




Revisiones / Reviews

Fauna parasitaria de dos peces del género *Satanoperca* (Cichlidae): una revisión de las investigaciones realizadas en el siglo XXI

Parasitic fauna of two fishes of the genus *Satanoperca* (Cichlidae): a review of research carried out in the 21st century

Fred William Chu-Koo^{1*} ; Yeng Fred Chu-Ochoa² ; Miriam Adriana Alvan-Aguilar³ 

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Yurimaguas, Perú

²Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú

³Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), Iquitos, Perú

RESUMEN

Los cíclidos, son peces de climas cálidos que presentan una rica variedad de patrones de coloración, comportamiento, hábitos alimenticios y tamaños. Los cíclidos del género *Satanoperca* están ampliamente distribuidos en la región oriental de América del Sur y son peces que tienen importancia económica en la industria ornamental y como peces de consumo humano directo. Las enfermedades causadas por agentes parasitarios afectan a la industria acuícola para producción de carne como también a los criadores de peces con fines ornamentales. Se hizo una revisión en todas las bases de datos bibliográficos disponibles en internet, de los parásitos reportados en el periodo 2001 - 2022 en las especies *Satanoperca jurupari* y *S. pappaterra*. Se reportó un total de 18 trabajos publicados sobre la materia de estudio en los últimos 21 años, siendo el 94,44% de ellos de autoría de investigadores brasileños. Los tres grupos de parásitos más diversos que se reportaron infestando a estos dos cíclidos fueron los siguientes: Nematoda y Digenea con seis especies, y Monogenea con cinco especies. A diferencia de *Satanoperca pappaterra* que solo registró un total de ocho parásitos, *S. jurupari* fue infestado por un total de 24 parásitos.

Palabras clave: Amazonía; cíclidos; parásitos; revisión

ABSTRACT

Cichlids are warm-climate fish that exhibit a rich variety of color patterns, behavior, feeding habits, and range. The cichlids of the genus *Satanoperca* are widely distributed in the eastern region of South America and are economically important in the ornamental fish industry and as fish for direct human consumption. Diseases caused by parasitic agents negatively affects to the aquaculture industry for meat production as well as to fish farmers for ornamental purposes. A review was made in all the bibliographic databases available on the internet, on the parasites reported in the period 2001 - 2022 infesting the species *Satanoperca jurupari* and *S. pappaterra*. A total of 18 papers published on the subject of study in the last 21 years were reported, 94.44% of them being authored by Brazilian researchers. The three most diverse groups of parasites that were reported infesting these two cichlids were the following: Nematoda and Digenea with six species and Monogenea with five species. Unlike *Satanoperca pappaterra* which only was reported a total of eight parasites, *S. jurupari* was infested by a total of 24 parasites.

Keywords: Amazon; cichlids; parasites; review

Cómo citar / Citation: Chu-Koo, F. W., Chu-Ochoa, Y. F. & Alvan-Aguilar, M. A. (2022). Fauna parasitaria de dos peces del género *Satanoperca* (Cichlidae): Una revisión de las investigaciones realizadas en el siglo XXI. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(1), e11. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i1.11>

Recibido: 05/01/2022

Aceptado: 25/03/2022

Publicado: 20/04/2022

*Fred William Chu-Koo - fchu@unaaa.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

Los cíclidos, son peces de climas cálidos del orden Perciformes, que presentan una rica variedad de patrones de coloración, comportamiento, hábitos alimenticios y tamaños. Habitan diversos tipos de ecosistemas salobres y aguas dulces existiendo actualmente cerca de 3000 especies reportadas en zonas tan remotas como Madagascar, Medio Oriente y el sur de Asia (Lloyd Smith et al., 2021) pero principalmente en dos zonas donde alcanzaron altos niveles de diversidad e irradiación: África con más de 2000 especies y América Central y del Sur, que aglomeran alrededor de 600 especies (Kocher, 2004; Turner, 2007).

Dentro de los cíclidos sudamericanos destacamos a los peces del género *Satanoperca* Günther, 1862, que están ampliamente distribuidos en la región oriental de América del Sur. En la actualidad existen hasta diez especies válidas distribuidas en dos grupos de especies sensu (Rúbia Ota et al., 2021). El grupo de especies de *Satanoperca daemon* incluye a *S. acuticeps* (Heckel, 1840), *S. daemon* (Heckel, 1840) y *S. Lilith* (Kullander & Ferreira, 1988) y se caracteriza por la presencia de manchas negras redondeadas en el flanco y altos valores mirísticos.

Por otro lado, el grupo de especies de *Satanoperca jurupari* incluye a *S. curupira* (Ota et al., 2018), *S. jurupari* (Heckel, 1840), *S. leucosticta* (Müller & Troschel, 1849), *S. mapiritensis* (Fernández - Yopez, 1950), *S. pappaterra* (Heckel, 1840), *S. rhynchitis* (Kullander, 2012) y recientemente a una nueva especie descrita como *S. setepele* (Rúbia Ota et al., 2021), se caracteriza por la ausencia de manchas negras redondeadas en el flanco y bajos valores mirísticos.

Satanoperca jurupari es un pez que puede alcanzar hasta los 25 cm de longitud total y que es habitualmente consumida por los pobladores ribereños amazónicos pero que principalmente es explotado como pez ornamental (García Dávila et al., 2020). *S. jurupari* está ampliamente distribuida dentro de la red hidrográfica del río Amazonas, reportándose no solamente en Brasil, Perú, Ecuador y Colombia sino también en la Guyana Francesa (Kullander, 2003). Es un omnívoro que excava en el fango en procura de organismos bentónicos. Tiene una interesante plasticidad alimenticia que le permite incorporar en su dieta, semillas y frutos, peces pequeños, micro crustáceos, larvas de insectos acuáticos, así como insectos terrestres que caen al agua (Froese et al., 2022). Como todo cíclido, *S. jurupari* no realiza migración reproductiva y según lo descrito por otros autores, tiene una estrategia reproductiva del tipo k (Santos et al., 2006; Soares et al., 2008; Queiroz et al., 2013). De acuerdo con García Dávila et al. (2020), en la última década, las casas acuaristas de Iquitos (Perú) exportaron anualmente entre 8600 a 21,000 ejemplares de 40 a 100 mm de talla hacia los Estados Unidos, Asia y Europa, a un precio promedio de 0,66 dólares la unidad.

Satanoperca pappaterra por su parte, es un pez que puede alcanzar hasta los 27,5 cm de longitud total y hasta 338 g de peso (Froese et al., 2022). A diferencia de *S. jurupari*, este pez habita en arroyos, ríos y lagunas de fondo arenoso a fangoso de Brasil, Bolivia y Paraguay (Rodrigues Da Silva et al., 2012), aunque se sospecha que existen pequeñas poblaciones colonizando los ríos Tambopata y Madre de Dios en Perú (Willis et al., 2012). Es un pez *bentófago* con tendencias detritívoras-invertívoras, que se alimenta de larvas de insectos, crustáceos, restos de plantas y escamas sueltas hundiéndose su boca protuberante en el fondo, llenándolo con sedimentos y clasificando la comida dentro de ella (Hahn & Cunha, 2005; Froese et al., 2022). La mayor parte del bocado se expulsa a

través de las aberturas operculares y la boca (Kullander, 2003). Se encuentra en aguas claras y negras y además de ser parte de la dieta del poblador ribereño, también es explotado como pez ornamental en Bolivia (Sarmiento et al., 2014).

Las enfermedades causadas por agentes parasitarios son uno de los principales problemas que afectan a la industria acuícola para producción de carne como también a los criadores de peces con fines ornamentales (Ríos-Ramírez & Bardales-del-Aguila, 2022). Los parásitos atacan órganos tales como branquias, ojos, piel, intestinos, entre otros y pueden ocasionar severas pérdidas económicas a la industria pues reducen el crecimiento de los peces, deprimen el sistema inmunológico, impiden o retrasan la reproducción, causan decoloración y pérdida de escamas y eventualmente la muerte de los individuos (Dewi et al., 2018). En ese sentido, la evaluación parasitológica en los peces ornamentales, es una necesidad real para mejorar la productividad de los centros de producción, al mantener la salud de los peces (Florindo et al., 2017). El presente trabajo presenta al lector, los resultados de una exhaustiva revisión de la información publicada desde el año 2001 sobre los distintos agentes parasitarios que afectan a *S. jurupari* y *S. pappaterra*.

2. METODOLOGÍA

Los datos descritos en este artículo se obtuvieron de una revisión exhaustiva de la literatura científica (artículos científicos, artículos de revisión, notas científicas y libros), existente en todas las bases de datos disponibles en internet en la actualidad. Se utilizaron como términos de búsqueda: <*Satanoperca*>, <*jurupari*>, <*pappaterra*>, <*demon eartheater*>, <*acará bicudo*>, <parásitos>, <parásitas> y <parasites>. El periodo analizado se circunscribe entre los años 2001 al 2022. No se incluyeron resultados de disertaciones, tesis, ni de resúmenes presentados en congresos científicos.

En los resultados se enumeran los nombres de la especie o género de parásito reportado en *S. jurupari* y *S. pappaterra*, la ubicación del parásito en el huésped, el sitio de captura del huésped, siempre que sea posible, la prevalencia del parásito (P%), la intensidad media (IM) y la abundancia media (AM), así como las referencias bibliográficas de las fuentes de información. Cuando no se indica datos de prevalencia, IM y AM, significa que no fue descrito por los autores. La información colectada se presenta en una sola tabla, dividida en secciones que corresponden a los parásitos de los siguientes grupos: *Myxozoa*, *Protozoa*, *Monogenoidea*, *Nematoda*, *Cestoda*, *Crustacea*, *Acanthocephala* y *Fungi*. Una discusión general se presenta al final de este documento.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

Luego de revisar la literatura, encontramos que la incidencia de parásitos fue mayor en *S. jurupari* que en *S. pappaterra* (24 taxones vs 8, respectivamente). Seis taxones de nematodos (*Ichthyouris* sp., *Raphidascaaris* (*Sprentascaaris*) *lanfrediae*, *Raphidascaaroides* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *rarus*, *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. y *Pseudoproleptus* sp.); cuatro de digeneos (*Diplostomum* sp., *Genarchella* *genarchella*, *Posthodiplostomum* sp. y *Clinostomum* *marginatum*) y *Myxozoa* (*Henneguya* *sacacaensis*, *Henneguya* sp., *Ceratomyxa* sp. y *Ellipsomyxa* *tucujuensis*), tres de Monogenoidea (*Sciadicleithrum* *juruparii*, *S. edgari* y *S. satanopercae*), dos de Crustacea (*Ergasilus* *coatiarus* y *Argulus* *multicolor*), *Protozoa* (*Ichthyophthirius* *multifiliis* y *Piscinoodinium* *pillulare*), y

Acanthocephala (*Gorytocephalus spectabilis* y *Neoechinorhynchus paraguayensis*), y uno del reino Fungi (*microsporidios*) fueron reportados infestando a la especie *S. jurupari*, respectivamente.

Por su parte, constatamos que tres taxones de monogeneos (*Sciadicleithrum* sp., *S. satanopercae* y *Cleidodiscus* sp.) tres de digeneos (*Diplostomum* sp., *Ascocotyle* sp. y *Austrodiplostomum compactum*), así como un taxón de cestodos (*Proteocephalidea*), y crustáceos (copépodo), fueron reportados infestando al pez *S. pappaterra*. En la Tabla 1, mostramos los resultados en mayor detalle.

Tabla 1

Filo, taxón, ubicación en el huésped, sitio de colecta, prevalencia (P%), intensidad media (IM) y abundancia media (AM) de parásitos reportados en dos cíclidos del género Satanoperca según la literatura científica publicada en el periodo 2001 – 2022

Phyllum /Taxa	Taxón, Género o especie	Huésped	Ubicación en el huésped	Sitio de colecta	P (%)	IM	AM	Referencia
Myxozoa	<i>Henneguya sacacaensis</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Curiau, Amapá, Brasil	57,1	-	-	(Ferreira et al., 2020)
	<i>Henneguya</i> sp.	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Curiau, Amapá, Brasil	72,7	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)
	<i>Ceratomyxa</i> sp.	<i>S. jurupari</i>	Vesícula biliar	Río Curiau, Amapá, Brasil	27,2	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)
	<i>Ellipsomyxa tucujuensis</i>	<i>S. jurupari</i>	Vesícula biliar	Río Curiau, Amapá, Brasil	45,5	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)
Protozoa	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	730,0	559,6	(Oliveira et al., 2017)
	<i>I. multifiliis</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	76,7	133749	102541	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Piscinoodinium pillulare</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	60,0	1678,8	1007,3	(Tavares-Dias et al., 2017)
Monogeneoidea	<i>Sciadicleithrum juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	3,18	1,2	(Oliveira et al., 2017)
	<i>S. juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Matapi, Brasil	40,0	5,3	2,1	(Ferreira-Sobrinho & Tavares-Dias, 2016)
	<i>S. juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	50,0	52,9	26,5	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Sciadicleithrum edgari</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Araguari, Brasil	50,0	-	-	(Paschoal et al., 2016)
	<i>Sciadicleithrum</i> sp.	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Paraná, Brasil	64,7	23,0	14,88	(Yamada et al., 2007)
	<i>Sciadicleithrum satanopercae</i>	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Medio Río Paraná, Brasil	75,0	23,0	-	(F. Yamada et al., 2009)
	<i>Cleidodiscus</i> sp.	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)
	<i>Sciadicleithrum</i> sp.	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)
	<i>S. satanopercae</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Tributarios del Río Amazonas, Iquitos, Perú	-	-	-	(Mendoza-Franco et al., 2010)
	<i>S. satanopercae</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	40,0	5,4	-	(Bittencourt et al., 2014)
<i>S. juruparii</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Guamá, Pará, Brasil	20,0	-	-	(Carvalho de Melo, 2012)	

Digenea	<i>Diplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Ojos	Lagos Preto, Catalao y Poraqué, Brasil	100,0	4,2	111	(Silva de Souza et al., 2017)
	<i>Genarchella genarchella</i> (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	1,0	0,7	(Oliveira et al., 2017)
	<i>Posthodiplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	390,7	338,6	(Oliveira et al., 2017)
	<i>Posthodiplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	33,3	263,1	87,7	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Posthodiplostomum</i> sp. (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	6,7	1,5	0,1	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Clinostomum marginatum</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	10,0	1,7	0,2	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Genarchella genarchella</i> (metacercarias)	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	3,3	5,0	0,2	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Ascocotyle</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	41,18	5,5	2,26	(Yamada et al., 2007)
	<i>Ascocotyle</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)
	<i>Diplostomum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	16,7	3,5	0,62	(Yamada et al., 2007)
	<i>Austrodiplostomum compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Río Tiete, São Paulo, Brasil	60,0	6,4	3,84	(Paes et al., 2010)
	<i>A. compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	24,3	(De Paiva Affonso et al., 2017)
	<i>S. compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Machado et al., 2005)
	<i>S. compactum</i> (metacercarias)	<i>S. pappaterra</i>	Ojos	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)
	Nematoda	<i>Ichthyouris</i> sp. (larvas)	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	20,0	5,7	1,1
<i>Raphidascaris (Sprentascaris) lanfrediae</i>		<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	27,0	16,0	-	(Carvalho de Melo et al., 2011)
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) rarus</i>		<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	1,7	-	-	(Carvalho de Melo, Nunes dos Santos, et al., 2012)
<i>Procamallanus (Spirocamallanus) sp.</i>		<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	1,7	-	-	(Carvalho de Melo, 2012)
<i>Raphidascaroides</i> sp.		<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	1,7	-	-	(Carvalho de Melo, 2012)
<i>Pseudopropleptus</i> sp.	<i>S. jurupari</i>	Mesentérico	Río Guamá, Pará, Brasil	-	-	-	(Melo et al., 2011)	
Cestoda	Proteocephalidea (plerocercoides)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	2,94	1,0	0,04	(Yamada et al., 2007)
	Proteocephalidea (plerocercoides)	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	-	-	-	(Takemoto et al., 2009)
	<i>Ergasilus coatiarus</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	2,38	1,0	(Oliveira et al., 2017)

Crustacea	<i>Ergasilus coatiarus</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	20,0	7,0	1,4	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Argulus multicolor</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Jari, Amapá, Brasil	100,0	1,6	0,4	(Oliveira et al., 2017)
	<i>Argulus multicolor</i>	<i>S. jurupari</i>	Branquias	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	6,7	1,0	0,07	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Copépodo</i>	<i>S. pappaterra</i>	Branquias	Alto Río Paraná, Brasil	2,94	4,0	0,12	(Yamada et al., 2007)
Acanthocephala	<i>Gorytocephalus spectabilis</i>	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Fortaleza, Amapá, Brasil	23,3	18,6	4,3	(Tavares-Dias et al., 2017)
	<i>Neoechinorhynchus paraguayensis</i>	<i>S. jurupari</i>	Intestino	Río Guamá, Pará, Brasil	13,0	5,0	-	(Carvalho de Melo, 2012)
	<i>Microsporidios (esporas)</i>	<i>S. jurupari</i>	Aletas, ojo, boca, piel, branquias, y opérculo.	Río Curiau, Amapá, Brasil	36,4	-	-	(Da Silva Ferreira et al., 2021)

4. DISCUSIÓN

4.1. Myxozoa

Los *Myxozoa* Grassé, 1970 son un grupo de cnidarios endoparásitos con complejos ciclos de vida, que afectan diversos órganos de huéspedes vertebrados e invertebrados y que presentan alta especificidad (László et al., 2002; Okamura et al., 2018) y que han recibido una notoria atención en los últimos años (Araújo et al., 2022). Según estimaciones de Okamura et al. (2018) se han descrito alrededor de 150 *mixozoos* de agua dulce en América del Sur, con alrededor de 55 reportados en la cuenca amazónica (Zatti et al., 2018).

En la presente revisión hallamos cuatro taxones pertenecientes al filo *Myxozoa* infectando las branquias (*Henneguya sacacaensis*, y *Henneguya* sp.) y la vesícula biliar (*Ceratomyxa* sp. y *Ellipsomyxa tucujuensis*) del cíclido *S. jurupari*; sin embargo, no encontramos reportes de *Myxozoa* en *S. pappaterra*.

Del género *Henneguya* Thélohan, 1892 podemos afirmar que es el segundo más grande dentro de los *Myxosporaea*, con alrededor de 190 especies descritas a nivel mundial (Eiras & Adriano, 2012) que se caracterizan por ser predominantemente *histozoicas*, es decir, que son capaces de ocasionar considerables cambios patológicos como la destrucción de filamentos branquiales y ocasionar fallo respiratorio en el huésped (Lom & Dyková, 1992; Morsy et al., 2012; Mathews et al., 2016). Por su parte, los *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 son ampliamente conocidos como parásitos de peces de aguas marinas y salobres; sin embargo, estudios recientes han revelado una creciente diversidad de especies de *Ceratomyxa* en las vesículas biliares de peces de agua dulce sudamericanos (Zatti et al., 2017; Zatti et al., 2018; Ferreira et al., 2021; Zatti et al., 2022; Araújo et al., 2022).

Con respecto a *Ellipsomyxa* (Køie, 2003), este es un género de *mixozoos* que pertenece a la Clase *Myxosporaea* y familia *Ceratomyxidae* (Køie, 2003) y que a la fecha solo tiene a cuatro especies reportadas como parásitos de peces amazónicos, *Ellipsomyxa amazonensis* (Zatti et al., 2018), *E. plagioscioni* y *E. paraensis* (Zatti et al., 2020), siendo la cuarta, *E. tucujuensis*, aislada de la vesícula biliar de *S. jurupari* (Ferreira et al., 2021).

4.2. Protozoa

Los ambientes acuáticos donde se practica la acuicultura y la cría de peces ornamentales, son sistemas complejos donde varios tipos de microbios como los protozoos coexisten con los peces en cultivo. Los peces como cualquier ser vivo, pueden albergar ectoparásitos y endoparásitos de taxones diversos (Alvarado-Panameño, 2019). En tal sentido, las infecciones causadas por protozoos representan un evento particularmente frecuente y un desafío constante para la industria acuícola y del comercio de peces ornamentales (Fleck et al., 2021) causando altas mortalidades y costosas pérdidas económicas (Wang et al., 2019).

En la presente revisión hallamos dos taxones pertenecientes al filo *Protozoa* (*Ichthyophthirius multifiliis* y *Piscinoodinium pillulare*) infectando las branquias del cíclido *S. jurupari*. El ciliado *I. multifiliis*, conocido vulgarmente como "ichi", es el causante de la enfermedad denominada "punto blanco". Es un parásito que infecta a casi todos los peces de agua dulce (Matthews, 2005) causando devastadoras consecuencias debido a que rápidamente pueden ocasionar altos niveles de morbilidad y mortalidad (Jessop, 1995), así como grandes pérdidas económicas en la acuicultura (Wang et al., 2019). En la presente revisión encontramos que el nivel de prevalencia de este parásito en *S. jurupari* capturados en los ríos Fortaleza y Jari (estado de Amapá), varió entre 76,7 y 100%, hallándose además altos niveles de intensidad y abundancia media en los hospederos (Oliveira et al., 2017; Tavares-Dias et al., 2017).

Respecto al dinoflagelado *P. pillulare*, podemos decir que es un protozoario parásito que con relativa frecuencia es registrado en centros de producción piscícola localizadas en áreas templadas y tropicales. No tiene especificidad parasitaria y se localiza en piel, branquias y epitelio bucal y nasal de sus hospederos, causando ligeras inflamaciones, irritación, hemorragias, petequias en el tegumento y degeneración celular (Arbildo Ortiz et al., 2020). En la presente revisión Tavares-Dias et al. (2017) reportan una prevalencia de 60% en los ejemplares de *S. jurupari* capturados en el río Fortaleza (Amapá), con intensidad y abundancia media de 1678,8 y 1007,3 respectivamente. No se encontraron trabajos que reporten la presencia de protozoarios parásitos en el pez *S. pappaterra*.

4.3. Clase Monogenea

Son platelmintos ectoparásitos ampliamente diversificados con ciclos de vida directos (Kuchta et al., 2020), con alta especificidad (Whittington et al., 2000) y cuyos hospedadores pueden ser anfibios y reptiles (Cohen et al., 2013) así como peces marinos y dulceacuícolas (Thatcher, 2006; Justine et al., 2013). Representantes de los géneros *Dactylogyrus*, *Gyrodactylus*, *Gussevia*, *Linguadactyloides* y *Notozothecium* tienen la capacidad de causar severas infestaciones en peces silvestres y sobre todo en estaciones piscícolas, ocasionando significativas pérdidas económicas (Scholz, 1999; Thatcher, 2006; Cohen et al., 2013; Mathews et al., 2013; Gonzales et al., 2016; Tavares-Dias & Martins, 2017).

La revisión realizada reportó tres especies de monogeneos (*Sciadicleithrum juruparii*, *S. edgari* y *S. satanopercae*) parasitando las branquias de *Satanoperca jurupari* (Mendoza-Franco et al., 2010; Carvalho de Melo et al., 2012; Ferreira-Sobrinho & Tavares-Dias, 2016; Paschoal et al., 2016; Oliveira et al., 2017; Tavares-Dias et al., 2017), mientras que otras tres especies (*Sciadicleithrum satanopercae*, *Cleidodiscus* sp. y *Sciadicleithrum* sp.) fueron registradas infestando las branquias de *S. pappaterra* (Yamada et al., 2007; Takemoto et al., 2009; Yamada et al., 2009).

El género *Sciadicleithrum* (Kritsky et al., 1989) cuenta con 24 especies válidas y pertenece a la familia *Ancyrocephalidae*. Son parásitos que se caracterizan por poseer gónadas superpuestas, un órgano copulador masculino enrollado con un anillo en el sentido de las agujas del reloj, anclas no modificadas y la barra ventral con una membrana o cavidad *umbeliforme* (Kritsky et al., 1989; Mendoza-Franco et al., 2010).

Junto con *Gussevia* (Kohn et al., 2016) y *Trinidactylus Hanek*, (Molnar et al., 2008), son parásitos frecuentes en cíclidos sudamericanos (Carvalho et al., 2008). Por su parte, las especies del género *Cleidodiscus* se adhieren a las branquias de los peces hospederos, produciendo huevos que son expulsados a la columna de agua y que luego se adhieren a la mucosidad o material orgánico. Los huevos eclosionan y las larvas se adhieren a un nuevo huésped y se desarrollan hasta la fase adulta (González-Fernández, 2021).

4.4. Subclase Digenea

Los digeneos son un grupo muy diverso de parásitos con más de 2500 géneros y 18000 especies (Kostadinova & Pérez-del-Olmo, 2019; Machuca et al., 2021). Estimaciones recientes sugieren que la diversidad total puede exceder las 44000 especies (Tholan et al., 2020). En esta revisión identificamos cuatro especies de digeneos (*Diplostomum* sp., *Genarchella genarchella*, *Posthodiplostomum* sp. y *Clinostomum marginatum*) presentes en *S. jurupari* y tres (*Diplostomum* sp., *Ascocotyle* sp. y *Austrodiplostomum compactum*) en *S. pappaterra*.

Ejemplares de los géneros *Austrodiplostomum* y *Diplostomum* fueron hallados alojados en los ojos de *S. jurupari* y *S. pappaterra*. Las patologías asociadas a estos dos géneros son la invasión de los cristalinos, la formación de cataratas subcapsulares, ceguera, reacciones inflamatorias subagudas pronunciadas, exoftalmía, licuefacción de las fibras corticales, necrosis y hemorragia localizada (Sommerville, 2012). Por su parte, *metacercarias* de *Posthodiplostomum* sp. (Familia *Diplostomidae*) fueron reportados en las branquias y los intestinos de *S. jurupari*. Las *metacercarias* de *Posthodiplostomum* causan la enfermedad conocida como "mancha negra" en peces y tienen la capacidad de enquistarse en las vísceras (Karimian et al., 2013) causando también la enfermedad denominada como "gusano blanco" (Girola et al., 1992; Boone et al., 2018).

Respecto a las patologías asociadas a las *metacercarias* de *Clinostomum* tenemos las siguientes: el enquistamiento de las *metacercarias* en diferentes sitios del cuerpo (p. ej., dermis, músculos, en el caso nuestro fue en las branquias de *S. jurupari*) o permanecer libres en la cavidad corporal. Causan abultamiento y distorsión del perfil del cuerpo de los peces, estropeando su apariencia y haciéndolos más susceptibles a la manipulación (El-Sayed, 2020). Por su parte, *Genarchella genarchella* es un digeneo ampliamente distribuido en peces *caraciformes* y *siluriformes* de Brasil, Argentina y Uruguay (Scholz, 1999; Kohn et al., 2016; Franceschini et al., 2013). Es posible que este digeneo haya llegado a *S. jurupari* a través de la dieta, puesto que tiene a los moluscos como huéspedes intermediarios y a los peces como huéspedes definitivos (Lefevre & Poulin, 2005).

Finalmente, las *metacercarias* del digeneo del género *Ascocotyle* registradas por Yamada et al. (2007) y Takemoto et al. (2009) en el pez *S. pappaterra*, son conocidas por poseer una ventosa oral armada con espinas *periorales* dispuestas generalmente en una o dos filas (las espinas están ausentes en

muy pocos taxones) y portando una prolongación muscular cónica (apéndice posterior) de la ventosa oral (Castañeda et al., 2003). Los *Ascocotyle* utilizan caracoles como primeros huéspedes intermedios y peces como segundos huéspedes; siendo las aves o los mamíferos que se alimentan de peces los huéspedes definitivos (Cribb et al., 2003). Es posible que este digeneo haya llegado a *S. pappaterra* a través de la dieta.

4.5. Nematoda

Son gusanos redondos no segmentados que forman parte del grupo más abundante de organismos metazoarios que viven en ambientes terrestres o acuáticos, contándose en la actualidad con cerca de 30.000 especies descritas (Hodda, 2022) y un millón de especies aún por descubrir (Blaxter, 2011).

En la presente revisión se registraron seis nematodos (*Ichthyouris* sp., *Raphidascaris* (*Sprentascaris*) *lanfrediae*, *Raphidascaroides* sp., *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *rarus*, *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. y *Pseudoproleptus* sp.) parasitando los intestinos de *S. jurupari*. Sorprendentemente no se reportan nematodos parasitando los intestinos de *S. pappaterra*, a pesar de que este fue el grupo de endoparásitos más diverso registrado en *S. Jurupari*.

Los nematodos son helmintos endoparásitos que pueden ocasionar altas mortalidades en peces infectados. Representantes de los géneros *Camallanus* y *Procamallanus* han sido reportados como responsables de problemas sanitarios y daños histopatológicos en diferentes especies de peces, entre ellos de *Brycon amazonicum*, un pez importante en la acuicultura en la región amazónica (Moravec, 1998; Murrieta Morey & Floríndez, 2018; Rivadeneyra et al., 2020). Por su parte, representantes de los géneros *Raphidascaris* y *Raphidascaroides* son responsables de alteraciones histopatológicas, hiperplasia de células caliciformes e infiltración linfocítica moderada, con consecuencias patológicas leves debido a la falta de órganos de sujeción (Bamidele, 2021).

4.6. Cestoda

Los cestodos son aquellos helmintos conocidos vulgarmente como gusanos planos o "tenias" y en la actualidad representan un grupo con aproximadamente 5000 especies que parasitan a todos los tipos de vertebrados, incluidos los humanos, con alrededor de 1500 especies de gusanos que parasitan a los peces (Scholz, 1999). En esta revisión sólo se pudo encontrar a plerocercoides (último estadio larvario) del grupo Proteocephalidea infestando las branquias del cíclido *S. pappaterra*. Los cestodos suelen ser parásitos comunes de peces de cultivo, y solo unas pocas tenias adultas son realmente patógenas para sus huéspedes. Por el contrario, las larvas, especialmente los plerocercoides, pueden ser dañinas para los peces pues tienen la capacidad de migrar a través de sus tejidos y órganos internos (Scholz, 1999). No se reportaron cestodos infestando al cíclido *S. jurupari*.

4.7. Crustacea

Los crustáceos son uno de los grupos de invertebrados más exitosos del planeta, con aproximadamente 40000 especies descritas y unas 150000 especies reconocidas, muchas de ellas habitando en ecosistemas acuáticos (Hobbs, 2012). Cerca de 7000 especies de crustáceos son parásitos de otros seres vivos (Boxshall & Hayes, 2019). En la revisión realizada se reportaron dos

crustáceos parasitando al 100% de los ejemplares del cíclido *S. jurupari* provenientes del río Jari (Amapá, Brasil): *Argulus* multicolor perteneciente a la subclase *Branchiura* y *Ergasilus coatiarus* perteneciente a la subclase Copépoda (Oliveira et al., 2017).

Las especies del género *Argulus* son conocidos vulgarmente como "piojos de los peces", poseen estructuras que le permitan fijarse en la piel de sus hospederos de donde obtienen sus alimentos insertando una estructura larga en forma de espina (Noga, 2010). Las repetidas punciones en la piel, combinada con la secreción de enzimas y la actividad de sus piezas bucales aserradas, ocasionan rupturas de tejidos e irritación, produciendo erosiones en la piel de sus hospederos, pérdida de mucus y tejido epitelial como ha sido reportado en el bagre *Brachyplatystoma tigrinum* (Alcántara-Bocanegra et al., 2008) y la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss* (Noga, 2010). Por su parte, el género *Ergasilus* reúne a copépodos parásitos que invaden y rodean las laminillas branquiales de sus hospederos con sus segundas antenas, comprimen el epitelio, provocan hiperplasia y hemorragia, ocluyen las arterias y, a menudo, provocan la rotura de las laminillas branquiales (Dezfuli et al., 2011).

4.8. Acanthocephala

Conocidos como los "gusanos de cabeza espinosa", tienen cuerpos alargados no segmentados, compuestos del *prosoma* y del tronco. El *prosoma* incluye un cuello pequeño y la probóscide, que es el órgano de unión que lleva ganchos quitinosos de diferente número, tamaño y disposición, siendo el rasgo característico de este grupo. La probóscide puede volverse retráctil cuando el gusano es eliminado del anfitrión (Hoffman, 1999)

Los acantocéfalos adultos viven de forma parasitaria en el intestino de sus peces hospederos, alimentándose directamente de sus tegumentos, causando daños severos a la pared intestinal y pudiendo incluso bloquear el intestino del huésped, ocasionando su muerte (Amin et al., 2015).

En la revisión realizada no se reportan registros de la presencia de acantocéfalos, parasitando a individuos de *S. pappaterra*, a diferencia de *S. jurupari*, en el cual se han registrado dos acantocéfalos: *Gorytocephalus spectabilis* (Tavares-Dias & Martins, 2017) y *Neoechinorhynchus paraguayensis* (Carvalho de Melo, Nunes dos Santos, et al., 2012) con prevalencias de 23,3% y 13%, respectivamente.

Amin et al. (2015) reportaron que la invasión de especímenes del género *Neoechinorhynchus* causan daños intensos en el intestino de sus peces huéspedes debido a que estos gusanos destruyeron el revestimiento epitelial y migran a través de la delgada pared del músculo liso del intestino hacia la cavidad corporal del huésped. Las hemorragias, necrosis tisular, compresión de las vellosidades y la pérdida de células epiteliales del huésped parecen ser la patología típica en los sitios intestinales ocupados por estos gusanos.

4.9. Fungi

Debido a su naturaleza oportunista y su propensión a infectar organismos inmunodeprimidos y taxonómicamente diversos, la *microsporidiosis* ha sido clasificada como una infección emergente y oportunista producida por microorganismos intracelulares que han sido taxonómicamente reclasificados como hongos (Anane & Attouchi, 2010; Stentiford et al., 2016). Los microsporidios son un filo diverso de parásitos formadores de esporas que infectan a poco más de 20 géneros distintos

de peces en el mundo (Stentiford et al., 2016). En la presente revisión, Da Silva Ferreira et al. (2021) registraron la presencia de esporas de microsporidios en el cíclido *S. jurupari*.

CONCLUSIONES

La revisión de literatura realizada reportó un total de 18 trabajos publicados sobre la materia de estudio en los últimos 21 años, siendo el 94,44% de ellos de autoría de investigadores brasileños y con peces capturados en territorio de dicho país. Tan solo el artículo publicado por Mendoza-Franco et al. (2010) fue elaborado con peces colectados en otro país (Perú). Esta realidad es un claro indicador del liderazgo que ostenta Brasil en esta área de las ciencias, con grupos de investigación consolidados funcionando en centros universitarios tales como: la Universidad Estadual de Maringá, la Universidad del Estado de Amapá, la Universidad Federal de Amapá, la Universidad Federal de Pará, y el Instituto Nacional de Pesquisas de la Amazonía.

Los tres grupos de parásitos más diversos que se reportaron infestando a las dos especies de cíclidos seleccionados como hospederos en el presente artículo fueron los siguientes: *Nematoda* con seis especies, *Digenea* con seis y *Monogenea* con cinco especies, respectivamente. A diferencia de *Satanoperca pappaterra* que solo registró un total de ocho parásitos, *S. jurupari* fue infestado por un total de 24 parásitos.

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Chu-Koo, F. W.

Curación de datos: Chu-Ochoa, Y. F. y Alvan-Aguilar, M. A.

Análisis formal: Chu-Koo, F. W.

Investigación: Chu-Koo, F. W., Chu-Ochoa, Y. F. y Alvan-Aguilar, M. A.

Metodología: Chu-Koo, F. W.

Supervisión: Chu-Koo, F. W.

Redacción-borrador original: Chu-Koo, F. W., Chu-Ochoa, Y. F. y Alvan-Aguilar, M. A.

Redacción-revisión y edición: Chu-Koo, F. W.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcántara-Bocanegra, F., Chu-Koo, F. W., Rodríguez-Chu, L., Chávez, C., Bernuy-Rodríguez, A., Barbarán, T., Tello-Martín, J. S., & Nuñez, J. (2008). Primer reporte de parasitismo de *brachyplatystoma tigrinum* por *argulus pestifer*, en acuicultura. *Folia Amazónica*, 4(2), 99. <https://doi.org/10.24841/fa.v17i1-2.272>

- Alvarado-Panameño, J. F. (2019). Monitoreo de parásitos helmintos en peces del Embalse Cerrón Grande. *Revista Multidisciplinaria de La Universidad de El Salvador*, 2(1), 79–94. <https://minerva.sic.ues.edu.sv/index.php/Minerva/article/view/29>
- Amin, O. M., Heckmann, R. A., Ali, A. H., El Naggat, A. M., & Khamees, N. R. (2015). New Features of *Neoechinorhynchus* (*Neoechinorhynchus*) *dimorphospinus* (*Acanthocephala*: *Neoechinorhynchidae*) from Recent Collections in the Arabian Gulf Using SEM, with Notes on Histopathology. *Comparative Parasitology*, 82(1), 60–67. <https://doi.org/10.1654/4717.1>
- Anane, S., & Attouchi, H. (2010). Microsporidiosis: Epidemiology, clinical data and therapy. *Gastroentérologie Clinique et Biologique*, 34(8–9), 450–464. <https://doi.org/10.1016/j.gcb.2010.07.003>
- Araújo, B. L., Adriano, E. A., Franzolin, G. N., Zatti, S. A., & Naldoni, J. (2022). A novel *Ceratomyxa* species (Myxozoa: Cnidaria) infecting an Amazonian catfish. *Parasitology International*, 89, 102582. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102582>
- Arbildo Ortiz, H., Alvez-Robledo, J., Chuquipiondo Guardia, C., & Silva de Souza, A. K. (2020). Primer registro de infestación de *Piscinoodinium pillulare* (Dinoflagellida) en juveniles de *Colossoma macropomum* (Characiformes: Serrasalminidae) en cultivo semi-intensivo en Loreto, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(3), e16662. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16662>
- Bamidele, A. (2021). Ultrastructure of the Anisakid nematode, *Raphidascaroides* sp (Nematoda: Anisakidae) from the freshwater fish *Rhinogobius ocellatus* (Fowler, 1937) with attendant histopathological alterations in Lekki Lagoon, Lagos, Nigeria. *Scientific African*, 12, e00725. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00725>
- Bittencourt, L. S., Pinheiro, D. A., Cárdenas, M. Q., Fernandes, B. M., & Tavares-Dias, M. (2014). Parasites of native Cichlidae populations and invasive *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) in tributary of Amazonas River (Brazil). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(1), 44–54. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014006>
- Blaxter, M. (2011). Nematodes: The Worm and Its Relatives. *PLoS Biology*, 9(4), e1001050. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001050>
- Boone, E. C., Laursen, J. R., Colombo, R. E., Meiners, S. J., Romani, M. F., & Keeney, D. B. (2018). Infection patterns and molecular data reveal host and tissue specificity of *Posthodiplostomum* species in centrarchid hosts. *Parasitology*, 145(11), 1458–1468. <https://doi.org/10.1017/S0031182018000306>
- Boxshall, G., & Hayes, P. (2019). Biodiversity and Taxonomy of the Parasitic Crustacea. In *Parasitic Crustacea* (3rd ed., pp. 73–134). https://doi.org/10.1007/978-3-030-17385-2_3
- Carvalho, A., Tavares, L., & Luque, J. (2008). A new species of *Sciadicleithrum* (Monogenea, Dactylogyridae) parasitic on *Geophagus brasiliensis* (Perciformes, Cichlidae) from Guandu River, Southeastern Brazil. *Acta Parasitologica*, 53(3). <https://doi.org/10.2478/s11686-008-0035-6>

- Carvalho de Melo, M. de F., Nascimento dos Santos, J., Guerreiro Giese, E., Nunes dos Santos, E. G., & Portes Santos, C. (2011). *Raphidascaris* (*Sprentascaris*) *lanfrediae* sp. nov. (Nematoda: Anisakidae) from the fish *Satanoperca jurupari* (Osteichthyes: Cichlidae). *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz*, *106*(5), 553–556. <https://doi.org/10.1590/S0074-02762011000500006>
- Carvalho de Melo, M. de F., Nascimento dos Santos, J., & Portes Santos, C. (2012). *Sciadicleithrum juruparii* n. sp. (Monogenea: Ancyrocephalidae) from the gills of *Satanoperca jurupari* (Heckel) (Osteichthyes: Cichlidae) in the Guamá River, Amazon Delta, Brazil. *Systematic Parasitology*, *82*(2), 125–129. <https://doi.org/10.1007/s11230-012-9353-z>
- Carvalho de Melo, M. de F., Nunes dos Santos, E. G., Giese, E. G., Nascimento dos Santos, J., & Portes Santos, C. (2012). Parasites of *Satanoperca jurupari* (Osteichthyes: Cichlidae) from Brazil. *Parasitology Research*, *110*(1), 389–394. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2503-4>
- Castañeda, L., Carvajal, H., & Vélez, I. (2003). Algunos trematodos digeneos de peces marinos de Charambirá (Chocó, Colombia). *Actualidades Biológicas*, *25*(79), 147–155. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/329495>
- Cohen, S. C., C. N Justo, M., & Kohn, A. (2013). *South American Monogenoidea Parasites of Fishes, Amphibians and Reptiles* (Les auteurs (ed.); 1st ed.). Oficina de Libros.
- Cribb, T., Bray, R., Olson, P., Timothy, D., & Littlewood, J. (2003). Life Cycle Evolution in the Digenea: a New Perspective from Phylogeny. In *Advances in Parasitology Volume 54* (pp. 197–254). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(03\)54004-0](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(03)54004-0)
- Da Silva Ferreira, R. L., Pantoja Pinheiro, A., Dos Santos Dias, A. J., Amaral de Carvalho, A., Matos, E. R., Silva, G. A. da, & Videira, M. N. (2021). Carga parasitária x estresse oxidativo em *Satanoperca jurupari* (Heckel, 1840) na Amazônia Oriental. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, *12*(3), 136–144. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0013>
- Da Silva Ferreira, R. L., Tuloza da Silva, D., Amaral de Carvalho, A., Bittencourt, L. S., Hamoy, I., Matos, E., & Videira, M. (2021). *Ellipsomyxa tucujuensis* n. sp. (Myxozoa: Ceratomyxidae), a parasite of *Satanoperca jurupari* (Osteichthyes: Cichlidae) from the Brazilian Amazon. *Parasitology International*, *83*, 102332. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102332>
- De Paiva Affonso, I., Karling, L. C., Takemoto, R. M., Gomes, L. C., & Nilsson, P. A. (2017). Light-induced eye-fluke behavior enhances parasite life cycle. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *15*(6), 340–341. <https://doi.org/10.1002/fee.1513>
- Dewi, R. R., Desrita, & Fadhilla, A. (2018). The prevalence of parasites in ornamental fish from fish market in Medan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *122*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012110>
- Dezfuli, B. S., Giari, L., Lui, A., Lorenzoni, M., & Noga, E. J. (2011). Mast cell responses to *Ergasilus* (Copepoda), a gill ectoparasite of sea bream. *Fish & Shellfish Immunology*, *30*(4–5), 1087–1094. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2011.02.005>
- Eiras, J. C., & Adriano, E. A. (2012). A checklist of new species of *Henneguya Thélohan, 1892* (Myxozoa: Myxosporea, Myxobolidae) described between 2002 and 2012. *Systematic*

- Parasitology*, 83(2), 95–104. <https://doi.org/10.1007/s11230-012-9374-7>
- El-Sayed, A.-F. M. (2020). Stress and diseases. In *Tilapia Culture* (2nd ed., pp. 205–243). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816509-6.00009-4>
- Fernández - Yepez, A. (1950). Un nuevo pez de la familia Doradidae. In *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* (pp. 195–198).
- Ferreira-Sobrinho, A., & Tavares-Dias, M. (2016). A study on monogenean parasites from the gills of some cichlids (Pisces: Cichlidae) from the Brazilian Amazon. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 1002–1009. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.010>
- Ferreira, R. L. da S., Pantoja Pinheiro, A., Dias, A. J. dos S., Amaral de Carvalho, A., Rodrigues Matos, E., Araújo da Silva, G., & Nunes Videira, M. (2021). Carga parasitária x estresse oxidativo em *Satanoperca jurupari* (Heckel, 1840) na Amazônia Oriental. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 12(3), 136–144. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.003.0013>
- Ferreira, R. L. da S., Tuloza da Silva, D., Gomes de Araújo, P., Hamoy, I., Matos, E., & Nunes Videira, M. (2020). *Henneguya sacacaensis* n. Sp. (myxozoa: Myxosporidia) parasitizing gills of the acará bicudo *satanoperca jurupari* (osteichthyes: Cichlidae) in eastern amazon. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 29(2), 1–11. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612020030>
- Fleck, K., Nitz, M., & Jeffers, V. (2021). “Reading” a new chapter in protozoan parasite transcriptional regulation. *PLOS Pathogens*, 17(12), e1010056. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010056>
- Florindo, C., Branco, L. C., & Marrucho, I. M. (2017). Development of hydrophobic deep eutectic solvents for extraction of pesticides from aqueous environments. *Fluid Phase Equilibria*, 448, 135–142. <https://doi.org/10.1016/j.fluid.2017.04.002>
- Franceschini, L., Zago, A. C., Zocoller-Seno, M. C., Veríssimo-Silveira, R., Ninhaus-Silveira, A., & Silva, R. J. da. (2013). Endohelminths in *Cichla piquiti* (Perciformes, Cichlidae) from the Paraná River, São Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22(4), 475–484. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612013000400006>
- Froese, R., Schijns, R., Hutchings, J. A., & Pauly, D. (2022). Five centuries of cod catches in eastern Canada. *ICES Journal of Marine Science*, 79(5), 1708–1708. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac090>
- García Dávila, C., Murrieta Morey, G., Dávila Cardozo, N., Del Castillo Torres, D., Puertas Meléndez, P. E., Mejía Carhuana, K., Pérez Peña, P. E., Martín Brañas, M., Montoya, M., Zárata Gómez, R., Álvarez Alonso, J., Mayor, P., Gagliardi Urrutia, G., Abad Cueva, J. D., Garay Rodríguez, J., Fachín Malaverri, L., & García Ruiz, A. (2020). *I Congreso Internacional sobre Amazonía Peruana: Investigación para el desarrollo, perspectivas y retos* (J. J. Bellido (ed.)). CONIAP 2020.
- Girola, C., Martorelli, S., & Sardella, N. (1992). Presencia de metacercarias de *Monascus filiformis* (Digenea, Fellodistomidae) en hidromedusas del Océano Atlántico Sur. *Revista Chilena de Historia Natural*, 65(4), 409–415. http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1992/4/Girola_et_al_1992.pdf
- González-Fernández, J. G. (2021). Parasitofauna en variedades del pez ornamental *carassius auratus*

y descripción del ciclo biológico de *ichthyophthirius multifiliis* (ciliata ichthyophthiriidae), causante de mortalidades en un criadero de lima, Perú, 2007. *Neotropical Helminthology*, 6(1). <https://doi.org/10.24039/rnh201261999>

Gonzales, A. F., Mathews, P. D., Luna, L. E., & Mathews, J. D. (2016). Outbreak of *Notozothecium bethae* (Monogenea: Dactylogyridae) in *Myleus schomburgkii* (Actinopterygii: Characiformes) cultured in the Peruvian Amazon. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1631–1635. <https://doi.org/10.1007/s12639-015-0678-9>

Hahn, N. S., & Cunha, F. (2005). Feeding and trophic ecomorphology of *Satanoperca pappaterra* (Pisces, Cichlidae) in the Manso Reservoir, Mato Grosso State, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(6), 1007–1012. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132005000800017>

Hobbs, H. H. (2012). Crustacea. In Encyclopedia of Caves (Ed.), *Encyclopedia of Caves* (2nd ed., pp. 177–194). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-383832-2.00027-X>

Hodda, M. (2022). Phylum Nematoda: trends in species descriptions, the documentation of diversity, systematics, and the species concept. *Zootaxa*, 5114(1), 290–317. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5114.1.2>

Hoffman, G. L. (1999). *Parasites of North American freshwater fishes* (2nd ed.). Cornell University Press.

Jessop, B. M. (1995). *Ichthyophthirius multifiliis* in Elvers and Small American Eels from the East River, Nova Scotia. *Journal of Aquatic Animal Health*, 7(1), 54–57. [https://doi.org/10.1577/1548-8667\(1995\)007<0054:IMIEAS>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8667(1995)007<0054:IMIEAS>2.3.CO;2)

Justine, J.-L., Rahmouni, C., Gey, D., Schoelinc, C., & Hoberg, E. P. (2013). The monogenean which lost its clamps. *PLoS ONE*, 8(11), e79155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079155>

Karimian, E., Ghorbani, R., & Hajimoradlou, A. (2013). First occurrence and intensity of *Posthodiplostomum cuticola* (Nordmann, 1832) (Digenea; diplostomatidae) metacercariae in monkey goby (*Neogobius pallasii* berg, 1916) in the zarringol stream, Golestan province, Iran. *Global Veterinaria*, 10(5), 505–510.

Kocher, T. D. (2004). Adaptive evolution and explosive speciation: the cichlid fish model. *Nature Reviews Genetics*, 5(4), 288–298. <https://doi.org/10.1038/nrg1316>

Kohn, A., Moravec, F., Cohen, S. C., Canzi, C., Takemoto, R. M., & Fernandes, B. M. M. (2016). Helminths of freshwater fishes in the reservoir of the Hydroelectric Power Station of Itaipu, Paraná, Brazil. *Check List*, 7(5), 681. <https://doi.org/10.15560/7.5.681>

Køie, M. (2003). *Ellipsomyxa gobii* gen. et sp. n. (Myxozoa: Ceratomyxidae) in the common goby *Pomatoschistus microps* (Teleostei: Gobiidae) from Denmark. *Folia Parasitologica*, 50(4), 269–271. <https://doi.org/10.14411/fp.2003.045>

Kostadinova, A., & Pérez-del-Olmo, A. (2019). The Systematics of the Trematoda. In R. Toledo & B. Fried (Eds.), *Advances in Experimental Medicine and Biology* (pp. 21–42). Springer, Cham.

https://doi.org/10.1007/978-3-030-18616-6_2

- Kritsky, D. C., Thatcher, V. E., & Boeger, W. A. (1989). Neotropical Monogenea. 15. Dactylogyrids from the gills of Brazilian Cichlidae with proposal of *Sciadicleithrum* gen. n. (Dactylogyridae). *Proceedings of the Helminthological Society Washington*, 56(2), 128–140.
- Kuchta, R., Řehulková, E., Francová, K., Scholz, T., Morand, S., & Šimková, A. (2020). Diversity of monogeneans and tapeworms in cypriniform fishes across two continents. *International Journal for Parasitology*, 50(10–11), 771–786. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2020.06.005>
- Kullander, S. (2003). Family Cichlidae (Cichlids). In R. E. Reis, S. O. Kullander, & C. J. Ferraris (Eds.), *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Edipucrs.
- Kullander, S. (2012). *Krobia xinguensis*, a new species of cichlid fish from the Xingu River drainage in Brazil (Teleostei: Cichlidae). *Zootaxa*, 3197(1), 43. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3197.1.2>
- Kullander, S., & Ferreira, E. (1988). A new *Satanoperca* species (Teleostei, Cichlidae) from the Amazon river basin in Brasil. *Revista Internacional de Ictiología*, 12(4), 343–355.
- László, B., Csaba, S., & Kálmán, M. (2002). Atuais conhecimentos sobre Myxosporea (Myxozoa), parasitas de peixes: um estágio alternativo dos parasitas no Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 39(5), 271–276. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000500010>
- Lefevre, F., & Poulin, R. (2005). Progenesis in digenean trematodes: a taxonomic and synthetic overview of species reproducing in their second intermediate hosts. *Parasitology*, 130(6), 587–605. <https://doi.org/10.1017/S0031182004007103>
- Lloyd Smith, M., Immig, J., & Landos, M. (2021). *Los Contaminantes Acuáticos en Océanos y Pesquerías*. Red Internacional de Eliminación de Contaminantes (IPEN).
- Lom, J., & Dyková, I. (1992). Protozoan parasites of fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 4(1), 133–134. <https://doi.org/10.1007/BF00043268>
- Machado, P. M., Takemoto, R. M., & Pavanelli, G. C. (2005). *Diplostomum* (Austrodiplostomum) *compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Parasitology Research*, 97(6), 436–444. <https://doi.org/10.1007/s00436-005-1483-7>
- Machuca, Á., Quintanilla, M. S., Cabezas, C., Ulloa, J., Silva, A., & Morales, P. (2021). Parásitos en reinetas (*Brama australis*) comercializadas en la región del Maule, Chile. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(1), 17847. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.17947>
- Mathews, P. D., Maia, A. A. M., & Adriano, E. A. (2016). *Henneguya melini* n. sp. (Myxosporea: Myxobolidae), a parasite of *Corydoras melini* (Teleostei: Siluriformes) in the Amazon region: morphological and ultrastructural aspects. *Parasitology Research*, 115(9), 3599–3604. <https://doi.org/10.1007/s00436-016-5125-z>
- Mathews, P., Mertins, O., Mathews, J., & Orbe, R. (2013). Massive parasitism by *Gussevia tucunarensis* (Platyhelminthes: Monogenea: Dactylogyridae) in fingerlings of bujurqui-tucunare

- cultured in the Peruvian Amazon. *Acta Parasitologica*, 58(2). <https://doi.org/10.2478/s11686-013-0129-7>
- Matthews, R. A. (2005). Ichthyophthirius multifiliis Fouquet and Ichthyophthiriosis in Freshwater Teleosts. *Advances in Parasitology*, 59, 159–241. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(05\)59003-1](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(05)59003-1)
- Melo, M. F. C., Giese, E. G., Santos, J. N., & Portes Santos, C. (2011). First record of larval Pseudoproleptus sp. (Nematoda: Cystidicolidae) in fish host. *Acta Tropica*, 117(3), 212–215. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.12.011>
- Mendoza-Franco, E. F., Scholz, T., & Rozkošná, P. (2010). Tucunarella n. gen. and Other Dactylogyrids (Monogenoidea) From Cichlid Fish (Perciformes) From Peruvian Amazonia. *Journal of Parasitology*, 96(3), 491–498. <https://doi.org/10.1645/GE-2213.1>
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C., & Spalding, M. D. (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485–492. <https://doi.org/10.1890/070064>
- Moravec, F. (1998). *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region*. Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic Prague, Czech Republic.
- Morsy, K., Abdel-Ghaffar, F., Bashtar, A.-R., Mehlhorn, H., Al Quraishy, S., & Abdel-Gaber, R. (2012). Morphology and small subunit ribosomal DNA sequence of Henneguya suprabranchiae (Myxozoa), a parasite of the catfish Clarias gariepinus (Clariidae) from the River Nile, Egypt. *Parasitology Research*, 111(4), 1423–1435. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2976-9>
- Murrieta Morey, G. A., & Floríndez, F. M. (2018). Procamallanus (Spirocamallanus) pintoï (Kohn and Fernandes , 1988) (Nematoda : Camallanidae) infecting species of Callichthyidae from the Peruvian Amazon. *Bulletin- European Association of Fish Pathologists*, 36(6), 258–262.
- Noga, E. J. (2010). *Fish Disease: Diagnosis and Treatment* (2nd ed.). Veterinary Medicine.
- Okamura, B., Hartigan, A., & Naldoni, J. (2018). Extensive Uncharted Biodiversity: The Parasite Dimension. *Integrative and Comparative Biology*, 58(6), 132–1145. <https://doi.org/10.1093/icb/icy039>
- Oliveira, M. S. B. de, Gonçalves, R. A., Neves, L. R., Ferreira, D. O., & Tavares-Dias, M. (2017). Ectoparasites community in Satanoperca jurupari (Cichlidae) from the Jari River, a tributary from Amazon River in Northern Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 26(2), 136–142. <https://doi.org/10.1590/s1984-29612017028>
- Ota, R. R., Kullander, S. O., Deprá, G. C., Graca, W., & Pavanelli, C. S. (2018). Satanoperca curupira, a new cichlid species from the rio Madeira basin in Brazil (Teleostei: Cichlidae). *Zootaxa*, 4379(1), 103. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4379.1.6>
- Paes, J. V. K., Carvalho, E. D., & Silva, R. J. (2010). Infection by Austrodiplostomum compactum metacercariae in fish from the Nova Avanhandava reservoir, Tietê river, São Paulo State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 32(3), 273–278.

<https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v32i3.5675>

- Paschoal, F., Scholz, T., Tavares-Dias, M., & Luque, J. L. (2016). Dactylogyrids (Monogenea) parasitic on cichlids from northern Brazil, with description of two new species of *Sciadicleithrum* and new host and geographical records. *Acta Parasitologica*, *61*(1). <https://doi.org/10.1515/ap-2016-0021>
- Queiroz, L. J., Torrente-Vilara, G., Ohara, W. M., Pires, T. H. S., Zuanon, J., & Doria, C. R. C. (2013). *Peixes do rio Madeira. Volume III* (p. 416). San Antonio ENERGIA.
- Ríos-Ramírez, O., & Bardales-del-Aguila, L. (2022). Efecto de los microorganismos eficaces (me), en la crianza de tilapia nilótica. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, *2*(1), e307. <https://doi.org/10.51252/REVZA.V2I1.307>
- Rivadeneira, N. L. S., Mertins, O., Cuadros, R. C., Malta, J. C. O., Mathews, L. V. de M., & D., P. (2020). Histopathology associated with infection by *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus* (Nematoda) in farmed *Brycon cephalus* (Characiformes) from Peru: a potential fish health problem. *Aquaculture International*, *28*, 449–461. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00474-3>
- Rodrigues Da Silva, M., Marçal Natali, M. R., & Segatti Hahn, N. (2012). Histology of the digestive tract of *Satanoperca pappaterra* (Osteichthyes, Cichlidae). *Acta Scientiarum Biological Sciences*, *34*(3), 319–326. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v34i3.8956>
- Rúbia Ota, R., Deprá, G. de C., Kullander, S., Graça, W. J. da, & Pavanelli, C. S. (2021). A new species of *Satanoperca* (Teleostei: Cichlidae) from the Rio Tocantins basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, *19*(4). <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2021-0116>
- Santos, G. M. dos, Mérona, B. de, Juras, A. A., & Jégu, M. (2006). Peixes do baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí. *French Ichthyological Society - Cybium*, *30*(4), 290.
- Sarmiento, J., Bigorne, R., & Carvajal-Vallejos, F. M. (2014). *Peces de Bolivia. Bolivian fishes*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.17678>
- Scholz, T. (1999). Parasites in cultured and feral fish. *Veterinary Parasitology*, *84*(3–4), 317–335. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00039-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00039-4)
- Silva de Souza, A. Karen, Brito Porto, D., & De Oliveira Malta, J. C. (2017). *Diplostomum* (*austrodiplostomum*) *compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) free metacercariae in the eyes of fishes from the floodplain lakes to the lower Solimões river, Brazil. *Neotropical Helminthology*, *11*(1), 1–9.
- Soares, M. G. M., Da Costa, E. L., Siqueira-Souza, F. K., Dos Anjos, H. D. B., Yamamoto, K. C., & Freitas, C. E. de C. (2008). *Peixes De Lagos Do Médio Rio Solimões* (2nd ed.). Instituto PIATAM.
- Sommerville, C. (2012). Advances in non-chemical methods for parasite prevention and control in fish. In *Infectious Disease in Aquaculture* (pp. 480–512). <https://doi.org/10.1533/9780857095732.3.480>
- Stentiford, G. D., Becnel, J. J., Weiss, L. M., Keeling, P. J., Didier, E. S., Williams, B. A. P., Bjornson, S., Kent, M. L., Freeman, M. A., Brown, M. J. F., Troemel, E. R., Roesel, K., Sokolova, Y., Snowden, K.

- F., & Solter, L. (2016). Microsporidia – Emergent Pathogens in the Global Food Chain. *Trends in Parasitology*, *32*(4), 336–348. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.12.004>
- Takemoto, R., Pavanelli, G., Lizama, M., Lacerda, A., Yamada, F., Moreira, L., Ceschini, T., & Bellay, S. (2009). Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, *69*(2), 691–705. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842009000300023>
- Tavares-Dias, M., & Martins, M. L. (2017). An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms. *Journal of Parasitic Diseases*, *41*(4), 913–918. <https://doi.org/10.1007/s12639-017-0938-y>
- Tavares-Dias, M., Oliveira, M. S. B., Gonzalez, R. A., & Neves, L. R. (2017). Parasitic diversity of a wild *Satanoperca jurupari* population, an ornamental cichlid in the Brazilian Amazon. *Acta Amazonica*, *47*(2), 155–162. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201602514>
- Thatcher, V. E. (2006). Amazon Fish Parasites. In J. Adis, J. Arias, G. Rueda-Delgado, & K. Wantzen (Eds.), *Aquatic Biodiversity in Latin America* (2nd ed., p. 497).
- Tholan, B., Carlson, P., Tortolero-Langarica, J. A., Ketchum, J. T., Trejo-Ramírez, A., Aceves-Bueno, E., & Caselle, J. E. (2020). The biodiversity of fishes at the islas marías biosphere reserve, Mexico, as determined by baited remote underwater video. *Ciencias Marinas*, *46*(4), 227–252. <https://doi.org/10.7773/CM.V46I4.3104>
- Turner, G. F. (2007). Adaptive radiation of cichlid fish. *Current Biology*, *17*(19), 827–831. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.07.026>
- Wang, Q., Yu, Y., Zhang, X., & Xu, Z. (2019). Immune responses of fish to *Ichthyophthirius multifiliis* (Ich): A model for understanding immunity against protozoan parasites. *Developmental & Comparative Immunology*, *93*, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2019.01.002>
- Whittington, I. D., Cribb, B. W., Hamwood, T. E., & Halliday, J. A. (2000). Host-specificity of monogenean (platyhelminth) parasites: a role for anterior adhesive areas? *International Journal for Parasitology*, *30*(3), 305–320. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(00\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(00)00006-0)
- Willis, S. C., López-Fernández, H., Montaña, C. G., Farias, I. P., & Ortí, G. (2012). Species-level phylogeny of ‘Satan’s perches’ based on discordant gene trees (Teleostei: Cichlidae: *Satanoperca* Günther 1862). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *63*(3), 798–808. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.02.018>
- Yamada, F. H., Takemoto, R. M., & Pavanelli, G. C. (2007). Ecological aspects of ectoparasites from the gills of *Satanoperca pappaterra* (Heckel, 1840) (Cichlidae) from the upper Paraná river floodplain, Brazil. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, *29*(3), 331–336.
- Yamada, F., Takemoto, R., Bellay, S., & Pavanelli, G. (2009). Two new species of *Sciadicleithrum* (Monogenea, Dactylogyridae) parasites of Neotropical cichlid fishes from the Paraná River, Brazil. *Acta Parasitologica*, *54*(1). <https://doi.org/10.2478/s11686-009-0004-8>
- Zatti, S.A., Adriano, E., Araújo, B., Franzolin, G., & Maia, A. (2022). Expanding the geographic distribution of the freshwater parasite *Ceratomyxa* (Cnidaria: Myxozoa) with vermiform-type

plasmodia. *Microbial Pathogenesis*, *162*, 105370.

<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105370>

Zatti, S. A., Atkinson, S. D., Bartholomew, J. L., Maia, A. A. M., & Adriano, E. A. (2017). Amazonian waters harbour an ancient freshwater *Ceratomyxa* lineage (Cnidaria: Myxosporea). *Acta Tropica*, *169*, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.02.006>

Zatti, S. A., Maia, A. A. M., & Adriano, E. A. (2020). Growing diversity supports radiation of an *Ellipsomyxa* lineage into the Amazon freshwater: Description of two novel species parasitizing fish from Tapajós and Amazon rivers. *Acta Tropica*, *211*, 105616. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105616>

Zatti, S. A., Atkinson, S. D., Maia, A. A. M., Bartholomew, J. L., & Adriano, E. A. (2018). Novel *Henneguya* spp. (Cnidaria: Myxozoa) from cichlid fish in the Amazon basin cluster by geographic origin. *Parasitology Research*, *117*(3), 849–859. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-5762-5>