

Parámetros de infección de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) cf. *pinto* en *Corydoras metae* de Villavicencio, Colombia

Infection parameters of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) cf. *pinto* in *Corydoras metae* from Villavicencio, Colombia

Ana María Santana-Piñeros^{1,2*}; Yanis Cruz-Quintana^{1,2}; Victoria Castillo Olaya²

¹ Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesquerías, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Ciudadela Universitaria, Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador.

² Grupo de Investigación en Peces Neotropicales, Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible (FUNINDES), Cra 53 No. 13e-31, apto 403C, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

* Autor para correspondencia: amsantana@utm.edu.ec

Resumen

En Colombia las pesquerías de peces ornamentales constituyen un reglón económico importante, pero se desconocen muchos aspectos biológicos de las especies explotadas, incluyendo los parásitos que las afectan. El objetivo de este estudio fue identificar la especie de nematodo del género *Procamallanus* que infecta a *Corydoras metae*, una especie de pez con alto valor ornamental, y calcular los parámetros de infección durante 5 meses de muestreo. Ejemplares de *C. metae* fueron recolectados mensualmente en las bodegas de acopio de Villavicencio entre noviembre de 2012 y marzo de 2013, y analizadas mediante procedimientos parasitológicos convencionales. La prevalencia y la abundancia media del nematodo, identificado como *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) cf. *pinto*, variaron de acuerdo al mes; mientras que la intensidad promedio no varió. *Procamallanus* (*S.*) cf. *pinto* constituye un nuevo registro de parásito para *C. metae*. Se discuten los posibles efectos de la temporalidad ambiental en la variación de los parámetros de infección.

Palabras clave: Peces ornamentales, Parasitología, Nematoda, Orinoquía.

Abstract

In Colombia, ornamental fish fisheries constitute an important economic activity, but many biological aspects of the exploited species including the parasites that affect them are unknown. Therefore, the objective of this study was to identify the nematode species of the genus *Procamallanus* that infects *Corydoras metae*, a fish species with high ornamental value, and estimate the infection parameters during 5 months of observation. Organisms of *C. metae* were collected monthly at fish collection stored from Villavicencio, between November 2012 and March 2013, and analyzed by conventional parasitological procedures. The prevalence and average abundance of the nematode, identified as *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) cf. *pinto*, varied according to the month; while the mean intensity did not change. *Procamallanus* (*S.*) cf. *pinto* constitutes a new parasite record for *C. metae*. The possible effects of environmental temporality on the variation of infection parameters are discussed.

Key words: Ornamental fish, Parasitology, Nematode, Orinoco basin.



Recibido: 24 de noviembre, 2016
Aceptado: 14 de abril, 2017

Introducción

Las pesquerías de especies ornamentales en América Latina tienen un gran impacto social y económico a escalas local y regional (Valbo-Jørgensen, Soto & Gumyl, 2008, p. 28). En Colombia, la mayoría de especies ornamentales provienen de la pesca artesanal en ríos y arroyos, y cerca del 90% de esta producción se destina a la exportación (Ajiaco-Martínez, Ramírez-Gil, Sánchez-Duarte, Lasso & Trujillo, 2012, p. 152), lo que convierte a esta actividad en un importante renglón para la economía nacional (Ortega-Lara, Cruz-Quintana & Puentes, 2015, p. 174). Las especies ornamentales se exportan a aproximadamente 73 países, en especial Estados Unidos, México, Unión Europea y Asia, por un valor anual de USD 7 650 000 (Esquivel *et al.* 2014, p. 26).¹

Pese a que la ictiofauna colombiana aprovechada para acuariofilia representa el 30% de las especies de peces continentales, y constituye un importante renglón en la economía nacional (Ortega-Lara *et al.* 2015), se conocen muy pocos aspectos biológicos de las especies explotadas. A partir de los años 70 se iniciaron los primeros estudios de diferentes aspectos biológicos (taxonomía, biología, reproducción e ictiopatología) y socioeconómicos de las principales especies que se exportan (Ajiaco-Martínez *et al.* 2012), sin embargo, esos estudios todavía no responden a las necesidades de la dinámica del recurso y del mercado internacional (Blanco, 2002, p. 285). Este es el caso del estudio de los parásitos que afectan a los peces ornamentales. Moravec, Wolter y Körting (1999) mencionan que la mayoría de las especies ornamentales procedentes de países tropicales (Perú, Colombia y Brasil), y que son introducidas a Alemania, están frecuentemente infectadas con parásitos helmintos que causan altas mortalidades durante el traslado y la aclimatación. Por ejemplo, especies de la fami-

lia Camallanidae (*Camallanus cotti* Fujita, 1927, *Procamallanus* spp.) causan problemas en las crías de poecílidos y otras especies de peces (Moravec, 1998, p. 464). Cárdenas, De Souza y Lanfredi (2005) mencionan que la familia Camallanidae es considerada un gran problema para el mantenimiento de peces en cautiverio. Adicionalmente Ruhela, Pandey y Khare (2008) mediante infecciones experimentales, demostraron que varias especies de *Procamallanus* que infectan el riñón de *Clarias batrachus* (Linnaeus, 1978) muestran cambios patológicos tales como hinchazón, glomérulos de tamaño variable, cambios degenerativos en los túbulos y en la cápsula de Bowman.

Andrade-Salas, Pineda-López y García-Magaña (1994) mencionan que existen 85 especies del género *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) identificadas en varias especies de peces de agua dulce y marina de todo el mundo. Sin embargo, en los últimos años, el número de especies del género ha aumentado al menos a 97 (Moravec, Salgado-Maldonado & Caspeta-Mandujano, 2000; González-Solís, Moravec & Vidal-Martínez, 2002; Moravec, Taraschewki, Thairungroj-Anantaphruti, Maipanich & Laoprasert, 2006; Yooyen, Moravec & Wongsawad, 2011; Moravec & Vas As, 2015; Moravec & Jirku, 2015). En América del Sur se han identificado 25 especies del género *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) parasitando principalmente peces de Brasil, mientras que para Colombia solo se ha identificado una especie de este género. A pesar del gran número de nematodos reportado en especies de peces de América del Sur, y los daños patológicos que se han descrito en peces del género *Clarias*, la mayoría de estudios se han enfocado en describir las especies de *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sin dar información de los parámetros de infección, lo que ayudaría a determinar cuáles especies de parásitos constituyen un mayor riesgo para la salud del hospedero.

¹ Esquivel, M.A., Merino, M.C., Restrepo, J.J., Narváez, A., Polo, C.J., Plata, J. & Puentes, V. 2014. Estado de la Pesca y la Acuicultura 2014. Documento de compilación de información. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca –AUNAP–.

Como parte de un programa de investigación de la dinámica de la actividad pesquera de peces ornamentales continentales en Colombia, se recolectaron mensualmente 30 especímenes de *Corydoras metae* (Eigenmann, 1914) comúnmente conocidas como “corredoras meta” en las bodegas de acopio de la ciudad de Villavicencio. *Corydoras metae* es endémica de Colombia (río Meta) y una de las más importantes en acuariofilia (Ortega-Lara *et al.* 2015). Esta especie hace parte del 23% de los Callichthyidos endémicos de Colombia que son utilizados como peces ornamentales y aprovechados con fines de exportación (Barreto *et al.* 2011²), por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar la especie de nematodo del género *Procamallanus* y determinar los parámetros de infección (prevalencia, abundancia media e intensidad promedio) en el hospedero *C. metae* durante 5 meses de monitoreo.

Metodología

Las corredoras, *C. metae*, fueron recolectadas desde noviembre del 2012 hasta marzo de 2013 en las bodegas de acopio de peces ornamentales de la ciudad de Villavicencio (4° 09' 5"N – 73° 38' 17"O), ubicada en el departamento de Meta, Colombia. Treinta especímenes fueron recolectados mensualmente por el personal del acopio y fijados en formol al 10%. Para la identificación taxonómica, las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Zoología del Museo Departamental de Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann Valencia (INCIVA), ubicado en la ciudad de Cali.

A todos los peces analizados se les registró la longitud total (LT) y la longitud estándar (LS), tomadas en centímetros, y el peso tomado en gramos. Posteriormente se les practicó una disección y se les extrajo el tracto digestivo que fue colocado en una caja Petri con solución salina al

0,7%. El tracto digestivo fue revisado con ayuda de un microscopio estereoscópico. Todos los nematodos observados fueron cuantificados y preservados en tubos Eppendorf con alcohol al 70% hasta su procesamiento. Los nematodos fueron aclarados en diluciones de alcohol-glicerina en concentración ascendente (1:20; 1:10; 1:5 y 1:2) e identificados (Vidal-Martínez, Aguirre-Macedo, Scholz, González-Solís & Mendoza-Franco, 2001, p. 165), utilizando claves taxonómicas para el grupo (Fusco & Brooks, 1978; Kohn & Fernandes, 1988; De Oliveira Rodrigues, Magalhães Pinto & Noronha, 1991; Andrade-Salas, Pineda-López & García-Magaña, 1994; Moravec *et al.* 1999).

Los parámetros de infección, prevalencia, abundancia media e intensidad promedio del parásito, fueron calculados mensualmente de acuerdo con Bush, Lafferty, Lotz y Shostak (1997). La prevalencia es el número de hospederos infectados con una especie de parásito dividido entre el número de hospederos revisados, expresado como porcentaje. La abundancia media es el número de individuos parásitos dividido entre el número total de hospederos examinados (infectados y no infectados). La intensidad promedio es el número total de individuos de parásito dividido entre el número de hospederos infectados con la especie de parásito. Finalmente, para determinar si la prevalencia varió en función de los meses, se realizaron pruebas de G o análisis de tabla de contingencia 2x2 con una prueba de chi-cuadrado ($p > 0.05$). Mientras que para determinar si la abundancia media o intensidad promedio varía entre meses se hizo un análisis de varianza de una vía (ANOVA) o una prueba de Kruskal-Wallis, una vez que se determinó la normalidad de las variables mediante un análisis de Kolmogorov-Smirnov (Sokal & Rohlf, 1998, p. 859). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico Statistica (data analysis software system) versión 8 (www.statsoft.com).

² Barreto, C., Borda, C.A., Guillot, L., Maldonado, L.F., Bustamante, C., Sánchez-Páez, C.L., Sanabria-Ochoa A.I. & Muñoz, S. (2011). Documento Técnico de Cuotas Globales de Pesca para la vigencia 2012. Incoder.

Resultados

Se revisaron 154 especímenes de *C. metae* (Figura 1a). La longitud total de las correderas varió de 29,75 a 61,83 mm ($43,43 \pm 16,90$, $n=131$), la longitud estándar varió de 22,37 a 48,4 mm ($33,46 \pm 4,94$, $n=154$) y el peso varió de 0,54 a 4,90 g ($2,03 \pm 0,90$, $n=154$). La longitud total ($F_{(4,125)}=46,65$; $p<0,05$) (Figura 1b), la longitud estándar ($F_{(4,149)}=30,12$; $p<0,05$) (Figura 1c) y el peso ($F_{(4,149)}=27,02$; $p<0,05$) (Figura 1d) mostraron diferencias significativas entre meses. La prueba post-hoc de Tukey para las tres variables mostró que solo noviembre fue diferente a los otros meses muestreados, pues

durante este mes las correderas mostraron valores de longitud y peso significativamente más pequeños.

De acuerdo a la clave taxonómica de De Oliveira Rodrigues *et al.* (1991), los nemátodos recolectados corresponden a la especie *Procamallanus (Spirocamallanus) cf. pintoii* (Kohn & Fernandes, 1988). Presentaron coloración café-rojiza (Figura 2A), cápsula bucal anaranjada, más larga que ancha; los machos presentaron siete espirales (4 incompletos) en la cápsula (Figura 2B) y las hembras de 8-10 espirales (1-3) incompletos en la cápsula (Figura 2 C). Los machos presentan 6 pares de papilas preanales (Figura 2 D).

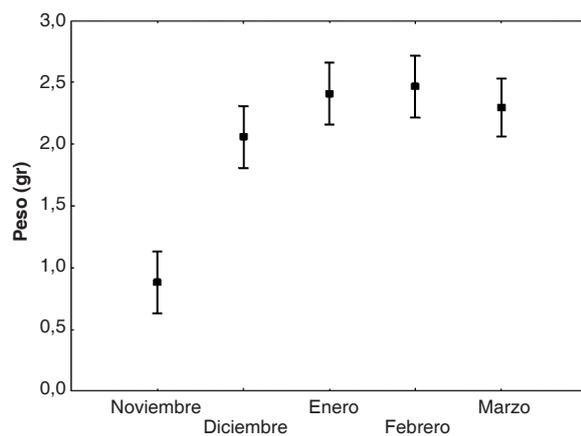
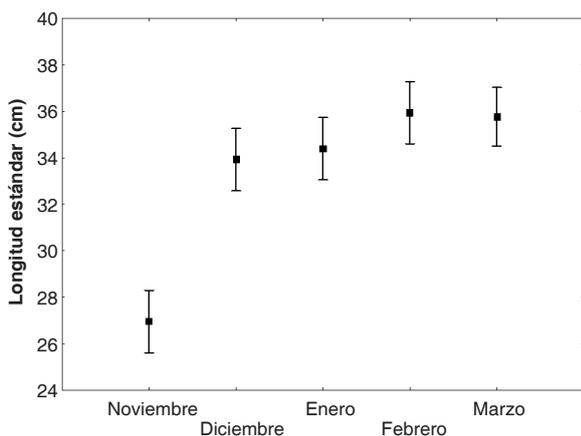
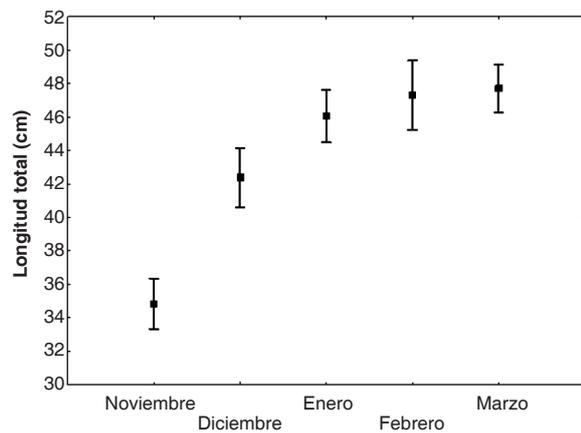


Figura 1. Datos morfométricos de *Corydoras metae* colectadas en Villavicencio, Meta, Colombia. A. espécimen de *C. metae* (fotografía tomada por Armando Ortega-Lara). Resultados de análisis de varianza (ANOVA) de una vía para las variables B. longitud total; C. longitud estándar y D. peso entre meses muestreados. El punto representa el valor promedio; línea representa la desviación estándar.

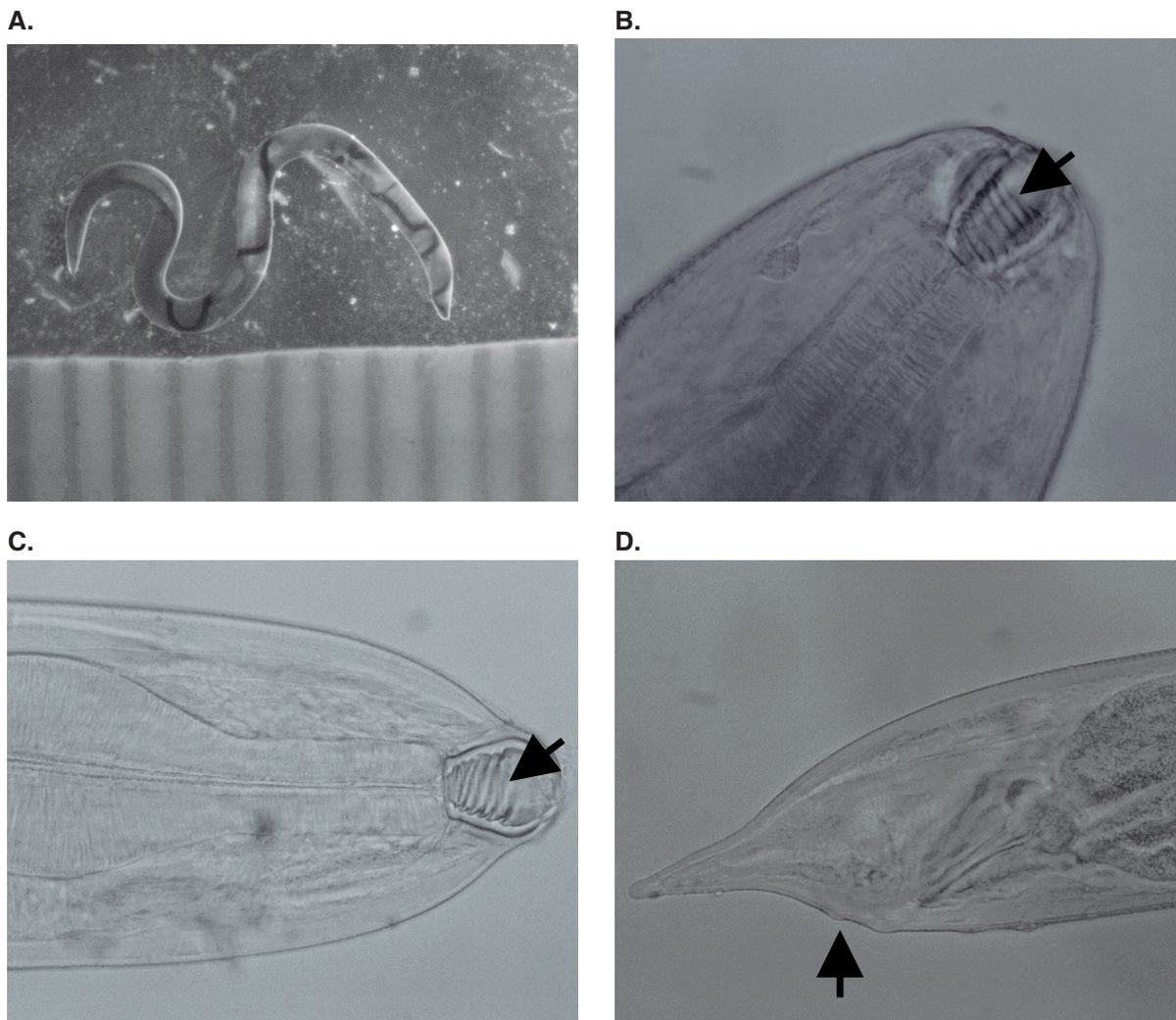


Figura 2. *Procamallanus (Spirocamallanus)* cf. *pintoi* de *Corydoras metae* colectadas en Villavicencio, Meta, Colombia. A. Especimen completo; B. cápsula bucal de la hembra, vista dorsoventral; C. cápsula bucal del macho, vista dorsoventral y D. cola de macho, vista lateral. Flecha en B y C muestran los espirales de la cápsula. Flecha en D muestra las papilas preanales de los machos.

Un total de 148 nematodos se colectaron en los especímenes analizados. El 66,23% (102) de los peces revisados estuvo infectado por al menos un ejemplar del nematodo *P. (S.) cf. pintoi*. La prevalencia de *P. (S.) cf. pintoi* más baja fue de 53,33%, registrada en noviembre de 2012 y enero de 2013, mientras que la más alta fue de 88,23% en marzo de 2013 (Tabla 1). Las prevalencias de *P. (S.) cf. pintoi* en los meses de noviembre ($G=7,95$; $p<0,05$), enero ($G=7,95$; $p<0,05$) y febrero ($G=4,21$; $p<0,05$) mostraron diferencias

significativas con respecto a marzo. La abundancia media y la intensidad promedio más altas se registraron durante marzo (Tabla 1). La abundancia media mostró diferencias significativas entre meses ($F_{(4, 149)}=4,76$; $p<0,05$), indicando la prueba post-hoc que la abundancia media del mes de marzo fue significativamente diferente a los meses de noviembre y enero. La intensidad promedio de *P. (S.) cf. pintoi* no mostró diferencias significativas entre meses ($F_{(4, 97)}=1,60$; $p>0,05$), con una media general de $1,42\pm 0,15$ DE.

Tabla 1. Parámetros de infección mensual de *Corydoras metae* colectadas en Villavicencio, Meta, Colombia. n: tamaño de muestra.

Meses	n	Prevalencia (%)	Abundancia media \pm desviación estándar	Intensidad promedio \pm desviación estándar
Noviembre 2012	30	53,33	0,63 \pm 0,67	1,19 \pm 0,40
Diciembre	30	70,00	1,03 \pm 0,81	1,47 \pm 0,51
Enero 2013	30	53,33	0,77 \pm 0,82	1,44 \pm 0,51
Febrero	30	63,33	0,90 \pm 0,84	1,42 \pm 0,61
Marzo	34	88,23	1,60 \pm 0,74	1,60 \pm 0,56

Discusión

Los especímenes del nemátodo identificados como *Procamallanus (Spirocamallanus) cf. pintoii* constituyen un nuevo registro de parásito para la especie de hospedero *Corydoras metae*, y una ampliación de la distribución geográfica del nematodo. El nematodo *Procamallanus (Spirocamallanus) cf. pintoii* se presentó en una alta prevalencia (53,33 - 88,23%) en las corredoras *C. metae*. Sin embargo, este parámetro y la abundancia media variaron de acuerdo al mes. Tanto la prevalencia como la abundancia media fueron más bajas durante noviembre (53%, 0,63) y enero (53%, 0,77) y más altas en marzo (88,2%, 1,6).

De acuerdo a las características morfológicas, las hembras y los machos de los nematodos colectados fueron identificados como *P. (S.) cf. pintoii*. *Procamallanus (S.) cf. pintoii* constituye un nuevo registro para Colombia, mientras que *C. metae* constituye un nuevo hospedero para esta especie de nematodo a nivel mundial. Varios autores han identificado algunas especies de nematodos del género *Procamallanus* como parásitos de la familia Callichthyidae del género *Corydoras* (Moravec *et al.*, 1999). *Procamallanus (S.) pintoii* fue descrita en *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842) del río Paraná en Brasil (Kohn & Fernandes, 1988), posteriormente se reportó en *C. aeneus* (Gill, 1858) de Venezuela (Moravec, Prouza, & Royero, 1997) y en *C. reticulatus* (Fraser-Brunner, 1938) de Perú (Moravec *et al.* 1999). Con estos resultados se amplía no solo

el rango geográfico de distribución de *P. (S.) cf. pintoii*, sino también el rango de hospederos para esta especie.

A pesar de que *P. (S.) cf. pintoii* ha sido reportado por otros autores en Brasil (Kohn & Fernandes, 1988), Venezuela (Moravec *et al.* 1997) y Perú (Moravec *et al.* 1999), sus trabajos se centran en la descripción del nematodo y se basan en reportes puntuales que no brindan información sobre los parámetros de infección en los hospederos. Por ejemplo, los trabajos de Moravec *et al.* (1997) y Moravec *et al.* (1999) solo reportan datos de prevalencia, pero sus estudios se basan en tamaños de muestras de 4 y 8 hospederos, respectivamente. Los resultados de este trabajo brindan por primera vez información ecológica del nematodo *P. (S.) cf. pintoii*, al menos para su nuevo hospedero *C. metae*.

Los parámetros de infección de *P. (S.) cf. pintoii* mostraron fluctuaciones durante el periodo de estudio. Este comportamiento puede explicarse debido a la variabilidad ambiental en el área de investigación, la cual influye tanto en los hospederos como en los parásitos. Probablemente, los valores altos de los parámetros de infección registrados durante marzo se deben a una mayor concentración de los hospederos por unidad de área, lo que incrementa la tasa de contagio. El departamento del Meta presenta dos temporadas climáticas durante el año, una de lluvias - abril a septiembre- y otra seca -octubre a marzo- (Ajia-co-Martínez *et al.* 2012). Esta temporalidad afecta los regímenes de escorrentía flujo del río Meta

siendo en agosto de 28 000 m³/s y en marzo de 5 000 m³/s (Silva, 2005). Santana-Piñeros & Franco-García (2015, 174p.) encontraron que la mayor captura de especies de peces ornamentales en Villavicencio coincide con los periodos de sequía, probablemente a que existe una mayor concentración de las especies de peces producida por el bajo nivel del río Meta. Anderson & May (1978) y Arneberg, Skorping, Grenfell & Read (1998) encontraron que la abundancia de nematodos esta positivamente correlacionada con la densidad poblacional del hospedero. Esta alta concentración de hospederos en el río Meta durante una temporada climática podría favorecer la tasa de infección por parásitos, aumentando los parámetros de infección. Otra posible explicación puede deberse al incremento de los hospederos intermediarios del nematodo, la cual puede verse favorecida por un cambio ambiental que incremente la productividad primaria y el desarrollo de zooplancton en el río. El ciclo de vida del género *Procamallanus* incluye copépodos planctónicos como hospederos intermediarios (Moravec, 1998). Lewis, Hamilton, Lasi, Rodríguez y Saunders (2000) mencionan que la disminución del caudal (aguas bajas) en la cuenca del río Orinoco disminuye la profundidad del sistema, aumenta la transparencia en el agua y aumenta el fitoplancton. El incremento del fitoplancton puede favorecer la abundancia de los hospederos intermediarios del nematodo, lo que puede ocasionar un cambio en los parámetros de infección.

Las altas prevalencias del nematodo *P. (S.) cf. pintoii*, (< 53%) observadas en *C. metae* de este estudio, pueden constituir un riesgo para la salud de los individuos durante su confinamiento y traslado en el proceso de exportación. Por otro lado, el traslado de peces infectados a otros países podría introducir patógenos exóticos a los países importadores, lo que podría tener un impacto negativo no solo en las especies de peces nativas sino también en la biodiversidad. Los centros de acopio de especies ornamentales podrían establecer procedimientos de desparasitación antes de enviar los organismos a los países de destino. Sin embargo,

se requieren estudios para probar la efectividad de fármacos antihelmínticos en las diferentes especies de peces ornamentales y determinar las dosis terapéuticas en cada caso; así como el apoyo de instituciones gubernamentales para implementar políticas sanitarias que contribuyan al diagnóstico y control de parásitos en los peces exportados.

Conclusiones

- *Procamallanus (Spirocamallanus) cf. pintoii* constituye un nuevo registro de parásitos para Colombia y una ampliación de la distribución geográfica del nematodo.
- *Corydora metae* constituye un nuevo hospedero para *P. (S.) cf. pintoii* ampliando el rango de hospederos conocidos para este nematodo.
- Las prevalencias de *P. (S.) cf. pintoii* en *C. metae* son elevadas durante los meses muestreados, superando el 50% y con variaciones mensuales.

Agradecimiento

Agradecemos a la Colección Zoológica de Referencia Científica (IMCN) del Museo Departamental de Ciencias Naturales Federico Carlos Lehmann Valencia (INCIVA), Cali, Colombia, por permitirnos revisar los peces parasitados. Apreciamos el apoyo técnico de Armando Ortega Lara, de la Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible (FUNINDES), en la identificación del hospedero y la imagen de *C. metae*. A la Fundación Neotropical Grassland Conservancy por proveer equipos durante el desarrollo de esta investigación.

Este estudio es parte de investigación parasitológica de peces ornamentales de Colombia, financiado por la Fundación para la Investigación y el Desarrollo Sostenible (FUNINDES) (Con el permiso de colecta No. 1204-IDB0366 de la Agencia Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, Colombia).

Referencias bibliográficas

- Ajiaco-Martínez, R.E., Ramírez-Gil, H., Sánchez-Duarte, P., Lasso, C.A. & Trujillo, F. (2012). IV. Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Editorial Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Anderson, R.M. & May, R.M. 1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions. I. Regulatory processes. *Journal of Animal Ecology*, 47, 219-247.
- Andrade-Salas, O., Pineda-López, R.F. & García-Magaña, L. (1994). *Spirocamallanus rebecae* sp. n. (Nematoda: Camallanidae) from freshwater fishes in south-eastern Mexico. *Folia Parasitologica*, 41(4), 259-270.
- Arneberg, P., Skorping, A., Grenfell, B. & Read, A.F. (1998). Host densities as determinants of abundance in parasite communities. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, 265, 1283-1289.
- Blanco, M.C. (2002). Consideraciones sobre los peces ornamentales de Colombia. En: Mojica J.I., Castellanos, C., Usma, S. & Álvarez, R. (Eds.). Libro Rojo de Peces Dulceacuícolas de Colombia. Serie Libro Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. (pp. 47-54). Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., & Shostak, A.W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, 83, 575-583.
- De Oliveira Rodrigues, H., Magalhães Pinto, R. & Noronha, D. (1991). Key to the species of Brazilian *Procamallanus* with general considerations (Nematoda, Camallanoidea). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 86(1), 107-113.
- Fusco, A.C. & Brooks, D.R. (1978). A new of *Spirocamallanus* Olsen, 1952 (Nematoda: Camallanidae) from *Trachycorystes insignis* (Steindachner) (Pisces: Doradidae) in Colombia. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 45, 111-114.
- González-Solís, D., Moravec, F. & Vidal-Martínez, V.M. (2002). *Procamallanus (Spirocamallanus) chetumalensis* n. sp. (Nematoda: Camallanidae) from the Mayan sea catfish, *Ariopsis assimilis*, off the Caribbean coast of México. *Journal of Parasitology*, 88(4), 765-768.
- Jiménez-García, M.I. & Vidal-Martínez, M. (2005). Temporal variation in the infection dynamics and maturation cycle of *Oligogonotylys manteri* (Digenea) in the Cichlid fish, "*Cichlasoma*" *urophthalmus*, from Yucatán, México. *Journal of Parasitology* 91(5), 1008-1014.
- Kohn, A. & Fernandes, B.M.M. (1988). Helminth parasites of fishes from the hydroelectric power station of eletrosul (Brazil). I – *Procamallanus petterae* n. sp. and *Spirocamallanus pinto* n. sp. (Nematoda, Camallanidae) from the reservoir of "Salto Osorio". *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 83(3), 293-298.
- Lewis, WJr., Hamilton, S.K., Lasi, M.A., Rodriguez, M. & Saunders III J.K. (2000). Ecological determinismo on the Orinoco floodplain. *Bioscience*, 50, 681-692.
- Moravec, F. & Jurku, M. (2015). Two *Procamallanus (Spirocamallanus)* species (Nematoda: Camallanidae) from freshwater fishes in the Lower Congo River. *Acta Parasitologica*, 60(2), 226–233.
- Moravec, F. & Liesl, L.Van As. (2015). *Procamallanus (Spirocamallanus)* spp. (Nematoda: Camallanidae) from fishes of the Okavango River, Botswana, including *P. (S.) serranochromis* n. sp. parasitic in *Serranochromis* spp. (Cichlidae). *Systematic Parasitology*, 90, 151–164.
- Moravec, F. (1998). Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region. Academia, Prague Czech Republic: Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic
- Moravec, F., Prouza, A. & Royero, R. (1997). Some nematodes of freshwater fishes in Venezuela. *Folia Parasitologica*, 44: 33-47.

- Moravec, F., Salgado-Maldonado, G. & Caspeta-Mandujano, J. (2000). Three new *Procamallanus (Spirocamallanus)* species from freshwater in Mexico. *Journal of Parasitology*, 86(1), 119-127.
- Moravec, F., Taraschewski, H., Thairungroj Anantaphruti, M., Maipanich, W. & Laoprasert, T. (2006). *Procamallanus (Spirocamallanus) anguillae* sp. n. (Camallanidae) and some other nematodes from the Indonesian shortfin eel *Anguilla bicolor* in Thailand. *Parasitology Research*, 100, 69-75.
- Moravec, F., Wolter, J. & Körting, W. (1999). Some nematodes and acanthocephalans from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. *Folia Parasitologica*, 46(4), 296-310.
- Muñoz, G. & Randhawa, H.S. (2011). Monthly variation in the parasite communities of the intertidal fish *Scartichthys viridis* (Blenniidae) from central Chile: are there seasonal patterns? *Parasitology Research*, 109(1), 53-62.
- Ortega-Lara, A., Cruz-Quintana, Y., & Puentes, V. (Eds.). (2015). Dinámica de la Actividad Pesquera de Peces Ornamentales Continentales en Colombia. Serie Recursos Pesqueros de Colombia – AUNAP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. Bogotá, Colombia: Fundación FUNINDES.
- Ruhela, S., Pandey, A.K. & Khare, A.K. (2008). Histopathological manifestations in kidney of *Clarias batrachus* induced by experimental *Procamallanus* infection. *Journal of Environmental Biology*, 29, 739–742.
- Santana-Piñeros, A.M. & Franco-García, S.L. (2015). Dinámica de la captura y acopio de peces ornamentales continentales de Colombia. En: Ortega-Lara, A., Cruz-Quintana, Y. & Puentes, V. (Eds.). Dinámica de la actividad pesquera de peces ornamentales continentales en Colombia, Serie Recursos pesqueros de Colombia – AUNAP. (pp. 41-58) Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca. Bogotá, Colombia: Fundación FUNINDES,
- Silva, L.G. 2005. La Cuenca del río Orinoco: visión hidrográfica y balance hídrico. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1), 75-108.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. (1998). *Biometry*, San Francisco, EE.UU.: W.H. Freeman.
- Valbo-Jørgensen, J., Soto, D. & Gumy, A. (2008). La pesca continental en América Latina: su contribución económica y social e instrumentos normativos asociados. COPESCAL Documento Ocasional. No. 11. Roma: FAO, 28p.
- Vidal-Martínez, V.M., Aguirre-Macedo, M.L., Scholz, T., González-Solís, D. & Mendoza-Franco, E.F. (2001). Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico. Praha: Academia.