

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



Identificación de nematodos en *Pygocentrus nattereri*  
“piraña” (Serrasalminidae) y *Pimelodus blochii* “bagre”  
(Pimelodidae) procedentes de Iquitos, Loreto

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en  
Biología

Richard Oswaldo Garcia Tumbalobos

Asesora: Mg. Rosa Martínez Rojas

Lima, Perú  
2021

**DEDICATORIA**

*A DIOS que hace que todo sea posible.*

*A mis padres, hermanos y familiares  
por apoyarme y motivarme siempre.*

## AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres y hermanos por su apoyo incondicional en todo momento.

A mí alma mater la Universidad Ricardo Palma por ser un pilar de conocimiento durante el desarrollo de mi carrera.

A mi asesora la Mg. Rosa Martínez Rojas por brindarme sus enseñanzas, apoyo, confianza y sobre todo por guiarme en esta área de la parasitología para el desarrollo de esta tesis.

A mi amiga la Blga. Karina Faustino de la UNMSM, que través de su ayuda se logró la identificación taxonómica de los hospederos ícticos.

A mi amiga Karla por su apoyo durante nuestra estadía en la Amazonía.

A la Blga. Gloria Pizango por facilitarme al inicio de esta investigación un espacio para la toma de datos en el Laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNAP.

A mis amigos y aquellas personas que de alguna forma me ayudaron en la realización de esta tesis.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>1.1.</b> Planteamiento del problema .....	11
<b>1.2.</b> Justificación de la investigación .....	12
<b>1.3.</b> Objetivo general.....	13
<b>1.4.</b> Objetivos específicos.....	13
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	14
<b>III. ANTECEDENTES</b> .....	18
<b>IV. HIPÓTESIS</b> .....	22
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
<b>5.1.</b> Lugar de ejecución.....	23
<b>5.2.</b> Tipo y diseño de investigación.....	23
<b>5.3.</b> Variables.....	24
<b>5.4.</b> Operacionalización de las variables.....	24
<b>5.5.</b> Muestreo.....	24
<b>5.6.</b> Procedimientos para la identificación de los parásitos.....	25
<b>5.7.</b> Análisis de datos.....	25
<b>5.7.1.</b> Índice parasitario.....	26
<b>5.7.2.</b> Sitio de infección y estatus comunitario.....	27
<b>5.7.3.</b> Análisis estadístico.....	27
<b>5.8.</b> Aspecto ético.....	27
<b>VI. RESULTADOS</b> .....	28
<b>VII. DISCUSIÓN</b> .....	42
<b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....	50
<b>IX. RECOMENDACIONES</b> .....	51
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	52
<b>XI. ANEXOS</b> .....	59

**LISTA DE TABLAS**

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Medidas de los hospederos <i>Pygocentrus nattereri</i> y <i>Pimelodus blochii</i> .....	28
<b>Tabla 2.</b> Índice parasitario hallado en <i>Pygocentrus nattereri</i> y <i>P. blochii</i> .....	38
<b>Tabla 3.</b> Sitio de infección, estado de desarrollo, prevalencia, cantidad de endoparásitos y estatus comunitario de nematodos en <i>P. nattereri</i> y <i>P. blochii</i> .....	39
<b>Tabla 4.</b> Valores del Coeficiente de Correlación Rho de Spearman y el valor p entre la longitud estándar y la abundancia de parásitos en <i>P. nattereri</i> y <i>P. blochii</i> procedentes de Iquitos, Loreto.....	40

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Fig. 1.</b> Ejemplares de <i>Pygocentrus nattereri</i> “piraña roja” y <i>Pimelodus blochii</i> “bagre”.....	29
<b>Fig. 2.</b> <i>Procamallanus (S.) inopinatus</i> , Hembra. A) Cápsula bucal con engrosamientos espirales (1). B) Esófago muscular (1). Esófago glandular (2).....	32
<b>Fig. 3.</b> <i>P (S.) inopinatus</i> , Hembra. C) Ubicación de la vulva aproximadamente a la mitad de la longitud corporal (1). D) Vulva (1). Vagina en dirección hacia la región posterior (2)....	32
<b>Fig. 4.</b> <i>Procamallanus (S.) inopinatus</i> . Macho. A) Cápsula bucal con engrosamientos espirales.....	33
<b>Fig. 5.</b> <i>P (S.) inopinatus</i> . Macho. B) Región caudal mostrando: Un par de espículas (1). Diez pares de papilas (2). Cuatro pares de papilas pre caudales (3). Seis pares de papilas post caudales (4). C) Cola con punta curvada ventralmente.....	33
<b>Fig. 6.</b> <i>Contracaecum</i> sp. L3 A) Región anterior mostrando el diente (1) y estrías transversales (2). B) Ciego intestinal (1) y divertículo esofágico o apéndice ventricular (2).....	34
<b>Fig. 7.</b> <i>Contracaecum</i> sp. L3 C) Extremo posterior mostrando: Ano (1) y Mucrón (2).....	34
<b>Fig. 8.</b> <i>Anisakis</i> sp. Larva 3 tipo I. A) Región cefálica mostrando la abertura bucal (1) B) Puntero señalando el ventrículo en unión al esófago e intestino.....	37
<b>Fig. 9.</b> <i>Anisakis</i> sp. Larva 3 tipo I. C) Región caudal mostrando: Poro anal (1) y la espina (2).....	37
<b>Fig. 10.</b> Prevalencia total según el tipo de parásito y hospedero.....	39
<b>Fig. 11.</b> Correlación positiva significativa alta entre la longitud estándar de <i>P. nattereri</i> y la abundancia de <i>Procamallanus (S.) inopinatus</i> , procedente de Iquitos, Loreto.....	40
<b>Fig. 12.</b> Correlación positiva significativa media entre la longitud estándar de <i>P. nattereri</i> y la abundancia de <i>Contracaecum</i> sp., procedente de Iquitos, Loreto.....	41
<b>Fig. 13.</b> Correlación positiva significativa alta entre la longitud estándar de <i>P. blochii</i> y la abundancia de <i>Anisakis</i> sp., procedente de Iquitos, Loreto.....	41

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Fig. 1.</b> Ubicación geográfica del área de estudio.....	59
<b>Fig. 2.</b> Lugar de recojo de los hospederos ícticos.....	60
<b>Fig. 3.</b> Muestra de peces de <i>P. nattereri</i> y <i>P. blochii</i> .....	60
<b>Fig. 4.</b> Análisis del material biológico en el laboratorio.....	61
<b>Fig. 5.</b> Procedimientos de revisión, aislamiento y fijación de nematodos.....	61
<b>Tabla 1.</b> Pesos y longitudes de <i>P.nattereri</i> .....	62
<b>Tabla 2.</b> Pesos y longitudes de <i>P.blochii</i> .....	63
<b>Fig. 6.</b> Ciclo de vida de la familia Camallanidae .....	64
<b>Fig. 7.</b> Ciclo biológico de <i>Contracaecum</i> sp.....	64
<b>Fig. 8.</b> Ciclo biológico de <i>Anisakis</i> sp.....	65
<b>Fig. 9.</b> Morfología general de nematodos en peces.....	66
Claves taxonómicas para la determinación de géneros y especies de nematodos.....	67

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad identificar los nematodos aislados de *Pygocentrus nattereri* “piraña” y *Pimelodus blochii* “bagre” procedentes de Iquitos, Loreto. Se evaluaron 60 especímenes de *P. nattereri* y 15 de *P. blochii* respectivamente durante los meses de muestreo en septiembre 2019 y enero 2020. Los endoparásitos fueron aislados de diferentes órganos de sus hospederos ícticos como: intestino, estómago, superficie de las gónadas y del músculo abdominal. Posteriormente se lavaron en solución salina (NaCl al 0,9%) y se fijaron en viales con alcohol al 70% para su conservación. Para la observación al microscopio y diferenciación morfológica de las estructuras externas e internas y caracteres propios de los parásitos, se usó una solución aclarante de lactofenol de Amann. Se empleó un ocular micrométrico para la obtención de las medidas morfométricas y las fotografías fueron tomadas con un microscopio compuesto con cámara digital incorporada (Leica DM750). Un total de 109 nematodos fueron colectados e identificados como larvas de tercer estadio de *Contracaecum* sp. y de *Anisakis* sp. (Anisakidae) respectivamente; así como, los adultos de *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* (Camallanidae). Se registra a *P. (S.) inopinatus* y *Anisakis* sp. tipo I como especies con mayor prevalencia, (96.6%) y (80%). Se encontró una correlación positiva significativa media y alta entre la longitud estándar de *P. nattereri* y de *P. blochii* con respecto a la abundancia de larvas L3 de *Contracaecum* sp. ( $r_s=0.541$ ), los adultos de *P. (S.) inopinatus* ( $r_s=0.789$ ) y las larvas L3 de *Anisakis* sp. tipo I ( $r_s=0.910$ ) respectivamente ( $p < 0,05$ ).

Se reporta a las larvas L3 de *Contracaecum* sp. y de *Anisakis* sp. tipo I, como especies con posible potencial zoonótico. *Pimelodus blochii* es un nuevo hospedero para *Anisakis* sp. tipo I.

**Palabras clave:** *Pygocentrus nattereri*, *Pimelodus blochii*, *Procamallanus*, *Contracaecum*, *Anisakis*, Iquitos, Perú.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to identify the isolated nematodes of *Pygocentrus nattereri* "piranha" and *Pimelodus blochii* "catfish" from Iquitos, Loreto. 60 specimens of *P. nattereri* and 15 of *P. blochii* respectively were evaluated during the sampling months in September 2019 and January 2020. The endoparasites were isolated from different organs of their fish hosts such as: intestine, stomach, surface of the gonads and abdominal muscle. Subsequently, they were washed in saline solution (0.9% NaCl) and fixed in vials with 70% alcohol for their conservation. For the observation under the microscope and morphological differentiation of the external and internal structures and characteristics of the parasites, a clarifying solution of Amann's lactophenol is used. A micrometric eyepiece was used to obtain the morphometric measurements and the photographs were taken with a compound microscope with a built-in digital camera (Leica DM750). A total of 109 nematodes were collected and identified as larvae of the third stage of *Contracaecum* sp. and larvae of *Anisakis* sp. (Anisakidae) respectively, as well as the adults of *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus* (Camallanidae). *P. (S.) inopinatus* and *Anisakis* sp. type I were recorded as the species with the highest prevalence, (96.6%) and (80%). A significant medium and high positive correlation was found between the standard length of *P. nattereri* and *P. blochii* with respect to the abundance of L3 larvae of *Contracaecum* sp. ( $rs=0.541$ ), adults of *P. (S.) inopinatus* ( $rs=0.789$ ) and L3 larvae of *Anisakis* sp. type I ( $rs=0.910$ ) respectively ( $p < 0.05$ ).

L3 larvae of *Contracaecum* sp. and *Anisakis* sp. type I are reported as species with possible zoonotic potential. *Pimelodus blochii* is a new host for *Anisakis* sp. type I.

**Keywords:** *Pygocentrus nattereri*, *Pimelodus blochii*, *Procamallanus*, *Contracaecum*, *Anisakis*, Iquitos, Perú.

## I. INTRODUCCIÓN

Loreto es el departamento más vasto del país, conformado aproximadamente por casi 369 mil km<sup>2</sup> de territorio amazónico, donde fluyen sus extensos ríos. Es precisamente en esta región donde se halla el río Amazonas. Los ríos no solo transportan y sumergen habitualmente los bosques, también representan la fuente de sustento para las diversas especies terrestres y acuáticas, particularmente por la riqueza hidrobiológica que alberga, siendo la ictiofauna un grupo fundamental por su biodiversidad y además, por su lazo directo con el modo vida del hombre habitante de la Amazonía (García *et al.*, 2018).

Tal como señalan algunos investigadores, América del Sur es sin duda una región donde la biodiversidad parasitaria está menospreciada, debido a su gran riqueza ictiológica, así como la helmintofauna presente en los hospederos que allí habitan.

*Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) es un pez que habita en agua dulce, quizás el género más conocido de los grupos de pirañas como se le suele representar típicamente. Según Vicentin *et al.* (2013), *P. nattereri* (Characiformes: Serrasalminidae) es una especie gregaria y piscívora. Además, Carvalho, *et al.* (2004) indican que se encuentra entre los predadores más importantes de ecosistemas de agua dulce neotropicales. Así mismo, presenta una amplia distribución en Sudamérica: Bolivia, Brasil, Colombia, Perú, Argentina, Ecuador, Guyana, Paraguay y Uruguay. Fue registrada en la Amazonía peruana región Loreto en los ríos: Amazonas, Marañón, Napo, Nanay, Yavarí, Itaya, entre otros. De acuerdo a los volúmenes de desembarque esta especie es considerada económicamente importante en el mercado de consumo en la región Loreto.

Además, en los años recientes se evidenció un aumento importante de sus capturas, 144 toneladas en promedio, respectivamente de acuerdo a lo señalado por García *et al.*, (2018).

Por otro lado, *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840), (Siluriformes: Pimelodidae) también llamado bagre o cunchi (Perú), con un comportamiento omnívoros y presenta una distribución en América del Sur en países como: Bolivia, Ecuador, Colombia, Guyana Francesa, Perú, Venezuela y Brasil respectivamente. También fue registrada en la selva Peruana precisamente en la región Loreto en los ríos: Amazonas, Ucayali, Putumayo, Napo, Tigre y Nanay. Loreto reportó capturas casi constantes a lo largo del tiempo que osciló entre 32 y 168 TM en promedio. De acuerdo a los volúmenes totales de desembarque en la región, esta especie presenta una importancia moderada (García *et al.*, 2018).

Teniendo en cuenta que estas dos especies ícticas procedentes de la Amazonía designadas en el presente estudio tanto *P. nattereri* que ocupa una posición alta en la red trófica puede albergar larvas y adultos de nematodos y *P. blochii* que actualmente ocupa el segundo lugar de importancia en los desembarques pesqueros en Loreto, en base a esto el estudio de la helmintofauna que estaría presente en estas especies de ecosistemas acuáticos juegan papeles fundamentales principalmente por la relación basada en cuanto al parásito y al hospedero y a su posible impacto en salud pública.

Los nematodos constituyen un grupo importante de parásitos en peces. Estos infectan diversas especies ícticas de aguas continentales, marinas y a veces causando daños sustanciales al hospedero. La mayoría infesta a los peces como adultos, sin embargo, una gran proporción de ellos lo hacen en etapas larvarias, que también pueden afectar la

comercialización del pescado. Además, algunas especies de nematodos pueden infectar accidentalmente a los humanos (Thatcher, 2006).

Con elevada frecuencia se encuentran diferentes parásitos en los peces amazónicos y a pesar de ello, son pocos los estudios que abarcan lo relacionado a su diversidad, específicamente los nematodos que afectan a los peces dulceacuícolas (Moravec *et al.*, 1997).

En el Perú los estudios relacionados con parásitos en peces de aguas continentales, son pocos, por lo que se evaluará en el presente estudio la presencia de nematodos parásitos en *P. nattereri* “piraña” y *P. blochii* “bagre” que constituyen gran parte de la dieta habitual de los pobladores de Iquitos, Loreto. Ambas especies mencionadas han sido estudiadas en Brasil, habiéndose reportado nematodos (Vicentin, *et al.*, 2013; Cavalcante *et al.*, 2017); sin embargo, en el Perú, particularmente en Iquitos los reportes de parásitos en estas especies son prácticamente escasos.

Por lo tanto, la siguiente investigación tiene como objetivo identificar los nematodos aislados de *P. nattereri* “piraña” y *P. blochii* “bagre” procedentes de Iquitos, Loreto.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Una de las regiones más megadiversas del planeta es la Amazonía peruana, cada año se descubren nuevos especímenes para la ciencia; sin embargo, se conoce poco acerca de su importancia y su relación directa con los ecosistemas acuáticos, en particular por la enorme riqueza de peces que allí habitan.

Se calcula que a nivel amazónico existen unas 2.500-3.000 especies ícticas aproximadamente. Los datos para el Perú no son exactos, pero se estima que podrían alcanzar unas 1.200 especies según lo referido por García *et al.*, (2018).

Es necesario indicar que los moradores de la Amazonía, aprovechan más de 70 especies, las cuales sustentan el alimento del poblador ribereño en un 90% y un 70% del urbano y que el consumo de recursos los hidrobiológicos como pescados o mariscos en la Amazonía oscila de 19.6 a 36 kg/año en lquitos y entre 56 a 101 kg/año en poblaciones ribereñas (IIAP, 2009).

Según muestra el Compendio Estadístico Pesquero (2017) los recursos acuáticos de origen continental amazónicos extraídos en su totalidad fueron de 89,683.69 TM, respectivamente. Así mismo, se evidencia que existen pocos estudios ligados a la ictioparasitología en base a especies ícticas de importancia propias de nuestra Amazonía.

Por lo cual, los estudios relacionados sobre los nematodos y aquellos con importancia zoonótica en peces continentales que forman parte del consumo humano en la selva amazónica del Perú aún son insuficientes.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Los estudios ictioparasitológicos relacionados con especies de aguas continentales son escasos en el Perú en comparación con otro país de la región de Sudamérica, como Brasil, donde los estudios tienen inclusive enfoque zoonótico; así mismo, existen reportes de nuevos hospederos con respecto a la gran variabilidad de especies hidrobiológicas que finalmente la mayoría de estas son consumidas por el hombre.

La falta de estudios parasitológicos en peces amazónicos ligada a la sanidad acuícola desde una perspectiva en base a la ictiozoonosis, conlleva a una preocupación sanitaria de los recursos acuáticos con miras en la mejora de la inocuidad alimentaria en la Amazonía.

Es por ello, que el estudio de los nematodos contribuirá a ampliar el conocimiento de la biología, la taxonomía y la biodiversidad, así como señalar posibles riesgos relacionados con el consumo de peces en la región amazónica.

Esta investigación tiene como finalidad aportar al conocimiento de los nematodos de *Pygocentrus nattereri* “piraña” y *Pimelodus blochii* “bagre” procedentes del puerto de productores de la ciudad de Iquitos, Provincia de Maynas, Loreto.

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

- Identificar los nematodos en *Pygocentrus nattereri* “piraña” y *Pimelodus blochii* “bagre” procedentes de Iquitos, Loreto.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar y describir taxonómicamente los nematodos aislados de *P. nattereri* “piraña” y *P. blochii* “bagre” procedentes de Iquitos, Loreto; mediante el uso del microscopio compuesto.
- Determinar el índice parasitario presente en *P. nattereri* “piraña” y *P. blochii* “bagre”.
- Evaluar si existe correlación entre la abundancia de parásitos y las longitudes de *P. nattereri* y *P. blochii* respectivamente.

## II. MARCO TEÓRICO

La Amazonía peruana es parte de la mayor fuente de agua dulce del planeta, sólo en el departamento de Loreto se han cuantificado 488,184 hectáreas de ríos y 99,067 hectáreas de lagos, los cuales representan los más valiosos recursos para el desarrollo pesquero en medios naturales (IIAP, Plan estratégico, 2002).

Los ecosistemas acuáticos amazónicos refugian una gran diversidad de organismos, particularmente son los peces los que conforman un importante grupo tanto por su diversidad genética y por su rol en la vida del hombre amazónico. García *et al.*, (2018) señalan que desde la antigüedad, los peces representan fundamentalmente la fuente proteica de las poblaciones amazónicas, siendo las actividades más importantes la caza y la pesca.

Los datos disponibles señalan que se utilizan cerca de 280 especies de peces y el consumo anual de pescado se acerca las 250,000 TM respectivamente, países como Brasil y Perú poseen las mayores tasas de consumo. Ciudades importantes como Belém, Manaus (Brasil) e Iquitos presentan un alto índice en la alimentación en base a pescado. El Tratado de Cooperación Amazónica (1996) señala que en Iquitos se consumía al año un promedio de 14,000 TM de pescado y 1,000 TM de carne de res.

De acuerdo a lo descrito por Morais *et al.* (2019) *P. nattereri* es un pez carnívoro que se encuentra en abundancia en los ríos de América Central y del Sur. Es un depredador con mandíbulas fuertes, dientes afilados, y alcanza hasta 50 cm. de longitud total del cuerpo. Su gran abundancia, amplia distribución y músculos grandes lo hacen viable en la nutrición humana.

*Pygocentrus nattereri*, es clasificado en los desembarques pesqueros con el nombre común de piraña roja o paña. En Loreto esta especie fue registrada por separado a partir del año 2016, siendo la más abundante. En los años 90 el promedio de captura fue de 38 y 30 toneladas en las regiones de Loreto y Ucayali respectivamente, y en los últimos años se evidencia un incremento importante de sus capturas para ambas regiones 144 y 91 toneladas en promedio, respectivamente (García *et al.*, 2018).

Con respecto a *P. blochii*, este se distribuye por América del Sur como: Colombia, Bolivia, Ecuador, Venezuela, Brasil, Guyana Francesa y Perú. En cuanto al aspecto conductual, Cavalcante (2017) menciona que se caracteriza por vivir en grupos y que también es común encontrarlos debajo de troncos en el fondo de ambientes acuáticos. Martins (2018) señala también que presenta hábitos omnívoros, alimentándose de insectos acuáticos, terrestres, crustáceos, peces pequeños, macrófitas, leguminosas y semillas.

Así mismo, García *et al.* (2018) indican que realiza migraciones durante el ascenso de las aguas y cuando las aguas bajan, forma cardúmenes los cuales son explotados por la pesca comercial en algunas regiones de la selva amazónica.

En relación a las características anatómicas de los nematodos, estos pueden presentar un cuerpo cilíndrico, fusiforme, delgado, alargado y están provistos por una cutícula fuerte. Por otro lado, su sistema digestivo es bastante desarrollado. Con o sin cápsula bucal donde se ubican los dientes. Careciendo de órganos circulatorios, respiratorios. Así mismo, poseen estructuras simples con función excretora.

La mayoría de nematodos parásitos de peces presentan un ciclo múltiple que comprende a más de un hospedero y los peces pueden actuar como intermedios o definitivos respectivamente.

Los nematodos poseen un ciclo complejo que consiste de 4 estados larvales (L1, L2, L3, L4) y un estado adulto, específicamente se señala a (L3) como la etapa larval infectante.

La reproducción de las etapas adultas se lleva a cabo en los mamíferos marinos y aves de acuerdo a la especie y en cuanto a las etapas iniciales (larvas), se presentan en las diferentes escalas de la red alimentaria. Precisamente es la etapa L3 la que mayormente se presenta en la cavidad visceral y peritoneo de hospederos intermediarios según lo mencionado por Smith (1978) y (Quiroz 2014).

La familia Anisakidae presenta una distribución cosmopolita parasitando peces, mamíferos, aves y reptiles, mientras que las fases larvales de anisákidos están en peces y como adultos parasitan mamíferos y aves. Ya se ha informado la presencia de fases larvianas de *Anisakis* en peces migratorios dulceacuícolas; sin embargo, están principalmente en peces marinos de acuerdo a Moravec (1998).

Ishikura *et al.* (1993) mencionan la Anisakiasis como una afección causada por larvas que tiene manifestaciones clínicas como dolor abdominal después de ingerir pescado crudo.

La mayoría de especímenes anisákidos responsables de tal afección han sido identificados: *Anisakis simplex*, *Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum*, *Hysterothylacium aduncum*, etc.

En el Perú, Maguiña (2017) señala que se han reportado muy pocos casos, cinco fueron confirmados, tres de ellos ocasionados por larvas de *Pseudoterranova decipiens*, uno por *Anisakis* sp., y el último por *A. simplex*. Así mismo, (Cabrera y Trillo, 2004) sugieren que el cebiche es también una fuente potencial de anisakiasis.

También se menciona que son las larvas en tercer estadio o etapa (L3) especialmente del género *Anisakis*, las causantes de la enfermedad al ingerir pescado ligeramente cocido de tal manera que el hombre actuará como un hospedero accidental. El desarrollo larvario no ocurrirá, pero pueden invadir el tracto digestivo y los órganos contiguos, causando efectos patológicos (Moravec, 1998; Martins, 2018).

Se ha observado en distintas especies de peces hospederos que después de la muerte del pez, *Anisakis* spp. puede desenquistarse y migrar desde la superficie visceral hacia el tejido muscular según lo mencionado por Silva y Eiras (2003).

Las larvas de *Anisakis* en alimentos de origen pesquero suponen un riesgo potencial para la salud humana. Por lo tanto, la posible infección por nematodos transmitidos por peces debe integrar medidas de prevención sobre los riesgos de consumir pescado semi crudo o poco cocido convirtiéndolo en un probable riesgo para la salud pública.

En el Perú, de acuerdo al manual de indicadores sanitarios y de inocuidad de productos de origen pesquero, cuyo destino es el mercado nacional o exportación, establece que los operadores y proveedores de estos productos deben garantizar la ausencia de parásitos en general, según el Boletín de Vigilancia Tecnológica: Pesca, (2018).

Los parásitos en general (zoonóticos), no solo alteran la calidad del alimento, sino también la inocuidad del producto pesquero. De manera que, estos macroparásitos si son ingeridos en condiciones viables, tienen la probabilidad de contaminar al consumidor.

### III. ANTECEDENTES

También conocida como la capital de la Amazonía peruana, Iquitos es el principal centro urbano de la selva norte del país y está bordeado por los ríos Nanay, Itaya, Amazonas y el lago Moronacochoa.

*Pygocentrus nattereri* y *Pimelodus blochii* pertenecen a las familias Serrasalminidae y Pimelodidae respectivamente, ambas especies dulceacuícolas vienen siendo explotadas en la selva. El estudio basado en la ictioparasitología de estos dos hospederos es interesante, no solo por el vínculo ecológico parásito-hospedero, sino también por el hecho de conocer que tipos de endoparásitos podrían albergar.

Carvalho *et al.* (2004) analizaron los aspectos ecológicos e identificaron la fauna metazoaria que infesta a *Pygocentrus nattereri*, recolectando muestras de la cuenca de Araguaia, (Brasil). Con un total de 252 individuos capturados y el 32.14% estaban infestados con crustáceos ectoparásitos. Por otro lado, Morais *et al.* (2011) investigaron los helmintos en 40 especímenes de *P. nattereri* de Lagos de varzea del Río Solimões, Brasil. Estos presentaban quistes amarillos en la musculatura del filete, encontrándose 69 quistes identificados como metacercarias de las especies *Clinostomum marginatum* y *Austrodiplostomum compactum*. El análisis demostró la vulnerabilidad de *P. nattereri* para metacercarias de *C. marginatum*. El haber encontrado metacercarias, generó una situación de riesgo y preocupación zoonótica. Así mismo, otros investigadores realizaron un inventario de los endoparásitos metazoos de 91 especímenes de *Serrasalmus marginatus*, (familia de las pirañas) capturados en el río Negro, Pantanal, Brasil. Identificando seis

taxones respectivamente Nematoda: *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *inopinatus*, *Contracaecum* sp., *Brevimulticaecum* sp., Digenea: *Diplostomulum* y Pentastomida: *Sebekia oxycephala*, *Subtriquetra* sp. (Vicentin *et al.*, 2011).

Los mismos autores (Vicentin *et al.* 2013), analizaron 152 especímenes de *P. nattereri* capturados en el Río Negro en la región de Nhecolândia, Brasil, determinando un total de 4.212 endoparásitos metazoos: *Procamallanus* (*S.*) *inopinatus*, *Philometridae* gen. sp., *Eustrongylides* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Contracaecum* sp., Acanthocephala: *Echinorhynchus paranensis* y pentastómida: *Leiperia gracile*, *Sebekia oxycephala*, *Subtriquetra* sp., siendo primeros registros *E. paranensis* y *L. gracile* para *P. nattereri*.

En estudios más recientes según Morais *et al.* (2019) examinaron 355 especímenes de *P. nattereri* de la selva central de Brasil, determinaron la fauna de nematodos con 1.116 especímenes registrados pertenecientes a seis especies diferentes. *Anisakis* sp., *Brevimulticaecum* sp., *Capillariidae* gen. sp., *Philometra nattereri*, *Procamallanus* (*s.*) *inopinatus* y *Pseudoproleptus* sp. siendo *P. inopinatus*, la especie con los índices más altos. Las larvas de *Anisakis* sp. tienen un potencial zoonótico y se encontraron en la superficie visceral. La diversidad de nematodos que tiene *P. nattereri* como hospedero indica el importante papel de este pez.

Con respecto a *Pimelodus blochii*, Cavalcante (2017) analizó la diversidad de endohelminthos en estos peces de los ríos Xapuri y Acre, Brasil, encontrando: *Procamallanus* (*S.*) *pimelodus*, *P.* (*S.*) *rarus*, *Cucullanus* sp., *R. rondoni*, *Anisakis* sp., *Hysterothylacium* sp., *Contracaecum* sp., *Rhabdochona* sp., *Pharyngodonidae* gen. sp., *Cystidicolidae* gen. sp., quistes de Acanthocephala, *Trematoda* gen. sp.; Así mismo, describió al género *Orientatractis* como una nueva especie. Las larvas potencialmente

zoonóticas como *Anisakis* sp. e *Hysterothylacium* sp. se encontraron en *P. blochii* de ambos ríos, pero la baja prevalencia y abundancia indicaron que no había riesgo de zoonosis.

Posteriormente, Cavalcante *et al.* (2018) también mencionan una nueva especie de nematodo, *Philometroides acreanensis* (Philometridae), descritos a partir de ejemplares hembras recuperadas de la pared del estómago del bagre de agua dulce *P. blochii* (Pimelodidae) recolectados en el río Acre (cuenca del río Amazonas), Brasil, basándose en el examen por luz y microscopía electrónica de barrido. Así mismo, Martins (2018) analizó 45 especímenes de *P. blochii* capturados durante cuatro expediciones, en el complejo de lagos de Catalão, Iranduba, Amazonas, Brasil, determinando siete especies de Monogenea: *Demidospermus paravalenciennesi*, *Demidospermus* sp., *Demidospermus uncusvalidus*, *Ameloblastella satoi*, *Ameloblastella* sp; dos especies de Digenea: *Dadaytrema oxycephala* y *Diplostomum Spathaceum*; una especie de Nematoda: 20 larvas de *Anisakis* sp.; una especie de Copépodos: *Ergasilus* sp., y una especie de Branchiura: *Argulus chicomendesi*. Los índices de biodiversidad indicaron que el complejo de lagos de Catalão tiene baja diversidad de parásitos en *P. blochii*. Una de las últimas publicaciones fue de Negreiros *et al.*, (2019) quienes evaluaron la variación temporal a largo plazo de la estructura comunitaria de los parásitos metazoos de *P. blochii* en el río Laco, Amazonía Brasileña; recolectando 24 tipos de parásitos diferentes, como Monogenea, Nematoda, Digenea, Acanthocephala, Cestoda y Crustácea; los nematodos (larvas y adultos) mostraron un mayor dominio numérico, diversidad y riqueza de especies.

En nuestro país los estudios parasitológicos en peces continentales son muy escasos, pero en esta última década se le ha dado más importancia al estudio; así tenemos, el de Delgado *et al.* (2017) quienes reportan para el Perú por primera vez las metacercarias (*I. dimorphum*

y *S. musculosum*) y adultos (*Dadaytrema oxycephala*) de trematodos en *Hoplerythrinus unitaeniatus* «Shuyo» y en el intestino de *Pterodoras granulosus*, «Cahuara» respectivamente en peces del Distrito de Yurimaguas; así mismo, se registra la publicación de *Contracaecum* sp. en *H. unitaeniatus* y *R. rondoni* en *P. granulosus* (Delgado *et al.*, 2015). Últimamente, se ha registrado a *Mymarothecium tantaliani* n. sp monogeneo aislado de las branquias de *Colossoma macropomum* “gamitana” de Madre de Dios (Cayulla-Quispe *et al.*, 2020) y monogeneos en juveniles de *C. monoculus* de la cocha Tarapoto, río Nanay (Arbildo *et al.*, 2020). Monroy (2019) identificó nematodos *Contracaecum* sp. aislados de *Hoplias malabaricus* y *Eustrongylides* sp. de *Hoplerythrinus unitaeniatus*, esta última especie es de importancia zoonótica.

Sim embargo, específicamente para *P. nattereri* y *P. blochii* no existen reportes, las investigaciones mencionadas generalmente han sido realizadas en Brasil, razón por la cual se plantea el presente estudio.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Las especies *Pygocentrus nattereri* y *Pimelodus blochii* que son parte del consumo humano en la Amazonía peruana, pueden presentar nematodos potencialmente zoonóticos.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Lugar de ejecución

El material biológico fue obtenido a partir de ejemplares provenientes de la pesca artesanal del río Amazonas y de sus afluentes anexos y que finalmente son comercializados en el puerto de Productores de la ciudad de Iquitos, Provincia de Maynas, Región Loreto (3°44' 32.8"S, 73°14' 28.0"W), (Anexo: Fig. 1).

La colecta de peces se llevó a cabo en los meses de septiembre 2019 (época de vaciante) y enero 2020 (época de creciente). (Anexo: Fig. 2).

Posteriormente, parte del material biológico fue analizado, preservado y transportado al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma y al Laboratorio de Parasitología de Fauna Silvestre y Zoonosis de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para su estudio (Anexo: Fig. 4).

### 5.2. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue de tipo descriptivo transversal. En este diseño de investigación se recolectaron datos en dos etapas y posteriormente se realizó la identificación y descripción taxonómica de los nematodos aislados de sus hospederos ícticos.

### 5.3. Variables

- Variable independiente: Especímenes colectados de *P. nattereri* y *P. blochii*.
- Variable dependiente: Especies de nematodos presentes en ambos hospederos.

Indicadores que se tomaron en cuenta:

- a) La morfología externa e interna de los parásitos observados al microscopio compuesto.
- b) Los diferentes tamaños de los parásitos expresados en milímetros (mm).
- c) Prevalencia de los parásitos expresado en porcentaje (%).

### 5.4. Operacionalización de las variables

Las especies de nematodos aislados de sus hospederos fueron comparados e identificados en base a sus características morfológicas.

### 5.5. Muestreo

Los ejemplares de *P. nattereri* “piraña” y *P. blochii* “bagre” fueron muestreados en dos ocasiones, en los meses de septiembre 2019 (época de vaciante) y enero 2020 (época de creciente) provenientes de la pesca artesanal del río Amazonas y de sus afluentes anexos, y que finalmente son comercializados en el puerto de Productores del distrito de Iquitos, Provincia de Maynas, Loreto.

Los hospederos fueron medidos y pesados utilizando una regla y una balanza digital. Posteriormente, fueron disectados y examinados para la búsqueda de los endoparásitos, los cuales se aislaron y lavaron en solución salina (0.9 %), luego se fijaron en alcohol al 70% para su posterior análisis (Anexo: Fig. 3).

Finalmente, parte del material biológico como las vísceras (órganos e intestinos), también fueron preservados en alcohol al 70% y rotulados debidamente para ser revisados

detalladamente en el laboratorio de Parasitología de Fauna Silvestre y Zoonosis de la Facultad de Ciencias Biológicas, de la UNMSM. (Anexos: Fig. 4 y 5).

### **5.6. Procedimiento para la identificación de los parásitos.**

Las muestras parasitológicas fijadas en alcohol al 70% fueron procesadas en el laboratorio para su estudio. Para la observación morfológica de los nematodos al microscopio, se utilizó una solución de lactofenol de Amann. Los parásitos fueron colocados en láminas por un par de minutos para su clarificación y estudio taxonómico.

Para la identificación taxonómica se utilizó bibliografía especializada. Para la obtención de las medidas se empleó un ocular micrométrico y para la toma de fotografías se utilizó un microscopio compuesto con cámara digital incorporada (Leica DM750) con el software Leica LAS EZ del Laboratorio de Microscopía de la URP y UNMSM. Las medidas morfométricas se expresan en milímetros con rangos de longitud de mínimo a máximo y los promedios se expresan entre paréntesis.

### **5.7. Análisis de datos**

Para el análisis e interpretación de los datos se usó la estadística descriptiva, elaborando tablas y gráficas que facilitarán la interpretación de los resultados obtenidos.

También se determinó el índice parasitario como prevalencia (P), intensidad media (IM), abundancia (A) y abundancia media (AM) de acuerdo a lo sugerido por Bush *et al.* (1997).

### 5.7.1. Índice Parasitario

Es el análisis cuantitativo de los parásitos hallados en relación a sus hospederos y fue expresado de acuerdo a Bush *et al.* (1997).

#### a) Prevalencia de parásitos:

Es el número de peces infectados por una determinada especie de parásito, dividido entre el total de peces examinados y es expresado en porcentaje.

$$P = \frac{\text{Número total de peces infectados}}{\text{Numero de peces examinados}} \times 100$$

#### b) Intensidad media:

Total de parásitos de una especie dividido por la cantidad de hospederos infectados.

$$IM = \frac{\text{Número total de parásitos}}{\text{Numero de peces infectados}}$$

#### c) Abundancia:

Número total de parásitos de una especie en un único hospedero.

$$A = N^{\circ} \text{ total de parásitos de una determinada especie}$$

#### d) Abundancia media:

Número total de parásitos de una determinada especie dividido entre el total de hospederos infectados o no infectados.

$$AM = \frac{\text{Número total de parásitos}}{\text{Numero de peces examinados}}$$

### **5.7.2. Sitio de infección y estatus comunitario**

Los sitios de infección de los endoparásitos se determinaron al momento de aislarlos de los tejidos u órganos de sus respectivos hospederos y el estatus comunitario fue determinado en base a la prevalencia de los nematodos hallados:

- Principales o central “Core” (> 45%)
- Secundarios (entre 10 y 45%)
- Raros “Satélite” (< 10%)

### **5.7.3. Análisis estadístico**

Finalmente los datos cuantitativos fueron sometidos a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Se empleó el test estadístico no paramétrico, el Coeficiente de Correlación de Spearman para determinar la relación entre la longitud del hospedero y la abundancia parasitaria. Los procedimientos estadísticos se determinaron usando el software IBM SPSS Statistics v.24.

### **5.8. Aspecto ético**

Los especímenes fueron adquiridos de la pesca comercial, destinados para el consumo, es por eso que el tamaño de la muestra no significó una amenaza para la biodiversidad de la zona de muestreo.

## VI. RESULTADOS

### 6.1. Respecto a los hospederos ícticos:

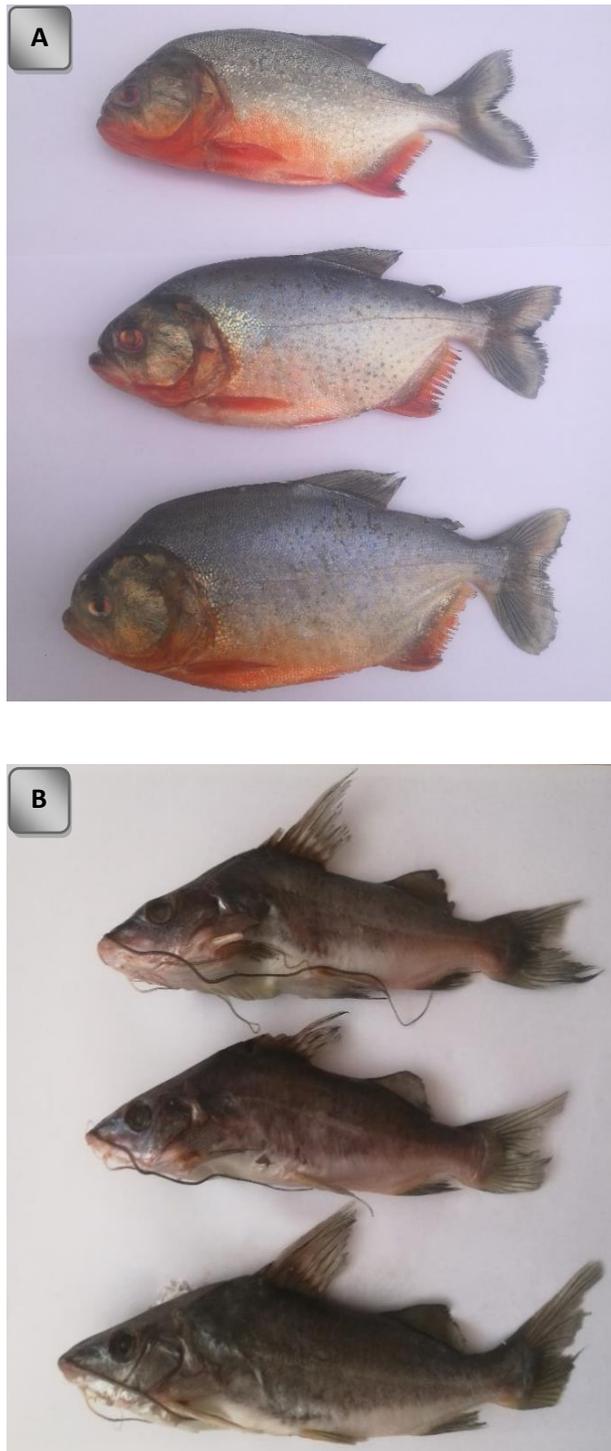
Se evaluaron un total de 75 individuos, 60 especímenes de *Pygocentrus nattereri* y 15 de *Pimelodus blochii* pertenecientes a la familia Serrasalminidae y Pimelodidae respectivamente. Los datos biométricos de los hospederos están descritos en la Tabla 1.

### 6.2. En relación a los parásitos:

De los 75 individuos analizados, se registró un total de 109 nematodos entre adultos y larvas de tercer estadio respectivamente, aislados de intestino, estómago, superficie de la musculatura abdominal y de las gónadas. Los nematodos hallados fueron identificados taxonómicamente y descritos en base a sus características morfológicas a nivel de familia, género y especie en algunos casos. *Procamallanus (S.) inopinatus*, *Anisakis* sp. y *Contracaecum* sp.

**Tabla 1. Medidas de los hospederos:**

<b>Especies</b>	<b>Long. (cm)</b>	<b>Peso (gr)</b>
<i>Pygocentrus nattereri</i>	20 - 24 (22.1)	346 - 483 (429.2)
<i>Pimelodus blochii</i>	21 - 23.5 (22.06)	156 - 196 (177.6)



**Fig. 1:** A) *Pygocentrus nattereri* “piraña roja”, (Kner, 1858).

B) *Pimelodus blochii* “bagre”, (Valenciennes, 1840).

**6.3. Identificación taxonómica en base a los caracteres morfológicos de *Procamallanus (S.) inopinatus*.**

Phylum Nematoda (Rudolphi, 1808)

Subclase: Secernentea (Linstow, 1905)

Orden: Spirurida (Chitwood, 1933)

Superfamilia: Camallanoidea (Railliet et Henry, 1915)

Familia: Camallanidae (Railliet et Henry, 1915)

Subfamilia: Camallaninae (Railliet et Henry, 1915)

Género: *Procamallanus* (Baylis, 1923)

Subgénero: *Spirocamallanus* (Olsen, 1952)

Especie: *Procamallanus (S.) inopinatus* (Travassos, Artigas & P., 1928)

• **Descripción:**

Nematodos relativamente grandes de cuerpo redondo, con un dimorfismo sexual bien marcado, siendo las hembras de mayor tamaño que los machos y caracterizándose por su color rojizo. Presentan una cápsula bucal de tonalidad Amarillo-naranja, paredes delgadas y están provistos de engrosamientos espirales o helicoidales en la superficie interna (Fig. 2A). Tiene un esófago dividido en una porción anterior muscular y una posterior glandular que es notablemente más largo y con un ensanchamiento en la parte posterior en ambos. Cola terminando en forma cónica con la punta casi redondeada en las hembras, machos con un par de espículas de similar tamaño y con el extremo posterior curvado ventralmente. Son vivíparos.

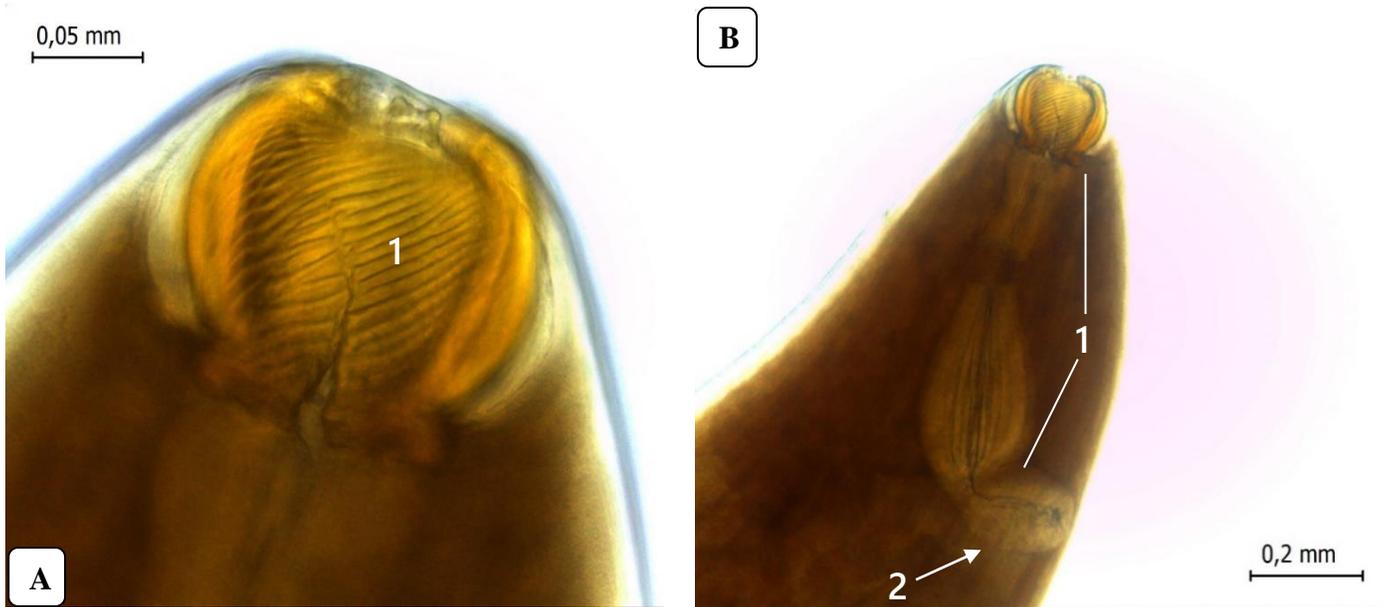
**Hospedero:** *Pygocentrus nattereri*

**Localización:** intestino y estómago

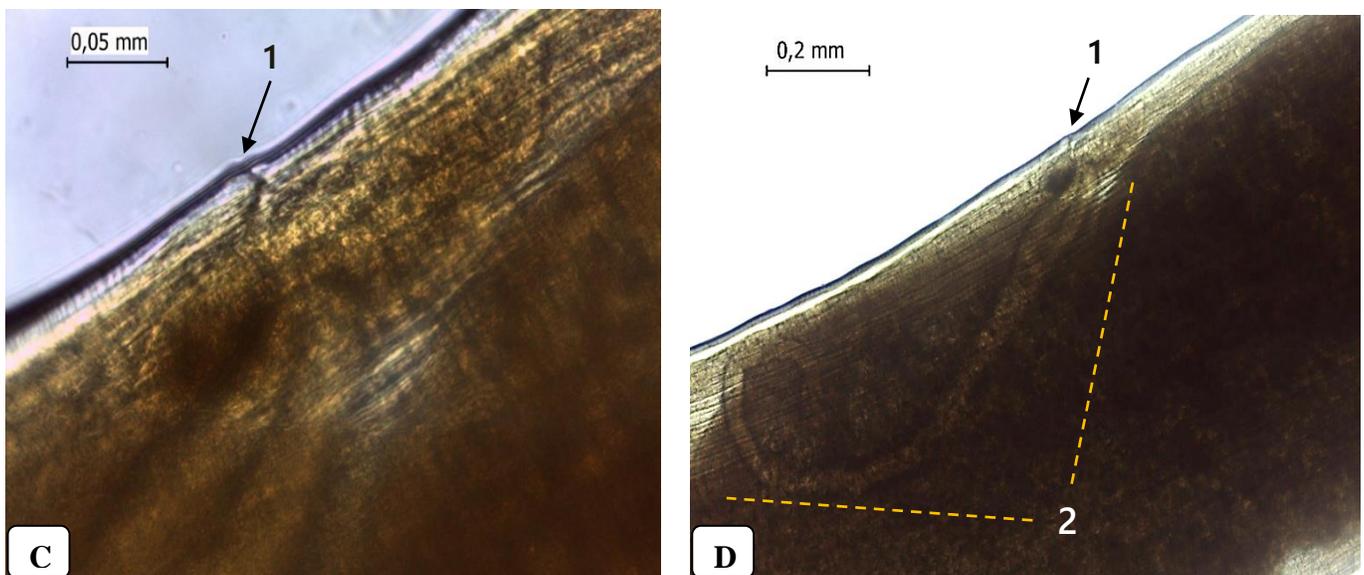
- **Morfometría:**

Tal como se mencionó anteriormente, las medidas morfométricas se expresan en milímetros (mm) con rangos de longitud de mínimo a máximo con sus promedios entre paréntesis.

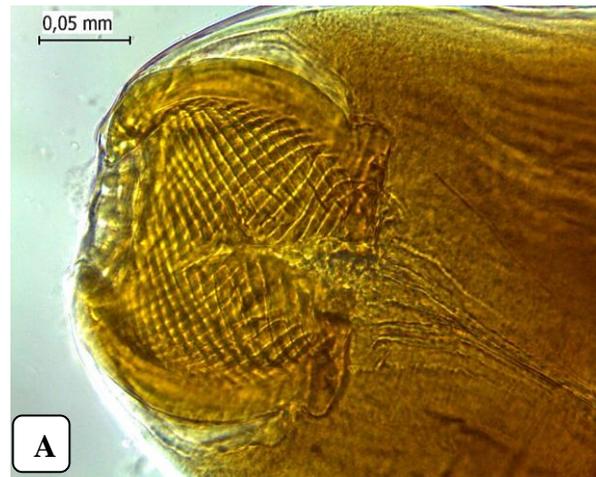
- Hembra (basado en 10 especímenes): Cuerpo de 15-60 (37.5) de longitud por 0.2-0.9 (0.55) de ancho, capsula bucal 0.09-0.17 (0.13) de largo por 0.09-0.15 (0.12) de ancho, con 18-20 engrosamientos en espiral (Fig.2A). Esófago muscular con 0.26-0.512 (0.386) de largo por 0.06-0.2 (0.13) de ancho. Esófago glandular con 0.44-0.66 (0.55) de largo por 0.13-0.32 (0.225) (Fig.2B). Vulva localizada entre 10.48-12.5 del extremo anterior correspondiendo aproximadamente al 65-70% de la longitud corporal (Fig.3C). Vagina con dirección hacia la parte posterior (Fig.3D). Cola en forma cónica con extremo romo.
- Macho (basado en 3 especímenes): Longitud del cuerpo 3.0-4.0 (3.5) por 0.2-0.3 (0.25) de ancho, cápsula bucal 0.09-0.11 (0.1) de largo por 0.08-0.09 (0.085) de ancho (Fig.4A), igual que la hembra con 18-19 engrosamientos espirales. Esófago muscular 0.2-0.34 (0.27) de largo por 0.1-0.12 (0.11) de ancho. Esófago glandular 0.4-0.62 (0.51) de largo por 0.13-0.15 (0.14) de ancho. Extremo posterior del cuerpo provisto de 10 pares de papilas caudales, 4 pares pre caudales y 6 post caudales (Fig.5B). Dos espículas curvadas pequeñas de 0.04-0.12 (0.08) de largo (Fig.5B), Cola terminando en punta roma y curvada ventralmente. (Fig.5C).



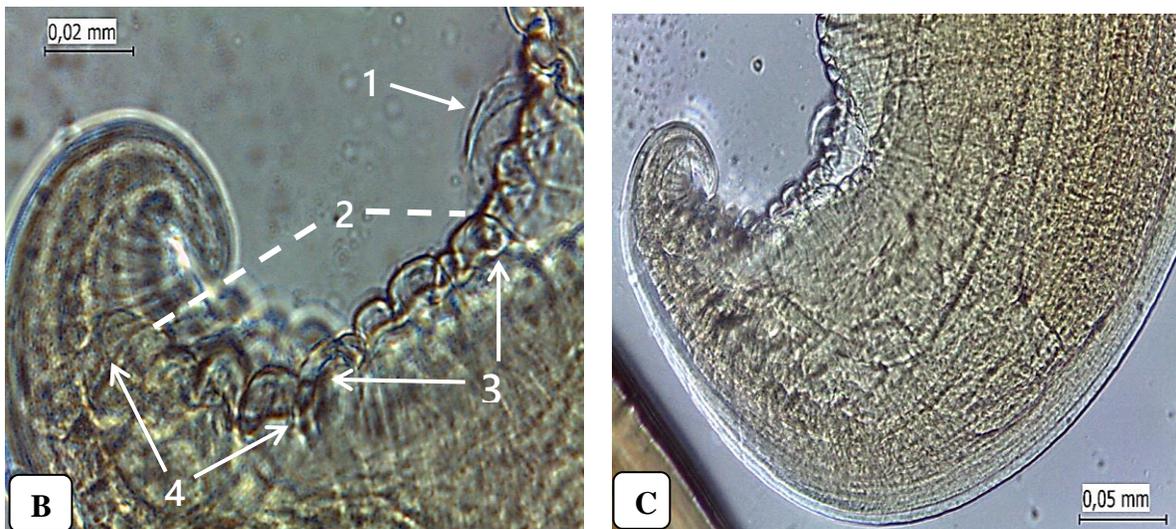
**Fig. 2.** *Procamlanus (S.) inopinatus*, Hembra. A) Cápsula bucal con engrosamientos espirales (1). B) Esófago muscular (1). Esófago glandular (2). A microscopía óptica.



**Fig. 3.** *P (S.) inopinatus*, Hembra. C) Ubicación de la vulva aproximadamente a la mitad de la longitud corporal (1). D) Vulva (1). Vagina en dirección hacia la región posterior (2). A microscopía óptica.



**Fig. 4.** *Procamlanus (S.) inopinatus*. Macho. A) Cápsula bucal con engrosamientos espirales. A microscopía óptica.



**Fig. 5.** *P (S.) inopinatus*. Macho. B) Región caudal mostrando: Un par de espículas (1). Diez pares de papilas (2). Cuatro pares de papilas pre caudales (3). Seis pares de papilas post caudales (4). C) Cola con punta curvada ventralmente. A microscopía óptica.

#### 6.4. **Identificación taxonómica en base a los caracteres morfológicos de *Contracaecum* sp.**

Phylum Nematelminthes (Gegenbaur, 1859)

Clase: Nematoda (Rudolphi, 1808)

Orden: Ascaridida (Sprehn, 1927)

Superfamilia: Ascaridoidea (Railliet & Henry, 1915)

Familia: Anisakidae (Railliet & Henry, 1912)

Género: *Contracaecum* (Railliet & Henry, 1912)

*Contracaecum* sp.

- **Descripción:**

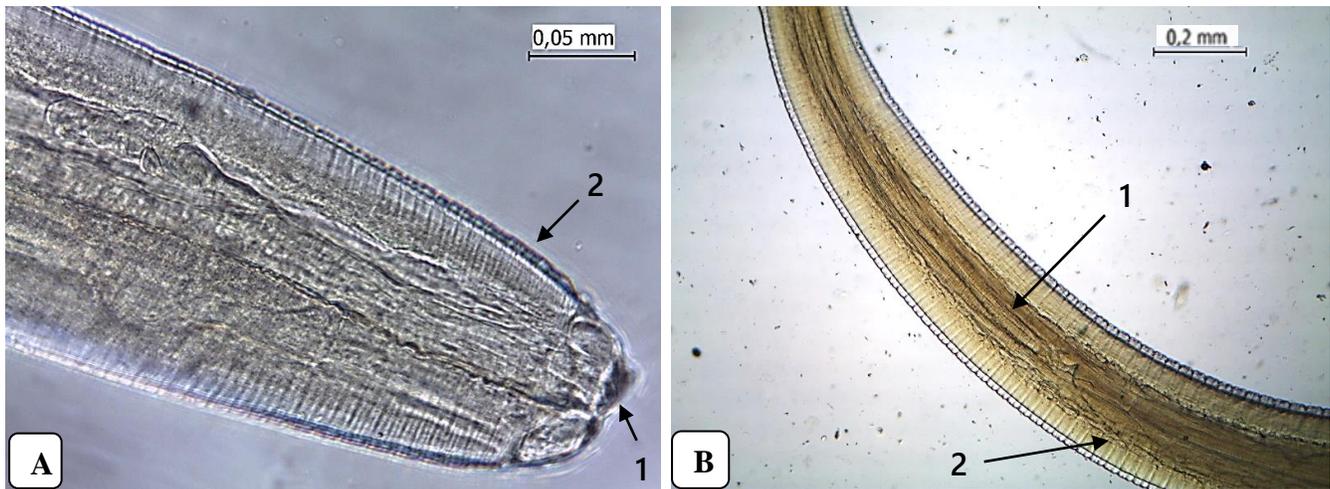
Las larvas de tercer estadio (L3) aisladas presentan un cuerpo robusto, cilíndrico, alargado y de color crema o blanquecino. Visto al microscopio el extremo anterior es ligeramente redondeado, con estriaciones muy marcadas y está provisto de labios rudimentarios y un pequeño diente (Fig.6A). A nivel interno se pudo observar el esófago y otras estructuras anexas como el ciego intestinal que se dirige hacia el extremo anterior alcanzando una longitud de 1.48 mm y que es más largo que el divertículo esofágico o apéndice ventricular que va en dirección opuesta 0.66 (Fig.6B). Con el extremo posterior en forma cónica, el ano está ubicado en la parte subterminal y presenta un pequeño mucrón o espina al final.

**Hospedero:** *Pygocentrus nattereri*

**Localización:** superficie de la musculatura abdominal

- **Morfometría:**

Presentan una longitud total de 30-35 (32.5) por 0.88-0.93 (0.905) de ancho. De la región cefálica hasta el inicio del ciego 1.45-1.57 (1.51), ciego intestinal 1.3-1.48 (1.39) de longitud, divertículo esofágico 0.53-0.66 (0.595) de largo, longitud del esófago 2.95-3.15 (3.05) por 0.15-0.17 (0.16) de ancho. Del poro anal al extremo de la cola 0.09-0.12 (0.105) de longitud.



**Fig. 6.** *Contracaecum* sp. L3 A) Región anterior mostrando el diente (1) y las estrías transversales (2). B) Ciego intestinal (1) y divertículo esofágico o apéndice ventricular (2). A microscopía óptica.



**Fig. 7.** *Contracaecum* sp. L3 C) Extremo posterior mostrando: Ano (1) y Mucrón (2). A microscopía óptica.

### 6.5. Identificación taxonómica en base a los caracteres morfológicos de *Anisakis* sp.

Phylum Nematelminthes (Gegenbaur, 1859)

Clase: Nematoda (Rudolphi, 1808)

Orden: Ascaridida (Sprehn, 1927)

Superfamilia: Ascaridoidea (Railliet & Henry, 1915)

Familia: Anisakidae (Railliet & Henry, 1912)

Género: *Anisakis* (Dujardin, 1845)

*Anisakis* sp.

- **Descripción:**

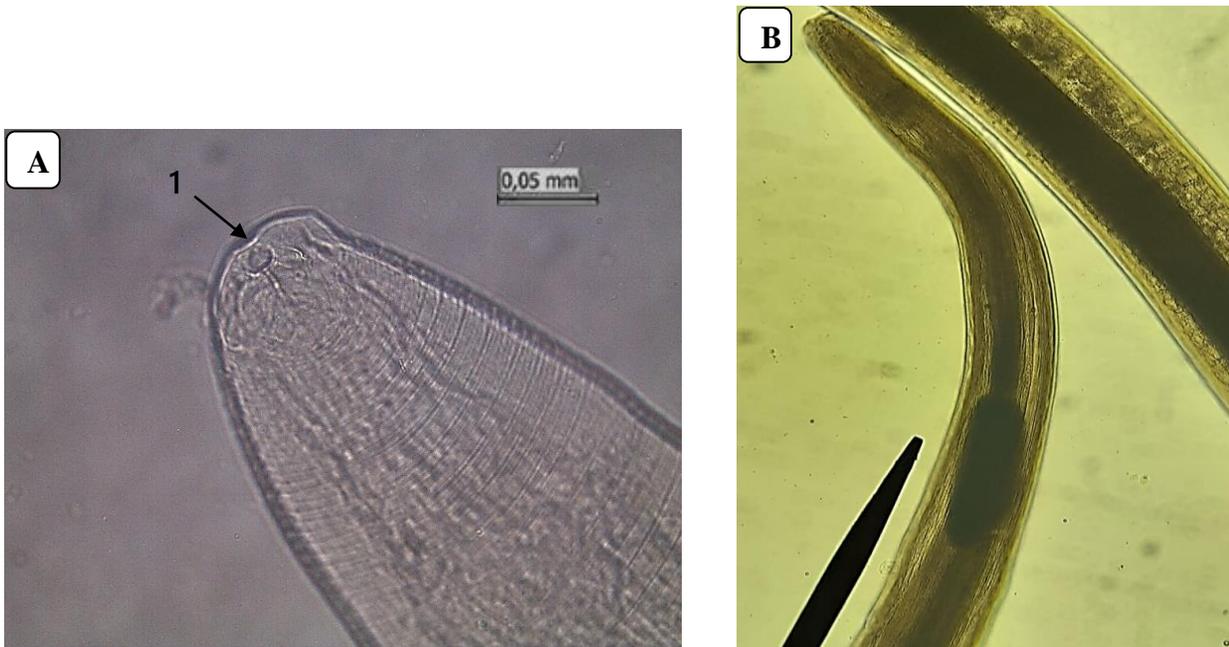
Larva L3 de forma cilíndrica, alargada, delgada y de coloración blanquecina. Vista al microscopio, se observó la región cefálica con un orificio bucal simple y el diente (Fig.8A). Internamente se pudo distinguir el esófago seguido por una porción glandular o ventrículo (Fig.8B) que continúa posteriormente con el intestino, estructura característica de *Anisakis*. La región caudal con cola cónica, con un poro anal subterminal y provisto de una fina espina al final de la cola (Fig. 9C).

**Hospedero:** *Pimelodus blochii*

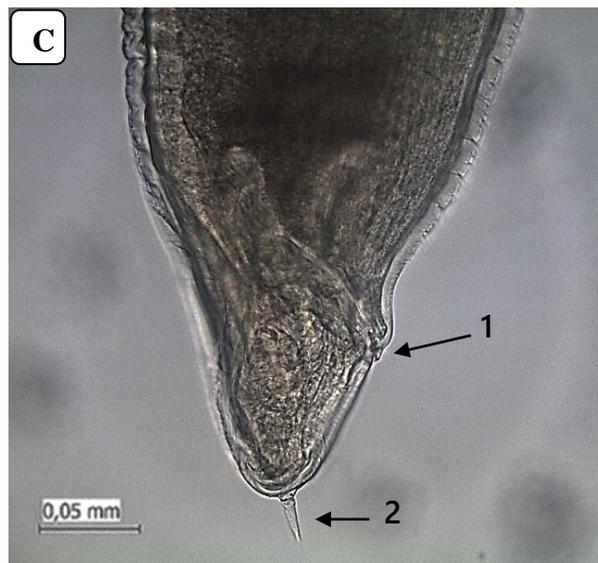
**Localización:** superficie de las gónadas

- **Morfometría:**

Cuerpo de 11.125-12.5 (11.81) de longitud por 0.28-0.35 (0.315) de ancho, esófago 0.95-0.98 (0.97) de largo y 0.06-0.07 (0.065) de ancho, ventrículo 0.3-0.36 (0.33) de longitud por 0.1-0.12 (0.11) de ancho, poro anal de 0.06-0.1 (0.08) de distancia del extremo de la cola.



**Fig. 8.** *Anisakis* sp. Larva 3 tipo I. A) Región cefálica mostrando la abertura bucal (1). A microscopía óptica. B) Puntero señalando el ventrículo en unión al esófago e intestino. Con objetivo a 10x.



**Fig. 9.** *Anisakis* sp. Larva 3 tipo I. C) Región caudal mostrando: Poro anal (1) y la espina (2). A microscopía óptica.

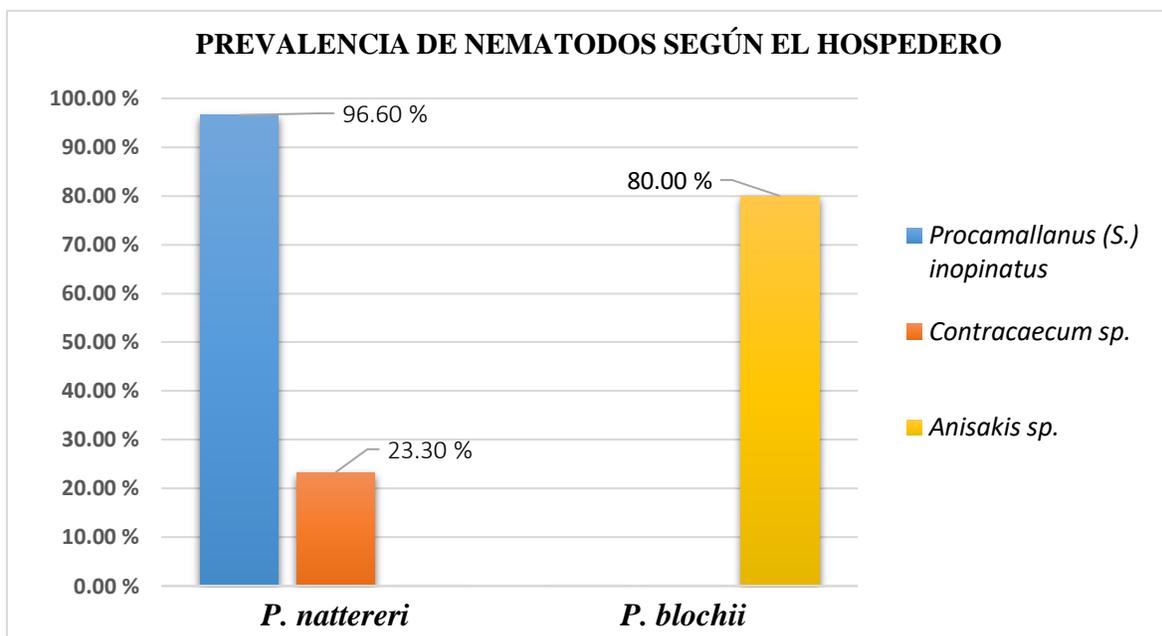
### 6.6. Prevalencia parasitaria encontrada en *P. nattereri* “piraña” y *P. blochii* “bagre”.

- Los datos determinaron que el 96.6 % de *P. nattereri* y el 80 % de *P. blochii* estaban infectados por endoparásitos. (Tabla 2)
- Del total de individuos de *P. nattereri* analizados se encontraron parasitados con una prevalencia (P) de 96.6 % (58/60) por *P. (S.) inopinatus*, con intensidad media (IM) de 1.36, abundancia (A) de 79 y una abundancia media (AM) igual a 1,31. *Contracaecum* sp. presentó una prevalencia de 23.3% (14/60), intensidad media 0.85, abundancia 12 y una abundancia media igual a 0.2.
- En cuanto a los especímenes de *P. blochii* se registró una prevalencia de 80% (12/15) por *Anisakis* sp., con intensidad media de 1.5, abundancia de 18 y una abundancia media de 1.2.
- Un total de 109 nematodos fueron colectados de ambos hospederos y la especie con mayor prevalencia y abundancia fue *Procamallanus (S.) inopinatus*, seguido de *Anisakis* sp. tipo I y *Contracaecum* sp.

**Tabla 2.** Índice parasitario hallado en *P. nattereri* y *P. blochii* procedentes de Iquitos, Loreto.

Hospederos	(N°)	(Nhi/Nhe)	Nematodos	(P %)	(IM)	(A)	(AM)
<i>P. nattereri</i>	60	58/60	<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	96.6	1.36	79	1.31
		14/60	<i>Contracaecum</i> sp.	23.3	0.85	12	0.2
<i>P. blochii</i>	15	12/15	<i>Anisakis</i> sp.	80	1.5	18	1.2

(N°) Número total de muestras, (Nhi) Número de hospederos infectados, (Nhe) Número de hospederos examinados, Prevalencia (P%), Intensidad media (IM), Abundancia (A), Abundancia media (AM).



**Fig. 10.** Prevalencia total según el tipo de parásito y hospedero.

**Tabla 3.** Sitio de infección (SI), Etapa de desarrollo (ED), Prevalencia (P), Abundancia de endoparásitos (A) y Estatus comunitario de los nematodos presentes en *P. nattereri* y *P. blochii* procedentes de Iquitos, Loreto.

Nematodos	SI	ED	(P %)	A	Estatus comunitario
<i>Procammallanus (S.) inopinatus</i>	Intestino y estómago	Adulto	96.6 %	79	Central
<i>Contracaecum sp.</i>	Superf. de la musculatura abdominal	Larva L3	23.3 %	12	Secundario
<i>Anisakis sp.</i>	Superficie de las gónadas	Larva L3 tipo I	80 %	18	Central
<b>TOTAL</b>				109	

<sup>1</sup>Principales o central "Core" (> 45%); <sup>2</sup>Secundarios (entre 10 y 45%); <sup>3</sup>Raros "Satélite" (< 10%)

### 6.7. Coeficiente de Correlación Rho de Spearman.

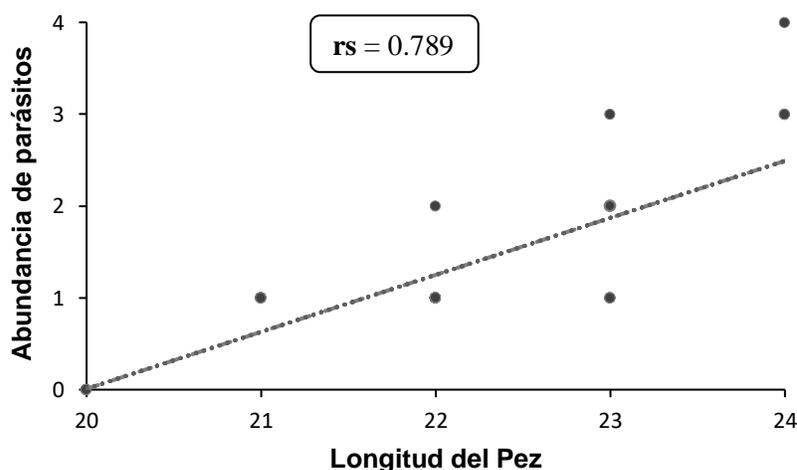
**Tabla 4.** Valores del Coeficiente de correlación Rho de Spearman y el valor p entre la longitud estándar y la abundancia de parásitos en *P. nattereri* y *P.blochii* procedentes de Iquitos, Loreto.

Hospedero/Parásito	Longitud estándar por Abundancia	
	(rs)	(p)
<b><i>P. nattereri</i></b>		
<i>Procamallanus (S.) inopinatus</i>	0.789	0.000
<i>Contracaecum</i> sp.	0.541	0.000
<b><i>P.blochii</i></b>		
<i>Anisakis</i> sp.	0.910	0.000

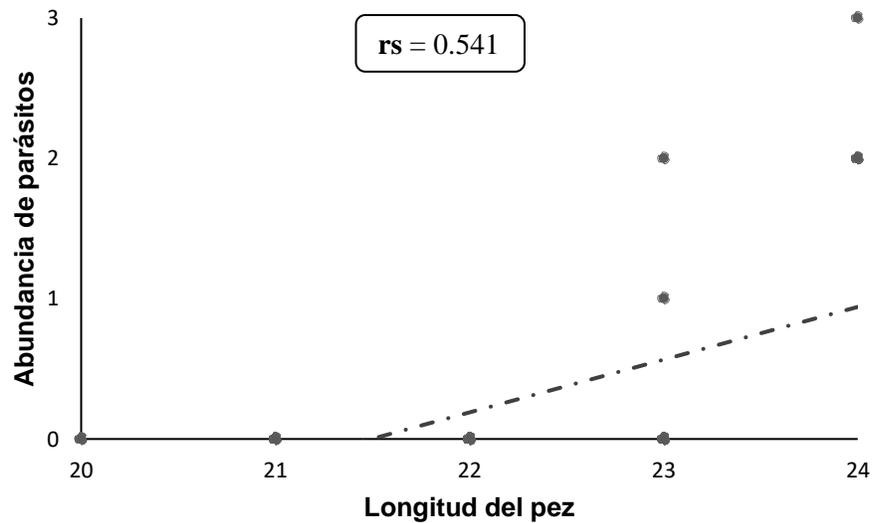
rs: Coeficiente de correlación Rho de Spearman; p: valor de significancia; Nivel de confianza = 95%

**Interpretación:** Como los valores de los coeficientes Rho de Spearman son 0.789, 0.541 y 0.910 y de acuerdo a la escala de estimación de la correlación de Spearman, existe una correlación positiva media (0.541) y alta (0.789) y (0.910) respectivamente. Además, el nivel de significancia obtenido ( $p=0.000$ ) es menor a ( $p < 0,05$ ), esto indica que sí existe relación entre la longitud y abundancia, entonces podemos concluir que la longitud del pez hospedero se relaciona significativamente con la abundancia parasitaria. Fig. (11, 12 y 13).

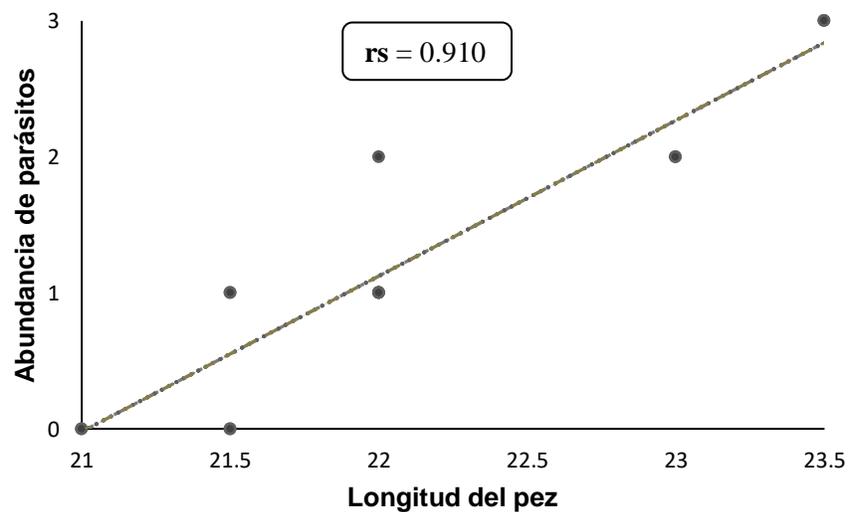
**Fig. 11.** Correlación positiva significativa alta entre la longitud estándar de *P. nattereri* y la abundancia de *Procamallanus (S.) inopinatus*, procedente de Iquitos, Loreto.



**Fig. 12.** Correlación positiva significativa media entre la longitud estándar de *P. nattereri* y la abundancia de *Contracaecum* sp., procedente de Iquitos, Loreto.



**Fig. 13.** Correlación positiva significativa alta entre la longitud estándar de *P. blochii* y la abundancia de *Anisakis* sp., procedente de Iquitos, Loreto.



## VII. DISCUSIÓN

Los parásitos son una parte importante de las redes alimentarias, debido a que tienen un efecto en la estructura trófica e inclusive pueden comprender una parte sustancial de la diversidad en un hospedero según Lafferty *et al.*, (2008).

Si bien es cierto a nivel local los estudios basados en la parasitofauna de *P. nattereri* y *P. blochii* son escasos, en comparación con Brasil cuyo país posee la mayor cantidad de investigaciones y publicaciones en toda la región de Sudamérica convirtiéndolo así en un importante referente en el área de la ictioparasitología en peces de la amazonia.

Con respecto a *Procamallanus (S.) inopinatus* este ha sido reportado en diferentes peces y en distintas localidades en Brasil, incluyendo la región Amazónica (Thatcher, 2006; Santos & Tavares-Días, 2017). Esta especie de nematodo en un inicio también fue reportado por Pinto & Noronha (1976), en el estado de Mato Grosso, Brasil parasitando a *P. nattereri* a nivel de intestino. Otros estudios como el de Barros *et al.* (2010) muestran a *Procamallanus spp.* en *P. nattereri* capturados en el río Cuiabá, con una prevalencia de 33.5% y localizado en el intestino. Así mismo, Vicentin *et al.* (2013) también publicaron sus resultados obtenidos del río Negro, Brasil, señalando al intestino y ciego como puntos de infección, con un 22,37% de prevalencia. En una investigación local (Cabrera & Rivadeneyra, 2016) mostraron un 67.5% de prevalencia para *Procamallanus (S.) inopinatus*, pero en individuos de *Brycon cephalus* (Characidae) obtenidos del río Amazonas, Perú.

Una publicación más reciente (Moráis, A., Cárdenas, M., & Malta, J., 2019) realizada en la Amazonia Central Brasileira, señalan a *Procamallanus (S.) inopinatus* como la especie con mayor índice parasitario con un 100% de prevalencia alojados en el intestino y ciego pilórico respectivamente.

En este estudio se obtuvo un 96.6% prevalencia y una intensidad media de 1.36 para *P (S.) inopinatus* en *P.nattereri* que fueron aislados del intestino y estómago, mientras otros reportes (Benigno *et al.*, 2012; Barros *et al.*, 2010 y Vicentin *et al.*, 2013) presentaron bajos índices parasitarios, excepto a lo mencionado por Moráis, *et al.* (2019) quienes registraron una prevalencia de 100% con una intensidad media 2.90 para *P (S.) inopinatus* y cuyos valores son muy cercanos a lo reportado en el presente estudio.

Los sitios de infección por *P (S.) inopinatus* hallados en el intestino y estómago de este trabajo, coinciden con las investigaciones de Vicentin *et al.* (2013) y Moráis *et al.* (2019) quienes también lo reportaron parasitando estos órganos.

A nivel estructural la cápsula bucal de *P (S.) inopinatus* es considerado un carácter taxonómico para la identificación de especie, en este estudio los ejemplares evaluados presentaron un número de engrosamientos espirales (18-20) acercándose a lo informado por Moravec (1998). Aunque, el número de engrosamientos espirales ha diferido en otros reportes (15-19, 8-17) de acuerdo a lo mencionado por Rodrigues *et al.* (1991) y esto se considera como una variabilidad intraespecífica según Moravec *et al.*, (1997).

Con relación a los tamaños descritos en esta investigación los ejemplares machos tienen de 3.0-4.0 mm y las hembras 15-60 mm de longitud total, no coincidiendo totalmente con Moráis *et al.* (2019) quienes describen tamaños cercanamente similares en los machos (4.30-6.0 mm) más no en las hembras (12.00-30.25 mm) que generalmente logran alcanzar mayor tamaño; difiriendo así también con lo reportado por Vicentin *et al.*, (2013).

Si bien es cierto *P (S.) inopinatus* es un nematodo que carece de importancia zoonótica, sin embargo, está considerado como patógeno debido a que puede causar ciertas lesiones gracias a su cápsula bucal con la que se adhiere a nivel de mucosa interna provocando necrosis de acuerdo a lo mencionado por Rivadeneyra (2018).

*Procamallanus (S.) inopinatus* es el nematodo con mayor presencia registrada en Brasil, habiendo sido reportado como parásito en 51 especies ícticas (Moravec 1998; Eiras *et al.*, 2010). En este trabajo, este endoparásito presentó los índices más altos, siendo la única especie considerada típica dentro de la comunidad de nematodos. Esto indicaría su baja

especificidad con sus hospederos definitivos, ya que *P.nattereri* es abundante en los ríos de la Amazonia peruana, aumentando así sus posibilidades de transmisión.

Con respecto a *Contracaecum* sp. Barros *et al.* (2010) reportaron larvas de *Contracaecum* spp. con un 64.6% de prevalencia en la cavidad celómica de *P. nattereri* en el río Cuiabá, Brasil. De igual forma, Benigno *et al.* (2012) informaron haber encontrado a *Contracaecum* sp. con un 89.11% infectando el mesenterio.

Mientras que Vicentin *et al.* (2013) también lo reportaron infectando el tejido del estómago, ciego y mesenterio con un valor prevalente de 61.84%. Tantaleán *et al.* (2016) aislaron larvas de *Contracaecum* sp. enquistadas en el mesenterio de *Astronotus ocellatus* “Acarahuazú”, cuya especie es destinada a la alimentación procedente del río Ampiyacu, Loreto, siendo este el primero en reportar estas larvas en dicho hospedero en la selva peruana.

En este estudio *Contracaecum* sp. obtuvo un 23.3% siendo menor a los altos valores prevalentes anteriormente señalados por Barros *et al.* (2010), Benigno *et al.* (2012), Vicentin *et al.* (2013) e inclusive últimamente Oliveira *et al.* (2019) reportaron larvas L3 de *Contracaecum* sp. aisladas del mesenterio de *P. nattereri* mostrando un 70% de prevalencia procedente del estado brasilero de Pará.

Además, en esta investigación se encontraron larvas L3 de *Contracaecum* sp. que fueron aisladas de la superficie muscular de *P. nattereri*, este hallazgo difiere notablemente a lo reportado por Vicentin (2013) y Barros *et al.* (2010) quienes informaron la ausencia de estas larvas en la musculatura de *P. nattereri*. Mientras que Benigno *et al.*, (2012) señalan que estas larvas de nematodos que se alojan en el tejido muscular de los peces tienen un mayor potencial zoonótico a deferencia de los que se ubican en el mesenterio o la superficie visceral.

En cuanto a los tamaños, las larvas L3 de *Contracaecum* sp. en el presente trabajo, alcanzaron una longitud máxima de 30-35 mm, así mismo, Vicentin *et al.* (2013) registraron un tamaño menor (de 15-27 mm); mientras que, recientemente Monroy (2019) también identificó y reportó larvas L3 de *Contracaecum* sp. aisladas del mesenterio, pero

de *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae) con tamaños de 13 a 24 mm, con valores igualmente menores.

Las longitudes morfométricas de las estructuras internas descritas en este estudio, como ciego intestinal (1.3-1.48 mm) y divertículo esofágico o apéndice ventricular (0.53-0.66 mm), se aproximan; sin embargo, el ciego es menor a las longitudes registradas por Vicentin *et al.* (2013) ciego intestinal (1.42-2.74) y apéndice ventricular (0.40-0.77). Mientras otros autores Barros *et al.* (2010) y Oliveira *et al.* (2019) no precisan datos morfométricos de las estructuras antes mencionadas.

Según lo señalado por Anderson (2000) el género *Contracaecum* incluye aproximadamente unas 100 especies con distribución cosmopolita y que posiblemente fueron favorecidos por la migración de aves y mamíferos marinos, además de poseer una baja especificidad parasitaria para infectar hospederos intermediarios y definitivos.

De acuerdo a Barros *et al.*, (2006) y Moreira *et al.*, (2009) las especies de *Contracaecum* abarcan un ciclo de vida múltiple que utilizan a crustáceos pequeños (copépodos) como hospederos intermedios primarios y los peces como los secundarios. Los especímenes evaluados en este estudio ocupan una posición intermedia en la cadena alimentaria, sirviendo como alimento para aves piscívoras y mamíferos acuáticos que a su vez se convierten en los hospederos definitivos de *Contracaecum* sp.

Eiras *et al.*, (2016) mencionan que entre las principales zoonosis transmitidas por peces se encuentran la Anisakiasis, Contracecosis, causadas por una diversidad de endoparásitos precisamente de esta familia Anisakidae. Así mismo, también se hace referencia a la Eustrongiliasis, causado también por nematodos del género Eustrongylides.

No hay reportes de zoonosis que señalen a las larvas de *Contracaecum* sp., presentes en peces continentales; sin embargo, tal como mencionan otros autores como Tantaleán *et al.* (2016) la presencia de este parásito podría implicar un riesgo probable en salud pública y además que desmerece la calidad de la carne de pescado.

Para explicar esto hecho relacionado al parasitismo de *Contracaecum* sp., Silva (2003) sugiere que los son los peces de mayor tamaño los que acumulan mayores cantidades de larvas, debido a que con frecuencia se alimentan de otras especies más pequeñas ya

parasitadas, como es el caso de los individuos muestreados de *P. nattereri* que tiene un rol importante como predador activo y también como segundo hospedero intermediario, alimentándose de pequeños crustáceos que son los primarios, y las aves piscívoras los hospederos definitivos en ecosistemas acuáticos continentales de la región neotropical.

De esta manera la presente investigación permitió registrar las larvas de *Contracaecum* sp. como un endoparásito secundario alojado en la superficie de la musculatura de *P. nattereri*, hospedero que posee cierta importancia en el consumo humano en la selva. Se podría decir que esta migración de las larvas hacia al músculo ocurriría de manera natural cuando los peces han sido capturados horas antes y también como una respuesta a los cambios fisiológicos del hospedero tal como señalan otros estudios.

Así mismo, se desprende la idea de que los peces representan una fuente directa de infección parasitaria para las aves ictiófagas y mamíferos acuáticos de la región amazónica convirtiéndolos así en los reservorios definitivos para la etapa adulta de *Contracaecum* sp. No se encontraron reportes de *Contracaecum* sp. en *P. nattereri*. en la zona de estudio. Por lo tanto, en este trabajo se reporta a *P. nattereri* como nuevo hospedero para *Contracaecum* sp.

Con respecto a *Anisakis* sp. Cavalcante (2017) reportó a estos nematodos en *Pimelodus blochii* en los ríos Acre y Xapuri, Brasil, con prevalencias de (1.67%) y (2.50%) respectivamente, siendo aislados de la mucosa interna del intestino. Mientras que Negreiros *et al.* (2018) hallaron larvas de Anisákidos alojados en el mesenterio de *P. blochii*, también de dos ríos brasileiros mostrando prevalencias de 20% y 7.5% respectivamente, pero no mostrando datos morfométricos.

Así mismo, Martins (2018) encontró larvas L3 de *Anisakis* sp. parasitando intestinalmente a *P. blochii* con un 15.5% de prevalencia procedentes del río Solimões, estado de Amazonas, Brasil. Mostrando medidas de único ejemplar en buen estado de conservación, largo del cuerpo (9.99 mm), ancho (0.35 mm), y con un ventrículo alargado, sin mencionar el tamaño. Como dato adicional curiosamente el primer registro de la ocurrencia de *Anisakis* sp. infectando un pez neotropical, exclusivamente de agua dulce, fue en *P. nattereri* en Amazonas, Brasil (Morais, 2011).

En la presente investigación se halló un 80% de prevalencia para las formas larvianas clasificadas solo hasta género de *Anisakis* sp. tipo I aisladas de la parte superficial de las gónadas. En definitiva, los resultados obtenidos difieren en cuanto a la localización y al porcentaje de infección hallado, siendo mayor a las investigaciones hechas por Cavalcante (2017), Negreiros *et al.* (2018) y Martins (2018) e inclusive el tamaño (9.99 mm) que presentan las larvas es ligeramente menor a la longitud corporal encontrada en el presente trabajo (12.5 mm).

Las larvas de *Anisakis* sp. presentaron una alta prevalencia, este hallazgo es relevante considerando el conocido rol zoonótico de estos nematodos en peces marinos. Además, indicaría un posible riesgo potencial de zoonosis por parte de este hospedero en la Amazonía, aunque aún no se han registrado casos por consumo de peces continentales.

Autores como Moreira *et al.* (2009) y Oliveira *et al.* (2016) señalan que las características propias del hábitat y la propia biología del hospedero pueden facilitar la transmisión y el establecimiento de parásitos. En este caso particular *P. blochii* presenta un hábito omnívoro siendo susceptible a la infección por formas larvianas, ya que se alimenta de pequeños invertebrados, insectos acuáticos, terrestres y crustáceos, así mismo cabe la posibilidad de contacto e interacción con otros hospederos intermediarios debido a las grandes variaciones hidrológicas de los ríos que son característicos de la amazonia peruana.

Las larvas de *Anisakis* sp. presentes en *P. blochii*, indica una vez más que esta especie ocupa un lugar importante e intermedio en la red trófica siendo parte de la dieta de aves piscívoras o mamíferos acuáticos y que también actuarían como los supuestos hospederos definitivos.

Por otro lado, Anderson (2000) también menciona que desde la descripción del ciclo biológico de *Anisakis* se han producido avances significativos en el conocimiento de algunos Anisákidos, principalmente en *Anisakis simplex*, que utiliza a mamíferos marinos como hospederos definitivos, los crustáceos planctónicos o bentónicos como hospederos intermediarios y los peces como principales hospederos de transporte o paraténicos.

Tal como mencionan (Tejada & López, 2012) en la mayoría de hospederos los sitios de infección más frecuentes por larvas son cavidad abdominal, superficie visceral del hígado, músculo y gónadas siendo este último el lugar de infección registrado en el presente estudio para *Anisakis* sp.

La infestación por *Anisakis* se produce por el consumo de larvas contenidas en peces y se considera que la distribución larvaria en los diferentes tejidos de los hospederos tiene importancia epidemiológica.

No se encontraron trabajos ni registros de *Anisakis* sp. en *Pimelodus blochii*, por lo tanto, se reporta a *P. blochii* como nuevo hospedero para *Anisakis* sp. en el Perú.

El nivel trófico de los especímenes evaluados en este estudio *P. nattereri* y *P. blochii* que fueron extraídos de su ambiente natural, demuestran claramente que estos pueden actuar como hospederos intermediarios o definitivos para varias especies de nematodos, y que a su vez facilitan la finalización de sus ciclos biológicos. Esta afirmación se corrobora por la ocurrencia de los endoparásitos encontrados en este trabajo, como las fases larvarias de *Contracaecum* sp., *Anisakis* sp. y la etapa adulta de *Procamallanus (S.) inopinatus*.

La alta prevalencia de los nematodos hallados como *Procamallanus (S.) inopinatus*, *Anisakis* sp. y *Contracaecum* sp., y su baja especificidad puede estar asociada a factores ambientales, como las elevadas temperaturas y la variedad de especies en la zona muestreada favoreciendo así la ocurrencia de estos, ya sea en las dos épocas denominadas vaciante, cuando el caudal de las aguas de los ríos disminuye y creciente, cuando aumenta. Estos factores benefician la dinámica de los peces tanto en su proceso de desarrollo, reproducción y del mismo modo en los parásitos, así como la transmisión a los hospederos paraténicos y definitivos.

Machado *et al.* (1996) mencionan que los peces carnívoros tienden a tener niveles más altos de infestaciones por helmintos mientras que los peces detritívoros, planctófagos y omnívoros ocupan niveles tróficos más bajos y tienden a tener menores tasas de infestación de endoparásitos. De tal modo que dicha afirmación coincide con las especies ícticas evaluadas en este estudio en relación a su carga parasitaria hallada; así mismo, esta

proliferación podría estar asociada a la prominente diversidad de aves ictiófagas propias de la Amazonía favoreciendo así el ciclo reproductivo de los parásitos.

Los estudios sobre los parásitos potencialmente zoonóticos en la mayoría de hospederos ícticos amazónicos aún son limitados, especialmente en aquellos que son poco conocidos. Así mismo, los datos que se obtienen pueden ser utilizados con otras fuentes o registros que colaboren con el conocimiento de las relaciones parásito-hospedero.

### VIII. CONCLUSIONES

1. Se reporta una nueva distribución geográfica para la larva L3 de *Anisakis* sp. tipo I en un nuevo hospedero *Pimelodus blochii*.
2. Se describe a *Pygocentrus nattereri* como nuevo hospedero para los nematodos, adulto de *Procamallanus (S.) inopinatus*, y la larva L3 de *Contracaecum* sp.
3. *P (S.) inopinatus* y la larva L3 de *Anisakis* sp. tipo I son las especies registradas con mayores prevalencias 96.6% (58/60) y 80% (12/15) respectivamente.
4. Las larvas L3 de *Contracaecum* sp. y L3 de *Anisakis* sp. tipo I en *P. nattereri* y *P. blochii* respectivamente, son nematodos con posible potencial zoonótico.
5. Hubo correlación positiva significativa media y alta entre la longitud estándar de *P. nattereri* y de *P. blochii* con respecto a la abundancia de larvas L3 de *Contracaecum* sp. ( $r_s = 0.541$ ), los adultos de *P (S.) inopinatus* ( $r_s = 0.789$ ) y las larvas L3 de *Anisakis* sp. tipo I ( $r_s = 0.910$ ).

## **IX. RECOMENDACIONES**

- ✓ Realizar la microscopía electrónica de barrido (MEB) para así obtener imágenes a mayor escala y de alta resolución a nivel superficial de las muestras, facilitando la observación y la posible identificación de especie.
  
- ✓ Realizar la identificación de especies mediante PCR.
  
- ✓ Realizar controles sanitarios en el puerto pesquero con el propósito de evitar posibles problemas infecciosos por parásitos, garantizando así la inocuidad alimentaria.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams AM, Murrell KD, Cross JH. (1997). Parasites of fish and risks to public health. *Revue Scientifique Technique Office International Epizootics*, 16(2):652-660.
- Anderson, R. C. (2000). *Nematode Parasites of Vertebrates. Their Development and Transmission*. London, UK: CABI Publishing.
- Arbildo O, H., Pizango P.E., Ruiz F. R. (2020) Ectoparásitos monogéneos en juveniles de *Cichla monoculus* (Cichlidae) de la cocha Tarapoto, río Nanay, Perú. *Rev. investig. vet.* 31 (1). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i1.15713>
- Barros, L. A.; Filho, J. M.; Oliveira, R. L. (2006). Nematóides com potencial zoonótico em peixes com importância econômica provenientes do rio Cuiabá. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 13(1), 55-57. Recuperado de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-712661>
- Barros, L.A., Mateus, L.A.F., Braum, D.T., & Bonaldo, J. (2010). Aspectos ecológicos de endoparasitos de piranha vermelha (*Pygocentrus nattereri*, Kner, 1860) proveniente do rio Cuiabá. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(1), 228-231.
- Benigno, R. N. M., Clemente, S. C. D. S., Matos, E. R., Pinto, R. M., Gomes, D. C., & Knoff, M. (2012). Nematodes in *Hopleryttrinus unitaeniatus*, *Hoplías malabaricus* and *Pygocentrus nattereri* (pisces characiformes) in Marajó Island, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 21(2), 165-170. <https://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612012000200018>
- Busht, 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(4), 575-583.
- Cabrera, R., & Trillo-Altamirano, M. D. P. (2004). Anisakidosis: ¿Una zoonosis parasitaria marina desconocida o emergente en el Perú? *Revista de Gastroenterología del Perú*, 24(4), 335-342. Recuperado de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S10225129200400040006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S10225129200400040006&lng=es&tlng=es).

- Carvalho, L. N., Arruda, R., & Del-Claro, K. (2004). Host-parasite interactions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the rio Araguaia basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 2(2), 93-98.
- Cavalcante, P. H. (2017). Helmintofauna de *P. blochii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Pimelodidae) dos rios Acre e Xapuri, Acre, Brasil (tesis doctoral). Instituto Oswaldo Cruz, Rio De Janeiro, Brasil. <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/25561>
- Cavalcante, P. H., Silva, M. T., Santos, E. G., Chagas-Moutinho, V. A., & Santos, C. P. (2017). *Orientattractis moraveci* n. sp. and *Rondonia rondoni*, Travassos, 1920 (Nematoda: Atractidae), parasites of *Pimelodus blochii* (Osteichthyes, Pimelodidae) from the Acre and Xapuri Rivers, Western Amazon, Brazil. *Parasitology*, 144(2), 226-236.
- Cayulla-Quispe, D., Mondragón-Martínez A., Rojas-De-Los-Santos E., Garcia-Candela, E., Babilonia-Medina, J., Martínez-Rojas, R. (2020). New Species of *Mymarothecium tantaliani* n. sp (Monogenea: Dactylogiridae) in the Gills of Gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier) from Madre de Dios, Peru. *Acta Parasitologica*. <https://doi.org/10.1007/s11686-020-00248-5>
- Correa, E., & Ortega, H. (2010). Diversidad y variación estacional de peces en la cuenca baja del río Nanay, Perú. *Revista peruana de biología*, 17(1), 37-42.
- Degado E.A., Tantaleán V-M-, Martínez R.R., Mondragón M.A. (2015). Helmintos en los peces *Hoplerythrinus unitaeniatus* (erythrinidae) y *Pterodoras granulosus* (doradidae) de Yurimaguas, Alto Amazonas, región Loreto, Perú. XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Parasitologia. SBP e do XXIII Congreso Latinoamericano de Parasitología – FLAP. 27 a 31 de outubro, Salvador, Bahía, Brasil.
- Degado E.A., Tantaleán V-M-, Martínez R.R., Mondragón M.A. (2017). Trematodos en *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Erythrinidae) «Shuyo» y *Pterodoras granulosus* (Doradidae) «Cahuara» del Distrito de Yurimaguas, Provincia Alto Amazonas, Loreto, Perú *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru*. 28(2):461
- Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica- DIDITT. (2018). Boletín de Vigilancia Tecnológica: Pesca, N°02. “Anisakidosis, zoonosis parasitaria cosmopolita: Reportes en Perú y el Mundo”. 2-45.
- Eiras J.C, Takemoto, R.M, Pavanelli G.C. (2010). Diversidade dos parasitas de peixes de água doce do Brasil. *Maringá: Clichetec*. 333p.

- Eiras, J. C., Pavanelli, G. C., Takemoto, R. M., Yamaguchi, M. U., Karkling, L. C., & Nawa, Y. (2016). Potential risk of fish-borne nematode infections in humans in Brazil—current status based on a literature review. *Food and Waterborne Parasitology*, 5, 1-6
- García Dávila, C. R., Sánchez Ribeiro, H., Silva, F., Almendra, M., Mejia de Loayza, J. E., Chávez, A. & Nolorbe Payahua, C. (2018). Peces de consumo de la Amazonía peruana.
- Guerra, H., Alcantara, F., & Campos, M. C. (1996). Piscicultura amazónica con especies nativas (No. A50 T7 No. 47-S). Secretaría Pro Tempore, Lima (Peru). Tratado de Cooperación Amazónica.
- Huizinga, H. W. (1967). The life cycle of *Contracaecum multipapillatum* (von Drasche, 1882) Lucker, 1941 (Nematoda: Heterochelidae). *The Journal of Parasitology*, 53(2),368-375.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (2009). Viabilidad Económica de la Pesca Artesanal en el departamento de Loreto. Avances Económicos N° 13. Álvarez, I. y Ríos, S. (Comp). 50 pp. Proyecto de Ley N° 3050-2017-CR-Ley que incorpora mecanismos de gobernanza en la gestión pesquera amazónica al decreto ley n° 25977, ley general de pesca. Recuperado de <http://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/IIAP/266/1/Alvarezdocumentotecnico200913.pdf>
- Ishikura, H., Kikuchi, K., Nagasawa, K., Ooiwa, T., Takamiya, H., Sato, N., & Sugane, K. (1993). Anisakidae and anisakidosis. In *Progress in clinical parasitology*. Springer, New York, NY. 43-102.
- Lafferty KD, Allesina S, Arim M, Briggs CJ, De Leo G, Dobson AP, *et al.* (2008). Parasites in food webs: the ultimate missing links. *Ecology Letters*, 11(6), 533-546.
- Lehnert, K., Poulin, R., & Presswell, B. (2019). Checklist of marine mammal parasites in New Zealand and Australian waters. *Journal of Helminthology*, 93(6), 649–676. <http://doi.org/10.1017/S0022149X19000361>
- López-Casas, S., & Jiménez-Segura, L. F. (2007). Reproducción y hábitos alimenticios del nicuro, *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840) (pisces: pimelodidae), en la ciénaga de Cachimbero, río Magdalena, Colombia. *Actual Biol*, 29(87), 193-201.
- Luque J.L, Aguiar J.C, Vieira F.M, Gibson D.I, Santos C.P. (2011). Checklist of Nematoda associated with the fishes of Brazil. *Zootaxa*; 3082(1), 1-88.

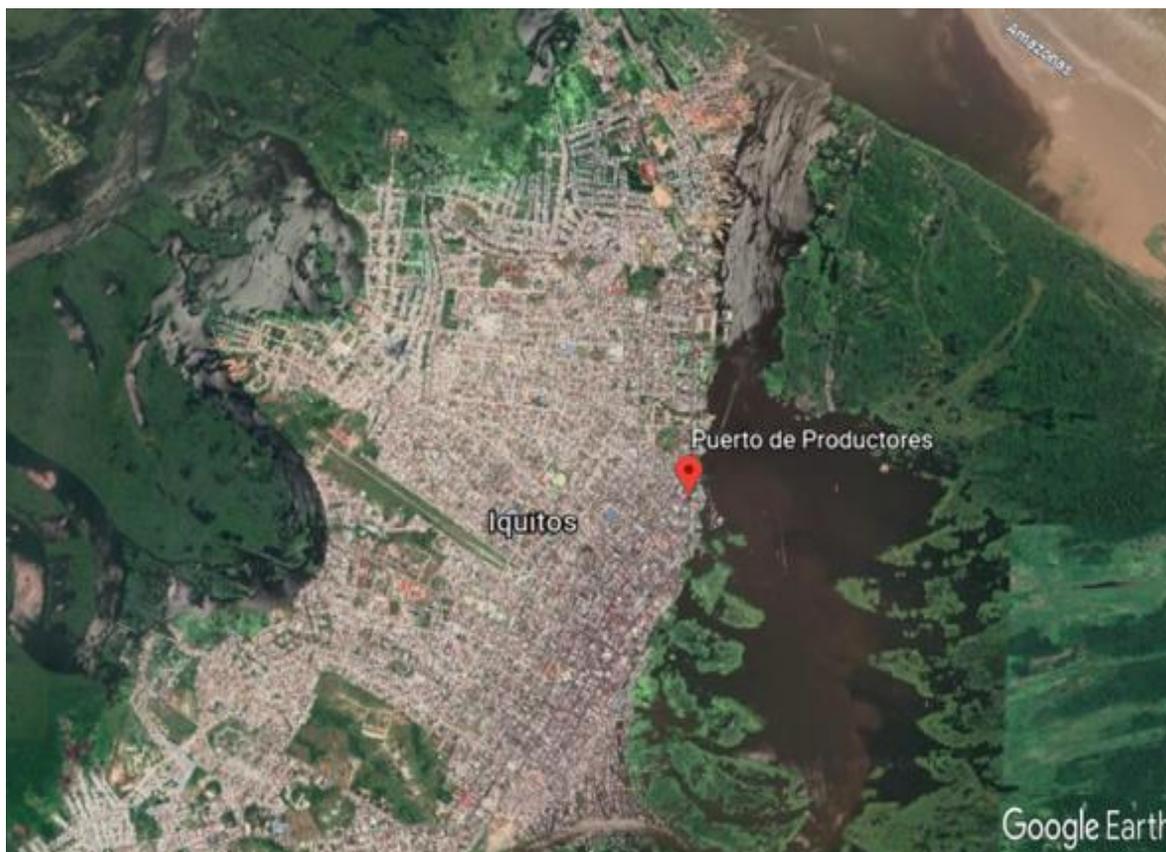
- Machado, M.H.; Pavanelli, G.C.; Takemoto, R.M. (1996). Structure and diversity of endoparasitic infracommunities and the trophic level of *Pseudoplatystoma corruscans* and *Schizodon borelli* (Osteichthyes) of the high Paraná River. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 91(4), 441- 448. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761996000400010>
- Maguiña Vargas, C. (2017). Anisakiasis no es problema de salud pública. Revista Médica Herediana, 28(4), 223-225. <https://doi.org/10.20453/rmh.v28i4.3220>
- Martins, M. D. S. A. (2018). Diversidade da fauna de metazoários parasitos de *Pimelodus blochii*, (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Pimelodidae) de lagos de várzea da Amazonia brasileira. (tesis de maestría).INPA, Manaus, Amazonas Brasil. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/11360>
- Monroy Tenorio, M. (2019). Identificación de endoparásitos en peces *Hoplias malabaricus* “fasaco” y *Hoplerythrinus unitaeniatus* “shuyo” (Erythrinidae) de importancia socioeconómica procedentes de Yurimaguas, Loreto, Perú. (tesis de pregado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2022>
- Morais, A. M. (2011). Biodiversidade de parasitos da piranha vermelha *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) (Characiformes; Serrasalmidae) e sua avaliação como bioindicadores na Amazônia Central. (tesis de doctorado). Manaus, Amazonas, Brasil.
- Morais, A. M., Cárdenas, M. Q., & Malta, J. C. (2019). Nematofauna de piranha-vermelha *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1958) (Characiformes: Serrasalmidae) da Amazonia, Brasil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 28(3), 458-464.
- Morais, A. M., Varella, A. M. B., Fernandes, B. M., & Malta, J. C. (2011). *Clinostomum Marginatum* (Braun, 1899) and *Austrodiplostomum Compactum* (Lutz, 1928) Metacercariae with Zoonotic potential of *Pygocentrus Nattereri* (Kner, 1858) (Characiformes: Serrasalmidae) from Central Amazon, Brazil. Neotropical Helminthology, 5(1), 08-15.
- Moravec, F. (1998). *Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical Region*. Academia, Publishing House of the Academy of Sciences of the Czech Republic. pp. 464.
- Moreira L.H.A., Takemoto R.M., Yamada F.H., Ceschini T.L., Pavanelli G.C. (2009). Ecological aspects of metazoan endoparasites of (Cope, 1870) (Characidae) from upper Paraná River floodplain, Brazil. *Metynnis lippincottianus* Helminthologia, 46(4), 214-219.
- Morey, G. A., Moreira, & Malta, J.C.O. (2015). Metazoan parasites of *Serrasalmus altispinis* (serrasalmidae) from floodplain lakes of the brazilian Amazon. *Neotropical Helminthology*, 12(2), 141-146.

- Negreiros, L. P., Florentino, A. C., Pereira, F. B., & Tavares-Dias, M. (2019). Long-term temporal variation in the parasite community structure of metazoans of *Pimelodus blochii* (Pimelodidae), a catfish from the Brazilian Amazon. *Parasitology research*, 118(12), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06480-x>
- Negreiros, L. P., Pereira, F. B., Tavares-Dias, M., & Tavares, L. E. (2018). Community structure of metazoan parasites from *Pimelodus blochii* in two rivers of the western Brazilian Amazon: same seasonal traits, but different anthropogenic impacts. *Parasitology research*, 117(12), 3791-3798.
- Oliveira M.S.B, Gonçalves R.A, Tavares-Dias M. (2016). Community of parasites in *Triporthus curtus* and *Triporthus angulatus* (Characidae) from a tributary of the Amazon River system (Brazil). *Stud Neotrop Fauna Environ*, 51(1), 29-36.
- Oliveira, M. S. B., Corrêa, L. L., Ferreira, D. O., & Tavares-Dias, M. (2019). Larvas de nematóides de potencial zoonótico infectando peixes carnívoros do baixo Rio Jari, no Norte do Brasil. *Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)*, 9(4), 50-52. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v9n4p50-52>.
- Pereira E. S., Mauad, J. R., Takemoto, R. M., Lima-Junior S.E. (2018). Fish parasite diversity in the Amambai river, State Mato Grosso do Sul, Brazil. *Acta Sci Biol Sci*; 40(1).
- Pinto R.M., & Noronha D. (1976) *Procamallanus* brasileiros (Nematoda, Camallanoidea): considerações finais, com chave para determinação das espécies. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 74(3-4): 323-339. <http://dx.doi.org/10.1590/S0074-02761976000300011>
- PRODUCE. (2015). Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2015. Ministerio de la Producción, Lima. Recuperado de <https://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2015.pdf>
- Quiroz Gil, L. K. (2014). Estudio de la parasito fauna en el jurel (*Trachurus picturatus murphyi*, Chirichigno y Vélez 1998), con énfasis en zoonosis parasitaria (No. L72.Q8-T). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1909>
- Rivadeneira Sánchez, N. L. (2018). Efectos de la frecuencia parasitaria de *Procamallanus inopinatus* y su caracterización estructural asociados a las lesiones histológicas en “Sábalo cola roja” (*Brycon cephalus*), en muestras de ambientes controlados. (tesis de pregrado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.upch.edu.pe/handle/upch/3815>

- Rodrigues, H. O., Pinto, R. M., & Noronha, D. (1991). Key to the species of Brazilian *Procamallanus* with general considerations (Nematoda, Camallanoidea). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 86(1), 107-113.
- Smith, J. W., & Wootten, R. (1978). Anisakis and anisakiasis. *Advances in parasitology*, 16, 93-163. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60573-4](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60573-4).
- Santos P., Tavares-Dias M. (2017). First study on communities of parasites in *Triportheus rotundatus*, a Characidae fish from the Amazon River system (Brazil). *Rev Bras Parasitol Vet*, 26(1): 28-33.
- Serrano-Martínez, E., Tantalean, M., Quispe, M., & Casas, G. (2016). Presencia de larvas de *Contracaecum* sp. (Nematoda, Anisakidae) en el pez *Astronotus ocellatus*, destinado al consumo humano en Loreto, Perú. *Salud y Tecnología Veterinaria*, 3(1), 31.
- Silva, M., & Eiras, J.C., (2003). Occurrence of *Anisakis* sp. in the fish off the Portuguese West coast and evaluation of its zoonotic potential. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 23, 13-17.
- Cabrera Soregui, A M., & Rivadeneyra Sánchez, N. L. (2016). Endohelminths con potencial zoonótico en alevinos de *Brycon cephalus* (günther, 1869) sábalo cola roja procedentes de cuerpos de agua aledaños a Iquitos. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Loreto, Perú. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3251>
- Takemoto, R.M., et al. (2009). Diversity of parasites of fish from the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2),691-705.
- Thatcher V. (2006). *Amazon fish parasites. Aquatic Biodiversity in Latin America: 2nd edición*, Pensoft Publishers, Praga, Bulgaria, 508 p.
- Tejada Yabar, M., & Lopez Ramon, J. (2012). Evaluación de la presencia de nematodos del género *Anisakis* en los pescados de acuicultura marina españoles. *Informe Final. Cádiz, Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR)*.
- Vicentin, W., Vieira, K. R. I., Costa, F. E. D. S., Takemoto, R. M., Tavares, L. E. R., & Paiva, F. (2011). Metazoan endoparasites of *Serrasalmus marginatus* (Characiformes: Serrasalminae) in the Negro River, Pantanal, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 20(1), 61-63. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612011000100012>

- Vicentin, W., Vieira, K. R., Tavares, L. E., Costa, F. E., Takemoto, R. M., & Paiva, F. (2013). Metazoan endoparasites of *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Serrasalminae) in the Negro River, Pantanal, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 22(3), 331-338.
- Vital, J. F., Varella, A. M., Porto, D. B., & Malta, J. C. (2011). Seasonality of the metazoan fauna of *Pygocentrus nattereri* (Kner, 1858) in Piranha Lake, (Amazonas, Brazil), and evaluation of its potential as an indicator of environmental health. *Biota Neotropica*, 11(1), 199-204. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032011000100021>

## XI. ANEXOS



**Fig. 1.** Ubicación geográfica del área de estudio, Puerto de productores, Iquitos, Loreto.

(Fuente: [https://www.google.com/earth/.](https://www.google.com/earth/))



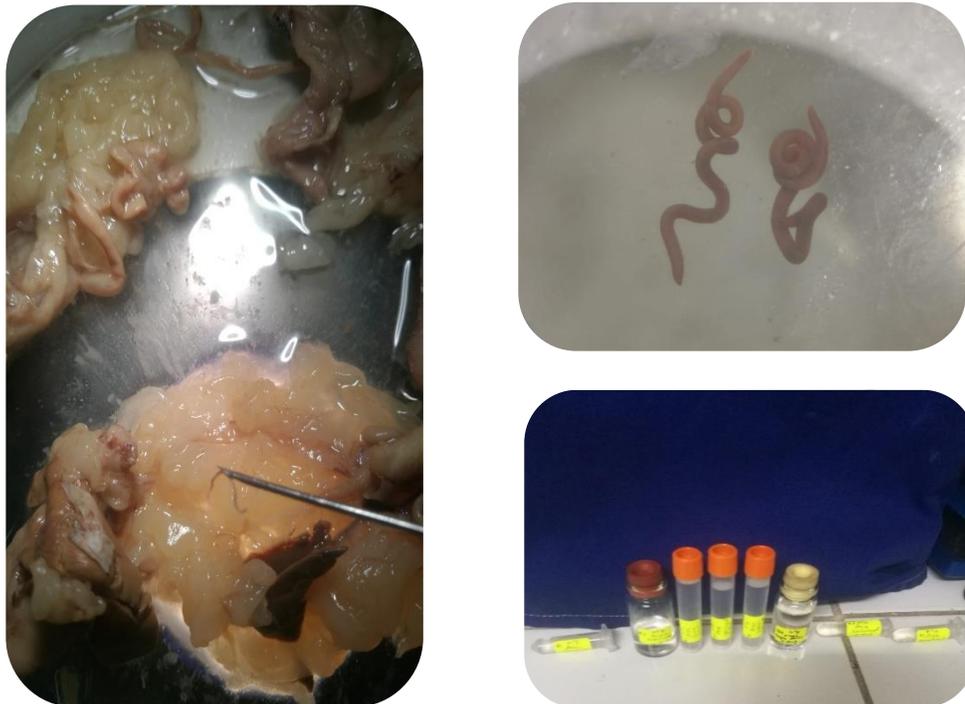
**Fig. 2.** Sitio de recojo de las muestras biológicas, Puerto de productores, Iquitos.



**Fig. 3.** Muestras ícticas de *Pygocentrus nattereri* y *Pimelodus blochii* para la toma de medidas y pesos.



**Fig. 4.** Análisis del material biológico (vísceras) en el laboratorio de Parasitología de Fauna Silvestre y Zoonosis - UNMSM.



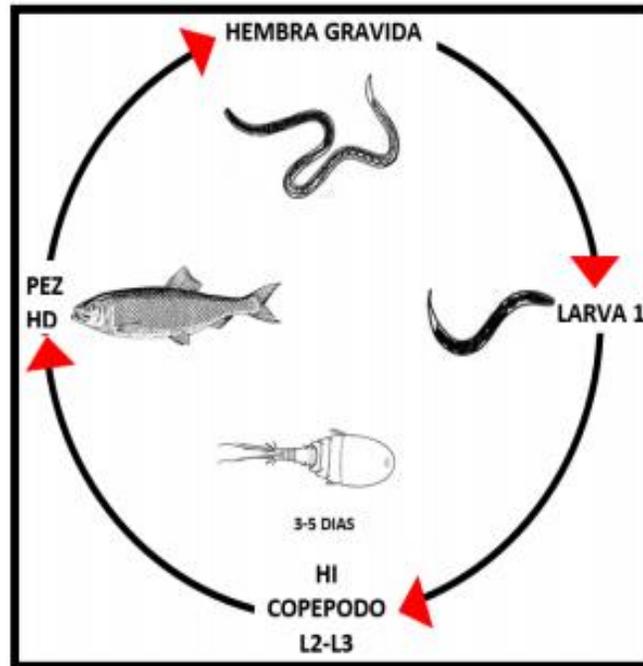
**Fig. 5.** Nematodos encontrados a nivel de intestino, estómago, musculatura abdominal y superficie de las gónadas, aislados y fijados en alcohol al 70% para su conservación.

**Tabla 1. Peso y longitud de los hospederos***Pygocentrus nattereri* (n = 60)

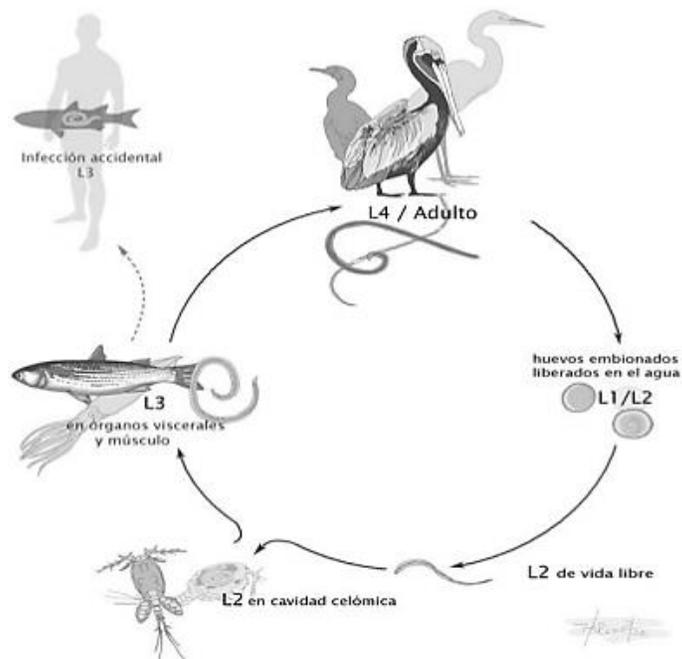
<b>Peces N°</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Peces N°</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Longitud (cm)</b>
<b>1</b>	388	22	<b>31</b>	466	23
<b>2</b>	374	21	<b>32</b>	438	22
<b>3</b>	418	22	<b>33</b>	468	23
<b>4</b>	368	21	<b>34</b>	435	22
<b>5</b>	438	22	<b>35</b>	396	22
<b>6</b>	468	23	<b>36</b>	374	21
<b>7</b>	394	22	<b>37</b>	436	22
<b>8</b>	393	22	<b>38</b>	459	22
<b>9</b>	435	22	<b>39</b>	392	22
<b>10</b>	387	21	<b>40</b>	460	22
<b>11</b>	467	23	<b>41</b>	348	20
<b>12</b>	463	22	<b>42</b>	474	23
<b>13</b>	475	23	<b>43</b>	390	21
<b>14</b>	487	24	<b>44</b>	481	24
<b>15</b>	477	23	<b>45</b>	469	23
<b>16</b>	482	24	<b>46</b>	376	20
<b>17</b>	397	22	<b>47</b>	387	21
<b>18</b>	377	21	<b>48</b>	464	22
<b>19</b>	385	21	<b>49</b>	476	23
<b>20</b>	471	23	<b>50</b>	383	21
<b>21</b>	375	21	<b>51</b>	346	20
<b>22</b>	364	20	<b>52</b>	455	23
<b>23</b>	478	24	<b>53</b>	463	22
<b>24</b>	467	23	<b>54</b>	450	22
<b>25</b>	458	23	<b>55</b>	394	22
<b>26</b>	384	21	<b>56</b>	459	22
<b>27</b>	395	22	<b>57</b>	430	22
<b>28</b>	465	23	<b>58</b>	471	23
<b>29</b>	397	22	<b>59</b>	483	24
<b>30</b>	455	22	<b>60</b>	460	23

**Tabla 2. Peso y longitud de los hospederos***Pimelodus blochii* (n = 15)

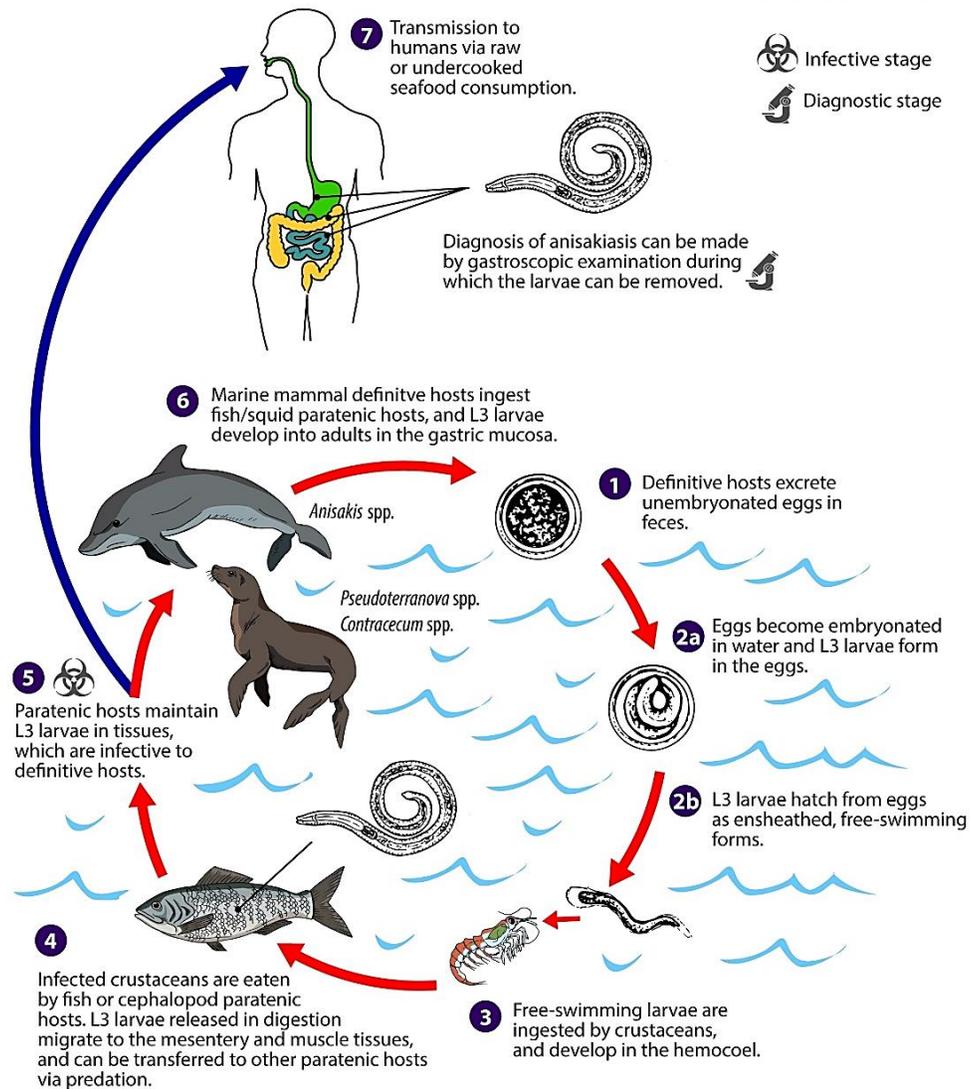
<b>Peces N°</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Longitud (cm)</b>
<b>1</b>	156	21
<b>2</b>	183	22
<b>3</b>	168	21.5
<b>4</b>	176	22
<b>5</b>	178	22
<b>6</b>	175	21.5
<b>7</b>	164	21
<b>8</b>	193	23.5
<b>9</b>	188	22
<b>10</b>	175	21.5
<b>11</b>	167	21
<b>12</b>	185	23
<b>13</b>	196	23.5
<b>14</b>	177	22
<b>15</b>	184	23



**Fig. 6.** Ciclo de vida de *P (S.) inopinatus*, familia Camallanidae (Tomado de Rivadeneyra, 2018).

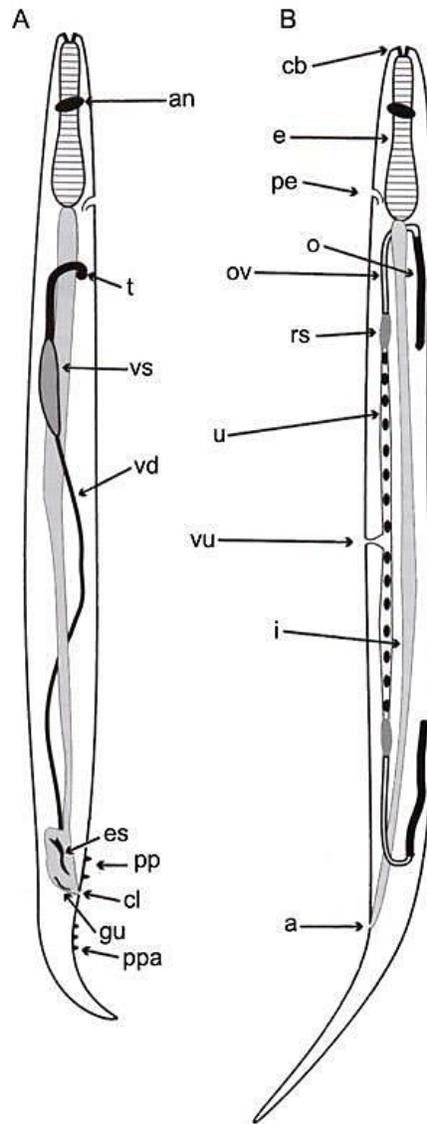


**Fig. 7.** Ciclo biológico conceptual de *Contracaecum* sp. (Tomado de Salazar-Bermúdez, 2011).



**Fig. 8.** Ciclo biológico de la Anisakiasis e interacción con sus distintos hospederos.  
(Fuente: CDC, 2019)

**Fig. 9. Morfología general de nematodos en peces**



Esquema de la morfología general de un nematodo macho (A) y de una hembra (B) (Según Bush y otros, 2001). Abreviaturas: a, ano; an, anillo nervioso; cb, cavidad bucal; cl, cloaca; e, esófago; es, espícula; gu, gubernáculo; i, intestino; o, ovario; ov, oviducto; pe, poro excretor; pp, papila preanal; ppa, papila postanal; rs, receptáculo seminal; t, testículo; u, útero; vd, vaso deferente; vs, vesícula seminal; vu, vulva.

- **Claves taxonómicas usadas para determinar las diferentes especies de Nematodos que fueron desarrolladas por Anderson *et al.* (1974) y Skryabin *et al.* (1991).**

1. Ventosa pre-anal ausente; esófago simple y cilíndrico o acaba en una protuberancia sin valvas; boca rodeada por tres grandes labios; no cápsula bucal; esófago sin bulbo posterior pronunciado; ventrículos post-esofágicos con ciegos intestinales que se unen al ventrículo y se extiende por la región posterior del esófago. Machos con 2 espículas..... **Familia Anisakidae**

- **Clave para las especies del género *Procamallanus* parásitos en peces de agua dulce Neotropicales (Según Moravec, 1994, 1998).**

1. Cavidad bucal bien desarrollada. Parásitos intestinales.....**Familia Camallanoidea**
2. La superficie interior de la cápsula bucal suave en ambos sexos.....*Procamallanus* Baylis, 1923
3. Cápsula bucal con engrosamientos espirales presente tanto en machos y hembras; la base de la cápsula del macho sin dientes.....*Spirocamallanus* Olsen, 1952
4. Boca sin labios pero con una cápsula bucal quitinosa sin valvas pero con un engrosamiento en espiral.....*Procamallanus* sp.
5. Cápsula bucal con 8-20 engrosamientos en espiral, sin dientes visibles en la parte inferior. Boca con 2 dientes retráctiles. Cola de la hembra sin apéndice terminal. Machos con un par de espículas similares en longitud. Parásitos principalmente en peces characoideos Brasil, Paraguay.....*P. inopinatus*

6. Cápsula bucal con 7-9 engrosamientos espirales. Espícula grande 0,705-0,804 mm de largo, pequeña espícula 0,258 a 0,315 mm de largo. Hembra con cola cónica, con la punta redondeada estrecha. Parásito de bagres pimelódidos, Brasil.....*P. pimelodus*
7. Cuatro pares de papilas pre anales sub-ventrales. Cápsula bucal alargada, con 3-4 engrosamientos helicoidales. Espícula grande 0,400-0,640 mm, con engrosamiento ventral en el extremo distal; pequeña espícula 0.170-0.280 mm. Parásito de bagres, Brasil, Paraguay y Argentina.....*P.rarus*
8. Macho con 4 pares de papilas preanales y 6 pares de papilas postanales (último par de papilas muy pequeños). Cápsula bucal con 15-19 engrosamientos helicoidales. Espículas iguales 0.65-0.078 mm de largo. Parásito en Characidae, México.....*P.neocaballeroi*