



UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES

# **Evaluación de la infección parasitaria por nemátodos anisákidos en peces de interés comercial en el municipio de San Marcos (Sucre)**

**LINA MARIA WADNIPAR CANO**

Universidad de Manizales  
Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente  
Manizales, Colombia  
2013

# **Evaluación de la infección parasitaria por nemátodos anisákidos en peces de interés comercial en el municipio de San Marcos (Sucre)**

**LINA MARIA WADNIPAR CANO**

**Profesional en Acuicultura**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director

Adolfo Consuegra Solórzano M.Sc.

Codirector

Jhon Fredy Betancur Pérez Ph.D.

Línea de Investigación:

Biosistemas Integrados

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2013

## DEDICATORIA

A DIOS, mi testigo silencioso de todos mis afanes y que me ha brindado la oportunidad de ser

A mis amados padres, Rogelio y Aracelly que me han regalado la vida, su amor y apoyo incondicional y a quienes ofrezco y dedico todos mis triunfos.

A mis hermanos que siempre llevo en el corazón

A mi tía Beyba por su apoyo incondicional

Y a todos los que de una otra forma han contribuido para cristalizar este sueño.

Detrás de cada logro hay otro desafío...



## **Agradecimientos.**

A la UNIVERSIDAD DE SUCRE, por haberme permitido el uso de sus laboratorios y equipos

Al M.Sc. ADOLFO CONSUEGRA SOLÓRZANO, por haber dirigido mi trabajo de tesis y brindarme su apoyo incondicional y su amistad sincera.

Al biólogo WILSON JOSÉ MANCHEGO PERDOMO por su colaboración en algunas etapas del proyecto.

A los estudiantes de biología DANIEL ROMERO SUAREZ Y LISETH PEREZ FLOREZ por su acompañamiento y mutua colaboración en el desarrollo de los muestreos

Al Grupo de Investigación Conservación del Recurso Hídrico y Alimentos CRHIA de la Universidad de Sucre por su respaldo.



## Resumen

En el municipio de San Marcos, (Sucre) Colombia, localizado al Sur del departamento de Sucre a  $08^{\circ} 40''\text{N}$   $75^{\circ}08''\text{O}$  a una altitud de 25 msnm se capturaron 360 peces distribuidos en 6 especies, con el fin de evaluar el grado de infección parasitaria por nemátodos anisákidos y el estado de salud en peces de consumo en el municipio de San Marcos, departamento de Sucre Colombia. Los parásitos fueron sometidos a protocolo de aclaramiento para su posterior identificación, encontrándose que pertenecían al género *Contraecum* sp. En estado larval L3. Estos parásitos fueron encontrados casi en su totalidad en la cavidad visceral con algunas excepciones (hígado, intestino) El Blanquillo, *Sorubim cuspicaudus*, presentó la mayor prevalencia (100%) y una abundancia e intensidad parasitaria igual de  $(15,0 \pm 1,1)$ ; El Moncholo, *Hoplias malabaricus* presentó una prevalencia de 93,33%, una IP y AP de  $(19,39 \pm 1,89)$  y  $(19,1 \pm 1,9)$  respectivamente. De otro lado, la Mojarra Amarilla *Caquetaia kraussii* (con IP =  $8,98 \pm 1,18$ ; AP= $8,98 \pm 1,18$ ) y el Bagre Pintado, *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (IP=  $22,1 \pm 2,5$ ; AP=  $21,03 \pm 2,49$ ) presentaron una prevalencia del 95%.

Para el caso de la Pacora, *Plagioscion magdalenae* presentó una prevalencia de 46,7%, una IP =  $(4,69 \pm 0,62)$  AP=  $(2,5 \pm 0,45)$  y la Doncella *Ageneiosus caucanus*, tuvo una prevalencia parasitaria de 23,3% IP =  $(1,9 \pm 0,3)$ , AP =  $(1,9 \pm 0,3)$ . Esto permite categorizar a las cuatro primeras especies como las de mayor contribución al ciclo del *Contraecum* sp.

La prevalencia parasitaria encontrada está muy ligada a los hábitos alimenticios de las especies del presente estudio

**Palabras clave:** *Contraecum* sp., *Anisakidae*, nemátodos, peces, complejo hídrico San Marcos Sucre, Colombia.

## Abstract

In the municipality of San Marcos, (Sucre) Colombia located south of the department of Sucre to 08 ° 40 "N 75 ° 08" "W at an altitude of 25 meters 360 fish were caught in 6 species distributed in order to assess the degree of parasitic nematode infection anisakid and health status in fish consumption in the municipality of San Marcos, Sucre Colombia. Underwent parasite clearance protocol for identification and found to belong to the genus *Contracaecum* sp. In L3 larval stage. These parasites were found almost entirely in the visceral cavity with some exceptions (liver, intestine) The tilefish, *Sorubim cuspicaudus*, showed the highest prevalence (100%) and parasite abundance and intensity equal to  $(15.0 \pm 1.1)$ , The Moncholo, *Hoplias malabaricus* showed a prevalence of 93.33%, an IP and AP  $(19.39 \pm 1.89)$  and  $(19.1 \pm 1.9)$  respectively. On the other hand, the Yellow Crappie *Caquetaia kraussii* (PI =  $8.98 \pm 1.18$ , AP =  $8.98 \pm 1.18$ ) and the Catfish painted *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (IP =  $22.1 \pm 2.5$ , AP =  $21.03 \pm 2.49$ ) had a prevalence of 95%.

For the case of the Resume, *Plagioscion magdalenae* showed a prevalence of 46.7%, an IP =  $(4.69 \pm 0.62)$  AP =  $(2.5 \pm 0.45)$  and the Maiden *Ageneiosus caucanus*, had a parasite prevalence IP = 23.3%  $(1.9 \pm 0.3)$ , AP =  $(1.9 \pm 0.3)$ . This allows you to categorize the first four species as the largest contribution to the sp *Contracaecum* cycle.

The prevalence of parasites found is closely linked to the eating habits of the species in this study

**Keywords:** *Contracaecum* sp, anisakidae, nematodes, fish, water complex sucre San Marcos, Colombia.



# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>VII</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XI</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>15</b>
<b>1. Antecedentes y justificación</b> .....	<b>17</b>
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>20</b>
2.1    Objetivo general.....	20
2.2    Objetivos específicos.....	20
<b>3. Marco teórico y estado del arte</b> .....	<b>21</b>
3.1    Zoonosis en peces y su repercusión en la salud pública.....	21
3.2    Generalidades sobre los nemátodos anisákidos .....	22
3.3    Características taxonómicas .....	23
3.4    Morfología y ciclo de vida .....	24
3.5    Anisakidosis.....	33
3.6    Presencia de anisákidos en peces e indicadores de sus condiciones de salud.....	35
<b>4. Materiales y métodos</b> .....	<b>37</b>
4.1    Área de estudio.....	37
4.2    Determinación del estado de salud de los peces .....	44
4.3    Análisis estadístico .....	45
<b>5. Resultados y discusión</b> .....	<b>46</b>
5.1    Especies de peces estudiadas.....	46
5.1.1    Bagre Pintado o <i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Buitrago-Suarez y Burr, 2007).....	47
5.1.2    Blanquillo <i>Sorubim cuspicaudus</i> (Littmann <i>et al.</i> , 2000), .....	48
5.1.3    Pacora <i>Plagioscion magdalenae</i> magdalenae Steindachner, 1878) ...	50
5.1.4    Moncholo <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch 1794).....	51
5.1.5    Mojarra Amarilla <i>Caquetaia kraussii</i> (Steindachner, 1879) .....	53
5.1.6    Doncella <i>Ageneiosus caucanus</i> , (Steindachner 1880). .....	55
5.2    Estado de salud en peces e infestación parasitaria .....	56
5.3    Identificación de nemátodos anisákidos.....	62
<b>6. Conclusiones</b> .....	<b>72</b>
<b>7. Recomendaciones</b> .....	<b>73</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>75</b>



## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Esquema del ciclo biológico de un anisákido típico Fuente: Martínez <i>et al.</i> (2009).....	26
Figura 2. Características diferenciales de nemátodos anisakis A: <i>Anisakis</i> sp B: <i>Pseudoterranova</i> sp. C: <i>Contracaecum</i> sp. D: <i>Hysterothylacium</i> sp. (d: diente; p: poro excretor, a: anillo nervioso; esófago; v: Ventrículo; av: apéndice ventricular; ci: ciego intestinal; i: intestino) Fuente: Rello <i>et al.</i> (2004). .....	27
Figura 3. L3 de <i>A. simplex</i> de <i>Thyrsites</i> atún. ....	28
Figura 4. L3 de <i>Pseudoterranova decipiens</i> de <i>Thyrsites</i> (Atún).....	29
Figura 5. . L3 <i>Contracaecum</i> sp. de <i>Hoplias malabaricus</i> and <i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i> .....	30
Figura 6. L3 de <i>Hysterothylacium aduncum</i> de gusanos marinos infectados.....	31
Figura 7. Parámetros morfométricos de nemátodos de nemátodos: LT (Longitud total), .	32
Figura 8. Ubicación geográfica del Municipio de san Marcos- Sucre. ....	38
Figura 9. Primer punto de muestreo sobre el río San Jorge en el Municipio de San Marcos. ....	39
Figura 10. Segundo punto de muestreo, Ciénaga de Belén Palo Alto .....	40
Figura 11. Tercer punto de muestreo Ciénaga de San Marcos.....	40
Figura 12. Extracción de anisákidos, adultos y larvas.....	42
Figura 13. Protocolos de aclaramiento de nemátodos.....	43
Figura 14. Aclaramiento de nemátodos anisákidos .....	44
Figura 15. <i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> (Bagre Pintado o Rayado) capturado en el complejo hídrico de San Marcos, Sucre. ....	48
Figura 16. <i>Sorubim cuspicaudus</i> (Blanquillo o Bagre Blanco) capturado en el complejo hídrico de San Marcos, Sucre. ....	49
Figura 17. <i>Plagioscion magdalenae</i> (Pacora) capturado en el complejo hídrico de San Marcos, Sucre. ....	51
Figura 18. <i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo) capturado en el complejo hídrico de San Marcos, Sucre. ....	52
Figura 19. <i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra Amarilla) capturada en el complejo hídrico de San Marcos, Sucre. ....	54
Figura 20. <i>Ageneiosus caucanus</i> (Doncella) capturada en el complejo hídrico de San Marcos, Sucre. ....	55
Figura 21. Diagrama de caja .....	58

---

Figura 22. Localización de nemátodos en órganos de peces analizados. ....	59
Figura 23. Relación FC, AP, IP y PP de los peces estudiados en el complejo hídrico de San Marcos.....	62
Figura 24. <i>Contracaecum</i> sp. L3 aislada de <i>Sorubium</i> (Blanquillo) del complejo hídrico de San Marcos.....	63
Figura 25. <i>Contracaecum</i> sp. L3 aislada de <i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo) del complejo hídrico de San Marcos. ....	64
Figura 26. <i>Contracaecum</i> sp. L3 aislada de <i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra Amarilla) del complejo hídrico de San Marcos.. ....	65
Figura 27. <i>Contracaecum</i> sp. L3 aislada de <i>Hoplias malabaricus</i> (Bagre Pintado) del complejo hídrico de San Marcos .....	66
Figura 28. <i>Contracaecum</i> sp. L3 aislada de <i>Plagioscion magdalenae</i> (Pacora) del complejo hídrico de San Marcos .....	67
Figura 30. Comparación de larva de <i>Contracaecum</i> aisladas de <i>Hoplias malabaricus</i> del complejo hídrico de San Marcos A y C) y de <i>Hoplias malabaricus</i> de pantanos occidentales de Maranhao, Brasil .....	69
Figura 31. Comparación de larvas de <i>Contracaecum</i> aisladas de <i>Hoplias malabaricus</i> de pantanos de Maranhao, Brasil (Martins <i>et al.</i> , 2005) (A); y de <i>Hoplias malabaricus</i> del complejo hídrico de San Marcos .....	70

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Índices morfométricos de nematodos. Fuente: Abollo <i>et al.</i> , (2001).....	33
Tabla 2. Parámetros biométricos, factor de condición e índices de infección parasitaria de los peces estudiados (* intervalo de confianza 95%).....	57
Tabla 3. Parámetros e índices morfométricos de los parásitos aislados de los peces a manera de información complementaria para la identificación del <i>Contracaecum</i> sp. ....	71



## Introducción

El municipio de San Marcos está ubicado en la depresión Momposina, al sur del departamento de Sucre en la región San Jorge a 160 km de su capital Sincelejo; se le considera la puerta de entrada de la región de la Mojana. Tiene una extensión de 534,54 km<sup>2</sup>; limita al norte con los Municipios de Caimito y la Unión, al occidente con el municipio de Sahagún, al sur con Ayapel; y al oriente con San Benito Abad.

San Marcos está ubicada a orillas del río San Jorge, principal arteria fluvial de la red hidrográfica de la zona, que está integrada además por dos sistemas: el plano inundable del bajo río San Jorge (ciénagas y complejos de ciénagas), conformado por cerca de 400 cuerpos de agua con un área total de 3.395 km<sup>2</sup>, de los cuales el municipio cuenta con un total de 49; y el correspondiente a la cuenca del bajo río San Jorge, constituida por el río e innumerables arroyos que drenan de la vertiente oriental de la Serranía de San Jerónimo y confluyen en la margen izquierda del San Jorge (Plan Básico de Ordenamiento Territorial, San Marcos, Sucre 2000).

Estas características hídricas hacen de esta región una zona con mucha proyección para el comercio y hacen de la pesca una actividad económica importante y una sustancial fuente de alimento. El pescado y en términos generales los productos de la pesca, ocupan un lugar privilegiado en la cuota de alimentación humana de muchos lugares del mundo, constituyéndose en muchos países el principal aporte de proteína animal. Sin embargo, el consumo de pescado puede en ocasiones producir enfermedades por cuenta de parásitos presentes en él. La presencia de parásitos en el pescado es un

fenómeno generalizado e imposible de eliminar de aquellas poblaciones de peces capturados en el medio natural (pesca de extracción) y no como producto de la acuicultura, ya que los factores ecológicos que determinan estas infecciones se salen del control humano. Los peces de interés comercial marinos y dulceacuícolas de consumo directo que afectan la salud humana son del interés científico para determinar la magnitud de la infección y proponer algunas medidas de control. Entre estos patógenos están las larvas de nemátodos. Es por ello que se pretende Evaluar la Prevalencia, intensidad y abundancia de parásitos nemátodos anisákidos en peces de interés comercial del Municipio de San Marcos Sucre, capturadas en el río San Jorge, ciénaga de San Marcos y ciénaga de Belén - Palo Alto, principales fuentes hídricas de la región Plan Básico de Ordenamiento Territorial, San Marcos, Sucre 2000).



# 1. Antecedentes y justificación

Según (Moller,1986), la aparición de muchas enfermedades en peces, depende de la presencia de organismos patogénicos infecciosos, tales como virus, bacterias, hongos y parásitos. No obstante otros factores ambientales son requeridos para que la enfermedad pueda desarrollarse, estos inicialmente pueden reducir la resistencia a la enfermedad o pueden incrementar el número y la actividad de organismos infecciosos causando severas infecciones. Esta apreciación es compartida por muchos investigadores como (Roberts,& Janovi 1996), quienes afirman que la presencia de parásitos en los peces es muy común, y es debido al aumento de la contaminación acuática, la cual predispone potencialmente a la aparición de enfermedades y cambios patológicos en los mismos. Koponen *et al.* (2001), manifiestan que la presencia de contaminantes tales como hidrocarburos, detergentes, metales, partículas suspendidas y plaguicidas, entre otros, han acelerado la desaparición de los peces y contribuido con la supresión de su sistema inmune, lo cual trae como consecuencia la vulnerabilidad a parásitos y compromete la calidad sanitaria y alimenticia de los mismos.

Se sabe que más de 50 especies de parásitos helmínticos de peces, moluscos y crustáceos pueden producir enfermedades en el hombre. La mayoría son raras y solamente ocasionan daños leves o moderados, pero otros como los nemátodos anisákidos, principalmente los géneros *Anisakis* sp., *Pseudoterranova* sp., *Contracaecum* sp., y *Hysterothylacium* sp. en su estado larvario tres pueden infectar accidentalmente al hombre cuando consume pescado crudo o mal cocido provocándole un espectro de manifestaciones clínicas variadas conocida como Anisakidosis, los cuales pueden variar desde cuadros gastrointestinales, hasta reacciones alérgicas provocadas por antígenos somáticos y de excreción-secreción y anafilácticas crónicas y letales; Nagasawa, 1990; Iglesias *et al.*,1996; Ishikura *et al.*, 1993; Moreno-Ancillo *et al.*,1997; Audicana *et al.*, 2002; Martín-Sánchez *et al.*, 2005).

La anisakidosis está catalogada como un grave problema de salud pública en países donde se consume pescado crudo o semi cocido en los cuales las larvas de nematodos permanecen viables, siendo factible su reconocimiento como causantes de patologías gastrointestinales y alérgicas que pueden llegar a ser letales. Esta situación hace relevante que en nuestro medio costero y dulceacuícola, de manera preventiva, se identifiquen estos parásitos en peces de consumo, ya que existe el riesgo de infección accidental humana por cuanto los alérgenos que liberan pueden permanecer activos por una inadecuada preparación del alimento, haciéndose difícil identificar el origen de patologías eventualmente presentadas por esta causa. (Martín-Sánchez *et al.*, 2005).

En Colombia son pocos los estudios realizados sobre infección parasitaria por nematodos anisákidos en peces de interés comercial, destacándose el realizado por Rodríguez-Gómez (1981), Cruz-Merchán (1985), Oliveros & Baldiris (2005) y Álvarez-León (2007). Sobre las variaciones del comportamiento de la prevalencia e intensidad parasitaria en lisa (*Mugil incilis*) respecto a dos zonas con diferentes grados de contaminación como son la Bahía de Cartagena y la Ciénaga del Totumo; Pardo *et al.*, (2008), quien trabajó sobre *Contracaecum* sp (Anisakidae) en *Hoplias malabaricus*, capturado en la Ciénaga Grande de Loricá (Córdoba); Pardo *et al.* (2009), sobre índices parasitarios y descripción morfológica de *Contracaecum* sp., en el rubio, (*Salminus affinis*) capturado en los ríos Sinú y San Jorge durante los meses de julio y octubre de 2005.

En el Municipio de San Marcos, este es el primer estudio que se propone sobre el tema, lo que justifica su ejecución ya que este conocimiento es indispensable para prevenir los riesgos de posible anisakidosis por el consumo de peces del complejo hídrico de San Marcos, mediante una adecuada información a los habitantes sobre cuáles son los peces infectados y como debe ser su adecuada conservación y preparación para el consumo; lo mismo que servirá a las autoridades ambientales para la adopción de políticas tendientes

a la reducción de la contaminación del complejo hídrico de San Marcos como medidas de protección del recurso íctico.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Evaluar el grado de infección parasitaria por nemátodos anisákidos y el estado de salud en peces de consumo en el municipio de San Marcos, departamento de Sucre Colombia.

### 2.2 Objetivos específicos

- ❖ Establecer la condición de salud de los peces en estudio por inspección anatómica y determinación del factor de condición (FC).
  
- ❖ Determinar la prevalencia, abundancia e intensidad parasitaria de larvas de nemátodos anisákidos y su localización en los órganos de los peces de mayor consumo en los habitantes del municipio de San Marcos.
  
- ❖ Identificar morfológicamente los parásitos aislados de los peces en estudio del Complejo hídrico del municipio de San Marcos.
  
- ❖ Correlacionar el grado de infección parasitaria por N Anisákidos respecto al peso, y al factor de condición FC en las especies de peces analizados
  
- ❖ Determinar los índices morfométricos de los parásitos aislados en cada especie

## **3. Marco teórico y estado del arte.**

### **3.1 . Zoonosis en peces y su repercusión en la salud pública**

Desde el origen del hombre, los productos de la pesca se han constituido como una de las principales fuentes de alimentación. En la actualidad, la situación no ha variado. Estos productos ocupan un lugar destacado, ya sean frescos, congelados o procesados; pues proporcionan un destacado aporte de proteínas, minerales y vitaminas en la dieta de cualquier persona; y al mismo tiempo son ingredientes significativos de formulaciones alimenticias destinadas a la nutrición de otros animales que, a su vez son consumidos por la población humana (Moreno & Castilla, 1976).

En algunas ocasiones, los peces y moluscos de interés comercial destinados al consumo humano están infectados por determinadas especies de parásitos que pueden ocasionar una zoonosis, al poner en peligro la salud de las personas por consumirlos crudo o mal cocidos, provocando reacciones de tipo linfático por contener agentes patógenos transmisibles al hombre (zoonosis) (Iglesias, 1998; Uberia *et al.*, 2000; Ferre, 2001).

Así mismo, el índice de patogenicidad de los diversos parásitos en peces y organismos acuáticos en general varía mucho de una especie a otra y depende de distintos factores, tales como la intensidad del parasitismo, condiciones ambientales, órgano afectado, tipo de hospedador y presencia de infecciones concomitantes. Se encuentran variaciones en lo que respecta al tipo de hospedador que se pueden encontrar sólo en especies de un solo género, o incluso en una especie determinada, mientras que otros pueden afectar hospedadores de distintas familias u órdenes (Álvarez-Pellitero, 1988).

Cabe destacar, que es imposible eliminar las infecciones parasitarias de las poblaciones piscícolas silvestres o que no son producto de la acuicultura, ya que los factores ecológicos que las determinan escapan al control humano. No obstante, aunque la inspección sanitaria es un requisito fundamental previo su destino al consumo humano, en ciertas ocasiones resulta difícil evitar que los peces parasitados lleguen al consumidor (Roberts, 1981; Pereira y Ferre, 1997).

Dentro de los parásitos que más hospedan a los peces se encuentran los helmintos o gusanos, entre los que se destacan los tremátodos, cestodos y nemátodos, donde se ha podido demostrar su zoonosis, la relación clara entre la enfermedad de los peces y la enfermedad en el hombre, la existencia de problemas para la salud pública y la detección de enfermedades en humanos (Roberts, 1981).

En términos generales, los helmintos parásitos presentan ciclos de vida complejos, ya que ellos no se propagan directamente de pez a pez, sino que llegan a través de uno o más hospedadores intermediarios y en algunos casos uno o más hospedadores paraténicos o de transporte (Pereira- Bueno, 1992).

En lo que a nemátodos se refiere, existen alrededor de 650 especies que parasitan a los peces en su fase adulta y otras tantas especies los utilizan como intermediarios, en los que tiene lugar el desarrollo de su fase larvaria. Dentro de los nemátodos anisákidos responsables de la infección en el hombre se encuentran los géneros de *Anisakis*, *Pseudoterranova*, *Contracaecum*, y *Anisakis simplex*. (Baeza *et al*, 2001).

### **3.2 . Generalidades sobre los nemátodos anisákidos**

La primera descripción que se hiciera sobre larvas de *Anisakis* sp en el pescado se remonta a finales del siglo IX, y hacia finales del siglo XX se dio a conocer el problema sanitario que involucraba a los peces en donde se detectó su presencia y que dio paso a la zoonosis denominada Anisakidosis (Rodrick & Cheng,1989).

Aunque en España es relativamente reciente la preocupación por los parásitos anisákidos, en Japón y Holanda este tipo de afectación es muy estudiada, debido a la

particularidad de consumir pescado crudo, ahumado o con un tratamiento térmico insuficiente, provocando cuadros clínicos que afectan la salud humana (Ishikura, 1993).

### 3.3 Características taxonómicas

Según Anderson *et al.*, (1974) los nemátodos Anisákidos pertenecen a:

**Súper Reino:** Eucariota

**Reino:** Animalia

**Subreino:** Metazoa.

**Filum:** Nematelmintos

**Clase:** Nematoda

**Subclase:** Secernentea

**Orden:** Ascaridida

**Superfamilia:** Ascaridoidea

**Familia:** Anisakidae

De otro lado, siguiendo los criterios de Hartwitch (1974) y Gibson (1983) para la clasificación de nemátodos Ascaridoideos, los agentes causales de la anisakidosis están ubicados taxonómicamente en el Phylum Nematoda, Clase Rhabditea, Orden Ascaridida, Superfamilia Ascaridoidea, Familia Anisakidae, Subfamilia Anisakinae, Géneros *Pseudoterranova*, *Contraecum*, *Anisakis* e *Hysterothylacium*.

### 3.4 Morfología y ciclo de vida

Los nemátodos anisákidos son parásitos helmintos que se incluyen en la clase de nemátodos que parasitan en su forma adulta reproductora a los mamíferos marinos y en los diferentes estadios larvarios. Tienen cuerpo vermiforme, sección transversal redondeada y falta de segmentación. La cavidad corporal es estrecha. La boca se encuentra ubicada en la parte anterior, y rodeada de proyecciones que sirven para sentir y alimentarse. Su epitelio es escamoso el cual segrega una cutícula en capas que protege al cuerpo de los jugos digestivos. Presentan un sistema nervioso rudimentario, destacándose por la presencia de un anillo nervioso ubicado en el tercio anterior del parásito. También existe un sistema excretor compuesto por una glándula y un conducto que finaliza en el poro excretor situado inmediatamente por debajo de la apertura bucal, o bien a nivel del anillo nervioso, dependiendo del género (Cheng, 1982). Es evidente la diferenciación entre el estado larvario y adulto a través del sistema reproductor, claramente visible en la fase adulta. La apertura bucal dispone de varios labios y un diente cuticular y el esófago presenta dos porciones bien diferenciadas: una anterior muscular llamada proventrículo y otra posterior glandular denominada ventrículo, que puede presentar o no un apéndice esofágico según el género del que se trate. El intestino puede tener o no un ciego intestinal dependiendo de cada género (Osanz, 2001).

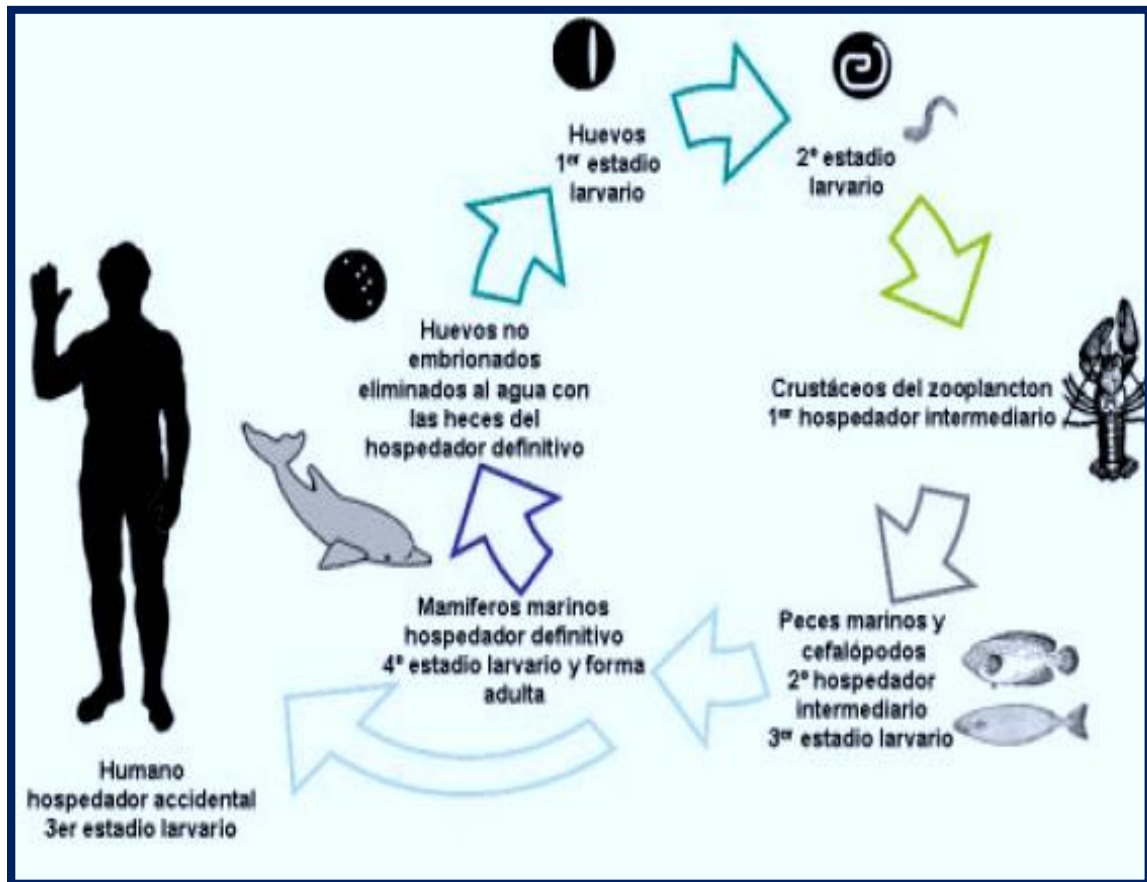
Estos, son parásitos que tienen un ciclo de vida complejo que implica a varios huéspedes, presentan una morfología variada en función del huésped y de la fase vital en la que se encuentra. Cabe destacar que cuando infectan a peces presentan forma de muelle. Si se desenrosca puede medir unos 2 cm. En su huésped final los anisákidos son más largos, gruesos y robustos. Presentan un color blanquecino que lo hacen difícil de detectar con procedimientos médicos habituales como las radiografías.

En cuanto al ciclo vital de los nemátodos anisákidos (Figura 1) hay que destacar que pueden incluir uno o más hospederos intermediarios, y que se desarrolla en medio acuático, tanto de agua marina como dulceacuícola. Todas las especies de anisakis parasitan el tubo digestivo de los mamíferos acuáticos, especialmente marinos y de las aves, que son los hospederos definitivos. A partir de estos individuos los huevos no



embrionados de anisakis son eliminados a través de las heces pasando al medio acuático, en una forma no patológica (primer estadio larvario) (Cordero del Campillo & Rojo, 1999); continuando su desarrollo hasta la primera fase larvaria que ya es infectante (L2).

Esta larva que queda libre en el agua al romperse el huevo mide uno 0,35 a 0,4 mm. En este estado puede permanecer alrededor de 3 meses. Si es ingerida por pequeños crustáceos del plancton, primer huésped intermediario, donde alcanzan una longitud de 5mm. Cuando este crustáceo infectado es consumido por un segundo hospedador, (pez o un cefalópodo), las larvas atraviesan las paredes intestinales llegando a los diferentes tejidos, en donde alcanzan el tercer estadio larvario (L3). Durante esta fase larvaria los anisákidos alcanzan de 2 a 3 cm de longitud y se encuentran en el tubo digestivo cuando el pez está vivo, y presenta dientes capaces de cortar los tejidos con que se alimentan y permitirse la salida del hospedador cuando este muera. En dicho caso, las larvas se desplazan hasta la cavidad abdominal, vísceras, principalmente el hígado, musculatura y algunas son capaces de perforar la piel del pescado (Mehlhorn, 2008).



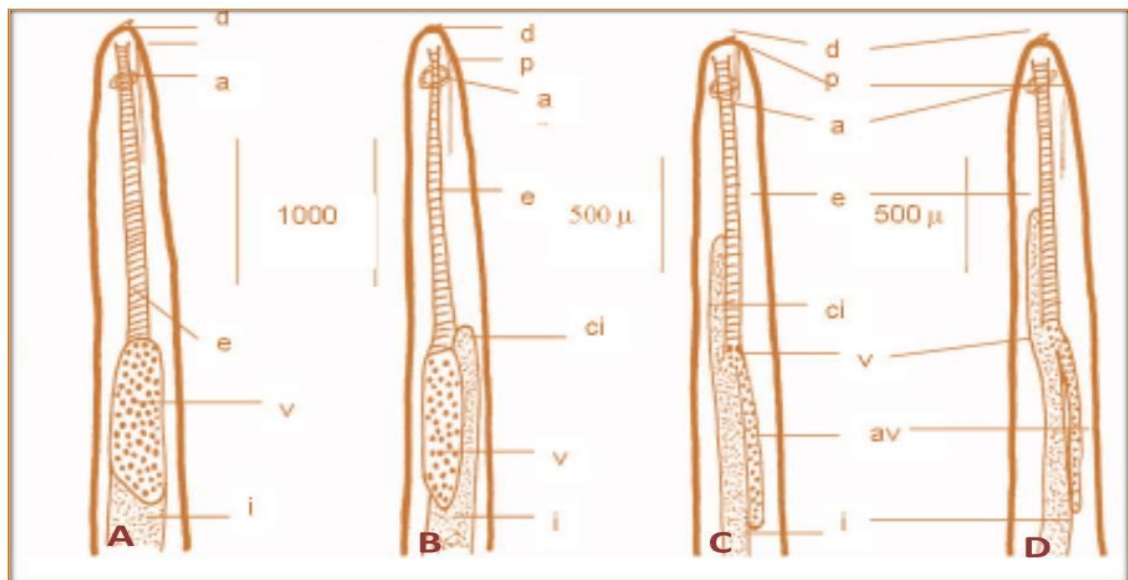
**Figura 1** Esquema del ciclo biológico de un anisákido típico Fuente: Martínez *et al.* (2009)

A partir de la fase larvaria L3, si los segundos hospedadores son ingeridos por mamíferos acuáticos y/o aves, estas se adhieren a la pared gástrica de ellos y pasan al cuarto estadio larvario y luego a la fase final de adulto, completándose de esta forma el ciclo. Sin embargo, si son ingeridos por hospedadores accidentales entre los cuales se encuentra el hombre, estos nemátodos no consiguen alcanzar el estado adulto tal como se ingirió (estadio larvario L3) (Pereira, 1992).

En términos generales, en el ciclo biológico de los nemátodos anisákidos se identifican 6 estadios de desarrollo:

- Huevo
- L1
- L2
- L3
- L4
- Adulto.

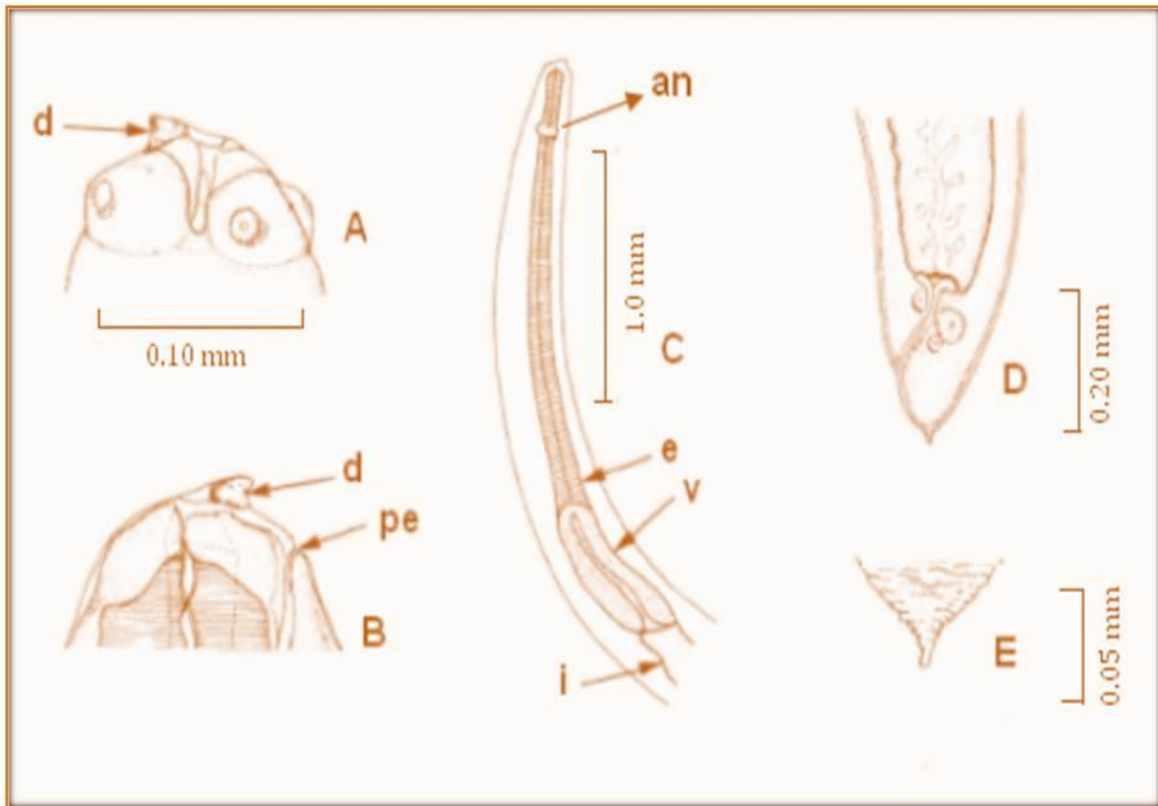
Las especies de Anisákidos responsable de enfermedades al hombre, utilizan mamíferos marinos como hospedadores definitivos y todo el ciclo se completa en el medio acuático (Manjarrez, 2005). Las características permiten diferenciar las larvas de los géneros *Anisakis* sp., *Pseudoterranova* sp., *Hysterothylacium* sp. y *Contracaecum* sp., en su fase L3 en lo que tiene que ver fundamentalmente con la forma de la cola posición del poro excretor, longitud y forma del ventrículo, presencia, longitud y posición del ciego intestinal anterior y la presencia o no del apéndice ventricular (Rello *et al.*, 2004). Figura 2.



**Figura 2.** Características diferenciales de nemátodos anisakis **A:** *Anisakis* sp. **B:** *Pseudoterranova* sp. **C:** *Contracaecum* sp. **D:** *Hysterothylacium* sp. (d: diente; p: poro excretor, a: anillo nervioso; e: esófago; v: Ventrículo; av: apéndice ventricular; ci: ciego intestinal; i: intestino) Fuente: Rello *et al.* (2004).

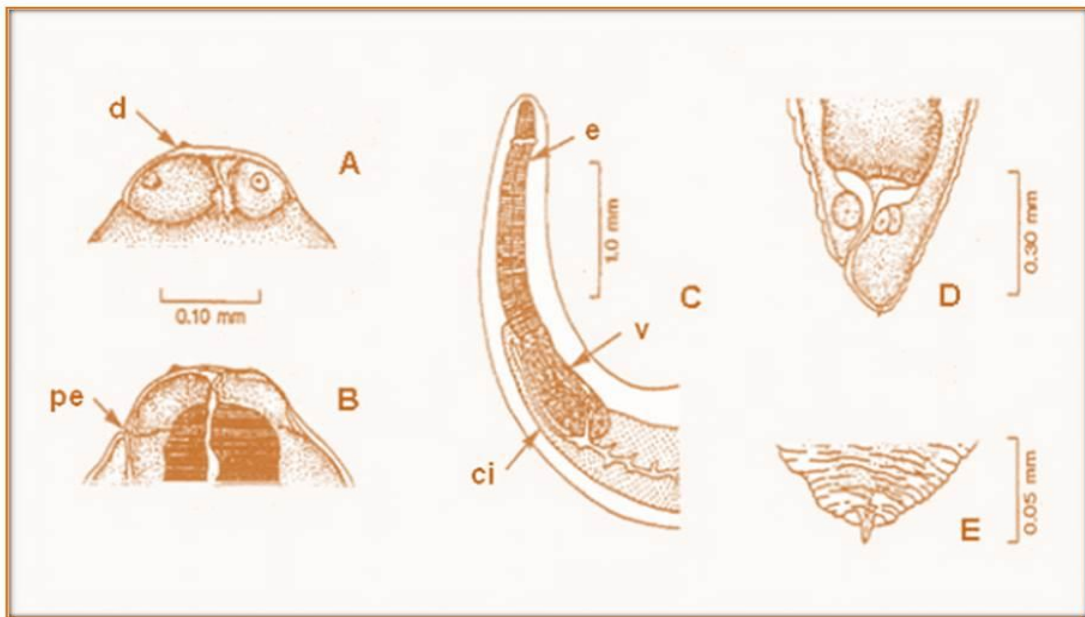
Las L3 del género *Anisakis* tienen como característica fundamental un poro excretor situado entre la base de los labios rudimentarios subventrales. Tienen un diente cuticular prominente ( $8\mu\text{m}$ ), triangular y dirigido hacia afuera (anteroventralmente). Presentan un ventrículo más o menos desarrollado, carente de apéndice ventricular y ciego intestinal.

Son de color blanquecino, con una longitud que varía desde los 7mm a 45mm variando el diámetro. El plano de unión del ventrículo- intestino es oblicuo y el extremo posterior tiene forma cónica finalizando en un mucrón (Hurst, 1984) (Figura 3).



**Figura 3.** L3 de *A. simplex* de *Thysites atún*. **A.** Extremo anterior (lateral). **B.** Extremo anterior (corte sagital). **C.** Parte anterior (lateral). **D.** Parte posterior (lateral) **E.** Extremo de la cola (**d.** Diente cuticular, **pe.** poro excretor, **an.** Anillo nervioso **e.** Esófago, **v.** ventrículo, **i.** intestino). Fuente: Hurst (1984).

De otro lado, las L3 de *Pseudoterranova* son de color amarillo rojizo y de mayor tamaño que los demás géneros. El cuerpo es algo más grueso en la mitad posterior y afilado hacia los extremos. Presenta un ciego intestinal (dorsal respecto al ventrículo), pero no tienen apéndice esofágico; lo que los hace mayormente identificables. El ciego intestinal está bien desarrollado y se extiende hacia el extremo anterior sobrepasando el margen anterior del ventrículo. Tienen una cola post-anal corta y cónica con una espina terminal fina. La cutícula presenta estrías longitudinales poco visibles y transversales más pronunciada hacia los extremos del cuerpo. El extremo anterior tiene un diente pequeño y triangular dirigido hacia afuera. El poro excretor está situado justo en posición ventral al diente (Hurst, 1984; Berland, 1998) (Figura 4).

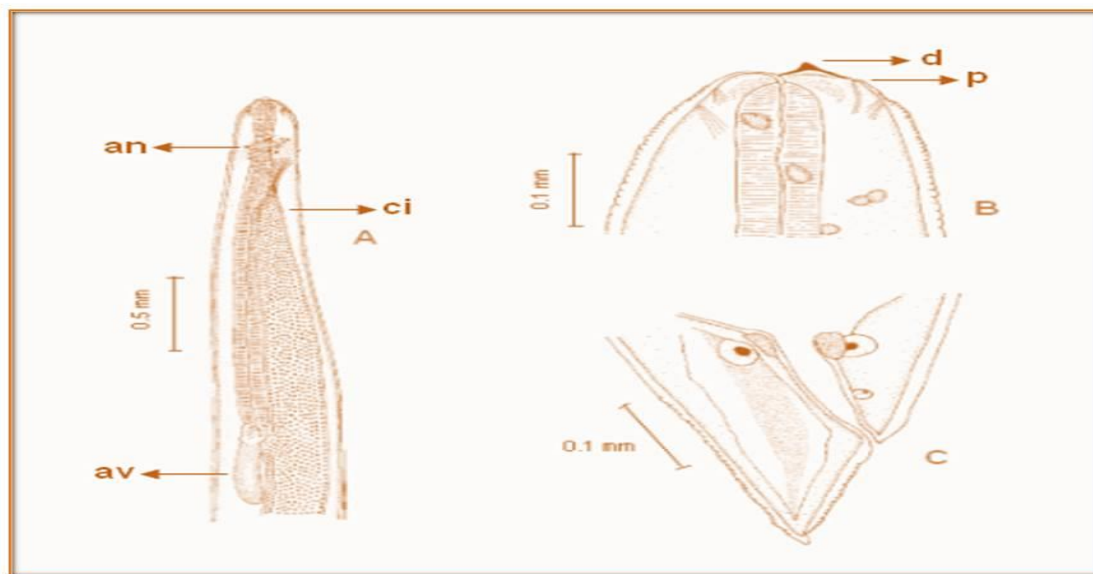


**Figura 4.** L3 de *Pseudoterranova decipiens* de *Thyrsites atun*. **A.** Extremo anterior (lateral). **B.** Extremo anterior (corte sagital). **C.** Parte anterior (lateral). **D.** Parte posterior (lateral) **E.** Extremo de la cola (**e.** Esófago, **v.** ventrículo, **d.** diente cuticular; **pe.** poro excretor; **ci.** ciego intestinal. Fuente: Hurst (1984).

En lo que respecta al género *Contraecum*, son nemátodos que alcanzan los 10 mm. Las L3 son de color café y/o rosado claro o blanquecino y con la cutícula estriada

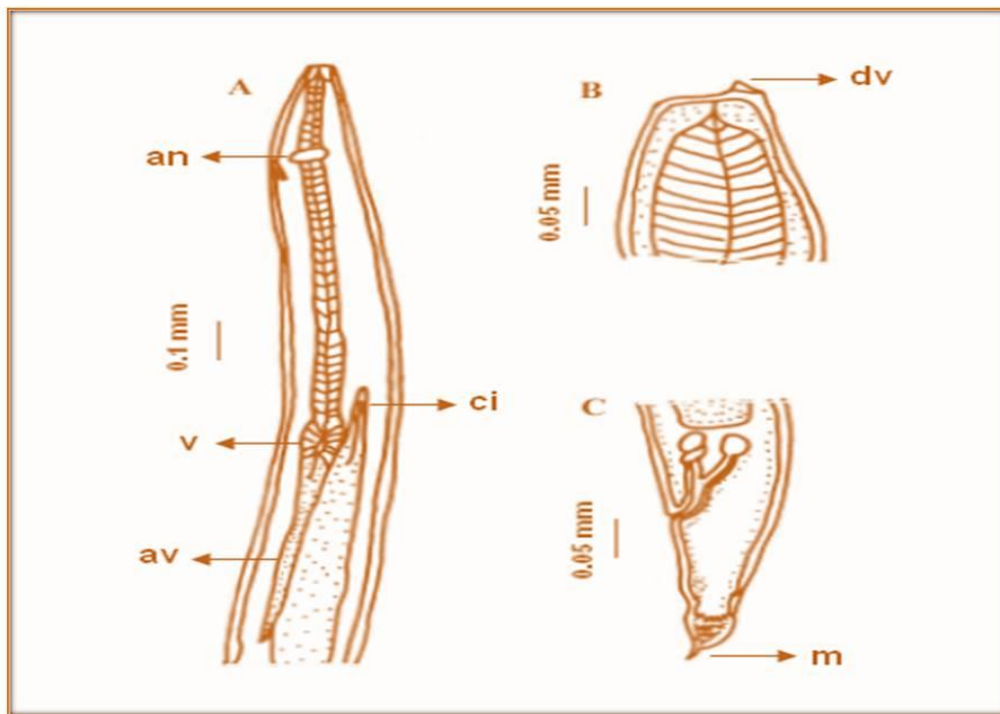
transversalmente, mayormente notable en los extremos del cuerpo. Su cabeza es ligeramente redondeada. En el extremo anterior poseen 3 labios, uno dorsal de mayor tamaño con dos papilas laterales y dos ventro laterales con una pequeña papila en cada uno. Entre estos dos labios se encuentra un diente cuticular, cónico y ligeramente redondo, dirigido hacia adentro (Moravec *et al.*, 1985).

La boca en forma de ranura se abre transversalmente entre los labios. El ventrículo es pequeño y redondo (más estrecho que el esófago en su parte más ancha). El apéndice ventricular relativamente corto dirigido posteriormente, mientras que el ciego intestinal es más largo, extendiéndose anteriormente hasta la mitad de la longitud. Entre el anillo nervioso y las papilas cervicales tres glándulas rectales unicelulares. El extremo posterior o cola es cónico (Moravec *et al.*, 1993; Martins *et al.*, 2005). (Figura5).



**Figura 5.** . L3 *Contracaecum* sp. de *Hoplias malabaricus* y *Hoplerythrinus unitaeniatus* **A.** Extremo anterior del cuerpo mostrando el ciego intestinal (ci), el apéndice ventricular (av) y la posición de anillo nervioso (an). **B.** Extremo cefálico vista lateral mostrando el diente cuticular (d) y el poro excretor (p). **C.** Extremo de la cola Fuente: Martins *et al.* (2005).

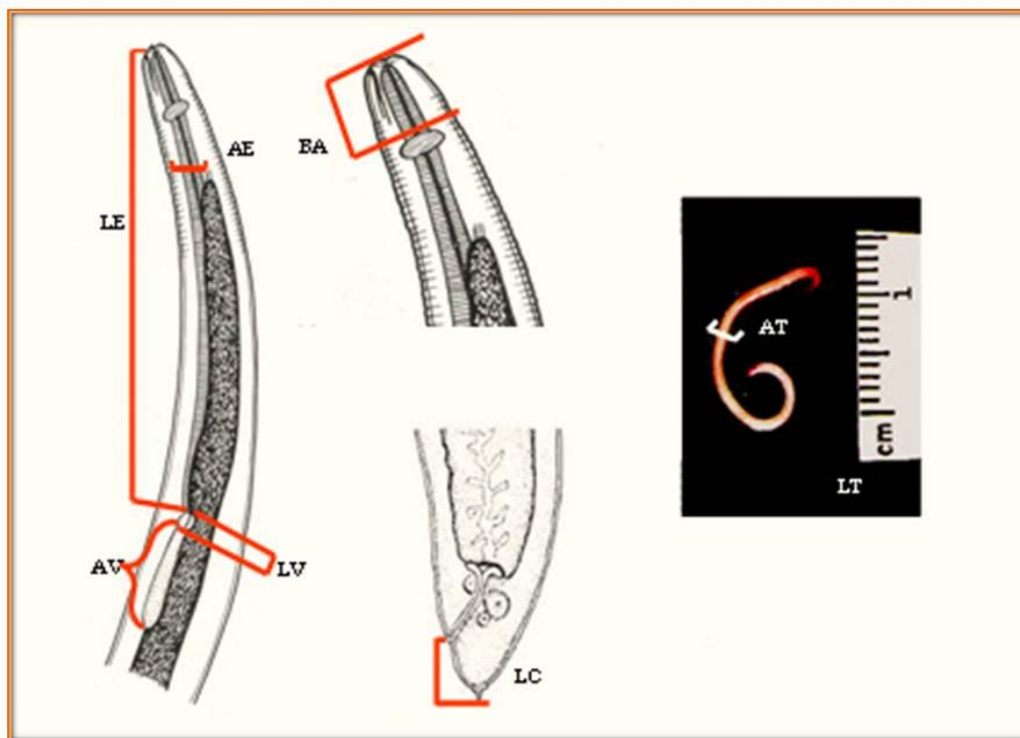
En cuanto a Las L3 del genero *Hysterothylacium*, según Berland (1991) alcanzan 3 mm de largo, de color blanquecino, semitransparentes. Tienen tres labios con un par de rebordes triangulares, y cada uno con falsos surcos interlabiales. Presentan una cutícula finamente estriada transversalmente, un ciego intestinal anterior, un ventrículo esofágico con un apéndice posterior que tiene una medida similar al ciego. Su poro excretor se abre a la altura del anillo nervioso. Recto hialino, con tres glándulas rectales unicelulares bien desarrolladas. La cola presenta espinas terminales en forma cónica, cuya longitud es mayor en las larvas que dan origen a hembras que en las que originan machos. Las Larvas en su extremo anterior presentan un pequeño diente ventral (Berland, 1999; Shih & Jeng 2002) (Figura 6).



**Figura 6.** L3 de *Hysterothylacium aduncum* de gusanos marinos infectados **A.** Parte anterior mostrando el anillo nervioso (**an**), el ventrículo (**v**), el apéndice ventricular (**av**) y el ciego intestinal (**ci**) **B.** extremidad anterior mostrando el diente ventral (**dv**) **C.** Extremidad posterior mostrando el mucrón espinoso (**m**). Fuente: Shih & Jeng (2002).



Para efectuar una identificación confiable y eficaz de las especies de anisákidos, es necesario efectuar un correcto reconocimiento de las estructuras internas. Para poder realizar dicha observación en microscópico es vital clarificarlos, utilizando protocolos para tal fin como los que reportan (Ash & Oshriel, 1991). En tanto que, la identificación morfométrica de los parásitos arrojan información de interés para poder caracterizar geográficamente los parásitos identificados; y arroja pistas sobre la existencia de posibles especies diferentes. Esto se logra con la caracterización molecular de los parásitos en cuestión. Para la determinación de los índices morfométricos, es necesario llevar a cabo la medición morfométrica de los nemátodos previamente aclarados, y tomar rangos acorde con lo propuesto por Abollo *et al.* (2001) (Figura 7, Tabla 1).



**Figura 7.** Parámetros morfométricos de nemátodos: **LT** (Longitud total), **AT** (Diámetro total), **LE** (Longitud esófago), **AE** (Ancho esófago), **LV** (Longitud ventrículo), **AV**



(Longitud apéndice ventricular), **LC** (Longitud ano-punta cola) y **BA** (Longitud boca-Anillo nervioso). Fuente: Koyawa *et al.* (1969); Shiraki (1974); Abollo *et al.* (2001).

**Tabla 1. Índices morfométricos de nemátodos. Fuente: Abollo *et al.*, (2001).**

ÍNDICE	CÁLCULO
<i>Alfa</i>	$(\alpha = LT/DT)$
<i>Beta 2</i>	$(\beta_2 = LT/LE)$
<i>Beta 3</i>	$(\beta_3 = LT/LV)$
<i>Gamma</i>	$(\gamma = LT/LC)$
<i>X</i>	$(X = LT/AV)$
<i>D1</i>	$(D1 = LT/LCI)$

### 3.5 Anisakidosis

De acuerdo con la definición de la Unión Europea, la anisakidosis o anisakiasis es considerada una enfermedad rara, que produce riesgo de muerte o invalidez crónica. Se considera entonces, que la anisakidosis es la enfermedad producida por las diferentes larvas de la familia *Anisakidae*, principalmente *Anisakis simplex*, *Pseudoterranova decipiens* y *Contracaecum osculatum*, que parasita el tejido muscular y vísceras de algunos peces y cefalópodos. Cabe destacar, que el parasitismo humano ocurre de manera incidental cuando se consumen estos animales con la larva viable y en estado crudo o poco cocido, así como ahumados, en semiconserva, pescado seco o en vinagre, ceviche, sushi o sashimi. Su distribución es mundial, aunque su aparición en el mundo

occidental es más reciente por el consumo generalizado del pescado crudo. En América Latina, esta enfermedad ha sido descrita en países como Brasil, Chile y Perú (Quijada *et al.*, 2006).

La anisakidosis es pues, una patología que afecta el tracto intestinal que puede ocasionar diversos síntomas desde náuseas hasta fuertes dolores abdominales. En las formas invasoras, los síntomas varían según la susceptibilidad del individuo y la ubicación de las larvas, ocasionando una patología aguda, subaguda y crónica. La especie *Anisakis simplex* es considerada la de mayor importancia sanitaria debido a su mayor distribución geográfica y amplia frecuencia en las especies de pescados de consumo habitual, en los cuales pueden encapsularse en el tejido muscular y vísceras, conservando su capacidad de infección (Quijada *et al.*, 2006).

Dentro de las formas gastrointestinales de infestación se destacan de acuerdo con Domínguez *et al.* (2000); Alonso *et al.* (2001) Audicana *et al.* (2001), las siguientes:

- ❖ **La forma luminal, no invasiva:** Se caracteriza por la adherencia del parásito a la mucosa digestiva y cursa de manera asintomática, en donde las larvas son eliminadas por medio de las heces e el vómito que puede ocasionar.
- ❖ **La forma gástrica:** Aquí la larva se ubica en la mucosa gástrica, provocando gastritis, que se acompaña de dolor abdominal, sensación de náusea y vómito. Estos síntomas aparecen a las pocas horas de haberse producido la ingestión del pescado parasitado. Esta afección es la más frecuente (72%).
- ❖ **La forma intestinal:** Se ha encontrado que entre el 30 y 40% de los casos de infestación gástrica, la larva migra al intestino delgado, provocando alteraciones del ritmo intestinal y una sintomatología de mayor intensidad a la forma gástrica entre las 48 y 72 horas luego de la ingesta de la larva provocando dolor abdominal agudo, náuseas, vómitos, estreñimiento o diarrea, y fiebre que pone e alerta sobre una infección bacteriana.
- ❖ **Forma gastrointestinal:** Raramente las larvas perforan completamente la pared gástrica o intestinal, alcanzando la cavidad abdominal, lo que deriva cuadros peritoneales, y llegando a diferentes localizaciones. Que derivan en una anisakis mesentérica, pulmonar, pancreática y hepática. Sin embargo, cabe destacar que

lo que más ha despertado interés en los últimos años por parte de los expertos, ha sido la aparente asociación observada en Francia y Japón entre este tipo de parasitosis y la incidencia de cáncer de estómago en la población.

### **3.6 Presencia de anisákidos en peces e indicadores de sus condiciones de salud**

En lo que respecta a los niveles de prevalencia, abundancia e intensidad de infestación del pescado por parte de larvas L3 de *Anisakis*, así como los grados de parasitación son variables y dependen de múltiples factores tales como la especie, edad y tamaño del hospedador o individuo (Carvajal *et al.*, 1979; Mc Clelland *et al.*, 1990; Abaunza *et al.*, 1995; Mladineo, 2003; Incorvaia & Hernández, 2006; Valero *et al.*, 2006); la zona geográfica, época del año, si padece enfermedades o inmunodeficiencias entre otras. Por su parte, de acuerdo con (Stromnes & Andersen, 1998), la distribución de estos parásitos en las vísceras o músculo no depende significativamente del tamaño del hospedador, sino que tanto la presencia como la incidencia van a depender más de la especie que de su tamaño.

No obstante, dentro de una especie, su tamaño suele estar ligado con un aumento de parásitos. Por tanto, se considera que la distribución de larvas de *Anisakis* en el pescado estaría influenciada por factores como la especie de hospedador, su hábito alimenticio, el grado de infestación, la edad, y condiciones de almacenamiento después de su captura. Considerando los párrafos anteriores, se define la prevalencia cómo el número de huéspedes, en nuestro caso peces infectados con al menos un parásito, dividido por el total de peces examinados. La intensidad media parasitaria de otro lado, hace referencia al número promedio de parásitos encontrados de una especie determinada, respecto al número hospedadores infectados. La Abundancia media parasitaria, se refiere al número promedio de parásitos encontrados de una especie determinada, respecto al número de individuos totales examinados (Busch *et al.*, 1997).

De otro lado, el medio acuático y sus componentes están íntimamente ligados a la salud de los peces de acuerdo a diferentes modelos, como por ejemplo la tensión ambiental que puede ocasionar diversas patologías y virulencias por parte de bioagresores (Kinkelin *et al.*, 1991).

Para medir tales efectos, existen indicadores que permiten establecer el estado de salud de los peces entre los que cabe resaltar el factor de condición FC, que relaciona el peso con la longitud total de los peces y los índices organosomáticos (bazosomáticos, branquiosomáticos y hepatosomáticos), considerados los principales parámetros usados como indicadores de perturbaciones en sistemas biológicos en peces (Schmitt *et al.*, 1999). La relación longitud – peso y el factor de condición FC proporcionan información preponderante sobre las estrategias de crecimiento, estado nutricional y reproducción. También son parámetros ampliamente utilizados para comparar la condición de poblaciones que habitan en sistemas acuáticos con distintos grados de intervención antrópica.

## 4. Materiales y métodos

### 4.1 Área de estudio

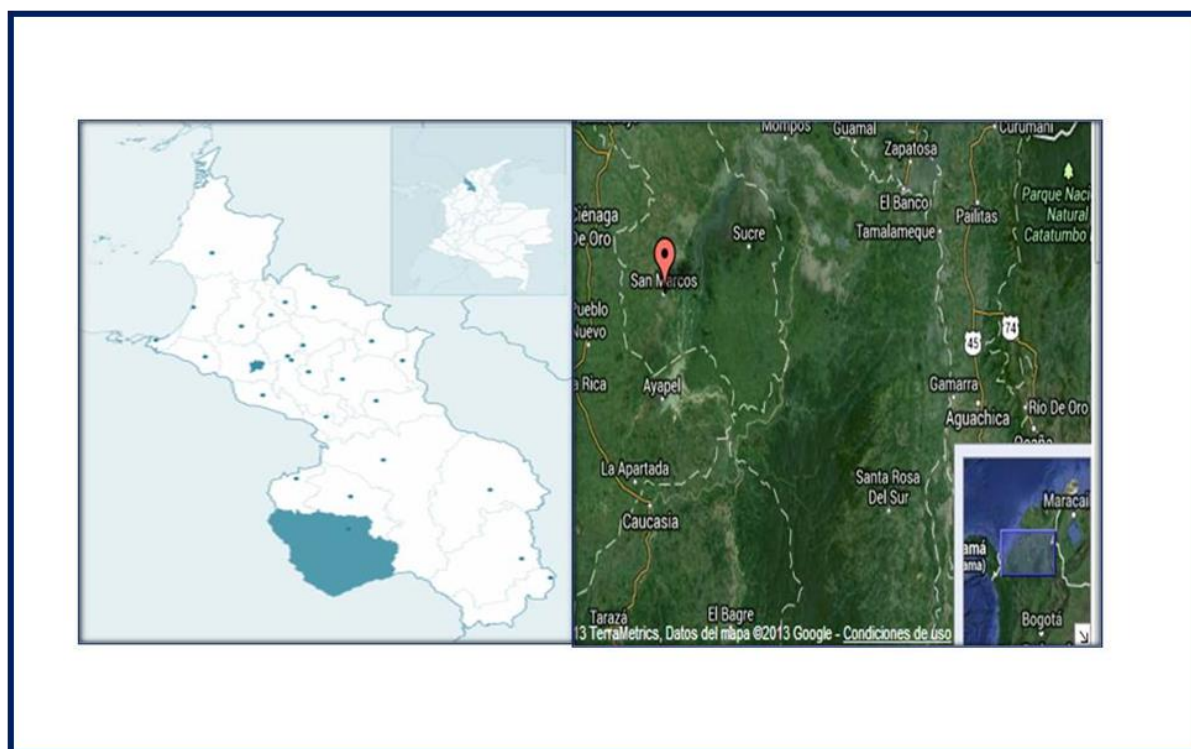
El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de San Marcos, localizado al Sur del departamento de Sucre a 08° 40" N y 75°08" W a una altitud de 25 msnm y a 130 km de Sincelejo la Capital del departamento. Es la puerta de entrada a la subregión de la Mojana, con un área de 534,54 km<sup>2</sup>. En la zona se pueden establecer dos sistemas: el plano inundable del Bajo río San Jorge (ciénagas y complejos de ciénagas), conformado por cerca de 400 cuerpos de agua con un área total de 3.395 km<sup>2</sup>, de los cuales el municipio cuenta con un total de 49; y el correspondiente a la cuenca del bajo río San Jorge, constituida por el río e innumerables arroyos que drenan de la vertiente oriental de la Serranía de San Jerónimo y confluyen en la margen izquierda del San Jorge ( Figura 8).

Hay que destacar que el Plan de Gestión Ambiental Regional concluye que el principal factor que afecta las condiciones ambientales de las fuentes hídricas del Municipio de San Marcos, se debe a las actividades antropogénicas, mencionando particularmente cuatro como las mayores contaminantes de los mismos (Plan Básico de Ordenamiento Territorial, San Marcos, Sucre, 2012 ).

En primera instancia la urbanización es uno de los factores fundamentales por cuanto el saneamiento básico deficiente, ya que al no existir un sistema de alcantarillado se

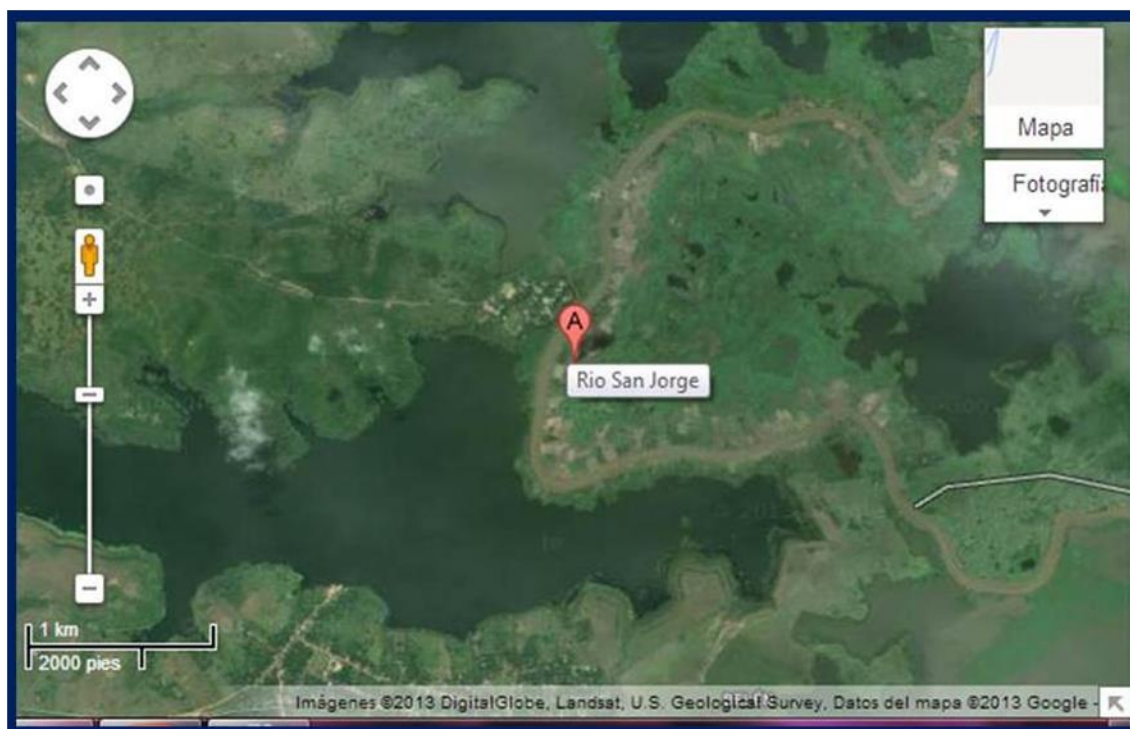
convierte en una extensa y riesgosa causa de contaminación de las fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas.

El desarrollo industrial es otro de los factores que a través de las agroindustrias del municipio de San Marcos generan agentes contaminantes de las diferentes actividades entre las que se destaca la producción de arroz y sus molinos que producen efluentes con alta D.B.O y sólidos suspendidos. Un tercer aspecto lo constituyen las prácticas agrícolas, que son el principal mecanismo de contaminación de cuerpos de agua y acuíferos es el lavado de nitratos y otros iones móviles de los suelos cuando se someten a siembras continuas sostenidas a altas cantidades de fertilizantes. Aunque en el municipio no se practica la actividad minera, la explotación aurífera en el nacimiento del río San Jorge, puede ser la causa de contaminación con metales pesados (mercurio principalmente) en la zona baja del río, que favorece la infestación parasitaria de los peces (Plan Básico de Ordenamiento Territorial, San Marcos, Sucre, 2012).



**Figura 8.** Ubicación geográfica del Municipio de San Marcos, Sucre. Fuente: Imagen Satelital de Google Earth, 2013.

Los peces estudiados fueron colectados con la colaboración de los pescadores de la zona durante el tiempo comprendido entre finales del mes de agosto y mediados de septiembre de en tres puntos de muestreo seleccionados que fueron el río San Jorge, la ciénaga de San Marcos y La ciénaga de Belén-Palo Alto (Figuras 9,10 y 11). En cada punto se colectaron los individuos para cada especie. Para la captura de los peces se utilizaron en general los métodos de pesca con trasmallo y atarraya. Una vez colectados fueron almacenados en cavas refrigeradas y transportados, a la mayor brevedad, al sitio provisional establecido para su disección



**Figura 9.** Primer punto de muestreo sobre el río San Jorge en el Municipio de San Marcos, Sucre. Fuente: Imagen Satelital de Google Earth, 2013.





**Figura 10.** Segundo punto de muestreo, Ciénaga de Belén Palo Alto Fuente, Sucre. Fuente: Imagen Satelital de Google Earth, 2013.



**Figura 11.** Tercer punto de muestreo Ciénaga de San Marcos, Sucre. Fuente: Imagen Satelital de Google Earth, 2013.

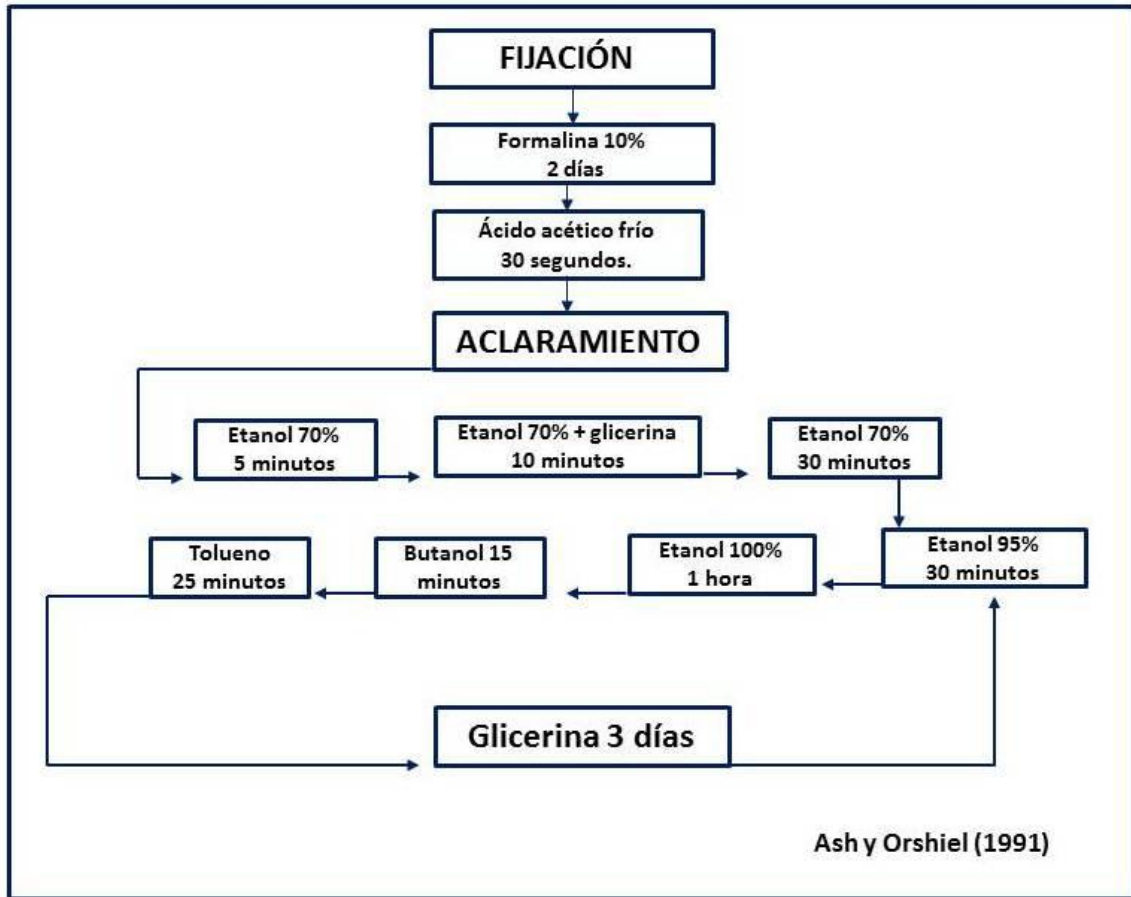


Esta se realizó en el puerto de pescadores sobre el río San Jorge y en una vivienda del municipio de San Marcos, donde se instaló un pequeño laboratorio, provisto de un ictiómetro, una balanza analítica digital, una balanza de triple brazo, equipo de disección, una cámara fotográfica digital, frascos toma muestras, formalina al 10% bufferada, agua destilada, papel de aluminio, cinta de enmascarar, marcadores de tinta permanente, bolsas plásticas, materiales de aseo y desinfección y materiales para primeros auxilios (Figura 12).

Cada individuo fue observado para detectar posibles deformaciones anatómicas, para luego tomarle los parámetros morfo métricos correspondientes, registrando las siguientes mediciones: longitud estándar (boca-inicio aleta caudal, cm), longitud total (boca-final aleta caudal, cm) y peso (g). Posteriormente se realizó la disección, en donde se removieron los órganos internos y se observaron visualmente las vísceras, cavidad abdominal, peritoneo y planos musculares adyacentes con el fin de ir identificando las larvas de nemátodos, recogiénolas, midiéndolas y contándolas. Posteriormente, los parásitos de cada individuo fueron enumerados y almacenarlos en formalina al 10% para para su posterior aclaramiento e identificación en el Laboratorio del Grupo de investigación CRHIA de la Universidad de Sucre, donde fueron transportados. Para el proceso de aclaramiento, se empleó la técnica usada por (Ash & Oshriel, 1991) (Figuras 13 y 14). La técnica de aclaramiento de los nemátodos, facilitó la observación con nitidez de sus estructuras internas por microscopía óptica (Ashfield *et al.*, 1998). Para la determinación sistemática se utilizaron las claves proporcionadas por Yamaguti (1961), Olson *et al.* (1983), Moravec *et al.* (1997), Anderson (2000) y Martins *et al.*, 2005.



**Figura 12.** Extracción de anisákidos, adultos y larvas. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.



**Figura 13.** Protocolos de aclaramiento de nemátodos. Fuente: Ash & Oshriel (1991).

Una vez aclarado los nemátodos para cada especie de pez, se observaron (entre 20 parásitos promedio por especie) con ayuda de un microscopio binocular primo Star Zeiss provisto de objetivos 4X, 10X, 40X y 100X; y ocular con micrómetro, el cual tenía incorporada una cámara fotográfica ERc5s y conectada al software Axiovision 4.8.2.SP1. Se clasificaron las fotografías por especie de pez del cual procedían y registradas en un formato diseñado para tal fin.



**Figura 14.** Aclaramiento de nemátodos anisákidos Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

## 4.2 Determinación del estado de salud de los peces

El estado de salud de los peces fue cuantificada determinando el factor de condición (FC); según lo propuesto por Ashfield *et al.* (1998).

$$FC = \frac{\text{Peso}}{\text{Longitud}^3} \times 100$$

Se determinaron los parámetros de infección parasitaria como la prevalencia, abundancia e intensidad media parasitaria de nemátodos en los peces muestreados, teniendo en cuenta los criterios de Margolis *et al.*, (1982) y Bush *et al.*, (1997).

### **4.3 Análisis estadístico**

Las variables fueron analizadas con estadística descriptiva y los valores obtenidos se expresaron como promedio  $\pm$  error estándar. Se aplicó un ANOVA a un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0.05$ ) para comparar promedios entre los datos examinados. El análisis estadístico se realizó con la ayuda del software

GRAPHICS.Centurion.v15.1.0.2.Incl.Keygen-SSG.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Especies de peces estudiadas

Se analizaron un total de 360 ejemplares correspondientes a las 6 especies en estudio y distribuidas de a 20 ejemplares por especie para cada uno de los tres sitios de muestreo establecidos; con el fin de determinar la presencia de nemátodos de la familia Anisákido en el período comprendido entre finales de agosto hasta finales de septiembre del 2011. Se fotografiaron e identificaron por sus nombres vulgares y luego sistemáticamente, usando para los peces las claves taxonómicas, listas y descripciones de Dahl (1971).

Se destaca que en su mayoría, las especies de peces objeto del presente estudio se caracterizan por presentar hábitos alimenticios carnívoros depredadores como el Blanquillo, la Doncella, el Bagre pintado y el Moncholo y omnívoros como la Mojarra amarilla y la Pacora (Dahl, 1971; Ardila *et al.*, 1997) Dicha característica puede ser quizá una condición preponderante respecto al grado de infección parasitaria. A continuación se describe la identificación y características de las especies estudiadas.

### 5.1.1 Bagre Pintado, *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Buitrago-Suarez y Burr, 2007).

<b>Reino:</b>	<i>Animalia</i>
<b>Phylum:</b>	<i>Chordata</i>
<b>Clase:</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Orden:</b>	<i>Siluriformes</i>
<b>Familia:</b>	<i>Pimelodidae</i>
<b>Género:</b>	<i>Pseudoplatystoma</i>
<b>Especie:</b>	<i>P. magdaleniatum</i>

Es un pez que posee la cabeza deprimida con un proceso occipital largo que alcanza a unirse a las placas predorsales de la aleta dorsal y una larga fontanela en la región media del cráneo (Buitrago– Suárez, 2006). No presenta escamas, y la pigmentación del cuerpo es oscura dorsal y lateralmente sin delimitación evidente entre las zonas pálidas y las zonas grisáceas, con una serie de barras oscuras que se extienden hasta la línea lateral y se conectan dorsalmente con las del lado opuesto (Buitrago-Suárez & Burr, 2007) Figura 15. Es una especie reofílica que realiza dos migraciones anuales Este pez realiza dos migraciones anuales: una alimenticia, en la época de verano, y otra reproductiva, al inicio de las lluvias. La primera migración (subienda) se lleva a cabo en los meses de enero y febrero y se dirige hacia las cabeceras del río, la segunda (bajanza) ocurre durante los meses de abril y mayo y surge de las cabeceras del río.



**Figura 15.** *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Bagre Pintado o Rayado) capturado en el complejo hídrico de San Marcos Sucre. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

Constituye además una de las especies de mayor importancia económica, debido principalmente a la calidad de su carne y su gran tamaño; alcanza una talla de hasta 1,40 m de longitud (Ajiaco *et al.*, 2002). Su tasa de crecimiento es comparativamente lenta (Valderrama *et al.*, 1988) y es una especie migratoria, lo que la hace vulnerable a la pesca.

### 5.1.2 Blanquillo, *Sorubim cuspicaudus* (Littmann *et al.*, 2000),

<b>Reino:</b>	<i>Animalia</i>
<b>Phylum:</b>	<i>Chordata</i>
<b>Clase:</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Orden:</b>	<i>Siluriformes</i>
<b>Familia:</b>	<i>Pimelodidae</i>
<b>Género:</b>	<i>Sorubim</i>
<b>Especie:</b>	<i>Sorubim cuspicaudus</i>



El blanquillo, como comúnmente se le denomina a esta especie, presenta una coloración oscura en el dorso y totalmente blanca en el vientre, con una franja negra que recorre la parte lateral del cuerpo desde los ojos hasta el final de los radios medios del lóbulo inferior de su aleta caudal. Su cabeza es plana con la mandíbula superior mucho más larga que la inferior, ojos en posición lateral, visibles en vista dorsal y lateral. Al igual que todos los silúridos, presentan barbillas y barbillones. Su aleta caudal de profundamente horquillada, con el lóbulo inferior puntiagudo (Littmann *et al.* 2000) Figura 16.



**Figura 16.** *Sorubim cuspicaudus* (Blanquillo o Bagre Blanco) capturado en el complejo hídrico de San Marcos Sucre. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

Esta especie realiza migraciones medias (Usma *et al.*, 2009). Toma parte de las migraciones de aguas bajas (subienda), durante el cual remonta los ríos para alimentarse de otras especies reofílicas. Con el inicio de las aguas altas retorna a las ciénagas de la cuenca baja. Se distribuye ampliamente en los cuerpos de agua del Caribe colombiano, especialmente en las cuencas del Río Sinú (Dahl, 1971), Magdalénica (Miles, 1947), de los ríos Atrato y Catatumbo (Galvis *et al.*, 1997) y en la cuenca del Lago de Maracaibo (Littmann *et al.*, 2000). La especie puede superar tallas de

80 cm de longitud estándar; es considerada importante como alimento; factores estos que le proporcionan gran valor comercial (Littmann *et al.*, 2000), siendo una de las especies que representa mayores ingresos a la economía pesquera artesanal (Buendía *et al.*, 2006). Este pez presenta actividad nocturna (Galvis *et al.*, 1997), movimientos rápidos en aguas medianamente profundas (Anzola, 1977), régimen alimentario carnívoro con tendencia piscívora (Villadiego *et al.*, 2004), realizando, como la mayoría de los peces de la familia Pimelodidae, migraciones reproductivas conocidas como subienda (Otero *et al.*, 1986). Está catalogada como especie en peligro (Mojica *et al.*, 2002).

### 5.1.3 Pácora, *Plagioscion magdalenae* Steindachner, 1878)

<b>Reino:</b>	<i>Animalia</i>
<b>Phylum:</b>	<i>Chordata</i>
<b>Clase:</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Orden:</b>	<i>Perciforme</i>
<b>Familia:</b>	<i>Sciaenidae</i>
<b>Género:</b>	<i>Plagioscion</i>
<b>Especie:</b>	<i>Plagioscion magdalenae</i>

Esta es una especie de origen marino, pero perfectamente adaptada a las aguas dulces. Es endémica de Colombia, casi amenazada, que alcanza una longitud que supera los 60 centímetros y un peso de hasta 5 kilogramos. Es de color blanco con visos verdes en la región dorsal, escamas cicloideas pequeñas con una línea lateral muy visible, el cuerpo es ancho desde la cabeza hasta el abdomen y disminuye abruptamente hacia la aleta caudal. Presenta boca terminal grande con dientes caninos (Ardila *et al.*, 1997) (Figura 17).



**Figura 17.** *Plagioscion magdalenae* (Pacora) capturado en el complejo hídrico de San Marcos Sucre. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

Suele encontrarse en el en el río Magdalena y sus ciénagas adyacentes hasta la Dorada (Caldas); se encuentra en el río Cesar; en el río Cauca hasta Cáceres y en el río San Jorge hasta Montelíbano Córdoba (Mojica, 1999). *P. magdalenae* constituye un recurso importante para la subregión de la Mojana y el bajo San Jorge, dada su frecuencia en las capturas, la palatabilidad de su carne y su rápido crecimiento. Se alimenta principalmente de camarones y también de peces. Su carne es completamente magra (Ardila *et al.*, 1997).

#### 5.1.4 Moncholo, *Hoplias malabaricus* (Bloch 1794)

<b>Reino:</b>	<i>Animalia</i>
<b>Phylum:</b>	<i>Chordata</i>
<b>Clase:</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Orden:</b>	<i>Characiforme</i>
<b>Familia:</b>	<i>Erythrinidae</i>
<b>Género:</b>	<i>Hoplias</i>
<b>Especie:</b>	<i>Hoplias malabaricus</i>

Se conoce comúnmente como Moncholo, se caracteriza por tener el cuerpo cilíndrico, cabeza bastante alargada, boca amplia y mandíbulas salientes, con la aleta caudal redondeada (Dahl, 1971; Godoy, 1975); tienen aleta dorsal larga y no presenta aleta adiposa (Galvis *et al.*, 1997), de coloración azul oscuro en la región dorsal y blanco en la región ventral. Su aleta caudal, al igual que las pectorales, pélvicas y anal son también de color azul oscuro. Su coloración va a depender de las condiciones ambientales, la edad y el sexo (Dahl, 1971; Godoy, 1975). Comúnmente la parte inferior de la cabeza es más clara con salpicaduras oscuras, labios oscuros de color semejante a la zona dorsal; en la parte lateral del cuerpo la coloración es similar a la de la cabeza, con la particularidad de que cada escama tiene una mancha oscura en la parte central de la epidermis (Figura 18).



**Figura 18.** *Hoplias malabaricus* (Moncholo) capturado en el complejo hídrico de San Marcos Sucre. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

Es viscoso al tacto y sus escamas son grandes, tiene mandíbulas fuertes y dientes caninos (Ardila *et al.*, 1997). Estos dientes caninos y cónicos se localizan inclusive en el paladar. Durante toda su vida, esta especie mantiene la misma forma en sus dientes (Godoy, 1975). Presenta una vejiga gaseosa vascularizada, la cual es una adaptación fisiológica que le permite respirar aire atmosférico (Driedzic, Phleger & Fields, 1978; Welcomme, 1985; Wootton, 1990; Taphorn, 1992; Salinas & Agudelo, 2000).

El Moncholo es un pez muy voraz, de hábitos diurnos y nocturnos que prefiere las corrientes menores, ciénagas, pantanos y cuerpos de agua de poca profundidad (Dahl, Godoy, 1975; Taphorn, 1992; Nelson, 1994; Galvis *et al.*, 1997). Puede soportar bajos

niveles de oxígeno disuelto; su dieta carnívora con tendencia piscívora (Taphorn, 1992; Nelson, 1994; Galvis *et al.*, 1997; Banquett-Cano *et al.*, 2005), consumiendo principalmente peces como Cocobolo (*Aequidens pulcher*), Mojarra Amarilla (*Caquetaia kraussii*), Liseta (*Leporinus muyscorum*), Chipe (*Hoplosternum magdalenae*) y de su misma especie (Banquett-Cano *et al.*, 2005). Este pez no es reofilico, pues no realiza migración reproductiva, se mantiene en las ciénagas donde continúa siendo capturado en ausencia de las especies que si tienen ese comportamiento, convirtiéndose en especie remplazo de las tradicionalmente capturadas (Ardila *et al.*, 1997), lo que explica su mayor número de capturas en la época seca.

### 5.1.5 Mojarra Amarilla, *Caquetaia kraussii* (Steindachner, 1879)

<b>Reino:</b>	<i>Animalia</i>
<b>Phylum:</b>	<i>Chordata</i>
<b>Clase:</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Orden:</b>	<i>Perciforme</i>
<b>Familia:</b>	<i>Cichlidae (cíclidos)</i>
<b>Género:</b>	<i>Caquetaia</i>
<b>Especie:</b>	<i>Caquetaia kraussii</i>

Se le denomina comúnmente mojarra amarilla, como todas las especies de su género tiene la boca protractil de largo alcance y que le da una forma aguda a su cabeza. Su cuerpo es amarillo o marrón claro, con franjas negras verticales ubicadas a todo lo largo; tiene un punto negro en la región posterior superior al péndulo caudal; otro más grande en la parte media del cuerpo, otro en la hendidura opercular y en la parte baja del opérculo un punto blanco con bordes negros gruesos; el primer radio de la aleta pectoral es de color blanco y termina en un filamento del mismo color; todas las aletas tienen tonos amarillos; pueden llegar a medir 30 cm de LT (Ortega-Lara *et al.* 2002) (Figura 19).



**Figura 19.** *Caquetaia kraussii* (Mojarra Amarilla) capturada en el complejo hídrico de San Marcos Sucre. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

Es una especie territorial y agresiva, aún más con su congéneres; depredador nato, se localiza en zonas con vegetación sumergida y aguas lentas, en donde acecha a sus presas; habita aguas tranquilas de las partes bajas de los ríos, es una especie voraz que consume otros peces e invertebrados bentónicos. Pueden alcanzar una longitud total de 25 cm en machos y las hembras sobre los 20 cm. Aunque se han registrado machos con tallas de 30 centímetros (Ortega-Lara *et al.* 2002).



### 5.1.6 Doncella, *Ageneiosus caucanus*, (Steindachner 1880).

<b>Reino:</b>	<i>Animalia</i>
<b>Phylum:</b>	<i>Chordata</i>
<b>Clase:</b>	<i>Actinopterygii</i>
<b>Orden:</b>	<i>Siluriforme</i>
<b>Familia:</b>	<i>Ageneiosidae</i>
<b>Género:</b>	<i>Ageneiosus</i>
<b>Especie:</b>	<i>Ageneiosus caucanus</i>

Se distribuye en los ríos de Colombia, Panamá y Venezuela. En Colombia lo encontramos en la cuenca del Magdalena, en los ríos Atrato, San Juan, Sinú, río Uré, Catatumbo y tributarios mayores. Es un pez de aguas abiertas y quietas. Es una de las especies migratorias e integrante del grupo que se desplaza río arriba en las épocas de subienda en la cuenca Magdalénica (Olaya-Nieto *et al.*, 1998).



**Figura 20.** *Ageneiosus caucanus* (Doncella) capturada en el complejo hídrico de San Marcos Sucre. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

Es un pez sin escamas, piel es lisa y de color blanco amarillento, con el dorso pigmentado de azul a negro en líneas horizontales y manchas no muy bien definidas (Miles, 1947). Boca grande en posición inferior con parches de dientes villiformes y sin barbillas mentonianas. Aleta anal larga, con 38 a 41 radios. Con dimorfismo sexual muy pronunciado; las hembras maduras tienen la espina dorsal corta y lisa, mientras que los machos la desarrollan larga y aserrada en su borde interior y tienen además dos barbillas maxilares osificadas con una sierra en el lado superior (Dahl, 1971) Figura 20.

En los machos se modifica la aleta anal a manera de gonopodio por la fusión de los 4 o 5 primeros radios, las hembras tienen un poro urogenital. Es una especie comercial que presenta problemas por la reducción en sus capturas, clasificándose como una especie en peligro en el libro rojo de los peces dulceacuícolas (Mojica *et al.*, 2002).

## **5.2 Estado de salud en peces e infestación parasitaria**

El estado de salud de los peces estudiados, se determinó mediante el cálculo del Factor de Condición, asociado con los parámetros biométricos y los índices de infestación parasitaria, obteniéndose los resultados que aparecen en la tabla 2.



**Tabla 2.** Parámetros biométricos, factor de condición e índices de infección parasitaria de los peces estudiados (\* intervalo de confianza 95%)

PARÁMETRO	VALORES					
Especie	Bagre pintado (Pseudoplatystoma magdaleniatum)	Blanquillo (Sorubim cuspicaudus)	Moncholo (Hoplias malabaricus)	Mojarra amarilla (Caquetaia kraussii)	Doncella (Ageneiosus caucanus)	Pacora (Plagioscion magdalenae)
Número de peces Capturados	60	60	60	60	60	60
Número de peces Infectados o parasitados	57	60	59	57	14	28
Peso promedio (gr)	135,4 (1319 ± 115,77)*	43,2 (390,3 ± 21,6)*	27,1 (339,0 ± 13,5)*	15,5 (148,0 ± 7,7)*	32,9 (297,7 ± 16,5)*	104,6 (461,3 ± 52,3)*
Longitud promedio (cm)	2,16 (54,83 ± 1,66)*	1,66 (41,38 ± 0,827)*	0,75 (30,51 ± 0,37)*	0,64 (20,4 ± 0,3)*	2,31 (36,5 ± 1,2)*	2,06 (34,62 ± 1,03)*
Factor de Condición promedio(FC)	0,04 (0,62 ± 0,02)*	0,05 (0,54 ± 0,02)*	0,05 1,17 ± 0,02	0,06 (1,67 ± 0,03)*	0,07 (0,67 ± 0,03)*	0,3 (1,01 ± 0,13)*
% Prevalencia parasitaria (PP)	95	100	98,33	95	23,3	46,7
Intensidad parasitaria (IP)	22,1 ± 2,5	15,0 ± 1,1	19,39 ± 1,89	8,98 ± 1,18	1,9 ± 0,3	4,69 ± 0,62
Abundancia Parasitaria (AP)	21,03 ± 2,49	15,0 ± 1,1	19,1 ± 1,9	8,53 ± 1,15	0,45 ± 0,13	2,5 ± 0,45

Para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre el factor de condición de los peces estudiados respecto a los tres sitios de muestreo, se empleó una ANOVA simple que arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tres sitios de muestreo y el factor de condición de las especies de peces estudiadas con excepción del blanquillo, lo que se muestra en los box plot de la figura 21.

Estos resultados indican que los estados de salud de las especies estudiadas están probablemente sometidas a condiciones similares de contaminación, lo que permite tomarlas en conjunto como si fueran de un mismo sitio de muestreo para simplificar los análisis.

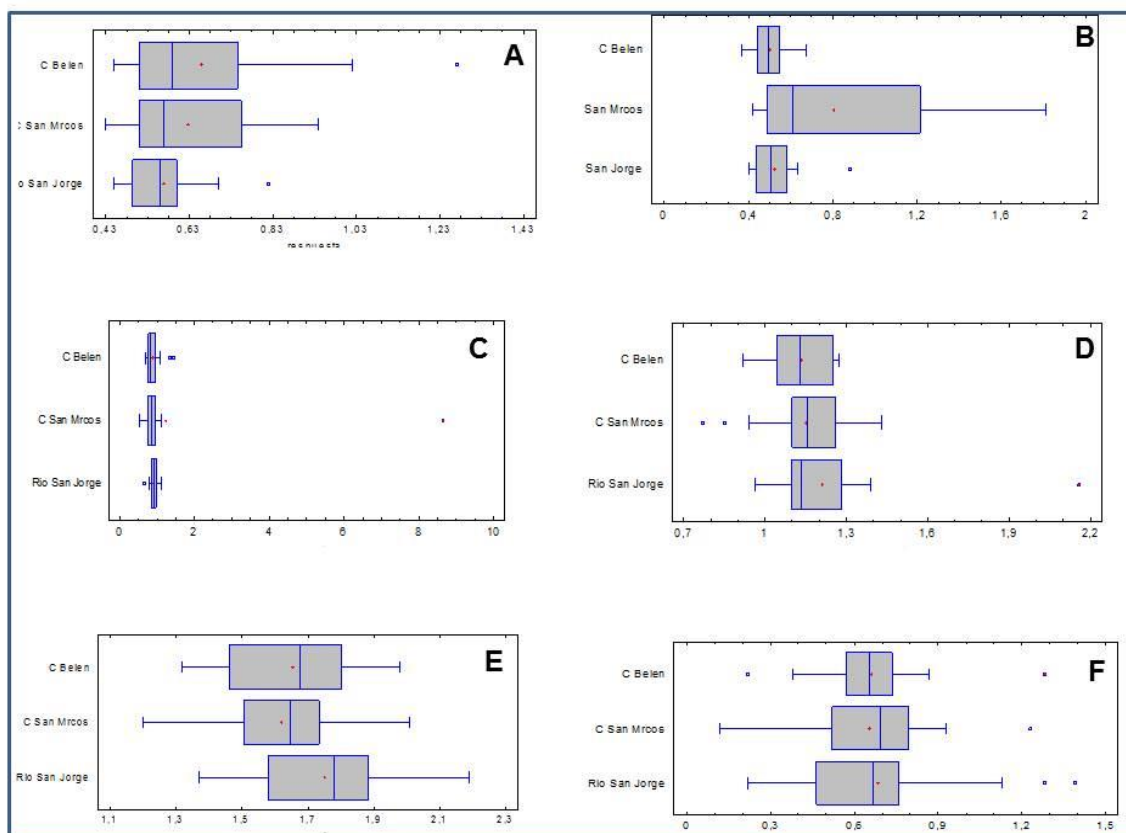
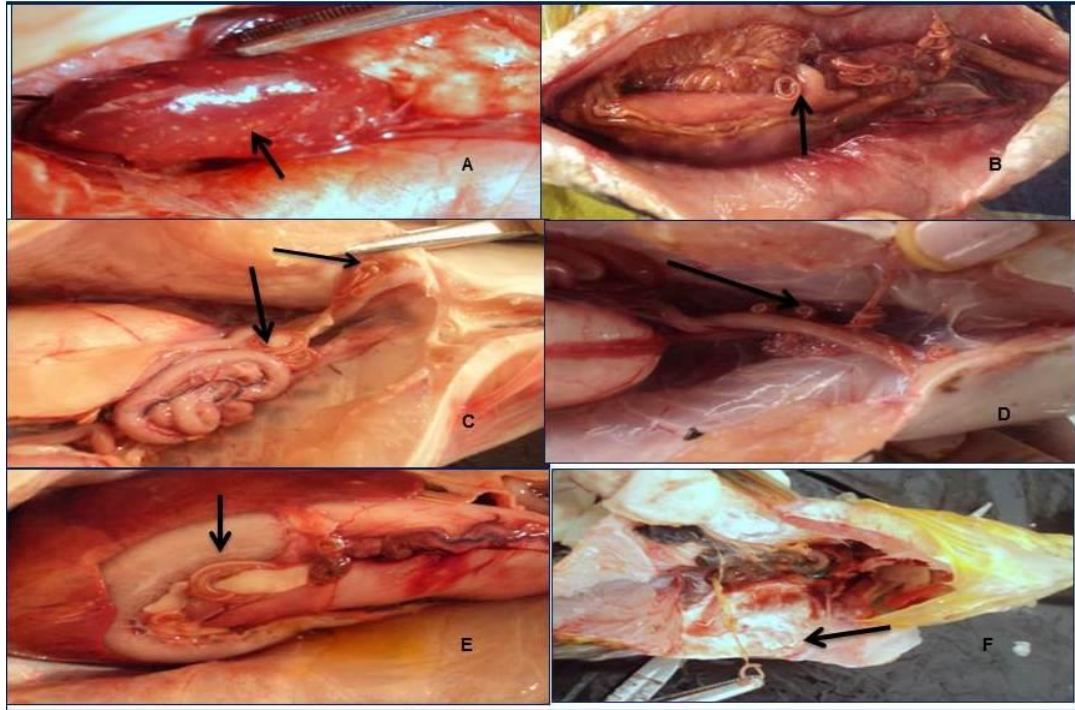


Figura 21. . Diagrama de caja **A**. Bagre Pintado ( $P=0,1949$ ) **B** Blanquillo ( $P=0,007$ ) **C** Pacora ( $P=0,5166$ ) **D** Moncholo ( $P=0,3909$ ) **E** Mojarra Amarilla ( $P=0,1424$ ) **F** Doncella ( $P=0,9294$ ). Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

Por otro lado, dada las diferencias estadísticamente significativas del FC del Blanquillo con respecto a las otras especies estudiadas; como lo indica Stromnes & Andersen, (1998) puede estar asociada con los factores anteriormente señaladas como la especie, enfermedades inmunodeficientes, zonas geográficas, épocas del año entre otras; lo que amerita un estudio más detallado de la especie en particular.

En cuanto a la presencia de larvas en los diferentes órganos el mayor número de parásitos encontrados en los peces se aislaron del mesenterio intestinal y unos pocos de quistes en el hígado, como se puede observar en la Figura 22.



**Figura 22.** Localización de nemátodos en órganos de peces analizados. **A.** Hígado **B. C. D. y F.** Mesenterio intestinal. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

De los 360 peces capturados en los tres puntos de muestreo, solo 266 presentaron infestación parasitaria por nemátodos anisákidos. Cabe destacar que las especies en estudio son de hábitos predadores, carnívoros, y piscívoros; lo que los convierte en unos hospederos deseables para el ciclo biológico de estos nemátodos. De estos, son considerados de mayor consumo y demanda comercial en la subregión de la Mojana y subregión San Jorge la Pacora, el Bagre Pintado, el Moncholo; los de mediana demanda el Blanquillo, la Mojarra Amarilla y la Doncella. (Corpomojana y Universidad de Sucre, 2007). Por tanto, se puede considerar que representan un gran riesgo de infección

accidental por nemátodos anisákidos para los consumidores, con probabilidad de afectación a la salud de estos. Cuantitativamente, esto se puede reflejar en que de las seis especies estudiadas, el Blanquillo tuvo la mayor prevalencia (100%), seguido del Moncholo con un 98,33 %. De otro lado, la Mojarra Amarilla y el Bagre Pintado se encuentran en un segundo lugar de prevalencia con un índice del 95%, mientras que la Pacora y Doncella fueron las especies que presentaron un menor índice de prevalencia parasitaria con un 46,7% y 23,3% por ciento respectivamente. Esto permite categorizar a las cuatro primeras especies como las de mayor contribución como huéspedes de transporte o paraténicos en el ciclo biológico del *Contracaecum sp* en el complejo hídrico de San Marcos.

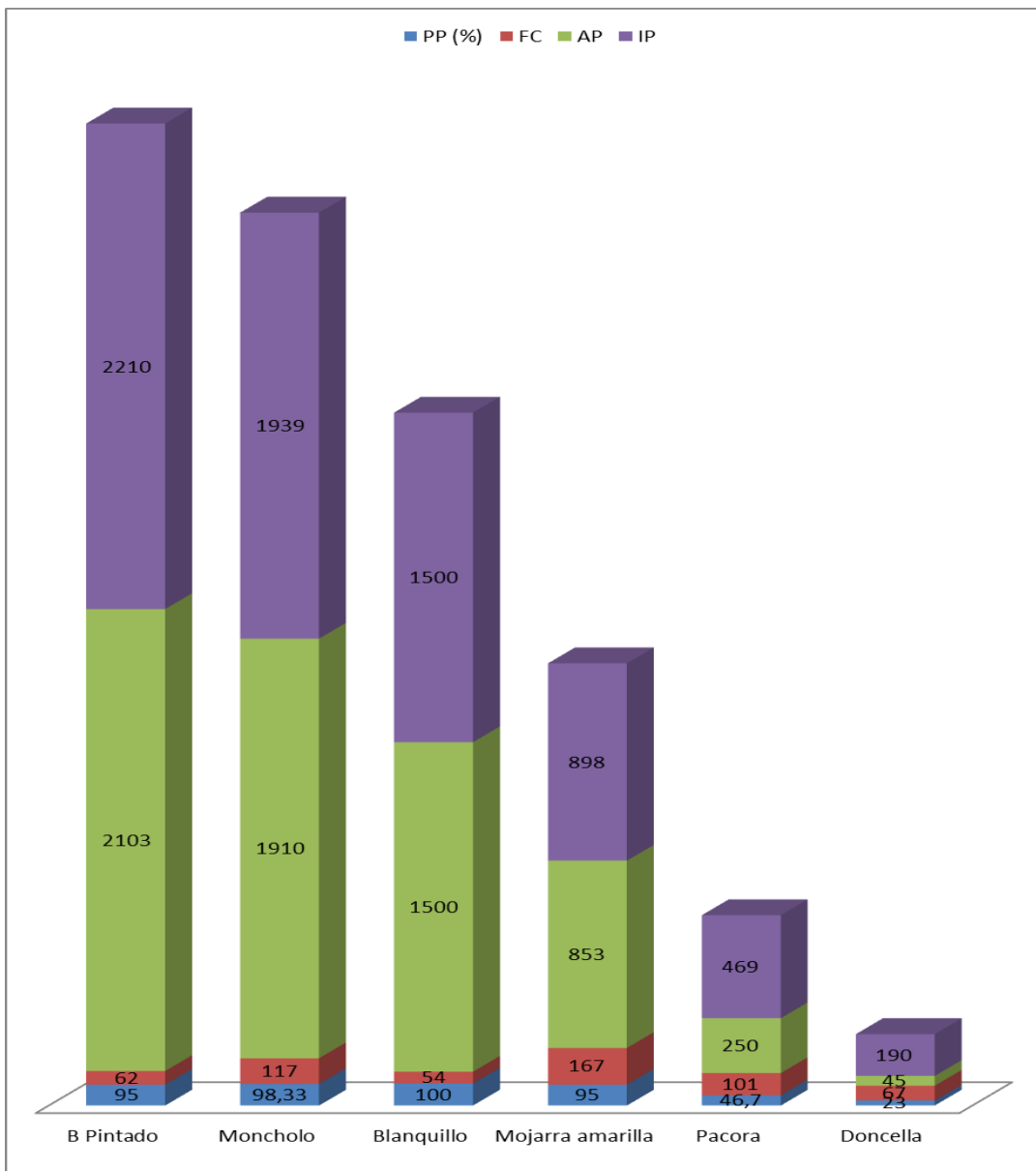
Resultados similares se presenta en Olivero-Verbel. *et al.*, (2006) para peces capturados en el canal del Dique, en donde el Blanquillo presentó la mayor prevalencia parasitaria (100%) y la mínima la Doncella con un 10 %. De otro lado, Pardo. *et al.*, (2009), para el caso del Blanquillo capturado en el río Sinú, Córdoba, se encontró una prevalencia del 96% con una infestación leve.

Respecto a la abundancia parasitaria se encontró que el Bagre Pintado presentó el mayor valor con un promedio de  $(21,03 \pm 2,49)$ , seguida del Moncholo  $(19,1 \pm 1,9)$  y el Blanquillo  $(15,0 \pm 1,1)$ ; mientras que para la intensidad parasitaria el mayor índice lo presentó el Bagre Pintado  $22,1 \pm 2,5$  seguido del Moncholo con un IP de  $(19,39 \pm 1,89)$  y el Blanquillo tuvo un IP de  $(15,0 \pm 1,1)$ .

El estado de salud de los peces en su medio natural está asociado con el grado de contaminación del agua por diferentes agentes que inducen la infestación parasitaria en estos, ocasionando posibles alteraciones en su estado físico y nutricional. Teniendo en cuenta, que los sitios muestreados en el municipio de San Marcos están sometidos a contaminación por aguas servidas, fertilizantes, plaguicidas, y metales pesados principalmente mercurio (CORPOMOJANA, 2002-2012; Garay, 2013), en este estudio se tuvo en cuenta para la evaluación del estado de salud de los peces los parámetros señalados en la tabla 2, como son el factor de condición, prevalencia parasitaria, intensidad parasitaria y abundancia parasitaria. En cuanto al factor de condición se

encontró en el presente estudio que los mayores valores de FC los presentaron la Mojarra amarilla (1,67) y el Moncholo con (1,17). Esto concuerda con lo encontrado por Consuegra-Solórzano, A. (2009) en el complejo cenagoso de Caimito con los mayores valores promedios del FC para la Mojarra Amarilla (1.6), y el Moncholo y el Liso (1.01).

En la figura 23 se muestra la relación de estos parámetros para todas las especies estudiadas.

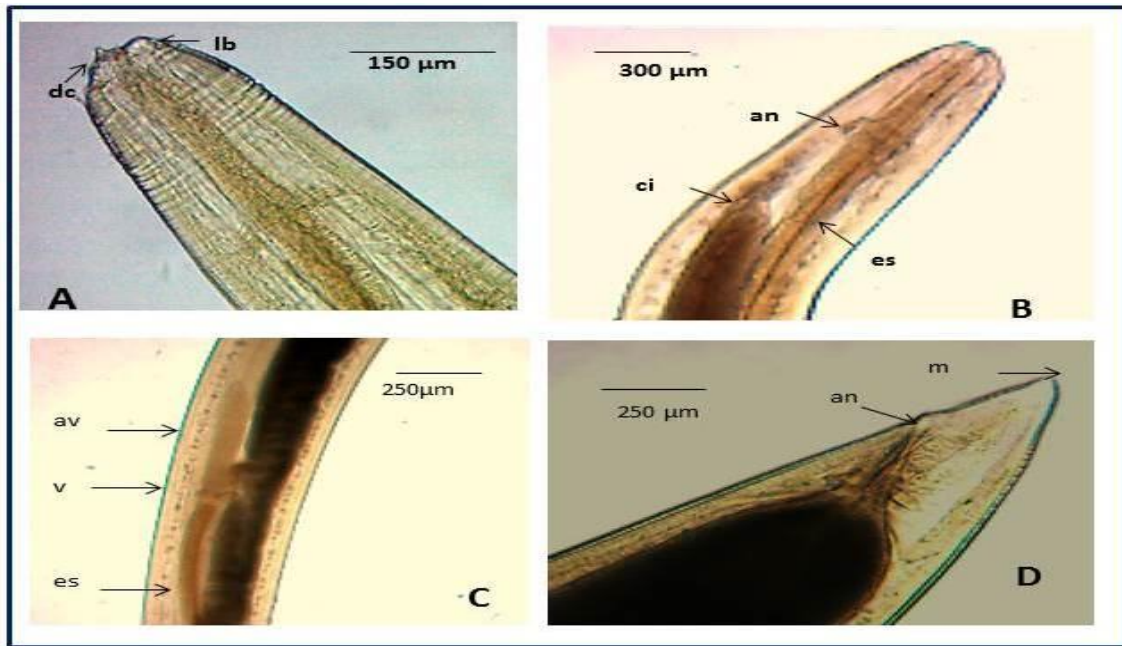


**Figura 23.** Relación FC, AP, IP y PP de los peces estudiados en el complejo hídrico de San Marcos.

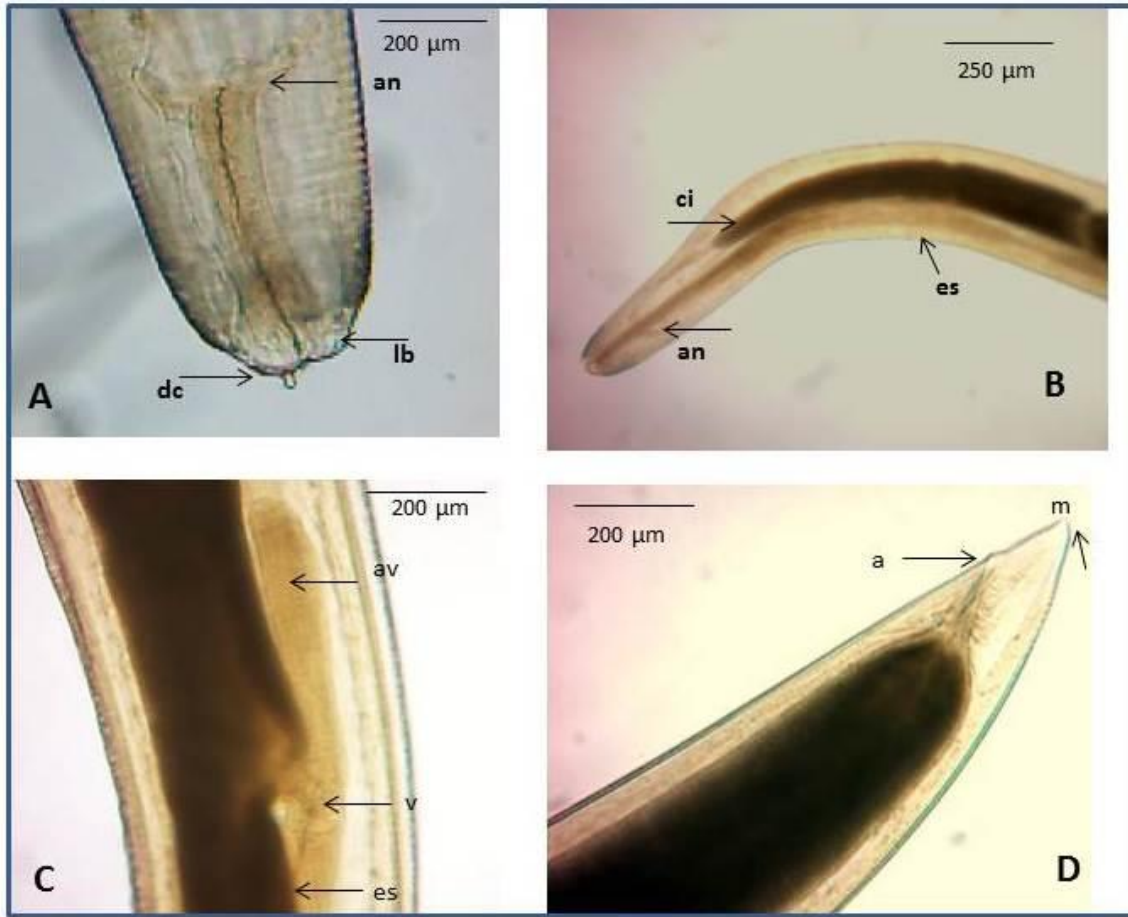
Dado que el bagre pintado, el Moncholo, el blanquillo y la mojarra amarilla presentaron los mayores valores para la abundancia parasitaria e índice parasitario, se puede inferir que se constituyen en especies que presentan mayor riesgo para la salud pública por posible transmisión de la anisakidosis, ya que al mismo tiempo, son las especies mayormente comercializadas y/o consumidas en la zona de impacto.

### **5.3 Identificación de nemátodos anisákidos**

Acorde con las claves sugeridas por Martins *et al.* (2005) en la que hace énfasis en la posición del poro excretor, la forma de la cola, longitud y forma del ventrículo, presencia y disposición del apéndice ventricular y ciego intestinal, se puede considerar que todos los parásitos aislados en el presente estudio corresponden con alta probabilidad al género *Contracaecum*. (Figuras 24-29).

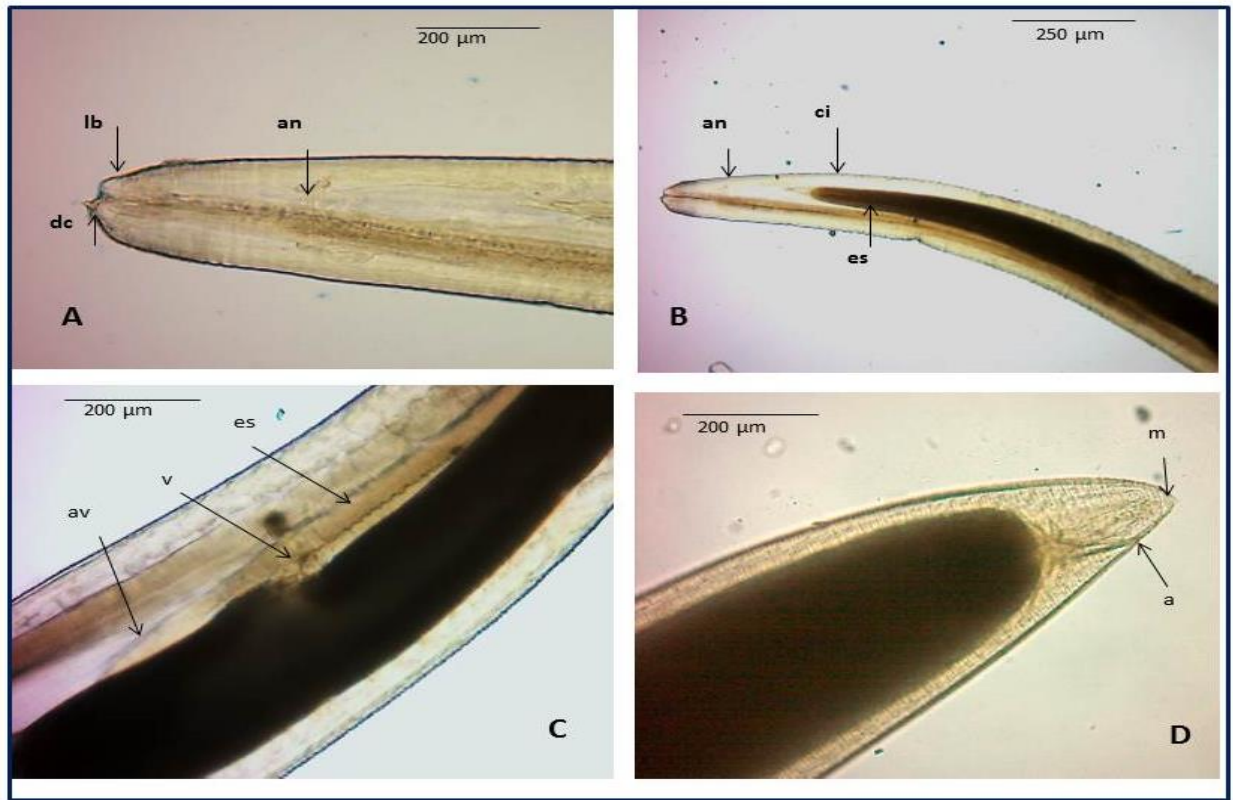


**Figura 24.** *Contracaecum* sp. L3 aislada de *Sorubium* (Blanquillo) del complejo hídrico de San Marcos **A.** Extremo anterior (dc: diente cuticular, lb: labio dorsal) 40X. **B.** Extremo anterior (an: anillo nervioso, ci: ciego intestinal, es: esófago) 40X. **C.** Parte intermedia (es: esófago, v: ventrículo, av: apéndice ventricular, in: intestino) 40X. **D.** Extremo posterior (a: ano, m: mucrón) 40X. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

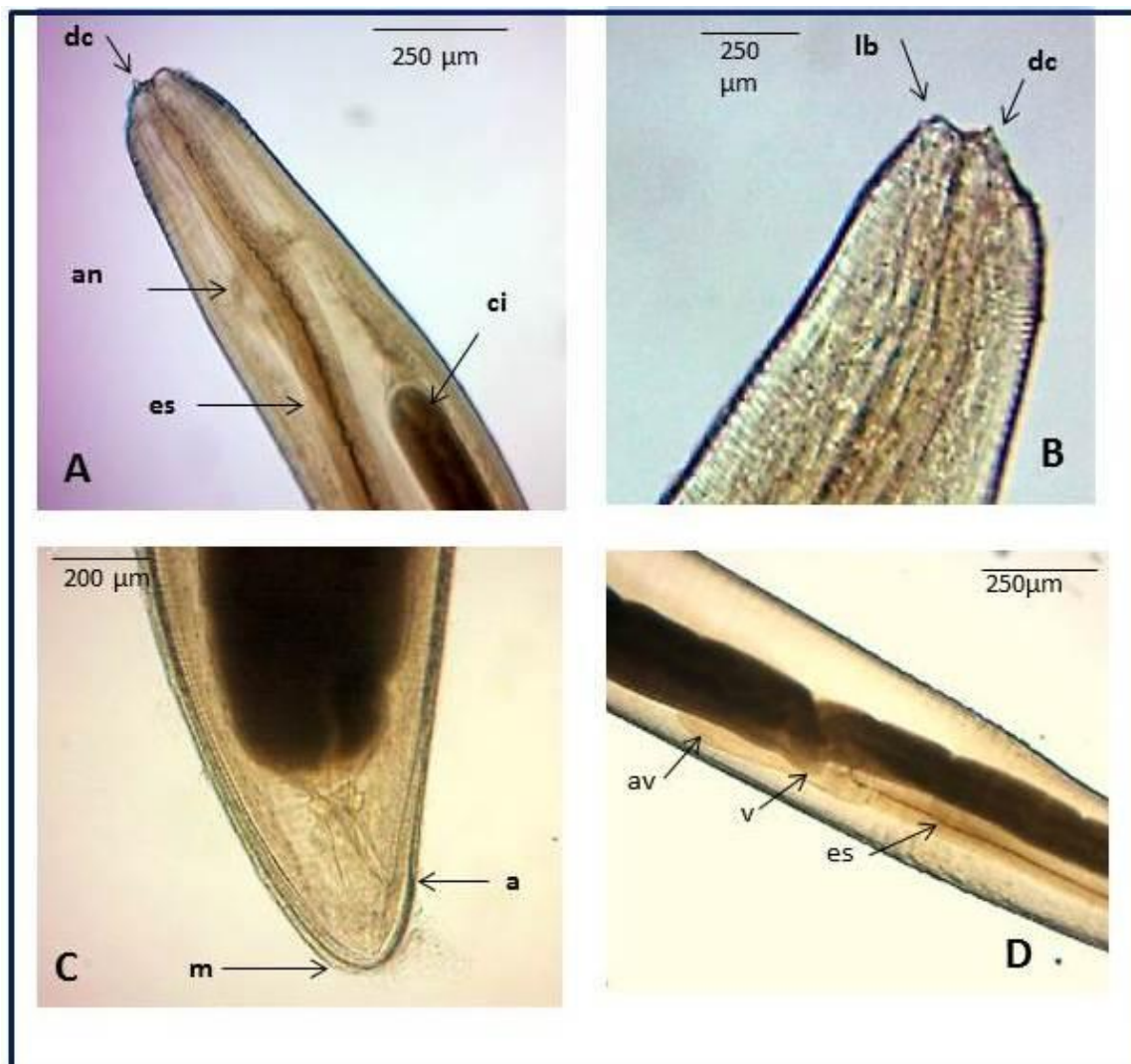


**Figura 25.** *Contracaecum* sp. L3 aislada de *Hoplias malabaricus* (Moncholo) del complejo hídrico de San Marcos **A.** Extremo anterior (dc: diente cuticular, lb: labio dorsal) 40X. **B.** Extremo anterior (an: anillo nervioso, ci: ciego intestinal, es: esófago) 10X. **C.** Parte intermedia (es: esófago, v: ventrículo, av: apéndice ventricular, in: intestino) 40X. **D.** Extremo posterior (a: ano, m: mucrón) 40X. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.

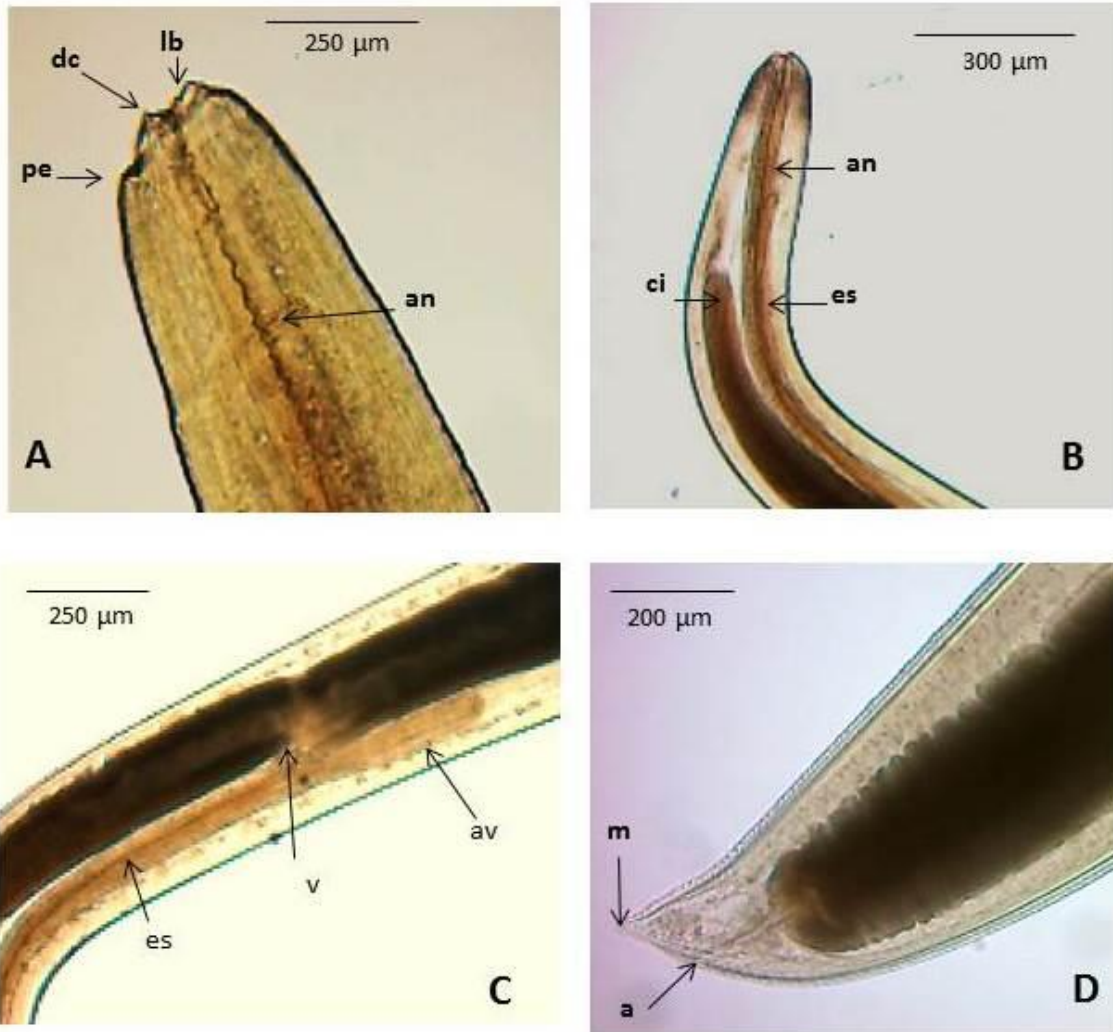




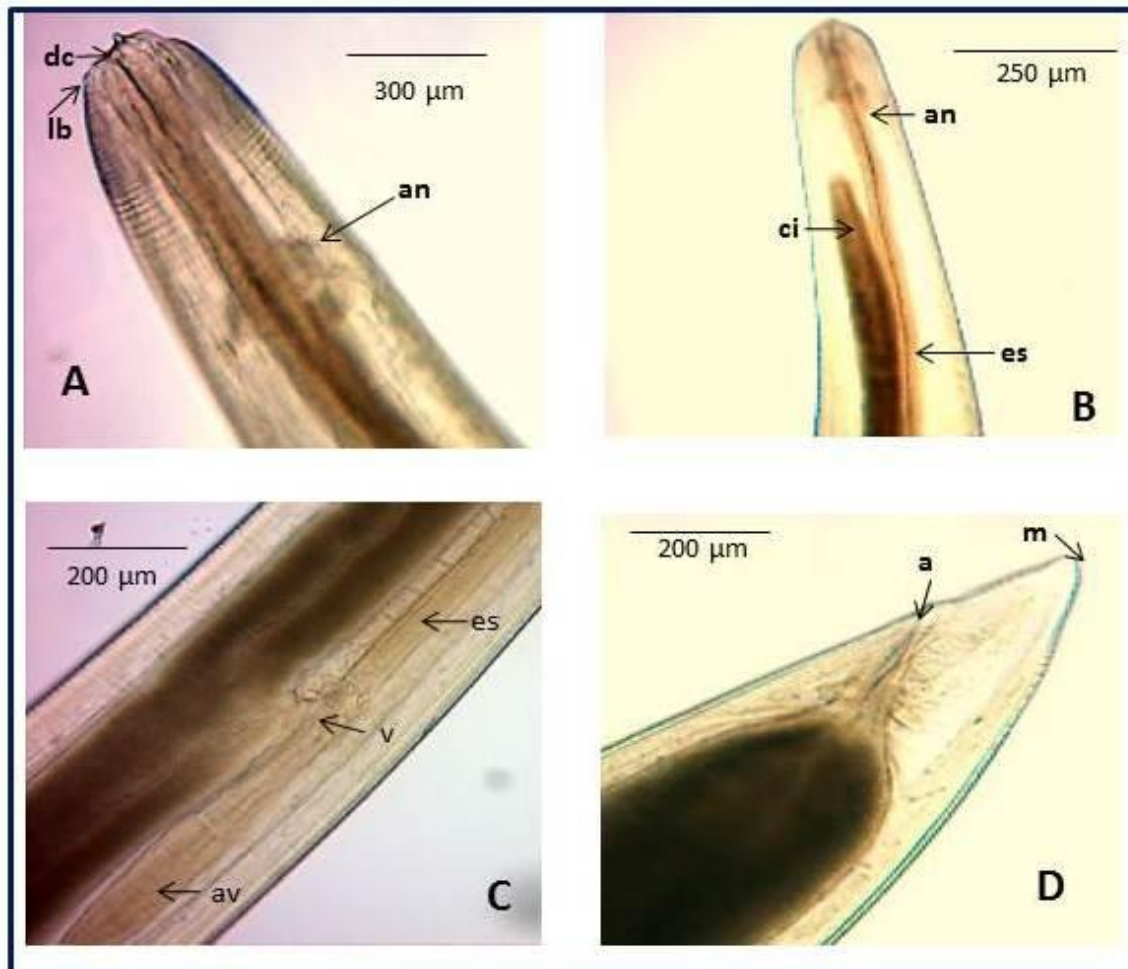
**Figura 26.** *Contracaecum* sp. L3 aislada de *Caquetaia kraussii* (Mojarra Amarilla) del complejo hídrico de San Marcos A. Extremo anterior (dc: diente cuticular, lb: labio dorsal, an: anillo nervioso) 40X. B. Extremo anterior (an: anillo nervioso, ci: ciego intestinal, es: esófago) 10X. C. Parte intermedia (es: esófago, v: ventrículo, av: apéndice ventricular, in: intestino) 40X. D. Extremo posterior (a: ano, m: mucrón) 40X. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.



**Figura 27.** *Contracaecum* sp.L3 aislada de *Pseudoplatystoma magdalenae* (Bagre Pintado) del complejo hídrico de San Marcos **A.** Extremo anterior (dc: diente cuticular, an: anillo nervioso, ci: ciego intestinal, es: esófago) 40X. **B.** Extremo anterior ((dc: diente cuticular, lb: labio dorsal) 40X. **C.** Extremo posterior (a: ano, m: mucrón) 40X. **D.** Parte intermedia (es: esófago, v: ventrículo, av: apéndice ventricular, in: intestino) 40X. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.



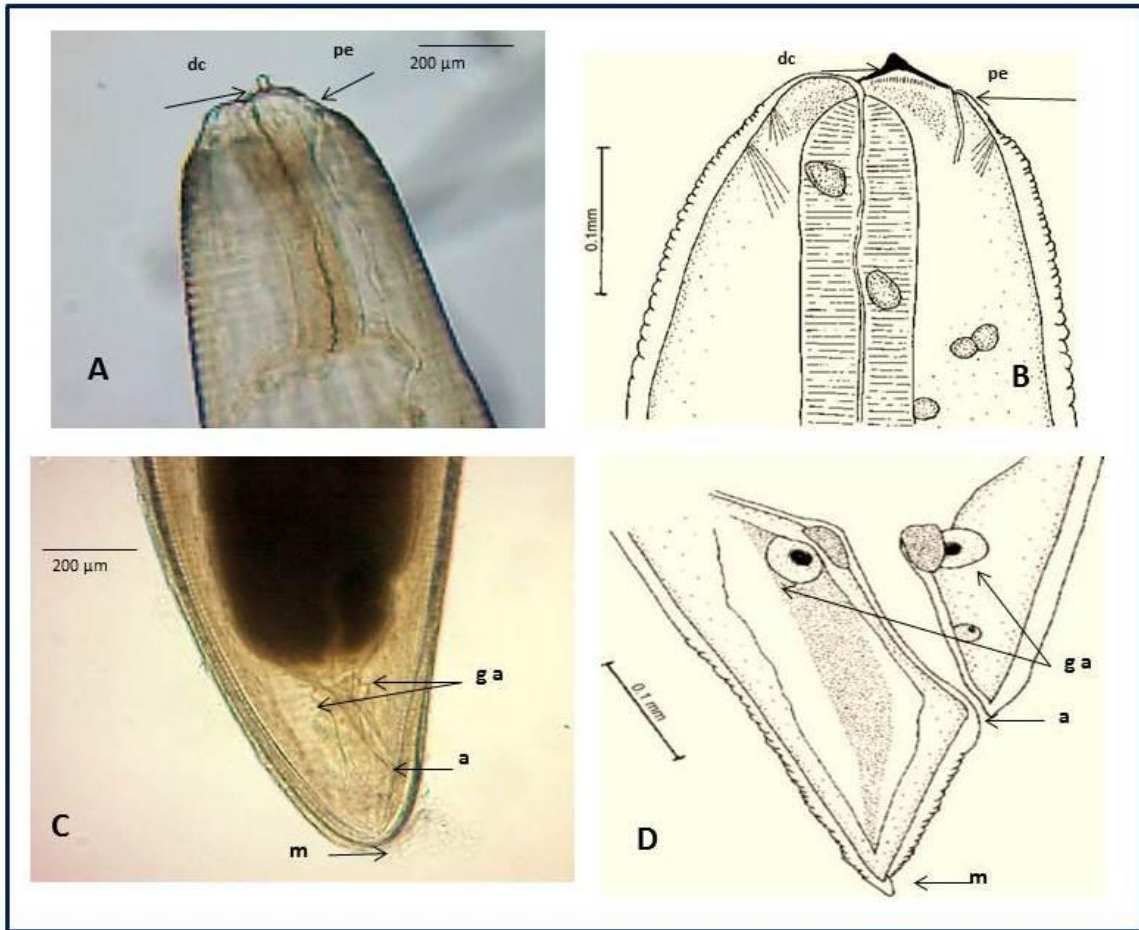
**Figura 28.** *Contraeaecum* sp. L3 aislada de *Plagioscion magdalenae* (Pácora) del complejo hídrico de San Marcos **A.** Extremo anterior (dc: diente cuticular, pe: poro excretor, lb: labio dorsal) 40X. **B.** Extremo anterior (an: anillo nervioso, ci: ciego intestinal, es: esófago) 10X. **C.** Parte intermedia (es: esófago, v: ventrículo, av: apéndice ventricular, in: intestino) 10X. **D.** Extremo posterior (a: ano, m: mucrón) 40X. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.



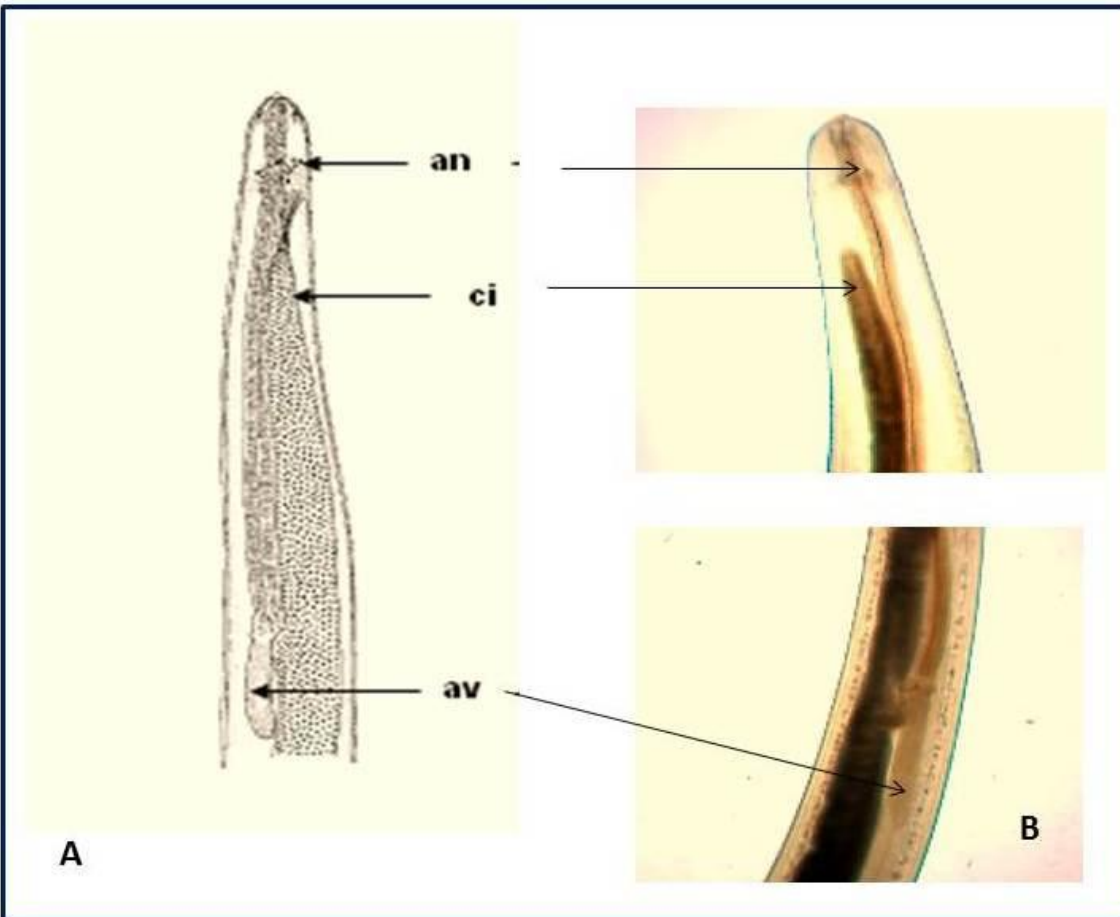
**Figura 29.** *Contracaecum* sp. L3 aislada de *Ageneiosus caucanus* (Doncella) del complejo hídrico de San Marcos **A.** Extremo anterior (**dc**: diente cuticular, **pe**: poro excretor, **lb**: labio dorsal, **an**: anillo nervioso) 40X. **B.** Extremo anterior (**an**: anillo nervioso, **ci**: ciego intestinal, **es**: esófago) 40X. **C.** Parte intermedia (**es**: esófago, **v**: ventrículo, **av**: apéndice ventricular, **in**: intestino) 40X. **D.** Extremo posterior (**a**: ano, **m**: mucrón) 40X. Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.



Las figuras 30 y 31 muestran cómo los nemátodos identificados microscópicamente corresponden a *Contraecum* sp., de acuerdo con las claves sugeridas por Martins *et al.* (2005).



**Figura 29.** Comparación de larva de *Contraecum* aisladas de *Hoplias malabaricus* del complejo hídrico de San Marcos **A y C**) y de *H. malabaricus* de pantanos occidentales de Maranhao, Brasil (Martins *et al.*, 2005) (**B y D**). **A-B.** Extremo anterior de *Contraecum* (**dc**: diente cuticular, **pe**: poro excretor). **C-D.** Extremo posterior de *Contraecum* (**a**: ano, **m**: mucrón, **ga**: glándulas anexas). Fuente: L.M. Wadnipar-Cano.



**Figura 30.** Comparación de larvas de *Contracaecum* aisladas de *Hoplias malabaricus* de pantanos de Maranhao, Brasil (Martins *et al.*, 2005) (**A**); y de *H. malabaricus* del complejo hídrico de San Marcos (**B**) (**an**: anillo nervioso, **ci**: ciego intestinal, **av**: apéndice ventricular). Fuente L.M. Wadnipar-Cano.

De otro lado la tabla 3 muestra los parámetros e índices morfométricos de los parásitos aislados de los peces a manera de información complementaria para la identificación del *Contracaecum* sp.

Espece	$\alpha$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\gamma$	X	D1	D2	Z
<i>Sorubim cuspicaudus</i> (Blanquillo o bagre Blanco)	47,32 ± 7,70	11,37 ± 0,54	93,83 ± 8,08	108,310 ± 10,79	31,44 ± 1,78	116,9 ± 72,84	1,35 ± 0,87	5,88 ± 4,42
<i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> , Bagre Pintado	46,2 ± 3,04	12,90 ± 0,85	111,74±4 ,44	109,95 ± 3,77	43,98 ± 2,41	55,49 ± 2,53	0,50 ± 0,02	1,43 ± 0,21
<i>Hoplias malabaricus</i> (Moncholo)	40,54 ± 1,98	12,44 ± 0,70	12,44 ± 0,70	111,36 ± 0,52	36,93 ± 2,23	50,81 ± 3,54	0,48 ± 0,049	1,49 ± 0,15
<i>Caquetaia kraussii</i> (Mojarra Amarilla)	36,47 ± 7,70	11,41 ± 0,37	86,49 ± 5,06	81,78 ± 4,91	39,44 ± 1,74	51,82 ± 10,59	0,75 ± 0,20	1,32 ± 0,23
<i>Plagioscion magdalenae</i> (Pacora)	33,50 ± 1,71	11,31 ± 0,50	86,58 ± 6,19	84,21 ± 5,09	33,39 ± 2,24	119,98 ± 77,93	1,55 ± 0,89	5,81 ± 4,43
<i>Ageneiosus caucanus</i> (Doncella)	42,17 ± 4,30	17,72 ± 0,80	128,88± 0,91	101,51 ± 4,84	37,89± 3,19	51,65 ± 4,07	0,42 ± 0,04	1,54 ± 0,19

**Tabla 3.** Parámetros e índices morfométricos de los parásitos aislados de los peces a manera de información complementaria para la identificación del *Contracaecum* sp.

## 6. Conclusiones

- ❖ Se puede inferir con gran precisión que en efecto el único género de anisákido aislado de los peces del presente estudio fue la L3 de *Contracaecum* sp
- ❖ Se deduce que las condiciones de los sitios de muestreo fueron similares, porque no existen diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0,05$ ) entre estos y el factor de condición de las especies de peces estudiadas con excepción del Blanquillo.
- ❖ El mayor número de parásitos se aislaron del mesenterio intestinal y uno que otro quiste en hígado
- ❖ De las seis especies estudiadas, el Blanquillo tuvo la mayor prevalencia (100%), seguido del moncholo con un 98,33 %. De otro lado, la Mojarra Amarilla y el Bagre Pintado se encuentran en un segundo lugar de prevalencia con un índice del 95%, mientras que la Pacora y Doncella fueron las especies que presentaron un menor índice de prevalencia parasitaria con un 46,7% y 23,3% por ciento respectivamente. Esto permite categorizar a las cuatro primeras especies como las de mayor contribución al ciclo del *Contracaecum* sp
- ❖ El Bagre Pintado presentó la mayor abundancia parasitaria con un promedio de  $(21,03 \pm 2,49)$ , seguida del Moncholo  $(19,1 \pm 1,9)$  y el Blanquillo  $(15,0 \pm 1,1)$ .
- ❖ Las especies que pueden constituirse en riesgo para la salud humana por su grado de infestación y abundancia parasitaria y su masivo consumo son el Bagre Pintado, el Moncholo, el Blanquillo y la Mojarra Amarilla.



## 7.Recomendaciones

- ❖ Realizar la evisceración inmediatamente posterior a su captura, antes de llegar a los puertos de desembarco, ya que en un pescado parasitado, la mayoría de los nemátodos se localizan en las vísceras y se puede presentar localización en musculo, como consecuencia de la migración larvaria.
- ❖ Es conveniente someter a algún tipo de tratamiento a las vísceras antes de eliminarlas, con el fin de interrumpir el ciclo biológico; ya que al arrojaras al agua puede suponer un aumento de la prevalencia e intensidad parasitaria de los peces que se alimentan de ellas.
- ❖ Se recomienda consumir el pescado frito o bien cocido, evitando su consumo a medio cocer, o someterlo a una congelación previa por al menos 24 horas a su consumo o preparación culinaria sin tratamiento térmico como el marinado, vinagre, salado, curado, ahumado, entre otros.
- ❖ Involucrar a las entidades ambientales y sanitarias que se encuentren en el municipio como CORPOMOJANA e ICA, para que en primera instancia se encarguen de divulgar los resultados de este estudio y promover las buenas prácticas de consumo y preparación del pescado que puedan representar riesgo de anisakidosis humana.
- ❖ Realizar estudios futuros que involucren por un lado dos épocas de muestreo (época de lluvia y sequía) con el fin de determinar si existen diferencias

significativas en los índices de infestación parasitaria; y por otro lado, investigar la presencia de estos nemátodos anisákidos en mamíferos, aves y reptiles del complejo hídrico de San Marcos para esclarecer el ciclo de vida de estos parásitos.

## Bibliografía

- Abaunza, P.; Villamor, B. & J.R. Pérez. (1995). Infestation by larvae of *Anisakis Simplex* (Nematoda: Ascaridata) in horse mackerel, *Trachurus trachurus*, and Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*, in ICES Divisions VIIIb, VIIIc and IXa (N-NW of Spain). *Scientia Marina*, 59(3-4): 223-233.
- Abollo, E., Gestal, C. & Pascual, S. (2001). Anisakid infection in the European shag *Phalacrocorax aristotelis aristotelis*. *J. Helminthol.* 75:209–214.
- Ajiaco, R.E., Ramírez, H. & Álvarez-León, R. (2002). *Pseudoplatystoma fasciatum*. Pp. 97–101 *In: Mojica, J.I., Castellanos, S., Usma, S., Álvarez, R. (eds.). (2002). Libro Rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, D.C., Colombia. 285 p.*
- Alonso, A., Daschner, A. & Moreno-Ancillo, A. (1997). Anaphylaxis with *Anisakis simplex* in gastric mucosa. *N Eng J Med.*, 337:350-351.
- Álvarez-León, R. (2007). Asociaciones y patologías en los peces dulceacuícolas, estuarinos y marinos de Colombia: aguas libres y controladas. *UDC-Bol. Cientif. del Museo de Historia Natural*, 11: 74-125.
- Alvarez-Pellitero, P. (1988). Enfermedades producidas por parásitos en peces. in: *Patología en Acuicultura*, Espinosa de los Monteros, J. & Labarta, U. (eds). CAICYT, Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura, Madrid, pp.215-326.
- Anderson, R.C., Chabaud, A.G. & Willmott, S (1974). CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates. Nº 2. *Keys of the Ascaridoidea*. U.K: CAB International Farnham Royal, Nº 1-10.

- Anderson, R. (1992). Nematodes parasites of vertebrates. Their development and transmission. UK. C.A.B International pp: 256-270.
  - Anderson, R. C. (2000). Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K., 650 p.
  - Anzola, E. (1977). Contribución al conocimiento biológico del blanquillo "*Sorubim lima*" (Bloch, 1801). Inderena. Bucaramanga (Sant.), Colombia. 126 p.
  - Aragort, W. (2003). Parásitos anisákidos en peces de interés comercial y su riesgo para la salud. CENIAP HOY No. 2. ISSN: 1690-4117. Maracay, (Aragua), Venezuela.
  - Ardila, M., Suárez, C., Fernández, A. (1997). Contribución al Conocimiento de la dinámica poblacional del recurso íctico del río San Jorge. Fondo FEN-Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia. 140 p.
  - Ash, L.R. & Orhial, T.C. (1991). Parasites: A guide to laboratory procedures and identification. Am. Soc. Of Clin. Path. Chicago, 328 p.
  - Ashfield, L.A., Pottinger, T.G. & Sumpter, J.P. (1998). Exposure of female juvenile rainbow trout to alkylphenol compounds results in modifications to growth y ovosomatic index. *Eviron. Toxicol. Chem.* 17(3): 679-686.
  - Audicana, M.T. (2002). *Anisakis simplex* y alergia alimentaria. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. 2002
  - Baeza, M.L., Zubeldia, J.M. & Rubio, M. (2001) *Anisakis simplex* Alergy. *ACI International*, 13(6):242- 249.
  - Banquett-Cano, C., Juris-Torregrosa, G., Olaya-Nieto, C.W., Segura-Guevara, F.F., Brú-Cordero, S.B., Tordecilla-Petro, G. (2005). Hábitos alimenticios del Moncholo *Hoplias malabaricus* Bloch (Pisces: Erythrinidae) en la Ciénaga Grande de Lórica, Sistema río Sinú, Colombia. *Dahlia-Rev Asoc Colomb Ictiol.* 8:79-88.
  - Baldiris, R. (2005). Caracterización molecular (PCR – RFLP) de nemátodos de la familia Anisakidae aislados en peces (*Mugil incilis*) de la bahía de Cartagena. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina. Universidad de Cartagena.
- Berland, B. (1998). Biology of *Hysterothylacium* species. 1998 IX International Congress of Parasitology, Makuhari Messe (Chiba) Japan, August 24-28: 373-378.
- Buitrago–Suárez, U.A. (2006) Anatomía comparada y evolución de las especies de *Pseudoplatystoma* Bleeker 1762. *Rev Acad. Colombiana de Ciencias XXX.* (114): 117-141.

- Buitrago-Suárez U.A. & B.M. Burr. (2007). Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa*. 1512:1-38.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotza, J.M. & Shostakaw. (1997). Parasitology meets Ecology on its own term: *Journal of Parasitology* 83 (4): 575-583.
- Carvajal. J. & Cattán, P.E. (1985). A study of Anisakid infection in the Chilean hake *Merluccius gayi* (GUICHENOT, 1848). *Fisheries Research*, 3:245- 250
- Castro D. 1964. Peces del río Putumayo: sector de Puerto Leguízamo. CORPOAMAZONIA. Mocoa, Colombia. 174 p.
- Cheng, T. (1982). Anisakiasis. Handbook series in zoonoses: parasitic zoonoses. 2: 37-52.
- Consuegra-Solórzano, A. (2009). Parásitos Nemátodos-Anisákidos en Peces Y Aves Piscívoras del Complejo Cenagoso De Caimito En El Departamento De Sucre Colombia. Tesis de Maestría SUE Caribe, sede Cartagena.
- Cordero del Campillo, M. & Rojo, F. (1999): *Parasitología Veterinaria*, 1ª Edición, Editorial McGraw-Hill, Interamericana. Madrid (España)
- CORPOMOJANA & Universidad de Sucre. (2007). Proyecto: Análisis y Evaluación de la Dinámica Pesquera en el Bajo San Jorge y la Mojana. San Marcos- Sucre. Falta la Ciudad, Inf. Técnico, 34 p.
- Cruz-Merchán, P. (1985). Ecto y endoparásitos causantes de enfermedades infecto-contagiosas y su control en *Corydoras metae* y *Corydoras aenus*: Tesis, Pontificia Univ. Javeriana, Fac. Ciencias. 113 p.
- Dahl G. (1971). Los peces del norte de Colombia. Ministerio de Agricultura. Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente INDERENA. Bogotá D.E., Colombia, 391p.
- Dahl, G., Medem, F. (1997). Informe sobre la fauna acuática del Río Sinú. Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú. Departamento de Investigaciones Ictiológicas y faunísticas. Bogotá, Colombia. 1964. Castro D. Peces del río Putumayo: sector de Puerto Leguízamo. CORPOAMAZONIA. Mocoa, Colombia, 174 p.

- Domínguez-Ortega J. & Martínez-Cócera C. (2000) Guía de actuación en patología producida por *Anisakis*. *Alergol. Inmunol. Clín.*, 15: 267-272.
- Driedzic WR, y Phleger CF, Fields JHA, French C. (1978). Alterations in energy metabolism associated with the transition from water to air breathing in fish. *Can J Zool.* 56(4):730-735.
- Ferrer, I. (2001). Anisakiosis y otras zoonosis parasitarias transmitidas por consumo de pescado. *AquaTIC*, 14: 1-21.
- Galvis, G., Mojica, J.I., Camargo, M. (1997). Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte. Bogotá, Colombia.
- Garay, Y. (2013). Evaluación de la exposición a metil mercurio en habitantes del municipio de San Marcos Sucre debido a la ingesta de alimentos contaminados. *Tesis Profesional. Programa de Biología. Universidad de Sucre.*
- Gibson, D. I. (1983). The Systematics of Ascaridoidea Nematodes. A current assessment. In Stone AR Platt HM, Khalil LF. *Concepts in Nematode Systematics*. London: Academic.Press. 321-338.
- Godoy, M. (1975). Peixes do Brasil. Subordem Characoidei, Bacia do río Mogi Guassu. Editora Franciscana. Piracicaba, Brasil. Vol. 3.
- Hartwich, G. (1974). Keys to the genera Ascaridoidea. *In: Anderson, R.C., Chaubaud, A. & Willmott, S. (eds.). CIH Keys to the nematodes parasites of vertebrates, nº2. Commonwealth Agriculture Bureaux, Farmham Royal, Bucks, England*
- Hurst, R.J. (1984). Identification and description of larval *Anisakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (Anisakidae: Nematoda) from New Zealand waters. *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.*, 18:177-186.
- Iglesias, R. 1998. La anisakirosis y su tratamiento. Tesis Doctoral. (Ed. Ubeira, F.M.), Imprenta Universitaria, Santiago de Compostela, 144 pp.
- Iglesias, L., Valero, A., López-Cuello, M.M., Benítez, R. & Adroher, F.J. (1996). *Flordosentis elongates* y *Contracecum* sp., parásitos de lisas (*Mugil incilis*) de Cartagena de indias, Colombia. I Congreso virtual de farmacia. Free contributions, C40.
- Incorvaia, I.S. & Hernández, D.R. (2006). Nematodes parásitos como indicadores biológicos de *Macruronus magellanicus* (Parasites nematodes as biological tags

- of *Macruronus magellanicus*). Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata (Argentina), Inf. Técnico 61, 36 p.
- Ishikura, H., Kikuchi, K., Nagasawa, K., Ooiwa, T., Takamiya, H., Sato, N. & Sugane, H. (1993). Anisakidae and Anisakiosis. *Clinical Parasitology*. 3: 43-102.
  - Kinkelin, P., Michel, Ch. & Ghittiono, P. (1991). Tratado de las enfermedades de los peces. Edit. Acribia, Zaragoza (España).
  - Koponen, K., Myers, M. S., Ritola, O., Huuskonen, S.E., & Lindstrom-Seppa, P. (2001). Histopatology of feral fish from a PCB-contaminated freshwater lake. *Ambio*. 30(3): 122-126.
  - López- Peñas, D., Ramírez, LM; del Rosal R; López, F; Fernández-Crehuet Navajas, R. & Miño G. (2002). Anisakiasis en España: Una enfermedad creciente. *Rev. Gastroenterol. Hepatol*. 23 (6):307 -311 p.
  - Manjarres, G. (2005). Infestación por anisákidos y lesiones histopatológicas asociadas, durante el desarrollo de *Mugil incilis*. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina. Universidad de Cartagena.
  - Martins, M.L., Onaka, E.M., & Fenerick, J. (2005). Larval *Contracaecum* sp. (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* Osteichthyes:Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhão, Brazil. *Vet Parasitol*. 127(1): 51-59 p.
  - Nagasawa, K. (1990). The life cycle of *Anisakis simplex*: a review. In: Ishikura H, Kikuchi K (eds) Intestinal anisakiasis in Japan. Infected fish, sero-immunology, diagnosis, and prevention. Springer, Tokyo Berlin Heidelberg, 31-40 p.
  - Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J.C., A. M. & Schand, G.A. (1982). The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of American society of parasitologists). *J. Parasitol*. 68,131-133 p.
  - Martín-Sánchez, J., Artacho-Reinoso, M.E., Díaz-Gavilán, M. & Valero-López, A. (2005). Structure of *Anisakis simplex* s.l. populations in a region sympatric for *A. pegreffi* and *A. simplex*, absence of reproductive isolation between both species. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 141:155–162.
  - Martínez, E., Loaiza, L. & Bastidas, G. (2009). Anisakiosis. *Comunidad y Salud*, 7 (1): 18-22 p

- McClelland, G., Misra, R. K. & D. J. Martell. (1990). Larval anisakine nematodes in various fish species from Sable Island Bank and vicinity, p 83-118. In W. D. Bowen (ed.) Population biology of sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) in relation to its intermediate and seal hosts. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, 222.
- Mehlhorn H. (2008): Encyclopedia of Parasitology, Berlín, Tercera edición, Editorial Springer. Bochum (West Germany), 338 p.
- Miles, C. (1947). Peces del río Magdalena. Ministerio de Economía Nacional, Sección de Piscicultura, Pesca y Caza. Bogotá (D.E.), Colombia. 214 p.
- Mojica, J. I.; J. S. Usma; R. Álvarez-León & C. A. Lasso (eds). (2012). Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia 2012. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales. Bogotá, D. C., Colombia, 319 p.
- Moller, H. & Anders, K. (1986). Diseases and parasites of marine fishes. Edit. Verlag Moller, Kiel, 365 p.
- Moravec, F., Kohn A. & Fernandes B.M. (1993). Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascarioidea, Habronematoidea and Acuarioidea. Folia Parasitol., 40: 115-134.
- Moravec, F.; Nagasawa, K. & Urawa, S. (1985). Some fish nematodes from fresh Waters in Hokkaido, Japan. Folia Parasitologica (Praha). 32: 305-316.
- Moreno, C.W. & J. Castilla, (1976): Guía para el reconocimiento y observación de peces de Chile. Expedición Chile, Editorial nacional Gabriela Mistral.
- Moreno-Ancillo, A., Caballero, M.T., Cabanas, R., Contreras, J., Martin-Barroso, J.A., Barranco, P., & López-Serrano, M.C. (1997). Allergic reactions to Anisakis simplex parasitizing seafood. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 79:246-50.
- Nelson, J.S. (1994). Fishes of the world John Wiley and Sons. New York, USA. 2<sup>a</sup> edición. 523p.
- Olaya-Nieto, C.W., Segura-Guevara, F., Bru-Cordero, S. & Blanco-Viellar, H. (2003). Biología reproductiva de la doncella *Ageneiosus pardalis* Lütken, 1874) en el Río Sinú, Colombia. *Memorias VII Simposio Colombiano de Ictiología*. Montería, Colombia. 2003 (resumen).



- Olaya-Nieto, C., Solano, J.M., Quirós, H. & Atencio-García, V. (1998). *Evaluación de la conducta migratoria de los peces trasladados aguas arriba de la Represa de Urrá*. Montería, Colombia: CINPIC/ Universidad de Córdoba. Informe presentado a Urrá S.A. E.S.P. Montería
- Olivero-Verbel, J., Baldiris, R. & Arroyo, B. (2005). Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena Bay and Totumo Marsh, North of Colombia. *J Parasitol.* 91(5):1109-1112.
- Olivero-Verbel, J., Baldiris-Avila, R., Guette-Fernandez, J., Benavides-Álvarez, A., Mercado-Camargo, J. & Arroyo-Salgado, B. (2006). *Contracaecum* sp. infection in *Hoplias malabaricus* (Moncholo) from rivers and marshes of Colombia. *Vet Parasitol.* 140(1-2):90-97. En: Parásitos en peces Colombianos. Editorial Universidad de Cartagena. ISBN: 978 - 958 - 44 - 3888 - 1
- Olson, A.C., J.R., Lewis, M.D. & Hauser, M.L. (1983). Proper identification of nisakineworms. *American Journal of Medical Technology*, 49: 111-114.
- Ortega-Lara, A., Aguiño, A. & Sánchez, G.C. (2002). Caracterización de la ictiofauna nativa de los principales ríos de la cuenca alta del río Cauca en el departamento del Cauca. *Biota Colombiana* 7(1)39-54
- Osanz, A.C. (2001). Presencia de larvas de anisákidos (nematoda: ascaridoidea) en pescado de consumo capturado en la zona pesquera de Tarragona. Tesis Doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria. Bellaterra. 147p.
- Otero, R., Solano, J., González, A. & Zappa, F. (1986). Migración de peces del Río Sinú. CINPIC, Universidad de Córdoba. Informe presentado a Corelca. Montería, Colombia. 106 p.
- Pardo, C., Zumaqué, A., Noble H. & Suárez, H. (2008). *Contracaecum* sp (Anisakidae) en el pez *Hoplias malabaricus*, capturado en la Ciénaga Grande de Lórica, Córdoba. *Rev. MVZ Córdoba*, 13 (2):1304-1314.
- Pardo C., Pardo, C., Núñez, D., Barrios, R., Prieto, M. & Atencio-García, V. (2009). Índices parasitarios, y descripción morfológica de *Contracaecum* sp (Nematoda: Anisakidae) en blanquillo *Sorubim cuspicaudus* (Pimelodidae) del río Sinú. *Rev. MVZ Córdoba* 14(2):1712-1722.
- Pereira-Bueno, J. 1992. Algunos aspectos de la epidemiología y prevención de la anisakiosis. Junta de Castilla y León. Consejería de Sanidad y Bienestar Social. Dirección General de Salud Pública. Valladolid, España. 52 p.

- Pereira, J. & Ferre, I. (1997). Parásitos del pescado. Eds: Conserjería de Sanidad y Bienestar Social. Junta de Castilla y León (Government of Castile, Spain). pp: 5, 24-29. · Pilz, H., (1937). Arrmermale am Darmkanal des Haugeflügels (Gans, Ente, Huhn, and Taube). Morph. Jahrb., 79:275-304.
- Alcaldía Municipal de San Marcos, Sucre. (2000). Plan Básico de Ordenamiento Territorial, PBOT. 101p.
- Plan de gestión ambiental regional - CORPOMOJANA 2002-2012. Documento final fase I San Marcos, Enero de 2002.
- Quijada, J., Lima, C. & Avdalov, N. (2006). Enfermedades parasitarias por consumo de pescado. Incidencia en América Latina. INFOPECA internacional, 24: 16-23.
- Rello, F.J., Adroher, F.J. & Valero, A. (2004). Anisákidos parásitos de peces comerciales. Riesgos asociados a la salud pública. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*. 17: 173 – 197.
- Robert, R. (1981): Patología de los peces. Editorial Mundi-Prensa. Madrid (España).
- Roberts, L.S. & Janovy, J. (1996). G.D. Schmidt & L.S. Roberts. *Foundations of Parasitology*, 5<sup>th</sup> edition. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, IA. 659 p.
- Rodrick, G.E. & Cheng, T.C. 1989. Parasites occurrence and significance in marine animals. *Food Technology*, 11: 98-202.
- Rodríguez-Gómez, H., 1981. Parásitos piscícolas, en aguas continentales de Colombia. INDERENA-Subgerencia de Pesca y Fauna Terrestre. Bogotá D.E. (Colombia), 35 p.1981.
- Salinas, Y. & Agudelo, E. (2000). Peces de importancia económica en la cuenca Amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. Leticia (Amaz.) Colombia, 140 p.
- Salcedo, J., Manchego. W. & Contreras. 2009). Lesiones histopatológicas asociadas a nemátodos anisákidos en *Plagioscion magdalenae*, *Leporinus*

*muyscorum*, y *Egretta alba* del complejo cenagoso de Caimito. Tesis Profesional. Departamento de Biología. Universidad de Sucre.

- Schmitt, D., Kumke, M, Seibel, F. & Frimmel, F. (1999). The influence of natural organic matter (NOM) on the desorption kinetics of pyrene and naphthalene from quartz. *Chemosphere*, 38 (12): 2807-2824.
- Shih, H.H. & Jeng, M.S. (2002). *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda: Anisakidae) Infecting a Herbivorous Fish, *Siganus fuscescens*, off the Taiwanese Coast of the Northwest Pacific. *Zoological Studies*. 41(2): 208-215.
- Stromnes, E. & Andersen, K. (1998). Distribution of whaleworm (*Anisakis simplex*, Nematoda, Ascaridoidea) L3 larvae in three species of marine fish: Saithe (*Pollachius virens* L.), Cod (*Gadus morhua* L.) and, Redfish (*Sebastes marinus* L.) from Norwegian waters. *Parasitol. Res.*, 84: 281-285.
- Taphorn, D. (1992). The characiform fishes of the Apure River drainage, Venezuela. *BioLlania*. Spe. Edition. 1992; 4: 1-537.
- Torres, P., Moya, R. & Lamilla, J. (2000). Nematodos anisákidos de interés en salud pública en peces comercializados en Valdivia, Chile. *Arch. med. vet.*, 32 (1):107-113.
- Usma, J. S., M. Valderrama, M. D. Escobar, R. E. Ajiaco-Martínez, F. Villa-Navarro, F. Castro, H. Ramírez-Gil, A. I. Sanabria, A. Ortega-Lara, J. Maldonado-Ocampo, J. C. Alonso y C. Cipamocha. (2009). Peces dulceacuícolas migratorios en Colombia. Pp. 103 – 131. En: Naranjo L.G. & J.D. Amaya (Eds). (2009). Plan Nacional de las especies migratorias. Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF. Bogotá D.C. Colombia. 214 p.
- Ubeira, F.M., Valiñas, B., Lorenzo, S., Iglesias, R., Figueiras, A. & García-Villaescusa, R. 2000. Anisakiosis y alergia. Un estudio seroepidemiológico en la comunidad Autónoma Gallega. Documentos Técnicos de Salud Pública. Consellería de Sanidade e Servicos Sociais. Xunta de Galicia. Serie B, nº 24, 102 p.
- Valero, A., Paniagua, M. I., Hierro, I. Díaz, V., Valderrama, M. J., Benítez, V. & Adroher, F. J. (2006). Anisakid parasites of two forkbeards (*Phycis blennoides* and *Phycis phycis*) from the Mediterranean coasts of Andalucía (Southern Spain). *Parasitol. Int.*, 55:1–5.
- Valderrama, M., Zarate, M., Vera, G., Moreno, C., Caraballo, P. & Martínez, J. (1988). Determinación de la talla media de madurez y análisis de la problemática

con referencia a las tallas medias de captura del bagre rayado (*Pseudoplatystoma fasciatum*) Linnaeus 1766 (Pisces: Pimelodidae) en la cuenca del río Magdalena, Colombia. *Trianea (Act. Cienc. Tecn. de INDERENA)* 2: 537-549.

- Villadiego, P., Ortiz-Villafañe, E. & Atencio-García, V.J. (2004). Evaluación del régimen alimentario del bagre blanco *Sorubim cuspicaudus* (Pisces: Pimelodidae) en el bajo río Sinú, Colombia. *Dahlia-Rev Asoc Colomb Ictiol.*, 7: 13-21.
- Yamaguti, S. (1961). System helminthum. (The nematodes of vertebrates). *Interscience*, Nueva York. 3(1, 2):1262.
- Welcomme R.L. (1985). River fisheries. FAO, Fish. Tech. Paper, 262: 1-330.
- Wootton R. (1990). Ecology of teleost fishes. Chapman & Hall. London (England), 404.