

BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
VOL. 46. NO. 3, JULIO-SEPTIEMBRE 2012, PP 245 - 261
UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA

**ESTRUCTURA HISTOLÓGICA DE HÍGADO
DE *MYLOSSOMA ACANTHOGASTER* (VALENCIENNES
1850) Y *CYNOPOTAMUS VENEZUELAE* (SCHULTZ 1944)
(CHARACIFORMES, CHARACIDAE)**

Maribel Viloría Narváez¹, Teresa Martínez Leones¹,
Zulamita Medina Perozo², Antonio Machado Allison³,
Ana Bonilla Rivero⁴ y Héctor López Rojas⁴

¹Laboratorio de Histología, Departamento de Biología,
Facultad de Humanidades y Educación,

²Unidad de Investigaciones Ultraestructurales, División de Investigación,
Facultad de Ciencias Veterinarias,
Universidad del Zulia. Apartado 526. Maracaibo 4001-A, Venezuela.
mari.viloria@gmail.com, teramartinleones@yahoo.com,
zulamitamedina@hotmail.com

³Laboratorio de Biosistemática de peces,

⁴Laboratorio de Genética y Morfología Evolutiva de Peces,
Instituto de Zoología Tropical, Facultad de Ciencias,
Universidad Central de Venezuela. Apartado 47058 Los Chaguaramos.
Caracas 1041-A, Venezuela. amachado@ciens.ucv.ve,
hector.lopez@ciens.ucv.ve, ana.bonilla@ciens.ucv.ve

Resumen. El hígado es un órgano importante como indicador de la calidad del agua, temperatura, pH y el tipo de alimento que consumen los peces. En la presente investigación se describe la histología de hígado de *Mylossoma acanthogaster* y *Cynopotamus venezuelae*, llamados comúnmente como pámpano y dientón, especies autóctonas del Lago de Maracaibo con potencialidades de cultivo artificial. El análisis histológico del parénquima hepático se realizó en ejemplares capturados en el río Catatumbo. Las muestras de hígado fueron fijadas en formalina neutra y Bouin, se procesaron siguiendo la técnica básica hematoxilina-eosina y se realizaron cortes de 5 y 6 micras (μm) de espesor. El estudio histológico reveló, en ambas especies, una cápsula constituida por tejido conectivo fibroso y lobulillos hepáticos como unidades funcionales. En el centro de los mismos se observó, la vena centro lobulillar alrededor de la cual se disponen cordones de células isodiamétricas (hepatocitos), entre las que se destacan los sinusoides hepáticos, que son espacios delimitados por endotelio, al cual se adosan las células de Küpffer. En la confluencia de tres lobulillos hepáticos se forma una zona de tejido conectivo laxo areolar, el espacio portal, en el que se aprecia un conducto biliar delimitada por

epitelio cúbico simple, una arteria y una vena de pequeño calibre. En ninguna de las dos especies estudiadas se observó el parénquima dividido en lóbulos irregulares por el páncreas exocrino, como ocurre en la mayoría de los teleósteos, sin embargo, se puede concluir que la estructura histológica de hígado de *Mylossoma acanthogaster* y *Cynopotamus venezuelae* muestra una organización estructural típica, similar a la descrita para los peces teleósteos. *Recibido: 25 noviembre 2011 / Aceptado: 11 septiembre 2012.*

Palabras clave: hígado, Histología, *Mylossoma acanthogaster*, *Cynopotamus venezuelae*, peces de agua dulce.

HISTOLOGICAL STRUCTURE OF THE LIVER
OF *MYLOSSOMA ACANTHOGASTER* (VALENCIENNES 1850)
AND *CYNOPOTAMUS VENEZUELAE* (SCHULTZ 1944)
(CHARACIFORMES, CHARACIDAE)

Abstract. The liver is an important organ for indicating water quality, temperature, pH and the type of food that fish consume. This study describes liver histology for *Mylossoma acanthogaster* and *Cynopotamus venezuelae*, fish commonly called *pámpano* and *dientón*, species native to Lake Maracaibo with a potential for artificial cultivation. The histological analysis of liver parenchyma was performed on individuals caught in the Catatumbo River. Liver samples were fixed in neutral formalin and Bouin and processed according to the basic hematoxylin-eosin technique; sections of 5 and 6 micras (μm) thickness were made. The histological study revealed, for both species, a capsule made up of fibrous connective tissue and hepatic lobules as functional units. In their center, the central lobular vein could be observed, around which lines of isodiametric (hepatocyte) cells were arranged, among which the hepatic sinusoids stand out, which are spaces bordered by endothelia, to which the Küpffer cells adhere. In the confluence of three hepatic lobules, a zone of loose, areolar connective tissue is formed, the portal space, in which can be noted a bile duct bordered by simple cubic epithelia, an artery and a small caliber vein. In neither of the two species studies was a parenchyma divided into irregular lobules by the exocrine pancreas, as occurs in most teleostei; however, it can be concluded that the histological structure of *Mylossoma acanthogaster* and *Cynopotamus venezuelae* livers demonstrates a typical structural organization, similar to that described for teleostei. *Received: 25 november 2011 / Accepted: 11 september 2012.*

Keywords: liver, histology, *Mylossoma acanthogaster*, *Cynopotamus venezuelae*, freshwater fish.

INTRODUCCIÓN

El hígado de los peces constituye una de las principales glándulas anexas del tracto digestivo. Embriológicamente se origina de la pared endodérmica del intestino primitivo a manera de divertículo (Pirlot 1990; Bruslé y Anadon 1996) el mismo se localiza en la región antero ventral de la cavidad abdominal, posterior a la cavidad pericárdica. En estos vertebrados, el hígado es un órgano relativamente grande, que en algunas especies puede ser simple o lobulado, de dos a tres lóbulos.

El detrimento ambiental de las fuentes hídricas causa daños y deterioro de la de los organismos expuestos a los contaminantes, principalmente especies de peces como la tilapia, de uso en la dieta humana (Torres *et al.* 2010). Los peces, a diferencia de numerosos mamíferos, son mucho más sensibles a los cambios del ambiente y a la contaminación. Su hígado, constituye un modelo muy interesante para el estudio de interacciones ambientales, la estructura hepática y su función (Bruslé y Anadon 1996).

El hígado es un órgano importante como indicador de la calidad del agua, temperatura, pH y el tipo de alimento que consumen los peces. Por tal motivo, la investigación de hígado de peces es especialmente importante en el campo de los problemas inducidos por las condiciones de la acuicultura y la contaminación acuática (Gochfeld 2003; Mela *et al.* 2007).

Las células hepáticas son poligonales y contienen un núcleo esférico (Anderson y Mitchum 1974). Los ductos biliares, las arterias hepáticas y las venas portales están agrupadas en tríadas hepáticas envueltas en tejido conectivo (Morrison 1987). Los sinusoides se encuentran delimitados por células endoteliales, mientras que los hepatocitos están dispuestos a lo largo de éstos (Morrison 1987).

En peces teleósteos el tejido exocrino pancreático se desarrolla alrededor de la vena portal durante la ontogénesis, éste algunas veces puede permanecer extrahepático o penetrar profundamente dentro del parénquima hepático, dependiendo de la especie, tales como, *Se-*

rranus cabrilla (González *et al.* 1993), *Oreochromis niloticus* (Vicentini *et al.* 2005; Torres *et al.* 2010). El tejido pancreático puede ser diferenciado por su arreglo acinar. Además, un septum delgado del tejido conectivo separa los hepatocitos de las células pancreáticas exocrinas (Bruslé y Anadon 1996).

Actualmente, el hígado de los peces se está utilizando como órgano biomarcador para estudios sobre contaminación de los ecosistemas acuícolas naturales y artificiales, además, de la salud de los animales invertebrados y vertebrados que habitan en los mismos (Velkova y Kostoski 2005; Bertolucci *et al.* 2008; Torres *et al.* 2010).

Las especies *Mylossoma acanthogaster* (pámpano) y *Cynopotamus venezuelae* (dientón) son peces de agua dulce, autóctonos del Lago de Maracaibo, incluidos en la familia Characidae; *M. acanthogaster* pertenece a la subfamilia Serrasalminae y *C. venezuelae* está ubicado en la subfamilia Characinae (Lasso *et al.* 2004; Machado y Castillo 1992). Estos peces son de gran interés para la piscicultura regional por considerarse un alimento de excelente calidad y de gran aceptación entre la población de la región zuliana. La presente investigación aborda la descripción histológica del hígado de estos peces a fin de contribuir al conocimiento de este órgano y proporcionar información básica para futuras investigaciones relacionadas con la nutrición y cultivo de estos peces.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área en la que se realizó la colecta de los peces está ubicada en la zona sur del Lago de Maracaibo del Estado Zulia, en el municipio Catatumbo el cual limita con el río Santa Ana por el norte, por el este con el Lago de Maracaibo y el municipio Colón; por el sur con el estado Táchira y la República de Colombia; y por el oeste con el municipio Jesús María Semprún. Las dos especies fueron capturadas, específicamente, en el río Catatumbo en las adyacencias de la parroquia Encontrados (capital del municipio); que limita por el norte con

el río Catatumbo, por el sur con la población del Guayabo (parroquia Udón Pérez); y por el este con la hacienda la Pica y Pica (Fig. 1).



Figura 1. Mapa Físico-Político del Municipio Catatumbo. Fuente cartográfica: Dirección de Cartografía Nacional 1979 (Actualmente Instituto de Cartografía Simón Bolívar).

Los ejemplares de las especies *M. acanthogaster* y *C. venezuelensis* fueron colectados utilizando redes con agujeros de 4 pulgadas de diámetro. A cada ejemplar se le midió la longitud total (de la punta del hocico al extremo de la aleta caudal) y la longitud estándar (de la punta del hocico hasta la última vertebra caudal). Se pesaron con una balanza marca Ohio, se disectaron y se les extrajo el hígado. Las muestras tomadas fueron fijadas en formalina neutra y Bouin. Se hi-

cieron cortes longitudinales y transversales, los mismos se deshidrataron pasando por una batería de alcohol isopropílico en orden creciente, luego se sumergieron en Xilol y se incluyeron en parafina. Posteriormente, utilizándose un micrótomo de deslizamiento marca Ringer Jung, se realizaron cortes de 5 y 6 micras (μm) que fueron coloreados con Hematoxilina-Eosina. Finalmente se montaron los cortes para su observación. Las láminas histológicas se describieron y fotografiaron utilizando un microscopio óptico compuesto, marca Olympus modelo CX31, con cámara digital incorporada, marca Olympus modelo DP12.

RESULTADOS

El hígado de *C. venezuelae* y *M. acanthogaster* es un órgano relativamente grande localizado en la región anterior de la cavidad abdominal, el cual se caracteriza por ser de color café oscuro. En *C. venezuelae*, el hígado está constituido por tres lóbulos: derecho, izquierdo y ventral (Fig. 2); mientras que en *M. acanthogaster* presentó un solo lóbulo.

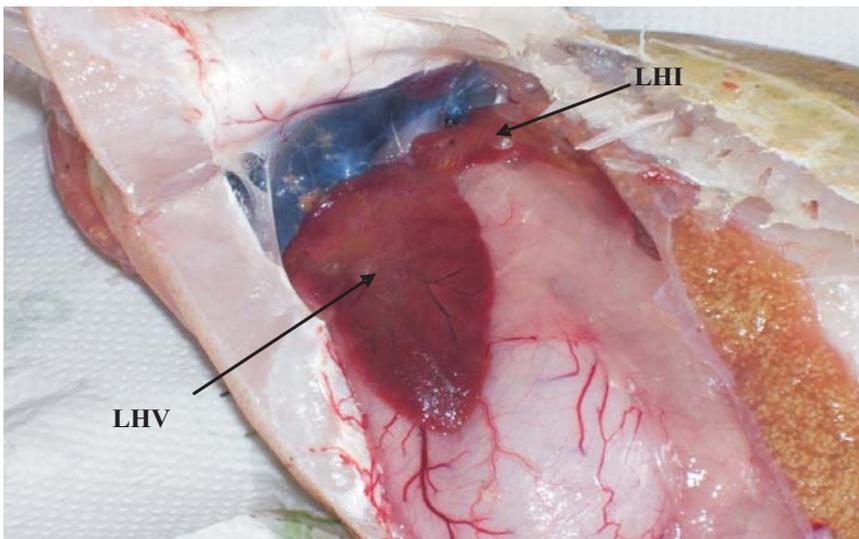


Figura 2. Hígado de *Cynopotamus venezuelae*. Lóbulo hepático ventral (LHV), lóbulo hepático izquierdo (LHI).

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DEL HÍGADO de *C. venezuelae*

El corte histológico de hígado de *C. venezuelae* mostró una cápsula constituida por tejido conectivo fibroso debajo de la cual se observó la arquitectura histológica del hígado, siendo la unidad funcional el lobulillo hepático (Fig. 3). En la zona central del lobulillo se observó la vena centrolobulillar (Fig. 4), alrededor de la cual se disponen cordones de células isodiamétricas o hepatocitos (Fig. 3), caracterizados por presentar un citoplasma amplio, vacuolado, con núcleo central y nucléolo prominente. Los cordones celulares constituyen lo que en especies superiores se denominan trabéculas de Remack. Entre los cordones de hepatocitos se observaron espacios delimitados por endotelio (sinusoides hepáticos) en el que se adosan células de forma irregular, alargadas o estrelladas, conocidas como las células de Küpffer, que pertenecen al sistema reticuloendotelial (Fig. 5).

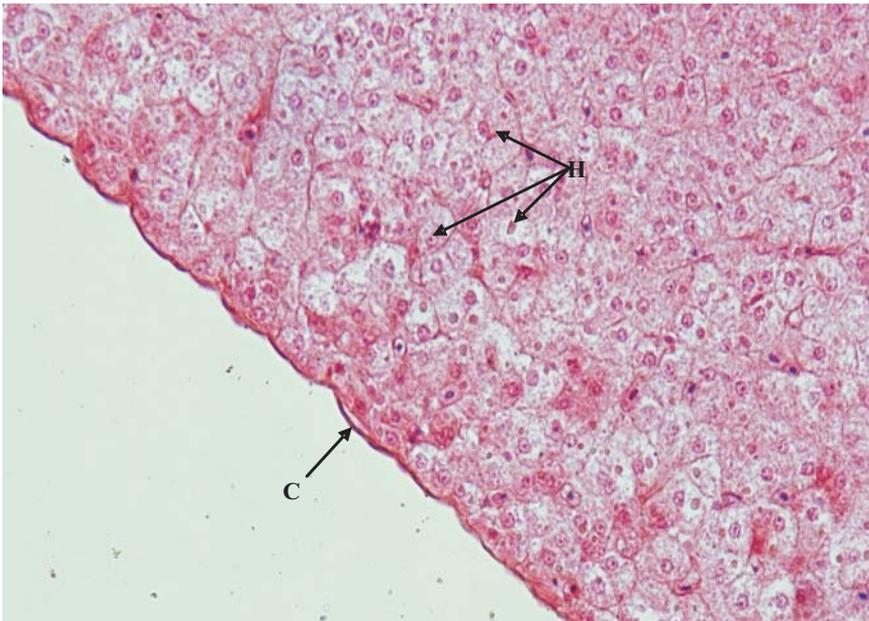


Figura 3. Corte histológico de hígado de *Cynopotamus venezuelae*. Coloración H-E. 400X. Cápsula (C), Hepatocito (H).

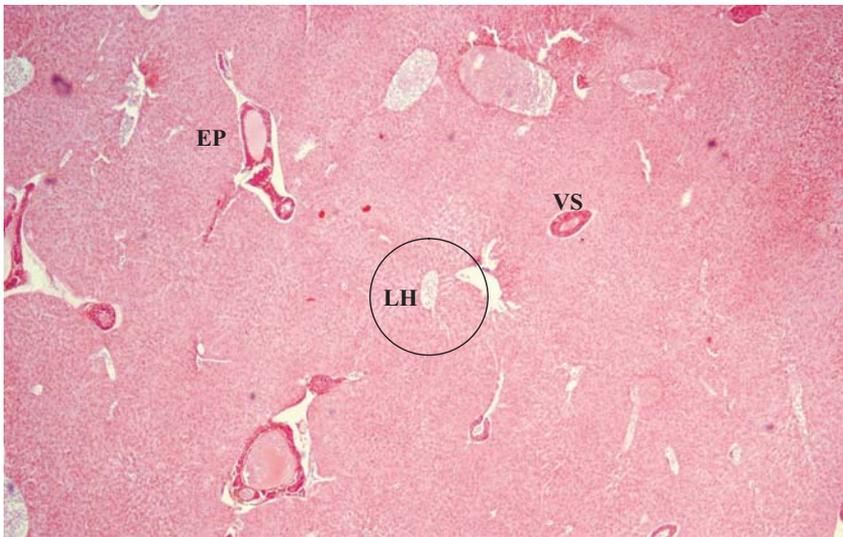


Figura 4. Corte histológico de hígado de *Cynopotamus venezuelae*. Coloración H-E.40X. Arquitectura panorámica de hígado. Lobulillos hepáticos (LH), Espacio portal (EP), Vasos Sanguíneos (VS).

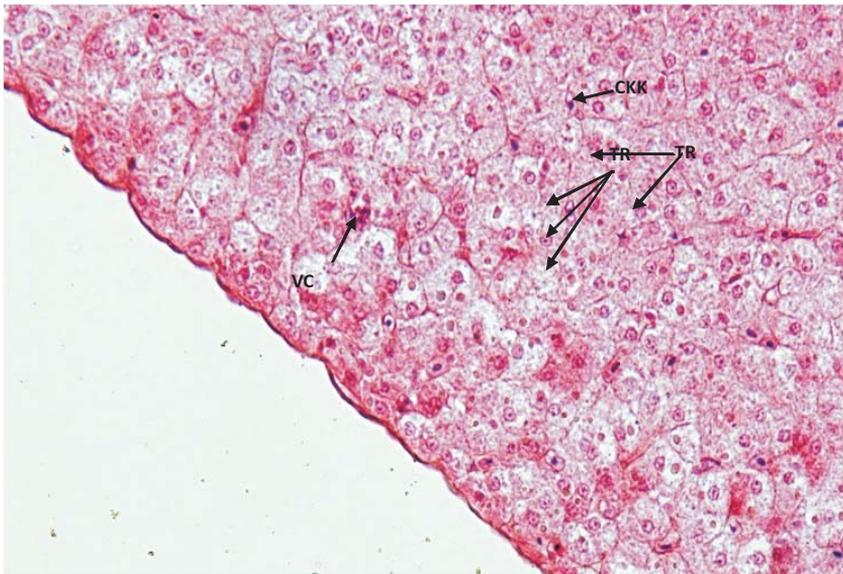


Figura 5. Corte histológico de hígado de *Cynopotamus venezuelae*. Coloración H-E.100X. Vena Centrolobulillar (VC), Cordones Hepáticos o Trabéculas de Remack (TR), Células de Kupffer (CK).

En el límite periférico de cada lobulillo hepático se observaron bandas delgadas de tejido conectivo. Donde confluyen tres lobulillos hepáticos se forma una zona de tejido conectivo laxo areolar en el que se observaron fibroblastos, fibras colágenas y sustancia fundamental amorfa, inmersos en este espacio denominado espacio portal (Fig. 3), en el cual también se apreció un conducto biliar delimitado por epitelio cúbico simple, una arteria y una vena de pequeño calibre. Cuando se observaron cortes histológicos a menor aumento se pudo apreciar cortes transversales de vasos de mayor diámetro (Fig. 3).

DESCRIPCIÓN HISTOLÓGICA DEL HÍGADO DE *M. acanthogaster*

En los cortes histológicos de tejido hepático de *M. acanthogaster*, se pudo observar a menor aumento la arquitectura histológica panorámica de hígado (Fig. 7), cubierto por una cápsula delgada de tejido conectivo fibroso, sobre la cual descansa una capa epitelial de células planas. Por debajo de la cápsula se observó el lobulillo portal,

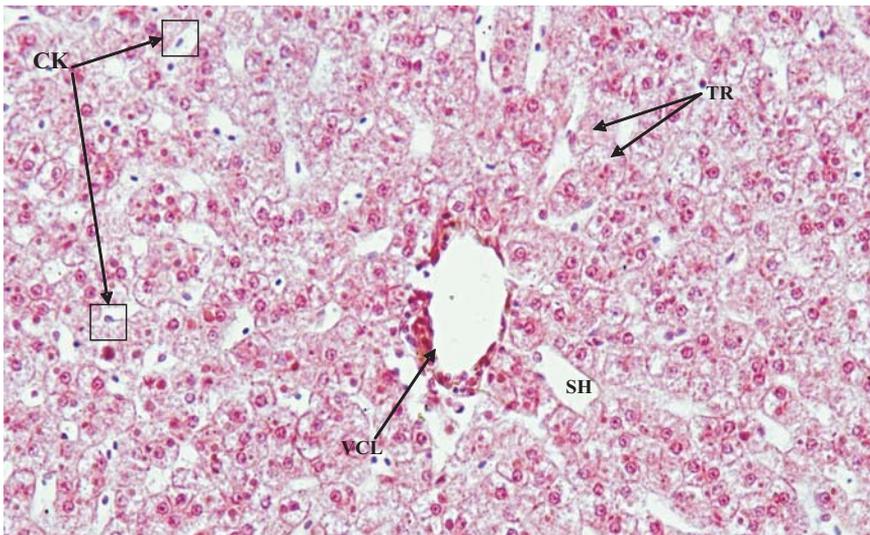


Figura 6. Corte histológico de hígado de *Cynopotamus venezuelae*. Coloración H-E.400X. Sinusoide hepático (SH), Trabeculas de Remack (TR), Células de Kupffer (CK), vena centrolobulillar (VCL).

unidad funcional histológica (Fig. 7), con un amplio espacio central revestido por células endoteliales y lleno de eritrocitos nucleados, la vena centrolobulillar (Fig. 8). Alrededor de esta, se disponen filas o cordones de hepatocitos (Trabéculas de Remack) (Fig. 9). Los hepatocitos son isodiamétricos, de abundante citoplasma vacuolado, gran cantidad de pigmento pardo amarillento que correspondieron a pigmento biliar (Fig. 9-11), núcleos centrales y nucléolos prominentes. Entre los cordones de hepatocitos se visualizaron las sinusoides hepáticas, que son espacios delimitados por epitelio endotelial tapizados, en algunas zonas, por células alargadas que protuyen hacia la luz de dicho espacio. Estas células pertenecen al sistema retículo endotelial fagocítico y son llamadas células de Küpffer (Fig. 9 y 11). En el lugar donde confluyen tres lobulillos portales se observaron condensaciones de tejido conectivo, dentro del cual se observaron una arteria, una vena de pequeño calibre y un conducto biliar este último revestido por epitelio cúbico simple. Entre dos lobulillos hepáticos existen septos de tejido conectivo fibroso o cisuras portales.

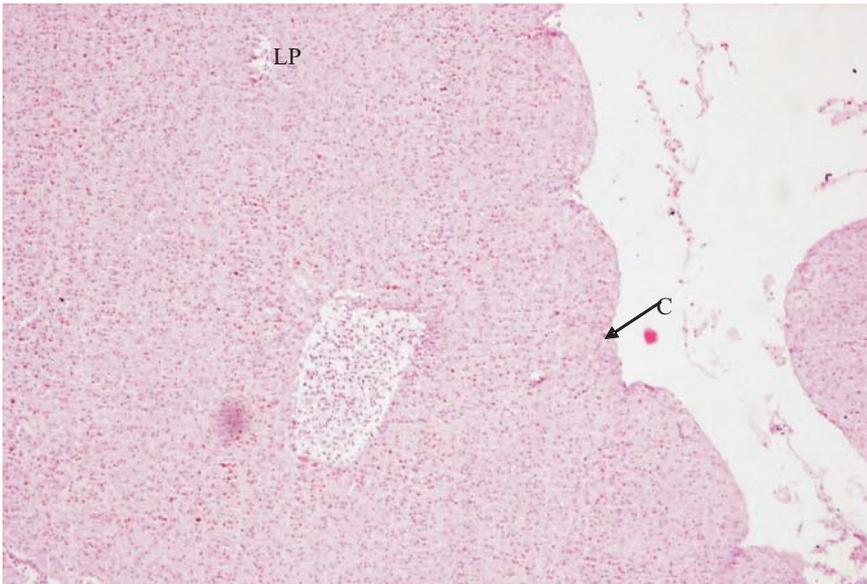


Figura 7. Corte histológico de hígado de *Mylossoma acanthogaster*. Coloración H-E.40X. Arquitectura panorámica de hígado (LP), Cápsula (C).

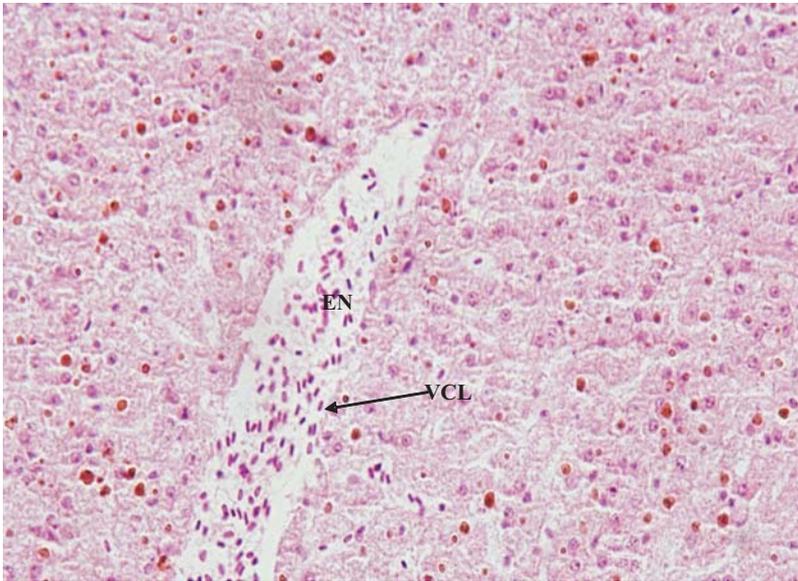


Figura 8. Corte histológico de hígado de *Mylossoma acanthogaster*. Coloración H-E.400X. Eritrocitos nucleados (EN), Vena Centrolobulillar (VCL).

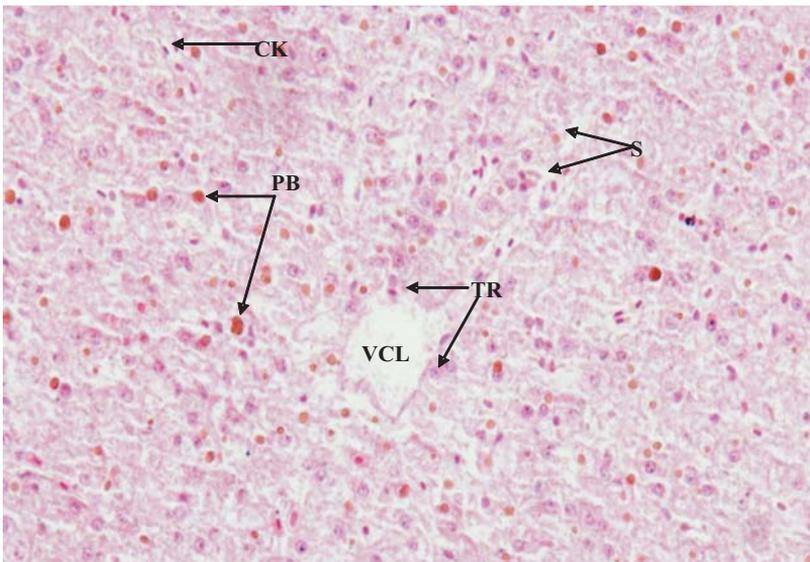


Figura 9. Corte histológico de hígado de *Mylossoma acanthogaster*. Coloración H-E.400X. Vena centrolobulillar (VCL), Trabéculas de Remack (TR), Sinusoide (S), Pigmento Biliar (PB), Células de Kupffer (CK).

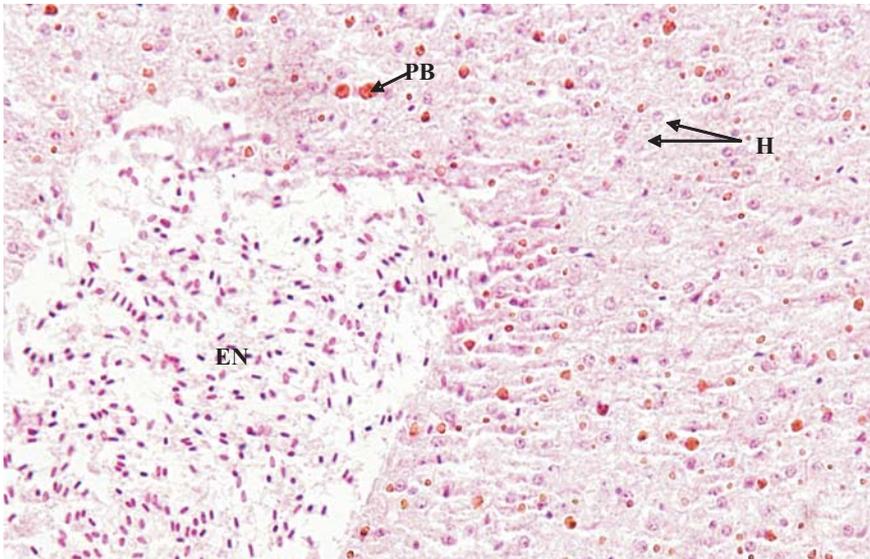


Figura 10. Corte histológico de hígado de *Mylossoma acanthogaster*. Coloración H-E.400X. Hepatocitos (H), Vena Centrolobulillar llena de eritrocitos nucleados (EN), Pigmento Biliar (P).

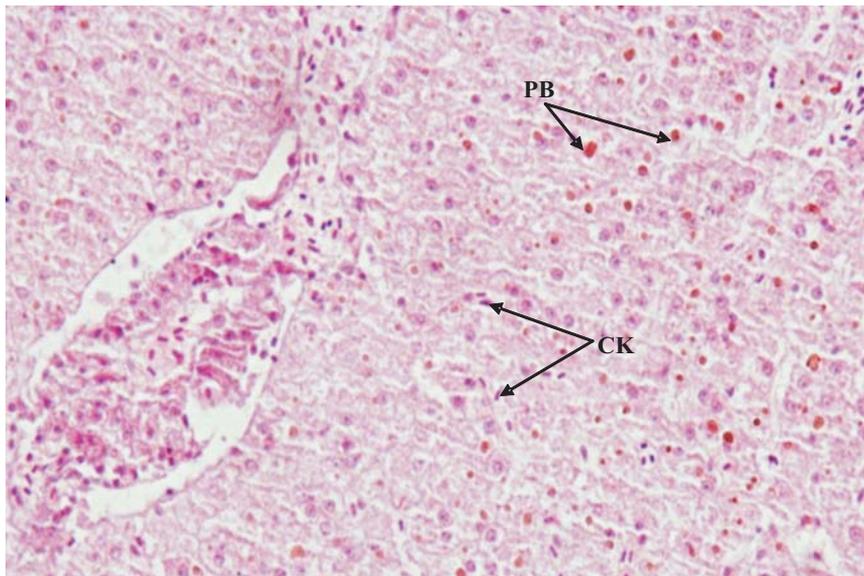


Figura 11. Corte histológico de hígado de *Mylossoma acanthogaster*. Coloración H-E.400X. Pigmento Biliar (PB), Células de Kupffer (CK).

DISCUSIÓN

El hígado de *Mylossoma acanthogaster* y *Cynopotamus venezuelae* está ubicado en la región anterior de la cavidad abdominal y presenta un patrón de coloración café oscuro. La primera especie presenta un solo lóbulo, similar a lo observado en *Piaractus brachypomus* (Muñoz *et al.* 2007). En cambio; la segunda especie exhibe tres lóbulos, derecho, izquierdo y ventral semejante a lo encontrado en *Piaractus mesopotamicus* (Souza *et al.* 2001), en *Astyanax altiparanae* (Bertolucci *et al.* 2008). Es importante destacar que muchos de los teleósteos presentan tres lóbulos; sin embargo, algunas especies no presentan lobulación (Bruslé y Anodon, 1996). La lobulación del hígado pudiera considerarse un carácter taxonómico en la identificación y descripción de peces.

La estructura histológica del hígado de *Mylossoma acanthogaster* y *Cynopotamus venezuelae* muestra una organización estructural típica, descrita para los teleósteos (Grizzle y Rogers 1979; Groman 1982; Yasutake y Wales 1983; Morrison 1987; López *et al.* 2001 y Vicentini *et al.* 2005). En ninguna de las dos especies estudiadas se observó el parénquima dividido en lóbulos irregulares por el páncreas exocrino, como ocurre en *Oligosarcus jenynsii* (Petcoff *et al.* 2006) y la mayoría de los teleósteos (Roberts, 1989), es posible que al igual que en especies como *O. Actinopterygii*, *Oreochromis niloticus* (Torres *et al.* 2010) sea un órgano difuso que penetra el hígado para formar el hepatopáncreas.

En *Mylossoma acanthogaster* y *Cynopotamus venezuelae* los hepatocitos son isodiamétricos y forman cordones anastomosados, dispuestos alrededor de los sinusoides, al igual que en *Oreochromis niloticus* (Vicentini *et al.* 2005), alevinos de Cachama (*Piaractus brachypomus*) (Muñoz *et al.* 2007), *Oligosarcus jenynsii* (Petcoff *et al.* 2006), peces de la familia Characidae y la mayoría de los teleósteos (López *et al.* 2001; Morrison 1987; Yasutake y Wales 1983; Groman 1982 y Grizzle y Rogers 1979).

En teleósteos las venas porta se diferencian de las venas centrales dentro del hígado por la presencia del tejido fino pancreático alre-

dedor de las ramas de la vena porta hepática, (Eurell y Haensly 1982). Esta diferencia no se observó en las muestras de hígado estudiadas. Sin embargo, al igual que en *Micropogon undulatus*, *Oligosarcus jenynsii* y *Oreochromis niloticus*; y gran parte de los teleósteos, en *M. acanthogaster* y *C. venezuelae* los conductos biliares y las arterias se observan asociadas a las venas porta y a un tejido fino circundante, formando las triadas portales o espacios portales.

Aunque se encuentran en menor número que en los mamíferos, los macrófagos hepáticos (células de Küpffer) han sido descritos en algunas especies de teleósteos (*Salmo gairdneri*, *Ictalurus punctatus*, *I. nebulosus*, *Alosa sapidissima*, *Pimelodus maculatus* y *Aarassius auratus*) con base a criterios morfológicos (Hampton *et al.* 1987). Estas células se observaron también en las dos especies objeto de estudio y al igual que otros teleósteos, no son muy abundantes.

A manera de conclusión, se puede afirmar que los resultados obtenidos de esta investigación permitieron caracterizar la estructura normal del hígado de *M. acanthogaster* y *C. venezuelae* mediante microscopia óptica y una técnica básica de tinción, como la Hematoxilina-Eosina, sin embargo se recomienda realizar coloraciones especiales que permitan visualizar las secciones de tejido individuales. Este trabajo, habitualmente implica tinciones como Sudan, tinciones con plata, Tricrómico de Masson y PAS (Ácido Periódico de Schiff). También, en el análisis histológico puede ser muy importante la determinación de glucógeno, sustancia de almacenamiento del hígado, que puede demostrarse en la reacción ácida periódica de Schiff (PAS).

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.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, B., y D. MITCHUM. 1974. Atlas of trout histology. Wyoming game and fish department. En: Bulletin 13: pp. 4-6 y 15-17. Wyoming.
- BERTOLUCCI, B., C. A. VICENTINI., I. B. FRANCESCHINI. y M. T. SIQUEIRA. (2008). Light microscopy and ultrastructure of the liver *Astyanax altiparanae* Garuti and Britski, 2000 (Teleostei, Characidae). Acta Sci. Biol. Sci. 30(1): 73-76.
- BRUSLÉ, J y G. ANODON. 1996. Structure and function of fish liver. In: Munshi, J. S. D; Dutta H. M. (Ed). Fish morphology. North-Holland: Science Publisher. P. 77-93.
- EURELL, J. A. Y W. HAENSLY. 1982. The histology and ultrastructure of the liver of Atlantic croaker *Micropogon undulatus* L. Journal of Fish Biology 21:113-125.
- Gaceta oficial del Estado Zulia N° 256 de fecha 8 de marzo de 1995. Mapa oficial del estado Zulia producido por la Dirección de Asuntos Limítrofes y Fronterizos de la Comisión Legislativa del Estado Zulia.
- GOCHFELD, M. 2003. Cases of mercury exposure, bioavailability and absorption. Ecotox. Environ. Safe., New York. 56: 174-179.
- GONZÁLEZ, G., S. CRESPO. y J. BRUSKE. 1993. Hiato-cytological study of the liver of the cabrilla sea bass. *Serranus cabrilla* (teleostei, Serranidae), an available model for marine fish experimental studies. J. Fish Biol, London, 43: 363-373.
- GRIZZLE, J. y ROGERS, W. 1976. Anatomy and histology of the Channel Catfish. Auburn Printing, Inc. Alabama.
- GROMAN D. 1982. Histology of the Striped Bass. American Fisheries Society. Bethesda.
- HAMPTON, J. A., J. E. KLAUNIG y P. J. GOLDBLATT. 1987. Resident sinusoidal macrophages in the liver of brown bullhead (*Ictalurus nebulosus*): an ultrastructural, functional and cytochemical study. Anat. Rec. 219: 338-346.
- HINTON y POOL 1976. Ultrastructure of the liver in channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). J. Fish. Biol. 8: 209-219.

- HINTON, D., R. SNIPES y M. KENDALL. 1972. Morphology and enzyme histochemistry in the liver of largemouth bass (*Micropterus salmoides*). J. Fish. Res. Board Can., Ottawa. 29: 531-534.
- KENDALL, M. y W. HAWKINS (1975). Hepatic morphology and acid phosphatase localization in the channel catfish (*Ictalurus punctatus*). J. Fish. Res. Board Can., Ottawa. 32: 1459-1464.
- LÓPEZ, I.; V. CUBILLOS, S. ERNST y M. ROSENFELD. 2001. Frecuencia y distribución, según edad y estacionalidad, de patologías hepáticas en salmonídeos, provenientes de la Xª a XIIª Región de Chile. Periodo 1988-1998. Arch. med. vet., vol. 33, no. 2, p.193-202.
- LASSO, A.; D. LEW, D. TAPHORN, C. DONASCIMIENTO, O. LASSO, F. PROVENZANO y A. MACHADO. 2004. 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
- MACHADO, A. 1982. 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.
- MACHADO, A. 1983. 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.
- MACHADO, A. y O. CASTILLO. 1992. 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.
- MELA, M., M. RANDI., D. F. VENTURA., C. F. CARVALHO., E. PELLETIER. y O. RIBEIRO. 2007. Effects of dietary methylmercury on liver and kidney histology in the neotropical fish *Hoplias malabariucus*. Ecotox. Environ. Safe., New York. 68: 426-435.
- MENEZES, N. 1976. On the Cynopotaminae, a new subfamily of Characidae (Osteichthyes, Ostariophysis, Characoidei) Arq. Zool. 28(2): 1-91.
- MORRISON, C. 1987. Histology of the Atlantic cod, *Gadus morhua*: an atlas. Part One. Digestive tract and associated organs. Canadian Special Publications in Fisheries and Aquatic Sciences 98:1-219.

- MUÑOZ, A., M. CALDAS y H. HURTADO. 2007. Análisis histomorfológico del sistema digestivo y glándulas anexas en alevinos de cachama blanca, *Piaractus brachipomus* (Characidae: Piaractus).
- PETCOFF, G; A. DÍAZ; A. ESCALANTE y A. GOLDEMBERG. 2006. Histología del hígado del *Jenysii* de oligosarcus (Ostariophysi, Characidae) del lago de los padres, la Argentina. *Iheringia, Sér. Zool.* 96: 26. Porto Alegre.
- PIRLOT, P. 1990. Morfología evolutiva de los cordados. Ediciones Omega, Barcelona, 966 pp.
- ROBERTS, R. 1989. Fish Pathology. 2da edición. Ballière-Tindall. Londres, Inglaterra.
- ROBERTSON, J. y T. BRADLEY. 1992. Liver ultrastructure of juvenile Atlantic salmon (*Salmo solar*). *J. Morphol.*, New York. 211: 41-54.
- SOUZA, V., L. LUNARDI., L. VASQUES., L. CASALETTI., L. OKADA NAKAGHI. y E. URBINATI. 2001. Morphometric alterations in hepatocytes and ultrastructural distribution of liver glycogen in pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) during food restriction and refeeding. *Braz. J. morphol. Sci.* 18(1): 15-20.
- TORRES, R., S. GONZÁLEZ y E. PEÑA. 2010. Descripción anatómica, histológica y ultraestructural de la branquia e hígado de Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Int. J. Morphol.* 28(3): 703-712.
- VELKOVA, J. L. y G. KOSTOSKI. 2005. Histopathological analysis of liver in fish (*Barbus meridionalis Petenyi* Heckel) in reservoir Trebenista. *Nat. Croat.* 14(2): 147-153.
- VICENTINI, C., I. FRANCESCHINI-VICENTINI., M. T. BOMBONATO., B BERTOLUCCI., S. LIMA y A. SANTOS. 2005. Estudio Morfológico del Hígado en el Teleósteo *Oreochromis niloticus*. *Int. J. Morphol.* (23)3: 211-216.
- YASUTAKE, W. T. y J. WALES. 1983. Microscopic Anatomy of Salmonids: An Atlas. Primera edición. Resource Publication 150. Washington D.C., U.S.A. 24-27 pp.