

Artículo Original

Índices parasitarios en larvas, post larvas y alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" en relación a los factores ambientales

[Parasite indexes in larvae, post larvae and fingerlings stages of *Piaractus brachypomus* "red-belly pacu" raised in ponds in relation to environmental factors]

Narda Dinis-Vásquez^{1*}, Manuel Soplín-Bosmediano², Emer Pizango-Paima², Fred Chu-Koo^{3,4} y Lorgio Verdi-Olivares²

¹Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Escuela de Post Grado, Cátedra CONCYTEC, Maestría en Acuicultura, Iquitos, Perú.

²Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela de Acuicultura.

³Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Filial Amazonas. Jr. Recreo 619. Chachapoyas, Amazonas.

⁴Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Pucallpa, Perú.

*e-mail: narditabio@gmail.com

Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad determinar la relación que existe entre los índices parasitarios en larvas, post larvas y alevinos de *Piaractus brachypomus* "paco" y las variaciones de los factores ambientales en el Centro de Investigaciones Fernando Alcántara del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (Iquitos, Perú). Fueron analizados un total de 180 individuos, repartidos en 60 larvas y 60 post larvas colectados de tanques de concreto de 1,05 m² con una profundidad de 0,70 cm y 60 alevinos provenientes de un estanque de tierra de 60 m² con una profundidad de 1,5 m. La necropsia de los peces se realizó a razón de un pez por día con la finalidad de coleccionar muestras frescas, examinándose para ello la piel, aletas, fosas nasales, ojos, sangre, branquias, aparato digestivo, órganos internos, vejiga gaseosa y el tejido muscular. Se utilizaron cuatro métodos para la fijación y coloración: Gray & Wess, Tricrómico de Gomorris, Hematoxilina y Carmalúmen de Mayer. Los índices parasitarios estuvo representada por ecto y endoparásitos pertenecientes a cuatro clases: Protozoa, Oomyceta, Monogenoidea y Nematoda. El parásito monogeneo identificado como *Mymarothecium viatorum* presentó mayor prevalencia con 43,33% y una abundancia de 2046 individuos, en contraste con el nematodo *Rondonia rondoni* que sólo mostró una prevalencia de 6,67% con una abundancia de 14 individuos. De los factores ambientales registrados la temperatura fue la única que mostró una correlación positiva frente a la abundancia de los parásitos.

Palabras clave: Paco, *Piaractus brachypomus*, índices parasitarios, metazoarios, factores ambientales.

Abstract

This research was conducted to find out the relationship between the parasite indexes in larvae, post larvae and fingerlings stages *Piaractus brachypomus* "red-bellied pacu" respect to variations of environmental factors in Fernando Alcántara Research Center of the Peruvian Amazon Research Institute (Iquitos, Peru). A total of 180 individuals were analyzed, divided into 60 larvae and 60 post larvae raised in concrete tanks of 1.05 m² with a depth of 0.70 cm and 60 fingerlings collected from earthen pond of 60 m² with a depth of 1.5 m. Fish necropsy was performed at a rate of one fish per day in order to collect fresh samples. For this purpose we examined skin, fins, nostrils, eyes, blood, gills, digestive system, internal organs, gas bladder and muscle tissue of fishes. We used four methods for fixing and staining: Gray & Wess, Gomorris trichrome, Hematoxylin and Mayers Carmalumen techniques. Parasite indexes were represented by ecto and endoparasites belonging to four classes: Protozoa, Oomycetes, Monogenoidea and nematodes. The monogenean parasite identified as *Mymarothecium viatorum* had higher prevalence with 43.33% and an abundance of 2046 individuals in contrast to the nematode *R. rondoni* that only showed a prevalence of 6.67% with an abundance of 14 individuals. Of the environmental registered factors, temperature was the only one that showed a positive correlation to the abundance of fish parasites.

Keywords: red-bellied pacu, *Piaractus brachypomus*, parasite indexes, metazoans, environmental factors.

Recibido: 20 de mayo de 2014

Aceptado para publicación: 22 de agosto de 2014

INTRODUCCIÓN

Los peces durante su cultivo están expuestos a una serie de patógenos que provienen de grupos tan diversos como los protozoarios, monogéneos, copépodos, acantocéfalos, cestodos y nematodos; los cuales se presentan como parásitos intermediarios en muchos casos de manera inadvertida, es decir, no ocasionando alteraciones. Sin embargo, estos organismos aparecen cuando las condiciones ambientales varían, bruscamente, ocasionando enfermedades y sirviendo como puerta de entrada de otros agentes patógenos como los virus, hongos y bacterias (Sniesko, 1974; Kennedy, 1978; Roberts, 1978; Kabata, 1985; Belmont-Jégu, 1992; Varella, 1992; Bush, *et al.*, 1997; Gutiérrez & Martorelli, 1999; Cimerman & Cimerman, 1999; Boeger, *et al.*, 2002; Figuereido *et al.*, 2007).

Los peces amazónicos como *Piaractus brachypomus*, se desarrollan en una amplia diversidad de hábitats naturales y a ello, se suma la amplia distribución que tienen los parásitos. Esta ocurrencia también se observa en la piscicultura (Kinkelín *et al.*, 1991; Eiras, 1994; Arredondo & Ponce, 1998; Centeno, 2004; Luque, 2004; Cohen & Kohn, 2005).

El manejo adecuado de la piscicultura es la medida más importante a ser tomada en cuenta, para evitar que los peces sean atacados por parásitos, considerando que el control de la calidad de agua (nivel de oxígeno, temperatura, pH, etc.), el flujo de agua y la densidad poblacional son fundamentales para el éxito del desarrollo corporal de los peces en estos ambientes (Arredondo & Ponce, 1998; Luque, 2004); evitando de este modo el abuso de medicamentos como antibióticos que podrían derivar en cuadros de resistencia (Bier, 1975; Karunasagar *et al.*, 1994; Díaz-Cruz *et al.*, 2003).

Este trabajo tuvo como objetivo determinar la relación que existen entre los índices parasitarios en larvas, post larvas y alevinos de paco y las variaciones de los factores ambientales en el CIFAB – IIAP, y a partir de ello establecer un protocolo de tratamiento y profilaxis de estos individuos durante su cultivo en condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Peces y Condiciones de Cultivo

En el presente estudio se utilizó 180 individuos de paco, *Piaractus brachypomus*, repartidos en 60 larvas, 60 post larvas y 60 alevinos con longitud estándar y peso promedio de 6,28 mm y 0,00124 g; 7,5 mm y 0,0132 g y 12,41 cm y 30,54 g, respectivamente. Los peces provenían de progenitores inducidos hormonalmente en las instalaciones del Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), los cuales fueron acondicionados en tanques de concreto (larvas y post larvas) y estanques de tierra (alevinos).

Los principales parámetros físico químicos fueron monitoreados, presentando los siguientes valores: 5,54 ± 0,7 mg/l de oxígeno disuelto; 6,67 ± 0,5 de pH y 27,83 ± 0,66 °C de temperatura.

Examen Parasitológico

Para el análisis de las larvas y post larvas, se utilizó la técnica del Squash; colocándolas en láminas porta objetos y cubriéndolas con laminillas para su observación al microscopio y estereoscopio. En el caso de los alevinos, se realizó la necropsia a razón de 1 pez/día; la cual se llevó a cabo bajo las normas éticas de sacrificio de peces descrita por Malta *et al.* (1982).

Se examinó macro y microscópicamente la superficie corporal, aletas, fosas nasales, cavidad bucal y branquias para verificar posibles lesiones, exceso de producción de mucus y la presencia de los parásitos; realizándose el raspado de la piel y de aletas con la ayuda de un bisturí. Para el estudio e identificación de monogéneos y nematodos se realizó soluciones a fin de colorear y clarificar las estructuras, montándolas en láminas para su observación al microscopio.

Se realizó el examen de sangre del 25% del total de los individuos a fin de verificar la presencia de parásitos en la sangre y coloreados con el método de coloración de Giemsa (Bier, 1975). Para la identificación de monogéneos se utilizó los métodos Método Gray & Wess y Tricrómico de Gomoris y para nemátodos el método de coloración con Hematoxilina y Carmalúmen de Mayer.

Los índices parasitarios fueron determinados

según Bush *et al.* (1997); prevalencia, intensidad media, abundancia y abundancia media fueron utilizadas para la evaluación del nivel de infestación parasitaria en los peces.

RESULTADOS

Parásitos identificados

Un total de 2060 organismos parásitos pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos fueron colectados de los peces analizados, con una abundancia media de $34,33 \pm 10,61$. A nivel de larvas, se identificó el protozoo *Myxobolus* sp., parasitando piel y aletas; En post larvas, se identificó al hongo *Saprolegnia* sp., parasitando piel, aletas y ojos. En alevinos, se registraron dos grupos de metazoarios: platelmintos monogeneos de la familia Dactylogyridae, representado por la especie *Mymarothecium viatorum* (Piasecki & Sobecka, 2002), parasitando a nivel de branquias y nematelmintos de la clase Nematoda (Atractidae), representada por la especie *Rondonia rondoni* (Travassos, 1919), parasitando el sistema digestivo (Tabla 1).

Índices parasitarios

De las 60 larvas examinadas, 10 estaban parasitadas con *Myxobolus* sp., mientras que

de las 60 post larvas analizadas, solo cinco estuvieron infestadas con *Saprolegnia* sp. De los 60 alevinos examinados, un total de 26 se encontraron infestados con monogeneos y nemátodos. Se registró un total de 2060 parásitos (Tabla 2).

Lugar de fijación y estatus comunitario

El protozoo *Myxobolus* sp. fue encontrado parasitando la piel y las aletas de larvas, mientras que *Saprolegnia* sp. estuvo presente en la piel, aletas y los ojos de las post larvas. Los parásitos reportados en los alevinos tuvieron como lugar de fijación las branquias (monogeneos) y el sistema digestivo (nematodos). Según la prevalencia parasitaria registrada, se clasificó como especie satélite a *M. viatorum* y como especie secundaria a *R. rondoni* (Tabla 3).

Relación de los factores ambientales frente a los parásitos

Los parámetros ambientales registrados, muestran leves variaciones durante las cuatro y ocho semanas de trabajo, para las post larvas y alevinos respectivamente (Tabla 4 y 5).

Tabla 1. Parásitos identificados en larvas, post larvas y alevinos de *Piaractus brachypomus*, en el Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (CIFAB-IIAP).

	ESTADÍO		
	Larvas	Post larvas	Alevinos
Clase	Protozoa	Oomycota	Monogenoidea
Género	<i>Myxobolus</i> sp.	<i>Saprolegnia</i> sp.	<i>Mymarothecium viatorum</i> Nematoda <i>Rondonia rondoni</i>

Tabla 2. Índices parasitarios registrados en larvas, post larvas y alevinos de *Piaractus brachypomus* cultivados en el Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra.

INDICES PARASITARIOS	ESTADÍO			
	Larvas (Protozoa)	Post larvas (Oomycota)	Alevinos	
			Monogenoidea	Nematoda
Prevalencia (%)	16,6	8,3	43,33	6,67
Abundancia	++	+++	2046	14
Intensidad media	+	++	78,69	3,50
Abundancia media	+	+	34,10	0,23

+ = Leve; ++ = Moderada; +++ = Severa

Tabla 3. Lugar de fijación y estatus comunitario de los parásitos registrados en los alevinos de *Piaractus brachypomus*, cultivados en estanques de tierra del CIFAB - IIAP.

INDICES PARASITARIOS	PARÁSITOS IDENTIFICADOS	
	<i>Mymarothecium viatorum</i>	<i>Rondonia rondoni</i>
Prevalencia (%)	43,33	6,67
Estatus comunitario	Secundario ²	Satélite ¹
Lugar de fijación	Branquias	Sistema digestivo

¹Satélite: Menor de 33,3²Secundario: Mayor de 33,3**Tabla 4.** Calidad de agua (media ± desviación estándar) registrada durante el cultivo de post larvas de paco (*Piaractus brachypomus*).

PARÁMETROS	VALOR
Temperatura (°C)	26,69 ± 0,68
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5,72 ± 0,45
pH (UpH)	6,69 ± 0,10
Dióxido de Carbono (mg/l)	10,25 ± 4,72
Alcalinidad Total (mg/l)	23,00 ± 6,00
Dureza Total (mg/l)	28,00 ± 7,30
Amonio (mg/l)	< 0,20
Nitritos (mg/l)	< 0,05

Tabla 5. Calidad de agua (media ± desviación estándar) registrada durante ocho semanas de cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, en el CIFAB – IIAP.

PARÁMETROS	VALOR
Temperatura del agua (°C)	27,83 ± 0,66
Oxígeno Disuelto (mg/l)	5,54 ± 0,70
pH (UpH)	6,67 ± 0,50
Dióxido de Carbono (mg/l)	7,25 ± 3,28
Alcalinidad Total (mg/l)	21,00 ± 7,74
Dureza Total (mg/l)	25,00 ± 11,06
Amonio (mg/l)	< 0,20
Nitritos (mg/l)	< 0,05

Durante las cuatro semanas de monitoreo de la calidad de agua la variación de la temperatura osciló entre 25,83 °C (valor mínimo a las 9 horas) y 28,40 °C (valor máximo a las 16 horas) (Figura 1).

Durante las cuatro semanas de monitoreo de la calidad de agua la variación del oxígeno disuelto osciló entre 5,55 mg/l (valor mínimo a las 9 horas) y 6,26 mg/l (valor máximo a las 16 horas) (Figura 2).

Durante las cuatro semanas de monitoreo de la calidad de agua la variación del pH osciló entre 6,62 upH (valor mínimo a las 9 horas) y 7,13 upH (valor máximo a las 16 horas) (Figura 3).

Durante las ocho semanas de monitoreo de la calidad de agua la variación de la temperatura osciló entre 26,93 °C (valor mínimo a las 9 horas) y 31,49 °C (valor máximo a las 16 horas) (Figura 4).

En la Figura 5 se aprecia que frente al aumento de las puntuaciones de los parásitos (X), disminuye las puntuaciones de la temperatura (Y), entonces la correlación entre X e Y es negativa o inversa. Sin embargo la prueba de Spermán presenta una relación positiva de 1 entre ambos factores,

demostrando que la temperatura influye en la abundancia de los parásitos.

Durante las ocho semanas de monitoreo de la calidad de agua la variación del oxígeno disuelto osciló entre 4.32 mg/l (valor mínimo a las 9 horas) y 9,19 mg/l (valor máximo a las 16 horas) (Figura 6).

En la Figura 7, se puede apreciar que frente al aumento de las puntuaciones de los parásitos (X), disminuye las puntuaciones del oxígeno (Y), entonces la correlación entre X e Y es negativa o inversa. La prueba de Spermán no muestra relación entre el oxígeno y la abundancia, cuyos valores están cercanos al 0.

Durante las ocho semanas de monitoreo de la calidad de agua la variación del pH osciló entre 6,40 upH (valor mínimo a las 9 horas) y 7,52 UpH (valor máximo a las 16 horas) (Figura 8).

La Figura 9 muestra que no existe una correlación entre X e Y, puesto que las puntuaciones están altamente dispersas. La prueba de Spermán no muestra una relación entre el pH y la abundancia, cuyos valores son iguales a los del oxígeno, es decir están cercanos al 0.

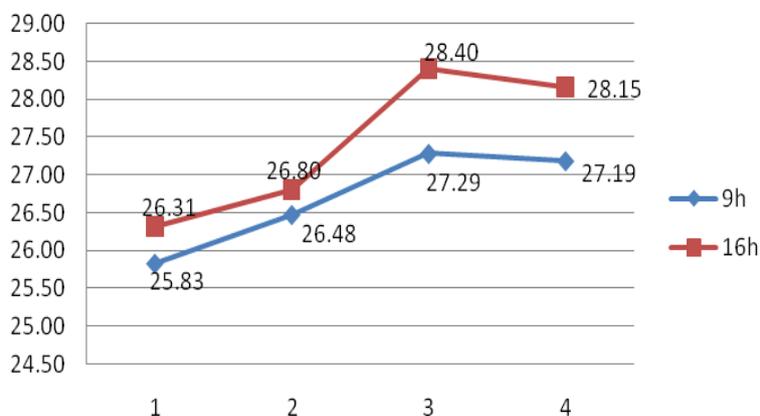


Figura 1. Promedios semanales de la temperatura del agua registrados en el cultivo de post larvas de *Piaractus brachyomus*, en tanques de concreto.

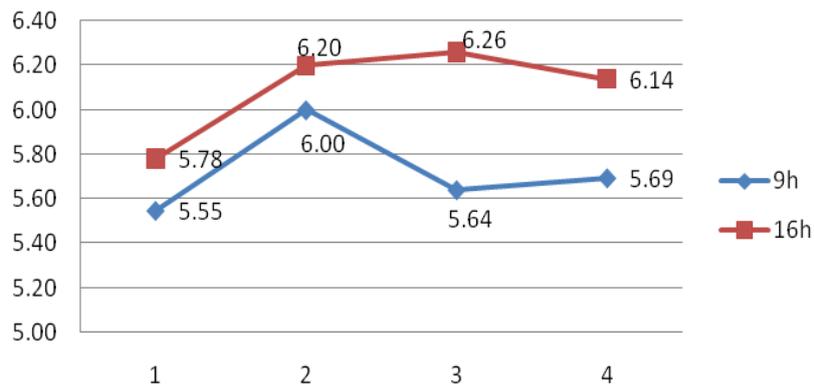


Figura 2. Promedio semanal del oxígeno disuelto registrado en el cultivo de post larvas de *Piaractus brachypomus*, en tanques de concreto.

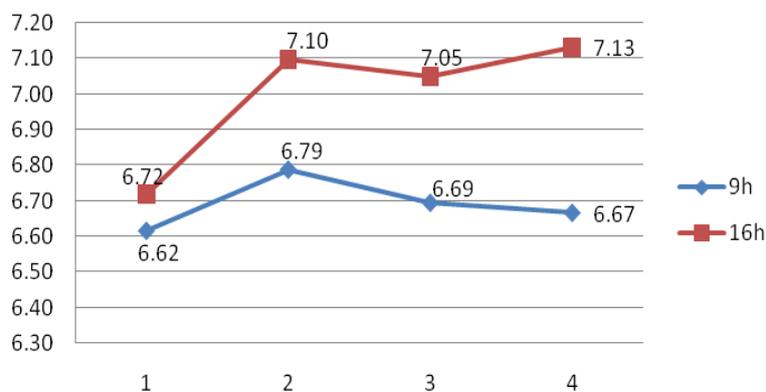


Figura 3. Promedio semanal de pH registrado en el cultivo de post larvas de *Piaractus brachypomus*, en tanques de concreto.

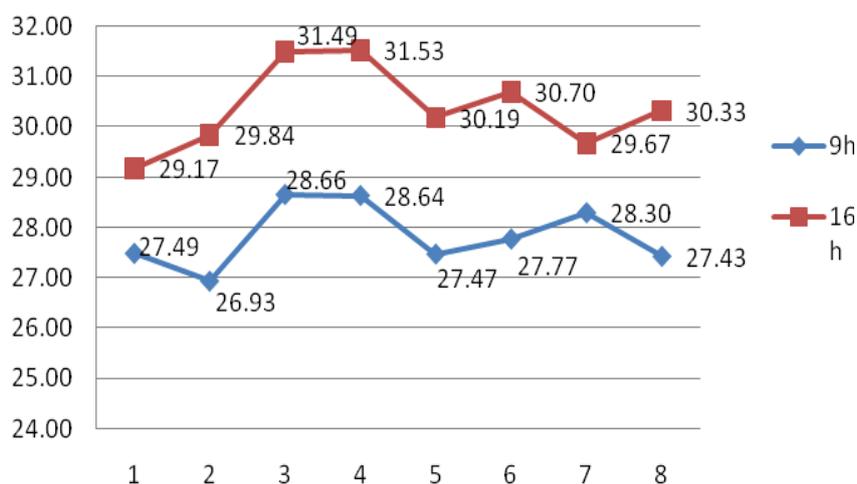


Figura 4. Promedio semanal de temperatura del agua registrado en el cultivo de alevinos de *Piaractus brachypomus*, en estanque de tierra.

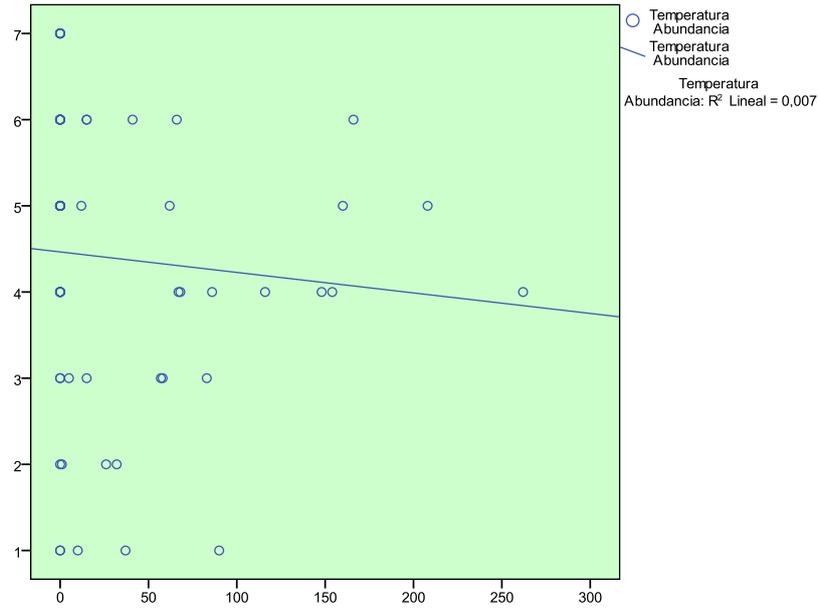


Figura 5. Correlación entre la temperatura del agua y la abundancia de parásitos en los alevinos de *Piaractus brachypomus*.

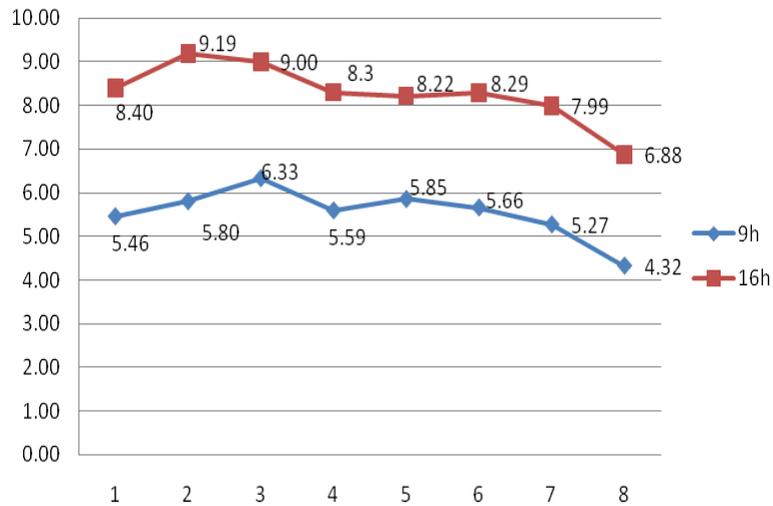


Figura 6. Promedio semanal de oxígeno durante el cultivo de alevinos de paco, *P. brachypomus*, en estanques de tierra.

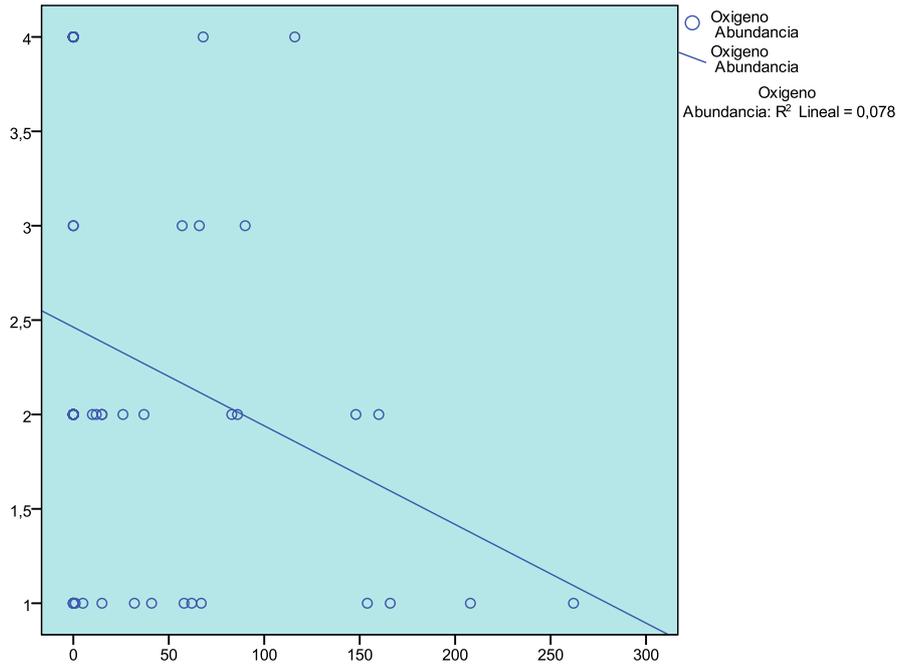


Figura 7. Correlación entre el oxígeno disuelto y la abundancia de parásitos presentes en alevinos de *Piaractus brachypomus*.

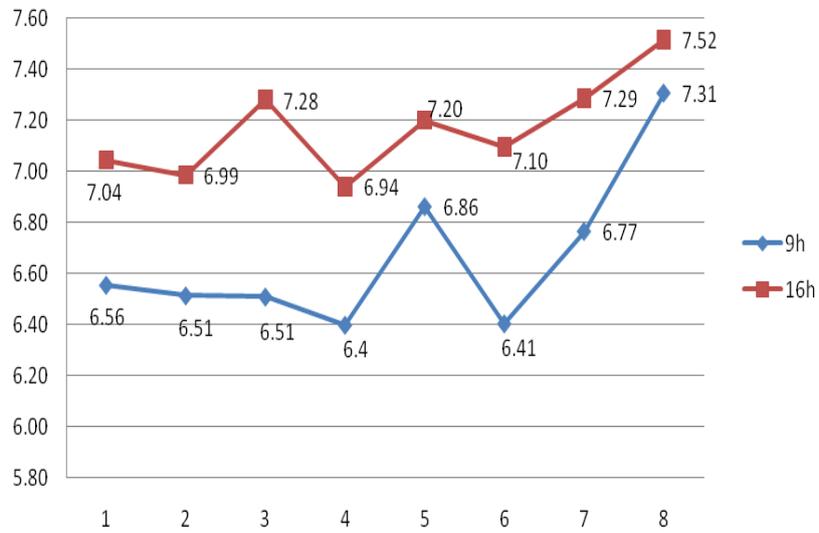


Figura 8. Promedio de pH registrado durante el cultivo de alevinos de paco, *Piaractus brachypomus*, en estanque de tierra.

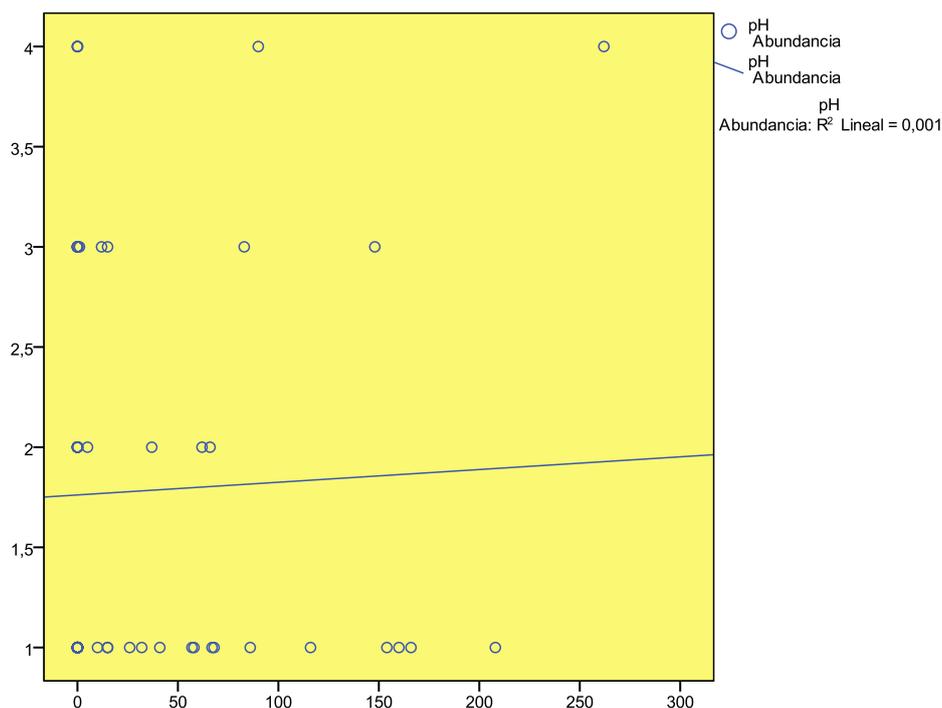


Figura 9. Correlación entre el pH y la abundancia de parásitos presentes en los alevinos de *Piaractus brachypomus*.

DISCUSIÓN

Parásitos identificados

En la literatura se encontraron referencias que registran la presencia de monogeneos del género *Mymarothecium* parasitando las branquias de paco colectados de mercados y ambientes naturales (Kritsky & Boeger & Jegu, 1996; Cohen & Kohn, 2005; Cohen & Kohn, 2009). Las especies descritas por estos autores son: *Mymarothecium boegeri*, *M. dactilotum*, *M. galeotum*, *M. perplanum*, *M. viatorum* y *M. whittingtoni*.

En el presente estudio solo se registró *Mymarothecium viatorum*. Sin embargo, pese a que se trabajó con una muestra reducida, éste monogeneo estuvo presente en un buen número de peces. Esto se puede deber a que todos provenían de un mismo lote. La patogenicidad de este parásito se acentúa por el hecho de tener ciclo directo donde los individuos adultos liberan huevos de los cuales salen larvas ciliadas llamadas oncomiracidios. Durante el presente estudio, se registró una sola especie de nemátodo, *Rondonia rondoni* cuya principal característica es que pueden causar serios daños como obstrucción intestinal e inapetencia (Martins, 1998; Días et

al., 2004). La presencia de *M. viatorum* y *R. rondoni* reportada en el presente estudio, es un significativo aporte al conocimiento de los parásitos presentes en paco provenientes de ambientes de cultivo en Loreto.

Índices parasitarios

Los índices parasitarios son utilizados para realizar el análisis cuantitativo de los parásitos encontrados en un determinado hospedero (Bush et al., 1997). Al respecto, los valores de los índices parasitarios están relacionados a las condiciones inmunológicas del hospedero y a las características genéticas del parásito (Flores y Flores, 2003). Por otro lado, cuando los peces son sometidos a fuertes niveles de estrés resultantes de la captura, transporte, manipuleo, altas densidades, calidad del agua con exceso de compuestos tóxicos, baja cantidad de oxígeno, variaciones bruscas de pH y temperatura, así como por una inadecuada alimentación, alterando la homeostasis del pez, tornándolo más sensible y menos resistente a los patógenos. Es allí donde surgen las infestaciones masivas en los peces de cultivo Malta (2001).

Un estudio realizado en Brasil por Chinicz & Kohn (2008), muestra que *Myrmarothecium*

viatorum presentó una prevalencia de 100%, en *Piaractus brachypomus*, concordando con el presente estudio que mostró una prevalencia de 43,33% y una abundancia de 2046 individuos/pez a diferencia del nematodo *R. rondoni* con una prevalencia de solo 6,67%.

Lugar de fijación y estatus comunitario

Conforme a los resultados obtenidos, los monogéneos fueron los principales componentes de la comunidad parasitaria de alevinos de *Piaractus brachypomus*. Estos parásitos se caracterizan por la presencia de estructuras de fijación esclerotizadas y por el ciclo biológico directo. El monogéneo registrado en la presente investigación se encontró solo en branquias. Sin embargo, Verján *et al.*, (2001) clasificó lesiones branquiales en *P. brachypomus*, donde los monogéneos no fueron los únicos parásitos presentes, sino también trematodos monogénicos y mixosporidios, relacionando la presencia de estos organismos a la pobre calidad de agua. El nematodo encontrado se localizó en el sistema digestivo y podría causar serios daños como obstrucción intestinal y falta de apetito (Martins, 1998; Días *et al.*, 2004).

Variación de los factores ambientales

Respecto a la calidad del agua, el paco es un pez muy resistente en comparación con otras especies de cultivo como el sábalo cola roja (*Brycon erythropterum*) y el boquichico (*Prochilodus nigricans*), ya que al igual que la gamitana (*Colossoma macropomum*), tolera bajos niveles de oxígeno disuelto y al manipuleo (Centeno *et al.*, 2004).

Si bien Verján *et al.*, (2001), indica que el pH y la densidad de cultivo son dos factores condicionantes y determinantes de la presencia de parásitos, atribuyendo a la última variable un papel crucial para la diseminación de las enfermedades infecciosas por una mayor frecuencia de contacto entre animales infectados y susceptibles (Reno, 1998); en el presente estudio, el pH se mostró estable (osciló de 6,6 a 7,1) y las fases iniciales de paco demostraron adaptarse con facilidad a las distintas condiciones de cultivo, además de ser resistentes a las variaciones ambientales moderadas, por lo que presente trabajo no hubo infestaciones masivas en la fase larvaria y post-larvaria.

Por otra parte, Hedrick (1998) y Coutant (1998) sostienen que las enfermedades son inherentes a los ecosistemas acuáticos y pueden ser los mayores factores controladores de la abundancia de los peces en condiciones naturales y de cultivo, en las que se dan algunos principios básicos (predador-presa), en los que los parásitos deberían suprimir una población de peces en proporción a su cantidad, impidiendo que esta población en un momento dado domine sobre la comunidad. Asimismo, Verján *et al.*, (2001) la turbidez también ocasionó alteraciones en las branquias debido a la abundante materia orgánica, asociándola con la presencia de *Trichodina* en todos los peces analizados en dicho trabajo. En el presente trabajo no se observó presencia alguna de este ciliado.

CONCLUSIONES

Los índices parasitarios registrados en las 60 larvas, estuvo representada por protozoarios y en las 60 post larvas por hongos del género *Saprolegnia*; y en los 60 alevinos de *P. brachypomus* por monogéneos y nemátodos. El monogéneo *Mymarothecium viatorum* fue la especie que presentó una mayor prevalencia y abundancia 43,33% (en 26 peces) y 2046 individuos, en comparación al nematodo *Rondonia rondoni* cuya prevalencia y abundancia fue 6,67% (en 4 peces) y 14 individuos. El monogéneo *M. viatorum* tuvo un lugar de fijación en las branquias y el nematodo *R. rondoni* a lo largo del sistema digestivo (estomago, ciegos pilóricos e intestinos) y de acuerdo a la prevalencia la especie de monogéneo fue considerada especie secundaria, mientras que la especie de nematodo fue considerada como especie satélite. De acuerdo a la prueba de Correlación de Spearman la temperatura mostró una correlación positiva frente a la abundancia de parásitos, a diferencia del pH y el oxígeno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amato J, Boeger W, Amato S. 1991. Protocolo para Laboratorio coleta e Processamento de Parasitos de Pescado. 1ra Ed. São Paulo. 81 p.
- Arredondo J, Ponce J. 1998. Calidad de agua en Acuicultura. AGT Editor, México, 222p.
- Belmont-Jégu E. 1992. Monogenoidea (Platyhelminthes) indicadores da

- biogeografia histórica de três espécies de *Mylesinus* (Characoidei, Serrasalminidae) na bacia Amazônica. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus (Amazonas). 76p.
- Bier O. 1975. Bacteriologia e imunologia, em suas aplicações a medicina e a higiene, 16 ed. Edições Melhoramento. Ed. Universidade de São Paulo, SP, Brasil. 1056 pp.
- Boeger W, Piasecki W, Sobecka E. 2002. Neotropical Monogeneoidea. 44. *Myrmarothecium viatorum* sp. N. (Ancyrocephalinae) from the gills of *Piaractus brachypomus* (Serrasalminidae, Teleostei) captured in a warm-water canal of a Power plant in Szczecin, Poland. Acta Ichthyol Pisc 32: 157-162.
- Bush A, Holmes O. 1986. Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. Canadian Journal of Zoology 64: 142-154.
- Bush A, Lafferty K, Lotz J, Shostak A. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. Journal of Parasitology 83: 575-583.
- Centeno L, Silva-Acuña A, Silva-Acuña R, Pérez J. 2004. Fauna ectoparasitaria asociada a *Colossoma macropomum* y al híbrido de *C. macropomum* x *Piaractus brachypomus*, cultivados en el estado delta Amacuro, Venezuela. Bioagro 16 (2): 121-126.
- Cimerman B, Cimerman S. 1999. Parasitologia humana e seus fundamentos gerais. Atheneu, São Paulo. 375p.
- Cohen S, Kohn A. 2005. A new species of *Myrmarothecium* and new host geographical records for *M. viatorum* (Monogenea: Dactylogyridae) parasites of freshwater fishes in Brazil. Folia Parasitologica 52: 307-310.
- Cohen S, Kohn A. 2005. On Dactylogyridae (Monogenea) of four species of characid fishes from Brazil. Check List 5(2): 351-356.
- Cutant C. 1998. GAT is "normative" for fish pathogens?. A perspective on the controversy over interactions between wild and cultured fish. J Aquat Health 10: 101-106.
- Díaz-Cruz M, López M, Barceló D. 2003. Environmental behavior and analysis of veterinary and human drugs in soils, sediments and sludge. Trends in Analytical Chemistry 22(6): 340-351.
- Dias P, Furuka W, Pavanelli G, Machado G, Takemoto R. 2004. carga parasitária de *Rondonia rondoni* Travassos, 1920, (Nemátoda Atractidae) sobre o factor de condição do armado, *Pterodoras granulosus* Vlenciennes, 1833 (Pisces, Doradidae). Acta Scient 26 (2): 151-156.
- Eiras J. 1994. Elementos de Ictioparasitologia. Fundação Eng. António de Almeida, Porto, Portugal. 339p.
- Ferraz de Lima C, Ferraz de Lima J, Cecarelli P. 1989. Ocorrência de acantocefalos parasitando o pacu, *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 (Pisces, Serrasalminidae) em piscicultura. Boletim tecnico CEPTA 2: 43-51.
- Figueiredo A, Massato R, Pérez M, Pavanelli G. 2007. Parasitic copepods in the nasal fossae of five fish species (Characiformes) from the upper Paraná river floodplain, Paraná, Brazil. Acta Scientia Biologica 29(4): 429-435.
- Gutiérrez P, Martorelli S. 1999. Hemibranch preference by freshwater monogeneans a function of gill area, water current, or both? Folia Parasitologica 46: 263-266.
- Hedrick R. 1998. Relationships of the host, pathogen and environment: implications for diseases of cultured and wild fish populations. J Aquat Animal Health 10: 107-111.
- Kabata Z. 1985. Parasites and diseases of fish cultured in the tropics. Edit. Taylor & Francis, Philadelphia, USA. 318p.
- Karunasagar I, PAI R, Malathi G, Karanasagar I. 1994. Mass mortality of *Penaeus monodon* larvae due to antibiotic-resistant *Vibrio harveyi* infection. Aquaculture 128: 203-209.
- Kennedy C. 1978. Analysis of the metazoan parasitocoenoses of brown trout *Trutta* from British Lakes. Journal of Fish Biology 13: 255-263.
- Kinkelin P, Michel C, Ghittino P. 1991. *Tratado de las enfermedades de los peces*. Ed. Acribia, 353 p.
- Luque J. 2004. Biología, epidemiología e control de parasitos de peixes. Ver Bras Parasitol Vet 13 (supl 1): 161-164.

- Malta J, Thatcher V, Varella A. 1982. Metodologia para necropsia peixes da Amazônia. Ed 1. Rio São Paulo, Seropedica, RJ, Brasil 22p.
- Mancini M, Larriestra A, Sánchez J. 2000. Estudio ictiopatólogico de poblaciones silvestres de la región centro-sur de Córdoba, Argentina. Revista de Medicina Veterinaria 81(2), 104-108.
- Martins M. 1998. Doenças infecciosas e parasitárias de peixes. Jaboticabal, FUNEP, 2ª ed., 65p
- Reno P. 1998. Factors involved in the dissemination of disease in fish populations. J Aquat Animal Health 10: 160-171.
- Roberts R. 1978. Fish Pathology. 2ª ed., Balliere Tindal, Philadelphia, USA. 318p.
- Sniesko S. 1974. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes. Journal of Fish Biology 6: 197-208.
- Thatcher V. 2006. Amazon fish parasites. 2da Ed. Pensoft. Moscow, Rusia. 508pp.
- Varella A. 1992. Copépodos (Crustacea) parasitas das fossas nasais de peixes, coletados na região de Rondônia, Brasil. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, São Paulo. 105p.
- Verján N, Iregui C, Rey A, 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. Rev. Aquatic 15. <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=132> [Consultado Agosto 12, 2012]