



# Nemátodos en *Trichomycterus nigromaculatus* (Pisces: Trichomycteridae) en el Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia

Carlos M. Toncel-Palencia<sup>1</sup> ; Carlos A. García-Alzate<sup>1,2\*</sup> .

<sup>1</sup>Universidad del Atlántico, Facultad de Ciencias Básicas, Atlántico, Grupo de Investigación Estudios en Sistemática y Conservación. Barranquilla, Colombia.

<sup>2</sup>Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Facultad de Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible, Grupo de investigación Estudios en sistemática y conservación. Cauca, Popayán, Colombia.

\*Correspondencia: [carlosgarciaa@mail.uniatlantico.edu.co](mailto:carlosgarciaa@mail.uniatlantico.edu.co)

Recibido: Mayo 2023; Aceptado: Diciembre 2023; Publicado: Enero 2024.

## RESUMEN

**Objetivo.** Determinar la prevalencia de infección por helmintos en *Trichomycterus nigromaculatus* capturados en ambientes definidos desde la fisicoquímica del Río Gaira, en Minca, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. **Material y Métodos.** Se recolectaron 476 ejemplares de *T. nigromaculatus* abarcando ambos períodos climáticos de la zona, los cuales fueron disectados para analizar la cavidad visceral. Los parásitos aislados fueron fijados en formol al 10% para su posterior aclaración. Los ejemplares fueron identificados a través de observación de estadios adultos al microscopio estereoscópico posterior a su aclaración. **Resultados.** Se encontraron ejemplares exclusivamente del género *Spirocamallanus* (Nematoda) la especie *Spirocamallanus* sp. La prevalencia parasitaria osciló entre 0% en agosto a 28.57% en abril con una abundancia de 1.09 vermes/hospedador. Parámetros ambientales como oxígeno disuelto (Promedio: 5.65 mg. L<sup>-1</sup>, Max: 7.5 mg. L<sup>-1</sup>, Min: 4.41 mg. L<sup>-1</sup>); pH (Promedio: 7.2, Max: 9.3, Min: 5.7) y conductividad (Promedio: 72.82  $\mu$ s.cm<sup>-1</sup>, Max: 123.7  $\mu$ s.cm<sup>-1</sup>, Min: 40  $\mu$ s.cm<sup>-1</sup>) presentaron diferencias estadísticamente significativas, el ambiente se comportó como eutrofizado. **Conclusiones.** En las áreas de presencia de la asociación parasitaria fueron descritos *Spirocamallanus* sp. en *T. nigromaculatus* constituye un nuevo registro para el Caribe colombiano y una ampliación de la distribución geográfica y del rango de hospedadores del nemátodo.

**Palabras clave:** Diversidad; endemismo; peces tropicales; *Procamallanus*; parasitología (Fuentes: CAB, FAO, AGROVOC).

## ABSTRACT

**Objective.** To determine the prevalence of helminth infection in *Trichomycterus nigromaculatus* captured in environments defined from the physicochemistry of the Gaira River, in Minca, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. **Material and Methods.** We collected 476 specimens of *T. nigromaculatus* covering both climatic periods of the area, which were dissected to analyze the visceral cavity. Isolated parasites were fixed in 10% formalin for subsequent clarification. The specimens were identified by

### Como citar (Vancouver).

Toncel-Palencia CM, García-Alzate CA. Nemátodos en *Trichomycterus nigromaculatus* (Pisces: Trichomycteridae) en el Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Rev MVZ Córdoba. 2024; 29(1):e3250. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3250>



©El (los) autor (es) 2024. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

observation of adult stages under a stereoscopic microscope after clarification. **Results.** Specimens were found exclusively from the genus *Spirocamallanus* (Nematoda), the species *Spirocamallanus* sp. parasitic prevalence ranged from 0% in August to 28.57% in April with an abundance of 1.09 worms/host. Environmental parameters such as dissolved oxygen (Mean:5.65 mg. L<sup>-1</sup>, Max:7.5 mg. L<sup>-1</sup>, Min:4.41 mg. L<sup>-1</sup>); pH (Mean:7.2, Max: 9.3, Min: 5.7) and conductivity (Mean:72.82  $\mu$ s.cm<sup>-1</sup>, Max: 123.7  $\mu$ s.cm<sup>-1</sup>, Min: 40  $\mu$ s.cm<sup>-1</sup>) presented statistically significant differences, the environment is eutrophicated. **Conclusions.** *Spirocamallanus* sp. were described in the areas of presence of the parasitic association in *T. nigromaculatus*, which constitutes a new record for the Colombian Caribbean and an extension of the geographic distribution and host range of the nematode.

**Keywords:** Endemism; diversity; parasitology; *Spirocamallanus*; tropical fishes (Sources: CAB, FAO, AGROVOC).

## INTRODUCCIÓN

Uno de los factores más importantes para el manejo de parasitosis es el estudio de las condiciones ambientales en la cual se presentan en poblaciones naturales, lo que permite conocer las variaciones de su distribución y prevalencia en sus hospedadores intermediarios y definitivos (1). Etapas iniciales de estudios de ecología de comunidades parasitarias consiste en la descripción de su riqueza en cuanto a composición, prevalencia e intensidad parasitaria (2), lo cual permitiría reconstruir los ciclos de vida, con una adecuada anticipación e inferir estrategias de mitigación para las parasitosis que influyen en la densidad y etología de las poblaciones de hospedadores (3). Los parásitos juegan un papel importante en el comportamiento de las especies de peces y su relación con el ambiente (4,5), ya que según la carga parasitaria condicionan el comportamiento, fisiología y supervivencia de los hospedadores (Esterilidad, Tumores, Linfocistis, entre otras) (6,7).

Vertimientos de residuos orgánicos e inorgánicos, explotación minera, y alta demanda turística, son actividades recurrentes en la ribera del río Gaira, en el corregimiento de Minca, Galardonado como patrimonio ambiental. Actividades antropogénicas que deterioran los sistemas acuáticos, generando cambios en la calidad del agua, disminución significativa de la ictiofauna y en últimas afectando directamente su biodiversidad (8,9). Los cambios significativos de temperatura, concentración de oxígeno disuelto, aumento de salinidad y concentraciones de iones hidrógeno, por acción antropogénica, son adyuvantes para la presencia de parásitos, lo cual contribuye también a la disminución de la densidad poblacional de peces, (10,11).

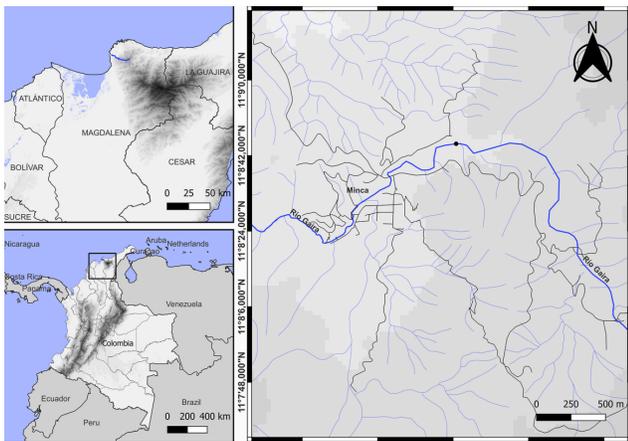
El genero *Trichomycterus* cuenta con 54 especies en Colombia, distribuidas en el piedemonte transandino y sistemas fluviales montañosos de las cuales 50 son endémicas (12), pese a esto los reportes de parásitos en Trichomycteridos para Colombia se limitan los reportados para *Trichomycterus chapmani* y *Trichomycterus* sp. en el Río San Juan (13), siendo ambos reportes de *Spirocamallanus*, y uno de los 21 taxos parásitos encontrados en *Trichomycterus* en la región neotropical (14).

*Trichomycterus nigromaculatus* (Boulenger, 1887) especie endémica, hace parte de las 4 especies registradas para el Río Gaira en su parte media-alta (15). A pesar de no ser una especie con interés económico, es necesaria información sobre las interacciones parásito-hospedador y su distribución que permitan el aumento en el conocimiento de la parasitofauna en la región neotropical.

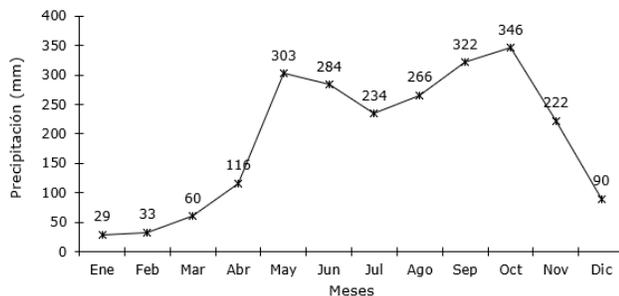
En este artículo se llevó a cabo el estudio de prevalencia de helmintos en *Trichomycterus nigromaculatus* hospedador definitivo en ambientes fisicoquímicamente y ecológicamente descritos del Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio fue realizado en el Río Gaira a la altura del corregimiento de Minca (670 m.s.n.m), al norte del departamento del Magdalena, Colombia (Figura 1). La región presenta un patrón de lluvias bimodal, con altas lluvias de mayo a noviembre y bajas lluvias de diciembre hasta abril (Figura 2).



**Figura 1.** Mapa de la zona de estudio y punto de monitoreo.



**Figura 2.** Precipitación promedio mensual en estación Minca, SNSM, Caribe, Colombia. Años 1994 a 2014. Datos de estación pluviométrica Minca del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM).

**Fase de campo.** Los muestreos se realizaron abarcando los períodos de mínima y máxima precipitación definidos para la zona basado en un histórico de diez años de la estación climatológica de Gaira (Donde: M1= Junio, M2= Abril del 2017, M3= Junio, M4= Agosto, M5= Octubre, M6= Diciembre, M7= Enero, M8= Febrero, M9= Abril, M10= Junio, M11= Agosto, M12= Octubre). Los peces fueron capturados con dos artes de pesca, arrastres con una red de 2 m de largo por 0.50 m de altura y ojo de malla de 0.5 cm y atarraya de 2 m de diámetro y ojo de malla de 0.50 cm. Los muestreos se llevaron a cabo entre las 20:00 y las 24:00 horas, se hicieron barridos a favor y en contra de la corriente, y de ribera a ribera, con el fin de incluir todos los biotopos del sistema (14). Para la captura de los ejemplares se tuvo en cuenta las consideraciones éticas determinadas en el estatuto nacional de protección de los animales (ley 84 de 1989), además estuvo respaldada bajo la licencia de colecta de especímenes silvestre con fines de

investigación científica, otorgada a la Universidad del Atlántico mediante la resolución N° 00594 del 2018 (Ministerio del medio ambiente, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA-). Los ejemplares se mantuvieron inmediatamente en hielo en neveras de poliestireno. Para cada individuo se evaluó el peso total (g) con una balanza (CAMRY, modelo: EHA401 y precisión mg), y la longitud total y estándar (mm) con un calibrador digital (DISCOVER, precisión mm) hasta centésimas de milímetro. Posteriormente los ejemplares fueron diseccionados con un corte uroventral para extraer branquias, estómago, intestino, gónadas y observar cavidad celómica a fin de develar presencia de parásitos helmintos. Cada uno de estos órganos y estructuras fueron pesados y medidos, fijadas en etanol al 70% y depositados en frascos debidamente rotulados (16). Ya conducidos los ejemplares de *T. nigromaculatus* al laboratorio ubicado en la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia, fueron fijados en formol al 10 % y posteriormente conservados en alcohol al 70 % y depositados en la colección de peces de la misma universidad (UARC-IC).

En el momento del muestreo, se realizaron mediciones de variables *in situ* como pH, oxígeno disuelto ( $\text{mg. L}^{-1}$ ), temperatura superficial del agua ( $^{\circ}\text{C}$ ) y conductividad ( $\mu\text{s. cm}^{-1}$ ), con un equipo multiparamétrico HANNA instruments®. Mediante una estación meteorológica portátil PROOF modelo ADC - PRO, fueron medidas la altitud (m), temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ) y humedad relativa (%), además se tomaron muestras de agua en botellas de 250 mL, las cuales fueron almacenadas en hielo y transportadas al laboratorio de la Universidad del Atlántico, para análisis de variables *ex situ* como dureza total ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), sulfatos ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), acidez ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), nitritos [ $(\text{NO}_2\text{-N})$  ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ )], nitratos [ $(\text{NO}_3\text{-N})$  ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ )], fosfatos ( $\text{mg. L}^{-1}$ ), alcalinidad ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ), cloruros ( $\mu\text{g. L}^{-1}$ ) con kits de la casa comercial Hanna Instruments® (Woonsocket, Rhode Island, Estados Unidos) y amonio ( $\text{mg. L}^{-1}$ ) a través de un medidor de amonio Milwaukee modelo MI 405®, de acuerdo con la metodología propuesta por la American Public Health Association (17)

**Fase de laboratorio.** La identificación de los parásitos se realizó en el laboratorio del museo de colecciones científicas de la Universidad del Atlántico, los helmintos previamente separados y extraídos fueron preservados en alcohol al 70%, posteriormente se sumergieron en formol 10% por dos días para su fijación. El

proceso de aclaración se realizó mediante una inmersión en ácido acético durante 30 segundos, seguidamente en etanol al 70% durante 5 minutos y en etanol glicerinado al 70%. A continuación, fueron pasados nuevamente por etanol al 70%, para luego continuar la batería de etanol a 95% primero y 100% después, luego paso por butanol absoluto, seguido de un paso por tolueno absoluto para aclaración y su conserva final en glicerina. Los ejemplares fueron observados, fotografiados y medidos en un estereomicroscopio (SteREO Discovery V20, Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany) e identificados siguiendo (19,20). Posteriormente conservados en glicerina y depositados en el museo de colecciones científicas de la Universidad del Atlántico(UARC).

**Análisis de datos.** Con el fin de conocer la dinámica de la infección en *T. nigromaculatus* se calculó la Prevalencia (Clopper-Pearson), intensidad media (Bootstrap BCa) y abundancia media (Bootstrap BCa) por medio de software Quantitative Parasitology version 3.0 (20) y el factor de condición K, el cual permite conocer el grado de desarrollo y la robustez de los individuos de peces, esto en función del incremento alométrico, en relación al tamaño (ecuación ;  $W_t = \text{peso total del ejemplar (g)}$ ,  $LE = \text{longitud estándar (mm)}$ ,  $b = \text{coeficiente angular de la regresión entre el peso total-longitud estándar}$ ) (21).

Para los datos fisicoquímicos, pesos y longitud de los peces se realizó estadística descriptiva. Posteriormente, para conocer la distribución de los datos se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ( $N < 30$ ), los cuales indicaron distribución no normal para sexos; y normal para tallas y variables fisicoquímicas ( $p < 0.05$ ); para definir si existían diferencias significativas entre los muestreos por cada variable se aplicaron pruebas de Mann-Whitney entre sexos, t-test entre tallas y ANOVA anidado entre las variables fisicoquímicas, además prueba de Tukey para determinar dónde se encontraban las diferencias ( $p < 0.05$ ). Todos los análisis se realizaron con PAST 4.03 bajo Windows.

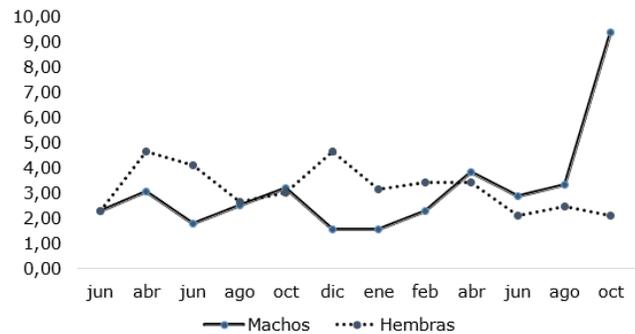
## RESULTADOS

476 individuos de *T. nigromaculatus* fueron examinados (Figura 3). La longitud estándar de los peces varió de 17.20 a 121.46mm ( $83.91 \pm 19.21$ ,  $n = 476$ ) con los mayores valores en los muestreos 10 y 12 (Altas lluvias) con

$85.78 \pm 17.15$  y  $83.91 \pm 19.21$  respectivamente. El peso de los ejemplares varió de 0.42 a 26.94g ( $4.76 \pm 3.78$ ,  $n = 476$ ) (Tabla 1) con el mayor valor en el muestreo 10 con  $8.38 \pm 4.95$ . Los valores del factor de condición K muestran un alto grado de robustez para la especie en los momentos de los muestreos, siendo más alta para hembras que para machos, los máximos valores para hembras se encontraron en el muestreo 2 y 6, mientras que para machos fue durante el muestreo 9 (Figura 4), estos tres correspondiente a época de bajas lluvias.



**Figura 3.** Ejemplar de *Trichomycterus nigromaculatus* coloración en vida, 23.5mm Longitud estándar (UARC-IC 807). (Foto CG-A)

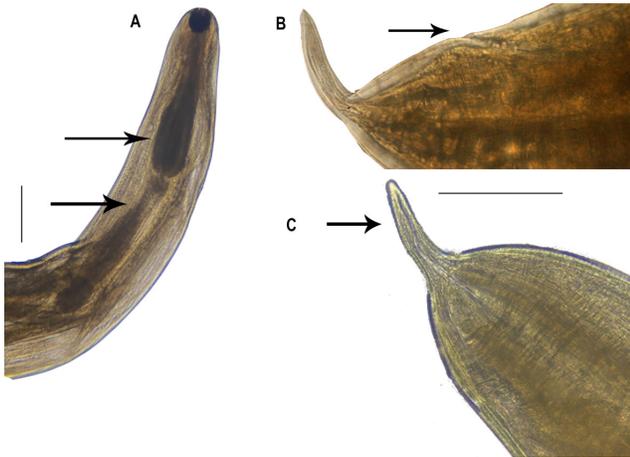


**Figura 4.** Factor de condición K de *Trichomycterus nigromaculatus* en el río Gaira, Minca, Sierra nevada de Santa Marta.

En cuanto a la prevalencia se observó que el 19.1% (IC 90%: 16.1-22.3%) de los individuos se encontraron parasitados ( $n = 91$ ), con mínimo durante el muestreo 4 (0%) y máximo durante el muestreo 10 (43.48%). El 99% de los parásitos fueron encontrados en estómago e intestino, solo uno fue encontrado en gónadas. La intensidad media fue de 8.29 (IC 90%: 7.58-8.88) y la abundancia media de 1.58 (IC 90%: 1.34-1.88). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los muestreos y los organismos parasitados por sexo ( $p = 0.8827$ ;  $p < 0.05$ ) o intervalos de talla ( $p = 2.10$ ;  $p < 0.05$ ).

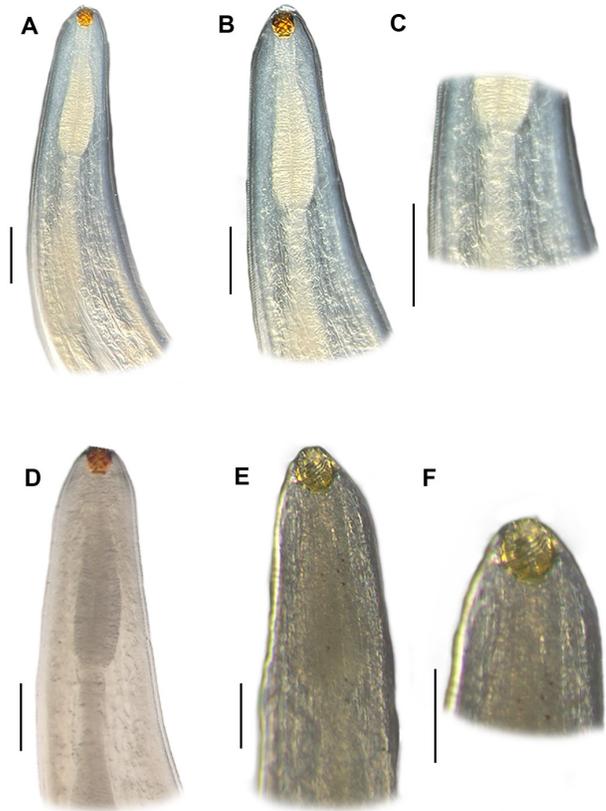
Los parásitos fueron identificados como: *Spirocamallanus* sp.

Descripción: Color rojizo en vida, presenta cutícula estriada, capsula bucal de color naranjado ligeramente más larga que ancha, esófago muscular más pequeño que el esófago glandular y externo posterior con un apéndice filiforme (Figura 5 y 6).



**A:** La flecha en la parte superior indica en esófago muscular, mientras que la inferior el esófago glandular. Escala 0.2mm; **B:** Ano Escala 0.25mm; **C:** Terminación filiforme del cuerpo de *Spirocamallanus* sp. Escala 0.25mm.

**Figura 5.** *Spirocamallanus* sp. de *Trichomycterus nigromaculatus* colectadas en el Río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.



**Figura 6.** *Spirocamallanus* sp. **A-B:** Extremo posterior de *Spirocamallanus* sp. Barra de escala= 0.2mm **C:** Cutícula estriada. Barra de escala= 0.2mm **D-E:** Extremo posterior de *Spirocamallanus* sp. Barra de escala= 0.1mm **F:** Capsula bucal vista dorso-ventral. Barra de escala= 0.1mm

**Tabla 1.** Promedios mensuales de las variables morfométricas y los parámetros de infección de los ejemplares analizados de *T. nigromaculatus* del Río Gaira, SNSM analizados.

Mes	Muestreo	PT/PP	Peso (g)	Longitud estándar (cm)	Prevalencia %
junio 2016	M1*	54/13	4.49 ± 3.18	64.94 ± 16.68	24.07
abril 2017	M2**	39/2	2.56 ± 3.33	48.83 ± 19.83	5.13
junio 2017	M3*	49/2	2.06 ± 2.68	62.35 ± 28.68	4.08
agosto 2017	M4*	29/0	3.65 ± 5.12	55.50 ± 14.87	0.00
octubre 2017	M5*	32/2	2.99 ± 2.60	61.03 ± 23.57	6.25
diciembre 2017	M6**	20/1	3.64 ± 3.03	59.67 ± 16.54	5.00
enero 2018	M7**	21/6	5.14 ± 4.85	67.19 ± 23.05	28.57
febrero 2018	M8**	50/9	3.83 ± 2.60	59.79 ± 16.08	18.00
abril 2018	M9**	48/5	5.21 ± 3.76	70.95 ± 18.93	10.42
junio 2019	M10*	46/20	8.38 ± 4.95	85.78 ± 17.15	43.48
agosto 2019	M11*	42/16	6.75 ± 4.31	75.83 ± 18.96	38.10
octubre 2019	M12*	46/15	8.38 ± 4.95	83.91 ± 19.21	32.61

\*Altas lluvias; \*\*Bajas lluvias  
PT= peces totales, PP= peces parasitados.

Macho (1 ejemplar) longitud 13.916 mm, ancho 0.246 mm, capsula bucal 0.08 mm de longitud y 0.07 de ancho, esófago muscular 0.476 de longitud.

Hembra (6 ejemplares) longitud 7.103-27.526 mm ( $18.885 \pm 7.691$ ), ancho 0.238-0.613 mm ( $0.437 \pm 0.145$ ), capsula bucal 0.07-0.63 mm ( $0.172 \pm 0.224$ ) de longitud, ancho 0.056-0.11 mm ( $0.075 \pm 0.018$ ), esófago muscular 0.339-1.201 mm ( $0.598 \pm 0.345$ )

El oxígeno disuelto del agua presentó un valor promedio de 5.65 mg. L<sup>-1</sup> (osciló entre 4.41mg. L<sup>-1</sup> en el muestreo en octubre 2019 y 7.5 mg. L<sup>-1</sup> en diciembre; altas y bajas lluvias respectivamente), la conductividad presentó un promedio de 72.82  $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$  (40  $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$  durante el muestreo 2 en abril en época de bajas lluvias y 123.7  $\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$  en el muestreo 12 en octubre en altas lluvias) y el pH presentó un promedio de 7.2 (5.7 durante el muestreo 4 en agosto correspondiente a época de altas lluvias y 9.3 en el muestreo 9 en abril correspondiente a época de bajas lluvias). El oxígeno disuelto  $p= 0.002681$ , la conductividad  $p= 1.842 \cdot 10^{-11}$  y el pH  $p= 0.006812$  presentaron diferencias estadísticamente significativas. Las variables *ex situ* presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo se encontraron concentraciones elevadas de nitritos (0.15  $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ ), sulfatos (900  $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ ) y cloruros (1800  $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ ) (Tabla 2) las cuales superaron los valores límites permisibles por la norma establecida por el Ministerio de Ambiente en Colombia para la conservación de flora y fauna.

**Tabla 2.** Variables fisicoquímicas *ex situ* tomadas durante los últimos cuatro muestreos. DE= desviación estándar.

VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	DE
Dureza Total ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	80	200	160	7
Nitritos ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	0	15	50.37	5.7
Nitratos ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	10	35	16.25	12.5
Sulfatos ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	35	900	307.50	4
Acidez ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	85	500	240	1.8
Alcalinidad total ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	42	150	96.75	61.5
Cloruros ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	0	1800	502.50	8.6
Amonio ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	0	0.1	0.03	0
Fosfatos ( $\mu\text{g}.\text{L}^{-1}$ )	0.02	0.13	0.05	0.1

## DISCUSIÓN

Los nemátodos colectados fueron identificados como *Spirocamallanus* sp., lo cual según la revisión de la literatura constituye el primer reporte para parásitos de este género en peces de ríos bajantes de la Sierra Nevada de Santa Marta.

La presencia de helmintos del género *Spirocamallanus* lleva consigo cambios patológicos tales como hinchazón, glomérulos, cambios degenerativos en los túbulos y en la cápsula de Bowman (22), además de, causar lesiones al adherirse a las paredes del intestino, al tiempo que se alimentan de sangre, provocando anemia y hemorragias (8).

Nemátodos de *Spirocamallanus* se han encontrado en la familia Trichomycteridae, género *Trichomycterus* en Perú, Colombia y Argentina (23,24) en este último con prevalencias de 97% y 7.5% respectivamente. Los resultados indican que *T. nigromaculatus* representa un nuevo hospedador para esta especie de nemátodo y además con la prevalencia del 19%, lo que significa una ampliación de la distribución geográfica del género *Spirocamallanus* y de su rango de hospedadores.

El 56% de los peces parasitados fueron capturados en los 3 últimos muestreos, correspondientes a época de altas lluvias, durante los cuales se reportaron valores bajos de oxígeno disuelto y pH, lo cual favorece el desarrollo y supervivencia de organismos patógenos (25), además, del deterioro del río por el aumento del turismo, los residuos, la contaminación, las prácticas dañinas, preparación de alimentos y vertimientos irregulares al río (15, 26), lo que concuerda con Marinho et al (27), Dias et al (7), Silva et al (28), donde el aumento de la prevalencia parasitaria está asociada a las inadecuadas condiciones sanitarias.

Los parásitos del género *Spirocamallanus* fueron encontrados principalmente en intestino (89%), estructura donde se alojan en su hospedador definitivo (23,28,29,30), ya que la etapa final del desarrollo de este nemátodo se da en este órgano. Los estadios encontrados en el estómago corresponden a una fase larvaria de su desarrollo; la presencia de un verme fuera de los nichos habituales para este parásito (Gónada), esto pudo deberse a que cuando el hospedador fue extraído de su hábitat, los nemátodos migraron ectópicamente.

A pesar de que parásitos del género *Spirocamallanus* causan daños en el hospedador (8), el factor de condición K (Figura 4), no evidenció una relación entre la presencia del parásito y una disminución en el grado de robustez de los ejemplares capturados. Se hace necesario profundizar en estudios a nivel histológico que permitan estudiar aquellas lesiones que se puedan estar ocasionando en el pez.

En el presente estudio, los valores de las variables fisicoquímicas *ex situ* y la presencia de los parásitos no se encontraron estadísticamente relacionados ( $p > 0.05$ ), sin embargo, valores elevados de Nitritos ( $0.15 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Tabla 1), asociados a aguas residuales industriales o municipales, tanques sépticos, residuos animales y a las descargas de la emisión de gases de vehículos (31), Sulfatos ( $900 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) y Cloruros ( $1800 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), influenciados por vertederos de aguas residuales al río (32), se encontraron por encima de los valores máximos permitidos por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de Ambiente de  $0.1 \mu\text{g.L}^{-1}$ ,  $250 \mu\text{g.L}^{-1}$  y  $250 \mu\text{g.L}^{-1}$  respectivamente. Las aguas provenientes del Río

Gaira, se utilizan para abastecimiento de agua de Minca y de barrios de Santa Marta, lo cual plantea la necesidad de su monitorización a fin de garantizar la salud pública (33,34).

### Conflicto de intereses

Los autores de este artículo declaramos que no existe conflicto de intereses.

### Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. A los pobladores del corregimiento de Minca. A integrantes del semillero Ictiología Continental (ICTIOCON) por su apoyo en la fase de campo.

### Financiación

Vicerrectoría de Investigaciones y Proyección Social de la Universidad del Atlántico financio parcialmente el trabajo de campo en el marco de la primera convocatoria interna para fortalecimiento de semilleros de investigación.

## REFERENCIAS

- Hoffman GL. Parasites of North American freshwater fishes. Cornell University Press. 2019. <https://doi.org/10.1645/13-394.1>
- Esch GW, Fernandez JC. A functional biology of parasitism: Ecological and evolutionary implications. Springer Science & Business Media (Eds.); 2013. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-2352-5>
- Lafferty KD, Kuris AM. How environmental stress affects the impacts of parasites. *Limnology and Oceanography*. 1999; 44(3part2):925-931. [https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.4319/lo.1999.44.3\\_part\\_2.0925](https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.4319/lo.1999.44.3_part_2.0925)
- Tavares-Dias M, Oliveira MSB, Gonçalves RA, Silva LMA. Ecology and seasonal variation of parasites in wild *Aequidens tetramerus*, a Cichlidae from the Amazon. *Acta Parasitologica*. 2014; 59(1):158-164. <https://doi.org/10.2478/s11686-014-0225-3>
- Dias MKR, Neves LR, Marinho RGB, Pinheiro DA, Tavares-Dias M. Parasitismo em tambatinga (*Colossoma macropomum* and *Piaractus brachypomus*, Characidae) cultivados na Amazônia, Brasil. *Acta Amazon*. 2015; 45(2):231-238. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201400974>
- Terán HR, Ramallo G, Alcaide MF. Efectos producidos por *Procamallanus (Spirocamallanus) hilarii* Vaz & Pereira, 1934 (Nematoda, Camallanidae) en *Astyanax fasciatus* y *Astyanax abramis* (Pisces, Characidae). *Acta Zoológica Lilloana*. 2004; 48(1-2):123-135. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.07.005>
- Santana Piñeros A, Cruz Quintana Y, Castillo Olaya V. Parámetros de infección de *Procamallanus (Spirocamallanus)* cf. *pintoi* en *Corydoras metae* de Villavicencio, Colombia. *La Técnica Revista De Las Agrociencias*. 2017; 18:49-57. [http://dx.doi.org/10.33936/la\\_tecnica.v0i18.806](http://dx.doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i18.806)

8. Ibarra-Trujillo EJ, García-Alzate CA. Ecología trófica y reproductiva de *Hemibrycon sierraensis* (Characiformes: Characidae), pez endémico del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 2017; 65(3):1033-1045. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v65i3.29439>
9. Jiménez-Segura LF, Galvis-Vergara G, Cala-Cala P, García-Alzate CA, López-Casas S, Ríos-Pulgarín MI, et al. Freshwater fish faunas, habitats and conservation challenges in the Caribbean river basins of north-western South America. *Journal of Fish Biology*. 2016; 89(1):65-101. <https://doi.org/10.1111/jfb.13018>
10. Marchiori NC, Gonçalves ELT, Tancredo KR, Pereira-Júnior J, Garcia JRE, Martins ML. Effect of water temperature and salinity in oviposition, hatching success and infestation of *Aphanoblastella mastigatus* (Monogenea, Dactylogyridae) on *Rhamdia quelen*. *Braz J Biol*. 2015; 75(4 Suppl 1):245-252. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.14014>
11. Jerônimo GT, Pádua SB, Ventura AS, Gonçalves ELT, Ishikawa MM, Martins ML. Parasitological assessment in the hybrid surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* and *P. corruscans*), with uncommon occurrence of Monogenea parasites. *Rev Bras Parasitol Vet*. 2016; 25(2): 179-186. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612016037>
12. DoNascimento C, Bogotá Gregory JD, Albornoz Garzón JG, Méndez López A, Villa Navarro FA, Herrera Collazos EE, Agudelo Zamora H, Arce MH. Lista de especies de peces de agua dulce de Colombia / Checklist of the freshwater fishes of Colombia. v. 2.13. Asociación Colombiana de Ictiólogos: Colombia; 2021. <https://doi.org/10.15472/numrso>.
13. Moravec F, Chara J, Shinn AP. Two nematodes, *Dentinema trichomycteri* n. g., n. sp. (Cosmocercidae) and *Procamallanus chimusensis* Freitas & Ibáñez, 1968 (Camallanidae), from catfishes *Trichomycterus* spp. (Pisces) in Colombia. *Syst Parasitol*. 2004; 59(3):189–197. <http://dx.doi.org/10.1023/B:SYPA.0000048098.80098.26>
14. Parra AB, Ramos IP, Delariva RL, de Arruda Amorim JP, Sereia DA de O, da Silva RJ, et al. Parasites of *Cambeva davisi* (Siluriformes: Trichomycteridae) from the Cascavel stream, Neotropical area. *Biologia*. 2021; 76(2):599–612. <http://dx.doi.org/10.2478/s11756-020-00564-1>
15. Ibarra Trujillo EJ, García Alzate, CA. Ecología trófica y reproductiva del bagresito endémico *Trichomycterus nigromaculatus* (Siluriformes: Trichomycteridae) en el río Gaira, Colombia. *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*. 2023; 18(1):86-99. <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.4670>
16. Morales-Parrado J, García-Alzate CA. Estructura Trófica de la Ictiofauna de los arroyos del Corral de San Luis, Cuenca del Bajo Magdalena, Colombia. *Rev Biol Trop*. 2016; 64(2):715. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i2.18781>
17. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, editores. Standard methods for the examination of water and wastewaterTM. 24a ed. Washington D.C., DC, Estados Unidos de América: American Public Health Association; 2023. <https://www.standardmethods.org/doi/book/10.2105/SMWW.2882>
18. Vergara-Flóre, V, Consuegra A. *Contraecaecum* sp.(Nematode: Anisakidae) en peces de interés comercial en el golfo de Morrosquillo, Sucre-Colombia. *Gestión y Ambiente*. 2021; 24(2):97356-97356. <https://doi.org/10.15446/ga.v24n2.97356>
19. Fusco AC, Brooks DR. A new species *Spirocamallanus* Olsen, 1952 (Nematoda: Camallanidae) from *Trachycorystes insignis* (Steindachner)(Pisces: Doradidae) in Colombia. *Proc Helmithol Soc Wash*. 1978; 45:111-114. <https://bionames.org/archive/issn/0018-0130/45/111.pdf>
20. Moravec F, Wolter J, Körting W. Some nematodes and acanthocephalans from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. *Folia Parasitol (Praha)*. 1999; 46(4):296–310. <https://folia.paru.cas.cz/pdfs/fo/1999/04/10.pdf>

21. Reiczigel J, Marozzi M, Fábíán I, Rózsa L. Biostatistics for parasitologists - A primer to quantitative parasitology. *Trends Parasitol.* 2019; 35(4):277–281. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2019.01.003>
22. Pandit DN, Gupta ML. Hepto-somatic index, gonado-somatic index and condition factor of *Anabas testudineus* as bio-monitoring tools of nickel and chromium toxicity. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology.* 2019; 12(3):25-28. <http://ijiet.com/wp-content/uploads/2019/03/5.pdf>
23. Ailán-Choke LG, Davies DA, Tavares LER, Pereira FB. An integrative taxonomic assessment of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *huacraensis* (Nematoda: Camallanidae), infecting the freshwater catfish *Trichomycterus spegazzinii* (Siluriformes: Trichomycteridae) in Argentina. *Parasitol Res.* 2019; 118(10):2819. <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-019-06429-0>
24. Choke LA, Ramallo G, Nieva L, Davies D. Nuevos registros de helmintos parásitos en dos especies de peces fluviales, provincia de Salta, Argentina. *Acta Zool Lilloana.* 2014; 253–257. <https://lillo.org.ar/journals/index.php/acta-zoologica-lilloana/article/view/165>
25. Rodríguez JG, Olivares JL, Sánchez Y, Ii C, Alemán Y, Arece J. Cambios climáticos y su efecto sobre algunos grupos de parásitos. *Revista de Salud Animal.* 2013; 35(3):145-150. <http://scielo.sld.cu/pdf/rsa/v35n3/rsa01313.pdf>
26. Rocca LHD, Zielinski S. Community-based tourism, social capital, and governance of post-conflict rural tourism destinations: the case of Minca, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Tourism management perspectives.* 2022; 43:100985. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tmp.2022.100985>
27. Marinho RGB, Tavares-Dias M, Dias-Grigório MKR, Neves LR, Yoshioka ETO, Boijink CL, et al. Helminthes and protozoan of farmed pirarucu (*Arapaima gigas*) in eastern Amazon and host-parasite relationship. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2013; 65(4):1192-1202. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000400035>
28. Silva MT, Pinto GP, Cavalcante PHO, Santos FGA, Moutinho VAC, Portes CS. Helminth community structure of *Arapaima gigas* in semi-intensive and intensive fish farming systems in the southwestern Brazilian Amazon. *Neotropic Helminthol.* 2016; 10(2):219-231. [https://www.neotropicalhelminthology.com/files/ugd/1fc314\\_6e0e0a304c0a4b3cb95550b95931c6f0.pdf](https://www.neotropicalhelminthology.com/files/ugd/1fc314_6e0e0a304c0a4b3cb95550b95931c6f0.pdf)
29. Martins WM de O, Justo MCN, Cárdenas MQ, Cohen SC. Seasonality of parasitic helminths of *Leporinus macrocephalus* and their parasitism rates in farming systems in the Amazon. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária.* 2017; 26(4):419-426. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612017062>
30. Tavares-Dias M, Gonçalves RA, Oliveira MSB, Neves LR. Aspectos ecológicos dos parásitos en *Cichlasoma bimaculatum* (Cichlidae), pez ornamental de la Amazonia brasileña. *Acta Biolo Colomb.* 2017; 22(2):53. <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n2.60015>
31. Ailán-Choke LG, Tavares LE, Luque JL, Pereira FB. An integrative approach assesses the intraspecific variations of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, a common parasite in Neotropical freshwater fishes, and the phylogenetic patterns of Camallanidae. *Parasitology.* 2020; 147(14):1752-1764. <https://doi.org/10.1017/S0031182020001687>
32. Bolaños-Alfaro JD, Cordero-Castro G, Segura-Araya G. Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Rev Tecnol Marcha.* 2017; 30(4):15. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v30i4.3408>
33. Pérez-Díaz JP, Ortega-Escobar HM, Ramírez-Ayala C, Flores-Magdaleno H, Sánchez-Bernal EI, Can-Chulim Á, et al. Concentración de nitrato, fosfato, boro y cloruro en el agua del río Lerma. *Ecosistemas Recur Agropecu.* 2019; 6(16):175–182. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1829>
34. Rojas VRP, Rojas VLN. Caracterización y determinación de la calidad de agua superficial. *Rev Investig.* 2023; 12(1):65–80. <https://doi.org/10.26788/ri.v12i1.4014>