https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss53.5703

Ictiohemoparasitología en peces siluriformes de Brasil: prevalencia de hemoparásitos en cuencas amazónicas y neotropicales

Lisbet Chaves-Murcia[1] / Luis Carlos Chaves-Moreno[2] / Betselene Murcia-Ordoñez[3]

1 Estudiante de maestría en Sistemas Sostenibles de Producción (Universidad de la Amazonia) y médica veterinaria zootecnista (Universidad de la Amazonia). Asistente de investigación del Semillero de Fisiología Animal y adscrita al Grupo de Investigación en Biodiversidad y Desarrollo Amazónico "BYDA", Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual - César Augusto Estrada Gonzales, Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá, Colombia).
✉ li.chaves@udla.edu.co
https://orcid.org/0000-0003-3690-4848

2 Doctor en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable (Universidad de la Amazonia) y zootecnista (Universidad de la Amazonia). Líder del Semillero Amazon Fish y director del Grupo de Investigación en Biodiversidad y Desarrollo Amazónico "BYDA", Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual - César Augusto Estrada Gonzales, Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá, Colombia).
✉ l.chaves@udla.edu.co
https://orcid.org/0000-0003-0641-8742

3 Doctora en Ciencias Naturales y Desarrollo Sustentable (Universidad de la Amazonia), magíster en Ciencias - Biología (Universidad Nacional de Colombia) y bióloga con énfasis en Biorrecursos (Universidad de la Amazonia). Líder del Semillero de Fisiología Animal y codirectora del Grupo de Investigación en Biodiversidad y Desarrollo Amazónico "BYDA", Centro de Investigaciones Amazónicas Macagual - César Augusto Estrada Gonzales, Universidad de la Amazonia, Florencia (Caquetá, Colombia).
✉ b.murcia@udla.edu.co
https://orcid.org/0000-0003-4988-1403

Cómo citar este artículo: Chaves-Murcia L, Chaves-Moreno LC y Murcia-Ordoñez B. Ictiohemoparasitología en peces siluriformes de Brasil: prevalencia de hemoparásitos en cuencas amazónicas y neotropicales. *Rev Med Vet.* 2026;(53):e5703. https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss53.5703

Resumen

En las cuencas neotropicales de Brasil, la ictiohemoparasitología resulta clave para evaluar la salud de la ictiofauna y la integridad de los ecosistemas acuáticos. Mediante una revisión sistemática, bajo el protocolo PRISMA 2020, se analizó la diversidad y prevalencia de parásitos sanguíneos en peces siluriformes de las cuencas del Amazonas, el Paraná y el Atlántico Sur. De 2462 registros iniciales, ocho artículos cumplieron con los criterios de selección. Los hallazgos revelaron un claro predominio de *Trypanosoma* spp., sobre todo en las familias Loricariidae y Doradidae, con *Haementeria brasiliensis* como vector biológico clave en su ciclo heteroxeno. La prevalencia osciló entre el 12,5 % y el 100 %, lo que evidenció una notable heterogeneidad biogeográfica; por su parte, los valores más altos se registraron en el Atlántico Sur frente a los sistemas Paraná-Amazónicos (con un máximo del 46,6 %), que apunta a una fuerte influencia de los factores ecológicos locales y de la conducta bentónica de los hospederos. Asimismo, se detectó una marcada falta de estandarización diagnóstica y vacíos de información sobre géneros como *Haemogregarina* y *Babesiosoma*. En conclusión, estos parásitos funcionan como bioindicadores de estrés ambiental; hecho que recalca la urgencia de establecer una vigilancia epidemiológica adaptada a cada cuenca como parte de las estrategias de conservación acuática neotropical.

Palabras clave: biomarcadores, ecología, enfermedades de los peces, parasitemia, vigilancia de la salud pública.

Ichthyohaemoparasitology in Siluriformes from Brazil: Prevalence of Haemoparasites in Amazonian and Neotropical river basins

Abstract

Ichthyohaemoparasitology in Brazil's Neotropical river basins are key to assessing the health of the fish fauna and the integrity of aquatic ecosystems. Using a systematic review following the PRISMA 2020 protocol, we analyzed the diversity and prevalence of blood parasites in Siluriformes from the Amazon, Paraná, and South Atlantic river

CC BY NC

Recibido: 6 de junio del 2026. Aceptado: 4 de agosto del 2026

basins. Of 2,462 initial records, eight articles met the selection criteria. The findings revealed a clear predominance of *Trypanosoma* spp., particularly in the families Loricariidae and Doradidae, with *Haementeria brasiliensis* serving as a key biological vector in its heteroxenous life cycle. Prevalence ranged from 12.5 % to 100 %, indicating notable biogeographic heterogeneity; the highest values were recorded in the South Atlantic compared to the Paraná-Amazon systems (maximum 46.6 %), suggesting a strong influence of local ecological factors and the benthic behavior of the hosts. Furthermore, a marked lack of diagnostic standardization and information gaps regarding genera such as *Haemogregarina* and *Babesiosoma* were detected. In conclusion, these parasites function as bioindicators of environmental stress, underscoring the urgency of establishing epidemiological surveillance tailored to each watershed as part of Neotropical aquatic conservation strategies.

Keywords: Biomarkers, ecology, fish diseases, parasitemia, public health surveillance.

Introducción

Los *siluriformes* (comúnmente conocidos como *bagres*, en español, o *catfishes*, en inglés) constituyen el segundo orden más diverso de peces de agua dulce neotropical [1], con una distribución que abarca desde las cuencas amazónicas occidentales (Perú, Colombia, Ecuador) hasta los sistemas fluviales del Atlántico Sur en Brasil [2].

En la región amazónica se registran 12 familias principales de este orden, que destacan por su notable riqueza y abundancia: Loricariidae, Pimelodidae, Callichthyidae, Doradidae, Heptapteridae, Auchenipteridae, Aspredinidae, Cetopsidae, Trichomycteridae, Scoloplacidae, Pseudopimelodidae y Astroblepidae [3-7]. En cuencas del sur brasileño (Paraná, Atlántico), en cambio, esta diversidad es menor, pero presenta endemismos locales de alto valor comercial. Las familias Pimelodidae, Loricariidae y Doradidae, por ejemplo, poseen alta relevancia comercial y representan un recurso importante para el consumo humano en la cuenca amazónica [8, 9].

Al vivir en el fondo y tener dietas específicas, estos peces están expuestos a varios patógenos [10, 11], en especial a parásitos sanguíneos heteroxenos transmitidos por artrópodos acuáticos. En estos hábitats, los hirudíneos (orden Hirudinea) actúan como vectores clave en la transmisión de hemoparásitos, entre los que destacan los flagelados del género *Trypanosoma* spp. [12] y los apicomplejos *Haemogregarina* sp. y *Babesiosoma* sp. [13, 14]. La presencia de estos parásitos sirve como un bioindicador de la salud del entorno [15, 16]. Cuando el ecosistema se altera gracias a la contaminación o a los cambios en la calidad del agua, el sistema inmune de los siluriformes se debilita [17, 18]. Esto eleva la carga parasitaria y daña la fisiología del pez [19, 20].

Por ello, estudiar la hemoparasitología en estas especies ayuda a proteger la pesca y a medir el deterioro de los ríos [16]. Esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar la prevalencia y diversidad de parásitos sanguíneos en siluriformes de cuencas amazónicas y neotropicales, para detectar vacíos de información y su vínculo con el estrés ambiental de la cuenca.

Metodología

Entre el 15 de marzo y el 30 de abril del 2026, se realizó una revisión sistemática de tipo cualitativa, basada en las directrices PRISMA 2020, para asegurar la transparencia y la validez del proceso [21]. El trabajo se enfocó en registrar hemoparásitos en peces siluriformes de cuencas neotropicales de Brasil.

Búsqueda, fuentes y temporalidad

Se buscó información en las bases de datos: Scopus, Redalyc, PubMed, Biodiversity Heritage Library (BHL), SciELO, Dialnet y Dimensions IA. Se incluyeron artículos publicados en el periodo 2013-2022, que concentran aproximadamente el 95 % de la literatura disponible sobre *hemoparasitología* de siluriformes neotropicales. Aunque la búsqueda se ejecutó entre marzo y abril del 2026, se estableció como límite de inclusión el año 2022, en función de asegurar la estabilización de hallaz-

gos y permitir un marco temporal de validación de resultados en literatura subsecuente.

En las bases de datos multidisciplinarias Scopus, Dimensions IA, se hicieron búsquedas específicas para identificar artículos publicados entre 2023-2026, con los siguientes términos ["siluriformes" AND "*Trypanosoma*" AND "Brasil"]. No se identificaron artículos que cumplieran criterios de elegibilidad (artículos originales, indexados en revistas *peer-review*, con datos específicos de prevalencia) en este periodo. En consecuencia, la ventana temporal final fue 2013-2022.

En la mayoría de las plataformas, se realizó la combinación de términos: (("siluriformes" OR "catfishes") AND ("hemoparasite" OR "parasites" OR "*Trypanosoma*" OR "*Hemogregarinas*" OR "*Babesiosoma*")). Respecto a BHL y Dimensions IA, se agregó el filtro geográfico AND ("Amazon").

Criterios de selección

Con el objetivo de garantizar la fiabilidad y la comparabilidad de la evidencia recopilada, se establecieron criterios precisos durante la selección de la literatura. Se incluyeron solo artículos originales publicados en revistas indexadas entre 2013 y 2022, escritos en idioma inglés, por su papel como lenguaje predominante de la comunicación científica internacional [22, 23]. Este criterio facilitó el acceso a los avances más recientes en ictiohemoparasitología y fisiología neotropical, así como aseguró una consistencia terminológica que permite una interpretación precisa de los datos (tabla 1).

La búsqueda se focalizó en estudios sobre hemoparásitos en siluriformes de cuencas neotropicales. El primer filtro se basó en la revisión de títulos, resúmenes y palabras clave. Con el fin de asegurar la calidad y la replicabilidad de este trabajo, se excluyeron documentos duplicados, textos incompletos o estudios que no estuvieran alineados con el propósito de esta revisión.

Análisis de datos

Las referencias se organizaron y se eliminaron los documentos duplicados con el gestor Zotero [24], con el que se identificaron las fuentes bibliográficas, año de publicación y autores; luego, se procesó toda la información extraída con el *software* R (versión 4.3.x) [25], dentro de la interfaz RStudio [26], para ubicar las cuencas hidrográficas (Amazónica, Paraná, Atlántico Sur), río específico y su distribución geográfica.

Tabla 1. Artículos encontrados en la búsqueda preliminar antes y después del proceso de depurado

Base de datos	Palabras clave	Artículos encontrados en la búsqueda preliminar	Artículos considerados después del filtro
Scopus	"hemoparásitos", "siluriformes", "región amazónica"	1078	6
Redalyc		186	0
PubMed		276	2
BHL		788	0
SciELO		26	0
Dialnet		22	0
Dimensions IA		86	0
Total		2462	8

Fuente: elaboración propia.

Análisis estadístico

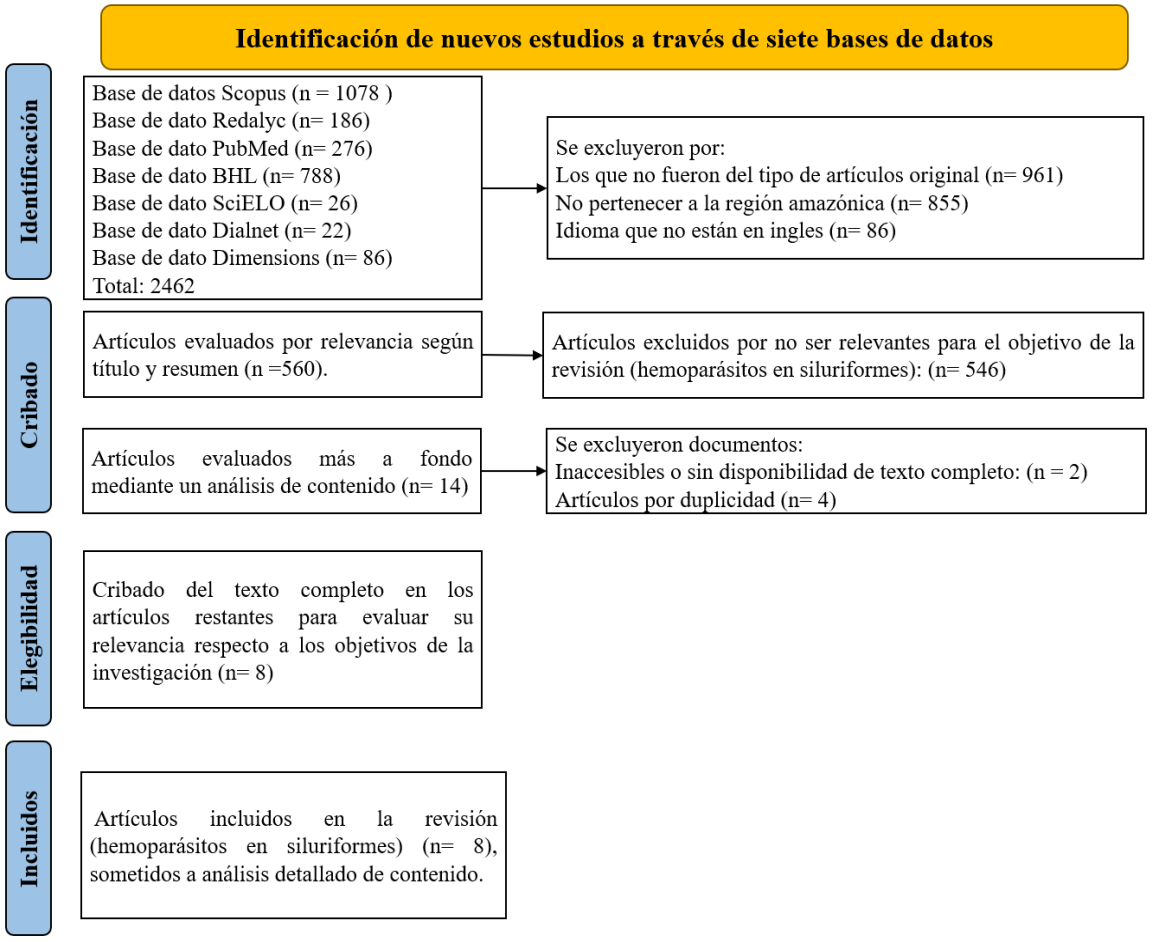
Los datos se analizaron por ubicación, hospedero (género, especie y familia), muestreo (número de individuos capturados [n] y método de captura), número de individuos parasitados (conteo directo) e identificación por género/especie de parásito; además del método de diagnóstico por punción intracardiaca, punción venacaudal o cultivo *in vitro*, anticoagulante utilizado (ácido etilendiaminotetraacético [EDTA], heparina, citrato de sodio), confirmación molecular, vectores asociados y la intensidad de carga parasitaria (cuando sea reportada) (parásitos/ml, parásitos/1000 eritrocitos). Asimismo, la prevalencia se calculó como el porcentaje de individuos parasitados respecto del total muestreado ([individuos parasitados / n total] × 100), al estimar sus respectivos intervalos de confianza al 95 % (IC95 %) mediante el método de Wilson.

Resultados

Selección y muestra

La búsqueda inicial arrojó 2462 resultados. Tras el primer cribado, se revisaron 14 artículos a texto completo, de los cuales se excluyeron seis por estar duplicados o por no encontrar el texto completo. Al final, se seleccionaron ocho artículos originales que cumplían todos los criterios para efectuar el análisis cualitativo y cuantitativo (figura 1).

Figura 1. Flujo de selección de los estudios analizados



Fuente: elaboración propia.

Hospederos y parásitos encontrados

Los artículos analizados muestran que *Trypanosoma* spp. parasita frecuentemente a los siluriformes, sobre todo a las familias Loricariidae y Doradidae (tabla 2).

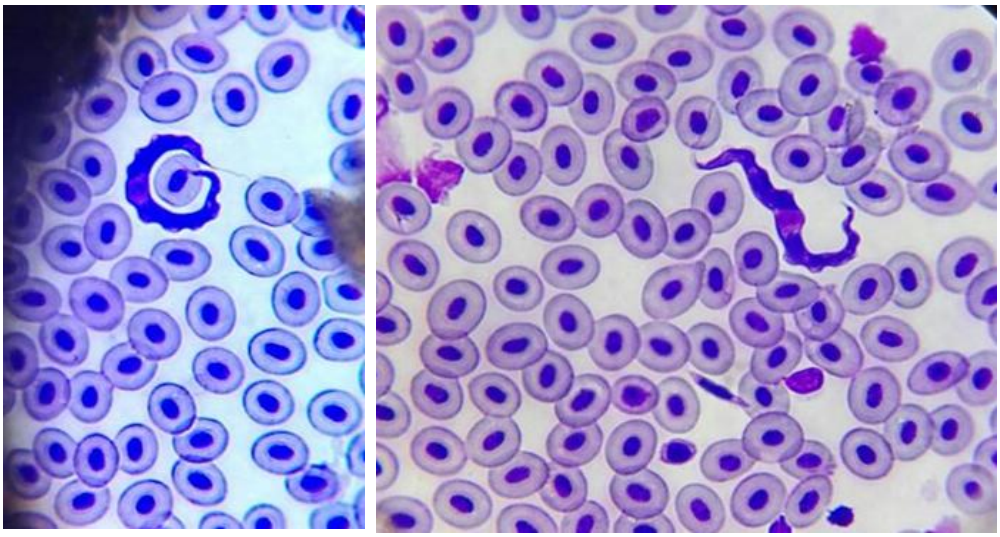
Los hallazgos morfológicos observados en el frotis sanguíneo (figura 2) confirman la identificación de estructuras compatibles con *Trypanosoma* spp. A la par, se aprecia el parásito en el espacio extracelular, rodeado por hematíes maduros con núcleos definidos (características morfofisiológicas esenciales de la fauna silvestre).

Tabla 2. Presencia de siluriformes neotropicales (2013-2022)

Familia	Especie	Hemoparásito	Vector	Referencia
Loricariidae	*Hypostomus* spp.	*Trypanosoma* spp.	Sanguijuela (hirudíneos)	Lima-Corrêa ***et al***., 2016 [27]
	Pterygoplichthys pardalis	*Trypanosoma* spp. (dos morfotipos)	No reportado	De Sousa ***et al***., 2020 [35]
	Leporacanthicus galaxias, *Lasiancistrus saetiger*, *Cochliodon* sp., *Hypostomus* sp., *Pseudacanthicus spinosus*, *Ancistrus* sp., *Rineloricaria cf. lanceolata*	*Trypanosoma* spp.	No reportado	Fujimoto ***et al***., 2013 [33]
	Hypostomus luetkeni e H. affinis	*Trypanosoma abeli* n. sp.	Sanguijuela (*Haementeria* sp.) *H. brasiliensis* (Linnaeus, 1758)*	Lemos ***et al***., 2015 [28]
	Hypostomus affinis *Hypostomus luetkeni*	*Trypanosoma* sp.	Sanguijuela (hirudíneos)	Lemos y Souto-Padrón, 2014 [32]
	Hypostomus regani, *H. strigaticeps*, *H. albopunctatus*	*Trypanosoma* sp.	Sanguijuela (hirudíneos)	Pereira-Molina ***et al***., 2016 [29]
	Loricaria prolixa	*Trypanosoma* sp.	*Oligobdella* sp. (sanguijuela)	Pelegrini ***et al***., 2018 [36]
Doradidae	*Platydoras armatulus*	*Trypanosoma* spp. (morfotipos A y B)	Sanguijuela	Virgilio ***et al***., 2022 [12]

*Confirmado mediante análisis molecular. Fuente: elaboración propia.

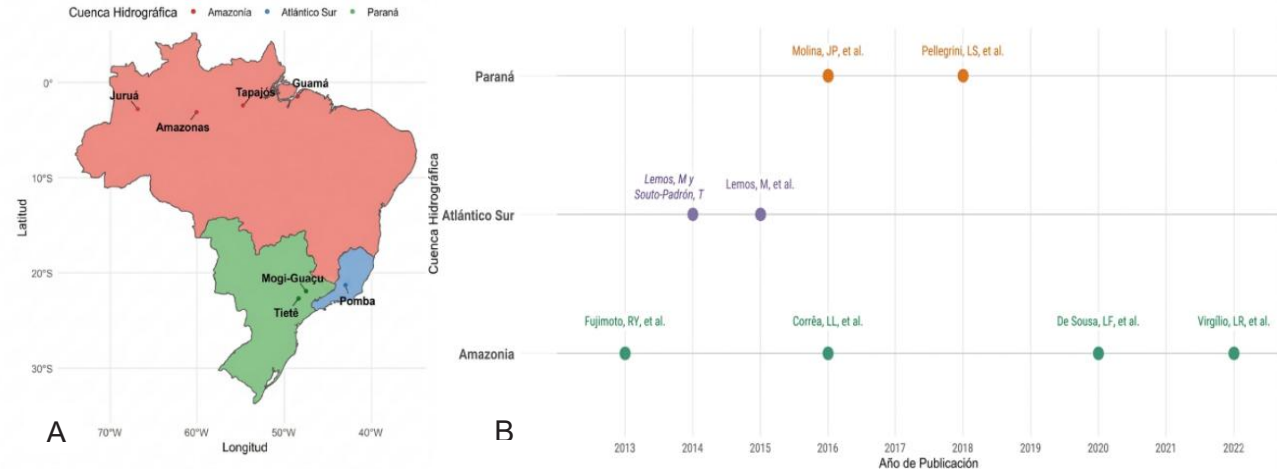
Figura 2. Hallazgo morfológico de *Trypanosoma* spp. en *Hypostomus hemicochliodon*



Fuente: elaboración propia.

A través de un análisis temporal (cronología) y geográfico (cuenca hidrográfica), se detectó que la cuenca amazónica presenta el registro histórico más disperso entre autores claves (2013-2022), mientras que las cuencas de Paraná y Atlántico Sur muestran registros agrupados en años específicos (figura 3).

Figura 3. Ubicación geográfica de los estudios sobre *Trypanosoma spp.*



A = estudios sobre *Trypanosoma spp.*
B = documentos analizados
Fuente: elaboración propia.

Análisis diferenciado por cuenca

La distribución de los estudios por cuenca fue heterogénea. En la cuenca Amazónica (ríos Amazonas, Solimões, Juruá, Tapajós, Guamá), se concentraron cuatro de ocho artículos, en los que se documentaron prevalencias de *Hypostomus* spp. y *Platydoras armatulus* entre 20 % y 31,2 %, así como *Pterygoplichthys pardalis* entre 30,4 % y 40,6 % (este último en el río Solimões).

En la cuenca del Paraná (ríos Mogi-Guaçu, Minas Gerais y Tietê, en São Paulo), dos artículos reportaron prevalencias de *Hypostomus* spp. y *Loricaria prolixa* entre 12,5 % y 31,1 %, lo que sugiere una menor frecuencia de infecciones que en la Amazonia. Por su parte, en la cuenca del Atlántico Sur (río Pomba, en la Zona da Mata Mineira), dos artículos registraron prevalencias críticas de *Hypostomus luetkeni* y *H. affinis* (90-100 %), asociadas a la presencia predominante de *Haementeria brasiliensis* (Linnaeus, 1758).

Estos patrones sugieren que la prevalencia de *Trypanosoma* sp. no es uniforme en escala regional, sino que responde a factores ecológicos locales (abundancia de vectores, calidad de agua, presencia de hospederos generalista infectados vs. especialistas). Con los datos recopilados (tabla 3), se contrastó el número de individuos muestreados frente a la tasa de prevalencia de hemoparásitos como el *Trypanosoma* sp.

Tabla 3. Individuos parasitados por *Trypanosoma* sp. vs. tasa de prevalencia

Especie	Número colectado	Individuos parasitados	Prevalencia (%)	Intervalos de confianza (IC95 %)*	Referencia
Hypostomus luetkeni	42	42	100	91,2-104,7	Lemos y Souto-Padrón, 2014 [32]
Hypostomus affinis	18	17	94,4	73,0-99,9	Lemos y Souto-Padrón, 2014 [32]
Hypostomus luetkeni	40	36	90	76,3-97,2	Lemos ***et al***., 2015 [28]
Hypostomus affinis	15	15	100	78,2-100,0	Lemos ***et al***., 2015 [28]
Pterygoplichthys pardalis	23	7	30,4	13,2-52,9	Fujimoto ***et al***., 2013 [33]
Pterygoplichthys pardalis	32	13	40,6	23,7-59,0	De Sousa ***et al***., 2020 [35]
Platydoras armatulus	38	10	26,3	13,7-42,0	Virgilio ***et al***., 2022 [12]
Hypostomus strigaticeps	74	23	31,1	20,7-43,6	Pereira-Molina ***et al***., 2016 [29]
Hypostomus regani	29	9	31	15,3-50,8	Pereira-Molina ***et al***., 2016 [29]
Hypostomus hermanni	8	1	12,5	0,3-52,7	Pereira-Molina ***et al***., 2016 [29]
Hypostomus strigaticeps	44	10	22,7	11,7-36,9	Lima-Corrêa ***et al***., 2016 [27]
Hypostomus regani	16	5	31,2	11,0-58,7	Lima-Corrêa ***et al***., 2016 [27]
Hypostomus hermanni	5	1	20	0,5-71,6	Lima-Corrêa ***et al***., 2016 [27]
Loricaria prolixa	39	10	25,6	13,5-41,2	Pelegrini ***et al***., 2018 [36]

*IC95 % calculado mediante método Wilson
Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3, se evidencia que la presencia de parásitos no se relaciona directamente con el tamaño muestral (número colectados). Los registros de *Hypostomus luet keni* (n = 42) alcanzaron una prevalencia del 100 % estadísticamente significativa con intervalos de confianza (IC95 % = 91,2-104,7 %), mientras que *Loricaria prolixa* (n = 39) mostró una prevalencia del 25,6 % (IC95 % = 13,5-41,2 %). En comparación, *Hypostomus hermanni* (n = 8) reportó un 12,5 % (IC95 % = 0,3-52,7 %) de individuos parasitados; por ello, se asume que la susceptibilidad a *Trypanosoma* sp. varía por especie, independiente del esfuerzo de muestreo.

Discusión

Hospederos y parásitos encontrados

Las familias Loricariidae y Doradidae muestran una alta parasitemia por *Trypanosoma* spp. Estos hemoparásitos flagelados tienen un ciclo de vida heteroxeno y usan a las sanguijuelas como vector principal [27-29]. En el pez, la infección es a nivel sistémico, porque se ha detectado en branquias [30], estómago [31], corazón, hígado y riñón [32].

En la familia Loricariidae, hay un registro de prevalencia de infección del 100 % para *Pseudacanthicus spinosus* y *Leporacanthicus galaxias* [33] (tabla 2). Lo opuesto a otros valores de loricáridos, como *Cochliodon* sp. y *Lasiancistrus* sp., cuyas prevalencias oscilaron entre el 22,6 % y 58,3 %. Por otro lado, la intensidad de la infección del género *Hypostomus* destacó con 1,3 parásitos por cada 1000 eritrocitos, mientras que *Rineloricaria cf. Lanceolata* presentó la carga más baja (0,5), lo que demostró que, incluso dentro de una misma familia, la respuesta a la parasitemia es heterogénea.

Variabilidad biogeográfica respecto a la prevalencia de hemoparásitos

Los ocho estudios revelaron patrones diferenciales de infección según la cuenca hidrográfica. Esto indica que factores ecológicos locales regulan la transmisión de *Trypanosoma* spp. [34]. En la cuenca del Atlántico Sur (río Pomba, en la Zona da Mata Mineira), se reportaron prevalencias críticas (90-100 %) asociadas a *Haementeria brasiliensis* (Linnaeus, 1758) (hirudíneos), confirmadas mediante caracterización molecular [28, 32]. Esta zona de elevada infección puede representar un *hotspot* de transmisión heteroxena, que se vincula a perturbación ambiental en el río Pomba.

En contraste, en la cuenca amazónica occidental (Solimões), se documentaron prevalencias moderadas (30,4 % y 40,6 % en *Pterygoplichthys pardalis*) [33, 35], mientras que, en tributarios amazónicos (ríos Juruá y Tapajós), las prevalencias no superaron el 31,2 % en *Hypostomus* spp. [27] y el 26,3 % en *Platydoras armatulus* [12], debido, quizá, a la concentración local del vector.

En la familia Doradidae, la complejidad aumenta con la identificación de múltiples morfotipos. En *Platydoras armatulus*, se registraron morfotipos A y B de *Trypanosoma* [12], con intensidades de infección que alcanzan los 2 x 104 parásitos/ml (figura 3).

Lo anterior se alinea con las observaciones previas [31] sobre el género *Corydoras*: los siluriformes (peces gatos) albergan una diversidad parasitaria aún subestimada. Ahora bien, la cuenca del Paraná (Mogi-Guaçu, Minas Gerais y Tietê, en São Paulo) mostró prevalencias sustancialmente menores entre 12,5-31,1 % en *Hypostomus* spp. [29] y *Loricaria prolixa* [36]; se afirma que la cuenca actúa como barrera biogeográfica que limita la transmisión del *Trypanosoma*, cuando favorece la dispersión de genotipos parasitarios menos virulentos (tabla 3).

En general, la variabilidad regional del 12,5 % al 100 %, en prevalencia de *Trypanosoma*, evidencia la fuerte influencia de heterogeneidad espacial entre cuencas brasileñas, lo que destaca la necesidad de programas de vigilancia epidemiológica específicos por región, no extrapolables desde la Amazonía hasta los sistemas del sureste.

Limitaciones relacionadas con riesgo de sesgos y vacíos de investigación

Todos los estudios incluidos fueron investigaciones de campo y de laboratorio con riesgo moderado de sesgos según la evaluación ROBINS-I [37, 38]:

1. *Sesgo de selección*: algunos estudios fueron muestreados en localidades específicas; por lo que no representan la prevalencia regional completa.

2. *Sesgo de confusión*: no todas las investigaciones controlaron variables fisiológicas (edad, sexo, estado nutricional o estación de captura).

3. *Falta de estandarización*: ciertos análisis utilizaron múltiples técnicas de diagnóstico, como punción cardíaca con heparina o citrato de sodio [27, 32], vena-caudal con EDTA [33, 35] o por cultivo *in vitro*. Por lo tanto, es evidente la variación técnica en la estimación de la prevalencia.

Por otro lado, la literatura se concentra casi exclusivamente en *Trypanosoma* spp. Esto deja de lado a géneros como *Haemogregarina* sp. y *Babesiosoma*, que solo aparecen en reportes aislados [13, 14] y no tienen una evaluación sistemática en bagres amazónicos. Como la prevalencia de parásitos refleja el estrés ambiental [16], se recomienda estudiar más grupos taxonómicos para que la disciplina sirva como un monitoreo ecológico real.

Conclusiones

La elevada tasa de infección por *Trypanosoma* en siluriformes (Loricariidae y Doradidae) ilustra, de manera directa, la fuerte presión de exposición derivada de sus hábitos tróficos y espaciales en el fondo del cauce, donde, por lo general, interactúan con vectores hirudíneos y ciclos epizoóticos locales. En paralelo, la variabilidad de los parámetros de parasitemia observada entre diferentes cuencas hidrográficas evidencia que la condición sanitaria de estas poblaciones ícticas funciona como un biomarcador sensible del grado de conservación e integridad ecosistémica de su entorno.

No obstante, la consolidación de este campo en la región brasilera requiere superar ciertos sesgos y limitaciones metodológicas que obstaculizan la comparabilidad analítica actual entre macrocuencas, tales como la heterogeneidad en los protocolos de punción y en la selección de anticoagulantes, así como la persistencia de un enfoque descriptivo puramente taxonómico, en función de consolidar el estudio de la carga de hemoparásitos como un indicador biológico de estrés ambiental.

Por otra parte, centrar el análisis casi de manera excluyente en el género *Trypanosoma* ocasiona un vacío analítico considerable respecto a otros grupos flagelados y esporozoarios, como *Haemogregarina* y *Babesiosoma*, cuya inclusión sistemática resulta apremiante para dimensionar con precisión la epizootiología real del sistema. Esto convertiría la salud de los bagres en una herramienta de diagnóstico clave en el seguimiento ambiental de alta fiabilidad para la gestión y preservación de los recursos hidrobiológicos regionales.

Declaraciones

- *Disponibilidad de datos y materiales*: los datos analizados en esta revisión provienen de ocho artículos publicados en revistas indexadas de acceso abierto.

- *Conflictos de interés*: los autores declaran no tener conflictos de interés que podrían influenciar los resultados o conclusiones de esta revisión.

- *Financiamiento*: esta investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o sin ánimo de lucro.

- *Contribución de los autores*:

  – Lisbet Chaves-Murcia: diseño de revisión, búsqueda de literatura, extracción de datos y redacción.

  – Luis Carlos Chaves-Moreno: diseño de revisión, extracción de datos y análisis estadístico.

  – Betselene Murcia-Ordoñez: diseño de revisión, supervisión, análisis estadístico y revisión crítica de manuscrito.

- *Agradecimientos*: los autores agradecen a la Universidad de la Amazonia por el acceso a las diferentes bases de datos y al biólogo Julián Santiago Tocora Trujillo por el apoyo investigativo.

- *Conformidad ética*: esta revisión sistemática no involucró investigación primaria con humanos o

animales vivos. Los estudios fueron publicados en revistas que exigen conformidad con normativas de bienestar animal y ética (CEUA/IACUC equivalentes).

Referencias

1. Dagosta FCP, de Pinna M. The fishes of the Amazon: Distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. Bull Am Mus Nat Hist. 2019 jun. 13;2019(431):1. https://doi.org/10.1206/0003-0090.431.1.1

2. Acosta AA, Smit NJ, da Silva RJ. Diversity of helminth parasites of eight siluriform fishes from the Aguapeí River, upper Paraná basin, São Paulo state, Brazil. Int J Parasitol Parasites Wildl. 2020 ab.;(11):120-128. https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.01.003

3. Birindelli JLO. Phylogenetic relationships of the South American Doradoidea (Ostariophysi: Siluriformes). Neotrop Ichthyol. 2014 sep. 16;12(3):451-564. https://doi.org/10.1590/1982-0224-20120027

4. Lima de Lucena MD, Pereira T da S, Pedrosa-Gonçalves A, Dias-Silva K, Melo de Sousa L. Diversity of Loricariidae (Actinopterygii: Siluriformes) assemblages in two Conservation Areas of the Middle Xingu River, Brazilian Amazon, and their suitability for sustainable ornamental fisheries. Neotrop Ichthyol. 2021;19(2):e200100. https://doi.org/10.1590/1982-0224-2020-0100

5. Jézéquel C, Tedesco PA, Bigorne R, Maldonado-Ocampo JA, Ortega H, Hidalgo M, *et al*. A database of freshwater fish species of the Amazon Basin. Sci Data. 2020 mar. 19;7(1):96. https://doi.org/10.1038/s41597-020-0436-4

6. Ochoa LE, Melo BF, García-Melo JE, Maldonado-Ocampo JA, Souza CS, Albornoz-Garzón JG, *et al*. Species delimitation reveals an underestimated diversity of Andean catfishes of the family Astroblepidae (Teleostei: Siluriformes). Neotrop Ichthyol. 2020;18(4):e200048. https://doi.org/10.1590/1982-0224-2020-0048

7. Silva GSC, Roxo FF, Melo BF, Ochoa LE, Bockmann FA, Sabaj MH, *et al*. Evolutionary history of Heptapteridae catfishes using ultraconserved elements (Teleostei, Siluriformes). Zool Scr. 2021 ab. 28;50(5):543-554. https://doi.org/10.1111/zsc.12493

8. Aylas K, Núñez-Rodriguez D, Ortega H, Riofrio JC, Siccha-Ramirez R, Ramirez R, *et al*. Fishes from Yarinacocha lake: An emblematic Amazonian ecosystem in the lower Ucayali River basin, Pucallpa, Peru. Biota Neotrop. 2023;23(1). https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2022-1424

9. de Sousa A, Melo-Maciel LA, Ribeiro-Rodrigues LR. Estudo da comercialização de peixes ornamentais da família Loricariidae (Siluriformes) em Santarém/PA. Pubvet. 2018 sep. 20;12(09). https://tinyurl.com/2a32t6ur

10. Yazici R, Yilmaz M, Yazicioğlu O. Exploring prey selectivity and feeding habits of Wels catfish (*Silurus glanis* L., 1758) in a deep Anatolian reservoir: Seasonal, length, and age-dependent diet analysis. Aquac Nutr. 2025 ab. 24;2025(1):4619857. https://doi.org/10.1155/anu/4619857

11. Yogi DS, Naik A, Yadav R, Desai A, Nanajkar M. 'Trophic switch' by catfish community from predation to scavenging modulated by human food discard in an estuarine bay. Environ Sci Pollut Res Int. 2024 feb.;31(6):9183-9196. https://doi.org/10.1007/s11356-023-31749-1

12. Virgilio LR, Teixeira GO, Almeida LS, Melo HPS, Prolo Júnior SL, Meneguetti DU, *et al*. Infection with *Trypanosoma* spp. in *Platydoras armatulus* (Siluriformes, Doradidae), in southwestern Amazon, Brazil. J Parasit Dis. 2022 sep.;46(3):607-612. https://doi.org/10.1007/s12639-022-01485-3

13. Jarallah HM. Study of haemoflagellates *Trypanosoma* sp. infection in some fish of Iraq marshes and relationship of leukocytes with inflammatory response. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2021;877(1):012011. https://tinyurl.com/22mp83on

14. Virgilio LR, Teixeira GO, Almeida LS, Melo HPS, Prolo-Júnior SL, Meneguetti DU, *et al*. Trypanosomatids of four Loricariidae fish species in western Amazon rivers. Conjecturas. 2021 mar. 30;21(1):30-43. https://doi.org/10.53660/CONJ-099-116

15. Radwan M, Shehata S, Abdelhadi Y, Mohammed R, Mohamed M, Magdy M. Histopathological, haematological and biochemical indices of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) parasitized by endoparasitic fauna in fish farm of the Northeastern Egypt. Turk J Fish Aquat Sci. 2021 jun. 3;21(09):465-478. http://doi.org/10.4194/1303-2712-v21_9_05

16. Shahjahan M, Islam MJ, Hossain MT, Mishu MA, Hasan J, Brown C. Blood biomarkers as diagnostic tools: An overview of climate-driven stress responses in fish. Sci Total Environ. 2022 oct. 15;(843):156910. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156910

17. Guo J, Pu Y, Zhong L, Wang K, Duan X, Chen D. Lead impaired immune function and tissue integrity in yellow catfish (*Peltobargus fulvidraco*) by mediating oxidative stress, inflammatory response and apoptosis. Ecotoxicol Environ Saf. 2021 dic. 15;(226):112857. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112857

18. Vale de Macedo GHR, da Silva-Castro J, Batista de Jesus W, Salvino-Torres H, Moreno LCG, Guimarães-Rosa R, *et al*. Biomarkers of oxidative stress in an estuarine catfish species caught near a port complex on the Brazilian Amazon coast. Reg Stud Mar Sci. 2024 en.;(69):103306. https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103306

19. Gad El-Hak HN, Ghobashy MA, Mansour FA, El-Shenawy NS, El-Din MI. Heavy metals and parasitological infection associated with oxidative stress and histopathological alteration in the *Clarias gariepinus*. Ecotoxicology. 2022 jul. 15;31(7):1096-1110. https://doi.org/10.1007/s10646-022-02569-9

20. Kataoka C, Kashiwada S. Ecological risks due to immunotoxicological effects on aquatic organisms. Int J Mol Sci. 2021 ag. 2;22(15):8305. https://doi.org/10.3390/ijms22158305

21. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, *et al*. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021 mar. 29;(71):372. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

22. Bahji A, Acion L, Laslett AM, Adinoff B. Exclusion of the non-English-speaking world from the scientific literature: Recommendations for change for addiction journals and publishers. Nordisk Alkohol Nark. 2023 feb.;40(1):6-13. https://doi.org/10.1177/14550725221102227

23. Kotsias BA. El inglés en la comunicación científica. Medicina (B Aires). 2019 jun.;79(3):232-234. https://tinyurl.com/24p4dmsb

24. Zotero [internet]. Vienna: Corporation for Digital Scholarship; 2026 [citado 2026 jun. 4]. https://www.zotero.org/download/

25. R Core Team. The R Project for Statistical Computing [internet]. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2025 [citado 2026 jun. 4]. https://www.r-project.org/

26. Posit Team. RStudio: Integrated Development Environment for R (versión 2026.01.2+418) [internet]. Boston: Posit Software, PBC; 2026 [citado 2026 jun. 4]. https://www.posit.co/

27. Lima-Corrêa L, Brito-Oliveira MS, Tavares-Dias M, Ceccarelli PS. Infections of *Hypostomus* spp. by *Trypanosoma* spp. and leeches: A study of hematology and record of these hirudineans as potential vectors of these hemoflagellates. Rev Bras Parasitol Vet. 2016 jul.-sep.;25(3):299-305. https://doi.org/10.1590/s1984-29612016049

28. Lemos M, Fermino BR, Simas-Rodrigues C, Hoffmann L, Silva R, Camargo EP, *et al*. Phylogenetic and morphological characterization of trypanosomes from Brazilian armoured catfishes and leeches reveal high species diversity, mixed infections and a new fish trypanosome species. Parasit Vectors. 2015 nov. 6;8(1):573. https://doi.org/10.1186/s13071-015-1193-7

29. Pereira-Molina J, Riscala-Madi R, Nisaka-Solferini V, Ceccarelli PS, Prisco-Pinheiro H, Tiduko-Ueta M. Trypanosomatids (Protozoa: Kinetoplastida) in three species of armored catfish from Mogi-Guaçu river, Pirassununga, São Paulo, Brazil. Rev Bras Parasitol Vet. 2016 jun. 7;25(2):131-141. https://doi.org/10.1590/s1984-29612016027

30. Thatcher VE. Aquatic biodiversity in Latin America. Volume 1: Amazon fish parasites [2.ª ed.]. Bulgaria: Pensoft Publishers; 2006. 508 p.

31. Eiras JC, Takemoto RM, Pavanelli GC, Luque JL. Checklist of protozoan parasites of fishes from Brazil. Zootaxa. 2012 mar. 5;3221(1):1-25. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3221.1.1

32. Lemos M, Souto-Padrón T. Isolation and in vitro maintenance of trypanosomes from naturally infected and commercially important Brazilian fish. J Parasitol. 2014 oct.;100(5):687-691. https://doi.org/10.1645/14-502.1

33. Fujimoto RY, Neves MS, Santos RFB, Souza NC, do Couto MVS, Lopes JNS, *et al*. Morphological and hematological studies of *Trypanosoma* spp. infecting ornamental armored catfish from Guamá River-PA, Brazil. An Acad Bras Cienc. 2013 sep.;85(3):1149-1156. https://doi.org/10.1590/s0001-37652013005000039

34. Borges WF, Brito de Oliveira MS, Gomes-Santos G, Tavares-Dias M. Parasites in Loricariidae from Brazil: Checklist and new records for fish from the Brazilian Amazon. Acta Sci Biol Sci. 2018 jul. 1;40(1):40621. https://tinyurl.com/25djyjwz

35. de Sousa LF, de Souza DC, Coêlho TA, Tavares-Dias M, Corrêa LL. Morphometric characterization of *Trypanosoma* spp. and blood parameters in Pterygoplichthys pardalis (Pisces: Loricariidae) from the Brazilian Amazon. An Acad Bras Cienc. 2020 oct. 19;92(2):e20190577. https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190577

36. Pelegrini LS, Januário FF, de Azevedo RK, Abdallah VD. Biodiversity and ecology of the parasitic infracommunities of Loricaria prolixa (Siluriformes: Loricariidae) from the Tietê-Batalha Basin, SP, Brazil. Acta Sci Biol Sci. 2018 mar. 28;40(1):36294. http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v40i1.36294

37. Sterne JA, Hernán MA, McAleenan A, Reeves BC, Higgins JP. Assessing risk of bias in a non-randomized study. En: Higgins JPT, Thomas J, editores. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions [2.ª ed.]. Hoboken: Wiley Blackwell; 2019. pp. 621-641. https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch25

38. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, *et al*. ROBINS-I: A tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. BMJ. 2016 oct. 12;(355):i4919. https://doi.org/10.1136/bmj.i4919