, Canada: Canadian Council on Animal Care.
10. Collette B, Collette G, Facey D. 2000. The diversity of fishes. Fifth edition, Backwell Science editorial officers. Massachussets, USA.
 11. Elliott D. 2000. Integumentary system. p. 95-97. En: Ostrander GK (Eds.). Academic Press. The laboratory fish. San Diego. 1- 330.
 12. Inar KC y Enol NS. 2006. Histological and Histochemical Characterization of the Mucosa of the Digestive Tract in Flower Fish (*Pseudophoxinus antalyae*). Anat. Histol. Embryol, 35: 147-151
 13. Jaramillo J, Gomez-Ramirez E, Caldas ML, Rodriguez D, Hurtado H. 2009. Histology and Morphometry of dorsal root ganglia and their neurons in a fish of indeterminate growth the white Cachama (*Piaractus brachypomus*). Actual. Biol, 31:43-52.
 14. Groma DB. 1982. Histology of the striped bass. Third edition. American fisheries society. Bethesda, USA.
 15. Leal AS, Vargas VC, Rodríguez DC, Moreno PA, Giraldo HH. 2007. Estudios preliminar del efecto de la temperatura del agua sobre el crecimiento de *Carassius auratus*, mantenidos en sistemas de recirculación. Revista Facultad de Ciencias, 3: 161-174.
 16. Mittal AK y Garg TK. 1994. Effect o fan detergent-sodium dodecyl sulphate exposure on club cells in the epidermis of *Clarias batrachus*. Journal fish Biology, 44: 857-875. 17. Montaña C, Gonzáles MI, Chaón C y Hurtado Hernán. 2005. Montaje y ensayo preliminar de un sistema de recirculación de agua para cultivo de *Oncorhynchus mykis*. Revista Facultad de Ciencias, 1:88-91.
 18. Morrison C. 1987. Histology of the atlantic cod. *Gadus morhua*: An atlas, Digestive tract and associated organs. First edition. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences. Otawwa, Canadian.
 19. Muñoz A, Caldas ML, Hurtado H. 2006. Análisis histomorfológico del sistema digestivo y glándulas anexas en alevinos de cachama blanca, *Piaractus brachypomus* (Characidae: Piaractus). Revista Facultad de Ciencias Básicas, 2: 137-164.
 20. Olaya CM, Ovalle CH, Gomez E, Rodriguez D, Caldas ML, Hurtado H. 2007. Histología y morfometría del sistema digestivo del Silurido bagre tigrillo (*Pimelodus pictus*). Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 54: 311-323.
 21. Ortega LA, Escobar JC, Rubio EA. 1996. Determinación de los hábitos alimenticios del "canchimalo" *Arius seemanni* (Pisces: Siluriformes: Ariidae) en el manglar de la bahía de Buenaventura. III Simposio colombiano de Ictiología. Barranquilla. 51 p.
 22. Ross M and Pawlina W. 2006. Histology atext atlas with correlated cell and molecular biology. Fifth edition. Lippincott Williams & Wilkins. Baltimore. Teleost intestinal immunology
 23. Rombout JHWM, Abelli L, Picchiatti S, Scapigliati G, Kiron V. 2010. Teleost intestinal immunology. Fish & Shellfish Immunology. 1-11.
 24. Sands D. 1988. A Fishkeeper's guide to South American Catfishes. Tetra Press. Belgium. 52-53 p.
 25. Santana C y Verdugo P. 2003. Descripción histológica y anatómica del tracto digestivo del Nicuro (*Pimelodus blochii*, Valenciennens 1840) (Pisces:Siluriformes, Pimelodidae). Tesis de pregrado. Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada.
 26. Tyagi R, Schukla A. 2002. Anatomy of fishes. First edition. Anmol publication PVT. New Delhi. Indian.
 27. Vasquez TW. 2004. Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia.