

# Hallazgos clínico-patológicos asociados con altas mortalidades de algunas especies de la familia Loricariidae en un centro de acopio para la exportación en Bogotá, Colombia

Isabelle Kuebler, \*<sup>1</sup>; Paola Alméciga Díaz<sup>2,3</sup>; Alejandra Araque<sup>1</sup>; John Infante<sup>1</sup>; Alba Lucia Rey<sup>1</sup>@

\*Semillero de Ciencias Veterinarias y Seguridad Alimentaria

<sup>1</sup> Programa de Medicina Veterinaria de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA

<sup>2</sup> Global Fish Group, Bogotá, Colombia.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande FURG, Rio Grande, Brazil.

@ Email: [rey.alba@uniagraria.edu.co](mailto:rey.alba@uniagraria.edu.co)

## Resumen

Las panaques, comúnmente conocidos como cuchas, son peces ornamentales populares de acuario que generan importantes ingresos para pescadores colombianos, así como para la economía acuática nacional por su amplia exportación a nivel mundial. Recientemente, se han presentado altas mortalidades de varias especies de panaques en un centro de acopio y exportación en Bogotá, donde los peces mostraron signos y lesiones similares (ictericia, distensión abdominal, caquexia, natación en la superficie, excitación inicial seguida por apatía con la enfermedad avanzada). Para la determinación de la causa de la muerte de estos peces y establecer la posible presencia de agentes infecciosos, lo que podría implicar un riesgo para la población restante que se aloja en la bodega de exportación, se realizó una evaluación clínico-patológica de 15 individuos de 5 diferentes especies de panaques (Familia Loricariidae) incluyendo la necropsia y análisis histopatológico a través de microscopia de luz. Los hallazgos histopatológicos más frecuentes fueron nefritis intersticial linfocitocitaria, difusa, moderada a severa (3/5), enteritis necrotizante segmental moderada a severa (2/5), branquitis con grados variables de severidad (3/5) y lesiones encefálicas tales como congestión meníngea, meningitis, vacuolización neuronal y vacuolización del neuropilo (2/5); se observaron agentes infecciosos parasitarios en branquias compatibles con *Piscinoodinium* spp. (1/5) y bacterias tanto en luz branquial como intestinal. Los hallazgos sugieren la participación concomitante de los agentes infecciosos junto con factores de manejo de estos peces incluyendo la calidad del agua, así como el ayuno prolongado durante el transporte.

**Palabras claves:** *Loricariidae*, lesiones histopatológicas, peces ornamentales dulceacuícolas, alta tasa de mortalidad

## Abstract

Panaques, commonly named souckermouth armoured catfish, are popular ornamental aquarium fish that generate significant income for Colombian fishermen, as well as the national aquatic economy due to their global export. Recently, there have been high mortalities of several species of panaques in a collection and export center in Bogotá, where the fish showed similar signs and lesions (jaundice, abdominal distension, cachexia, swimming at the surface, initial excitement followed by apathy in advanced disease). To determine the cause of death of these fish and establish the possible presence of infectious agents, which could imply a risk for the remaining population that is housed in the export

center, a pathological evaluation of 15 individuals of 5 different species of panaques (Family Loricariidae), including necropsy and histopathological analysis through light microscopy, was carried out. The most frequent histopathological findings were diffuse, moderate to severe lymphohistiocytic interstitial nephritis (3/5), moderate to severe segmental necrotizing enteritis (2/5), branchitis with varying degrees of severity (3/5) and encephalic lesions such as meningeal congestion, meningitis, vacuolization of neurons and of the neuropil (2/5). Parasitic infectious agents compatible with *Piscinoodinium spp.* were observed in gills (1/5) as well as bacteria in both gills and intestinal lumen. The findings suggest the concomitant participation of infectious agents along with factors associated to the handling of the fish, deficient water quality and prolonged fasting times during transport.

**Keywords:** *Loricariidae, microscopic lesions, ornamental freshwater fish, high mortality rate*

### Introducción

Algunas especies de la familia Loricariidae incluida el Panaque real o cucha real (*Panaque nigrolineatus*) son peces ornamentales dulceacuícolas del trópico bajo, nativos principalmente de las regiones de la Orinoquía y la Amazonía: ríos Amazonas, Orinoco, Magdalena y Guaviare (Ortega *et al.*, 2015; Ortega & Lujan, 2020). La importancia de estas especies dentro del ecosistema se relaciona con su nutrición puesto que al ser organismos herbívoros y detritívoros ingieren materia orgánica del fondo de los lagos y los ríos, eliminando de esta manera el sedimento. Debido a su boca en forma de ventosa, también pueden adherirse a superficies como piedras o paredes de acuarios para ingerir las algas y el fitoplancton que se han acumulado. Estas características hacen que estas especies sean famosas entre los peces de acuario debido a que actúan como limpiadores de vidrio (Díaz, 2018).

Aunque Colombia tuvo el mayor auge como país exportador de especies acuícolas ornamentales en la década de los 70, el sector sigue generando un importante ingreso para el país (Castro, 1994; Sánchez & Muñoz, 2015). De esta manera, anualmente se generan ingresos alrededor de los 7 millones de dólares provenientes de la exportación de peces ornamentales (Díaz, 2018; Ortega & Lujan, 2020). La Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (AUNAP) estableció en el año 2019 que los panaques (diferentes géneros y especies de la familia Loricariidae) se encuentran dentro de las principales peces ornamentales con mayor flujo de exportación, por lo que constituyen una importante fuente de ingreso para la economía colombiana y para los trabajadores relacionados con esta cadena de producción (Ortega & Lujan, 2020). Los principales proveedores de estos peces son los pescadores, en su mayoría recolectores que trabajan para las acopiadoras de peces ornamentales en las ciudades, son indígenas o pertenecen a las comunidades que habitan cerca a los ríos de donde se extraen los panaques (Mancera & Alvarez, 2008) por lo que la comercialización de estos individuos crea empleos para estas comunidades y apoya el sector rural colombiano. En Colombia se mencionan 104 especies de la familia de los Loricariidae relacionadas con la exportación, muchas de las cuales son de alto valor y popularidad a nivel del mercado global, generando un alto impacto económico en la cadena de producción de estos peces (desde los pescadores artesanales quienes los colectan hasta los exportadores en las grandes ciudades como Bogotá) (Marden *et al.*, 2017; Díaz, 2018; Franco *et al.*, 2021). Específicamente el valor del *P. nigrolineatus*, dependiendo de su peso y tamaño, puede alcanzar un valor de exportación de 60 dólares por individuo (Ortega *et al.*, 2015).

Debido a la alta demanda de estas especies, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural estableció en el año 2011 una cuota de aprovechamiento, asegurando que no más de 180.000 individuos pueden ser extraídos por año con el fin de evitar la sobrepesca (Ortega *et al.*, 2015). Sin embargo, esto limita la disponibilidad de ejemplares para los centros de acopio, por lo que es de suma importancia mantener la tasa de mortalidad lo más baja posible. Franco *et al.*, (2021) reportan que la mortalidad “normal” en un embalaje de peces ornamentales se estima alrededor del 10%. Sin embargo, de acuerdo con reportes obtenidos en comunicación personal con varios centros de acopio y exportadores de peces ornamentales en Bogotá, la mortalidad general de los individuos que llegan a las bodegas se encuentra entre 20 a 25%, pero que la tasa de mortalidad del panaque real actualmente es aproximadamente del 70% y presentan aparentemente lesiones similares. Se ha informado además que los peces llegan muertos al centro de distribución o mueren dentro de la primera semana después de su llegada. Este último aspecto afectando también el suministro de los animales a los centros de acopio dado que este depende de la productividad en las áreas de pesca (Velasco *et al.*, 2017).

Por todo lo anteriormente mencionado con respecto a la importancia de estas especies y especialmente la alta mortalidad reportada, el fin del presente estudio fue analizar los hallazgos clínico-patológicos (signos y lesiones macro y microscópicas) de algunos casos de mortalidad en especies de Loricaridos en una bodega de acopio/exportadora de peces ornamentales en Bogotá, Colombia; la descripción de las lesiones y los diagnósticos propuestos son un aporte para el entendimiento de esta problemática permitiendo establecer estrategias de manejo, control y prevención de estos eventos sanitarios en los centros de acopio.

## **Marco teórico**

### *Mercado de especies ornamentales en Colombia*

La pesca continental de uso ornamental se ha llevado a cabo en Colombia desde los años sesenta, con su pico de importancia en 1975 cuando Colombia ocupó el tercer puesto a nivel mundial en cuanto a exportaciones de peces ornamentales (Castro, 1994; Sánchez *et al.*, 2015). Hoy en día, los mercados recipientes de mayor importancia para las exportaciones colombianas de peces ornamentales son Estados Unidos, la Unión Europea y el Lejano Oriente, lo que demuestra su importancia a nivel global (Davenport, 1996; Mancera & Alvarez, 2008).

Se estima que, por año, Colombia exporta alrededor de 25 millones de peces ornamentales, las cuales provienen en su mayoría del Orinoco (88%), Amazonas (10%), de la cuenca del pacífico (1,7%) y del Magdalena (0,3%) (Mancera & Alvarez, 2008; Prada *et al.*, 2009; Zúñiga, 2010). El primer lugar en cuanto a individuos exportados lo ocupa la familia Characidae con alrededor de tres millones de cardenales y neones provenientes en su mayoría del Guainía. El mayor número de especies (más de treinta) que están siendo exportados son los panaques y dentro de estos el Panaque real se ubica en el segundo puesto según número de ejemplares comercializados (más de un millón de peces) (Mancera & Alvarez, 2008; Barato *et al.*, 2012). Para cumplir con esta demanda, el país actualmente dispone de más de 40 empresas exportadoras (ICA, 2017).

El sector de las exportaciones de peces ornamentales en Colombia es abastecido por la pesca a pequeña escala o escala artesanal. Los pescadores en su mayoría incluyen campesinos e incluso población indígena de comunidades que se encuentran cerca de cuerpos hídricos y

dependen muchas veces en su totalidad de los ingresos que éste les genera (Franco *et al.*, 2021). La pesca ornamental en Colombia se realiza principalmente en las cuencas hidrográficas de la Orinoquia y del Amazonas, con más del 95% de la oferta de peces ornamentales que se exportan desde Colombia (Mancera & Alvarez, 2008).

En la cadena de valor de los peces ornamentales en Colombia los pescadores suministran a un recogedor o centro de acopio local, el cual los distribuye a comerciantes locales que a su vez realizan la venta a los bodegas de exportación que se hallan en su mayoría en el centro del país (Franco *et al.*, 2021) y cuya función es recibir las diversas especies de peces y prepararlas para su exportación a diferentes países o ciudades del mundo, la cual se realiza en asociación con un importador internacional (Ortega *et al.*, 2015).

En Colombia, la función central dentro de la cadena de valor de la pesca ornamental la cumple el centro de acopio, que generalmente se ubica en la capital del departamento en cuestión, esto siendo el caso para Amazonas, Arauca, Meta, Guainía, Guaviare y Vichada. Los pocos sitios donde se cultivan especies nativas se ubican principalmente en el centro del país en el departamento Meta (Barato *et al.*, 2012).

Las capturas de los peces ornamentales no son hechas al azar, sino que se regulan según los pedidos de los exportadores y la disponibilidad en el medio, dependiendo de la región geográfica específica y la época del año. Tras la captura los peces son llevados primero al primer acopio que generalmente se encuentra dentro de la cabecera municipal. Los tiempos de acopio son altamente variables según especie y región, por ejemplo, las Arawanas del Amazonas que solo duran unos pocos días en acopio, hasta varios meses para algunas especies en el Vichada. En general, el objetivo siempre debe ser mantenerlos por el menor tiempo posible. En el segundo acopio, se acostumbra una estadía de tres a cuatro días. En acopios cortos no es habitual alimentar a los peces mientras que en estadios de una semana o más se administran concentrados para tilapia y trucha en raciones variables, respondiendo a la tradición y eventualidades mas no se rigen por parámetros técnicos. El manejo de los peces ornamentales tampoco se encuentra regulado, sin embargo, los recambios de agua por lo general se realizan a diario y de más del 50% del volumen del recipiente (Barato *et al.*, 2012).

En cuanto al aspecto sanitario en el manejo de los peces ornamental en Colombia, es el área menos tecnificada en cuanto a las prácticas y la difusión de la información. Adicionalmente, existen aspectos que se basan en tradición y creencias más no en evidencia científica, como es la administración de antibióticos como las tetraciclinas en los centros de acopio con fines de prevención contra enfermedades sin importar su origen (Barato *et al.*, 2012).

#### *Características generales de los peces de la familia Loricariidae*

La familia Loricariidae es uno de los grupos más diversos de los peces del Orden Siluriformes, son exclusivos de ambientes dulceacuícolas Neotropicales desde Costa Rica hasta el norte de Argentina prefiriendo una temperatura de agua entre 22 °C y 28 °C. En Colombia habitan diversos ríos como el Orinoco, Amazonas y Magdalena (Galvis *et al.*, 2007; Provenzano, 2011; Díaz, 2018). Entre las diferentes especies de la familia, el Panaque real se considera una especie emblemática del comercio de las cuchas y de los peces ornamentales en Colombia (Barato *et al.*, 2012).

Morfológicamente los panaques se pueden distinguir de otras familias debido a que presentan cuerpos cubiertos total o parcialmente con placas óseas y caracterizados por un mayor ancho en la parte delantera y más estrecho en la parte posterior. Son de vientre aplanado y poseen

una boca en posición ventral y en forma de disco succionario son características morfológicas externas que permiten reconocerlos fácilmente (Galvis *et al.*, 2007; Provenzano, 2011; Díaz, 2018). El color varía en tonos de gris oscuro con rayas o puntos mientras que el vientre generalmente es blanco, los diseños de los dibujos varían notablemente, lo que hace que existan diferentes variedades. Sus ojos son de posición lateral y varían de color entre café a rojizo. El tamaño corporal de los panaques varía pudiendo alcanzar algunas especies más de 50 cm, sin embargo, el promedio de un adulto en cautiverio se halla al redor de 25 cm (Landinez, 2007; Díaz, 2018; Loricaridos Ecured, 2019).

La importancia de los panaques en su ecosistema se ve ampliamente relacionado con su alimentación, ya que son herbívoros y detritívoros que ingieren la materia orgánica en descomposición que se sedimenta en el suelo de lagos y ríos, así como en el vidrio de los acuarios. Gracias a su boca en forma de ventosa, se pueden adherir a ellos y alimentarse, actuando de esta forma como un limpiador de vidrios y dándole fama entre las especies ornamentales que se exportan para la tenencia en acuarios (Díaz, 2018). Otro factor que lo apoya es el reducido tamaño intestinal, indicativos de animales de digestión rápida. Un mantenimiento paramétrico y alimentación inadecuada, producirá estrés y consecuentemente aparición de enfermedades (Loricaridos Ecured, 2019).

#### *Aspectos sanitarios asociados a mortalidad en peces ornamentales*

En Colombia, en general se estima un 10% de mortalidad como un hecho normal, por lo que se acostumbra a enviar en 10% de más de lo pedido para cubrir así la cuota de animales que llegan muertos. Habitualmente, se presentan lotes con mayores mortalidades lo que se ha visto asociado a regiones particulares de pesca, épocas de sequía y una mala calidad de agua (Barato *et al.*, 2012).

Un aspecto de alto interés al investigar mortalidades en peces comerciales es la alimentación y nutrición suministrada durante toda la cadena de pesca, transporte y acopio. Sin embargo, se ha prestado poca atención a estos aspectos en las especies ornamentales además de que aún se desconocen las exigencias nutricionales específicas de varias de las especies en cuestión (Sales & Janssens, 2003). En general, la alimentación es poco tecnificada y se rige sobre todo por tradición y eventualidades (Franco *et al.*, 2021) por lo que es un riesgo de enfermedad para los animales, sin embargo, la ausencia de trazabilidad y estandarización hacen poco práctico su consideración en trabajos investigativos como este.

Se debe tener en cuenta adicionalmente, las amenazas generadas por medio de descargas de desechos provenientes de los centros urbanos, industrias petroleras, minerías y agricultura, así como el dragado que cambia a los cuerpos hídricos destinados para la agricultura. Prácticas perjudiciales para la salud piscícola pueden hallarse a lo largo de toda la cadena de comercialización (Barato *et al.*, 2012).

Martins *et al.*, (2002), realizaron estudios sobre las infecciones parasitarias en peces ornamentales de agua dulce en Brasil, mencionando signos clínicos y lesiones comúnmente reportadas como anorexia, letargia, anormalidades comportamentales, pérdida de equilibrio, hemorragias cutáneas difusas o petequiales en la parte dorsal del animal, exoftalmia, distensión de la cavidad abdominal y cambios del color corporal normal.

Alteraciones similares a las reportadas en las cuchas reales en la bodega en Bogotá, fueron también reportadas en el 2008 por Chang *et al.*, en un caso de ictericia en bagres híbridos (*Clarias betrachus x Clarias fuscus*) en una piscícola en Taiwán. Los autores reportaron una

mortalidad del 90% en peces adultos, los cuales adicionalmente presentaron coloración amarilla en todo el cuerpo y distensión abdominal. Para establecer el diagnóstico etiológico realizaron necropsias donde evidenciaron una coloración amarilla en órganos viscerales; en la histopatología observaron depósitos de bilirrubina en hígado y túbulo renales y adicionalmente el bazo y el riñón presentaron múltiples agregados melanomacrófagos fagocitando hemosiderina. Con estos hallazgos concluyeron que el diagnóstico fue una ictericia hemolítica, aunque no pudieron determinar la etiología a pesar de que se analizaron sin éxito las muestras para detectar presencia de parásitos, bacterias o virus. Se sospechó de algún aditivo alimenticio causante de la hemólisis porque estos peces eran alimentados con vísceras de pollo, pero esta información no fue confirmada. Un caso similar en salmon coho (*Oncorhynchus kisutch*) había sido reportado en 2006 por Smith et al. en Chile, sin embargo, estos últimos autores hicieron pruebas inoculando un macerado de órganos de peces afectados a peces sanos y lograron reproducir los hallazgos y la mortalidad; en este estudio concluyeron la implicación de un agente viral diferente a ISA virus pero igualmente los autores sugieren que a pesar de estos resultados, se necesita más trabajo para determinar si la hiperoxidación de la dieta también juega un papel en la patología de esta enfermedad.

Por otra parte, en una revisión hecha por Oliveira y Vasconcelos (2020) sobre la presencia de varias micotoxinas en alimento de peces y sus posibles efectos, mencionan signos como coloración amarilla del cuerpo, mortalidades aumentadas, comportamientos atípicos y branquias pálidas como consecuencia de aflatoxicosis en tilapias de Nilo (*Oreochromis niloticus*) causada por trazas de aflatoxinas producidas por hongos del género *Aspergillus* que contaminan la comida de los peces. De la misma manera Tartor et al., (2018) observaron coloración amarilla y altas mortalidades en individuos de las especies *Oreochromis spp.*, *Clarias gariepinus* y *Mugil cephalus* después de la inoculación experimental con varios tipos de levaduras residentes de la piel, branquias e intestino incluyendo *Candida albicans* y *Cryptococcus uniguttulatus*.

Con respecto a los antecedentes de la zona de estudio, se evidencia que no se han hecho muchas investigaciones sobre lesiones en cucas reales u otras especies de la familia de los Loricariidae en Colombia, lo que demuestra una necesidad para futuras investigaciones en esta área. Para enfocar el diagnóstico sanitario de los panaques, es crucial tener un entendimiento de las condiciones de manejo específico de estos animales a nivel nacional, ya que estas prácticas pueden afectar de manera importante la salud de los peces en cualquier parte de la cadena de producción y comercialización.

Parada et al. (2011) realizaron un diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el municipio de Acacias-Meta, con énfasis en la captura de hipóstomo (*Hipostomus plecostomus*) y cucha piña (*Panaque maccus*), dos especies de loricaridos de la Orinoquia Colombiana que tradicionalmente han sido capturados de manera artesanal y comercializados como peces ornamentales. Durante la evaluación se evidenció que el amonio, el oxígeno disuelto y la conductividad, junto con las deficientes condiciones de aseo y manejo, ejercen una fuerte influencia sobre la sanidad y calidad de los peces comercializados. Adicionalmente, la falta de aclimatación y el manejo inapropiado durante el acopio y el transporte se identificaron como los factores más críticos asociados con los altos índices de morbilidad (10 %) y mortalidad (9.5 %).

En el año 2018, Díaz realizó un análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua en relación con el estado de las aletas de panaques reales en un centro de acopio de peces ornamentales para la exportación en Bogotá, debido a la gran importancia de la salud de los peces para su

exportación y los aspectos económicos relacionados a esta. Se observó una mortalidad aumentada de panaques provenientes de Puerto Gaitán, Inírida y Puerto Carreño, registrando deterioro de las aletas caudales y dorsales en los individuos al llegar al centro de acopio. En este trabajo, algunos peces presentaron lesiones como congestión y necrosis de las aletas, también demostraron distensión abdominal, relacionado con un bajo intercambio del agua de acuario, así como el aseo y manejo de los estantes y los parámetros fisicoquímicos como la presencia de amonio, oxígeno disuelto y la conductividad.

Con respecto a los parámetros fisicoquímicos del agua adecuados para los panaques se destacan una temperatura entre 22-26°C, pH de 6.5-7.5 y una dureza de <15 ppm. Por tanto, alteraciones en estos valores pueden predisponer a alteraciones en el estado de salud de estos peces. Adicionalmente, son sensibles a partículas contaminantes en el agua (Landinez, 2007; Loricaridos Ecured, 2019).

En el año 2012, Barato *et al.*, publicaron un mapa epidemiológico de las enfermedades de los peces ornamentales en Colombia como una primera aproximación al tema en nuestro medio. En sus resultados destacan la importancia de las enfermedades bacterianas con especies oportunistas y la ocurrencia frecuente de parasitismos, así como otros grupos de etiologías como el deterioro en la calidad del agua y desordenes en el manejo del alimento, concluyendo que muchas de estas alteraciones sanitarias surgen de disturbios en la ecología de estos peces, inducidos por la intervención humana, por tanto, susceptibles de ser prevenidos o superados con medidas responsables.

## **Materiales y Métodos**

### *Selección de grupo de estudio y tipo de muestreo*

La selección de los peces se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, dirigido a coleccionar individuos enfermos, es decir con signos clínicos y/o lesiones externas evidentes (Canal, 2006), estos fueron: depresión, nado errático o en círculos, “boqueo”, exoftalmia, distensión abdominal, alteraciones cutáneas (cambios de coloración, erosiones, ulceraciones, hemorragias, descamaciones, etc.) así como lesiones de las aletas. Los peces se eligieron de una población de alrededor de 500 panaques alojados en la bodega de exportación en Bogotá los cuales llegaron en el mes de enero de 2022.

### *Necropsia y toma de muestras para histopatología*

Los peces fueron anestesiados en una solución de eugenol (25 µL/L) (Vázquez *et al.*, 2013) e insensibilizados mediante un corte espinal caudal al cráneo e inmediatamente posterior al borde caudal del opérculo (Vásquez *et al.*, 2011). Se examinó el estado general y las alteraciones macroscópicas externas e internas y se tomaron muestras de los tejidos (piel, ojos, branquias, cerebro, corazón, hígado, bazo, riñón, estómago e intestino) conservándolos en formol al 3.7%. Debido a que el panaque es una especie de pez aplanado ventralmente, es indicado su posicionamiento en decúbito dorsal. Las necropsias se realizaron según la técnica propuesta por Vásquez *et al.*, (2011) descrita a continuación:

Para la exploración interna se retiran inicialmente los opérculos por medio de unas tijeras, seguido por un lavado inmediato de las branquias con formol, se procede a la extracción del paquete branquial. Debido al tamaño pequeño del panaque, se extrajeron ambos paquetes branquiales. En seguida se realiza una incisión abdominal desde la papila anal hasta el extremo caudal del opérculo y por otra parte una incisión por toda la línea media hasta el borde de las branquias, finalmente, se realiza un tercer corte, uniendo las dos anteriores. Se

retira el colgajo de piel para realizar la inspección de las vísceras. Se inyecta el estómago e intestino con formol.

Dependiendo del tamaño del panaque, se pueden depositar los órganos completos en los frascos con formol o se opta por tomar varias muestras de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>, de áreas aparentemente sanas y áreas de lesión. Se retira la vejiga natatoria para la exposición y toma de muestra de riñón. A través de la segunda incisión abdominal, se visualiza y retira el corazón. El encéfalo se extrae mediante una incisión rectangular por detrás de los ojos. Para la extracción de los globos oculares, se hace una incisión de los orbitales con tijera. Si se observan lesiones en piel se toman muestras de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>.

A posteriori, se realizó el corte de los tejidos para su procesamiento histológico mediante la técnica de hematoxilina-eosina en un laboratorio de patología veterinaria.

#### *Análisis de los hallazgos patológicos*

Las láminas de histopatología obtenidas fueron analizadas mediante microscopía de luz. Se determinaron y clasificaron las lesiones observadas en los diferentes tejidos calificando su severidad y extensión. También se describieron las lesiones macroscópicas observadas en la necropsia. Una vez obtenido el listado de lesiones macro- y microscópicas con su respectiva descripción se contrastaron con hallazgos similares reportados en la literatura nacional e internacional. Posteriormente se listaron los diagnósticos morfológicos de los casos clasificados por especie de loricarido.

#### *Análisis de la calidad del agua y manejo de los peces*

Se realizó una encuesta estructurada con la persona encargada de la recepción de los peces en la bodega de acopio, interrogando detalladamente sobre las condiciones de manejo durante el transporte y acopio, los lugares de origen de los peces, lesiones y comportamientos observados. Adicionalmente, se preguntaron los parámetros de calidad del agua en la bodega, ya que los peces ornamentales en su mayoría son muy sensibles a cambios relacionados con el medio acuático y su salud y bienestar depende de manera importante de un ambiente constante y adecuado.

#### *Población estudiada*

Se tomaron y procesaron ejemplares de diferentes especies de cucha incluyendo varias muestras de corroncho galáctico (*Leporacanthicus galaxias*, L 240), dos individuos del panaque punto de oro (*Hypancistrus inspector*, L 201), tres ejemplares de panaque azul (*Baryancistrus beggini*), un ejemplar de cucha real (*Panaque nigrolineatus*), varios ejemplares de la chenguella puntos amarillos (*Hemiancistrus subviridis*) (Figura 1-5) para un total de 15 peces.



**Figura 1:** *Leporacanthicus galaxias*.  
Tomado de:  
[https://www.planetcatfish.com/common/species.php?species\\_id=138](https://www.planetcatfish.com/common/species.php?species_id=138)



**Figura 2:** *Hypancistrus inspector*.  
Tomado de:  
<https://socav.com/producto/hypancistrus-inspector-l-201/>



**Figura 3:** *Baryancistrus beggini*.  
Tomado de:  
<https://www.seriouslyfish.com/species/baryancistrus-beggini/>



**Figura 4:** *Panaque nigrolineatus*  
Tomado de:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Panaque\\_nigrolineatus](https://es.wikipedia.org/wiki/Panaque_nigrolineatus)



**Figura 5:** *Hemiancistrus subviridis*  
Tomado de:  
[https://www.fischlexikon.eu/fischlexikon/fische-suchen.php?fisch\\_id=0000001635](https://www.fischlexikon.eu/fischlexikon/fische-suchen.php?fisch_id=0000001635)

## Resultados

### *Hallazgos clínico-patológicos*

En la tabla 1 se resumen los diagnósticos más relevantes, así como las lesiones macroscópicas y microscópicas por especie.

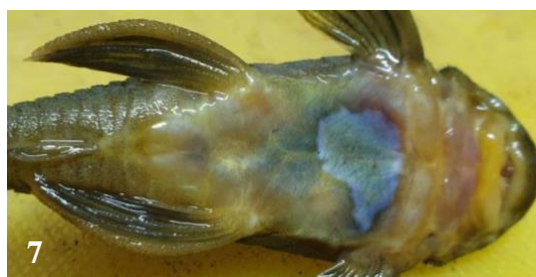
**Tabla 1.** Hallazgos macroscópicos, microscópicos y diagnósticos morfológicos de los casos evaluados por especies

	Especie, Nombre común	Hallazgos macroscópicos	Hallazgos y Diagnósticos histopatológicos
Caso 1	<i>Leporacanthicus galaxias</i> (Corroncho galactico)	Palidez hepática leve generalizada Ascitis severa con líquido café oscuro Contenido negro en forma de bolas en el intestino Moderada cantidad de material amarillo grumoso- pastoso en cavidad nasal	Branquitis aguda, multifocal, leve a moderada con congestión leve generalizada Enteritis catarral necrotizante, segmentaria, aguda, moderada a severa con gran cantidad de bacterias rodeadas por moco en la luz intestinal Hígado con vacuolización moderada, difusa Meningitis mononuclear, focal, leve a moderada Nefritis intersticial mononuclear, difusa, leve a moderada Depleción linfocítica en el bazo

<b>Caso 2</b>	<i>Hypancistrus inspector</i> (Panaque punto de oro)	Hemorragias subcutáneas multifocales en base de aleta pectoral derecha Distensión abdominal moderada Ascitis severa con líquido café oscuro Hígado: palidez leve a moderada generalizada, hepatomegalia Palidez esplénica leve generalizada	Necrosis multifocal de pliegues intestinales, Degeneración vacuolar hepática aguda, leve, difusa; presencia severa y difusa de gotas hialinas diseminadas en parénquima hepático Leve degeneración neuronal con edematización del neuropilo Nefritis intersticial mononuclear, difusa, moderada
<b>Caso 3</b>	<i>Baryancistrus beggini</i> (Panaque azul)	Palidez cutánea moderada generalizada Hundimiento de ojos Distensión abdominal Ascitis severa con líquido café oscuro Aletas deshilachadas, lesión focal de color rojo y blanco de extensión de unos 3-5mm en aleta caudal derecha	Branquitis aguda, leve, focal Estomago e intestino con aumento en secreción de moco, presencia de detritus y bacterias en la luz Nefritis intersticial mononuclear, difusa, severa Bazo con depleción linfocitaria moderada a severa multifocal y periesplenitis fibrinosa, aguda, moderada, focalmente extensa
<b>Caso 4</b>	<i>Panaque nigrolineatus</i> (Panaque real)	Caquexia Palidez moderada difusa de arcos branquiales Ascitis moderada con líquido café oscuro Intestino con coloración café-negrucza	Branquitis multifocal, moderada con parasitosis moderada a severa por múltiples trofontes de dinoflagelares compatibles con <i>Piscinoodinium spp.</i>
<b>Caso 5</b>	<i>Hemiancistrus subviridis</i> (Chenguella puntos amarillos)	Abundante material amarillento grumoso-pastoso en cavidad nasal Hundimiento de la cavidad abdominal	Sinusitis fibrinosupurativa severa, aguda, focalmente extensa Branquitis mononuclear difusa moderada Estómago e intestino con aumento en secreción de moco rodeando gran cantidad de bacterias algunas de las cuales ya alcanzan la mucosa Hígado con focos leves de vacuolización y hepatitis mononuclear especialmente alrededor de conductillos biliares Meningitis mononuclear leve focal

### Lesiones anatomopatológicas

Todos los peces presentaron alteraciones externas a nivel abdominal, entre ellas caquexia representada por la forma cóncava del abdomen (Fig. 6) o bien distensión abdominal así como cambios de coloración en la piel (congestionada, icterica u oscura) (Figs. 7, 8).



**Figura 6:** *Hemiancistrus subviridis* que presenta caquexia, concavidad severa, difusa a nivel abdominal. **Figura 7:** *Hemiancistrus sp.* que presenta decoloración abdominal severa focalmente extensa. **Figura 8:** *Baryancistrus beggini* con congestión cutánea moderada multifocal y distensión severa difusa a nivel abdominal.

Algunas de las lesiones macroscópicas encontradas fueron la presencia de un exudado caseoso amarillo en la cavidad nasal y neurocráneo de dos ejemplares de los casos 1 y 5 (Fig. 9), y en varios individuos se observó palidez hepática (Fig. 10) y distensión de la vejiga natatoria.

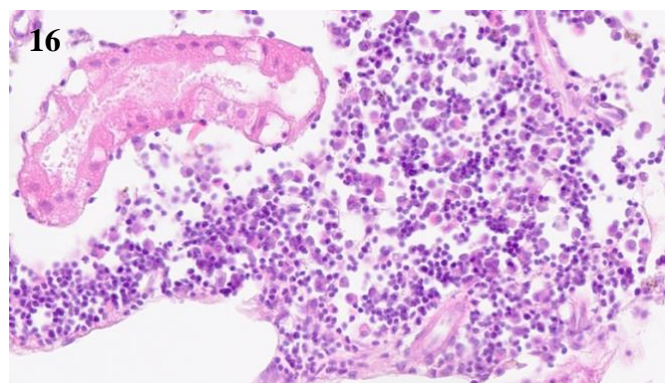
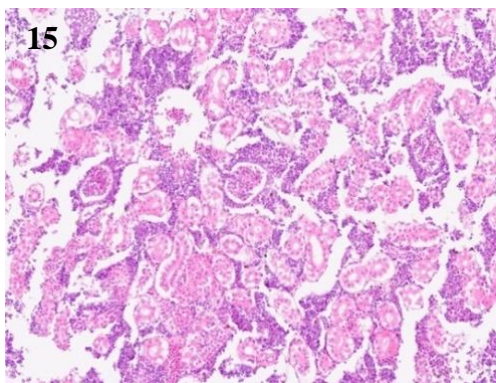
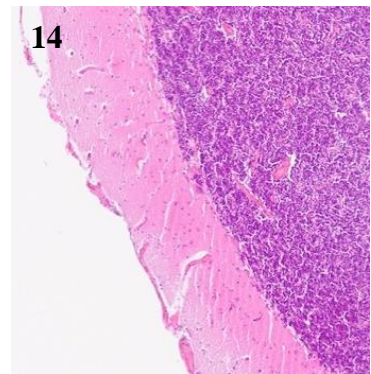
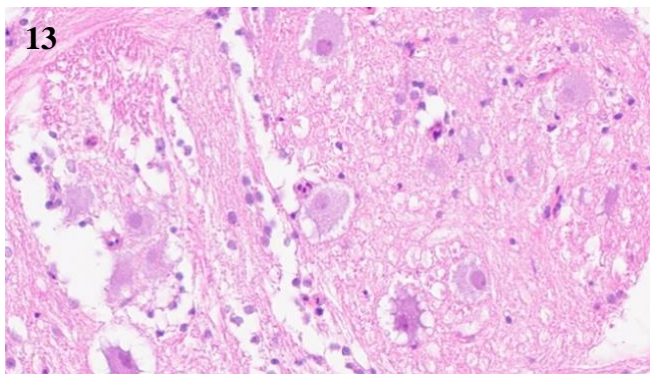
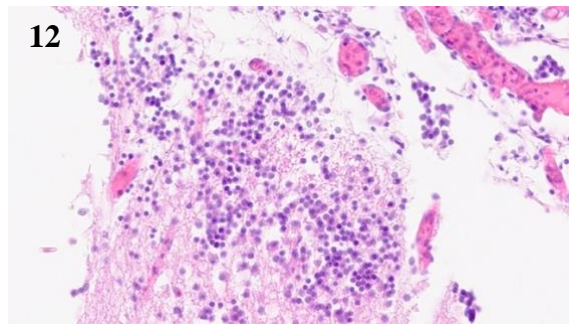
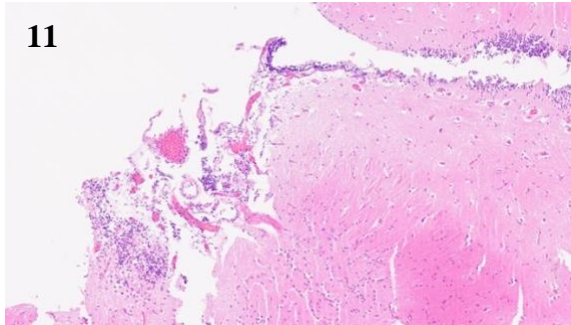


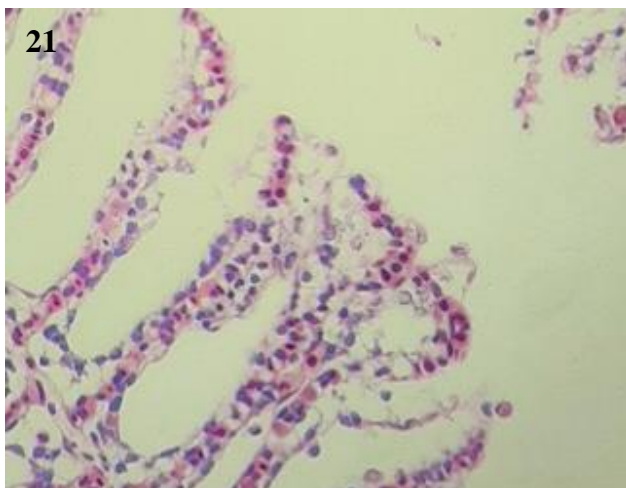
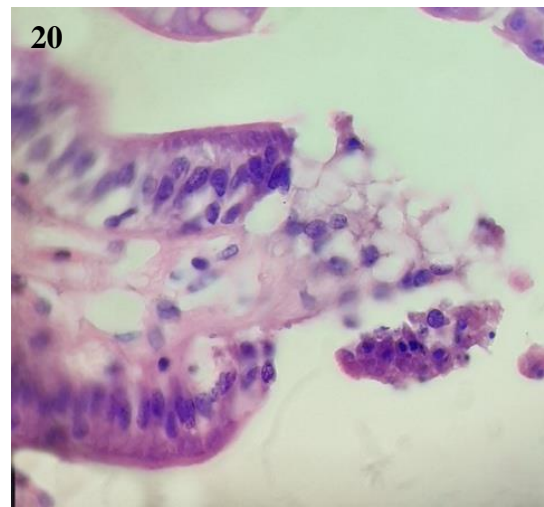
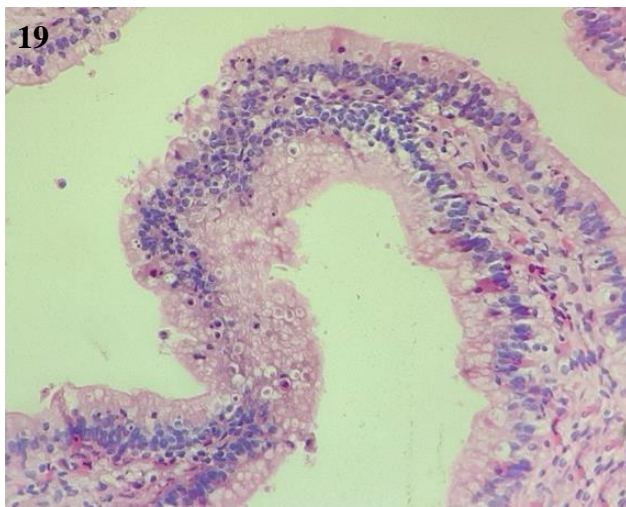
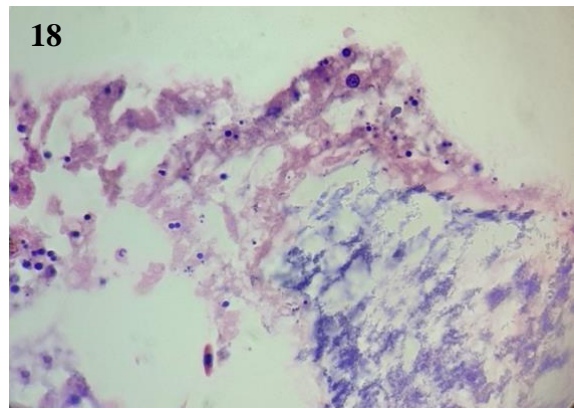
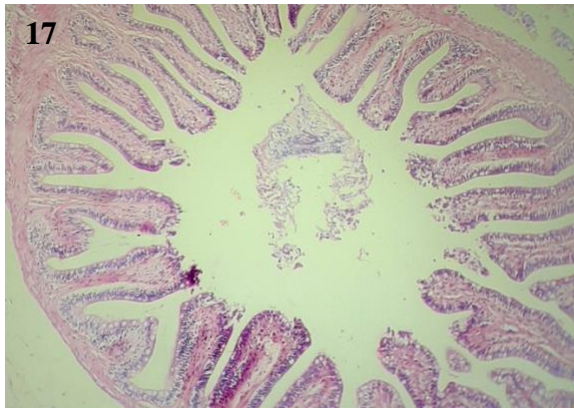
**Figura 9:** Presencia de un exudado caseoso en cavidad nasal de *Hemiancistrus subviridis*. **Figura 10:** Palidez hepática severa, difusa en otro ejemplar de *H. subviridis*.

### *Lesiones histopatológicas*

En el caso 1 se observó una meningitis mononuclear focal, leve a moderada (Fig. 11) que se extendía hacia la sustancia gris yuxtameníngea (Fig. 12); adicionalmente, fue evidente una moderada a severa vacuolización citoplasmática periférica de neuronas (Fig. 13) así como una congestión meníngea multifocal, leve (Fig. 14); la vacuolización también fue observada en varias localizaciones perineuronales y en algunos espacios de Virchow-Robin. En el corazón se halló una hemosiderosis multifocal, leve con presencia de varios melanomacrófagos. En hígado se encontró una vacuolización moderada, multifocal con gotas blancas pequeñas sin desplazamiento nuclear. El riñón presentó un aumento de los espacios intersticiales entre células del epitelio tubular, así como una vacuolización tubular leve, multifocal; varios túbulos se encontraron dilatados y ocasionalmente presentaron cilindros de proteína en la luz; el intersticio presentó una activación leve pero difusa de linfocitos y macrófagos (MØS), indicativo de una nefritis intersticial linfocitaria aguda, difusa moderada (Figs. 15 y 16). En intestino se encontraron múltiples áreas de descamación epitelial de las puntas de las pliegues desprendidas hacia la luz intestinal (Fig. 17) y entre los detritos celulares descamados se observó gran cantidad de bacterias y exudado de fibrina (Fig. 18); en otro de los peces de este caso se detectó un infiltrado linfocitario en la lámina propia/submucosa así como una vacuolización severa de epitelio entérico con compromiso focal de todas las capas intestinales (mucosa, lamina propia/submucosa, muscular, serosa) con alteración marcada de la arquitectura tisular (Fig. 19); en la figura 20 se detalla la descamación y muerte de enterocitos en la punta de una de las pliegues intestinales; los hallazgos son compatibles con una enteritis necrotizante segmentaria, moderada a severa, aguda con leve exudación de fibrina.

En cuanto a las branquias de los peces del caso 1 se encontró la presencia de un acumulo de eritrocitos con hemosiderosis y algunos MØS cerca al arco branquial, así como una perdida focal de lamelas secundarias con presencia de detritos celulares y lamelas desprendidas en el espacio interfilamental, una congestión leve generalizada de filamentos secundarios, una dilatación multifocal leve a moderada del seno venoso central de varios filamentos primarios y telangiectasia en la parte apical de seno central; adicionalmente se observó un engrosamiento de las lamelas secundarias por infiltrado inflamatorio; en uno de los peces se evidenciaron múltiples focos de fusión de lamelas secundarias, con congestión, degeneración hidrópica del epitelio lamelar y descamación epitelial (Fig. 21); los hallazgos anteriores coinciden con el diagnóstico de una branquitis multifocal, leve a moderada.

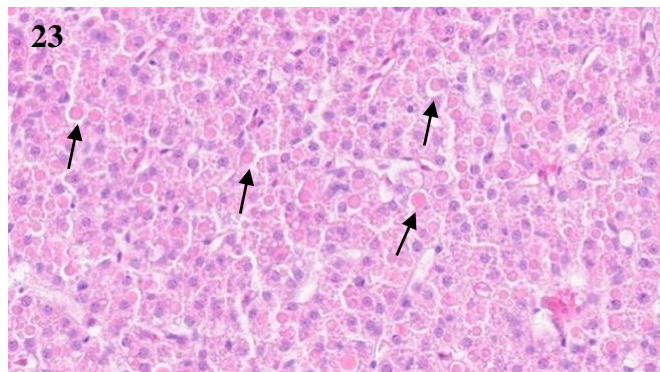
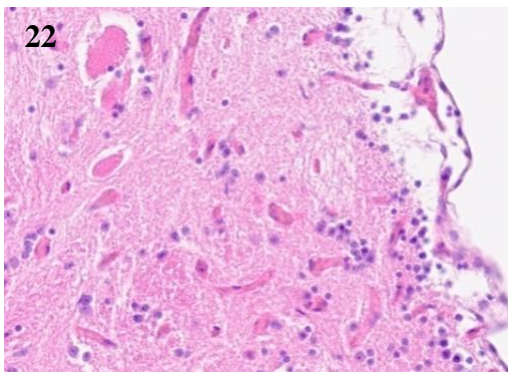


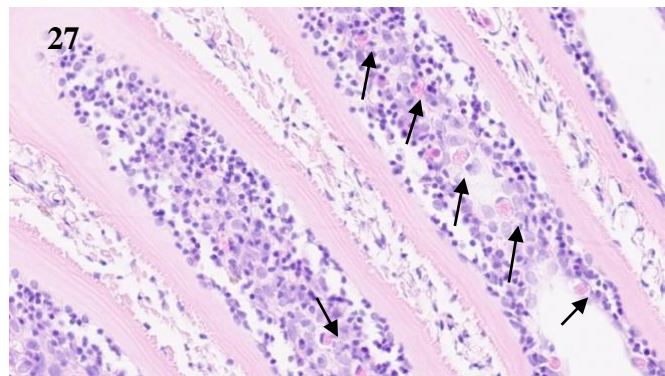
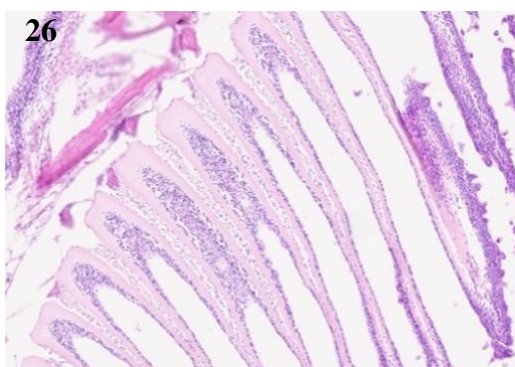
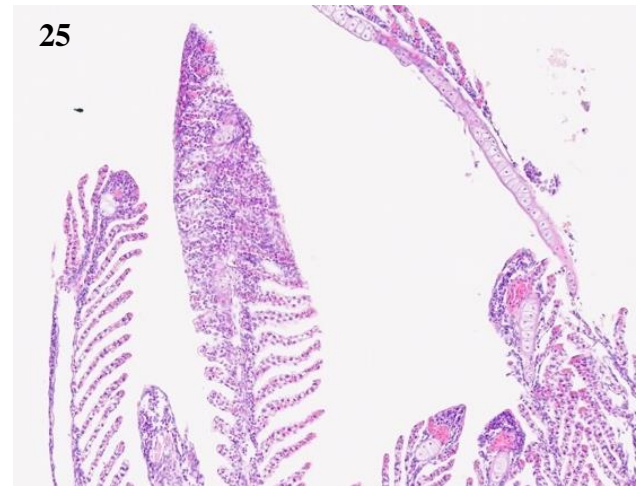
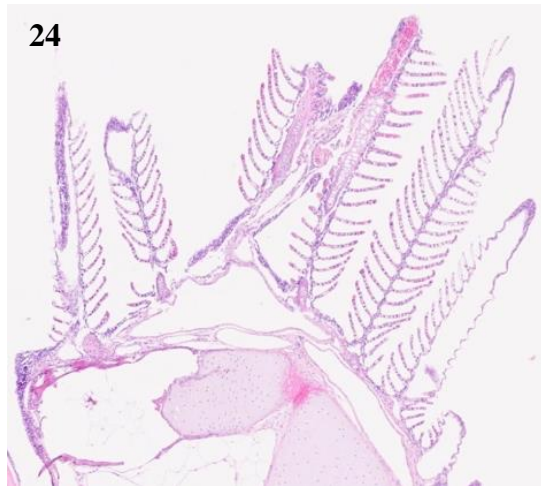


**Figura 11:** Cerebro, meningitis mononuclear focal, leve con continuidad en la sustancia gris yuxtamenigeal, congestión meníngea multifocal, leve, 10x. **Figura 12:** El infiltrado inflamatorio de la meningitis está compuesta por células mononucleadas, principalmente linfocitos y MØS, 40x. **Figura 13:** Neuronas con moderada a severa vacuolización citoplasmática periférica y perineuronal, 40x. **Figura 14:** congestión meníngea multifocal, leve, 10x. **Figura 15:** Riñón, vacuolización tubular leve, multifocal con dilatación tubular y presencia multifocal de cilindros proteicos en la luz, 10x. **Figura 16:** Necrosis tubular, intersticio con activación inflamatoria mononuclear de linfocitos y MØS, 40x. **Figura 17:** Intestino, múltiples áreas de necrosis de las pliegues y descamación epitelial con presencia de fragmentos de pliegues desprendidos en la luz intestinal, 10x. **Figura 18:** Detritos celulares escamados mezclados con bacterias y exsudado de fibrina, 100x. **Figura 19:** Intestino, infiltrado linfohistiocitario en LP y SM, vacuolización severa de epitelio entérico, LP, SM y focalmente extendiéndose por todas las capas intestinales (mucosa, SM, muscular, serosa) con pérdida total de la arquitectura tisular, 40x. **Figura 20:** Necrosis focal de pliegue intestinal, con picnosis y descamación del epitelio, 100x. **Figura 21:** Branquias, fusión lamelar con formación de sinequias, degeneración vacuolar del epitelio branquial e infiltrado mononuclear moderada focalmente extensa, 10x. H&E.

En cuanto al caso 2 se observó en meninges y encéfalo una congestión leve difusa (Fig. 22), múltiples neuronas con degeneración, así como la vacuolización moderada multifocal del neuropilo; se observaron varias neuronas con vacuolización perineuronal y gliosis leve a moderada. En el hígado se registró la presencia moderada a severa de vacuolas hialinas diseminadas en todo el parénquima hepático y aparente distensión de los espacios de Disse (Fig. 23); de manera concomitante hubo una congestión leve a moderada. El riñón presentó una congestión severa difusa y múltiples focos de túbulos con degeneración (vacuolización del epitelio tubular) y necrosis (cambios nucleares como cariorexis, así como pérdida de arquitectura tubular), adicionalmente presencia de detritos celulares en el intersticio el cual adicionalmente se encontró con células inflamatorias mononucleares como linfocitos y MØS de manera difusa; los hallazgos son compatibles con nefritis intersticial mononuclear, difusa, moderada. En el corazón se halló una hemosiderosis leve en la sangre del ventrículo izquierdo.

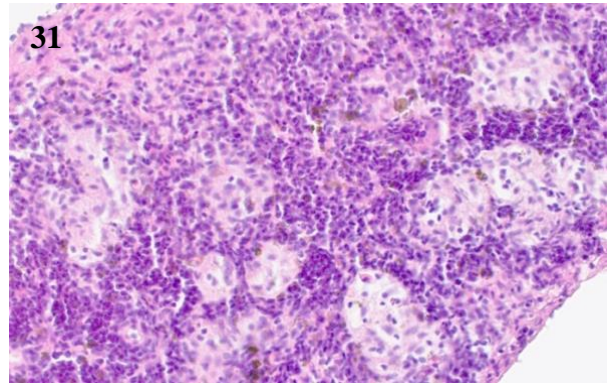
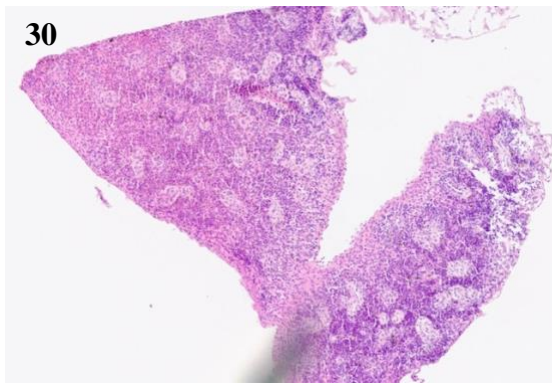
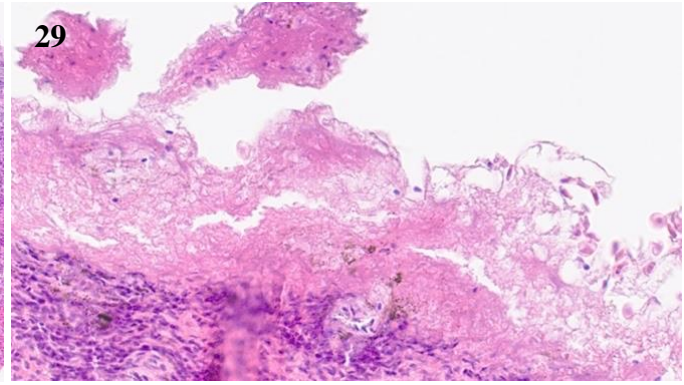
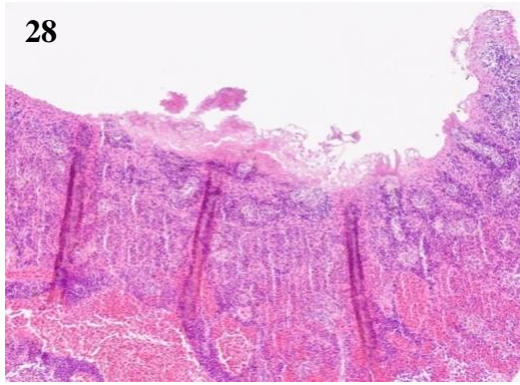
Varias branquias examinadas en el caso 2 estaban levemente congestionadas, particularmente en la parte apical del seno venoso central el cual se observó dilatado en múltiples filamentos primarios, así como la pérdida focalmente extensa unilateral de lamelas secundarias (Figs. 24 y 25). En uno de los filamentos primarios, la zona apical se encontró llena de infiltrado con detritos celulares y congestión (Fig. 25). En otra localización, se encontró un infiltrado linfohistiocitario focal en el espacio interfilamental con presencia de varios eosinófilos y pérdida de lamelas secundarias focal (Figs. 26 y 27). En intestino hubo una necrosis multifocal de pliegues (con presencia de cariorexis, cariólisis y picnosis, discontinuidad epitelial, pérdida y descamación de epitelio, desprendimiento de pliegues), así como la presencia de un infiltrado inflamatorio en la LP de algunos pliegues sin presencia de exudado en la luz intestinal.





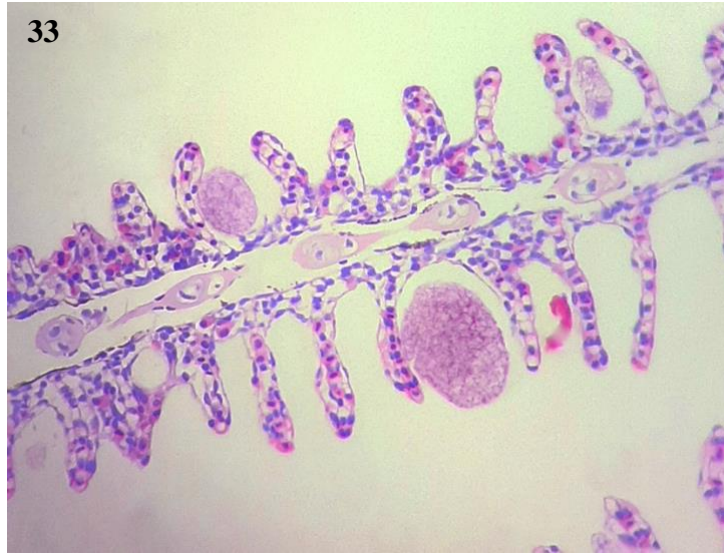
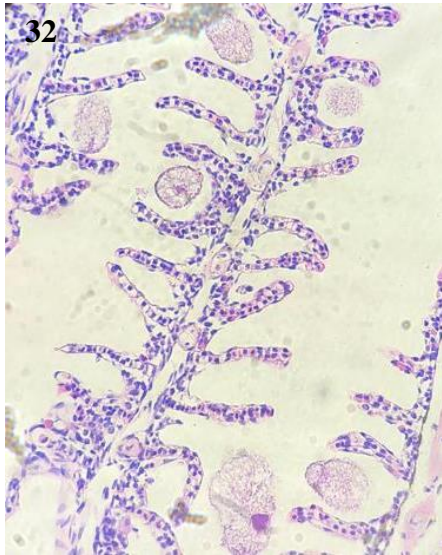
**Figura 22:** Cerebro, congestión leve, difusa meningeal y submeningeal, múltiples neuronas en degeneración, vacuolización moderada multifocal perineuronal, gliosis leve a moderada difusa, 40x. **Figura 23:** Hígado, vacuolización leve extracelular con distensión de espacios de Disse. presencia diseminada de vacuolas hialinas en parénquima (flechas), congestión hepática leve a moderada aguda, 40x. **Figura 24:** Branquias, dilatación multifocal moderada de filamentos primarios, primordialmente en zona apical, 5x. **Figura 25:** Filamento primario con infiltrado de detritos celulares y congestión en la parte apical, 10x. **Figura 26:** Branquias, área con infiltración mononuclear leve en región basal de filamentos primarios y espacios interfilamentales, 10x, **Figura 27:** El infiltrado inflamatorio es de tipo linfohistiocitario con presencia de múltiples eosinófilos, 40x, H&E.

Con respecto al tercer caso, en el bazo se presentó una depleción linfoide folicular moderada a severa multifocal (Figs. 30 & 31), así como periesplenitis fibrinosa, aguda, moderada, focalmente extensa (Figs. 28 & 29). El riñón presentó los mismos hallazgos relacionadas con la nefritis intersticial linfohistiocitaria mencionados en los casos 1 y 2. En las branquias se encontró una congestión leve de lamelas secundarias y la parte apical de seno venoso central en múltiples filamentos branquiales, así como una pérdida focal de lamelas secundarias; además focos con infiltrado perilamelar de células mononucleares, algunos cambios nucleares; estos cambios se asociaron con una branquitis leve, focal. En el intestino se hizo evidente una hiperplasia de células caliciformes moderada, multifocal, asociada a hipersecreción de moco hacia la luz con presencia multifocal de detritos celulares y bacterias. El hígado mostró solamente una leve congestión focal asociada a una vacuolización leve focal de la misma área.



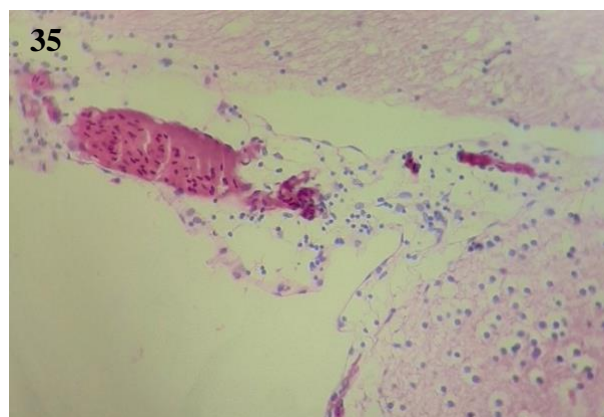
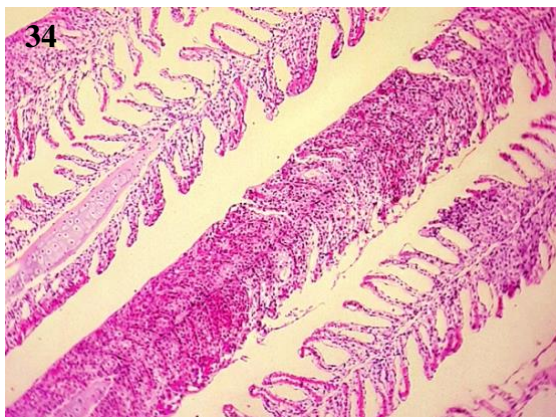
**Figura 28:** Bazo, depleción linfoide folicular moderada a severa multifocal, periesplenitis fibrinosa, aguda, moderada, focalmente extensa 10x. **Figura 29:** Sobre la serosa visceral esplénica se encuentra una exudación y deposición moderada de fibrina con pocos eritrocitos, unos linfocitos y gran cantidad de detritos celulares, 40x. **Figura 30:** Depleción severa multifocal de los folículos linfoides (Linfocitos B), 10x. **Figura 31:** A mayor aumento se evidencian los folículos linfoides con baja celularidad, el intersticio sin alteraciones y con múltiples melanomacrófagos así como una arquitectura tisular adecuada, 40x.

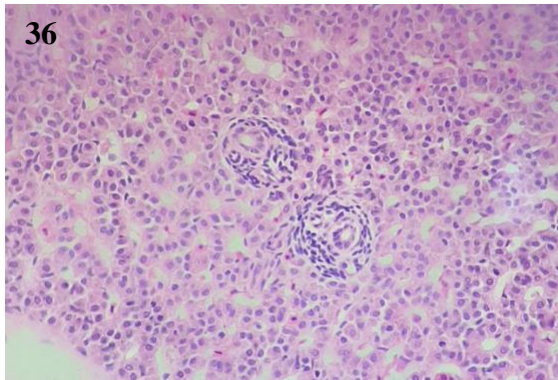
En las branquias del caso 4 se evidenció una parasitosis severa por múltiples trofontes protozoarios con citoplasma espumoso y núcleo redondo eosinofílico de morfología compatible con dinoflagelados del género *Piscinoodinium spp.*, que se encontraron entre las lamelas secundarias y adheridos al epitelio lamelar (Fig. 32). En el tejido epitelial adyacente, así como en los sitios de adhesión de los parásitos se observó una respuesta celular por granulocitos de tipo eosinófilo y mononuclear (Fig. 33). Adicionalmente, en este caso se presentó una hiperplasia de células caliciformes en el epitelio intestinal.



**Figura 32:** Branquias, presencia de múltiples trofontes protozoarios entre las lamelas secundarias y adheridos al epitelio lamelar, respuesta celular por eosinófilo y células mononucleares en tejido epitelial adyacente y sitios de adhesión de los parásitos, 10x. **Figura 33:** Trofontes de *Piscinoodinium spp.* adheridos al epitelio lamelar con respuesta celular por granulocitos de tipo eosinófilo y mononuclear, 40x, H&E.

En el caso 5 también se pudo evidenciar una branquitis moderada multifocal con fusión lamelar severa multifocal confluyente y formación de algunos sinequias e infiltrado mononuclear de lamelas secundarias (Fig. 34). El exudado caseoso que se encontró en una cabeza de un individuo de este caso estaba compuesto de material fibrinoso, abundantes células con cambios degenerativos y necróticos como picnosis y cariorexis, abundantes detritos celulares y pigmentos, así como un infiltrado de linfocitos. Debido a la ubicación del exudado en el orificio nasal con infiltración en el neurocráneo y presencia de osteólisis. Este caso presentó adicionalmente una meningitis mononuclear focal leve con congestión meníngea (Fig. 35). Se encontró adicionalmente una hepatitis con reacción ductular moderada, indicando una colestasis aguda (Fig. 36).





**Figura 34:** Branquias, fusión lamelar severa multifocal confluyente con formación de algunos sinequias, infiltrado mononuclear de lamelas secundarias, 10x. **Figura 35:** Cerebro, infiltrado inflamatorio mononuclear leve focal y congestión moderada, 40x. **Figura 36:** Hígado, hepatitis con reacción ductular moderada, infiltrado mononuclear leve multifocal y vacuolización leve, 40x, H&E

### *Calidad del agua y manejo de los peces*

Los parámetros específicos del agua de tanque en la bodega de las especies de Loricariidae se evidencian en la Tabla 2. Sobre los parámetros de agua en que se envían los peces desde su lugar de pesca hasta el centro de acopio lastimosamente no han sido documentados, pero se ha mencionado que las bolsas muchas veces vienen con muy poca agua y una baja saturación de oxígeno.

Las condiciones de manejo durante el transporte y acopio, manejo del agua y de la alimentación una vez llegan los peces a la bodega así como los cambios comportamentales y signos observados se consignaron en la encuesta presentada en el Anexo 1.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos del agua de tanque en que se realiza el acopio de los Loricariidae en la bodega de exportación.

Parametro	Bolsa de transporte	Tinas de recepción y acuarios
TDS	500-700ppm	50-120ppm
pH	5.0-5.5	7
Dureza	15ppm	80ppm
Amoniaco	0,1ppm	0ppm
Temperatura	Mínima 18°C Máxima 20°C	Mínima 25°C Máxima 26°C
Oxígeno disuelto	5ppm	≥ 8ppm
Nitritos	0,25-1ppm	0-0,2ppm
Nitratos	10-20ppm	0-0,2ppm

### **Discusión**

Problemas de altas mortalidades en peces comúnmente se ven relacionados con errores de manejo, malas prácticas de pesca, mantenimiento y controles, así como influencias ambientales en la cadena de pesca y transporte (Portz *et al.*, 2006; Livengood & Chapman, 2007; Harmon, 2009; Parada *et al.*, 2011; Barato *et al.*, 2012; Stevens *et al.*, 2017; Díaz,

2018; Franco *et al.*, 2021), por lo anterior es importante la trazabilidad e implementación de puntos de control de manejo, calidad de agua e infraestructura. Sin embargo, no existen datos completos y actualizados de captura, manejo y comercialización, así como de cada uno de los diferentes puntos de la ruta de los peces ornamentales, por parte de las entidades estatales), por lo que no se puede obtener la trazabilidad necesaria para identificar puntos de problema y así implementar estrategias de control y prevención necesarios para garantizar la salud de los peces. Adicionalmente, debido a la falta de estandarización del comercio en este sector, no siempre intervienen los mismos intermediarios de la cadena lo que aun dificulta más la trazabilidad (Ortega *et al.*, 2015; Franco *et al.*, 2021).

Los parámetros específicos para los panaques incluyen una temperatura entre 22-26°C, pH de 6.5-7.5 y una dureza de >15. Por tanto, alteraciones en estos valores pueden predisponer a alteraciones en el estado de salud de estos peces (Landinez, 2007; Loricaridos Ecured, 2019). Como consecuencia de la falta de trazabilidad, lastimosamente no se tiene información sobre los parámetros de agua en que se transportan los peces desde su lugar de pesca hasta el centro de acopio; sin embargo, se ha mencionado que las bolsas frecuentemente vienen con poca cantidad de agua y una baja saturación de oxígeno además de un aumento considerable de solidos suspendidos, disminución de la dureza y pH y presencia de amonio como se desprende de la tabla 2 y en concordancia con los reportes de algunos autores (Parada *et al.*, 2011; Diaz, 2018).

De acuerdo con Ferguson (2006) algunas lesiones como la meningitis, así como la degeneración neuronal puede ser respuesta a la injuria consecuencia de una hipoxia prolongada que se puede generar durante el transporte de los peces. El aporte de oxígeno adecuado a través del medio acuático se ve influenciado por diferentes factores como la saturación de oxígeno, pero también la presencia de materia orgánica y deshechos que producen los animales y se acumulan si no se realizan recambios frecuentes o si los peces se transportan en una cantidad inadecuada de agua para su tamaño o densidades poblacionales demasiado altas. Ferguson (2006) menciona adicionalmente, que una disminución de la temperatura del agua puede conllevar a una inmunosupresión por disminuir la actividad de los linfocitos T helper y a la vez aumentar la activación del estallido respiratorio por parte de las células fagocíticas. De esta manera, la disminución de la temperatura acuática durante el transporte de los loricaridos (Tabla 2) puede predisponer al individuo a contraer infecciones por diferentes agentes patógenos.

Debe tenerse en cuenta que las lesiones, hasta cierto punto pueden generarse de manera agonal durante la eutanasia, muchas veces como efecto adverso de las sustancias químicas utilizadas para el sacrificio (Wolf *et al.*, 2015). En el presente estudio se utilizó el eugenol a la dosis recomendada por el fabricante y en la literatura (Vázquez *et al.*, 2013); sin embargo, se han investigado los efectos adversos de este sobre los tejidos en dosis anestésicas y se concluyó que se trata de un principio activo de alto margen de seguridad y baja toxicidad que genera pocas lesiones tisulares. En casos de sobredosis se ha observado la presentación de cirrosis hepática e hiperplasia leve a moderada del epitelio branquial con fusión de lamelas secundarias y presencia de algunos eosinófilos y linfocitos (compatible con las lesiones encontrados en los casos 1, 2 y 5) sobre todo en la parte basal de los filamentos primarios. Esporádicamente, se reporta la presentación de congestión leve a moderada de las capilares filamentosas, leve hiperplasia de células caliciformes y descamación leve del epitelio lamelar con telangiectasia lamelar multifocal. También se ha reportado una vacuolización citoplásmica leve difusa de los hepatocitos (Gladden *et al.*, 2010). Por otro lado, Neiffer & Stamper (2009) reportaron efectos neuro y hepatotóxicos a causa del eugenol, sin más

especificación de las lesiones encontradas; además, encontraron una alta incidencia de necrosis branquial leve. Como algunos de estos hallazgos se reportan en el presente estudio, la administración del eugenol constituye una causa diferencial de las lesiones. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que el estudio referenciado se llevó a cabo en carpas coy y con diferentes dosis anestésicas por lo que su comparación con nuestro estudio es limitada.

En cuanto a la vía de entrada de agentes etiológicos es importante considerar el comportamiento típico de las especies de cucha, ya que suelen adherirse a los vidrios de los tanques u otras superficies para alimentarse. Mientras se encuentran adheridos mediante su boca en forma de ventosa no pueden ingerir agua por la boca así que esto conlleva a que el agua pase por las fosas nasales como una alternativa, exponiendo la cavidad nasal a agentes patógenos u oportunistas contenidos en el medio acuático. De esta misma manera se puede explicar, la alta frecuencia de casos de branquitis en los peces, ya que estas se encuentran expuestas de manera continua al agua para poder asegurar el intercambio gaseoso del pez. Sin embargo, las branquias están altamente adaptadas para enfrentarse a la carga importante de agentes potencialmente patógenas, mediante barreras de protección inmunes y no inmunes como son las células del sistema reticuloendotelial, entre las que se mencionan las células pilares (que se consideran como el equivalente de los MØS intravasculares pulmonares de los mamíferos) y MØS residentes de las branquias que tapizan los capilares branquiales, la secreción de moco y capa de moco residente, la barrera epitelial lamelar que contiene células caliciformes y células de cloro. El epitelio es altamente reactivo y puede responder ante una exposición antigénica con mecanismos como la hiperplasia de cualquiera de sus componentes celulares, factores humorales no específicas (como inhibidores de crecimiento, inhibidores enzimáticos, lisinas, precipitinas y aglutininas), factores celulares no-específicos (MØS, neutrófilos y sus factores de activación como opsoninas y linfoquinas, células citotóxicas naturales, eosinófilos, basófilos, mastocitos). Los mecanismos de defensa específicos incluyen primordialmente linfocitos, inmunoglobulinas (IgM). Esta gran disponibilidad de mecanismos de defensa es necesario debido a que las branquias de manera fisiológica siempre deben estar en contacto con agua y así se enfrentan a una amplia gama de patógenos acuáticos (Roberts, 2012).

Considerando lo mencionado previamente, los infiltrados mononucleares, así como algunos eosinófilos en las zonas basales de los filamentos primarios se consideran hasta cierto grado como fisiológico. Sin embargo, la branquitis aguda leve multifocal que se diagnosticó en el caso 2 sería un hallazgo patológico dado el aumento en el infiltrado inflamatorio de tipo linfocitario con presencia de múltiples eosinófilos (Figs. 26 y 27).

Los hallazgos en el caso 5, como la meningitis mononuclear focal leve con congestión meníngea en conjunto con la presencia del exudado caseoso en la cavidad nasal y el compromiso del neurocráneo por osteólisis y posterior disposición del exudado, sugieren la posibilidad de una infección nerviosa ascendente desde la cavidad nasal por medio de la invasión y pase de la lámina cribosa de los agentes etiológicos. Esa hipótesis sin embargo necesita confirmación por medio de estudios adicionales dado que no se observaron agentes etiológicos en los cortes.

Las gotas hialinas almacenadas en el parénquima hepático son indicativos de una acumulación de proteína. Teniendo en cuenta la vacuolización hepática y la apariencia macroscópica se puede pensar en una movilización de la grasa por el ayuno prolongado al cual se ven sometidos los peces antes, durante y después del transporte (entre 4 y 7 días).

Como el animal no ingiere las cantidades necesarias de nutrientes se aprovechan las almacenamientos y recursos propios como el compartimento somático (músculo esquelético) y el compartimento visceral (órganos internos como el hígado, por ejemplo). De esta manera, en el hígado se movilizan las reservas proteicas y se encuentran a fácil disposición en forma de las gotas hialinas en el tejido (Baumgärtner & Gruber, 2015). Los cambios hepáticos como la vacuolización pueden adicionalmente verse relacionadas con el intento del hígado de detoxificar el organismo, en el caso de que el pez ingiere cantidades altas de sustancias perjudiciales con el agua, por ejemplo, debido a una contaminación del cuerpo hídrico por falta de recambios de agua, lo que puede ser el caso durante el transporte.

El aumento de moco, detritos celulares y bacterias en la luz intestinal (Fig. 17) debe ser interpretado con cuidado ya que no necesariamente tiene que indicar la presencia de una enteritis, sino que también puede deberse a una respuesta fisiológica de protección inmune, ya que el organismo ante la exposición a antígenos ajenos aumenta la secreción de moco a nivel intestinal para fortalecer esta barrera de protección primaria y poder entrapar las bacterias. Los detritos celulares se pueden deber a apoptosis y necrosis mediada por células natural killer, tras la proliferación y posible infección bacteriana para evitar una afectación más severa del epitelio intestinal. Por esto, además de los cambios necróticos es importante identificar infiltrados inflamatorios y respuestas microcirculatorias como congestión para poder distinguir si se trata de una lesión verdadera o más probablemente de una respuesta fisiológica. Lo anterior también es crucial para distinguir lo patológico de las lesiones postmortem, ya que estas pueden incluir la presencia de bacterias, autólisis y detritos celulares mas no inducen respuestas inflamatorias y vasculares como infiltrados inflamatorios, hiperemia y congestión, entre otras alteraciones (Wolf *et al.*, 2015).

Un hallazgo que llamó la atención fue la enteritis necrotizante severa segmentaria (figura 19) que por su apariencia morfológica con la vacuolización difusa del tejido y la pérdida de la arquitectura no se parece a las otras lesiones reportadas y por esto valdría la pena investigar su posible causa.

Un problema pertinente y muchas veces asociado con tasas de mortalidad aumentadas en peces de producción constituyan las condiciones de manejo. En Colombia, es el área menos tecnificada en cuanto a las prácticas y la difusión de la información. Adicionalmente, existen aspectos que se basan en tradición y creencias más no en evidencia científica, como es la administración de antibióticos como las tetraciclinas en los centros de acopia con fines de prevención contra enfermedades sin importar su origen (Barato *et al.*, 2012) así como otro tipo de sustancias químicas administradas en el agua. Estos compuestos pueden también tener un efecto sobre tejidos, especialmente epitelios de recubrimiento como el de las branquias y el tracto digestivo (tejidos con mayor tasa metabólica), los cuales están directamente expuestos al ambiente acuático muchas veces de baja calidad (abundantes sólidos en suspensión, bajas concentraciones de oxígeno, ente otras características mencionadas en los resultados) y a la presencia de parásitos en estos órganos aunque solamente se observó el *Piscinoodinium spp.* en uno de los casos evaluados (van Dyk *et al.*, 2007; Wolf *et al.*, 2015; Steckert *et al.*, 2018).

Los hallazgos sugieren la participación concomitante de posibles agentes infecciosos junto con factores asociados al manejo de estos peces principalmente de la calidad del agua, así como de la alimentación.

## Conclusiones y recomendaciones

Los hallazgos histopatológicos más frecuentes fueron nefritis intersticial linfocitocitaria, difusa, moderada a severa (3/5), enteritis necrotizante segmental moderada a severa (2/5), branquitis con grados variables de severidad (3/5) y lesiones encefálicas tales como congestión meníngea, meningitis, vacuolización neuronal y vacuolización del neuropilo (2/5); se observaron agentes infecciosos parasitarios en branquias compatibles con *Piscinoodinium spp.* (1/5) y bacterias tanto en luz branquial como intestinal.

Los hallazgos entre los seis casos evaluados no presentaron un cuadro de lesiones bien definidos, sino que fueron variables, lo que dificultó establecer un diagnóstico definitivo para la población total de loricaridos en la bodega.

La mayoría de los hallazgos anatomopatológicos encontrados pueden estar relacionados con el manejo inadecuado de los peces durante el transporte (incluyendo alteraciones en la calidad y parámetros fisicoquímicos del medio acuático, estrés, ayuno prolongado) así como con un agente patógeno causal. Para la identificación o exclusión de un agente patógeno causal y enseguida el diagnóstico definitivo, se recomiendan estudios adicionales como análisis bacteriológicos y PCR.

Los resultados y análisis de la información colectada en el presente estudio junto con la revisión de literatura sugieren que las altas mortalidades pueden estar asociadas a la calidad del agua se recomienda realizar estudios detallados del agua de transporte para detectar posibles sustancias tóxicas o niveles alterados de componentes.

Se deben realizar recambios seguidos (día de por medio) del medio acuático y reducir el tiempo de ayuno. Para poder realizar un eficiente seguimiento de las condiciones de transporte de los peces desafortunadamente se requiere inicialmente una mejora de la trazabilidad de la cadena de comercialización de los peces en Colombia, así como un mayor nivel de tecnificación y estandarización.

## Referencias

Autoridad nacional de acuicultura y pesca AUNAP. (2019). Documento Técnico de Cuotas 2019. Propuesta presentada al Comité Ejecutivo para la Pesca. Recuperado de: <https://aunap.gov.co/images/boletines/documentotecnicodecuotas-2019.pdf>

Baumgärtner, W., Gruber, A. D. (2015). Allgemeine Pathologie für die Tiermedizin. Thieme, Alemania. Pg. 65.

Barato, P., Penagos, G., Iregui, C., Figueroa, J. (2012). Mapa epidemiológico de las enfermedades de los peces ornamentales en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/233229612\\_Mapa\\_epidemiologico\\_de\\_las\\_enfermedades\\_de\\_los\\_peces\\_ornamentales\\_en\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/233229612_Mapa_epidemiologico_de_las_enfermedades_de_los_peces_ornamentales_en_Colombia).

Castro, D. M. (1994). Peces del Putumayo sector Puerto Leguízamo. *Corporación Autónoma Regional del Putumayo, Servigráfico*.

Canal, N. (2006). Técnicas de muestreo. Sesgos más frecuentes. Recuperado de: <https://www.revistaseden.org/files/9-CAP%209.pdf>

Chang, P.H., Kuo, S.T., Chen, M.H., Tu, C., Huang, S.H., Lai, T.M., Yu, W.C. (2008). Jaundice in cultured hybrid catfish, *Clarias betrachus* x *Clarias fuscusi*. *Journal of Veterinary and Clinical Science*. 1. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/242188150\\_Jaundice\\_in\\_cultured\\_hybrid\\_catfish\\_Clarias\\_betrachus\\_x\\_Clarias\\_fuscusi](https://www.researchgate.net/publication/242188150_Jaundice_in_cultured_hybrid_catfish_Clarias_betrachus_x_Clarias_fuscusi)

Davenport, K.E. (1996). Characteristics of the Current International Trade in Ornamental Fish, with Special Reference to the European Union. *Scientific and Technical Review OIE*, 15, 435-443.

Díaz, A. M. (2018). Evaluación de parámetros fisicoquímicos del agua y del estado de las aletas en el pez cucha real *Panaque nigrolineatus*, durante el acopio en bodega de exportación de Bogotá. Recuperado de: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/352>

Ferguson, H. (2006). Systemic pathology of fish: and atlas of comparative tissue responses in diseases of teleosts. *Iowa State University Press*, Ames, Iowa.

Franco, J., Moncaleano, E., Ajiaco, R. (2021). Comportamiento del mercado de los peces ornamentales continentales en Colombia. *Revista Ciencia y Agricultura*, 18(1), 63-75.

Galvis, G., Mojica, J., Provenzano, F., Lasso, C., Taphorn, D., Royero, R., Castellanos, C. (2007). Peces de la Orinoquia colombiana con énfasis en especies de interés ornamental. Instituto Colombiano de Desarrollo Rural INCODER y Universidad Nacional de Colombia.

Gerstner, C., Ortega, H., Sánchez, H. & Graham, D.L. (2006). Effects of the Freshwater Aquarium Trade on Wild Fish Populations in Differentially-Fished Areas of the Peruvian Amazon. *Fish Biol.* 68, 862–875.

Gladden, J. N., Brainard, B. M., Shelton, J. L., Camus, A. C., & Divers, S. J. (2010). Evaluation of isoeugenol for anesthesia in koi carp (*Cyprinus carpio*). *American journal of veterinary research*, 71(8), 859–866.

Harmon, T.S. (2009), Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks: a review of the basics. *Reviews in Aquaculture*, 1, 58-66. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1753-5131.2008.01003.x>

Instituto Agropecuario de Colombia (ICA). (2017). Peces ornamentales colombianos podrán ser exportados a Honduras. Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/noticias/peces-ornamentales-colombianos-podran-ser-exportad>

Landinez, M. (2007). Producción de peces ornamentales de la orinoquía colombiana. *Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola*. <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/reipa/article/view/1630/2003>

Livengood, E., Chapman, F. (2007). The Ornamental Fish Trade: An Introduction with Perspectives for Responsible Aquarium Fish Ownership. *IFAS Extensions University of Florida: EDIS*, 16, 1-8. Retrieved from <https://journals.flvc.org/edis/article/view/116719>

Loricáridos. EcuRed 2019.

<https://www.ecured.cu/index.php?title=Loric%C3%A1ridos&oldid=3400929>

Mancera, N., Alvarez, R. (2008). Comercio de peces ornamentales en Colombia. The Trade of Ornamental Fishes In Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 13(1), 23–52. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n1/v13n1a2>

Marden, C.L., McDonald, R., Schreier, H.J., Watts, J.E.M. (2017). Investigation into the fungal diversity within different regions of the gastrointestinal tract of Panaque nigrolineatus, a wood-eating fish. *AIMS Microbiology*, 3(4), 749-761. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5687512/>

MARTINS, M. L. et al. Piscinoodinium pillulare (Schäperclaus, 1954) Lom, 1981 (Dinoflagellida) infection in cultivated freshwater fish from the Northeast region of São Paulo State, Brazil: parasitological and pathological aspects. *Brazilian Journal of Biology* [online]. 2001, v. 61, n. 4 [Accessed 13 December 2022], pp. 639-644

Martins, M.L., Onaka E.M., Ruas de Moraes, F., Bozzo, F.R., de Mello e Faro Conceição Paiva, A., Gonçalves, A. (2002). Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of São Paulo, Brazil. *Maringá*: 24, n. 4, p. 981-985.

Neiffer, D. L., & Stamper, M. A. (2009). Fish sedation, analgesia, anesthesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. *ILAR journal*, 50(4), 343–360.

Oliveira, M., Vasconcelos, V. (2020). Occurrence of Mycotoxins in Fish Feed and Its Effects: A Review. *Toxins*. 12(3):160. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2072-6651/12/3/160#cite>

Ortega, A., Cruz Y., Puentes V. (Eds.). (2015). Dinámica de la actividad pesquera de peces ornamentales continentales en Colombia. Serie Recursos Pesqueros de Colombia – AUNAP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP ©. Fundación FUNINDES. 202p. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Armando-Ortega-Lara/publication/303193819\\_Avances\\_de\\_Acuicultura\\_y\\_Pesca\\_Vol\\_I/links/5818aab908ae7cdc685bc56/Avances-de-Acuicultura-y-Pesca-Vol-I.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Armando-Ortega-Lara/publication/303193819_Avances_de_Acuicultura_y_Pesca_Vol_I/links/5818aab908ae7cdc685bc56/Avances-de-Acuicultura-y-Pesca-Vol-I.pdf)

Ortega, A., Lujan, N. (2020). Panaque nigrolineatus laurafabianae, a new, commercially exploited subspecies of ornamental wood-eating pleco (Loricariidae: Hypostominae) from the Guaviare River basin in Colombia. *Zootaxa* 4732 (3): 393–408. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/339239241\\_Panaque\\_nigrolineatus\\_laurafabianae\\_a\\_new\\_commercially\\_exploited\\_subspecies\\_of\\_ornamental\\_wood-eating\\_pleco\\_Loricariidae\\_Hypostominae\\_from\\_the\\_Guaviare\\_River\\_basin\\_in\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/339239241_Panaque_nigrolineatus_laurafabianae_a_new_commercially_exploited_subspecies_of_ornamental_wood-eating_pleco_Loricariidae_Hypostominae_from_the_Guaviare_River_basin_in_Colombia)

Parada, S., Cruz, P. (2011). Variación de la calidad del agua y morbilidad durante el proceso de captura y post captura de dos especies de loricáridos comercializados en Acacias (Meta) Colombia. *Orinoquia*, 15:180-191. <https://www.redalyc.org/pdf/896/89621355006.pdf>

Portz, D.E., Woodley, C.M. & Cech, J.J. (2006). Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 16, 125–170. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11160-006-9012-z>

Prada, S., González, J., Mondragón, J. (2009). Capturas ícticas incidentales de la pesca ornamental en el período de aguas bajas en el área de influencia de Puerto Carreño, Orinoquia colombiana. *Universitas Scientiarum*, 14(3). 173-186. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-74832009000300001&lng=en&tlng=](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-74832009000300001&lng=en&tlng=)

Provenzano, F. (2011). Los peces loricaridos (siluriformes: loricariidae): un grupo zoológico megadiverso. Collazos, G, Manrique, L, Murcia, b (eds). *Memorias III Seminario internacional en Ambiente, biodiversidad y Desarrollo y el I Simposio Nacional de Química Aplicada*. Universidad de la Amazonia. 30 de agosto y el 2 de septiembre de 2011. Pp 22-24. [https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Programas%20Academicos/Biologia/Eventos/2011/Memorias\\_SIMABID\\_13\\_mayo\\_2012.pdf#page=22](https://www.uniamazonia.edu.co/documentos/docs/Programas%20Academicos/Biologia/Eventos/2011/Memorias_SIMABID_13_mayo_2012.pdf#page=22)

Roberts, R.J. (2012). *Fish Pathology*. 4ª Edición. Blackwell Publishing Ltd. Pg. 145-153.

Sales, J. & Janssens, G. (2003). Nutrient Requirements of Ornamental Fish. A Review. *Aquatic Living Resources*, 16(6), 533-541. <https://doi.org/10.1016/j.aquliv.2003.06.001>

Sánchez, C., Muñoz, S. (2015). Marco institucional y normativo de la actividad pesquera ornamental continental en Colombia. Dinámica de la actividad pesquera de peces ornamentales continentales en Colombia. Serie Recursos Pesqueros de Colombia AUNAP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP, Fundación Funindes.

Steckert LD, Cardoso L, Tomas G, Benites de Páduac S, Laterca M. (2018) Investigation of farmed Nile tilapia health through histopathology. *Aquaculture*. 486: 161-169.

Stevens, C.H., Croft, D.P., Paull, G.C. and Tyler, C.R. (2017). Stress and welfare in ornamental fishes: what can be learned from aquaculture? *Journal of Fish Biology*, 91, 409-428. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfb.13377>

Tartor, Y., Taha, M., Mahboub, H., & El Ghamery, M. (2018). Yeast species associated with diseased fish: Occurrence, identification, experimental challenges and antifungal susceptibility testing. *Aquaculture*, 488, 134–144. Recuperado de: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201800242385>

Van Dyk JC, Pieterse GM, Van Vuren JHJ. (2007). Histological changes in the liver of *Oreochromis mossambicus* (Cichlidae) after exposure to cadmium and zinc. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 66: 432-440.

Vásquez, G., Penagos, L., Iregui, C. (2011). Técnica de necropsia y toma de muestras para histopatología y microbiología en peces. *Memorias de la conferencia interna en medicina y aprovechamiento de fauna silvestre, exótica y no convencional*, 7-2. <https://www.revistas.veterinariosvs.org/index.php/cima/article/view/99>

Vásquez, G., Castro, T., Hernández, A., Castro, J., De Larab, R. (2013). Comparación del efecto anestésico del aceite de clavo, solución salina y solución coloidal en juveniles de

Chirostoma jordani (Woolman, 1894). *Archivos de Medicina Veterinaria*, 45, 59-66.

Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v45n1/art10.pdf>

Velasco, Y., Torres, A., Ramírez, J., Cruz, P., Ramírez, J., Quiroga, E., Aya, E. (2017). Hábitos alimenticios de *Leporinus friderici* (Anostomidae: Teleostei) durante un ciclo hidrobiológico en el río Vaupés, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 65(2), 827-842.

Wolf, J. C., Baumgartner, W. A., Blazer, V. S., Camus, A. C., Engelhardt, J. A., Fournie, J. W., Frasca, S., Jr, Groman, D. B., Kent, M. L., Khoo, L. H., Law, J. M., Lombardini, E. D., Ruehl-Fehlert, C., Segner, H. E., Smith, S. A., Spitsbergen, J. M., Weber, K., & Wolfe, M. J. (2015). Nonlesions, misdiagnoses, missed diagnoses, and other interpretive challenges in fish histopathology studies: a guide for investigators, authors, reviewers, and readers. *Toxicologic pathology*, 43(3), 297–325.

Zúñiga, P.T. (2010). Lineamientos de gestión ambiental para el control del tráfico ilícito de peces ornamentales dulceacuícolas de las cuencas Amazonas y Orinoco. (Tesis de maestría), Pontificia Universidad Javeriana.

## Anexo 1

### Encuesta Tesis

1. Datos de contacto responsable del caso
  - a) Nombre empresa: Global Fish Group
  - b) Nombre propietario:
  - c) Nombre persona encargada de peces: Paola Almeciga
  - d) Región geográfica: Bogotá, Colombia
  - e) Teléfono:
  - f) Correo:
  
2. Descripción de población afectada
  - a) Nombres comunes de especies: Rayas, todas las cuchas, curitos/pez hoplo, doras
  - b) Talla/peso: 3-12cm
  - c) Procedencia y tiempo de confinamiento: La procedencia es variable (Puerto Inírida, Guaviare, Atabapo\*). Los peces duran de 7 a 12 días en llegar y deben estar 8-9 horas antes del vuelo en el aeropuerto así que, incluyendo el tiempo de vuelo, hasta que llegan a la bodega duran unas 11 horas empacadas. Los animales duran con un ayuno de 4-5 días en los cuales solo se desparasitan y reciben tratamientos farmacológicos según necesidad. Después del intervalo de ayuno, se inicia gradualmente una alimentación natural con vegetales seguido de concentrado.
  - d) Numero de peces por área: Los tanques que se usan en la bodega son de 350 litros de volumen. Debido a que las cuchas varían mucho en su tamaño, depende también el número de peces por tanque. Si los peces son de menos de 2 cm se pueden tener hasta 100 animales en un tanque. Sin embargo, si son cuchas grandes, que pueden llegar a tener 15 cm, solo se deben tener máximo 3 animales por tanque.
  - e) % de peces que llegan enfermos: Aproximadamente el 44% de los 4000 peces que entran en promedio por llegada a la bodega llegan enfermos.
  - f) % de mortalidad: De los peces que llegan, 500 mueren el primer día (12,5%).
  - g) Fecha de inicio de la enfermedad/mortalidad: -
  
3. Descripción del problema
  - a) Ubicación de los peces en la columna de agua: en el piso
  - b) Consumo de alimento: Todos los peces que llegan presentan anorexia, posiblemente por el estrés del transporte. Sin embargo, después del transcurso de aproximadamente una semana presentan una ingestión apropiada.
  - c) Comportamiento de natación: Nadan sin mantener la proximidad con el vidrio del tanque, como sería apropiado para las especies. Nadan demasiado rápido por intervalos e incordiando, dando la impresión de estar 'brincando'. Presentan excitación e hiperactividad.
  - d) Estado de alerta: Algunos se encuentran letárgicos (sobre todo en las fases tardías de la enfermedad, antes de morir) pero en la gran mayoría, así como la fase aguda presentan excitación.
  - e) Alteraciones generales de comportamiento: anorexia, alteraciones de natación, constipación, heces de color blanco, agrupamiento

- f) Alteraciones en cuerpo/ aletas/ branquias/ papilas/ ojos/ boca: Coloración icterica u oscura de la piel abdominal, distención abdominal, presencia de un exudado calcificado amarillo en la cavidad nasal y senos paranasales), palidez hepática, distención de la vejiga natatoria.
4. Condiciones de manejo
- a) Tipo de alimentación y frecuencia de alimentación: durante el transporte nada, después concentrado y transición con alimentación natural vegetal.
- b) Forma y frecuencia de cambios de agua: Para el transporte se utiliza la misma agua del sitio de confinamiento primario. Se envían en bolsas con poca agua y O<sub>2</sub>. No se realizan recambios del agua. Una vez llegados a la bodega se realiza el recambio del 50% de agua con el agua de los tanques, para poder adaptar los peces desde su ambiente acuático original a las aguas de la bodega las cuales son filtrados y tienen parámetros lo más aproximados a sus ambientes habituales. En esta agua se dejan los peces por 1-2 horas antes de trasladarlas a los tanques. El agua de los acuarios se recambia día de por medio en un porcentaje de 10-20%.
- c) Características básicas del agua de los acuarios, estanques y del reservorio de agua: Los parámetros del agua de transporte son un pH de 5-5,5; 18-20°C, 3mg/L de O<sub>2</sub>, una dureza de 10-15 ppm y un TDS entre 500-1500. Los parámetros de agua de la bodega para las cucas son 24-26°C, pH de 7, 5-6 mg/L de O<sub>2</sub>, una dureza de 80ppm y un TDS entre 120-150.
- d) Adición de sustancias al agua a todos los acuarios:
- Enrofloxacina: 5 mg/70 l
  - Baño con sales: 1 g/l en enfermos, 0,5 g/l en sanos
  - Metronidazol al 5%: 2ml/100 l x5 días