



Infestación masiva por *Perulernaea gamitanae* (Crustacea: Cyclopoida: Lernaeidae) en juveniles de gamitana, cultivados en la Amazonia peruana

Massive infestation by *Perulernaea gamitanae* (Crustacea: Cyclopoida: Lernaeidae) in juvenile gamitana, cultured in the Peruvian Amazon

Patrick Mathews Delgado* John Paul Mathews Delgado**
Jim Vega Arenas*** Rosa Ismino Orbe***

Abstract

The gamitana is a species of socio-economic importance in the Peruvian Amazon, often intensively produced locally for human consumption. Because of this, more studies concerning parasite populations affecting this species' culture are necessary. In this study, a heavy copepod infestation of *Perulernaea gamitanae* is reported in a managed culture of gamitana. The prevalence of infection was 100% and mortality of the fish population was complete. The average intensity and abundance of the parasite was 268.8 parasites per individual.

Key words: COPEPODS, FISH PARASITES, GAMITANA, FISH MORTALITY, AQUACULTURE.

Resumen

La gamitana constituye una especie de importancia socioeconómica en la Amazonia peruana, que ha llevado a su producción intensiva para el consumo humano, pero se requieren más estudios respecto de la población de parásitos que estén afectando su cultivo. En este estudio se identificó una alta infestación por copépodos de la especie *Perulernaea gamitanae* en un cultivo de gamitana. La prevalencia fue de 100%, con mortalidad de todos los peces. La intensidad media y la abundancia fue, en ambos casos, de 268.8 parásitos por individuo.

Palabras clave: COPÉPODA, PARÁSITO DE PECES, GAMITANA, MORTALIDAD DE PECES, ACUICULTURA.

Recibido el 11 de febrero de 2010 y aceptado el 28 de septiembre de 2010.

*Universidad de São Paulo, Departamento de Medicina Veterinaria Preventiva y Salud Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Av. Prof. Orlando Marques de Paiva, 87, Cidade Universitária, São Paulo –SP– Brasil, CEP: 05508-000, Teléfono: (11) 93 98 99 80, Fax: 11 30 91 76 28.

**Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Departamento de Mejoramiento de Plantas, Av. André Araújo, 2936 –Barrio: Aleixo– CEP: 69.060-001, Manaus/Amazonas, Brasil.

***Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Programa de Ecosistemas Acuáticos, Centro de Investigaciones de Quistococha, Carretera Iquitos-Nauta, km 2.5, Iquitos, Perú.

Introduction

In the practice of ichthyology, intensive exploitation allows the handling of high densities of organisms per unit area, but this type of management often encourages breaking the balance between pathogens and carriers, consequently resulting in the emergence of infectious and parasitic diseases that cause various problems ranging from slow growth, reduced fertility rate, until the appearance of severe epidemics characterized by high mortality.¹⁻³

Gamitana, *Colossoma macropomum*, is a species native to the Amazon basin, its economic importance lies in its demand for rural and urban populations in the Amazon region, also represents a source of protein. The catch in the natural environment is becoming more limited as a result of strong pressure from fishery.^{4,6} However, the gamitana presents favorable animal husbandry characteristics, it is considered a promising fish for culture in the Neotropics, but to be a fully viable culture it is necessary to solve the problem of diseases and parasites that affect this species in controlled environments, as a result of intensive farming fish under inadequate management.⁷

There is a large concentration of species of parasitic copepods in the Amazon basin. In South America, four families of freshwater copepods have been identified: Ergasilidae, Vaigaimidae, Amazonicopeidae and Lernaidae. The latter has four genera and four species.⁷⁻⁹ Copepods have two distinct phases of growth before reaching the adult stage, copepod and nauplii. The naupliar phase is free-living, the copepodites fixed to an intermediate host, the adults return to be free supernatants, also fertilized females seek their definitive hosts and go through metamorphosis, and males continue with their free-living.⁹

Perulernaea gamitanae is a specific gamitana parasite. Lernaidae family usually has no economic harm in raising characid, such as *Colossoma macropomum*, *Piaractus mesopotamicus*, or hybrid between the two previously mentioned, called tambacu in Brazil, and pacotana in Peru, but the mismanagement in the raising may cause a series of diseases that lead to the establishment and intensity of the parasite. In this sense, the aim of the study was to evaluate the infestation of copepods in gamitana in culture ambient.

Material and methods

Between August and November 2007, which corresponds to the relative dry season, 30 specimens of the species *Colossoma macropomum* were collected with trawls, from controlled environments of semi-intensive system; such environments belong to the fish station Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ)

Introducción

En la práctica piscícola, la explotación intensiva permite el manejo de altas densidades de organismos por unidad de superficie; pero este tipo de manejo propicia que con frecuencia se rompa el equilibrio entre patógenos y portadores, trayendo como consecuencia la aparición de enfermedades infecciosas y parasitarias que ocasionan diversos problemas que van desde lento crecimiento, reducción de la tasa de fertilidad, hasta la aparición de severas epizootias, caracterizadas por mortalidad elevada.¹⁻³

La gamitana, *Colossoma macropomum*, es una especie propia de la cuenca amazónica, su importancia económica radica en su demanda por la población rural y urbana de la región amazónica, además de que representa una fuente de proteína. La captura en medio natural es cada vez más limitada como consecuencia de la fuerte presión de la pesca.^{4,6} No obstante, la gamitana presenta características zootécnicas favorables, se le considera un pez promisorio para el cultivo en la región neotropical; sin embargo, para que su cultivo sea completamente viable es necesario resolver el problema de las enfermedades y parásitos que afectan a esta especie en ambientes controlados, como resultado de la crianza intensiva bajo un manejo inadecuado.⁷

Existe gran concentración de especies de copépodos parásitos en la cuenca amazónica. En América del Sur se han identificado cuatro familias de copépodos de agua dulce: Ergasilidae, Vaigaimidae, Amazonicopeidae y Lernaidae. Esta última posee cuatro géneros y cuatro especies.⁷⁻⁹ Los copépodos presentan dos fases distintas de crecimiento antes de alcanzar la fase adulta: nauplio y copepodito. Los de la fase naupliar son de vida libre, los copepoditos se fijan a un hospedero intermediario, los adultos vuelven a ser libres nadantes; asimismo, las hembras fecundadas procuran sus hospederos definitivos, sufren metamorfosis y los machos continúan con su vida libre.⁹

Perulernaea gamitanae constituye un parásito específico de la gamitana. Generalmente la familia Lernaidae no presenta daño económico en la crianza de Characidos, como el *Colossoma macropomum*, *Piaractus mesopotamicus*, o el híbrido entre los dos anteriores, llamado tambacu, en Brasil, y pacotana en Perú, pero el manejo inadecuado en el cultivo quizá propicie una serie de patologías que conlleven al establecimiento e intensidad del parásito. En este sentido, el trabajo tuvo como objetivo evaluar la infestación por copépodos en gamitana de ambiente cultivado.

Material y métodos

Entre agosto y noviembre de 2007, periodo que

of the Instituto de Investigaciones de la Amazona Peruana (IIAP), located in the northeast of Loreto District, coordinates 3° 48' 48.9" N and 073° 19' 18.2" W, with average annual temperature of 26.3°C and 85% relative humidity, at 328 masl.

The water physicochemical parameters were measured three times daily (8, 12, 16 h) with daily checks of dissolved oxygen (5.64 ± 0.8 mg/l), pH (5.83 ± 0.10), temperature ($28.23 \pm 1.5^\circ\text{C}$) and electrical conductivity (106.1 ± 14.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$) using a YSI multiparameter meter (Model MPS 556).^{*} The values of ammonium (0.20 ± 0.1 mg/l), hardness (21.40 ± 1.80 mg/l), carbon dioxide (3.2 ± 0.9) and alkalinity (16.14 ± 0.8) were monitored weekly and in the morning (8 h) using a complete package for analysis of freshwater (LaMotte AQ-2).^{**}

Fish were fed twice a day with extruded diet with 25% crude protein and 2.6 Mcal/kg digestible energy and feeding rate of 5% of the biomass of the pond.

Sampled fish length was 16.50 ± 0.10 cm and weight of 63.06 ± 0.86 g. Having identified the problem, those were transferred to concrete tanks covered with tiles to undergo long-term baths of 0.5 to 2 ppm potassium permanganate and 1% formalin for one hour to observe no improvement, and sacrificed and burned all the fish in the pond.

In this context, they were previously weighed (in grams), measured (inches, total length) and numbered; these data were recorded on individual records. The fish were sacrificed by cerebral puncture and placed on plastic and glass containers.

With the aid of a stereoscopic the body surface was examined and also the fins, nostrils, mouth, opercula and gills, looking for possible damage, excessive mucus production. The scraping process was also done to skin, fins and gills to observe parasites attached.

For the examination of the gills, samples were individualized and placed in glass containers with distilled water. The identification of the parasites was based on the methodology of Thatcher,³ and Benetton and Malta,⁹ using holotypes and paratypes from the collection of invertebrates of the Programa de Ecosistemas Acuáticos of the IIAP.

For the study of ectoparasites, permanent slides were prepared with total assembly of parasites according to the method HYP (Hundred Year Permanence). Each individual was removed from the aqueous solution with 5% formalin and placed in 70% alcohol, to be placed in a solution of eosin and orange-G staining, and then phenol and methyl salicylate, and finally placed Canada balsam between blade and foil and then in an oven at 70°C. The mounted blades were placed in the section of the helminth invertebrate collection of the Centro de Investigaciones de Quistococha of the IIAP.

The parasite rates calculated for assessing the level

corresponde a la estación seca relativa, se recolectaron, con redes de arrastro, 30 ejemplares de la especie *Colossoma macropomum*, provenientes de ambientes controlados de régimen semiintensivo; dichos ambientes pertenecen a la estación piscícola del Centro de Investigaciones de Quistococha (CIQ), del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), localizado en el nororiente del Departamento de Loreto, entre las coordenadas 3°48' 48.9" N y 073° 19' 18.2" O, con temperatura media anual de 26.3°C y 85% de humedad relativa, a 328 msnm.

Los parámetros fisicoquímicos del agua se midieron tres veces al día (8, 12, 16 h) con controles diarios de oxígeno disuelto (5.64 ± 0.8 mg/l), pH (5.83 ± 0.10), temperatura ($28.23 \pm 1.5^\circ\text{C}$) y conductividad eléctrica (106.1 ± 14.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$), utilizando un medidor multiparámetros YSI (modelo MPS 556).^{*} Los valores de amonio (0.20 ± 0.1 mg/l), dureza (21.40 ± 1.80 mg/l), dióxido de carbono (3.2 ± 0.9) y alcalinidad (16.14 ± 0.8) se controlaron semanalmente y por las mañanas (8 h), utilizando un paquete completo para análisis de agua dulce (LaMotte AQ-2).^{**}

Se alimentó a los peces dos veces por día con dieta estrusada con 25% de proteína bruta y 2.6 Mcal/kg de energía digestible y tasa de alimentación de 5% de la biomasa del estanque.

Los peces muestreados presentaron una longitud de 16.50 ± 0.10 cm y peso de 63.06 ± 0.86 g. Una vez identificado el problema, aquéllos fueron trasladados a estanques de cemento revestidos con mayólicas para ser sometidos a baños de larga duración de 0.5 a 2 ppm de permanganato de potasio y formalina al 1% durante una hora; al no observar mejoría, se sacrificó e incineró a todos los peces del estanque.

En este contexto, previamente se les pesó (en gramos), midió (centímetros, longitud total) y numeró, estos datos se anotaron en una ficha individual. Los peces fueron sacrificados por punción cerebral y colocados sobre recipientes de plástico y de vidrio.

Con ayuda de un estereoscopio se examinó la superficie corporal, aletas, fosas nasales, cavidad bucal, opérculos y branquias, buscando posibles lesiones, exceso de producción de moco. También se realizó raspado con un bisturí de piel, aletas y branquias para observar parásitos adheridos.

Para el examen de las branquias se individualizó la muestra y se colocó en recipiente de vidrio con agua destilada. La identificación de los parásitos se basó en la metodología de Thatcher,³ y Benetton y Malta,⁹ utilizando holotipos y paratipos de la colección de invertebrados del Programa de Ecosistemas Acuáticos del IIAP.

^{*}YSI Model 556 Multiprobe System, Envir Tech Services Company, Estados Unidos de América.

^{**}Combinations Kits Model LaMotte AQ-2, LaMotte Company, Estados Unidos de América.

of infestation of parasites in the fish were prevalence, mean intensity, abundance and relative density (mean abundance)^{10,11}

Results

The necropsy of juvenile gamitana verified copepodites infestation of *Perulernaea gamitanae* in the gill filaments and inner walls of the operculum, in all fish examined.

All the fish tested were infected by *P. gamitanae*. The average intensity was equal to the average abundance, since the number of parasitized fish was equal to the examined (Table 1).

Discussion

The results agree with Benetton and Malta,⁹ who found copepodites of *P. gamitanae* parasitizing gills, nostrils and mouth in juvenile Gamitana, being common the fixation of lernaidae copepodites in these organs.¹²⁻¹⁵ Several studies reported *Lernaea cyprinacea* parasitism in nostrils, mouth and gills of *Colossoma macropomum*, *Colossoma mitrei* and tambacu (hybrid *Colossoma macropomum* and *Piractus mesopotamicus*).

In a study with gamitana grown in ponds, Benetton and Malta⁹ found 95% prevalence of *P. gamitanae*, without informing other parasite rates; however, the results differ from Fischer *et al.*,¹⁶ who found in gamitana 22% and 45% of prevalence and mean intensity of 2.5 and 1.5, respectively, of copepodites of *P. gamitanae*, from two points of the natural environment, which may be the reason for the low levels of infestation, comparing the results. However, Schalch¹⁵ found 9%, 0% and 2% prevalence in *C. mitrei*, *C. macropomum* and tambacu, respectively, with average intensity lower than five copepodites of *Lernaea cyprinacea*, coinciding with Tavares *et al.*,¹³ who received 2% and 3% prevalence of *L. cyprinacea*, with an average

Para el estudio de los ectoparásitos se prepararon láminas permanentes con montaje total de los parásitos de acuerdo con el método HYP (*Hundred Year Permanence*). Cada individuo fue retirado de la solución acuosa con formol al 5% y colocado en alcohol al 70%, para ser colocado en una solución de eosina y orange-G para coloración, y después en fenol y en salicilato de metilo; finalmente, se colocó bálsamo de Canadá entre lámina y laminilla y después en una estufa a 70°C. Las láminas montadas se depositaron en la sección de los helmintos de la colección de invertebrados del Centro de Investigaciones de Quistococha del IIAP.

Los índices parasitarios calculados para la evaluación del nivel de infestación de los parásitos en los peces fueron prevalencia, intensidad media, abundancia y densidad relativa (abundancia media).^{10,11}

Resultados

La necropsia de juveniles de gamitana verificó la infestación por copepoditos de *Perulernaea gamitanae* en los filamentos branquiales y paredes internas del opérculo, en todos los peces examinados.

La totalidad de los peces analizados estaban infestados por *P. gamitanae*. La intensidad media fue igual a la abundancia media, puesto que el número de peces parasitados era igual al de los examinados (Cuadro 1).

Discusión

Los resultados coinciden con Benetton y Malta,⁹ quienes encontraron copepoditos de *P. Gamitanae* parasitando branquias, fosas nasales y cavidad bucal en juveniles de gamitada, siendo común la fijación de copepoditos de lernaidae en estos órganos.¹²⁻¹⁵ Varias investigaciones notifican el parasitismo de *Lernaea cyprinacea* en fosas nasales, cavidad bucal y

Cuadro 1

Índices parasitarios de *Perulernaea gamitanae* en juveniles de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en la Amazonia peruana

Parasitic indexes of *Perulernaea gamitanae* in juvenile gamitana (*Colossoma macropomum*) cultured in the Peruvian Amazon

Parasite rates	<i>Perulernaea gamitanae</i>
Prevalence (%)	100
Abundance (count)	8 064
Mean abundance (count)	268.8
Average intensity (count)	268.8

intensity of 2 and 15 copepodites in *C. mitrei* and tambacu, respectively. The copepod *P. gamitanae* is a specific gamitana parasite, it is considered a biological indicator;^{9,17} therefore, has low sensitivity. This is the first record of *P. gamitanae* heavily parasitizing gamitana specimens in culture environment in the Peruvian Amazon. Some *P. gamitanae* were captured parasitizing nostrils in the Peruvian Amazon near Iquitos and also in the Brazilian Amazon, near Manaus. Perhaps, the high numbers of parasitized individuals made fish stop eating, causing death of carriers.

With the gradual increase and semi-intensive culture of gamitana and other fish in the Peruvian Amazon, measures to prevent the development and proliferation of copepods and other parasites that may affect the health of the animals causing economic damage were taken.

The results of this study confirm the need for constant monitoring of fish for the diagnosis and timely control of infestations by copepods, in order to eradicate, once installed in cropping systems, the use of highly toxic products that could kill or leave the host fish unfeasible for human consumption. In this work, there was a serious disease that led to the death of most fish.

Referencias

1. PAVANELLI GC, EIRAS JC, TAKEMOTO RM. Doenças de peixes: Profilaxia, Diagnóstico e tratamento. Brasil. EDUE: Universidad Estadual de Maringá, 1998.
2. SCHOLZ T, Parasites in cultured and feral fish. Vet Parasitol 1999; 84:317-335.
3. THATCHER VE. Amazon fish Parasites. Amazoniana 1991; 9:263-572.
4. GOULDING M, CARVALHO M L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important Amazonian food fish. Rev Bras de Zool 1982; 1:107-133.
5. ARAUJO-LIMA C, GOULDING M. Os frutos do Tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Mamirahua Brasil: Lithera Ed, Sociedade Civil Mamirahua, CNPq, 1998.
6. BARTHEM R. Problemas e perspectivas para o manejo da pesca na Amazônia. X Encontro Brasileiro de Ictiologia; 1993 fevereiro 09-13; Estado São Paulo. São Paulo: Universidade de São Paulo-IOUSP, 1993; 377-381.
7. VARELLA A, MALTA JCO. *Gamidactylus hoplii* sp. n. (Copepoda: Peocilostomatoida: Vaiganidae) das fosas nasais, branquias de *Hoplias malabaricus* (Block, 1974) (Characiformes: Erythrinidae) da Amazônia brasileira. Acta Amazônica 1995; 25:281-288.
8. MALTA JCO. *Ergasilus urupaensis* sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *Prochilodus nigricans* (Agassiz, 1829) (Characiformes: Prochilodontidae) da C brasileira. Acta Amazônica 1995; 23:449-456.

branquias de *Colossoma macropomum*, *Colossoma mitrei* y el tambacu (híbrido de *Colossoma macropomum* y *Piractus mesopotamicus*).

En un trabajo con gamitana, cultivados en estanques, Benetton y Malta⁹ encontraron 95% de prevalencia de *P. gamitanae*, sin informar otros índices parasitarios; no obstante, los resultados difieren de Fischer *et al.*,¹⁶ quienes encontraron en gamitana, 22% y 45% de prevalencia, e intensidad media de 2.5 y 1.5, respectivamente, de copepoditos de *P. gamitanae*, provenientes de dos lugares de ambiente natural, lo que posiblemente sea el motivo de los bajos niveles de infestación, comparando los resultados. Sin embargo, Schalch¹⁵ encontró 9%, 0% y 2% de prevalencia, en *C. mitrei*, *C. macropomum* y tambacu, respectivamente, con intensidad media menor de cinco copepoditos de *Lernaea cyprinaceae*, coincidiendo con Tavares *et al.*,¹³ quienes obtuvieron 2% y 3% de prevalencia de *L. cyprinaceae*, con una intensidad media de 2 y 15 copepoditos, en *C. mitrei*, y tambacu, respectivamente. El copépodo *P. gamitanae* es un parásito específico de la gamitana, se le considera indicador biológico;^{9,17} por tanto, presenta baja susceptibilidad.¹⁸ Este es el primer registro de *P. gamitanae* parasitando intensamente especímenes de gamitana en ambiente de cultivo en la Amazonia peruana. Se registró a *P. gamitanae* parasitando las fosas nasales de gamitanas capturadas en la Amazonia peruana, cerca de Iquitos¹⁹ y también en la Amazonia brasileña, cercana a Manaus.³ El elevado número de individuos parasitados tal vez propició que los peces dejaran de tomar alimento, ocasionado la muerte de los portadores.

Con el incremento progresivo de cultivos intensivos y semiintensivos de gamitana y otros peces en la Amazonia peruana, se tomaron medidas preventivas para evitar el desarrollo y proliferación de copépodos y otros parásitos que pudieran afectar la salud de esos animales causando perjuicios económicos.²⁰⁻²²

Los resultados del presente trabajo confirman la necesidad de una constante vigilancia de los peces para el diagnóstico y control oportuno de infestaciones por copépodos, con el fin de erradicar, una vez instalados en los sistemas de cultivo, el empleo de productos altamente tóxicos que pudieran matar al hospedero o dejar inviable el pescado para el consumo humano. En este estudio se registró un serio problema patológico que culminó con la muerte de la mayoría de los peces.

9. BENETTON MLFN, MALTA JCO. Morfologia dos estágios de náuplios e copepoditos I de *Perulernae gamitanae* Thatcher & Paredes, 1985 (Crustacea: Cyclopoida: Lernaeidae) Parásita do Tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), (Osteichthyes: Characidae) cultivados em laboratório. Acta Amazonica 1999; 29:97-121.

10. BUSH A O, LAFFERTY K D, LOTZ J M, SHOSTACK A W. Parasitology meets ecology on its own terms. *J Parasitol* 1997; 83:575-583.
11. MARGOLYS L, ESCH G W, HOLMES J C, KURIS A M, SCHAD G A. The use of ecological terms in parasitology (report of the Committee of the American Society of parasitologists). *Parasitol* 1982; 68:131-133.
12. TAVARES MD, MORAES FR, MARTINS ML. Hematological Assessment in four Brazilian teleost fish with parasitic infections, collected in feefishing from Franca, São Paulo, Brasil. *B Inst Pesca* 2008; 34:189-196.
13. TAVARES MD, MORAES FR, MARTINS ML, KRONKA SN. Fauna parasitaria de peixes oriundos de pesque-pague do municipio de Franca, São Paulo, Brasil. II. Metazóarios. *Rev Bras Zool* 2001; 18:81-95.
14. SCHALCH SHC, DE MORAES JRE, DE MORAES FR. Fauna parasitaria de peixes oriundos de pesque-pague do municipio de Guariba, São Paulo, Brasil. *Acta Sci Biol Sci* 2006; 28:291-297.
15. SCHALCH SHC. Apreciação da fauna ictioparasitaria em pesque-pague do municipio de Guariba-SP durante o periodo de Abril de 1997 a Março de 1999 (Disertación de maestría). Jaboticabal (São Paulo) Brasil: Universidad Estadual Paulista, 2002.
16. FISCHER C, MALTA JCO, VARELLA AMB. A fauna de parasitas do tambaqui. *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) do medio rio Solimões, estado do Amazonas (AM) e do baixo rio Amazônas, estado do Pará (PA), e seu potencial como indicadores biológicos. *Acta Amazônica* 2003; 33:651-662.
17. THATCHER EH, WILLIAMS EH. Comparative Morphology of three native Lernaeids (Copepoda: Cyclopoida) from Amazonian fishes and descriptions of two new genera. *J Aquat Anim Health* 1998; 10:300-308.
18. MARTINS PAB. Aspectos histopatológicos de infestação por *Lernaea* sp (Crustácea: Copepoda) em tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818). Disertación de maestría. Niteroi (Rio de Janeiro) Brasil: Universidade Federal Fluminense, 1995.
19. THATCHER V E, PAREDES V A. Parasitic copepod *Perulernaea gamitanae* gen. et sp. Nov. (Cyclopoida: Lernaeidae) from the nasal fossae of a Peruvian Amazon food fish. *Amazoniana* 1985; 9:69-175.
20. MATHEWS D P, CHU-KOO F W, TELLO M S, MALTA J C O, VARELLA A M B, GOMES S A L. Fauna ectoparasitaria en alevinos de paiche *Arapaima gigas* (Shinz, 1822) cultivados en el centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú. *Folia Amazónica* 2007; 16:23-27.
21. DINIS V N, MATHEWS D P, CHU - KOO F W, TELLO M S, ISMIÑO O R. Fauna parasitaria de juveniles de arahuana, *Osteoglossum bicirrhosum* (Vandelli, 1829) cultivado en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú. *Folia Amazónica* 2007; 16:29-33.
22. THATCHER V E, BRITES N J. Diagnóstico, prevenção e tratamento das enfermidades de peixes neotropicais de água doce. *Rev Bras Zool e Med Vet* 1994; 16:11-28.