

Parásitos y Lesiones Histopatológicas en Branquias de Gamitanas (*Colossoma macropomum*) Juveniles bajo Crianza Semiintensiva

PARASITES AND HISTOPATHOLOGICAL LESIONS IN GILLS OF JUVENILE GAMITANA (*Colossoma macropomum*) RAISED IN SEMI-INTENSIVE FARMING

Mario Vargas L.^{1,4}, Nieves Sandoval C.¹, Eva Casas A.², Gloria Pizango P.³, Alberto Manchego S.²

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el tipo y frecuencia de parásitos en branquias de gamitana (*Colossoma macropomum*) y describir las lesiones histopatológicas asociadas a su presencia. Se trabajó con 30 gamitanas juveniles, tomadas al azar de una piscigranja en Iquitos, Perú. Los arcos branquiales del lado izquierdo fueron colocados en placas Petri con agua destilada para la observación de la presencia de parásitos y los del lado derecho se fijaron en formol al 5% para el estudio histopatológico. Asimismo, se determinó la calidad del agua del estanque. Se identificaron tres tipos de ectoparásitos: monogéneos, pertenecientes a la familia Dactylogyridae, Subfamilias Anacanthorinae y Ancyrocephalinae (100%, 30/30), una especie de protozoo de la Familia Oodinidae, género *Piscinoodinium* (36.7%, 11/30) y un artrópodo de la Clase Maxillopoda, Subclase Copepoda (20%, 6/30). Dentro de las lesiones histopatológicas se observaron trastornos inflamatorios como presencia de células granulares eosinofílicas (100%) y trastornos de adaptación como hiperplasia del epitelio (96.7%), fusión lamelar (80%) y atrofia lamelar (60%). Asimismo, el oxígeno disuelto estaba en niveles cercanos a los letales, el pH correspondía a un medio ácido y los valores de CO₂ se encontraban fuera de los rangos esperados.

Palabras clave: gamitana, *Colossoma macropomum*, monogéneo, *Piscinoodinium*, copépodo, ectoparásitos branquiales

¹ Laboratorio de Histología, Embriología y Patología Veterinaria, ² Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

³ Departamento Académico de Hidrobiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú

⁴ E-mail: vargasleyva324@gmail.com

Recibido: 18 de abril de 2015

Aceptado para publicación: 14 de julio de 2015

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the type and frequency of parasites in gamitana gills (*Colossoma macropomum*) and to describe the associated histopathological lesions. Thirty specimens were taken from a fish farm in Iquitos, Peru. The left branchial arches were placed in Petri dishes with distilled water to observe the presence of parasites and the right arches were fixed with formalin 5% for histopathological studies. Besides, water quality of the pond was analyzed. Three types of ectoparasites were identified: monogeneans, members of the Family Dactylogyridae, Subfamilies Anacanthorinae and Ancyrocephalinae (100%, 30/30), one protozoan, member of the Family Oodinidae, genus *Piscinoodinium* (36.7%, 11/30), and one arthropod, member of the Class Maxillopoda, Sub-class Copepoda (20%, 6/30). Among the histopathological lesions, the most common were inflammatory disorders: presence of eosinophilic granule cells (100%), and adaptation disorders: epithelial hyperplasia (96.7%), lamellar fusion (80%) and lamellar atrophy (60%). Moreover, dissolved oxygen was close to lethal levels, pH was acid and CO₂ were outside the expected range.

Key words: gamitana, *Colossoma macropomum*, monogenean, *Piscinoodinium*, copepod, gill ectoparasites

INTRODUCCIÓN

La ictiofauna de la Amazonia está representada por más de 2000 especies de peces, de las cuales, cerca de 800 viven en las aguas de los ríos peruanos (Ortega *et al.*, 2011). El potencial pesquero de los ríos amazónicos es inmenso; sin embargo, poco esfuerzo se realiza para el manejo racional del recurso y, lo que es peor, la deforestación y la contaminación de las aguas, aunadas al desarrollo de las ciudades y asentamientos humanos acostumbrados al consumo de pescado han puesto en peligro esta diversidad y, con ello, la fuente de alimento del que dependen los pobladores de la región.

Por esta razón, la piscicultura es una de las grandes alternativas con posibilidades de desarrollo para la región amazónica, no solo por la gran abundancia de espejos y cursos de agua, sino también por las especies nativas promisorias. Una de las especies importantes para cultivo es la gamitana (*Colossoma macropomum*), uno de los peces de escama

más grandes de la cuenca amazónica, que puede llegar hasta 90 cm de longitud total y con peso de 30 kg (Goulding, 1980).

El cuerpo de la gamitana es comprimido, de coloración gris oscuro en el dorso y amarillo blancuzco en la parte ventral; patrón de coloración que puede variar en función del tipo de agua donde se desarrolla (Guerra, 1999). Se encuentra en los ríos de Brasil, Colombia, Venezuela y Perú y ha sido introducida en países centroamericanos y asiáticos.

Los peces dulceacuícolas, tanto en condiciones naturales como de cultivo, son susceptibles al ataque de agentes patógenos facultativos, que usualmente no afectan su desarrollo ni estado de salud, ya que son reducidos por las defensas del organismo; sin embargo, si las condiciones se tornan desfavorables para los peces (cambio brusco de temperatura, deficiencia de oxígeno, alta densidad de peces, elementos tóxicos en el agua), sus defensas naturales pueden mermar y el organismo atacante invade al hospedero, convirtiéndose en un agente patógeno, ocasio-

Cuadro 1. Valores de parámetros fisicoquímicos del agua en cultivo semiintensivo de juveniles *Colossoma macropomum* en la Piscigranja Quistococha, FCB – UNAP (Junio, 2006)

Parámetro	Valores esperados ¹	Valores de los estanques
Oxígeno disuelto (mg/L)	6.0 - 7.0	2.19
pH	7.0 - 8.0	6
Temperatura (°C)	24 - 28	27.6
CO ₂ (mg/L)	1.8 - 2.0	2.8
Alcalinidad (mg/L)	30 - 200	40

¹ Fuente: Woynarovich A y Woynarovich E (1998); FAO (1989)

nando altas tasas de mortalidad en la piscigranjas.

El uso de la gamitana como pez de cultivo en piscigranjas se ha desarrollado notablemente en la región, pero con ello se ha podido detectar la aparición de agentes patógenos que pueden afectar la salud de los peces, especialmente parásitos, mermando la producción y ocasionando pérdidas económicas (Centeno *et al.*, 2004). No se han realizado estudios en el Perú sobre la fauna parasitaria de la gamitana en cultivo; por ello el objetivo del presente estudio fue identificar la presencia y frecuencia de parásitos en las branquias de gamitana, así como determinar las lesiones histopatológicas asociadas a su presencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Estudio

El muestreo de los peces fue realizado en la piscigranja Quistococha, del Centro de Investigación, Experimentación y Enseñanza de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB), Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). El centro experimental está ubicado en la Carretera Iquitos-Nauta km 6, margen izquierda, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto. El análisis de las lesiones histopatológicas se

realizó en la Sección de Ictiopatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Los parámetros fisicoquímicos fueron medidos utilizando el LaMotte Fresh Water Aquaculture Outfit Model AQ-3 Kit. Los parámetros del agua se muestran en el Cuadro 1. El oxígeno disuelto estaba en niveles cercanos a los letales, el pH correspondía a un medio ácido y los valores de CO₂ se encontraban fuera de los rangos esperados.

Peces y Muestras

Se colectaron 30 gamitanas al azar, en un lapso de 30 días. Los peces fueron trasladados vivos en bolsas de polietileno con agua hasta el laboratorio del Departamento Académico de Hidrobiología de la FCB-UNAP. Los peces fueron sacrificados con un estilete, haciendo un corte medular, previa sedación con isoeugenol.

Los especímenes utilizados tuvieron un peso promedio de 320 g y una longitud total de 24.9 cm. El peso se obtuvo en una balanza Ohaus de ± 1 g de precisión y la longitud se midió con un ictiómetro graduado en centímetros.

En la necropsia se seccionaron los opérculos y se extrajeron los cuatro arcos-

Cuadro 2. Especies de ectoparásitos identificadas en 30 gamitanas juveniles (*Colossoma macropomum*) de cultivo semiintensivo en la FCB-UNAP (2006)

Ectoparásitos branquiales	%
Monogeneo	100.0
Protozoo	36.7
Copépodo	20.0
Monogeneo y copépodo	16.7
Monogeneo y protozoo	33.3
Monogeneo, copépodo y protozoo	3.3

branquiales. Los del lado izquierdo se colocaron en placas Petri con agua destilada para la observación de parásitos (estereoscopio Zeiss) y los del lado derecho fueron conservados en formol al 5%, para la identificación de las lesiones.

Evaluación de Parásitos

Los monogeneos y copépodos fueron coloreados mediante la técnica de Malmberg. Para la identificación de monogeneos se observaron las estructuras esclerotizadas del haptor y del complejo copulatorio y se utilizó la clave para monogeneos neotropicales de aguas dulces descrita por Thatcher (1991). Para el caso de los copépodos se utilizaron las características descritas por Thatcher y Boeger (1983), y para la identificación del protozoo *Piscinoodinium* sp se emplearon las descripciones indicadas por Centeno *et al.* (2004).

Estudio Histopatológico

Se utilizaron técnicas histopatológicas para identificar a los ectoparásitos branquiales, así como para identificar las alteraciones histopatológicas ocasionadas por estos parásitos (Eiras *et al.*, 2000). El filamento branquial fue observado considerando

tres partes (ápice, medio y base) y así poder clasificar las lesiones de acuerdo a la ubicación dentro del filamento branquial.

Análisis de Datos

Los cambios y alteraciones histopatológicas en las branquias fueron clasificados como trastornos inflamatorios, circulatorios, del crecimiento y degenerativos.

La frecuencia de las alteraciones en las branquias fue clasificada por su extensión como:

- Escasa: de 0% hasta 25% de la superficie.
- Leve: más del 25% hasta 50% de la superficie.
- Moderada: más del 50% hasta 75% de la superficie.

Se empleó como método estadístico la prueba de diferencia de proporciones para determinar si existía asociación entre la ubicación del parásito y las lesiones presentadas en branquias (ápice, medio y base).

RESULTADOS

Observación Macroscópica

La mayoría de las branquias al momento de la inspección ocular presentaba un color rojizo, de forma y tamaño aparentemente normal. El 100% se encontraba parasitado (Cuadro 2), donde el 46.7% (14/30) estaba infectado por un solo tipo de parásito, en tanto que el 53.3% (16/30) estaba infectado por dos o más tipos de parásitos.

Se identificaron tres tipos de ectoparásitos: monogeneos, pertenecientes a la Familia Dactylogyridae, Subfamilia Anacanthorinae (100%) y Subfamilia Ancyrocephalinae (100%) (Fig. 1); un tipo de protozoo perteneciente a la Familia Oodinidae, género *Piscinoodinium* y un artrópodo de la Clase Maxillopoda, Sub-clase Copépoda (Fig. 2). Los parásitos se distribuían por toda la branquia.

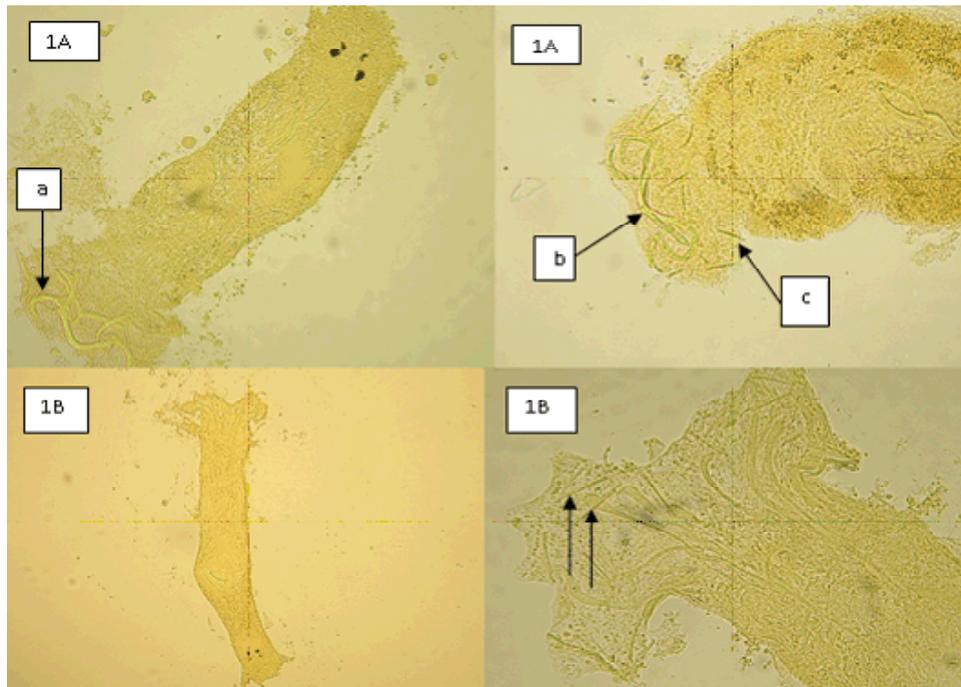


Figura 1. Ectoparásitos branquiales. (A) Monogeneo de la Subfamilia Ancyrocephalinae. Se observa el opisthaptor con 2 pares de macroganchos (a), 2 barras (b) y 14 microganchos (c). (B) Monogeneo de la Subfamilia Anacanthorinae, donde el opisthaptor carece de macroganchos y barras, presentando solo 16 a 18 microganchos (flechas) (Técnica de Malmberg)



Figura 2. Ectoparásito branquial, copépedo. Se observa el tegumento recubierto de quitina, a veces calcificada, con apéndices articulados, cabeza, tórax y abdomen (Técnica de Malmberg, 400x)

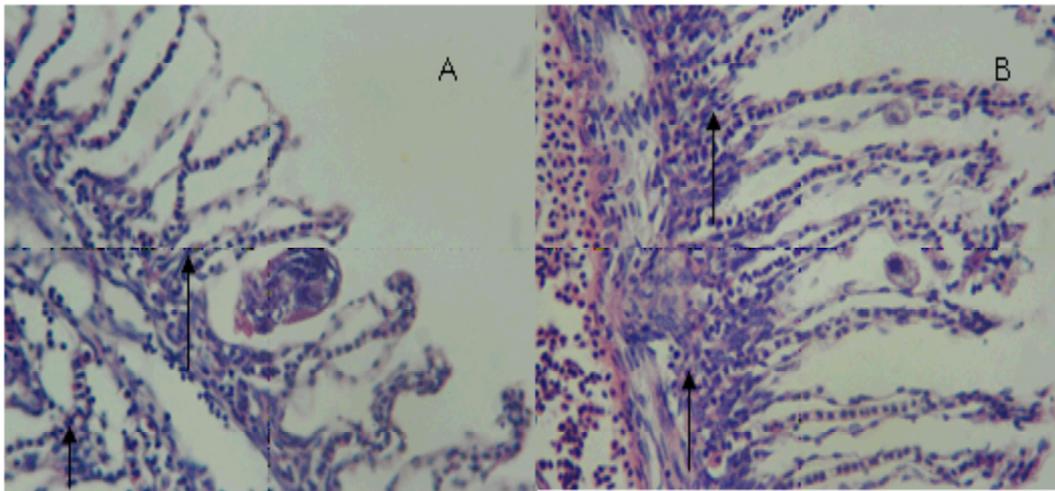


Figura 3. Ectoparásitos branquiales. (A) Monogeneo causando atrofia lamelar y necrosis de la lamela (flechas). (B) *Piscinoodinium* sp. Presencia de células granulares eosinofílicas e hiperplasia del epitelio (flechas). H-E, 400x

La ubicación de los monogeneos en el filamento fue muy característica, y se visualizó como un evento repetitivo. Los más grandes (0.7 mm) se ubicaban en la parte media del filamento y los más pequeños (0.35 mm) hacia los extremos (ápice y base). El opisthaptor de los monogeneos ubicados en la parte media carecía de anclas y barras, y presentaba de 16 a 18 microganchos, característica que permite determinar que pertenecían a la subfamilia Anacanthorinae. Asimismo, los monogeneos cuyos extremos de los filamentos branquiales presentaban el opisthaptor con 2 pares de anclas, 2 barras y 14 microganchos eran características morfológicas que identifican a la subfamilia Ancyrocephalinae.

Se identificaron, además, otras estructuras en la superficie de la branquia. Tenían forma circular u ovalada, inmóviles, a manera de puntos de color blanquecino, midiendo 162 μm de diámetro, que fueron identificadas como el dinoflagelado *Piscinoodinium* sp. Fueron encontrados en el 36.7% (11/30) de los peces, donde seis de ellos se distribuían en la parte media y cinco en la base del filamento de la branquia. Por otro lado, los

copépodos se encontraron en la parte media del filamento branquial (6/30).

Observación Histopatológica

En la evaluación macroscópica se encontró la presencia de parásitos en todas las branquias; sin embargo, en la evaluación histopatológica, solo el 33.3% (10/30) de las branquias estaban parasitadas por un género de parásito y en el 66.7% (20/30) por dos géneros, trematodos monogenésicos (22/30) y *Piscinoodinium* sp (28/30).

Piscinoodinium sp se ubicó entre dos filamentos branquiales y en el espacio interlamelar. Estos se encontraron tanto en la parte media del filamento branquial (24/28), como en la base (22/28) y en el ápice (19/28). Los monogeneos se ubicaron mayormente en el ápice (16/22), seguido de la base (12/22) y parte media (11/22).

En los filamentos branquiales se observaron células granulares eosinofílicas, hiperemia, hiperplasia del epitelio, atrofia lamelar, fusión lamelar, necrosis lamelar, indicando branquitis (figuras 3 y 4).

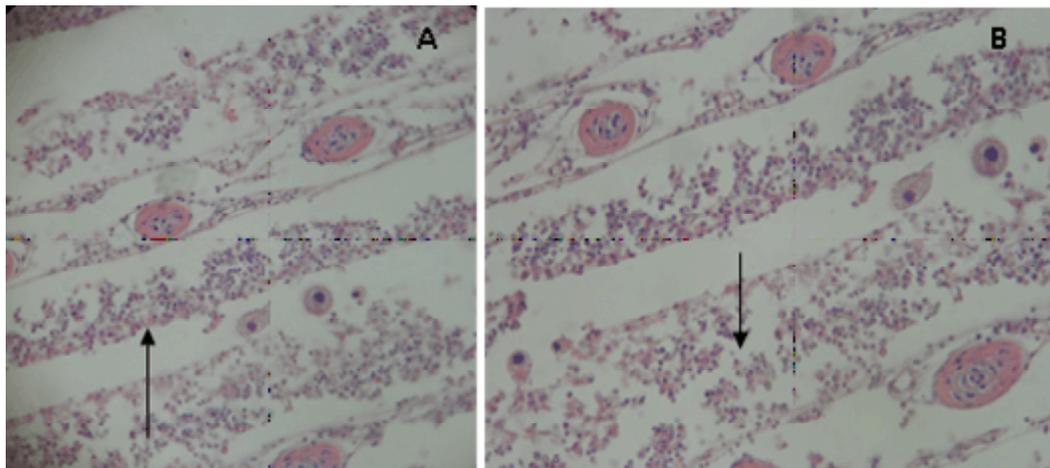


Figura 4. Ectoparásitos branquiales. (A) *Piscinodinium* sp causando atrofia lamelar y fusión lamelar (flecha). (B) *Piscinodinium* sp causando necrosis lamelar (flecha). H-E, 400x

Cuadro 3. Tipo y distribución de lesiones microscópicas en el filamento branquial de 30 gamitanas juveniles (*Colossoma macropomum*) en cultivo semiintensivo en la FCB-UNAP (2006)

Trastornos en la branquia		Partes del filamento branquial					
		Ápice		Medio		Base	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Inflamatorios	Células granulares eosinofílicas	11	36.7	17	56.7	15	50.0
Circulatorios	Hiperemia	10	33.3	12	40.0	7	23.3
De adaptación	Hiperplasia del epitelio	18	60.0	20	16.0	16	53.3
	Atrofia lamelar	9	30.0	12	40.0	7	23.3
	Fusión lamelar	16	53.3	17	56.7	10	33.3
Degenerativos	Necrosis lamelar	3	10.0	3	10.0	1	3.3

La distribución de las lesiones en el filamento branquial se presentó mayormente en la parte media del filamento, relacionado a los trastornos inflamatorios y a los trastornos de adaptación; este último asociado a hiperplasia del epitelio (Cuadro 3). No obstante, la prueba de diferencia de proporciones mostró que no existe asociación entre la

ubicación del parásito y las lesiones presentadas.

La extensión de las alteraciones en la branquia fue de grado diverso, predominando el grado severo en trastornos inflamatorios (16/30) y de adaptación asociados a la hiperplasia del epitelio (16/30) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Grado de lesiones histopatológicas en el arco branquial de 30 gamitanas juveniles (*Colossoma macropomum*) en cultivo semiintensivo en la FCB-UNAP (2006)

Trastornos	Escaso	Leve	Moderado	Severo	%
Inflamatorios					
Células granulares eosinofílicas	0	7	7	16	100.0
Circulatorios					
Hiperemia	0	2	5	5	40.0
De adaptación					
Hiperplasia del epitelio	0	6	7	16	96.7
Atrofia lamelar	0	4	7	7	60.0
Fusión lamelar	0	4	7	13	80.0
Degenerativos					
Necrosis lamelar	0	3	1	1	16.7

DISCUSIÓN

No se evidenciaron signos clínicos de un pez enfermo al momento de la colecta, lo que estaría relacionado a la baja carga parasitaria encontrada; sin embargo, aún no se han determinado las cargas parasitarias causantes de enfermedad en la gamitana. Iregui *et al.* (1999) mencionan que la presencia de un agente potencialmente patógeno en un hospedador no es sinónimo de enfermedad.

La elevada infestación de monogeneos encontrada en el presente estudio fue similar a los hallazgos de Centeno *et al.* (2004) en *Colossoma macropomum* y en el híbrido *C. macropomum x Piaractus brachypomus*; donde, además, reportaron al monogeneo *Anacanthorus spatulatus* como la especie más predominante (96.4%). De la misma manera, otros investigadores señalan a los monogeos como los parásitos de mayor frecuencia (Aragort, 1994; Verján *et al.*, 2001; Martins *et al.*, 2002; Flores J y Flores R, 2003), siendo un peligro potencial para el cul-

tivo de peces en aguas tropicales y semitropicales. Asimismo, Santos *et al.* (2013) reportaron que las mayores tasas de infestación en gamitanas fueron por protozoos, seguidos de monogeneos (96.7 y 95%, respectivamente).

En el presente estudio se encontraron infestaciones mixtas con *Anacanthorus* sp y Ancyrocephalinae. Aragort *et al.* (2002), asimismo, reportaron infecciones mixtas de monogeneos (*Anacanthorus spatulatus* y *Linguadactyloides brinkmani*) en peces *C. macropomum* en cultivo.

La frecuencia de *Piscinoodinium* sp (28/30 en la evaluación histopatológica) fue bastante más alta al 18% mencionado por Verján *et al.* (2001) en branquias de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en dos piscigranjas; no obstante, Martins *et al.* (2002) reportaron niveles similares de infección por *Piscinoodinium pillulare* en peces de agua fresca cultivados en el estado de Sao Paulo, Brasil. Santos *et al.* (2013) también pudieron identificar este parásito en branquias en el

97% de los especímenes. La alta frecuencia de *Piscinoodinium* sp podría deberse al modelo de distribución de pozas tipo rosario, que favorecería la transmisión del parásito.

En el caso de los copépodos, la infestación encontrada en el presente estudio fue baja e inferior al 10.5% de *Ergasilus* sp reportado por Ardaya *et al.* (1996) en branquias de cachamas cultivadas en Bolivia. Por otro lado, en un estudio en Venezuela, no se encontró *Ergasilus* sp en *Colossoma macropomum* (Centeno *et al.*, 2004). Los ergasilideos parasitan peces de los órdenes Clupeiformes, Cypriniformes, Siluriformes, Atheriniformes y Perciformes en peces de la amazonia brasilera (Thatcher *et al.*, 1983), afectando no solo las branquias sino, además, pueden localizarse en piel y fosas nasales (Thatcher, 1998).

Los trastornos del crecimiento en las branquias, tales como la hiperplasia del epitelio (29/30) y atrofia lamelar (18/30), así como fusión lamelar (18/30), fueron hallazgos comunes en el presente estudio. Noga (2010) afirma que los trastornos del crecimiento son las respuestas más frecuentes ante infecciones por bacterias y parásitos y por una pobre calidad de agua.

Verjan *et al.* (2001) determinaron una asociación entre el pH del agua con la pérdida de lamelas, la presencia de trematodos y mixosporidios y la necrosis del epitelio lamelar. En ese estudio se encontró que valores menores de 6 y mayores de 8 fueron factores de riesgo para la pérdida de lamelas y valores menores de 6 con necrosis epitelial. Asimismo, los nitritos, amonio y turbidez se asociaron con necrosis epitelial e hipertrofia del epitelio lamelar. Dichos resultados demuestran que otros factores, además de los parásitos, pueden afectar la salud de las branquias. El sistema de cultivo de la granja del presente estudio es de tipo rosario, lo que genera que el agua circule por diversas pozas y llegue agua de mala calidad a las pozas finales del cultivo. Los peces muestreados procedieron de uno de los estanques de la parte

baja. Es así que la calidad de agua del estanque podría haber sido un factor adicional, en el presente estudio, que afectó el estado de las branquias.

CONCLUSIONES

- Se identificaron tres tipos de ectoparásitos en las branquias de gamitanas: a) monogéneos pertenecientes a la Familia Dactylogyridae, Subfamilias Anacanthorinae y Ancyrocephalinae, en el 100% de los peces, b) un tipo de protozooario perteneciente a la Familia Oodinidae, Género *Piscinoodinium* en el 36.7% de los peces, y c) un artrópodo de la Clase Maxillopoda, Subclase Copépoda en el 20% de los peces.
- Las lesiones histopatológicas en branquias que se evidenciaron con mayor frecuencia fueron trastornos inflamatorios (células granulares eosinofílicas) (100%), hiperplasia del epitelio (96.7%), fusión lamelar (80%) y atrofia lamelar (60%).
- La pobre calidad del agua de los estanques de cultivo tendrían un rol importante en el establecimiento de la infestación y en desarrollo de lesiones branquiales.

LITERATURA CITADA

1. **Aragort W. 1994.** Parasitismo por trematodos monogénicos branquiales en cachamas, *Colossoma macropomum* bajo condiciones de cultivo. Tesis de Maestría. Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela (UCV). 107 p.
2. **Aragort W, Morales G, León E, Pino AL, Guillén A, Silva M. 2002.** Patologías asociadas a monogéneos branquiales en cachama bajo cultivo. *Veterinaria Trop* 27(2): 75-85.
3. **Ardaya D, Castedo C, Cerruto A, Conroy D, Corcuay A, Cuellar M, Morales G 1996.** Evaluación preliminar de

- la presencia de algunas enfermedades y parásitos en el cultivo de cachama (*Colossoma macropomum*) y pacus (*Piaractus mitrei*) en Santa Cruz, Bolivia. En: Memorias III Congreso de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela.
4. **Centeno L, Silva-Acuña A, Silva-Acuña R, Pérez JL. 2004.** Fauna ectoparasitaria asociada a *Colossoma macropomun* y al híbrido de *Colossoma macropomun* x *Piaractus brachypomus*, cultivados en el estado Delta Amacuro, Venezuela. *Bioagro* 16: 121-126.
 5. **Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC. 2000.** Métodos de estudio y técnicas laboratoriales en parasitología de peces. Zaragoza, España: Ed Acribia. 133 p.
 6. **[FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1989.** Avances en el cultivo de peces del genero *Colossoma*. Documento de Campo N° 5. Roma: FAO. 235 p.
 7. **Flores J, Flores R. 2003.** Monogeneos, parásitos de peces en México: estudio recapitulativo. *Rev Téc Pec Méx* 41: 175-192.
 8. **Goulding M. 1980.** The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history. London: University of California Press. 280 p.
 9. **Guerra H. 1999.** Piscicultura en la Amazonía peruana. Iquitos, Perú: IICA. 59 p.
 10. **Iregui C, Eslava P, Martinez E, Figueroa J. 1999.** Descripción de un caso de mixosporidiasis clínica en cachama blanca, *Piaractus brachypomus*. *Dhalia* 3: 17-29.
 11. **Martins ML, Onaka EM, Ruas De Moraes F, Bozzo FR, De Mello A, Paiva FC, Goncalves A. 2002.** Recent studies on parasitic infections of freshwater cultivated fish in the state of Sao Paulo, Brazil. *Acta Scientiarum* 24: 981- 985.
 12. **Noga J. 2010.** Fish disease. Diagnosis and treatment. 2nd ed. USA: Iowa State University Press. 519 p.
 13. **Ortega H, Hidalgo M, Trevejo G, Correa E, Cortijo A, Meza V, Espino J. 2011.** Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú: estado actual del conocimiento, distribución, usos y aspectos de conservación. Lima: Ministerio del Ambiente. Dirección General de Diversidad Biologica. 58 p.
 14. **Santos EF, Tavares-Dias M, Pinheiro DA, Neves LR, Barbosa Marinho RG, Dias MKR. 2013.** Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* (Characidae) cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia oriental. *Acta Amaz* 43: 105-112. doi: 10.1590/S0044-59672013000100013
 15. **Thatcher VE, Boeger WA. 1983.** Patología de peixes da amazonia brasileira. 3. Alteracoes histológicas em branquias provocadas por *Ergasilus*, *Brasergasilus* e *Acusicola* (Crustacea: Cyclopoida: Ergasilidae). *Acta Amaz* 13: 441-451.
 16. **Thatcher VE. 1991.** Amazon fish parasites. En: *Aquatic biodiversity in Latin America*. Vol 1. Bulgaria: Pensoft Publishers. 393 p.
 17. **Thatcher VE. 1998.** Copepods and fishes in the Brazilian Amazon. *J Marine Syst* 15: 97-112. doi: 10.1016/S0924-7963(97)00043-2
 18. **Verjan N, Uregui CA, Rey AL, Donado P. 2001.** Sistematización y caracterización de las lesiones branquiales de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) de cultivo clínicamente sana: algunas interacciones hospedador - patógeno - ambiente. *Aquatic* 15. [Internet]. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=132>
 19. **Woynarovich A, Woynarovich E. 1998.** Reproducción artificial de las especies *Colossoma* y *Piaractus*. Una guía detallada de la producción de los alevinos de gamitana, paco y caraña. FONDEPES. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. 66 p.