

Mixosporidiosis branquial por *Henneguya* sp. (Myxozoa: Myxobolidae) en sábalos *Prochilodus lineatus* (Pisces: Prochilodontidae) del Río Uruguay y Río de la Plata

Carnales, D.¹; Carnevia, D.^{1*}; Perretta, A.¹ y Venzal, J.M.²

Recibido: 06/05/2013
Aprobado: 20/07/2013

RESUMEN

Existen numerosos mixosporidios parásitos de peces, dentro de los cuales el género *Henneguya* ha sido descrito parasitando al sábalo (*Prochilodus lineatus*) en el Río Paraná por varios autores en Brasil. El objetivo del presente trabajo fue identificar la o las especies de *Henneguya* presentes en branquias de sábalos del Río Uruguay y Río de la Plata, estableciendo además la prevalencia y lesiones histopatológicas de la parasitosis. Se colectaron 81 sábalos de los cuales 40 resultaron parasitados, lo que supone una prevalencia de 49,4%. Los peces parasitados presentaron en las branquias pequeños quistes ovoideos de 0,5-1 mm de diámetro mayor. Dentro de estos quistes se reconoció la presencia de mixosporas de *Henneguya* sp. caracterizadas por poseer una forma oval, dos cápsulas polares,

SUMMARY

A large number of mixosporidia fish parasites, in which the gender *Henneguya* has been reported parasitizing shads (*Prochilodus lineatus*) in Paraná River by many authors in Brazil. The aim of this research was to identify the species of *Henneguya* in gills of shad in the rivers Uruguay and de la Plata. Furthermore, the prevalence and histological lesions of the parasitosis were established. Eighty one shads were collected, 40 were parasited, representing a prevalence of 49.4%. The presence of the parasites in the gill was observed as small ovoid cysts of 0.5-1 mm of diameter. Inside these cysts myxosporas of *Henneguya* were recognized, characterized by oval shape, two polar capsules, iodophilic vacuole and a bifurcate caudal process. Their measurements were: $34.80 \pm 4.23 \mu\text{m}$ total length; 14.04 ± 1.96

1 Área Acuicultura y Patología de Organismos Acuáticos, Instituto de Investigaciones Pesqueras, Facultad de Veterinaria, UDELAR, Tomás Basañez 1160, Montevideo, Uruguay. 2 Departamento de Parasitología Veterinaria, Facultad de Veterinaria, UDELAR, Uruguay. *Autor de correspondencia: dcarnevia@gmail.com

una vacuola iodófila y un proceso caudal bifurcado. Las medidas registradas fueron: $34,80 \pm 4,23$ μm largo total; $14,04 \pm 1,96$ μm largo del cuerpo; $5,53 \pm 0,81$ μm ancho del cuerpo; $7,25 \pm 1,03$ μm largo de la cápsula polar y $2,79 \pm 1,27$ μm ancho de la cápsula polar. A la histopatología se identificó que los plasmodios se localizan en la zona interlaminillar de las láminas secundarias produciendo escasa alteración y respuesta del huésped. Las especies de *Henneguya* descritas en sábalos del Río Paraná (*H. caudalongula*, *H. paranaensis* y *Henneguya* sp.) presentan características morfométricas diferentes de la encontrada en este trabajo, por lo que postulamos que podría tratarse de una especie diferente de *Henneguya* la que parasita al sábalo en el Río Uruguay y Río de la Plata. Estos parásitos podrían utilizarse como indicadores biológicos de poblaciones de sábalos en la cuenca del Plata.

PALABRAS CLAVE:

Henneguya sp., branquias, *Prochilodus lineatus*, Río Uruguay, Río de la Plata

INTRODUCCIÓN

El sábalo (*Prochilodus lineatus*) es un pez perteneciente al orden Characiformes, familia Prochilodontidae que habita la cuenca del Río de la Plata extendiéndose su distribución geográfica a los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay y sus afluentes

μm body length; 5.53 ± 0.81 μm body width; 7.25 ± 1.03 μm polar capsule length and 2.79 ± 1.27 μm polar capsule width. At histopathology, plasmodia were located in interlamellar area of secondary gill lamellae, producing a minor alteration and response of the host. The species of *Henneguya* reported in shads of Paraná River (*H. caudalongula*, *H. paranaensis* y *Henneguya* sp.) have different morphometric characteristics from that those found by us, therefore we postulated that a different species of *Henneguya* is parasitizing the shad of Uruguay River and De la Plata River. These parasites could be used as biological indicators of shad populations in the Plata Basin.

KEYWORDS:

Henneguya sp., gills, *Prochilodus lineatus*, Uruguay River, De la Plata River.

(Nion y col., 2002). Puede llegar a medir 80 cm de largo total y pesar más de 7 kg, presentando una gran importancia como recurso económico en Brasil, Argentina, Bolivia y Uruguay (Ceccarrelli y col., 2007; Sverlij y col., 1993). Es el pez de agua dulce que más se exporta en nuestro país y su cultivo potencial se está evaluando en la actualidad tanto en Brasil como en Uruguay (Eiras y col., 2004; DINARA, 2010). Existen fenómenos de mortandad natural que afectan periódicamente las poblaciones existentes en

el Río Uruguay y el Río de la Plata, las cuales son de difícil interpretación pero de gran impacto en la pesca artesanal y en la opinión pública. Mediante el conocimiento de los parásitos que afectan al sábalo, se puede contar con información de base que permita valorar el impacto de las parasitosis en las mortandades naturales, así como evaluar los riesgos sanitarios durante el cultivo. El estudio de los parásitos en poblaciones naturales de peces puede además identificar algunos que sirvan como indicadores biológicos de población (Williams y col., 1992). El sábalo en su ambiente natural puede ser afectado por mixosporidios. Los mixosporidios son metazoarios parásitos obligatorios, multicelulares, formadores de esporas y muy especializados que pertenecen al Phylum Myxozoa, Clase Myxosporea (Alvarez y col., 1988; Eiras, 1994; Yokohama, 2003; Woo, 2006). Se caracterizan por causar afecciones nodulares (mixosporidiosis o nodulosis) localizados en piel, músculo, branquias, cartílago y órganos internos como tubo digestivo, cerebro y médula espinal, tanto en peces de agua dulce como marinos. La mayoría de las especies descritas no son muy patógenas para el hospedero, sobre todo si están en bajo número. Sin embargo, se han descrito pérdidas importantes cuando estos mixosporidios atacan a las branquias y a gran parte de la superficie corporal, causando serios daños en la acuicultura y en la industria pesquera (Barassa y col., 2012; Cordero del Campillo, 2002; Eiras y col., 2008). El género

Henneguya (Myxobolidae) se caracteriza por poseer esporas de forma oval con una pared formada por dos valvas, dos cápsulas polares en el extremo anterior y apéndices longitudinales proyectados desde el extremo posterior de las valvas, de aspecto bifurcado (Alvarez y col., 1988; Eiras, 1994; Cordero del Campillo, 2002). A nivel mundial están descritas cerca de 200 especies dentro del género *Henneguya* (Eiras, 2002; Eiras y Adriano, 2012). La mayoría de las especies presentan especificidad de hospedero pudiendo parasitar una sola especie o un grupo de hospederos filogenéticamente próximos. También existe una cierta especificidad de localización dentro del hospedero aunque algunas especies pueden afectar varios órganos (Noga, 1995; Woo, 2006; Adriano y col., 2012). Esta característica hace que pueda pensarse en utilizar estos parásitos como indicadores de poblaciones de peces (Williams y col., 1992). Han sido descritas parasitando el sábalo en el Río Paraná: *H. paranaensis* Eiras, Pavanelli & Takemoto, 2004; *H. caudalongula* Adriano, Arana & Cordeiro, 2005 y *Henneguya* sp. (Adriano y col., 2005; Eiras y col., 2004; Pavanelli, 1998). En Uruguay está descrita la presencia del género *Henneguya* afectando branquias de sábalos del Río Uruguay y Río de la Plata, pero aún no está identificada la especie (Perretta y col., 2010). El presente trabajo tiene por objetivo la caracterización de la parasitosis y comparación de la especie de *Henneguya* que afecta branquias de sábalos del Río

Uruguay y Río de la Plata con las ya descritas para esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 81 sábalos (68 juveniles y 13 adultos) procedentes del Río de la Plata y el Río Uruguay de los departamentos de Colonia, San José, Montevideo y Salto. Los peces fueron obtenidos entre los meses Octubre 2010 - Marzo 2012 de pescadores artesanales, de capturas propias, de fenómenos de mortandad natural y además se realizaron muestreos a partir de cabezas congeladas enviadas desde la Comisión Técnico Mixta de Salto Grande. Los muestreos abarcaron los meses Noviembre, Diciembre, Febrero, Marzo, Junio y Agosto y el número de ejemplares de cada muestreo fue entre diez y treinta. Los ejemplares se trasladaron refrigerados siendo procesados inmediatamente luego del arribo al laboratorio. Los peces fueron medidos y pesados realizándose luego una necropsia de la zona branquial con observación de filamentos en fresco al microscopio. Para estudio y medición de las esporas se realizaron frotis secados al aire y fijados con metanol, los que fueron teñidos con solución de Giemsa al 4% durante 2 minutos (Bruno y col., 2006; Martins y Onaka, 2006). Fueron medidas 128 esporas tomándose las medidas de largo total, largo de la espora, ancho de la espora, largo de la cápsula polar y ancho de la cápsula polar (expresadas en

µm). Para la determinación taxonómica las medidas fueron comparadas con las de otras mixosporas del género *Henneguya* en branquias de sábalos de la región Neotropical y en branquias y otros órganos de otros peces pertenecientes al orden Characiformes y Siluriformes de la región Neotropical según la metodología propuesta por Lom y Arthur (1989) empleada por Adriano y col. (2005) y Eiras y col. (2004).

Se determinó la prevalencia según la talla de los peces (Largo total) y las estaciones del año para la ictiofauna: cálida (Noviembre-Marzo) y fría (Junio-Setiembre) según Guerrero y col. (1997).

En una única oportunidad se obtuvieron 3 ejemplares de peces vivos mediante captura con red de arrastre, procediéndose a sacrificarlos en el lugar e inmediata fijación de arcos branquiales en AFA (alcohol-formol-ácido acético). Para el sacrificio se utilizó una sobredosis de anestésico (Eugenol en solución al 10% en alcohol etílico, en forma de baño a una concentración de 1 mL por litro). Luego de 24 horas en AFA, las muestras fueron conservadas en alcohol 70°. Previo al procesamiento histológico las muestras fueron descalcificadas por inmersión en ácido fórmico al 8% durante dos horas. El procesamiento de la muestra se realizó mediante la técnica estándar de histología para tinción con Hematoxilina y Eosina (Keim, 1982).

Para comparar la prevalencia entre peces juveniles y adultos, así como entre peces capturados en la

estación cálida y fría, se realizó un contraste de hipótesis para proporciones binomiales testando la hipótesis nula de diferencia de proporciones igual 0. En todos los test se consideró un nivel de significación $p < 0,05$.

RESULTADOS

Los sábalos midieron en promedio $26,83 \pm 11,46$ cm de largo total (18,3-58,15) y pesaron en promedio $225,92 \pm 395,83$ gr (56,6-2810).

La necropsia de los peces reveló la presencia de quistes blanquecinos ovoideos de pequeño tamaño (0,5 a 1 mm de diámetro mayor) localizados en branquias. Al examen microscópico en fresco de las laminillas branquiales, se identificaron plasmodios repletos de mixosporas de forma

oval, con dos cápsulas polares, una vacuola iodófila y un apéndice longitudinal bifurcado, por lo que corresponden al género *Henneguya* (Figura 1). Se midieron 128 esporas y las medidas registradas fueron las expresadas en el cuadro 1.

La prevalencia de la parasitosis en los peces examinados fue de 49,4% (40/81). Los peces cuya talla fue 18,3-27 cm (juveniles) tuvieron una prevalencia de 51,5% (35/68), mientras que los peces cuya talla fue 40,5-58,2 cm (adultos) tuvieron una prevalencia de 38,5% (5/13). Al análisis estadístico no hubo diferencias significativas entre las dos prevalencias ($Z=0,959$ con $p=0,39$). En la estación cálida se registró una prevalencia de la parasitosis de 51,3% (38/74) y en las estaciones frías se registró una prevalencia de la parasitosis de 42,8% (3/7). Al análisis estadístico no hubo di-

Cuadro 1. Promedios y desvíos (μm) de las medidas de especies de *Henneguya* presentes en branquias de *Prochilodus lineatus* de la región Neotropical en comparación con las medidas de *Henneguya* registradas en el presente trabajo (datos entre paréntesis corresponden a medidas mínimas y máximas). LT: largo total, LC: largo cuerpo de la espora, AC: ancho del cuerpo de la espora, LCP: largo de la cápsula polar, ACP: ancho de la cápsula polar.

Especie	LT	LC	AC	LCP	ACP
<i>H. caudalongula</i>	$71 \pm 1,4$	$16,6 \pm 0,54$	$4,6 \pm 0,2$	$6,1 \pm 0,19$	$1,6 \pm 0,15$
<i>H. paranaensis</i>	60,4	16,1	6,5	8,4 (8-9)	2
	(56-63)	(14-17)	(6-7)	6,7 (6-7)	
<i>Henneguya sp.</i>	51,1	12,5	4,8	5,8	2
	(51-60,1)	(11,2-15,3)	(4-5,1)	(5,1-7,1)	(1,5-2)
<i>Henneguya sp.</i>	$34,8 \pm 4,23$	$14,04 \pm 1,96$	$5,53 \pm 0,81$	$7,25 \pm 1,03$	$2,79 \pm 1,27$
(presente trabajo)	(30-40,78)	(11,44-17,03)	(4,84-6,47)	(5,86-9,13)	(2,5-3,33)



Figura 1. Respuestas de los parámetros de producción de gas *in vitro* al incremento de la proporción de pulpa de citrus, maíz o cebada en el sustrato. **A:** Producción potencial de gas (“a”). **B:** Tasa de producción de gas (“kd”). **C:** Tiempo de latencia (“L”).

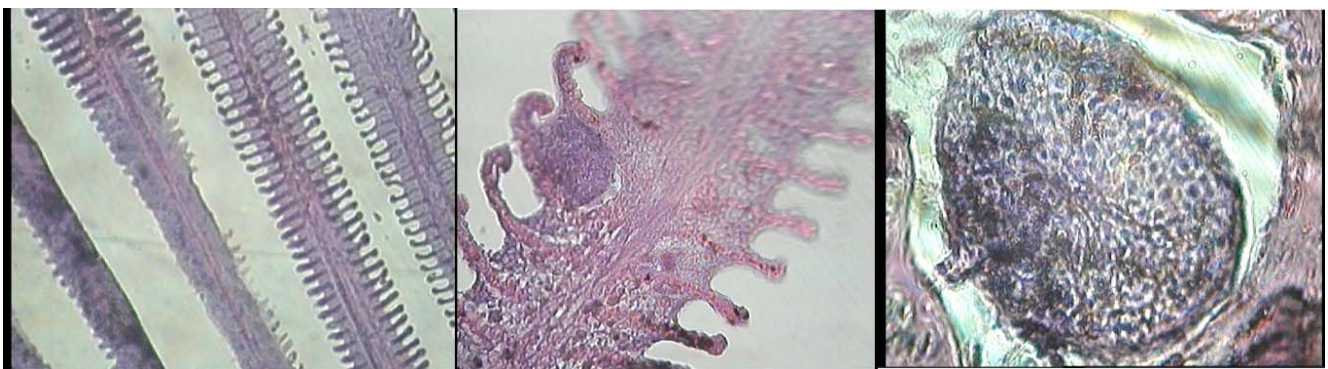


Figura 2. Cortes histológicos de branquias de *Prochilodus lineatus* parasitado con *Henneguya*. **A:** hiperplasia e hipertrofia de base de las laminillas (200x). **B:** plasmodio en branquia a nivel interlaminillar (400x). **C:** plasmodio en branquias (1000x)

ferencias significativas entre las dos prevalencias ($Z=0,404$ con $p=0,68$).

Al estudio histopatológico de branquias se observó hipertrofia e hiperplasia del epitelio en zonas basales de las laminillas secundarias (Figura 2-A).

A su vez se identificó la presencia de plasmodios entre las laminillas secundarias branquiales (desarrollo interlaminillar) (Figura 2B). Estos plasmodios están rodeados de células epiteliales y debido a su pequeño tamaño producen poco desplazamiento de las laminillas branquiales. Dentro del plasmodio se observaron diferentes estadios esporogénicos correspondientes a las diferentes etapas de desarrollo del mixosporidio (Figura 2C).

DISCUSIÓN

Si bien el análisis estadístico no arrojó diferencias significativas, parecería que la prevalencia es ligeramente mayor en los peces juveniles y en la estación cálida. Esta falta de diferencias puede deberse a que el número de peces muestreados fue pequeño (se requerirían al menos 197 observaciones en cada grupo asumiendo que las proporciones estén alrededor de 0,5). La prevalencia de la parasitosis (49,4%) ocasionada por *Henneguya* en branquias de sábalo en Uruguay, fue similar a la encontrada en branquias de sábalos infectados por *H. caudalongula* (48,3%) en Brasil (Adriano y col., 2005). En cuanto a la morfometría, la *Henneguya* encontrada en este

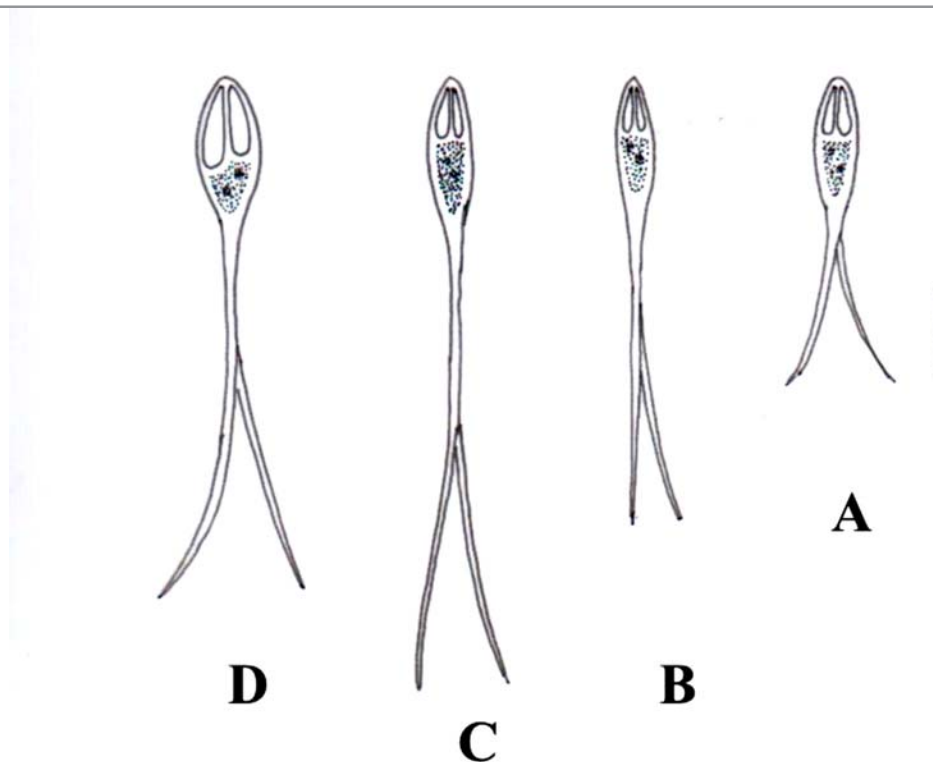


Figura 3. Representación esquemática de esporas maduras de especies de *Henneguya* en branquias de sábalos, en comparación con la *Henneguya* encontrada en el presente trabajo. Bar. 10 μ m. (A= *H. paranaensis*, B= *H. caudalongula*, C= *Henneguya* sp y D= *Henneguya* presente trabajo)

trabajo difiere de las otras descritas para sábalos del Río Paraná (Cuadro 1 y Figura 3). Esto sugiere que la especie de *Henneguya* que parasita sábalos en el Río de La Plata y el Río Uruguay podría tratarse de una diferente. Debido a su hábito migrador y a la fidelidad para con los sitios de desove, así como a una variabilidad morfológica; desde hace tiempo se postula la coexistencia de varias poblaciones de sábalos que comparten las mismas zonas tróficas pero no las zonas de reproducción. Sverlij y col. (1993) señalan la dificultad para distinguir estas poblaciones en base a caracteres morfológicos. Los parásitos pueden utilizarse como indicadores de población de hospederos (McKenzie, 1987, 2002; Williams y col., 1992; Sardella y Timi, 2004; Whiterman y Parker, 2005). Si bien se suelen utilizar Platelminetos, Nematodos o Crustáceos parásitos en el caso de los peces, existen antecedentes de utilización de mixosporidios como indicadores de población (Karasev, 1988). Según Williams y col. (1992) las características que deben reunir los parásitos para ser buenos indicadores son: a) diferente prevalencia e intensidad media de parasitosis entre las poblaciones; b) ser fáciles de detectar con un mínimo de disección, c) que el ambiente de ambas poblaciones de peces sea bueno para el parásito, d) un alto grado de especificidad de sitio de infección, e) una alta especificidad de hospedero y f) una prevalencia estable todo el año. Las distintas especies de *Henneguya* encontradas en

sábalos del Río Paraná y del Río Uruguay podrían utilizarse como indicadores biológicos de población ya que reúnen varias de estas características.

Con respecto a la histopatología, Molnár (2002) estudió la localización de los plasmodios de mixozoarios en las branquias de los peces describiendo cuatro posibles localizaciones: en los vasos sanguíneos, en el epitelio, dentro del tejido conjuntivo y en el cartílago. Una misma especie de pez puede tener mixozoarios de diferentes especies localizados en distintos lugares de la branquia, pero la misma especie de mixozoario parece localizarse siempre en el mismo sitio branquial. Si bien Eiras y col. (2008) postulan que la localización del plasmodio debe considerarse una característica con valor taxonómico, aunque algunos mixozoarios del género *Myxobolus* no tienen una afinidad tan marcada por un tejido en particular y pueden infectar varios tejidos a la vez (Adriano y col., 2009). En el presente trabajo se encontraron plasmodios repletos de mixosporas a nivel de la zona interlaminillar de las branquias en forma similar a los encontrados por Adriano y col. (2005), Rocha (1992) y Vita y col., (2003) para *H. caudalongula*, *H. amazonica* y *H. astyanax*, respectivamente. Los cambios patológicos observados como hiperplasia branquial también fueron descritos por Adriano y col. (2005) y Bruno y col. (2006). Según Meldau de Campos y col. (2011) la hiperplasia es la respuesta común de las branquias frente a las infecciones por parásitos. Los

quistes en los filamentos branquiales comprimen y dilatan el epitelio, ejerciendo presión sobre las laminillas adyacentes y causando deformación así como alteración de la función branquial afectándose la respiración y el intercambio iónico. Estas alteraciones branquiales pueden estar jugando un papel como causa de algunas de las mortandades de sábalo observadas en el Río Uruguay y Río de la Plata.

CONCLUSIONES

Fue encontrada una prevalencia de 49,4 % para la parasitosis branquial por mixozoarios del género *Henneguya* en sábalo del Río Uruguay y Río de la Plata.

Fue constatada la presencia de plasmodios a nivel interlaminillar produciendo alteraciones branquiales que pueden afectar la salud de los peces.

A partir de todos los estudios comparativos (en base a las medidas y morfología de las esporas, así como a la localización y tamaño de los plasmodios) entre la *Henneguya* encontrada en el presente trabajo y las demás especies descritas en sábalo del Río Paraná, postulamos que estamos en presencia de una especie diferente de *Henneguya*, parasitando branquias de sábalo en el Río de la Plata y Río Uruguay, lo que podría utilizarse como indicador biológico de poblaciones.

AGRADECIMIENTOS

A la CIDEAC (Comisión de Investigación y Desarrollo Científico de la Facultad de Veterinaria) por la financiación del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Adriano E, Arana S, Cordeiro N. (2005). Histopathology and ultrastructure of *Henneguya caudalongula* sp.n. infecting *Prochilodus lineatus* (Pisces: Prochilodontidae) cultivated in the state of Sao Paulo, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz 100:177-181.
2. Adriano EA, Arana S, Alves AL, Silva MRM, Ceccarelli PS, Henrique-Silva F, Maia AAM. (2009). *Myxobolus cordeiroi* n. sp., a parasite of *Zungaro jahu* (Siluriformes: Pimelodiidae) from Brazilian Pantanal: morphology, phylogeny and histopathology. Vet Parasitol 162:221-229.
3. Adriano E, Carriero M, Maia A, Silva M, Naldoni J, Ceccarelli P, Arana S. (2012). Phylogenetic and host-parasite relationship analysis of *Henneguya multiplasmodialis* n.sp. infecting *Pseudoplatystoma* spp. in Brazilian Pantanal wetland. Vet Parasitol 185:110-120.
4. Alvarez P, Barja J, Blanch A, Estévez A, Figueras A, Giorgetti G, Jofre J, Mcallister E, Sarti M, Villalba A. (1988). Patología en Acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid. Comisión Investigación Científica y Técnica. 218:235-236.
5. Barassa B, Adriano E, Cordeiro N, Arana S, Cecca-

- relli P. (2012). Morphology and host-parasite interaction of *Henneguya azevedoi* n. sp., parasite of gills of *Leporinus obtusidens* from Mogi-Guaçu River, Brazil. Parasitol Res 110:887-894.
6. Bruno DW, Nowak B, Elliott DG. (2006). Guide to identification of fish protozoan and metazoan parasites in stained tissue sections. Dis Aquat Org 70:1-36.
7. Ceccarelli P, Adriano E, Cursino dos Santos S, Figueiredo do Rego R, Lacerda y Silva L. (2007). Centro de Pesquisa e Gestao de Recursos Pesqueiros Continentais Pesquisas Patológicas y Genéticas em Recursos Pesqueiros da Bacia do Alto Paraguai. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovaveis. Brasília. 169 p.
8. Cordero del Campillo M. (2002). Parasitología Veterinaria. Madrid, McGraw- Hill- Interamericana de España. 932 p.
9. DINARA. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. (2010). Boletín Estadístico Pesquero 2009. Montevideo, MGAP-DINARA, 52 p.
10. Eiras J. (1994). Elementos de Ictioparasitología. Porto, Fundação Eng. Antonio de Almeida. 339 p.
11. Eiras J. (2002). "Synopsis of the species of the genus *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae)". Syst Parasitol 52:43-54.
12. Eiras J, Pavanelli C, Takemoto R. (2004). *Henneguya paranaensis* sp. n. (Myxozoa, Myxobolidae), a parasite of the teleost fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes, Prochilodontidae) from the Paraná River, Brazil. Bull. Eur. Ass Fish Pathol 24:308-311.
13. Eiras J, Takemoto R, Pavanelli C. (2008). *Henneguya* caudicula n.sp. (Myxozoa, Myxobolidae) a parasite of *Leporinus lacustris* (Osteichthyes, Anostomidae) from the High Parana River, Brazil, with a revision of *Henneguya* spp. Infecting South American fish. Acta protozool 47:149-154.
14. Eiras J, Adriano E. (2012). A checklist of new species of *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea, Myxobolidae) described between 2002 and 2012. Syst Parasitol 83:95-104.
15. Guerrero RA, Acha ME, Framiñan MB, Lasta CA (1997). Physical Oceanography of the Rio de la Plata Estuary. Cont Shelf Res 17:727-742.
16. Karasev, A. (1988). Myxosporidian *Myxobolus aeglefini* (Cnidospora: Myxosporea) blue whiting biological tag from the Celtic Sea and adjacent waters. ICES S.M. 16 p.
17. Keim A. (1982). Manual de Métodos Parasitológicos e Histopatológicos en Piscicultura. Instituto Nacional de Pesca. Montevideo, Uruguay. Informe Técnico N° 31. 49 p.
18. Lom J, Arthur J. (1989). A guideline for the preparation of species description in Myxosporea. J Fish Dis. 12:151-156.
19. Martins M, Onaka E. (2006). *Henneguya* garavelli n. sp. and *Myxobolus peculiaris* n. sp. (Myxozoa: Myxobolidae) in the gills of *Cyphocharax nagelli* (Osteichthyes: Curimatidae) from Rio do Peixe Reservoir, Sao José do Pardo, Sao Paulo, Brazil. Vet Parasitol 137:253-261.
20. McKenzie, K. (1987). Parasites as indicators of host populations. Int J Parasitol 17:345-352.
21. McKenzie, K. (2002). Parasites as biological tags in

- population studies of marine organisms: an update. *Parasitology* 124:153-163.
22. Meldau de Campos C, Rondini J, Ruas F. (2011). Histopathology of gills of *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) infested by monogenean and myxosporea, caught in Aquidauana River, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol.* 20:67-70.
 23. Molnár K. (2002). Site preference of myxosporeans in the gills. *Dis Aquat Org* 48:197-207.
 24. Nion H, Ríos C, Meneses P. (2002). Peces del Uruguay Lista Sistemática y Nombres comunes. Dinara. Infopesca. Montevideo, Uruguay.
 25. Noga E. (1995). *Fish Disease Diagnosis and Treatment*. Raleigh, North Carolina, Mosby. 173-174.
 26. Pavanelli G. (1998). *Henneguya* spp. (Myxozoa, Myxosporea, Myxobolidae) parasitizing fishes from Paraná river, Brazil. *Acta Scientiarum* 20:161-163.
 27. Perretta A, Carnevia D, Letamendía M. (2010). Myxozoarios del género *Henneguya* Thélohan, 1892; parasitando sábalos *Prochilodus lineatus* (Characiformes: Curimatidae) en el Río Uruguay. Primera Cita. *Actas Primer Congreso Uruguayo de Zoología*. Mdeo-Uruguay. p. 116.
 28. Rocha E. (1992). *Henneguya amazonica* n.sp. (Myxozoa, Myxobolidae), parasitizing the gills of *Crenicichla lepidota* Heckel, 1840 (Teleostei, Cichlidae) from Amazon River. *Eur J Protistol* 28:273-278.
 29. Sardella N, Timi J. (2004). Parasites of Argentine hake in the Argentine Sea: population and infracommunity structure as evidence for host stock discrimination. *J Fish Biol* 65:1472-1488.
 30. Sverlij S, Espinach A, Ortí G. FAO. (1993). Sinopsis de los datos biológicos del sábalo, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1847). 64 p.
 31. Vita P, Corral L, Matos E, Azevedo C (2003) Ultrastructural aspects of the myxosporean *Henneguya astyanax* n.sp. (Myxozoa: Myxobolidae), a parasite of the Amazonian teleost *Astyanax keithi* (Characidae). *Dis Aquat Org* 53:55-60.
 32. Whiterman NK, Parker PG. (2005). Using parasites to infer host populations history: a new rationale for parasite conservation. *Anim Cons* 8:175-181.
 33. Williams HH, McKenzie K, McCarthy AM. (1992). Parasites as biological indicators of the population biology, migrations, diet and phylogenetic of fish. *Rev Fish Biol Fisheries* 2:144-176.
 34. Woo P. (2006). *Fish Diseases and Disorders*, Volume 1: Protozoan and Metazoan Infections. Second Edition. Cap. 8 Phylum Myxozoa. Wallingford, CABI. pp. 230-296.
 35. Yokohama H. (2003). A Review: Gaps in Our Knowledge on Myxozoan Parasites of Fishes. *Fish Pathol* 38:125-136.