PARÁSITOS EN PECES COLOMBIANOS:

Están enfermando nuestros ecosistemas?

JESÚS OLIVERO VERBEL. Ph.D.
ROSA BALDIRIS AVILA. M.Sc.

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS
GRUPO DE QUÍMICA AMBIENTAL Y COMPUTACIONAL
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CANAL DEL DIQUE (CARDIQUE)

Universidad de Cartagena

Rector:
Dr. GERMÁN SIERRA ANAYA

Vicerrector de Investigaciones:
Dr. ALFONSO MÚNERA CAVADÍA

Vicerrector Académico:
Dr. EDGAR PARRA CHACÓN

Vicerrector Administrativo
ROBINSON MENA ROBLES

Secretaria General
Dra. MARLY MARDINI LLAMAS

Decano Facultad de Ciencias Farmacéuticas
Dr. GABRIEL ACEVEDO DEL RÍO

Director General de CARDIQUE
Dr. AGUSTÍN CHÁVEZ PÉREZ

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio, sin previa autorización escrita de sus autores.

Derechos reservados. 2008
Universidad de Cartagena:
Jesús Olivero Verbel y Rosa Baldiris Avila.

Redacción: Jesús Olivero Verbel.
Diseño portada: Angelica Semacarit y Karina Caballero Gallardo.
Diagramación Electrónica: Karina Caballero Gallardo y Angelica Semacarit.
Fotografías de portada: Jesús Olivero Verbel.
Mapas: Nikka Montoya Rodríguez e Hilario Avila Marrugo.
Editor: Jesús Olivero Verbel.
Docente Facultad de Ciencias Farmacéuticas
Universidad de Cartagena

ISBN: 978 - 958 - 44 - 3888 - 1
Editorial Universidad de Cartagena
Impresión **ALPHA** Impresores Ltda.

Contenido

Presentación vii
Prólogo viii

Capítulo 1. Introducción 9
1.1. Parásitos en peces 10
1.2. Clasificación taxonómica de nemátodos Anisakidae 11
1.3. Distribución de nemátodos en peces 12
1.3.1. Localización de larvas 12
1.3.2. Características morfológicas generales de nemátodos Anisákidos 12
1.4. Infección humana por nemátodos Anisákidos 17
Referencias 20

Capítulo 2. Presencia de nemátodos *Contracaecum sp*. en Moncholo (*Hoplias malabaricus*) procedentes de cuerpos de agua del litoral Atlántico 25
2.1. Introducción 26
2.2. Materiales y métodos 27
2.2.1. Recolección de las muestras 27
2.2.2. Análisis morfométrico de pescados e identificación de las larvas 27
2.2.3. Análisis de datos 28
2.3. Resultados 28
2.4. Discusión 33
Agradecimientos 36
Referencias 36

Capítulo 3. Parásitos en Rubio (*Salminus affinis*) de las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge 41
3.1. Introducción 42
3.2. Materiales y métodos 43
3.2.1. Área de estudio y recolección de especímenes 43
3.2.2. Reconocimiento de parásitos en Rubio 44
3.2.3. Identificación taxonómica de los parásitos 44
3.2.4. Evaluación del grado de infección parasitaria 44
3.2.5. Presentación y análisis de la información 44
3.3. Resultados 44
3.3.1. Características morfométricas e índices parasitarios encontrados en Rubio 44
3.3.2. Grado de infección parasitaria por nemátodos en Rubio de los ríos Sinú y San Jorge 47
3.4. Discusión 48
Agradecimientos 49
Referencias 50

Capítulo 4. Nemátodos Anisákidos en Lisas (*Mugil incilis*) de la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo, Costa Atlántica Colombiana 53
4.1. Introducción 54
4.2. Materiales y métodos 54
4.2.1. Recolección de muestras 54

4.2.2. Análisis morfométrico, evaluación de índices parasitarios e identificación de nemátodos 54
4.2.3. Análisis estadístico 55
4.3. Resultados 55
4.4. Discusión 58
Agradecimientos 60
Referencias 60

Capítulo 5. Nemátodos de la familia Anisakidae en especies ícticas de la bahía de Cartagena y el canal del Dique 63
5.1. Introducción 64
5.2. Materiales y métodos 65
5.2.1. Área de estudio 65
5.2.2. Sitios de muestreo y recolección de muestras 66
5.2.3. Análisis morfométrico de pescados e identificación de larvas 67
5.2.4. Análisis de datos 67
5.3. Resultados 67
5.3.1. Biometría e infección parasitaria por nemátodos en la bahía de Cartagena 67
5.3.2. Índices parasitarios en estaciones de la bahía de Cartagena 69
5.3.3. Biometría e infección parasitaria por nemátodos en pescados del canal del Dique 71
5.3.4. Índices parasitarios en estaciones del canal del Dique 72
5.3.5. Correlaciones entre parámetros morfométricos y abundancia parasitaria para especímenes capturados en la bahía de Cartagena y el canal del Dique 73
5.4. Discusión 75
Agradecimientos 79
Referencias 79

Capítulo 6. Merluzas (*Merluccius gayi*) parasitadas adquiridas en establecimientos comerciales de Cartagena y Barranquilla 85
6.1. Introducción 86
6.2. Materiales y métodos 90
6.2.1. Evaluación del contenido de parásitos 90
6.2.2. Medición de los índices parasitarios 90
6.2.3. Identificación de parásitos 90
6.2.4. Análisis de datos 90
6.3. Resultados 90
6.4. Discusión 95
Referencias 97

Capítulo 7. Parásitos en nuestro recurso pesquero: imágenes de archivo 103
7.1. Introducción 104

Capítulo 8. Comentarios finales, conclusiones y recomendaciones 115

Panel de Investigadores

La siguiente lista señala todos aquellos investigadores que directa o indirectamente han hecho posible el desarrollo de los estudios descritos en este texto.

AUTORES

Jesús Olivero Verbel, Ph.D.
Rosa Baldiris Avila, M.Sc.

PANEL DE INVESTIGADORES

Amparo Benavides Álvarez, Biologa.
Barbara Arroyo Salgado, M.Sc.
Dilia Galván Borja, Bióloga.
Ganiveth Manjarrez Paba, Bacterióloga. M.Sc.
Jairo Mercado Camargo, Q.F.
Jorge Guete Fernández, Q.F.
Karen Mejía Piñeres, Acuicultora.
Karina Caballero Gallardo, Ing de Alimentos.
Lia Barrios Garcia, MD.
Mayerlis Barrios Puerta, Ing. de Alimentos.
Sandra Pardo Carrasco, Ph.D.
Santiago Duque Escobar, Biólogo. M.Sc.
Victor Atencio García, Ing. Pesquero. M.Sc.
Yhan Pacheco Londoño, Acuicultor.
Yullys Navarro Viloria, Acuicultora.

Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a las siguientes entidades y personas:

•La Universidad de Cartagena y su Facultad de Ciencias Farmacéuticas, por brindarnos las condiciones y el apoyo necesario para investigar.

•CARDIQUE, por financiar parte de las investigaciones presentadas en este libro.

•COLCIENCIAS, por el apoyo a las iniciativas del Grupo de Química Ambiental y Computacional.

•Pescadores del Caribe Colombiano, con especial atención al señor Abel Avila Pérez, quienes siempre brindaron su máximo esfuerzo para conseguir los especímenes.

•Katia Acevedo Ruiz
•Alberto Arnedo Marrugo
•Hilario Avila Marrugo
•Fabio Calvo Anderson
•Carmen Castellar Martínez
•Ildefonso Castro Angulo
•Agustín Chávez Pérez
•Adolfo Consuegra Solorzano
•Karen Cruz Díaz
•Dilia Galván Borja.
•Antonio González Marrugo
•Beatriz Jaramillo Colorado
•Simonetta Mattiucci
•Nikka Montoya Rodríguez
•Mónica Moreno Contreras
•Luz Nerio Quintana
•William Ortiz Rivera
•Jorge Ropero Vega
•Angelica Semacarit
•Irina Tirado
•Nivis Torres Fuentes
•Berta Vásquez Iglesias
•Paola Vera Ospina
•Alvaro Viloria Romero

Presentación

Este libro, Parásitos en peces colombianos: Están enfermando nuestros ecosistemas?, de los profesores e investigadores Jesús Olivero y Rosa Baldiris, constituye un aporte fundamental para el desarrollo científico y académico de nuestra Institución, de la región y el país. Este libro simboliza la culminación de un gran esfuerzo individual y colectivo con disciplina investigativa, y de una valiosa experiencia y vocación de trabajo ampliamente reconocida en el ámbito académico.

Por la calidad de su contenido y la fiabilidad de sus conclusiones, esta obra enriquece el estado del arte en un tema cuyas implicaciones ambientales, sociales, económicas y de salubridad humana se debaten en la actualidad. Es innegable que una de las grandes preocupaciones del mundo contemporáneo se centra en los altos niveles de contaminación y degradación de los ecosistemas. O, en palabras de los autores, en la cada vez más evidente enfermedad de nuestros ambientes vitales.

Por lo anterior, desde la academia, el sector productivo y la población en general, se requiere construir reflexiones, debates y conciencias, con el fin de cuidar y preservar los recursos naturales, como insumos asociados al futuro de la naturaleza y, por ende, de la humanidad. En el caso del país, es necesario alertar sobre el deterioro de nuestros principales cuerpos de agua. La acción humana debe propender por darles a éstos un uso racional, orientado siempre hacia el desarrollo sostenible. A estas conclusiones y recomendaciones es posible acceder en el texto del los profesores Olivero y Baldiris.

La Universidad de Cartagena agradece el apoyo de CARDIQUE a las investigaciones sobre parasitismo en peces, las cuales se contemplan en este documento, e invita a la reflexión sobre los temas tratados; en particular, la necesidad de que los colombianos accedan a los recursos pesqueros con la confianza de que están utilizando insumos de buena calidad y no productos nocivos para la salud humana.

GERMÁN SIERRA ANAYA
Rector
Universidad de Cartagena

Prólogo

El deterioro del medio ambiente y el manejo inadecuado de los recursos biológicos que ofrecen los ecosistemas siempre están asociados con la disminución de la calidad de vida de las personas. Desde su creación, CARDIQUE ha implemetado diversos programas investigativos para estudiar y entender los problemas de contaminación de nuestra región, de tal forma que puedan aplicarse soluciones viables a los mismos. Dentro de este proceso, la colaboración con otras entidades gubernamentales y académicas, siempre ha generado iniciativas que están contribuyendo a mejorar las condiciones ambientales de nuestro entorno.

En la actualidad CARDIQUE tiene suscrito un convenio de colaboración interistitucional con la Universidad de Cartagena, el cual nos permitió apoyar gran parte de las investigaciones que aparecen reportadas en este libro. Los resultados descritos en detalle por los profesores Olivero y Baldiris, claramente señalan un problema en nuestros ecosistemas, muy probablemente desconocido para la mayoría de los Colombianos, y sobre el cual pocos autores han investigado en el país. La presencia de parásitos en peces, además de tener serias implicaciones ambientales y económicas, debe generar especial preocupación en el sector salud, como quiera que estos organismos pueden ser fuente potencial de enfermedades, por lo que debemos tomar acciones de prevención e intervención. En este sentido, la sugerencia realizada por los autores de prohibir en Colombia la venta de pescado con parásitos en músculo debe ser considerada seriamente y con la mayor urgencia posible.

CARDIQUE resalta la importancia de esta investigación para la región y el país, y refrenda su compromiso de seguir promoviendo y colaborando de forma integral en las actividades investigativas que en materia de protección ambiental realiza la Universidad de Cartagena, generando de esta forma las sinergias necesarias para fortalecernos como región, y que nos permitan afianzar y garantizar un desarrollo sostenible para las futuras generaciones.

AGUSTÍN CHÁVEZ PÉREZ
Director
CARDIQUE

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Este libro ha sido escrito para todas aquellas personas interesadas en conocer diferentes aspectos relacionados con el estado actual de nuestro medio ambiente, en particular la presencia de algunos parásitos con importancia en salud pública y ambiental, en peces de consumo humano en Colombia. Entre el gran número de parásitos que pueden encontrarse en los peces, este libro está circunscrito al filum Nematoda (Familia Anisakidae), con un capítulo dedicado al filo Myxozoa (Género *Kudoa*) y comentarios e imágenes preliminares de trabajos que estamos realizando con Tremátodos.

Este documento tiene como objetivo principal servir como un insumo académico para formular ideas que contribuyan con acciones responsables a la preservación y el uso sostenible de nuestros ecosistemas, de tal forma que podamos entregarlos en las mejores condiciones a las futuras generaciones. En el Capítulo 1, a manera de introducción, los autores hacen una descripción general de los parásitos Nemátodos de la familia Anisakidae, los cuales son los que con mayor frecuencia aparecen en peces de nuestros cuerpos de agua y que a su vez poseen un riesgo importante para la salud de los consumidores, listando al final los trabajos que nuestro grupo ha publicado al respecto en revistas indexadas y eventos académicos. El Capítulo 2 registra la presencia de nemátodos en Moncholo, una de las especies de peces más abundantes en ecosistemas de agua dulce en Colombia. En el Capítulo 3, invitamos al grupo del Profesor Victor Atencio García de la Universidad de Córdoba, para que mostrara sus resultados de investigación en nemátodos en Rubio, una especie en peligro de extinción. En este capítulo, nuestro grupo contribuyó con la identificación morfológica e histológica del parásito. El Capítulo 4 detalla los niveles de parasitismo por nemátodos Anisákidos en Lisas de la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo; mientras que en el Capítulo 5 hacemos una descripción del problema en especies comerciales de diferentes niveles tróficos, presentes en la bahía de Cartagena y el canal del Dique, proyecto el cual fue financiado por CARDIQUE. El Capítulo 6 está dedicado a la parasitosis por *Kudoa* en Merluza importada y comercializada en el país, un problema que requiere acciones urgentes por cuanto los parásitos son consumidos con el músculo del pez. Una pequeña muestra del material fotográfico que el grupo ha registrado con estas investigaciones es mostrada en el Capítulo 7, y finalmente el Capítulo 8 recoge las impresiones generales del documento y brinda un espacio para posibles recomendaciones y trabajos necesarios a desarrollar. Los autores agradecen la participación decisiva de los diferentes investigadores que hicieron parte de los trabajos reportados en cada capítulo, cuyos nombres aparecen listados con su respectiva afiliación al inicio de los mismos.

1.1. PARÁSITOS EN PECES

Los parásitos son organismos que dependen de otros para su nutrición y desarrollo. La presencia de los mismos en el hospedador (especie de la cual vive), algunas veces no genera alteraciones fisiológicas importantes. Sin embargo, evidencias científicas no sólo están sugiriendo multitud de problemas asociados con los efectos de los parásitos en los tejidos y órganos (Vuong *et al*., 1999), sino que han puesto al descubierto su relación con un número importante de enfermedades emergentes relacionadas con el consumo de alimentos (Torres *et al*., 2007; Keiser y Utzinger, 2005), debido al impacto de estos sobre la producción mundial de alimentos y la protección de la salud del consumidor (Gajadhar *et al*., 2006). Entre los productos con mayor riesgo de transmisión de parásitos a los humanos están los pescados (Chappuis y Loutan, 2006) y otros recursos derivados de ecosistemas hídricos tales como los moluscos, en particular aquellos que no han sido sometidos a procesos adecuados de remoción o destrucción de estos organismos.

La variedad de peces en los cuales pueden ser encontrados parásitos es inmensa y aumenta cada día, muchos de ellos son de importancia comercial. Entre las especies más representativas están la Merluza (*Merluccius hubbsi*) (Herreras *et al*., 2000), la Corvina (*Cilus gilberti)* (Torres *et al*., 2007), el Moncholo (*Hoplias malabaricus*)(Olivero *et al*., 2006), y la Lisa (*Mugil incilis*) (Olivero *et al*., 2005), entre otras. Aunque múltiples tipos de parásitos pueden estar presentes en una misma especie de pescado, los nemátodos, también conocidos como nematelmintos, tienen como principal característica morfológica un cuerpo redondo y alargado, además constituyen uno de los grupos de mayor importancia, no solo por su alta prevalencia y ubicuidad en los ecosistemas, sino por su potencial para generar enfermedades.

La presencia de nemátodos en peces ha sido documentada desde el siglo XIII (Myers, 1976), y su importancia socio-económica está basada en las consecuencias asociadas con enfermedades que pueden causar en humanos y animales (Iglesias *et al*., 1996; Ishikura *et al*., 1995; Van Thiel, 1960). Este hecho adquiere importancia en el año de 1960 cuando aparecen cambios significativos en la prevalencia de estos parásitos en peces, comprometiendo la calidad sanitaria y alimentaria de los mismos, con la consecuente disminución de divisas generadas por la industria pesquera (McClelland *et al*., 1985; Smith y Wootten, 1979).

Aunque muchas especies de parásitos infectan a los peces, sólo pocas especies de helmintos son zoonóticas (causan problemas de salud en humanos). Dentro de estas las más importantes son las larvas vivas de nemátodos Anisákidos (Chai *et al*., 2005; Bouree *et al*., 1995). Los nemátodos de la familia Anisakidae, están ampliamente distribuidos a lo largo del planeta en un gran número de organismos que involucra desde moluscos hasta mamíferos. La transmisión entre las especies de esta familia es llevada a cabo en el agua y por lo general incluye invertebrados acuáticos y peces como hospedadores intermediarios y paraténicos (Zhang *et al*., 2007; Anderson, 1992).

1.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE NEMÁTODOS ANISAKIDAE

La familia Anisakidae comprende 24 géneros, de los cuales tan solo algunos han sido reconocidos. Los más estudiados son los que conforman la subfamilia Anisakidae: *Anisakis*, *Contracaecum* y *Pseudoterranova* (Myers, 1975). En la Tabla 1.1 son mostrados los géneros de mayor interés.

Tabla 1.1. Nemátodos de la familia Anisakidae*.

Género	Especies
Anisakis	• *Anisakis brevispiculata* • *Anisakis paggiae* • *Anisakis pegreffi* • *Anisakis pegreffii* • *Anisakis physeteris* • *Anisakis simplex* (*herring worm*) • *Anisakis simplex 'C' SAN-2004* • *Anisakis simplex 'C' SD-2004* • *Anisakis simplex 'C' SM-2005* • *Anisakis typica* • *Anisakis ziphidarum* • *Anisakis sp.* • *Anisakis sp. 'greateramberjack'* • *Anisakis sp. NH1* • *Anisakis sp. pAsi56028-2* • *Anisakis sp. pAsi56028-3* • *Anisakis sp. SAN-2004* • *Anisakis sp. SM-2005* • *Anisakis sp. TMTP-2003*
Pseudoterranova	• *Pseudoterranova azarasi* • *Pseudoterranova bulbosa* • *Pseudoterranova cattani* • *Pseudoterranova ceticola* • *Pseudoterranova decipiens* (*codworm*) • *Pseudoterranova krabbei*
Contracaecum	• *Contracaecum eudyptulae* • *Contracaecum margolisi* • *Contracaecum microcephalum* • *Contracaecum micropapillatum* • *Contracaecum miroungae* • *Contracaecum multipapillatum* • *Contracaecum ogmorhini* • *Contracaecum osculatum* • *Contracaecum osculatum baicalensis* • *Contracaecum radiatum* • *Contracaecum rudolphii* • *Contracaecum septentrionale* • *Contracaecum spiculigerum* • *Contracaecum cf. spiculigerum* • *Contracaecum sp. CoA1* • *Contracaecum sp. SAN-2004*
Ophidascaris	• *Ophidascaris robertsi*
Phocascaris	• *Phocascaris cystophorae* • *Phocascaris phocae* • *Phocascaris sp. 112000*

Cont. Tabla 1.1. Nemátodos de la familia Anisakidae.

Género	Especies
Raphidascaris	• *Raphidascaris acus*
Terranova	• *Terranova Caballeroi* • *Terranova Scoliodontis*

***. The Comparataive Toxicogenomics Database (http://ctd.mdibl.org/).**

1.3. DISTRIBUCIÓN DE NEMÁTODOS EN PECES

Entre las especies marinas para las cuales han sido referenciados estos nemátodos encontramos los siguientes: Bacalao (*Gadus Morhua*), Sardina (*Sardina pilchardus*), Boquerón (*Engraulis encrasiocholus*), Arenque (*Sardinella aurita*), Salmón (*Salmo salar*), Abadejo (*Genypterus blacodes*), Merluza (*Merluccius merluccius*), Pescadilla (*Cynoscion striatus*), Rodaballo (*Psetta maxima*), Caballa (*Carans caballa*), Bonito (*Euthynnus lineatus*), Jurel (*Carans caninus*), Rape (*Lophius piscatorius*), Maruca (*Molva dypterygia*), Faneca (*Trisopterus Minutus capelanus*), Boga (*Inermia vittata*), Anchoa (*Anchoa lucida*), Congrio (*Bathycongrus varidens*), Platija (*Hypoclinemus mentalis*), Brosmio (*Brosme brosme*), Fletán (*Hippoglossus hippoglossus*), Gallineta nórdica (*Sebastes marinus*) y Lisa blanca (*Mugil curema*), entre otros (Fajer-Avila *et al*., 2006; Adroher *et al*.,1996; Cuellar *et al*., 1991; Pereira Bueno *et al*., 1989). Por su parte, entre las especies de agua dulce con reportes para nemátodos están el Moncholo, *Hoplias malabaricus* (Olivero *et al*., 2006; Martins *et al*., 2005), Bagre del Magdalena, *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (Kritsky *et al*., 2007; Moravec *et al*., 1994; Rego y Gibson, 1989), Pacora, *Plagioscion surinamensis* (Tavares *et al*., 2007; Machado *et al*., 2005; Martins *et al*., 2000), Capitanejo, *Tachelyopterus sp*. (Paraguassú y Luque, 2007; Fehlauer y Boeger, 2005), Rubio, *Salminus affinis* (Pardo *et al*., 2007), Rubio, *Salminus maxillosus* (Ramallo y Torres, 2005), Bagre, *Bagre pinnimaculatus* (Lopéz-Caballero *et al*., 2008), Arapaima, *Arapaima giga* (Santos *et al*., 2008).

1.3.1. Localización de larvas. En los peces, los nemátodos suelen encontrarse en su interior, principalmente en posición subserosa en la cavidad visceral (mesenterio), tejido hepático y algunas veces enquistadas en los músculos adyacentes, adoptando forma enrollada (Mc Clelland *et al*., 1990; Smith, 1984).

1.3.2. Características morfológicas generales de nemátodos Anisákidos. El cuerpo de los nemátodos Anisákidos es cilíndrico, alargado, sin segmentación y puntiagudo en los extremos. La cutícula está marcada por estriaciones finas transversales. El sistema digestivo es completo, dispuesto en boca, esófago, intestino y ano (Moller y Anders, 1986). La apertura bucal consta de varios labios y un diente cuticular. El esófago posee dos porciones bien diferenciadas: una anterior muscular llamada proventrículo y otra posterior glandular denominada ventrículo, que puede tener o no apéndice, con presencia de intestino y/o ciego intestinal, dependiendo del género (Moller y Anders, 1986). Los nemátodos poseen un sistema nervioso rudimentario, destacándose un anillo nervioso situado en el tercio anterior del parásito que es visible al realizar técnicas de

aclaración. El sistema excretor está compuesto por una glándula y un conducto que finaliza en el llamado poro excretor, situado por debajo de la apertura bucal, o bien a nivel del anillo nervioso según el género. La diferencia principal entre los estadíos larvarios y los adultos está determinada por el desarrollo del sistema reproductor, claramente visible en estos últimos. Por su parte, los géneros pueden ser diferenciados de acuerdo con la presencia o ausencia de algunas de las características morfológicas anteriores (Cheng, 1982).

A continuación aparecen detallados los rasgos más sobresalientes de los géneros de mayor importancia ambiental.

Género *Anisakis.* En la actualidad el género *Anisakis* posee nueve grupos clasificables así: *A. pegreffi*; *A. simplex s.s.*; *A. Simplex C*; *A. typica*; *A. ziphidarum*; *Anisakis sp.*; *A. physeteris*; *A. brevispiculata* y *A. paggiae*) (Mattiucci y Nascetti, 2006). Entre estos el más común en peces es *A. simplex.* El estadio tercero de la larva de esta especie generalmente referenciada como *Anisakis* tipo I, es caracterizada morfológicamente por un ventrículo largo con la unión ventrículo-intestinal oblicua y una cola redondeada, corta y con una espina terminal. Por su parte, *A. physeteris*, descrita en un principio como larva *Anisakis* tipo II, tiene el ventrículo corto con una unión horizontal al intestino y posee una cola larga, puntiaguda y sin apéndice terminal (Figura 1.1) (Anderson, 1992).

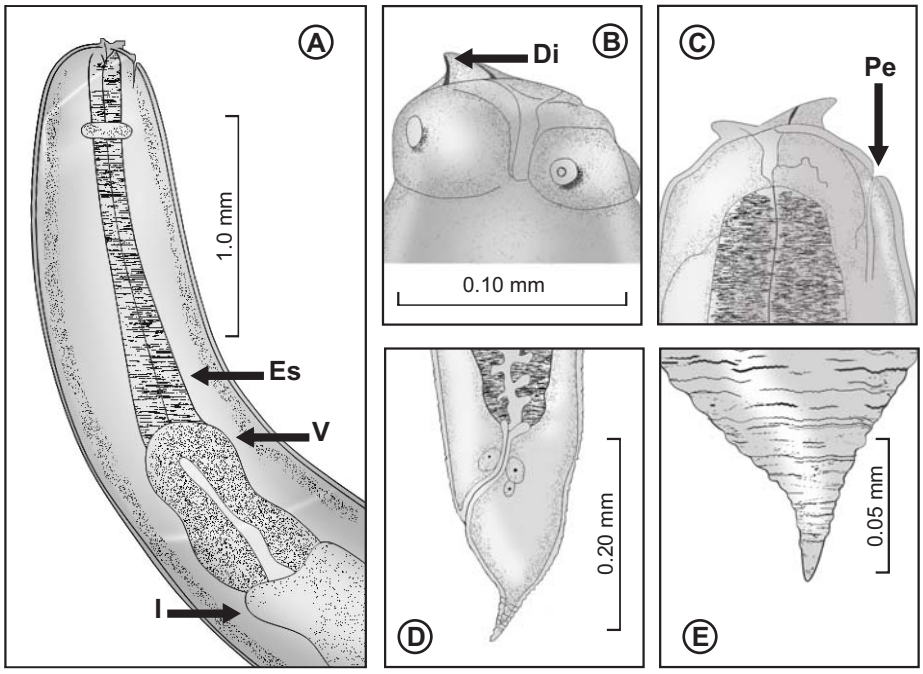


Figura 1.1. Características morfológicas de larvas L3 de *Anisakis simplex*. (Hurst, 1999; Berland, 1989; Hurst, 1984). A) Parte anterior (lateral). (Es, esófago; V, ventrículo; I, intestino). B) Vista lateral del extremo anterior. (Di, diente cuticular). C) Corte sagital del extremo anterior. (Pe, poro excretor). D) Parte posterior (lateral). E) Extremo de la cola.

Género *Contracaecum sp.* Por lo general la larva mide entre 4 y 16 mm, aunque especies encontradas en peces de la bahía de Cartagena pueden llegar a medir 32 mm. En el extremo anterior son observados tres labios, un diente cuticular cónico y ligeramente romo. El poro excretor abre inmediatamente posterior al diente. En el tubo digestivo pueden destacarse: el ventrículo pequeño y esférico, el apéndice ventricular posterior, el intestino que expone un ciego anterior más pequeño que el apéndice ventricular, dependiendo esta morfología de la especie. El extremo posterior es cónico, la cola post-anal larga y no presenta espina terminal. La cutícula de esta larva es gruesa con las estriaciones transversales muy marcadas (Figura 1.2) (Berland, 1989).

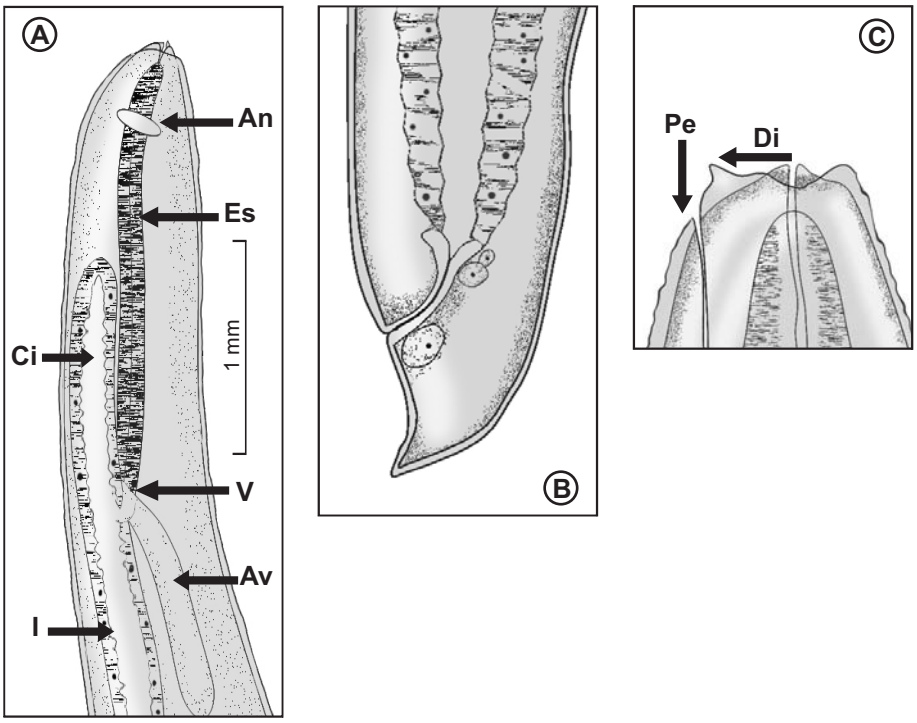


Figura 1.2. Características morfológicas de larvas L3 de *Contracaecum sp.* (Hurst, 1999; Moravec , 1997; Berland, 1989). A) Parte anterior (lateral) (An, anillo nervioso; Es, esófago; Ci, ciego intestinal; V, ventrículo; Av, apéndice ventricular; I, intestino). B) Vista lateral del extremo anterior. C) Corte lateral del extremo anterior. (Di, Diente cuticular; Pe, poro excretor).

Género *Pseudoterranova.* La identificación de larvas de esta especie es sencilla gracias a su gran tamaño, color rojizo y a la presencia del ciego intestinal. Este último aparece bien desarrollado, extendiéndose hacia el extremo anterior, sobrepasando el margen anterior del ventrículo y es reconocido por la ausencia de apéndice esofágico. Presenta una cola post-anal corta y cónica con una espina terminal fina. La cutícula, a lo largo de todo el cuerpo, está finamente estriada por lo que muestra una apariencia lisa. El extremo anterior tiene un diente pequeño y triangular dirigido hacia afuera. El poro excretor aparece situado justo en posición ventral al diente (Figura 1.3) (Berland, 1989).

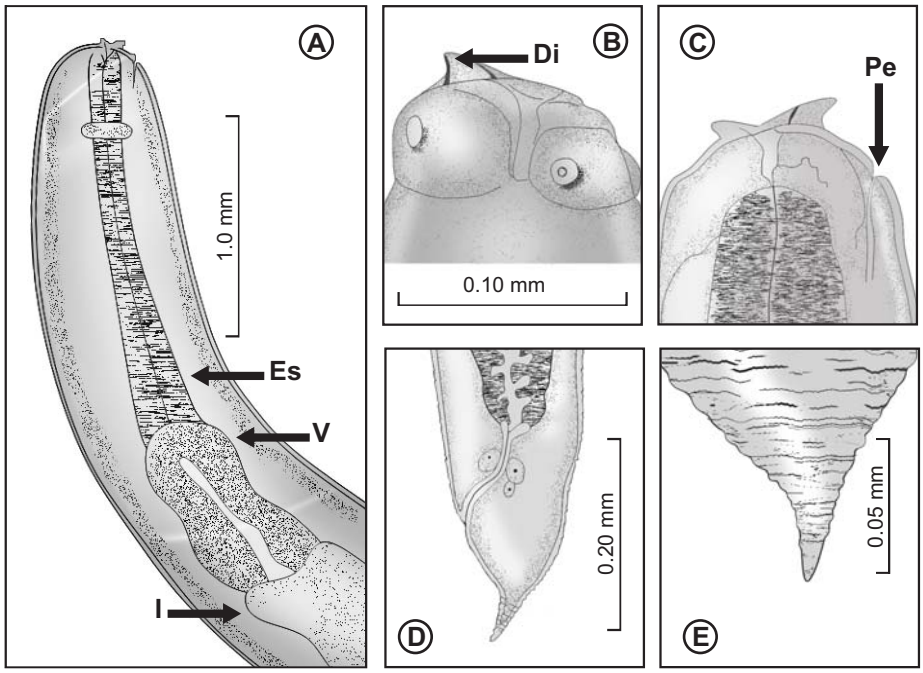


Figura 1.3. Características morfológicas de larvas L3 de *Pseudoterranova decipiens* (Hurst, 1999; Berland, 1989). A) Parte anterior (lateral) (Es, esófago; V, ventrículo; Ci, ciego intestinal). B) Vista lateral del extremo anterior (Di, diente cuticular). C) Corte sagital del extremo anterior (Pe, poro excretor). D) Parte posterior (lateral). E) Extremo de la cola.

La identificación macroscópica de larvas de nemátodos es dispendiosa y algunas veces imposible debido a la poca variación morfológica de las mismas. Por ello, para alcanzar una correcta diferenciación de las especies, la evaluación debe ser realizada a través del reconocimiento correcto de sus estructuras internas. Para observar microscópicamente los detalles morfológicos del esófago e intestino de las larvas es preciso clarificarlas utilizando soluciones de etanol, ácido acético y glicerina a diferentes concentraciones (Baldiris, 2005; Ash y Oshriel, 1991). No obstante, en ocasiones es difícil interpretar si existe o no un ciego intestinal o esofágico. Las diferencias morfológicas entre las larvas L3 de los tres géneros son mostradas en la Tabla 1.2 (Hurst, 1999; Berland, 1989).

Tabla 1.2. Características morfológicas generales de nemátodos Anisákidos.

Especies de nemátodos			
Características	***Anisakis sp.***	***Pseudoterranova decipiens***	***Contracaecum multipapillatum***
Huésped definitivo	Mamífero	Mamífero	Aves
Historia de vida	Acuática	Acuática	Acuática
Color	Blanco	Amarillo-rojizo	Blanquecino
Longitud	Variable; miden entre 7-8 mm hasta más de 30 mm de longitud.	Mayor tamaño que las de *A. Simplex*. Miden entre 2.5-4.5 cm de longitud.	Más pequeño que las anteriores. Miden 4-16m, excepcionalmente 20-22 mm.

Cont. Tabla 1.2. Características morfológicas generales de nemátodos Anisákidos.

Especies de nemátodos			
Ventrículo	El ventrículo es alargado y en los ejemplares vivos aparece de color blanco opaco.	Alargado	Pequeño y esférico
Interlabio	Ausente	Ausente	Presente
Dentículos labiales	Presente	Presente	Ausente
Labios	Reducido	Reducido	Prominente
Apéndice ventricular	Ausente	Ausente	Presente
Cola	En el extremo de la cola aparece un "mucrón" en forma de cono, que puede aparecer ligeramente curvado en algunos ejemplares.	La cola es redondeada y presenta unpequeño "mucrón" en su extremo cónico, más largo que L3 de *A. Simplex*.	La cola es cónica, termina en punta y presenta mucrón.
Poro excretor	Entre labios	Entre labios	Entre labios
Sistema excretor	Glandular-izquierdo	Glandular-izquierdo	Glandular-izquierdo
Papila media	Única	¿Única?	Única
Papila paracloacal	Unión doble	Unión doble	Separada
Papila distral	4 Pares	4 Pares	4 Pares
Papila distral	Proximal	Proximal	Distal
Papila proximal	Filas rectas	Filas rectas	Filas rectas
Espícula	Lanza	Curva	Curva
Gobernáculo	Ausente	Ausente	Ausente
Placa caudal	Presente	Presente	Ausente
Ala caudal	Presente	Presente	Ausente
Ala cervical	Ausente	Ausente	Ausente
Cáscara de los huevos	Pared delgada	Pared delgada	Pared delgada
Papila proximal	50 Pares	?	?

Así mismo, existen técnicas para la detección serológica en la identificación de algunas especies de nemátodos, pero estas a menudo tienden a generar confusión en la caracterización de las especies debido a las reacciones cruzadas con antígenos de otras especies relacionadas (Rodero *et al*., 2001; Iglesias *et al*., 1996; Akao *et al*., 1990). Sin embargo, en infecciones humanas, los diagnósticos serológicos pueden ser utilizados cuando las larvas no han sido detectadas en el estómago o en el intestino delgado, aunque también se han reportado reacciones cruzadas con otros ascáridos (Iglesias *et al*., 1996).

La correcta identificación de nemátodos anisákidos en cualquier etapa de su ciclo de vida es fundamental para comprender la epidemiología del parásito, contribuir con la resolución de problemas taxonómicos, y facilitar el desarrollo de estrategias para el control de las enfermedades asociadas con ellos. En muchos casos aparecen obstáculos considerables en el diagnóstico correcto de Anisakiasis en diferentes especies de huéspedes, lo cual es consecuencia de las limitaciones al momento de la identificación de los estados larvarios usando las características morfológicas (Fagerholm, 1988; Olson *et al*., 1983), o de la existencia de pequeñas fracciones del nemátodo disponibles para la identificación (Dick *et al*., 1991). Uno de los métodos empleados en la identificación molecular de nemátodos es el acoplamiento entre el análisis por Reacción en Cadena de la Polimerasa y el Polimorfismo de Longitud de los Fragmentos de Restricción (PCR-RFLP). El polimorfismo de longitud de los fragmentos de restricción (RFLP) son las variaciones en las bases nitrogenadas en el sitio donde una enzima de restricción corta un segmento de ADN. Estas variaciones afectan el tamaño de los fragmentos que resultan del corte. Los RFLP pueden utilizarse como marcadores en la construcción de mapas genéticos y de ligamiento. Esta técnica posee además la ventaja de no ser tan costosa como la secuenciación directa. Varias investigaciones reportan que para la identificación de parásitos correspondientes a los cuatro géneros *Ascaroidea*, la RFLP es altamente sensible porque permite detectar productos de amplificación específicos, facilitando la identificación precisa del nemátodo, sin importar la distribución geográfica, el estado larvario y el ambiente donde fue extraído (Martin-Sanchez *et al*., 2005; Perteguer *et al*., 2004; Szostakowska *et al*., 2002). Por otra parte, la PCR-RFLP es una herramienta de utilidad para la identificación de las larvas de *Anisakis* recuperadas de los seres humanos infectados cuando la cantidad de muestra es pequeña (Abe *et al*., 2006; Paggi *et al*., 2001; D'Amelio *et al*., 1999).

1.4. INFECCIÓN HUMANA POR NEMÁTODOS ANISÁKIDOS

Las enfermedades asociadas con Anisákidos han sido reconocidas en relación al agente etiológico involucrado (Iglesias *et al*., 2002): Anisakiasis (*Anisakis sp*.), Pseudoterranovosis (*Pseutoterranova sp*.) y Contracaecosis (*Contracaecum sp*.). La especie *Anisakis simplex* es considerada la de mayor importancia debido a su extensa distribución geográfica y amplia frecuencia en el pescado de consumo habitual, dado que puede encapsularse en el tejido muscular y vísceras, conservando su capacidad de infección. La Anisakiasis es considerada una enfermedad zoonótica, de interés mundial con un aumento dramático en la prevalencia mundial en las últimas dos décadas (Chai *et al*., 2005). El primer caso de Anisakiasis en el mundo fue reportado en los países bajos en 1960 (Van Thiel *et al*., 1960) y en la actualidad 33.747 casos similares han sido reportados en 27 países del mundo, incluyendo Asia, Europa occidental tales como Alemania, Francia, España (Audicana *et al*., 2002; Bouree *et al*., 1995; Feldmeier *et al*., 1993), Estados Unidos (Amin *et al*., 2000), Canadá (Couture *et al*., 2003), Chile (Mercado *et al*., 2001), Nueva Zelandia (Paltridge *et al*., 1984) y Egypto (Cocheton *et al*., 1991). Sin embargo, es importante resaltar que sólo 2.000 - 3.000 casos han sido diagnosticados en Japón (Umehara *et al*., 2007).

El ciclo de vida simplificado de estos nemátodos está representado en la Figura 1.4. Los

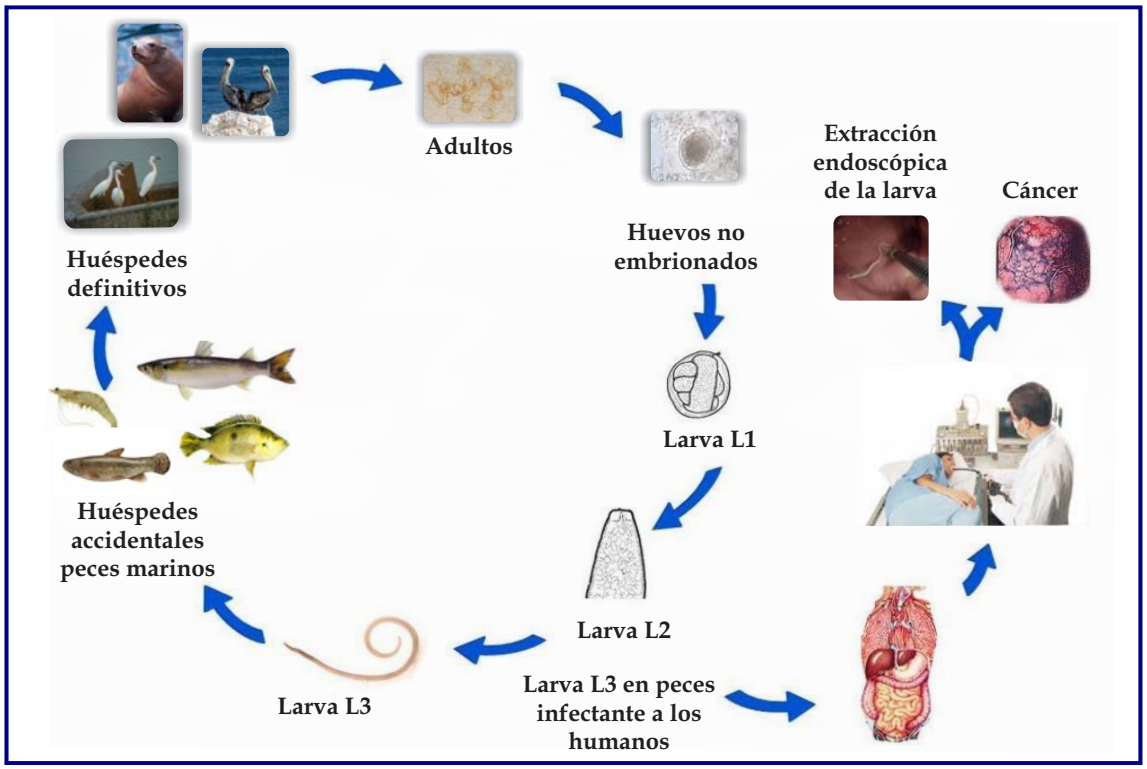


Figura 1.4. Ciclo de vida simplificado de nemátodos Anisákidos. Modificado de Koie *et al*., 1995.

huevos son expulsados al medio marino junto con las heces del hospedador definitivo, son ligeramente ovalados. Una vez en el medio acuoso, y por lo general en el sedimento, inician el desarrollo embrionario (Koie *et al*., 1995). El período de maduración es influenciado por la temperatura del agua. Las larvas que emergen de los huevos nadan libremente, hasta ser finalmente ingeridas por ciertos crustáceos (hospedadores intermediarios), donde completan su desarrollo. Los peces, calamares y pulpos, entre otros, son infectados al momento de ingerir dichos crustáceos o por depredación de otros peces contaminados, completándose el ciclo en los mamíferos marinos. Desde estos hospederos, las larvas pueden llegar al hombre (huésped accidental) que aparece en el ciclo cuando ingiere pescado o cefalópodos crudos, con insuficiente cocción o ligeramente marinados (*sushi*, *sashimi*, *cebiche*) (Skirnisson, 2006). Las preparaciones tales como ahumados, semi-conservas, salazón, pescado seco o en vinagre, escabechado con especias y otras especialidades con pescado crudo (Couture *et al*., 2003), albergan las larvas en estado terciario (L3) de estos nemátodos, provocando un espectro de manifestaciones clínicas diferentes en el hombre, las cuales pueden variar desde cuadros gastrointestinales (anisakiasis o anisakidosis) hasta reacciones alérgicas provocadas por antígenos somáticos y de excreción-secreción, llegando a generar incluso shock que suele ser anafiláctico y letal (Martín-Sanchez *et al*., 2005; Audicana *et al*., 2002; Moreno-Ancillo *et al*., 1997; Ishikura *et al*., 1992; Nagasawa, 1990). En el ser humano, el estado larvario L3 no alcanza a desarrollarse, pero pasa a L4 y no llega a su madurez sexual, por lo que no aparece el estado adulto y finalmente muere.

De igual forma, otros miembros de la familia Anisakidae tales como *Hysterothylacium aduncum* y *Contracaecum osculatum* generan peligro potencial para la salud humana (Audicana *et al*., 2002; Yagi *et al*., 1996; Olson *et al*., 1983; Cheng *et al*., 1982; Smith y Wootten, 1978).

A pesar del amplio conocimiento científico que existe en relación con la presencia de parásitos nemátodos en peces, en especial los pertenecientes a la familia Anisakidae, causantes de enfermedades en el hombre, en Colombia la investigación al respecto apenas empieza. Las contribuciones del Grupo de Química Ambiental y Computacional (GQAC) de la Universidad de Cartagena en esta línea son listadas a continuación:

Mattiucci S., Paoletti, M., Olivero, J., Baldiris, R., Arroyo, B., Garbin, F., Navone, G., Nascetti, G. 2008. *Contracaecum bioccai n. sp.* from the brown pelican *Pelecanus occidentalis* (L.) in Colombia (Nematoda: Anisakidae): morphology, molecular evidence and its genetic relationship with congeners from fish-eating birds. *Systematic Parasitology*. **69**(2):101-121.

Olivero, J., Baldiris, R., Guette, J., Benavides, A., Mercado, J., and Arroyo, B. 2006. *Contracaecum sp*. infection in *Hoplias malabaricus* (Moncholo) from rivers and marshes of Colombia. *Veterinary Parasitology*. **140**(1-2):90-97.

Mattiucii, S., Olivero, J., Baldiris, R., Arroyo, B., Farina, V., Paoletti, M., Nascetti, G. 2005. Genética de especies del género *Contracaecum*, Raillet y Henry, 1912 (nematoda: Anisakidae),Parásitos del pelicano marrón, *P. occidentales*, de Colombia: marcadores moleculares para la identificación larval y relaciones genéticas entre congéneros. XVII Congreso Latinoamericano de Parasitología. Mar de plata, Argentina, 23-26 Noviembre.

Olivero, J., Baldiris, R., Arroyo, B., Benavides, A., Mercado, J., Guette, J. 2005. Infección por nemátodos en *Hoplias malabaricus* (Moncholo) en ecosistemas hídricos de Colombia. XVII Congreso Latinoamericano de Parasitología. Mar de plata, Argentina, 23-26 Noviembre.

Olivero, J., Baldiris, R., Arroyo, B. 2005. Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena Bay and Totumo marsh, North of Colombia. Enviromental and Computacional Chemistry Group. University of Cartagena. *Journal of Parasitology*. **91**(5): 1109-1112.

Baldiris, R., Arroyo, B., Young, G., Olivero, J. 2005. Caracterización por PCR-RFLP de nemátodos Anisákidos en peces Lisa (*Mugil incilis*) de la bahía de Cartagena, Colombia. *Biomédica*. **25**(1): 221-222.

Arroyo, B., Baldiris, R., Olivero, J. 2005. Contaminación de pescados: Lisa (*Mugil incilis*) con parásitos nemátodos en la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo, Colombia. VIII Congreso Latinoamericano de Microbiología e Higiene de Alimentos. Los desafíos de la microbiología frente a la Globalización. Santa Fe de Bogotá: JAVEGRAF. **1**: 50.

Baldiris, R., Arroyo, B., Olivero, J. 2004. Evaluación Histopatológica de nemátodos de la familia Anisakidae en hígado de Lisas (*Mugil incilis*) de la bahía de Cartagena, Colombia. *Infectio*. **8**(2): 110.

Baldiris, R., Olivero, J. 2003. Prevalencia e Intensidad parasitaria de nemátodos en Lisas (*Mugil incilis*) de la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo, Colombia. *Biomédica*. **23**(1): 150.

Baldiris, R., Olivero, J. 2002. Parasitosis en peces para consumo humano en Cartagena: Ausencia de legislación. *Biomédica*. **22** (1): 93-94.

REFERENCIAS

Abe, N., Tominaga, K., Kimata, I. 2006. Usefulness of PCR-restriction fragment length polymorphism analysis of the internal transcribed spacer region of rDNA for identification of *Anisakis simplex complex*. *Japanese Journal of Infectious Diseases*. **59**(1):60-62.

Adroher, F.J., Valero, A., Ruíz-Valero, J., Iglesias, L. 1996. Larval anisakids (Nematoda: Ascaridoidea) in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the fish market in Granada (Spain). *Parasitology Research*. **82**(3): 253-256.

Amin, O.M., Eidelman, W.S., Domke, W., Bailey, J., Pfeifer, G., 2000. An unusual case of anisakiasis in California, USA. *Comparative Parasitology*. **67**(1): 71-75.

Anderson, R.C. 1992. Nematode Parasites of Vertebrates: their development and transmission. *UK. CAB. Intemational*. 256-270 p.

Ash, L., Orihel, T. 1997. Atlas of human parasitology, 4ª ed. Chicago: American Society of Clinical Pathologists.

Audicana, M.T., Ansotegui, I.J., Fernandez de Corres, L. Kennedy, M.W. 2002. *Anisakis simplex*: Dangerous-dead and live?. *Trends in Parasitology*. **18**(1):20-25.

Baldiris, R. 2005. Caracterización de nemátodos Anisakidae extraídos de peces Lisas (*Mugil incilis*) de la Bahía de Cartagena. Tesis de maestría. Universidad de Cartagena. 108 p.

Berland, B. 1989. Identification of larval nematodes from fish, p.16-22. In: Nematode problems in north Atlantic fish, Moller, H. (ed.). Report from a workshop in Kiel, 3-4 April 1989. *International Council for the Exploration of the Sea, C. M./F*: 6, p. 16-22.

Bouree, P., Paugam, A., Petithory, J.C. 1995. Anisakiasis: report of 25 cases and review of the literature. *Comparative Immunology, Microbiology Infectious Diseases*. **18**(2): 75-84.

Chai, J.Y., Darwin-Murrell, K., Lymbery, A.J. 2005. Lymberyc.Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *International Journal for Parasitology*. **35**(11-12): 1233-1254.

Chappuis, F., Loutan, L. 2006. Human helminthiasis transmitted by fishes. *Revue Médicale Suisse*. **2**(65):1245, 1247-1250.

Cheng, T.C. 1982. Anisakiasis. In: Steele JH, editor. CRC handbook series in zoonoses. Section C: parasitic zoonoses. *Boca Raton: CRC Press*. **2**:37-54.

Cocheton, J.J., Cabout, I., Lecomte, I., 1991. Anisakiase et infection par les anisakide's. *Annaless de Médicine Interne*. **142**(2): 121-130.

Couture, C., Measures, L., Gagnon, J., Desbiens, C. 2003. Human intestinal anisakiosis due to consumption of raw salmon. *American Journal of Surgical Pathology*. **27**(8):1167-1172.

Cuellar, M.C., Fontanillas, J.C., Pérez-Fuentes, J. 1991. Biología y epidemiología de la anisakidosis larvaria. Enfermedad del arenque. *Ciencias Veterinarias*. **4**: 57-61.

D'Amelio, S., Mathiopoulos, K.D., Brandonisio, O., Lucarelli, G., Doronzo, F., Paggi, L. 1999. Diagnosis of a case of gastric anisakidosis by PCR-based restriction fragment length polymorphism analysis. *Parassitologia*. **41**(4):591-593.

Dick, T.A., Dixon, B.R., Choudhury, A. 1991. *Diphyllobothrium*, *Anisakis* and other fish borne parasitic zoonoses. *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*. **22**(22suplem): 150-152.

Fagerholm, H.P. 1988. Incubation in rats of a nematodal larva from cod to establish it specific identity: *Contracaecum osculatum*, (Rudolphi). *Parasitology Research*. **75**(8): 57-63.

Fajer-Avila, E.J., García-Vásquez, A., Plascencia-González, H., Ríos-Sicairos, J., García-De La Parra, L.M., Betancourt-Lozano, M. 2006. Copepods and larvae of nematodes parasitizing (Correction of parasiting) the white mullet *Mugil curema* (Valenciennes, 1836): indicators of anthropogenic impacts in tropical coastal lagoons?. *Environmental Monitoring and Assessment*. **122**(1-3):221-37.

Fehlauer, K.H., Boeger, W.A. 2005. Neotropical Monogenoidea: *Euryhaliotrema dontykoleos n. sp.* (Dactylogyridae) from the gills of the freshwater sciaenid, *Pachyurus junki* (Perciformes). *The Journal of Parasitology*. **91**(5):1025-1027.

Feldmeier, H., Poggensee, G., Poggensee, U. 1993. The epidemiology, natural history and diagnosis of human anaisakiasis. *European Microbiology*. **2**: 30-36.

Gajadhar, A.A., Scandrett, W.B., Forbes, L.B. 2006. Overview of food- and water-borne zoonotic parasites at the farm level. *Revue scientifique et Technique*. **25**(2):595-606.

Gani, F., Lombarda, C., Senna, G., Mezzelani, P. 2001. Anisakiasis: a borderline disorder. *Recenti Progressi in Medicina*. **92**(4): 302-306.

Herreras, M.V., Aznar, F.J., Balbuena, J.A., Raga, J.A. 2000. Anisakid larvae in the musculature of the Argentinean hake, *Merluccius hubbsi*. *Journal of Food Protection*. **63**(8):1141-1143.

Hurst, R.J. 1984: Identification and description of larval *Anisakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (Aniskidae: Nematoda) from New Zealand waters. *Journal of Marine and Freshwater Research*. **18**: 177-186.

Iglesias, L., Valero, A., Gálvez, L., Benítez, R., Adroher, F.J. 2002. In vitro cultivation of *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda:Anisakidae) from 3rd stage larvae to egg laying adults. *Parasitology*. **125**: 467-475.

Iglesias, R., Leiro, J., Ubeira, F.M., Santamarina, M.T., Navarrete, I., Sanmartín, M.L. 1996. Antigenic cross-reactivity in mice between third-stage larvae of *Anisakis simplex* and other nematodes. *Parasitology Research*. **82**(4): 378-381.

Ishikura, H., Takahashi, S., Sato, N., Kon, S., Ohtani, S., Ishikura, H., Yagi, K., Yamamoto, N., Ito, T., Sato, T., Mizuma, K., Tokogawa, O., Joong-Moon, C., Minase, T., Kikuchi, K. 1995. Alteration of parasitehost relationship in anisakiosis. *Sapporo Medical Journal*. **64**: 239-252.

Keiser, J., Utzinger, J. 2005. Emerging foodborne trematodiasis. *Emerging Infectious Diseases*. **11**(10):1507-1514.

Koie, M., Berland, B., Burt, M.D.B. 1995. Development to third-stage larvae occurs in the eggs of *Anisakis simplex* and *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **52**(1): 134-139.

Kritsky, D.C., Vianna, R.T., Boeger, W.A. 2007. Neotropical Monogenoidea. 50. Oviparous gyrodactylids from loricariid and *Pimelodid catfishes* in Brazil, with the proposal of *Phanerothecioides n.g.*, *Onychogyrodactylus n.g.* and *Aglaiogyrodactylus n.g.* (Polyonchoinea: Gyrodactylidea). *Systematic Parasitology*. **66**(1):1-34.

López-Caballero, J., Osorio-Sarabia, D., Prieto, L.G. 2008. *Cucullanus Costaricensis sp. n*. (Nematoda: Cucullanidae) parasite of *Bagre pinnimaculatus* (Siluriformes: Ariidae) from rio Tempisque, Costa Rica. *Journal of Parasitology*. In press.

Machado, P.M., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. 2005. Diplostomum (Austrodiplostomum) compactum (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Parasitology Research*. **97**(6):436-444.

Martins, M.L., Fujimoto, R.Y., Moraes, F.R., Andrade, P.M., Nascimento, A.A., Malheiros, E.B. 2000. Description and prevalence of Thynnascaris sp. Larvae Dollfus, 1933 (Nematoda: Anisakidae) in *Plagioscion squamosissimus* heckel, 1840 from Volta Grande Reservoir, State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. **6**(3):519-526.

Martins, M.L., Onaka, E.M., Fenerick, J. Jr. 2005. Larval *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae) in Hoplias malabaricus and Hoplerythrinus unitaeniatus (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhão, Brazil. *Veterinary Parasitology*. **127**(1): 51-59.

Martín-Sanchez, 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 s.s.* Absence of reproductive isolation between both species. *Molecular and Biochemical Parasitology*. **141**(2):155-162.

Mattiucci, S., Nascetti, G. 2006. Molecular systematics, phylogeny and ecology of anisakid nematodes of the genus *Anisakis* Dujardin, 1845: an update. *Parasite*. **13**(2): 99-113.

McClelland, G. 1990. Larval sealworm *Pseudoterranova decipiens* infections in benthic macrofauna. *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences*. **222**(7): 47-65.

Mercado, R., Torres, P., Munoz, V., Apt, W. 2001. Human infection by *Pseudoterranova decipiens* in Chile: report of seven cases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **96**(5): 653-655.

Moller, H., Anders, K. 1986. Diseases and parasites of marine fishes. Edit. Verlag Moller, Kiel, 365 pp.

Moravec, F., Kohn, A., Fernandes, B.M. 1994. Two new species of the genus *Goezia*, *G. brasiliensis sp. n.* and *G. brevicaeca sp. n.* (Nematoda: Anisakidae), from freshwater fishes in Brazil. *Folia Parasitologica.* **41**(4):271-278.

Moravec, F., Vidal-Martinez, V.M., Vargas-Vazquez, J., Vivas-Rodriguez, C., Gonzalez-Solis, D., Mendoza-Franco,E., Sima-Alvarez, R., Guemez-Ricalde, J. 1997. Helminth parasites of *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) of the Yucatan Peninsula, southeastern Mexico. *Folia Parasitologica (Praha)*. **44**(4): 255-266.

Moreno-Ancillo, A., Caballero, M.T., Cabanas, R., Contreras, J., Martin-Barrosso, J.A., Barranco, P., López-Serrano, M.C. 1997. Allergic reactions to *Anisakis simplex* parasitizing seafood. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. **79**(3): 246-250.

Myers, B.J. 1975. The nematodes that cause anisakiasis. *Journal of Milk and Food Technology*. **38**: 774-782.

Myers, B.J. 1976. Research then and now on the Anisakidae nematodes. *Transactions of the American Microscopical Society*. **95**(2): 137-142.

Nagasawa, K. 1990. The life cycle of *Anisakis simplex*: a review. In: Ishikura, H., Kikuchi, K (Eds) Intestinal anisakiasis in Japan. Infected fish, seroimmunology, diagnosis, and prevention. Springer, Tokyo, Japan. 31-40 p.

Olivero, J., Baldiris, R., Guette, J., Benavides, A., Mercado, J., Arroyo, B. 2006. *Contracaecum sp*. infection in *Hoplias malabaricus* (Moncholo) from rivers and marshes of Colombia. *Veterinary Parasitology*. **140**(1-2):90-97.

Olivero, J., Baldiris, R., and Arroyo, B. 2005. Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena Bay and Totumo Marsh, north of Colombia. *Journal of Parasitology*. **91**(5):1109-1112.

Olson, A.C., Lewis, M.D., Hauser, M.L. 1983. Proper identification of anisakine Worms. *The American Journal of Medical Technology*. **49**(2): 111-114.

Paggi, L., Mattiucci, S., D'Amelio, S. 2001. Allozyme and PCR-RFLP markers in anisakid nematodes, aethiological agents of human anisakidosis. *Parassitologia*. **43**(1):21-27.

Paltridge, G.P., Faoagali, J.L., Angus, H.B. 1984. Intestinal anisakiasis: a new New Zealand disease. *NZ Medical Journal*. **97**(762):558-559.

Paraguassú, A.R., Luque, J.L. 2007. Metazoan parasites of six fishes species from Lajes Reservoir in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária.* **16**(3):121-128.

Pardo, C.S., Mejía, P.K., Navarro, V.Y., Atencio, G.V. 2007. Prevalence and abundance of Contracaecum sp. of Rubio *Salminus affinis* in Sinú and San Jorge rivers: morfological description. *Rev. MVZ Cordoba*. **12**(1):887-896.

Pereira-Bueno, J.M., Dehesa-Santisteban, F., Cordero del Campillo, M. 1989. Anisákidos en Teleósteos de interés comercial. En: VI Congreso Nacional de Parasitología (Cáceres), Resúmenes de las Comunicaciones. 220 p.

Perteguer, M.J., Ortiz, G., García, E., Flores, M., Rodríguez, E., Ubeira, F.M., Garate, T. 2004.Application of the PCR-RFLP technique for the species specific identification of nematodes involved in human anisakiasis. *Medicina Clinica*. **122**(18): 686-689.

Ramallo, G., Torres, P. 1995. Contracaecum sp. larvae (Nematoda, Anisakidae) infection in Salminus maxillosus (Pisces, Characidae) in the dam of Ter-mas de río Hondo. *Boletín Chileno de Parasitología*. **50**(1-2): 21-23.

Rego, A.A., Gibson, D.I. 1989. Hyperparasitism by helminths: new records of cestodes and nematodes in proteocephalid cestodes from South American siluriform fishes. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **84**(3):371-376.

Santos, C.P., Moravec, F.E., Venturieri, R. 2008. *Capillostrongyloides arapaimae sp. n.* (Nematoda: Capillariidae), a new intestinal parasite of the arapaima *Arapaima gigas* from the Brazilian Amazon. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **103**(4): 392-395.

Skirnisson, K. 2006. *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda: Anisakidae) larvae reported from humans in Iceland after consumption of insufficiently cooked fish. *Laeknabladid*. **92**(1): 21-25.

Smith, J.W., Wootten, R. 1978. *Anisakis* and Anisakiasis. *Advances in Parasitology*. **16**: 93-163.

Smith, S. W. 1984. The abundance of *Anisakis simplex* in the body-cavity and flesh of marine teleosts. *International Journal for Parasitology*. 1**4** (5): 491-495.

Szostakowska, B., Myjak, P., Kur, J. 2002. Identification of anisakid nematodes from the Southern Baltic Sea using PCR-based methods. *Molecular and Cellular Probes*. **16**(2): 111-118.

Tavares, L.E., Saad, C.D., Cepeda, P.B., Luque, J.L. 2007. Larvals of *Terranova sp.* (Nematoda: Anisakidae) parasitic in Plagioscion squamosissimus (Perciformes: Sciaenidae) from Araguaia River, State of Tocantins, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. **16**(2):110-115.

Torres, P., Jercic, M.I., Weitz, J.C., Dobrew, E.K., Mercado, R.A. 2007. Human pseudoterranovosis, an emerging infection in Chile. *The Journal of Parasitology*. **93**(2):440-443.

Umehara, A., Kawakami, Y., Araki, J., Uchida, A. 2007. Molecular identification of the etiological agent of the human anisakiasis in Japan. *Parasitology International*. **56**(3): 211-215.

Van Thiel, P.H., 1960. *Anisakis*. *Parasitology*. **53**: 16.

Van Thiel, P.H., Kuipers, F.C., Roskam, R.T., 1962. A nematode parasitic to herring, causing acute abdominal syndromes in man. *Tropical and Geography Medicine*. **2**: 97-113.

Vuong, P.N., Richard, F., Snounou, G., Coquelin, F., Rénia, L., Gonnet, F., Chabaud, A.G., Landau, I. 1999. Development of irreversible lesions in the brain, heart and kidney following acute and chronic murine malaria infection. *Parasitology*. **119**(6): 543-553.

Yagi, K., Nagasawa, K., Nokogawa, A., Sato, N., Kikuchi, K., Ishikura, H. 1996. Female worm *Hysterothylacium aduncum* excreted from human: a case report. *Japanese Journal of Parasitology*. **45**: 12-23.

Zhang, L., Hu, M., Shamsi, S., Beveridge, I., Li, H., Xu, Z., Li, L., Cantacessi, C., Gasser, R.B. 2007. The specific identification of anisakid larvae from fishes from the Yellow Sea, China, using mutation scanning-coupled sequence analysis of nuclear ribosomal DNA. *Molecular and Cellular Probes*. **21**: 386-390.

Capítulo 2

PRESENCIA DE NEMÁTODOS *Contracaecum sp.* EN MONCHOLO (*Hoplias malabaricus*) PROCEDENTES DE CUERPOS DE AGUA DEL LITORAL ATLÁNTICO

Jesús Olivero Verbel*
Rosa Baldiris Avila*
Jorge Güette Fernández*
Amparo Benavides Álvarez*
Santiago Duque Escobar**
Jairo Mercado Camargo*
Bárbara Arroyo Salgado*
*. Universidad de Cartagena
**. Universidad Nacional de Colombia.

2.1. INTRODUCCIÓN

Hoplias malabaricus, comúnmente conocido con el nombre de Moncholo (Figura 2.1), es una especie tropical encontrada en la mayoría de las cuencas de los ríos de Sur y Centro América, abarcando desde Costa Rica hasta Argentina (Britski *et al*., 1986). Alcanza una longitud máxima de 50 cm. Los adultos se alimentan de peces, mientras que los juveniles consumen crustáceos, larvas de insectos (Galvis *et al*., 1997), camarones y otros invertebrados pequeños (Planquette *et al*., 1996). Por su alta voracidad puede producir mordeduras dolorosas.

Figura 2.1. *Hoplias malabaricus.*

Esta especie posee la capacidad para respirar usando su vejiga natatoria, lo cual le permite vivir en aguas lodosas. Sus diversos hábitats incluyen arroyos de aguas claras con flujo libre, turbias, así como canales de irrigación y desagüe, al igual que estanques en las llanuras (Kenny, 1995). Normalmente descansa durante el día y por la noche es activo (Bussing, 1987). En Colombia, *Hoplias malabaricus* es una de las especies más comunes en todos los ríos excepto en la parte alta del río Cauca y zonas torrenciales (Galvis *et al*., 1997). Representa un valioso recurso alimenticio en poblaciones ribereñas debido a su alta abundancia durante todo el año, siendo parte de comidas tradicionales tales como el Moncholo ahumado.

En la región Caribe colombiana, el Moncholo es parasitado por nemátodos. Aunque estos organismos son una parte esencial de cada comunidad acuática, su presencia puede generar diversos efectos a la salud de los peces ocasionando estrés oxidativo (Marcogliese *et al*., 2005), daño tisular, inmunosupresión, y disrupción endocrina (Jobling y Tyler, 2003), entre otros, originando la mortalidad de la población de huéspedes infestados. Los estudios de nemátodos en las especies de peces colombianas son escasos. El objetivo de esta investigación fue evaluar, por primera vez, la prevalencia (porcentaje de individuos parasitados), intensidad (promedio de parásitos por huésped infectado) y abundancia parasitaria (número promedio de parásitos en la totalidad de los especímenes analizados) en *Hoplias malabaricus* recolectados en diferentes cuerpos de agua que pertenecen a la cuenca del océano Atlántico colombiano, y comparar estos resultados con aquellos obtenidos en el el río Amazonas.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1 Recolección de las muestras. Un total de 227 especímenes de *Hoplias malabaricus* fueron recolectados en 5 ríos y una ciénaga en la región Caribe de Colombia (Figura 2.2). Las estaciones de muestreo fueron las siguientes: río Magdalena: Magangué (M1: 8°58' N y 74°31' O y Zambrano (M2: 9°45' N y 74°48' O), río Sinú (9°14' N y 75°50' O), río Cauca (8°06' N y 74°45' O), río San Jorge (8°46' N y 74° 52' O), canal del Dique (10°22' N y75°08' O), río Atrato (5°51' N y 76°42' O), y la ciénaga del Totumo (10° 44' N y 75°16' O). Además, 49 especímenes del río Amazonas fueron obtenidos en la ciudad de Leticia (69°53' N y 4°14' W). Los muestreos fueron realizados en campañas independientes durante febrero 2003 a diciembre 2004. Los peces fueron capturados por pescadores artesanales y transportados en hielo al laboratorio del Grupo de Química Ambiental y Computacional (GQAC) de la Universidad de Cartagena, procediendo de manera inmediata a la realización de las respectivas necropsias.

2.2.2. Análisis morfométrico de pescados e identificación de las larvas. El análisis morfométrico fue realizado a todos los especímenes, valorando las lesiones externas macroscópicas y otras anormalidades anatómicas, y cuantificando los parásitos encontrados en cada órgano. Cada necropsia fue ejecutada haciendo un corte transversal desde la boca al cinto pelviano, realizando un examen completo de los órganos internos y el mesenterio.

La prevalencia, la intensidad, y la abundancia del parásito fueron calculadas según Bush *et al*. (1997). La robustez de cada pez fue medida usando el factor de condición (FC) y el índice hepatosomático (IHS) (Ashfield *et al*., 1998), empleando las siguientes fórmulas:

$$FC = \frac{\text{Peso (g)}}{[\text{Longitud (cm)}]^3}$$

$$IHS = \frac{\text{Peso húmedo del hígado}}{\text{(Peso total del pez-peso húmedo del hígado)}} * 100$$

La identificación de los parásitos fue basada en las claves de Anderson (2000), y en las características morfológicas reportadas por varios autores (Martins *et al*., 2005; Moravec *et al*., 1997; Berland *et al*., 1989). Dado que el tamaño de los nemátodos constituye una característica importante asociada con su identificación, un total de 11.142 larvas fueron medidas una vez aislados de los pescados, utilizando una regla milimétrica y aproximando los valores al milímetro más cercano.

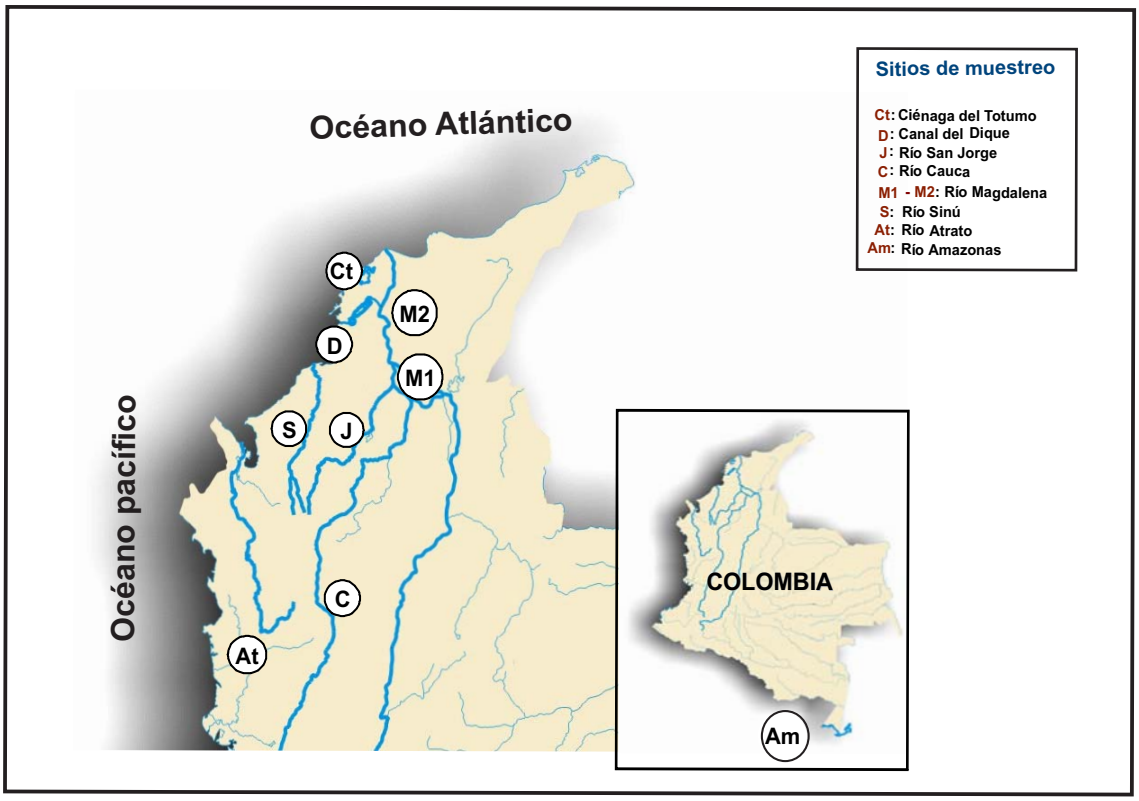


Figura 2.2. Sitios de muestreo de *Hoplias malabaricus* en ríos y ciénagas colombianas.

2.2.3. Análisis de datos. Los datos son presentados como la media más o menos el error estándar. Para cada estación de muestreo fue evaluada la normalidad y homogeneidad de varianza utilizando los tests de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente. En la ausencia de normalidad, los datos fueron transformados a logaritmo. ANOVA fue usado para evaluar las diferencias entre las medias para las diferentes estaciones de muestreo. Cuando la normalidad no fue lograda, ANOVA fue reemplazado por el test de Kruskal Wallis. La correlación de Pearson fue usada para determinar las asociaciones entre la intensidad parasitaria y los parámetros morfométricos. Para todos los análisis estadísticos, el criterio de significancia fue de $P < 0.05$.

2.3. RESULTADOS

Los parámetros morfométricos obtenidos para todos los Moncholos, *Hoplias malabaricus* recolectados en las diferentes estaciones de muestreo aparecen en la Tabla 2.1. Los factores de condición más altos y más bajos fueron observados en peces de la ciénaga del Totumo (1.27 ± 0.04) y el río Magdalena (0.83 ± 0.10), respectivamente. En cuanto al índice hepatosomático, los peces del canal del Dique y el río Atrato presentaron el valor promedio más alto y bajo, respectivamente.

Tabla 2.1. Parámetros morfométricos de *Hoplias malabaricus* recolectados en ríos y ciénagas colombianas.

Parámetros	Río Magdalena		Río Sinú (S)	Río Cauca (C)	Canal del Dique (D)	Río Atrato (At)	Río San Jorge (J)	Cienaga Del Totumo (Ct)	Río Amazonas (Am)	Total
	M1	M2								
Número de peces	13	45	24	23	7	18	28	20	49	227
Tamaño (cm)*	34.6 ± 2.1	31.7 ± 0.4	28.5 ± 0.9	34.6 ± 0.5	35.0 ± 3.0	34.0 ± 0.5	30.0 ± 0.5	28.4 ± 0.5	34.2 ± 1.0	32.2 ± 0.3
Peso (g)*	309.9 ± 24.7	299.3 ± 7.9	182.7 ± 12.7	288.6 ± 9.6	394.7 ± 61.5	419.8 ± 23.6	315.2 ± 11.9	291.7 ± 13.3	434.5 ± 29.8	346.6 ± 9.5
Factor de Condición*	0.83 ± 0.10	0.96 ± 0.03	0.84 ± 0.10	1.06 ± 0.10	0.92 ± 0.10	1.10 ± 0.02	1.20 ± 0.03	1.30 ± 0.04	1.03 ± 0.03	1.02 ± 0.02
Índice Hepatosomático* (%)	1.10 ± 0.00	1.40 ± 0.02	1.10 ± 0.00	1.60 ± 0.00	1.80 ± 0.00	0.80 ± 0.00	1.20 ± 0.00	1.10 ± 0.00	2.00 ± 0.00	1.40 ± 0.00

*. Diferencias estadísticas en diferentes estaciones, ANOVA, P<0.05.

La prevalencia e intensidad parasitaria para todas las estaciones analizadas son mostradas en las Figuras 2.3 y 2.4, respectivamente. Un total de 13.852 nemátodos fueron aislados de los 227 peces recolectados de la región Caribe colombiana, siendo la prevalencia del 100% para estos cuerpos de agua, mientras que en el río Amazonas, fue del 6.12% (Figura 2.3).

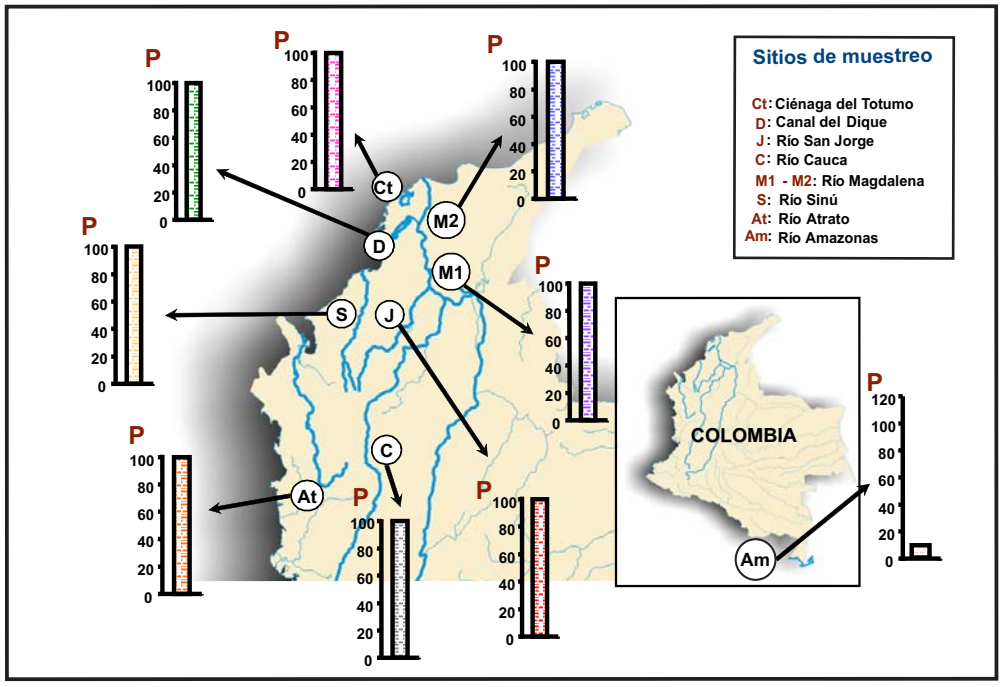


Figura 2.3. Prevalencia de nemátodos en *Hoplias malabaricus* en ríos y ciénagas colombianas.

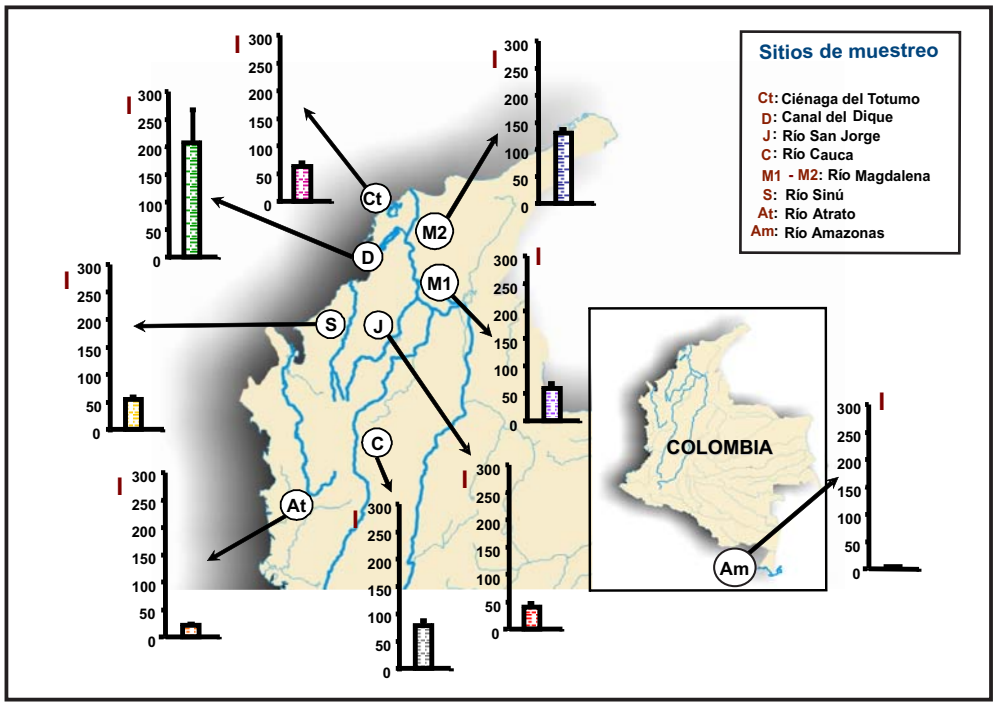


Figura 2.4. Intensidad de nemátodos en *Hoplias malabaricus* en ríos y ciénagas colombianas.

En promedio, los Moncholos de la cuenca del Atlántico colombiano presentaron una intensidad media de 77.8 ± 4.81 parásitos por espécimen (1-466 parásitos por huésped) mientras que en el río Amazonas no excedió el 1% (Intensidad 1.0 ± 0.01; Abundancia 0.02 ± 0.03).

Los valores máximos de intensidad parasitaria fueron encontrados en peces recolectados en el canal del Dique (207.3 ± 59.50 parásitos/pescado), cuerpo de agua que conecta al río Magdalena con la bahía de Cartagena. Diferencias estadísticas fueron detectadas para los parámetros morfométricos como la longitud total, el peso, el índice hepatosomático y el factor de condición para *Hoplias malabaricus* recolectado en los diferentes sitios de muestreo ($P < 0.05$).

El análisis de correlación para los parámetros morfométricos aparece en la Tabla 2.2. Correlaciones significantes y positivas fueron encontradas entre la intensidad parasitaria y el tamaño del pez ($R=0.240$; $P<0.001$). No obstante, esto no ocurrió con el índice hepatosomático ($R=-0.006$; $P=0.935$). El mismo parámetro parasitario correlacionó negativa pero significativamente con el factor de condición ($R=-0.159$; $P=0.034$).

Tabla 2.2. Correlaciones entre parámetros morfométricos e intensidad parasitaria para *Hoplias malabaricus* capturados en cuerpos de agua de la región Caribe de Colombia.

Parámetros	Tamaño	Peso	Factor de condición	Índice hepatosomático	Intensidad parasitaria
Tamaño	1				
Peso	0.762 (P<0.001)	1			
Factor de condición	-0.462 (P<0.001)	0.137 (P=0.039)	1		
Índice hepatosomático	0.162 P=(0.014)	0.196 (P=0.003)	-0.029 (P=0.627)	1	
Intensidad parasitaria	0.240 (P<0.001)	0.199 (P=0.008)	-0.159 (P=0.034)	-0.006 (P=0.935)	1

La identificación morfológica de las larvas, estuvo basada en la presencia de un ciego intestinal prominente que se extiende hasta el anillo nervioso, tres labios con un diente cefálico entre los mismos, además de otras características observadas (Nadler y Hudspeth, 1998; Martins *et al*., 2005), sugiriendo que la mayoría de estos parásitos pertenecen al género *Contracaecum sp*. (Nematoda: Anisakidae) (Figuras 2.5 y 2.6).

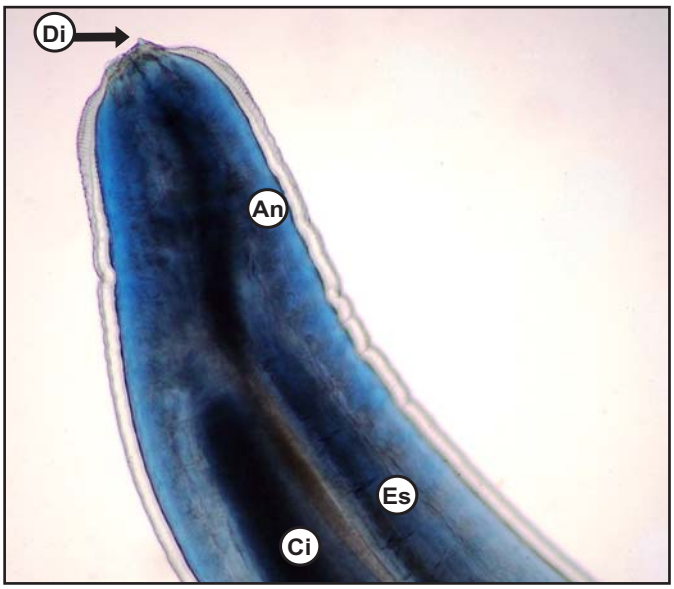


Figura 2.5. Extremo anterior de una larva de *Contracaecum sp*. Di. Diente cuticular. An. Anillo nervioso. Es. Esófago. Ci. Ciego intestinal.

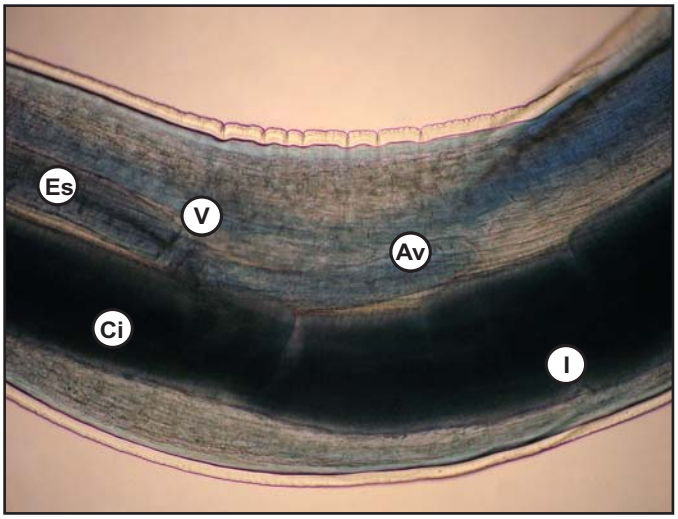


Figura 2.6. Características morfológicas para nemátodos *Contracaecum* aislados en Moncholo de diferentes cuerpos de agua Colombiana. Es. Esófago. V. Ventrículo. Av. Apéndice ventricular. Ci. Ciego intestinal. I. Intestino.

Los nemátodos fueron aislados principalmente del mesenterio intestinal, con una proporción muy pequeña dentro del músculo, posiblemente por la migración post mortem (Figura 2.7).

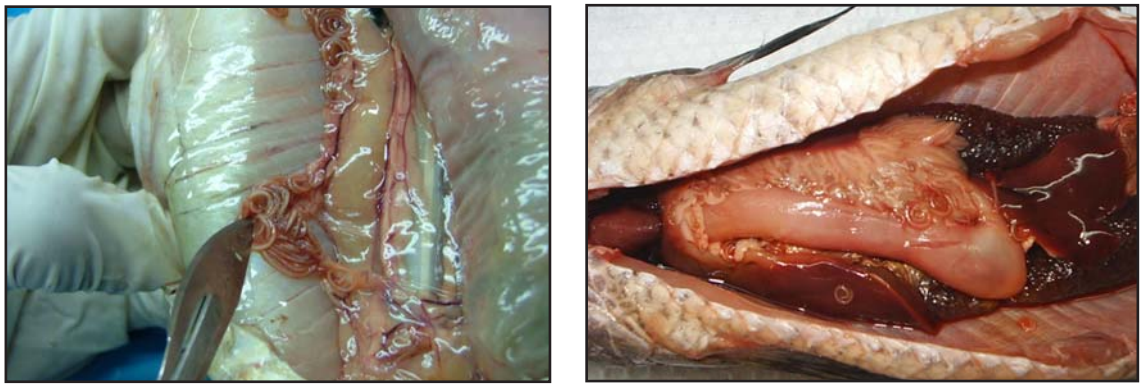


Figura 2.7. Presencia de larvas de nemátodos en el mesenterio de *Hoplias malabaricus*.

La distribución de las longitudes medidas para una muestra (80.4%) de los parásitos aislados de *Hoplias malabaricus* aparece en la Figura 2.8. El tamaño promedio registrado fue de 15.46 mm, con valores que oscilaron entre 3 y 33 mm, siguiendo una distribución normal.

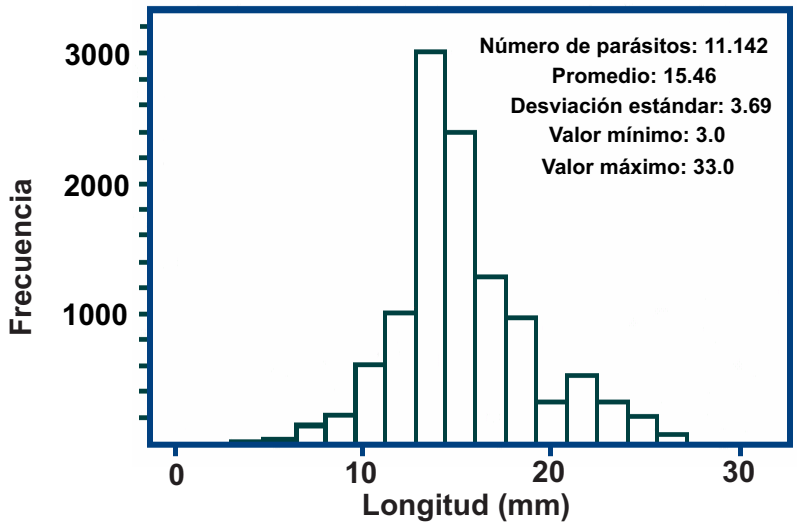


Figura 2.8. Distribución de longitudes de parásitos aislados de Moncholo.

2.4. DISCUSIÓN

Los peces son una fuente importante de proteína para un gran número de colombianos. Sin embargo, sus hábitats están siendo contaminados por descargas industriales, aguas de alcantarillado sin tratamiento y por escorrentías contaminadas por fertilizantes y pesticidas, entre otros. De hecho, las diferencias estadísticas observadas para los parámetros morfométricos e índices parasitarios en peces recolectados en las diferentes estaciones de muestreo pueden obedecer, en parte, a las diferencias en las condiciones medio-ambientales. El factor de condición reveló que los peces más robustos fueron aquellos capturados en la ciénaga del Totumo, cuerpo de agua de baja contaminación. De gran interés fue el hecho de registrar que todos los índices de infección parasitaria fueron más bajos en el río Amazonas en relación con otros sitios de muestreo, reflejando, de forma probable, los bajos niveles de contaminación en esta zona del país (Leticia, Colombia). Este hallazgo fortalece la idea de que los parásitos pueden ser usados como indicadores de contaminación (Williams y MacKenzie, 2003; Valtonen *et al*., 2003).

En Colombia, las ciudades más importantes descargan las aguas residuales en el río Magdalena, sin acciones decididas para controlar o minimizar éstos eventos. Al mismo tiempo, existe poca preocupación en relación con el impacto de estos efluentes sobre las poblaciones de peces, aunque la mayoría de las personas de bajos ingresos que viven a lo largo de estos ríos derivan su sustento de esta fuente.

El pez más popular en nuestro país es el Bocachico (*Prochilodus magdalenae*). Sin embargo, debido a su intensiva explotación, la polución y destrucción de su hábitat, está enfrentando la extinción. Como consecuencia, otras especies de peces están tomando un papel importante como fuentes de sustento. Entre ellos *Hoplias malabaricus*, un pez carnívoro cuya dieta incluye peces parasitados con nemátodos tales como la Mojarra amarilla (Figura 2.9). La posición del Moncholo en lo alto de la cadena trófica hace de esta especie un huésped intermediario de parásitos. De hecho, varios estudios han mostrado la presencia de diversas especies de parásitos en este pez, por ejemplo, *Spirocamallanus hilarii* (Nematoda: Camallanidae) (Ramallo, 1997), *Henneguya malabarica sp. nov.* (Myxozoa, Myxobolidae), *Tetrauronema desaequalis n.sp.* (Azevedo y Matos, 1996a, 1996b), y larvas de *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae) (Martins *et al*., 2005), entre otras.

Figura 2.9. Mojarra amarilla encontrada en el estómago de *Hoplias malabaricus.*

Resulta dramático que todas las ocho estaciones de muestreo analizadas en la región Caribe colombiana posean una prevalencia parasitaria del 100% en Moncholo, considerando que para muestras del río Amazonas en Leticia, un ambiente casi pristino, el valor para este mismo parámetro fue del 6.12%. No obstante, una alta prevalencia de nemátodos en Moncholo ha sido también observada en los pantanales occidentales del estado de Maranhao en Brasil (100%), aunque valores menores han sido reportados para el río Paraná en el estado de Sao Paulo por Martins *et al*. (2005). Además, la intensidad media encontrada en este trabajo (77.8 ± 8.11) es mayor que las reportadas por algunos autores en varios ecosistemas de Brasil (9.5 - 49.1) (Luque y Alves, 2001; Machado *et al*., 2000; Kohn *et al*., 1988) . Estos resultados podrían sugerir que las altas prevalencias parasitarias hacen parte de una zoonosis epidémica que ha empezado a tomar curso en *Hoplias malabaricus*. Debe señalarse que las tres estaciones con la incidencia parasitaria más alta fueron aquellas localizadas al final del río Magdalena, el cuerpo de agua más importante en Colombia, el cual recibe la contaminación química y microbiológica de la mayor parte de la población del país, con un alto porcentaje en las ciudades de Bogotá,

Cali, Medellín, Bucaramanga y Barranquilla, entre otras. De otra parte, las características fisicoquímicas, microbiológicas, geoquímicas y ecológicas de los sitios de muestreo, también podrían estar aportando a los factores que explican los datos observados. Por ejemplo, a pesar que la ciénaga del Totumo, es un ambiente de baja contaminación urbana, tiene una incidencia parasitaria mayor que las registradas en ríos con aportes de alcantarillado. Para este sitio, la parasitosis en *Hoplias malabaricus* podría ser el resultado directo de la alta presencia de nemátodos en su dieta, constituida por Lisas, *Mugil incilis* (Olivero *et al*., 2005). Otro factor importante que activa estos eventos parasitarios masivos está relacionado con la presencia de uno o varios huéspedes intermediarios específicos, en donde estos parásitos son oportunistas para la colonización (Poulin, 2005), favoreciendo el ciclo de vida del nemátodo y haciendo difícil o imposible el control del evento epidémico en el sitio. Otra hipótesis que sería importante valorar estaría relacionada con la posible asociación entre parasitismo y el calentamiento global. Pequeños cambios en la temperatura promedio del agua podrían facilitar la reproducción rápida de huéspedes intermediarios de nemátodos, los cuales eventualmente le permitiría a estos organismos permear los diferentes niveles de la cadena trófica.

La literatura científica destaca que eventos parasitarios masivos, como el observado en el Moncholo del Magdalena, suelen ser el resultado de cambios bióticos y abióticos en el ambiente, e inclusive ser indicadores de polución por metales pesados e hidrocarburos (Schludermann *et al*., 2003; Williams y MacKenzie, 2003), aunque también pueden presentarse por el enriquecimiento orgánico de sedimentos, derivados de descargas provenientes del alcantarillado doméstico (Marcogliese y Cono, 2001). Sin embargo, algunos factores tales como el tamaño de la población, pueden también determinar la tasa de infección por parásitos (Bagge *et al*., 2004).

Independiente de las causas por las cuales los parásitos han ingresado al pez, la calidad del alimento disminuye, no sólo debido a la posibilidad de infección en humanos por el consumo de los peces con poca cocción (Sakanari y McKerrow, 1989), sino porque no existe preparación segura que elimine por completo el riesgo para los humanos cuando los pescados están parasitados (Audicana *et al*., 2002; Toro *et al*., 2004). Además, varias condiciones patológicas como las antropozoonosis, eventos de alergia, y reacciones anafilácticas (López-Serrano *et al*., 2000; Audicana *et al*., 1995), podrían ocurrir en algunos individuos que de manera regular consumen peces infectados. El problema de parasitosis en peces podría tornarse severo cuando la diversidad del recurso disminuya a un punto tal, que un número de especies constituyan la única fuente disponible de proteínas debido a su bajo precio y abundancia.

Aunque parece evidente que las larvas de *Contracaecum sp*. encontradas en las muestras de *Hoplias malabaricus* revisadas en este estudio, poseen casi los mismos rasgos morfológicos que aquellos reportados por Martins *et al*. (2005) en Moncholos de Brasil, es interesante destacar que la longitud media de los primeros es en promedio aproximadamente 9 mm más pequeño. Esto podría obedecer en parte al número de parásitos medido por los mencionados autores (20) comparado con el nuestro (11.142). Además, aunque los nemátodos aislados de peces colombianos son similares en tamaño a los descritos por Moravec *et al*. (1985), su amplia distribución de longitudes podría sugerir la presencia de especies hermanas.

La correlación positiva y significante entre la intensidad parasitaria, longitud, y el peso medido para *Hoplias malabaricus*, podría ser atribuida a procesos dependientes del tiempo de exposición. Este fenómeno ha sido igualmente detectado en parásitos (*Spatulifer maringaensis* y *Nupelia portoriquensis*) que infectan peces carnívoros tales como en *Sorubim lima* (Takemoto y Pavanelli, 2000). Por otro lado, el factor de condición de los pescados correlacionó negativamente con la intensidad parasitaria, sugiriendo que estos parásitos alteran procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento y desarrollo.

Además del Moncholo, la parasitación por nemátodos *Contracaecum* también ha sido reportada para el *Serrasalmus spilopleura* (Hamann, 1999), *Aphanopus carbo*, *Scomber japonicus* (Costa *et al*., 2003), *Platichthys flesus* (El-Darsh y Whitfield, 1999), *Merlucciushubbsi* (Herreras *et al*., 2000), *Cichlasoma* (Nandopsis) *urophthalmus* (Bergmann y Motta, 2004), *Salminus maxillosus* (Ramallo y Torres, 1995), y *Clarias gariepinus* (Burchell) (Barson, 2004), entre otros, indicando que este parásito se encuentra extendido alrededor del mundo infectando importantes especies comerciales.

En cuanto a la preferencia del parásito por los órganos viscerales, la presencia de larvas en el mesenterio intestinal limitaría su potencial zoonótico. Sin embargo, si los peces no son propiamente congelados y eviscerados después de la captura, los nemátodos pueden migrar al músculo (Wharton *et al*., 1999) y representar un riesgo de parasitosis para los humanos.

Aunque es evidente que las relaciones entre el parásito/huésped/ ecología determinan la prevalencia y las altas intensidades registradas en este estudio, es claro que los resultados presentados son alarmantes y deben forzar una nueva investigación sobre el origen de esta susceptibilidad de los peces para la infección parasitaria, y su relación con las condiciones medio-ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los pescadores de los diferentes sitios de muestreo por su ayuda en la captura de los peces.

REFERENCIAS

Anderson, R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. 2nd Ed. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K. 650 p.

Ashfield, L.A., Pottinger, T.G., Sumpter, J.P. 1998. Exposure of female juvenile rainbow trout to alkilphenolic compounds results in modifications to growth and ovosomatic index. *Environmental Toxicology and Chemistry*. **17**(4):679-686.

Audicana, M.T., Ansotegui, I.J., Fernandez de Corres, L. Kennedy, M.W. 2002. *Anisakis simplex*: dangerous-dead and live?. *Trends in Parasitology*. **18**(1):20-25.

Audicana, M.T., Fernandez de Corres, L., Muñoz, D., Fernández, E., Navarro, A., Del Pozo, M.D. 1995. Recurrent anaphylaxis caused by *Anisakis simplex* parasitizing fish. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. **96**(4): 558-560.

Azevedo, C., Matos, E. 1996a. *Henneguya malabarica sp. nov*. (Myxozoa, Myxobolidae) in the Amazonian fish *Hoplias malabaricus*. *Parasitology Research.* **82**(3): 222-224.

Azevedo, C., Matos, E. 1996b. Light and electron microscopic study of a myxosporean, *Tetrauronema desaequalis n. sp*. (fam. Tetrauronematidae), from an Amazonian fish. *The Journal of Parasitology*. **82**(2): 288-291.

Bagge, A.M., Poulin, R., Valtonen, E.T. 2004. Fish population size, and not density, as the determining factor of parasite infection: a case study. *Parasitology*. **128**(Pt3): 305-313.

Barson, M. 2004. The occurrence of *Contracaecum sp*. larvae (Nematoda: Anisakidae) in the catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) from Lake Chivero, Zimbabwe. *The Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. **71**(1): 35-39.

Bergmann, G.T., Motta, P.J. 2004. Infection by anisakid nematodes *Contracaecum spp*. in the Mayan cichlid fish 'Cichlasoma (Nandopsis)' urophthalmus (Gunther, 1862). *The Journal of Parasitology*. **90**(2): 405-407.

Berland, B. 1989. Identification of larval nematodes from fish, p.16-22. In: Nematode problems in north Atlantic fish, Moller, H. (ed.). Report from a workshop in Kiel, 3-4 April 1989. *International Council for the Exploration of the Sea, C. M./F:* 6, p. 16-22.

Britski, H.A., Sato, Y., Rosa, A.B.S. 1986. Manual de Identificação de Peixes da Região de Três Marias. 2nd. edn. Codevasf, Brasilia. 115 p.

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of Parasitology*. **83**(4): 575-583.

Bussing, W.A. 1987. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica ciudad Universitaria Rodrigo Facio. San Jose, Costa Rica. 93 p.

Costa, G., Pontes, T., Mattiucci, S., D'Amélio, S. 2003. The occurrence and infection dynamics of Anisakis larvae in the black-scabbard fish, *Aphanopus carbo*, chub mackerel, *Scomber japonicus*, and oceanic horse mackerel, *Trachurus picturatus* from Madeira, Portugal. Journal of helminthology. **77**(2):163-166.

El-Darsh, H.E.M., Whitfield, P.J. 1999. The parasite community infecting flounders, *Platichthys flesus*, in the tidal Thames. *The Journal of Parasitology*. **73**(3): 203-214.

Galvis, G., Mojica, J.I., Camargo, M. 1997. Peces del Catatumbo. Asociación Cravo Norte, Santafé de Bogotá, D.C. 188 p.

Hamann, M. 1999. Ecological aspect between *Contracaecum sp*. (Nematoda: Anisakidae) and the host *Serrasalmus spilopleura* kner, 1860 (Pisces, Characidae) in natural populations of northeastern Argentina. *Boletín Chileno de Parasitología*. **54**(3-4): 74-82.

Kenny, J.S. 1995. Views from the bridge: a memoir on the freshwater fishes of Trinidad. Julian S. Kenny, Maracas, St. Joseph, Trinidad and Tobago. 98 p.

Kohn, A., Fernández, B.M.M., Pipolo, H.V., Godoy, M.P. 1988. Helmintos parásitos de peixes das Usinas Hidrelécticas do Electrosul (Brasil). II. Reservatórios de Salto Osório e de Salto Sandiego. Bacia do Río Iguacu. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **83**(3): 299-303.

Lopez-Serrano, M.C., Gomez, A.A., Daschner, A., Moreno-Ancillo, A., de Parga, J.M., Caballero, M.T., Barranco, P., Cabanas, R. 2000. Gastroallergic anisakiasis: findings in 22 patients. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*. **15**(5): 503-506.

Luque, J.L., Alves, D.R. 2001. Ecologia das comunidades de metazoarios parasitos do xaréu, *Caranx hippos* (Linnaeus) e do xerelete, *Caranx latus* Aga-ssiz (Osteichthyes: Carangidae) do litoral do Estado do Rio de Janeiro. Brazil. *Revista Brasilera de Zoología*. **18**(2): 399-410.

Machado, P.M., Almeida, S.C., Pavanelli, G.C., Takemoto, R.M. 2000. Ecological aspects of endohelminths parasitizing *Cichla monoculuc* Spix, 1831 (Perciformes: Cichlidae) in the Paraná River near Porto Rico, State of Paraná. Brazil. *Comparative Parasitology*. **67**(2): 210-217.

Marcogliese, D.J., Brambilla, L.G., Gagne, F., Gendron, A.D. 2005. Joint effects of parasitism and pollution on oxidative stress biomarkers in yellow perch Perca flavescens. *Diseases of Aquatic Organisms*. **63**(1): 77-84.

Marcogliese, D.J., Cone, D.K. 2001. Myxozoan communities parasitizing *Notropis hudsonius* (Cyprinidae) at selected localities on the St. Lawrence River, Quebec: possible effects of urban effluents. *The Journal of Parasitology*. **87**(5): 951-956.

Martins, M.L., Onaka, E.M., Fenerick, J. Jr. 2005. Larval *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhao, Brazil. *Veterinary Parasitology*. **127**(1): 51-59.

Moravec, F., Nagasawa, K., Urawa, S. 1985. Some fish nematodes from freshwaters in Hokkaido Japan. *Folia Parasitologica*. **32**: 305-316.

Moravec, F., Vidal-Martinez, V.M., Vargas-Vazquez, J., Vivas-Rodriguez, C., Gonzalez-Solis, D., Mendoza-Franco,E., Sima-Alvarez, R., Guemez-Ricalde, J. 1997. Helminto parasites of *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) of the Yucatan Peninsula, southeastern Mexico. *Folia Parasitologica* . **44**(4): 255-266.

Moravec, F., Vidal-Martinez, V.M., Vargas-Vazquez, J., Vivas-Rodriguez, C., Gonzalez-Solis, D., Mendoza-Franco,E., Sima-Alvarez, R., Guemez-Ricalde, J., vanec, A., Sures, B. 2003. Fish macroparasites as indicators of heavy metal pollution in river sites in Austria. *Parasitology.* **126**(1):61-69.

Nadler, S.A., Hudspeth, D.S. 1998. Ribosomal DNA and phylogeny of the Ascaridoidea (Nemata: Secernentea): implications for morphological evolution and classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **10**(2): 221-236.

Olivero, J., Baldiris, R., Arroyo, B. 2005. Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena Bay and Totumo marsh, north of Colombia. *The Journal of Parasitology*. **91**(5): 1109-1112.

Planquette, P., Keith, P., Le Bail, P.Y. 1996. Atlas des poissons d'eau douce de Guyane (Tome 1). Collection du Patrimoine Naturel, vol.22. IEGB-M.N.H.N., INRA, CSP, Min. Env., Paris. 429 p.

Poulin, R. 2005. Relative infection levels and taxonomic distances among the host species used by a parasite: insights into parasite specialization. *Parasitology*. **130**(Pt 1): 109-115.

Ramallo, G. 1997. Spirocamallanus hilarii (Nematoda, Camallanidae) fresh water fishes parasite from the dam of Termas de rio Hondo, Santiago del Estero, Argentina. *Boletín Chileno de Parasitología*. **52**(3-4): 67-70.

Ramallo, G., Torres, P. 1995. *Contracaecum sp*. larvae (Nematoda, Anisakidae) infection in *Salminus maxillosus* (Pisces, Characidae) in the dam of Termas de rio Hondo, *Boletín Chileno de Parasitología*. **50**(1-2): 21-23.

Sakanari, J.A., McKerrow, J.H. 1989. Anisakiasis. *Clinical Microbiology Reviews*. **2**(3): 278-284.

Schludermann, C., Konecny, R., Laimgruber, S., Lewis, J.W., Schiemer, F., Chovanec, A., Sures, B., 2003. Fish macroparasites as indicators of heavy metal pollution in river sites in Austria. *Parasitology*. **126** Suppl: S61-S69.

Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. 2000. Aspects of the ecology of proteocephalid cestodes parasites of *Sorubim lima* (Pimelodidae) of the upper Parana River, Brazil: I. Structure and influence of host's size and sex. *Brazilian Journal of Biology*. **60**(4): 577-584.

Toro, C., Caballero, M.L., Baquero, M., Garcia-Samaniego, J., Casado, I., Rubio, M., Moneo, I. 2004. High prevalence of seropositivity to a major allergen of *Anisakis simplex*, Ani s 1, in dyspeptic patients. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*. **11**(1): 115-118.

Valtonen, E.T., Holmes, J.C., Aronen, J., Rautalahti, I. 2003. Parasite communities as indicators of recovery from pollution: parasites of roach (*Rutilus rutilus*) and perch (*Perca fuviatilis*) in central Finland. *Parasitology*. **126** Suppl:S43-S52.

Wharton, D., Hassall, M., Alders, O. 1999. *Anisakis* (Nematoda) in some New Zealand inshore fish. New Zealand. *Journal of Marine and Fresh Water Research*. **33**(4): 643-648.

Williams, H.H., MacKenzie, K. 2003. Marine parasites as pollution indicators: an update. *Parasitology* . **126** Suppl: S27-S41.

Capítulo 3

PARÁSITOS EN RUBIO (*Salminus affinis*) DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS SINÚ Y SAN JORGE

Víctor Atencio García*
Karen Mejía Piñerez*
Yullys Navarro Viloria*
Sandra Pardo Carrasco**
*. Universidad de Córdoba
**. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín

3.1. INTRODUCCIÓN

Los peces abarcan una gran diversidad en todos los niveles de organización biológica, desde la morfología, el comportamiento, la forma de sus patrones de coloración, hasta sus habilidades fisiológicas para adaptarse a las diversas condiciones del ambiente acuático (Brauner y Val, 2006). El número de especies de peces reportadas en las cuencas colombianas es alrededor de 838 especies (Mojica, 1999). El Rubio, *Salminus affinis,* es una especie reofílica con importancia pesquera y su conocimiento biológico es escaso. Sin embargo, es considerada vulnerable a la extinción a causa de la presión pesquera, siendo reportada en el Libro Rojo de los Peces Dulceacuícolas de Colombia (Mojica *et al*., 2002), lo que ha generado un interés por su estudio, destacándose trabajos relacionados con su crecimiento (Olaya Nieto *et al*., 2006), hematología y química sanguínea (Atencio García *et al*., 2007), descripción del tubo digestivo (Hernández *et al*., 2007), y desarrollo gonadal (Lozano, 2007), entre otros.

Recientemente, nuestro grupo (Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba, CINPIC) ha reportado la parasitosis en este organismo (Pardo *et al*., 2007), constituyéndose este capítulo en una extensión de dicho trabajo.

Uno de los factores más importantes en el control de enfermedades parasitarias en una especie es el conocimiento de su ecología en poblaciones naturales, constituyendo los estudios de parásito-fauna la primera fase para la descripción de los agentes bioagresores, distribución, prevalencia e intensidad parasitaria (Esch y Fernández, 1993; Price y Clancy, 1983). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar los parasitos presentes en especímenes de Rubio de las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge.

Bioecología del rubio (*Salminus affinis* Steindachner, 1880). Pertenece al orden *Characiformes*, familia Characidae, subfamilia Bryconinae y al género *Salminus*. Es conocido con los nombres comunes de Picuda, Rayada, Picuda del río, Rubia (ríos San Jorge, Magdalena), Salmón, Dorada (Alto Magdalena) y Rubio (río Sinú) (Mojica *et al.,* 2002; Dahl, 1971; Miles, 1971). Geográficamente el Rubio ha sido detectado en los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge, Sinú, Quindío, Cesar y Ranchería (Mojica *et al*., 2002; Vargas-Tisnes, 1989; Patiño, 1973; Dahl, 1971; Miles, 1947). Esta especie presenta una coloración plateada, aleta caudal rojiza con franja negra horizontal extendida un poco hacia el pedúnculo. La aleta anal es de color rojo, la línea lateral tiene 73 escamas con manchas rojas y 12 escamas entre la aleta dorsal y la línea lateral. Sobre el opérculo, en la parte posterior del ojo es distinguida una franja horizontal negra conspicua (Figura 3.1) (Miles, 1947). Alcanza tallas máximas entre 60 y 65 cm de longitud total (Olaya-Nieto, 2006; Miles, 1947). El Rubio es carnívoro con tendencia piscívora, muy voraz, que solo consume presas vivas (Olaya-Nieto *et al*., 2006). Como especie reofílica, realiza anualmente dos migraciones, una reproductiva o subienda y otra trófica o bajanza. En la cuenca del río Sinú su reproducción sucede en el período lluvioso, particularmente entre los meses de abril y octubre (Atencio-García, 2000).

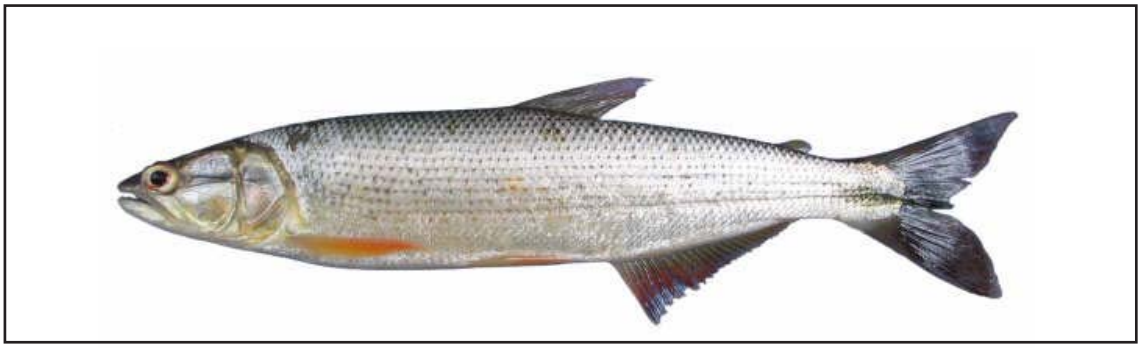


Figura 3.1. Ejemplar adulto macho de Rubio *Salminus affinis.*

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Área de estudio y recolección de especímenes. Los Rubios fueron capturados entre julio y octubre de 2005, empleando atarraya y anzuelo en varios sitios de los ríos Sinú y San Jorge (Figura 3.2). Los pescados fueron colocados de manera individual en bolsas plásticas con hielo, trasladados al Centro de Investigación Piscícola de la Universidad de Córdoba (CINPIC) y almacenados a -15 °C para su posterior análisis.

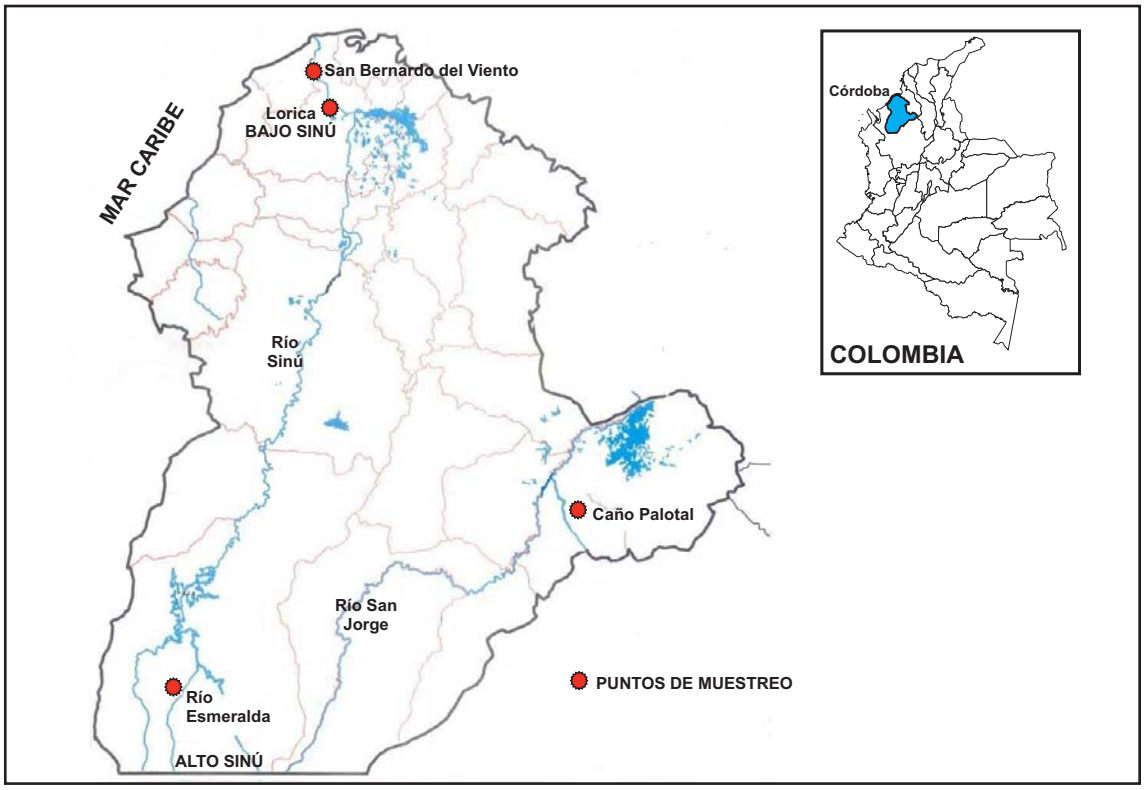


Figura 3.2. Localización de los sitios de captura de *Salminus affinis* en los ríos Sinú y San Jorge.

3.2.2. Reconocimiento de parásitos en Rubio. A cada ejemplar le fue realizada una disección desde el ano hasta el opérculo, separando las paredes laterales de la cavidad visceral, para realizar un examen *in situ* de los órganos internos. Los endoparásitos encontrados fueron preservados en una solución de formaldehído al 5% en glicerina (Eiras *et al*., 2000).

3.2.3. Identificación taxonómica de los parásitos. Los nemátodos fueron identificados de acuerdo con las técnicas descritas en el Capítulo 2. Los índices morfométricos cuantificados para cada parásito fueron sugeridos por Abollo *et al*. (2001) y corresponden a los siguientes: Longitud total (LT), longitud del esófago (LE), diámetro total (DT), longitud del ventrículo (LV), longitud del apéndice ventricular (LAV), longitud de la cola (LC), longitud del ciego intestinal (LCI), además de parámetros derivados de relaciones entre algunas magnitudes mencionadas con anterioridad, tales como los valores alfa (α=LT/DT), beta2 (β2=LT/LE), beta3 (β3=LT/LV), gamma (γ=LT/LC), x (X=LT/LAV), d1 (D1=LT/LCI), d2 (D2=LV/LCI), z (Z=LAV/CI). El proceso de clarificación de los nemátodos y de la obtención de secciones histológicas fue realizado de acuerdo con la metodología reportada por Baldiris (2005). Las imágenes de los nemátodos fueron tomadas utilizando un microscopio (Carl Zeiss, Axioestar, Alemania) y una cámara fotográfica digital incorporada (Canon Power Shot G5, Japón). Las mediciones fueron realizadas con un analizador de imagen (Carl Zeiss AxioVisión 4, Alemania).

3.2.4. Evaluación del grado de infección parasitaria. El número de parásitos encontrados en el tracto digestivo de cada pescado analizado fue registrado de acuerdo con su ubicación. El grado de infección parasitaria fue categorizado con base en lo sugerido por Iregui *et al*. (1999) y Lightner (1996) de la siguiente manera: sin parásitos, parasitosis leve (1 a 100 parásitos por pescado), parasitosis moderada (101 a 200 parásitos por pescado) y parasitosis severa (>200 parásitos por pescado). La prevalencia (P) fue determinada mediante la fórmula P = N° de peces infectados/N° total de peces examinados *100 (Busch *et al*., 1997).

3.2.5. Presentación y análisis de la información. Los datos morfométricos y la intensidad parasitaria del Rubio para los ríos muestreados son presentados como la media más o menos error estándar. El Test de Mann-Whitney fue usado para realizar comparaciones entre medias obtenidas para los dos sitios de muestreo. El coeficiente de correlación de Spearman fue empleado para establecer la relación entre longitud e intensidad parasitaria. El criterio de significancia estadística fue $P<0.05$.

3.3. RESULTADOS

Los resultados del análisis parasitario en Rubios colectados en diferentes ecosistemas del departamento de Córdoba son descritos a continuación:

3.3.1. Características morfométricas e índices parasitarios encontrados en Rubio. El tamaño y el peso de los peces, al igual que el número de parásitos por órgano y la prevalencia de nemátodos en los mismos aparece en la Tabla 3.1. Para los ríos evaluados,

la prevalencia osciló entre 87.5 y 100%. De los 34 Rubios analizados en el río Sinú, 33 fueron infectados por nemátodos en intestino; de éstos 11 presentaron infección simultánea en estómago. El análisis de correlación entre el tamaño (longitud) y la intensidad parasitaria reveló la ausencia de relación estadística entre estas dos variables (R=0.252, P=0.09).

Tabla 3.1. Biometría de Rubio, órganos infectados y prevalencia parasitaria en Rubio de los ríos Sinú y San Jorge.

Río	Tamaño (cm)	Peso (g)	Número de especímenes con parásitos en órganos examinados		Prevalencia (%)
			Intestino	Estómago	
Sinú (n = 34)			33	11	97.1
Alto Sinú	44.6 ± 8.0	1070.2 ± 487.6	26	8	100
Bajo Sinú	21.9 ± 2.1	118.5 ± 41.4	7	3	87.5
San Jorge (n = 11)	31.3 ± 10.0	379.8 ± 427.2	11	2	100

Los rasgos morfológicos de los nemátodos encontrados sugieren que el parásito corrresponde al estado larval 3 (L3) del género *Contracaecum*, coincidiendo con los reportes descritos por Martins *et al*. (2005) y Olivero *et al*. (2005). Las características morfológicas más sobresalientes para los nemátodos aislados de Rubio aparecen en la Figura 3.3.

Los cortes histológicos de las larvas de nemátodos en sección transversal presentaron un diámetro entre 549.22 y 866.09 µm. La disposición central de la luz intestinal en forma de ranura y la extensión de cordones nerviosos desde el músculo hasta la cutícula son dos de las características morfológicas sobresalientes (Figura 3.4). Esta descripción concuerda con la realizada por Baldiris (2005) para *Contracaecum* en Lisas y Moncholos.

Las mediciones morfométricas para las larvas de nemátodos del género *Contracaecum* aislados de Rubios son mostrados en la Tabla 3.2. Así mismo, una comparación para los índices morfométricos compuestos obtenidos en nemátodos del Rubio y los reportados por Baldiris (2005) para nemátodos extraídos de Lisa (bahía de Cartagena) y Moncholo (ciénaga del Totumo) son presentados en la Tabla 3.3.

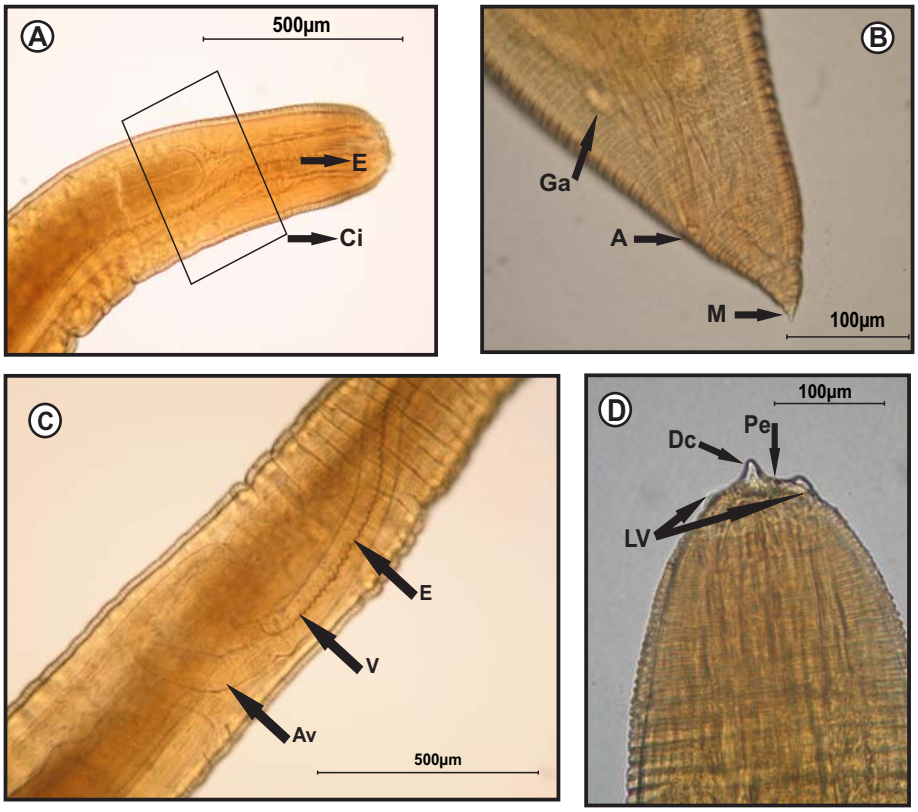


Figura 3.3. Nemátodo *Contracaecum sp* aislado en Rubio *Salminus affinis* de los ríos Sinú y San Jorge. A) y B) Extremo anterior y posterior de *Contracaecum sp* (Ci, ciego intestinal; E, esófago; Ga, glándulas anexas; A, ano; M, mucrón). C) Tubo digestivo; E, esofago; V, ventriculo; Av, apendice ventricular. D) Extremo anterior de (Dc, diente cuticular; Lv, labios ventrolaterales; Pe, poro excretor).

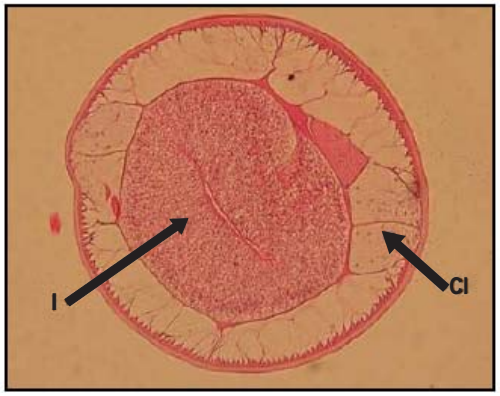


Figura 3.4. Corte histológico transversal del extremo anterior de larva de *Contracaecum sp* aislado en Rubio *Salminus affinis* de los ríos Sinú y San Jorge (I, intestino; Cn, cordones nerviosos).

Tabla 3.2. Características morfométricas de nemátodos (*Contracaecum sp*) aislados en Rubio (*Salminus affinis*) de los ríos Sinú y San Jorge.

Parámetro (mm)	Valor promedio (media ± error estándar)	
	Rubio	
	Río Sinú	Río San Jorge
Longitud total	10.0 ± 26.0	18.0 ± 25.0
Diámetro total	0.6 ± 0.02	0.7 ± 0.03
Longitud del esófago	1.8 ± 0.03	1.8 ± 0.01
Longitud del ciego intestinal	1.4 ± 0.03	1.6 ± 0.07
Longitud de la cola	0.1 ± 0.00	0.1 ± 0.01
Longitud boca-anillo nervioso	0.2 ± 0.00	0.3 ± 0.01
Longitud ventrículo	0.1 ± 0.00	0.1 ± 0.00
Ancho ventrículo	0.1 ± 0.00	0.1 ± 0.01
Ancho esófago	0.1 ± 0.00	0.1 ± 0.00
Longitud apéndice ventricular	0.4 ± 0.01	0.5 ± 0.01

Tabla 3.3. Comparación entre índices morfométricos compuestos obtenidos para los nemátodos encontrados en Rubio y los reportados por Baldiris (2005) para Lisa (*Mugil incilis)* de la bahía de Cartagena y Moncholo (*Hoplias malabaricus)* de la ciénaga del Totumo.

Índice	Valor promedio (media ± error estándar)			
	Rubio		Lisa (Baldiris, 2005)	Moncholo (Baldiris, 2005)
	Río Sinú	Río San Jorge		
Alfa	29.2 ± 0.15	28.2 ± 20.50	27.3 ± 0.22	34.48 ± 1.53
Beta 2	9.4 ± 0.07	11.2 ± 0.56	22.4 ± 0.36	33.48 ± 2.17
Beta 3	165.8 ± 1.33	202.1 ± 10.90	206.3 ± 7.78	263.9 ± 14.50
Gamma	142.9 ± 0.96	155.8 ± 14.30	132.3 ± 22.75	301.4 ± 8.45
X	45.4 ± 0.37	42.6 ± 3.20	34.4 ± 1.55	47.5 ± 3.61
D1	11.9 ± 0.07	13.2 ± 1.20	24.3 ± 0.38	25.3 ± 1.64
D2	0.1 ± 0.00	0.1 ± 0.00	0.1 ± 0.12	0.1 ± 0.00
Z	0.3 ± 0.00	0.3 ± 0.01	0.7 ± 0.02	0.5 ± 0.01

3.3.2. Grado de infección parasitaria por nemátodos en Rubio de los ríos Sinú y San Jorge. Para los ríos en estudio, los niveles de parasitismo son presentados en la Tabla 3.4. En ambos cuerpos de agua, las parasitosis fueron clasificadas como moderada. En el río Sinú el número de nemátodos por pez osciló entre 1 y 144, con promedio de 24.4 ± 31.2, mientras que para el río San Jorge el rango de nemátodos por pez varió de 1 a 72 con promedio de 19.0 ± 25.1; sin registrarse diferencia significativa entre el número de nemátodos de ambas poblaciones (Test de Mann-Whitney $P>0.05$).

Tabla 3.4. Infección de nemátodos en Rubios de los ríos Sinú y San Jorge.

Río	Grado de infección (%)			
	Sin Parásitos	Leve	Moderado	Severo
Sinú (n= 34)	2.9	94.1	2.9	0.0
Alto Sinú (n = 26)	0.0	96.2	3.8	0.0
Bajo Sinú (n = 8)	12.5	87.5	0.0	0.0
San Jorge (n = 11)	0.0	100.0	0.0	0.0

3.4. DISCUSIÓN

El parasitismo es un fenómeno muy frecuente en peces teleósteos, su estudio en los ríos Latinoamericanos es relativamente reciente, siendo las primeras investigaciones realizadas en países como Brasil, Perú, Chile, Colombia y México (Kinkelin *et al*., 1985).

Este estudio describe, por primera vez, la presencia de nemátodos del género *Contracaecum* en Rubio. Estos parásitos son de especial importancia dada su abundancia, prevalencia y grado de infección. Esta especie de nemátodo también ha sido reportada para *Salminus maxillosus* en río Hondo, Argentina (Ramallo *et al*., 1995). Los reportes para este parásito en peces de los ríos colombianos son escasos, siendo recientemente registrado por Olivero *et al*. (2005) en Moncholo (*Hoplias malabaricus*) y en Lisas (Olivero *et al*., 2005). Las larvas de *Contracaecum sp* en el Rubio fueron encontradas en tracto digestivo, principalmente en grasa mesentérica, coincidiendo con lo reportado para Moncholo y a diferencia de lo registrado en Lisa (Olivero *et al*., 2005) y en Salmones (Conroy y Vásquez, 1979), en los cuales las larvas del parásito fueron encontradas de forma predominante en el hígado.

La alta prevalencia de *Contracaecum sp*. (mayor de 95%) registrada en este estudio, refleja el poder de colonización de este nemátodo en la población de Rubio, estos resultados coinciden con los publicados por Olivero *et al*. (2005) en Moncholo donde registra prevalencia parasitaria de 100% para *Contracaecum sp* en los ríos y ciénagas de Colombia. Otro nemátodo que exhibe igual probabilidad parasitaria es *Spinitectus sp*. quien parásita a *Salminus brasiliensis* en estado juvenil con una prevalencia de 100% en el río San Francisco, Brasil (Santos *et al*., 2004). Al considerar la acción parasitaria de los nemátodos se puede decir que cualquier grado de infección compromete la integridad del pez y en particular la del órgano donde se encuentran. La categorización del grado de infección encontrada en Rubio (94.1% y 100%) es semejante a lo registrado por Arenas *et al*. (2004) en Moncholo parasitado por *Pseudoterranova decipiens complex* donde el mayor porcentaje de infección fue leve (64%).

La relación entre longitud total y la intensidad parasitaria no fue estadísticamente significativa para ambos ríos, sugiriendo que el número de parásitos en un pez podría estar determinado por los niveles de contaminación del sitio muestreado y no por el

tamaño del hospedador. Es probable que un número muestral mayor altere esta situación ya que estos resultados difieren a los reportados por Olivero *et al*. (2005) quienes afirman que existe una relación positiva y significante entre la longitud total, el peso total y la intensidad parasitaria del Moncholo *Hoplias malabaricus* infectado por *Contracaecum sp* en los ríos y ciénagas de Colombia. De igual forma, Takemoto y Pavanelli (2000) registraron correlación entre la longitud total y la intensidad parasitaria en *Sorubim lima* parasitado por *Spatulifer maringaensis* y *Nupelia portoriquensis*. El hecho de que la intensidad parasitaria de *Contracaecum sp* para los ríos Sinú y San Jorge no presente diferencia significativa, permite sugerir que las cuencas están siendo intervenidas de igual forma y que además la relación parásito/ecología podría estar impactando los índices de prevalencia e intensidad parasitaria de las larvas de nemátodos en Rubio. Resultados similares reportan Olivero *et al*. (2005) al evaluar la infección producida por *Contracaecum sp*. en Moncholo de los principales ríos de Colombia. Estos autores afirman que la parasitosis por larvas de nemátodos se acentúa en sitios de mayor contaminación como por ejemplo el río Magdalena y que por el contrario hábitat menos intervenidos presentan una incidencia parasitaria más baja (río Amazonas).

La parasitosis causada por larvas de anisákidos es un fenómeno que ha sido reportado recientemente en Colombia en peces con importancia comercial tales como Lisa y Moncholo (Olivero *et al*., 2005) y Rubio (este estudio) en particular por especies del género *Contracaecum*. Estos reportes merecen especial atención por los potenciales riesgos para la salud pública, que pueden generar una zoonosis. La anisakidosis es una enfermedad zoonótica muy común en países como Japón, China, Escandinavia y España por la costumbre de consumir pescado crudo o poco cocido. En Latinoamérica se han registrado casos clínicos en Perú, Brasil y Chile (Quijada *et al*., 2005); aunque en Colombia no se han registrado casos de anisakidosis es importante señalar que dada la alta prevalencia de estos nemátodos en los peces que han sido estudiados, en nuestro país existe la probabilidad de una eventual anisakidosis; por lo que se sugiere como medida de prevención la adecuada cocción del pescado antes de consumirlo.

Los resultados del presente estudio permiten concluir que las poblaciones de Rubio de los ríos Sinú y San Jorge están infectadas por larvas de nemátodos *Contracaecum* presentes en el tracto digestivo y grasa mesentérica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad de Córdoba la financiación de este estudio el cual hace parte del proyecto "Escala de maduración gonadal, reproducción inducida, alevinaje y crecimiento de Rubio (*Salminus affinis*) en cautiverio".

REFERENCIAS

Abollo, E., Gestal C., Pascual. S. 2001. Anisakid infection in the European shag Phalacrocorax aristotelis aristotelis. *Journal of Helminthology*. **75**(3): 209-214.

Arenas, M., García, Y. 2004 Determinación de parásitos en estructuras viscerales del Moncholo *Hoplias malabaricus* procedentes de la Ciénaga Grande de Loríca, Córdoba-Colombia. Trabajo de pregrado. Universidad de Córdoba.

Atencio-García, V.J. 2000. Impactos de la Hidroeléctrica Urrá en los peces migratorios del río Sinú. *Revista Temas agrarios*. **5**(9):29-40.

Atencio-García, V.J., Genes-López, F., Madariaga-Mendoza, D., Pardo-Carrasco, S. 2007. Hematología y química sanguínea de juveniles de Rubio (*Salminus affinis* Pisces*: Characidae*) del río Sinú. *Acta Biológica Colombiana*. **12** S: 27 - 40.

Baldiris, R. 2005. Caracterización molecular (PCR-RFLP) de nemátodos de la bahía de Cartagena. Tesis de Maestría. Cartagena, Colombia. Universidad de Cartagena. 98p.

Brauner, C.J., Val, A.L. 2006. Oxygen transfer. In: Val, A.L., Almeida-Val V.M.F. Randall, D. (Ed). The physiology of tropical fishes. *Fish Physiology*. 21: 635p.

Conroy DA, Vásquez C. 1976. Las principales enfermedades infecto-contagiosas de los salmónidos. Bogotá (Colombia). INDERENA.

Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. Bogotá, Colombia: Inderena. 323p.

Eiras, J.C., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. 2000. Métodos de Estudio y Técnicas Laboratoriales en Parasitología de Peces. Zaragoza (Esp): Editorial Acribia, S.A.

Esch, G.W., Hernandez, J.C. 1993. A functional biology of parasitism: ecological and evolutionary implications. Chapman & Hall, London.

Iregui, C., Donado, R. 1999. Sistematización y caracterización de las lesiones branquiales de la Cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) de cultivo clínicamente sana: algunas interacciones hospedador-patógeno-ambiente. Bogotá, Colombia.

Hernández-Muñoz, J. 2007. Descripción morfológica del tubo digestivo de Rubio (*Salminus affinis)* en la cuenca del río Sinú, Córdoba. Tesis de pregrado. Universidad de Córdoba. 63p.

Kinkelin, P., Michel, C., Ghittino, P. 1985. Tratado de las enfermedades de los peces. Zaragoza (Esp): Editorial Acribia, S.A.

Lightner, D.V. 1996. A handbook of pathology and procedures for diseases of penaeid shrimp. *World Aquaculture Society (WAS),* Baton Rouge, Louisiana, U.S.A.

Lozano, R. 2007. Morfología gonadal, escala de maduración y tipo de desove de Rubio *Salminus affinis* Steindachner 1880 de la cuenca del río Sinú. Tesis de pregrado. Universidad de Córdoba. 78p.

Martins, M.L., Onaka, E.M., Fenerick, J. Jr. 2005. Larval *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhao, Brazil. *Veterinary Parasitology*. **127**(1): 51-59.

Miles, C. 1947. Los peces del río Magdalena. 2ª edición. Bogotá (Col): 1971. Miles C. Los peces del río Magdalena. Bogotá, Colombia: Ministerio de Economía Nacional. Sección de Piscicultura, Pesca y Caza.

Mojica, J., Castellanos, C., Usma, S., Álvarez, R. 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie libro rojo de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales. Universidad nacional de Colombia. 547-566 p.

Mojica-C, J.I. 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. **23**:547-566.

Olaya-Nieto, C**.,** Tordecilla-Petro, G**.,** Segura-Guevara, F. 2006. Relación longitud-peso del Rubio (*Salminus affinis* Steindachner, 1880) en la cuenca del río Sinú (Colombia).Comunicación Científica - *CIVA* 2006. *(htt://www.civa2006.org)*. 896-906p.

Olivero, J., Baldiris, R., Güette, J., Benavides-Alvarez, A., Mercado, J., Arroyo, B. 2005. *Contracaecum sp* infection in *Hoplias malabaricus* (Moncholo) from rivers and marshes of Colombia. *Veterinary Parasitology*. **140**(1-2): 90-97.

Pardo, C.S., Mejía, P.K., Navarro, V.Y., Atencio, G.V. 2007. Prevalence and abundance of *Contracaecum sp*. of Rubio *Salminus affinis* in Sinú and San Jorge rivers: morfological description. *Rev.MVZ Cordoba*. **12**(1):887-896.

Patiño, A. 1973. Especies de peces introducidas al alto río Cauca. *Cespedesia***. 2**(5): 65-73.

Price, P.W., Clancy, K.M. 1983. Patterns in number of helminth parasite species in freshwater fishes. *The Journal Parasitology*. **69**:449-454.

Quijada, J., Lima, C., Avdalov, N. 2005. Enfermedades parasitarias por consumo de pescado. Incidencia en América Latina. *Infopesca Internacional*. **24**:16-23.

Ramallo, G., Torres, P. 1995. *Contracaecum sp*. larvae (Nematoda, Anisakidae) infection in *Salminus maxillosus* (Pisces, Characidae) in the dam of Ter-mas de río Hondo. *Boletín Chileno de Parasitología*. **50**(1-2): 21-23.

Santos, M.D., Faria, M.S., Knupp, A.M. 2004. Parasitofauna da corvina (*Pachyurus squamipennis* Agassiz, 1831) (Sciaenidae) da bacia do rio Sâo Francisco, Brasil. En: XXV Congresso Brasileiro Zoologia - Resumos.

Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. 2000. Aspects of the ecology of proteocephalid cestodes parasites of *Sorubim lima* (Pimelodidae) of the upper Parana River, Brazil: I. Structure and influence of host´s size and sex. *Brazilian Journal of Biology*. **60**(4):577-584.

Vargas-Tisnes, I.C. 1989. Inventario preliminar de la ictyiofauna de la hoya hidrográfica del Quindío. Corporación Autónoma Regional del Quindío, Armenia (Quindío).

Capítulo 4

NEMÁTODOS ANISÁKIDOS EN LISAS (*Mugil incilis*) DE LA BAHÍA DE CARTAGENA Y LA CIÉNAGA DEL TOTUMO, COSTA ATLÁNTICA COLOMBIANA

Jesús Olivero Verbel*
Rosa Baldiris Avila*
Bárbara Arroyo Salgado*
Karina Caballero Gallardo*
*. Universidad de Cartagena

4.1. INTRODUCCIÓN

La Lisa (*Mugil incilis*) es una especie costera tropical detritívora, con preferencia por estuarios salobres y aguas hipersalinas. En su alimentación incluye ostrácodos, copépodos, hemípteros, foraminíferos, micromoluscos, nemátodos, huevos de crustáceos y de insectos (Velasco y Villegas, 1985). En Colombia es considerada un recurso valioso por su abundancia y suele consumirse en diversas comidas típicas. El primer estudio de parasitosis para esta especie en el país ha sido reportado por nuestro grupo de investigación (Olivero *et al*., 2005), siendo este capítulo un recuento de los principales resultados expuestos en dicha publicación. La idea de realizar este trabajo surgió durante el desarrollo de un proyecto financiado por Colciencias, en el cual buscábamos las posibles relaciones entre la exposición a hidrocarburos aromáticos polinucleares y la salud de las Lisas. Al realizar las disecciones de estos peces, con mucha frecuencia encontramos nemátodos y decidimos explorar la hipótesis de que dadas las condiciones geográficas y ambientales de la bahía de Cartagena, la magnitud de las parasitosis encontradas en Lisas procedentes de este sitio era diferente a las halladas en un ecosistema costero con menor impacto ambiental, la ciénaga del Totumo.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1. Recolección de muestras. Entre febrero y septiembre de 2002, un total de 386 especímenes de *Mugil incilis* fueron recolectados en dos sitios de la Costa Atlántica colombiana: la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo. La bahía está situada al sur occidente de la ciudad de Cartagena, en las coordenadas geográficas 10°26' N y 75°30' O. Limita al norte con Cartagena, al este con la zona industrial de Mamonal, al oeste con la isla de Tierrabomba y al sur con Barú. El área aproximada de la bahía es de 82 Km² y posee una profundidad máxima de 21 m. En esta estación fueron obtenidos 201 ejemplares en las playas de Castillo Grande (10° 23' N y 75° 32' O). La ciénaga del Totumo está ubicada en el extremo suroccidental del departamento del Atlántico en las coordenadas 10°45' N y 75°15' O, estando la mayor parte de su espejo de agua localizado en jurisdicción del municipio de Piojó. La ciénaga tiene un área de superficie aproximada de 1.200 hectáreas, y aunque es un cuerpo lagunar marino, también se retroalimenta del drenaje de arroyos provenientes de las colinas y cerros adyacentes. En esta estación de muestreo fueron recolectados 185 especímenes.

4.2.2. Análisis morfométrico, evaluación de índices parasitarios e identificación de nemátodos. A cada espécimen capturado le fue determinado el peso total y el del hígado, al igual que la longitud total. Todos los parásitos nemátodos fueron contados. La prevalencia, intensidad y abundancia parasitaria fueron medidas de acuerdo con Margolis *et al*. (1982) y Bush *et al*. (1997). A cada pescado le fueron calculados el factor de condición y el índice hepatosomático (Ashfield *et al*., 1998), como parámetros morfométricos asociados con el estado de salud. La identificación preliminar del parásito fue basada en las claves generales de Anderson (2000), y las características morfológicas sugeridas por Berland (1989).

4.2.3. Análisis estadístico. Los datos son presentados como la media ± error estándar. La normalidad y homogeneidad de varianza para los datos fue evaluada por Kolmogorov-Smirnov y Barlett, respectivamente (Sokal y Rohlf, 1981). Con el objeto de realizar comparaciones entre medias de dos o más grupos fueron utilizados el T-test o ANOVA, respectivamente. Para establecer relaciones cuantitativas entre dos variables fue empleada la correlación de Pearson, utilizando en todos los casos como criterio de significancia un valor de $P < 0.05$.

4.3. RESULTADOS

Las características morfométricas de los especímenes analizados, al igual que los índices parasitarios de la infección por nemátodos, son mostrados en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Parámetros morfométricos e índices parasitarios de infección en *Mugil incilis* de la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo.

Parámetros	Bahía de Cartagena n=201	Ciénaga del Totumo n=185	Total n=386
Longitud (mm)	244.1 ± 1.7*	232.3 ± 2.2	238.4 ± 1.4
Peso (g)	146.0 ± 3.2*	132.5 ± 4.1	139.5 ± 2.6
Factor de Condición	0.99 ± 0.01*	1.02 ± 0.01	1.00 ± 0.01
Índice Hepatosomático (%)	1.16 ± 0.05	1.24 ± 0.04	1.19 ± 0.03
Prevalencia (%)	74.7*	53.5	64.5
Intensidad (Parásitos/pez infectado)	9.7 ± 3.0*	2.7 ± 1.1	7.1 ± 1.0
Abundancia (Parásitos/pez examinado)	7.5 ± 2.2*	2.0 ± 1.2	4.3 ± 0.6

***. Diferencias estadísticamente significativas, P<0.05.**

Diferencias estadísticas para *Mugil incilis* recolectadas en ambos sitios ($P<0.05$) fueron encontradas para las variables morfométricas tales como longitud total, peso y factor de condición.

El análisis de correlación entre los parámetros morfométricos y parasitarios es mostrado en la Tabla 4.2. Una correlación significativa fue observada entre el peso y la longitud de los pescados recolectados en la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo. La comparación de los coeficientes de correlación para la longitud-peso en ambas estaciones implica que para el mismo tamaño, los especímenes de la ciénaga del Totumo poseen mayor peso que los de la bahía de Cartagena. Una negativa y baja, pero significativa correlación, fue hallada entre la intensidad parasitaria y la longitud del hospedero en la bahía de Cartagena ($R=-0.212$; $P=0.003$). Sin embargo, una positiva y moderada correlación significativa fue encontrada para estos mismos parámetros en la ciénaga del Totumo ($R= 0.336$; $P<0.001$). Una tendencia similar fue detectada para el peso de los peces.

Tabla 4.2. Correlación entre los parámetros morfométricos y parasitarios en *Mugil incilis* de la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo.

Bahía de Cartagena

Parámetros	Longitud (mm)	Peso (g)	Factor de Condición	Índice Hepatosomático	Intensidad Parasitaria
Longitud (mm)	1	0.805 (P<0.001)	-0.352 (P<0.001)	-0.457 (P<0.001)	-0.212 (P=0.003)
Peso (g)	0.914 (P<0.001)	1	0.247 (P<0.001)	-0.256 (P<0.001)	-0.184 (P=0.009)
Factor de Condición	-0.211 (P=0.004)	0.156 (P=0.034)	1	0.373 (P<0.001)	-0.003 (P=0.972)
Índice Hepatosomático	-0.447 (P=0.001)	-0.428 (P<0.001)	0.036 (P=0.627)	1	-0.021 (P=0.768)
Intensidad Parasitaria	0.336 (P<0.001)	0.424 (P<0.001)	0.126 (P=0.087)	-0.049 (P=0.509)	1

Ciénaga del Totumo

Las distribuciones mensuales de la prevalencia, intensidad y abundancia de nemátodos en Lisas son mostradas en la Figura 4.1.

La prevalencia de nemátodos en la bahía de Cartagena fue siempre mayor al 70% y uniforme a lo largo de los diferentes períodos de muestreo. En este sitio los pescados fueron obtenidos en una playa turística (Castillogrande), la cual recibe aguas residuales de un emisario submarino activo. En contraste, para la ciénaga del Totumo, la prevalencia fue variable, siendo la más alta observada durante la estación seca (febrero), con una declinación durante la estación de transición, encontrándose los valores más bajos durante la época lluviosa (septiembre).

Los patrones de prevalencia y abundancia de parásitos fueron similares para cada sitio de muestreo. En la bahía de Cartagena, los valores máximos para estos dos parámetros ocurrieron durante la estación seca (enero-abril), pero dos picos adicionales fueron evidentes durante el período de muestreo. Por su parte, aunque en la ciénaga del Totumo los valores máximos también fueron registrados en febrero, bajaron en marzo y no mostraron variaciones hasta el mes de septiembre, con excepción a un incremento en la abundancia parasitaria ocurrido en abril.

Uno de los aspectos de mayor relevancia en este trabajo fue evidenciar que las larvas de nemátodos en las Lisas pueden encapsularse en la espina dorsal, internarse en el hígado y sobre el mesenterio intestinal, y en algunos casos, depositarse en el músculo (Tabla 4.3).

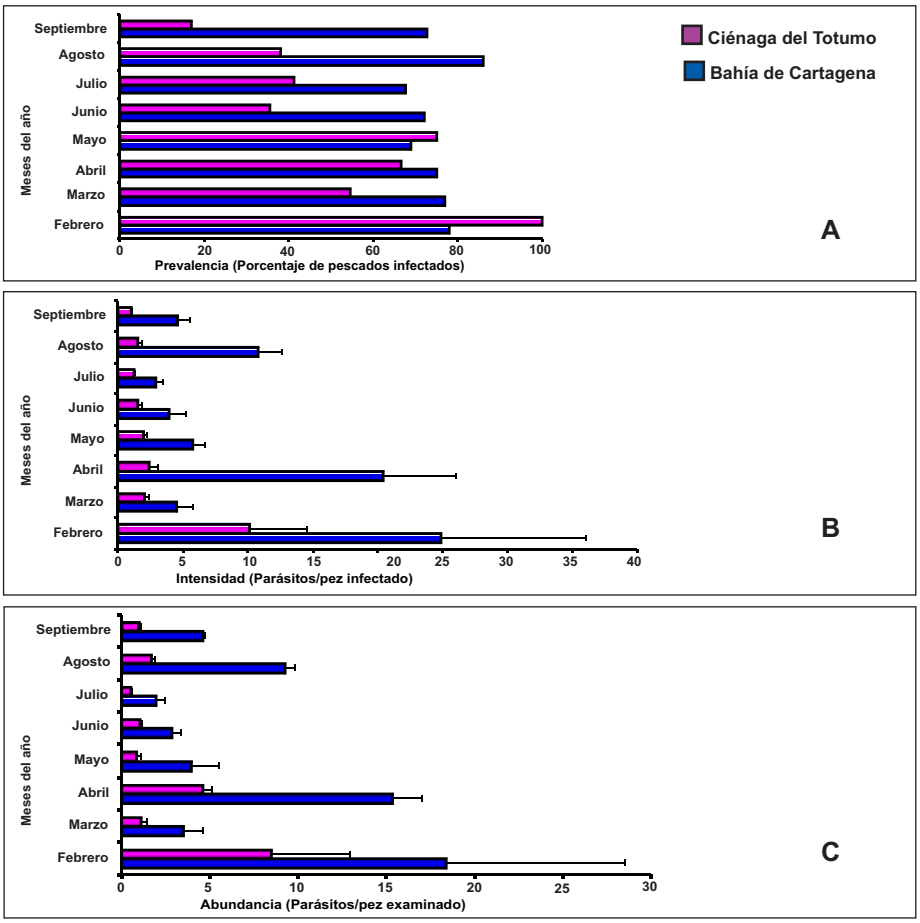


Figura 4.1. Índices parasitarios en *Mugil incilis* recolectadas en la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo. A) Prevalencia. B) Intensidad. C) Abundancia.

Tabla 4.3. Porcentaje de nemátodos encontrados en distintos órganos internos de Lisa, recolectados en la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo.

Ubicación	Bahía de Cartagena	Ciénaga del Totumo	Promedio Total
Espina	52.74	71.16	55.13
Hígado	35.69	26.51	34.50
Mesenterio intestinal	9.22	0.93	8.14
Músculo	2.35	1.40	2.23

El análisis morfológico de las larvas examinadas indicó que corresponden a la tercera etapa (L3) de *Contracaecum sp.*, perteneciente a la familia Anisakidae. Las características morfológicas distintivas de este género frente a otros de la misma familia incluyeron la localización sub-bucal del poro excretor, ventrículo esférico y pequeño, y la presencia del

apéndice y ciego ventricular. Estos criterios concuerdan con los publicados por varios autores (Moravec *et al.*, 1997; Rego *et al.*, 1983).

La distribución de los tamaños de los nemátodos encontrados en las Lisas a lo largo de los diferentes períodos de muestreo (febrero y septiembre del 2002) es presentada en la Figura 4.2.

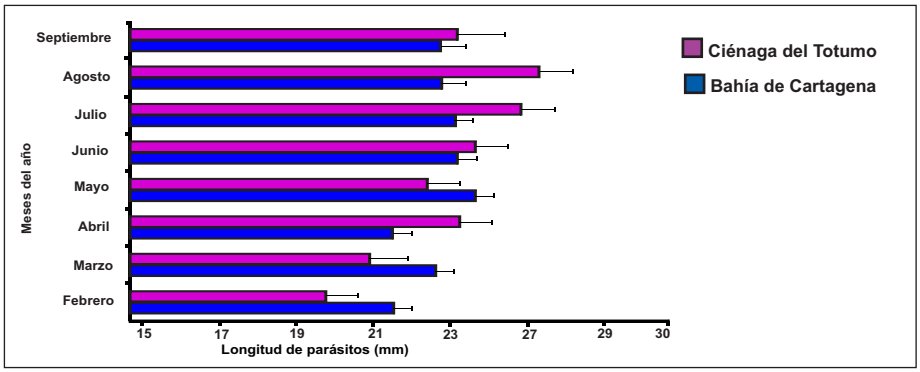


Figura 4.2. Distribución de los tamaños de nemátodos en *Mugil incilis* en las diferentes meses de muestreo.

El tamaño de los nemátodos medidos en Lisas de la bahía de Cartagena osciló entre 8 y 34 mm, con un promedio de 20.79 ± 0.09 mm, mientras que para la ciénaga del Totumo el rango fue de 7 a 32 mm y un promedio de 22.30 ± 0.35 mm. Aunque a lo largo de los diferentes meses del año existieron variaciones en los tamaños promedio de las larvas en ambos ecosistemas, los nemátodos con menor y mayor longitud fueron observados en los meses de febrero-abril y julio-agosto, respectivamente.

4.4. DISCUSIÓN

Los datos presentados en este capítulo sugieren que desde los puntos de vista morfométrico y parasitológico, las Lisas capturadas en la bahía de Cartagena difieren de las de la ciénaga del Totumo. La prevalencia de nemátodos fue un 21.2% mayor en la bahía de Cartagena que en la ciénaga del Totumo. De forma similar, la intensidad y la abundancia de nemátodos fueron 3.6 veces superiores en las Lisas de la bahía.

Las diferencias estadísticas observadas para los parámetros morfométricos y parasitarios en los pescados estudiados de ambos cuerpos de agua podrían, en parte, ser explicadas a partir de la relativa ausencia de similitud en algunas condiciones ambientales. La salinidad en la ciénaga del Totumo es baja comparada con la bahía. Además, los pescados de la bahía de Cartagena tienen acceso a mar abierto, mientras que la ciénaga del Totumo es un cuerpo de agua cerrado. Es relevante la superioridad de los índices de infección del parásito en la bahía de Cartagena comparados con los de la ciénaga del Totumo. Aunque existen reportes que indican que los niveles de infección parasitaria varían con los cambios de salinidad (Bergmann y Motta, 2004), la descarga de aguas residuales sin

tratamiento de un emisario submarino, así como la disposición de las aguas industriales en la bahía, pueden eventualmente tener un impacto en la salud de las poblaciones de peces, haciéndolos susceptibles a la infección.

La correlación negativa observada entre la intensidad parasitaria y la longitud para las Lisas de la bahía, podría indicar que estos nemátodos están de alguna forma interfiriendo con el normal crecimiento de los peces. En contraste, la relación positiva entre estas variables registrada para las Lisas de la ciénaga, tendrían explicación considerando procesos de bioacumulación de nemátodos, derivados del tiempo de exposición a lo largo de la vida de estos peces.

La prevalencia de los parásitos fue independiente del factor de condición del hospedero y del índice hepatosomático, singularidad similar encontrada para el parásito *Mothocya epimerica* en *Atherina boyeri* (Leonardos y Trilles, 2003), al igual que en comunidades de parásitos para *Fransciscodoras marmoratus* en Brasil (Santos y Brasil-Sato, 2006), y Anisákidos en *Mugil cephalus*, en México (Valles-Rios *et al*., 2000).

La prevalencia total encontrada en Lisa fue similar a la observada para diversas especies de pescados Australianos (67-100%) (Doupé *et al*., 2003), y en *Aphanopus carbo* (69.5%) y *Scomber japonicus* (62.5%) de Madeira, Portugal (Costa *et al*., 2003), pero mayor al reportado para *Merluccius hubbsi* (Herreras *et al*., 2000).

Khan y Billiar (2007) han asociado la aparición de parásitos en peces, conjuntamente con una disminución en el factor de condición y en el desarrollo gonadal, con la exposición a contaminantes ambientales, sugiriendo el uso de parásitos en pescados como un bioindicador válido en programas de monitoreo de la contaminación ambiental.

Finalmente, es posible concluir que las Lisas provenientes de la bahía de Cartagena presentan niveles de parasitosis por nemátodos superiores a los observados en la ciénaga del Totumo. Aunque las infecciones de pescados por Anisákidos han sido registradas en muchos países, es el primero para esta especie en Colombia. Así mismo, para peces de la familia Mugilidae han sido detectadas infecciones por tremátodos tales como *Heterophyes nocens*, *Pygidiopsis summa* (Guk *et al*., 2007) y *Phagicola longa,* las cuales habían sido reportadas por Antunes *et al*. (1993) como causante de infección en humanos. Otros parásitos tales como los Myxozoa, han sido sugeridos como específicos de los Mugílidos (Bahri *et al*., 2003), encontrándose hasta 27 especies diferentes en un mismo pez, siendo las más representativas *M. goensis n. sp*. y *M. parvus Shulman*, 1962 (Eiras y D'Souza, 2004). De igual forma, parásitos del género *Kudoa sp*. se han encontrado infectando múltiples tejidos y órganos de Mugílidos, incluyendo el tejido adiposo, boca, ojos, corazón, riñones y ovarios, entre otros (Diamant *et al*., 2005). Es de especial interés mencionar que quistes del tremátodo *Ascocotyle longa* (*Phagicola longa*), se han hallado en el hígado de *Mugil incilis* en algunos cuerpos de agua de la costa Atlántica colombiana, como la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo (Capítulo 7).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Instituto Nacional de la Ciencia y la Tecnología de Colombia (COLCIENCIAS, código 1107-13-12576), y la Universidad de Cartagena. Agradecemos a los pescadores de la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo por su ayuda en la recolección de los pescados.

REFERENCIAS

Anderson, R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. 2nd Ed. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K. 650 p.

Antunes, S.A., Wiendl, F.M., Almeida Dias, E.R., Arthur, V., Daniotti, C. 1993. Gamma ionization of *Phagicola longa* (Trematoda: Heterophyidae) in Mugilidae (pisces) in São Paulo, Brazil. *Radiation Physics and Chemistry*. **42**(1-3):425-428.

Ashfield, L.A., Pottinger, T.G., Sumpter, J.P. 1998. Exposure of female juvenile rainbow trout to alkylphenolic compounds results in modifications to growth and ovosomatic index. *Environmental Toxicology and Chemistry*. **17**(4): 679-686.

Bahri, S., Andree, K.B., Hedrick, R.P. 2003. Morphological and phylogenetic studies of marine *Myxobolus spp*. from mullet in Ichkeul Lake, Tunisia. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. **50**(6):463-470.

Bergmann, G.T., Motta, P.J. 2004. Infection by anisakid nematodes *Contracaecum sp*. in the Mayan cichlid fish 'Cichlasoma (Nandopsis)' urophthalmus (Günther 1862). *The Journal of Parasitology*. **90**(2): 405-407.

Berland, B. 1989. Identification of larval nematodes from fish, p.16-22. In: Nematode problems in north Atlantic fish, Moller, H. (ed.). Report from a workshop in Kiel, 3-4 April 1989. *International Council for the Exploration of the Sea, C. M./F:* 6, p. 16-22.

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al*. Revisited. *The Journal of Parasitology*. **83**(4):575-583.

Costa, G., Pontes, T., Mattiucci, S., D'amelio, S. 2003. The occurrence and infection dynamics of *Anisakis* larvae in the black-scabbard fish, *Aphanopus carbo*, chub mackerel, *Scomber japonicus*, and oceanic horse mackerel, *Trachurus picturatus* from Madeira, Portugal. *Journal of Helminthology*. **77**(2):163-166.

Diamant, A., Ucko, M., Paperna, I., Colorni, A., Lipshitz, A. 2005. *Kudoa iwatai* (Myxosporea: Multivalvulida) in wild and cultured fish in the Red Sea: redescription and molecular phylogeny. *The Journal of Parasitology*. **91**(5):1175-1189.

Doupé, R.G., Lymbery, A.J., Wong, S., Hobbs, R.P. 2003. Larval anisakid infections of some tropical fish species from north-west Australia. *Journal of Helmintology*. **77**(4): 363-365.

Eiras, J.C., D'Souza, J. 2004. *Myxobolus goensis n. sp.* (Myxozoa, Myxosporea, Myxobolidae), a parasite of the gills of *Mugil cephalus* (Osteichthyes, Mugilidae) from Goa, India. *Parasite*. **11**(3):243-248.

Golińska, Z., Bany, J. 2000. Impact of heavy metals on the host-parasite system. *Wiadomosci Parazytologiczne*. **46**(4):447-454.

Guk, S.M., Shin, E.H., Kim, J.L., Sohn, W.M., Hong, K.S., Yoon, C.H., Lee, S.H., Rim, H.J., Chai, J.Y. 2007. A survey of *Heterophyes nocens* and *Pygidiopsis summa* metacercariae in mullets and gobies along the coastal areas of the Republic of Korea. *Korean Journal of Parasitology*. **45**(3):205-211.

Hernández, A.D., Bunnell, J.F., Sukhdeo, M.V. 2007. Composition and diversity patterns in metazoan parasite communities and anthropogenic disturbance in stream ecosystems. *Parasitology*. **34**(Pt 1):91-102.

Herreras, M. V., Aznar, F.G., Balbuena, J.A., Raga, J. A. 2000. Anisakid larvae in the musculature of the Argentinean hake, *Merluccius hubbsi*. *Journal of Food Protection*. **63**(8): 1141-1143.

Khan, R.A., Billiard, S.M. 2007. Parasites of winter flounder (*Pleuronectes americanus*) as an additional bioindicator of stress-related exposure to untreated pulp and paper mill effluent: a 5-year field study. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. **52**(2):243-250.

Leonardos, I., Trilles, J.P. 2003. Host parasite relationships: Occurrence and effect of the parasitic isopod *Mothocya epimerica* on sand smelt *Atherina boyeri* in the Mesolongi and Etolikon Lagoons (W. Greece). *Disease of Aquatic Organisms*. **54**(1): 243-251.

Loukili, A., Belghyti, D. 2007. The dynamics of the nematode *Anguillicola crassus*, Kuvahara 1974 in eel *Anguilla anguilla* (L. 1758) in the Sebou estuary (Morocco). *Parasitology Research.* **100**(4):683-686.

Marcogliese, D.J, Brambilla, L.G., Gagné, F., Gendron, A.D. 2005. Joint effects of parasitism and pollution on oxidative stress biomarkers in yellow perch *Perca flavescens*. *Diseases of Aquatic Organisms*. **63**(1):77-84.

Margolis, L., Esch, G., Holmes, J., Kuris, A., Schad, G. 1982. The use of ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *The Journal of Parasitology* . **68**(1): 131- 133.

Martins, M.L., Onaka, E.M., Fenerick, J.J.R. 2005. Larval *Contracaecum sp* (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhao, Brazil. *Veterinary Parasitology*. **127**(1): 51-59.

Moravec, F., Vidal-Martinez, V.M., Vargas-Vazquez, J., Vivas-Rodriguez, C., Gonzalez-Solis, D., Mendoza-Franco,E., Sima-Alvarez, R., Guemez-Ricalde, J. 1997. Helminto parasites of *Epinephelus morio* (Pisces: Serranidae) of the Yucatan Peninsula, southeastern Mexico. *Folia Parasitologica* . **44**(4): 255-266.

Olivero, J., Baldiris, R., Arroyo, B. 2005. Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena Bay and Totumo Marsh, north of Colombia. *The Journal of Parasitology*. **91**(5):1109-1112.

Rego, A.A., Vicente, J.J., Santos, C.P., Wekid, R.M. 1983. Parasitas de anchovas *Pomatomus saltatrix* (L.) do Rio de Janeiro. *Ciencia e Cultura*. **35** (9): 1329-1336.

Santos, M.D., Brasil-Sato, M.C. 2006. Parasitic community of *Fransciscodoras marmoratus* (Reinhardt, 1874) (Pisces: Siluriformes, Doradidae) from the upper São Francisco River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. **66**(3):931-938.

Sokal, R.R., Rohlf. F.J. 1981. Biometry. Second edition. Freeman, San Francisco, California. 815 p.

Sures, B. 2006. How parasitism and pollution affect the physiological homeostasis of aquatic hosts. *Journal of Helminthology*. **80**(2):151-157.

Valles-Rios, M.E., Ruiz-Campos, G., Galviz-Silva, L. 2000. Parasite prevalence and intensity in *Mugil cephalus* (Pisces: Mugilidae), from Colorado River, Baja California, Mexico. *Revista de Biología Tropical*. **48**(2): 495-501.

Velasco, A., Villegas, P. 1985. Aportes al conocimiento de la historia de vida de *Mugil incilis* (Hancock 1830), *Mugil lisa* (Valenciennes, 1836) y *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) en la ciénaga de Tesca (Bolívar, Colombia). Tesis de grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.

Capítulo 5

NEMÁTODOS DE LA FAMILIA ANISAKIDAE EN ESPECIES ÍCTICAS DE LA BAHÍA DE CARTAGENA Y EL CANAL DEL DIQUE

Jesús Olivero Verbel*
Rosa Baldiris Avila*
Karina Caballero Gallardo*
Yhan Pacheco Londoño**
*. Universidad de Cartagena
**. Universidad de Córdoba

5.1. INTRODUCCIÓN

La bahía de Cartagena y el canal del Dique constituyen dos ecosistemas estratégicos para el desarrollo de la Costa Atlántica colombiana. Sin embargo, ambos presentan grandes retos asociados con problemas de contaminación, los cuales pueden impactar de forma severa su futuro ambiental. Metales pesados tales como el mercurio, hidrocarburos aromáticos polinucleares y perfluorooctanosulfonatos (PFOS), son apenas algunos de los contaminantes evaluados que han sido detectados en la bahía (Olivero-Verbel *et al*., 2008; Olivero-Verbel *et al*., 2006; Johnson-Restrepo *et al*., 2007), y en el caso del mercurio, también en el canal (Olivero *et al*., 1997). No obstante, la contaminación no sólo es de naturaleza química, diversos organismos tales como bacterias patógenas y parásitos en peces (Olivero-Verbel *et al*., 2005), parecen constituir la punta del iceberg en la lista de agentes contaminantes que requieren ser investigados en estos recursos hídricos.

A raíz de un reporte reciente en el que nuestro grupo, por primera vez, mostraba la presencia de parásitos nemátodos en peces de la bahía (Olivero *et al*., 2005), fue evidente la necesidad de explorar de forma sistemática el problema, ampliando el estudio a otras especies de peces, como huéspedes intermediarios finales de dichos parásitos. Es necesario recordar que aunque la pesca en la bahía está restringida desde hace muchos años, una parte del pescado de consumo en los restaurantes de la cuidad proviene de este cuerpo de agua y sus alrededores.

El trabajo presentado a continuación, financiado por la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) y la Universidad de Cartagena, constituye una primera aproximación a la descripción del problema y deja los cimientos necesarios para empezar a preguntarnos cual será la evolución del mismo, y como podremos de manera decidida intervenir en su desarrollo. Por tanto, iniciaremos por revisar algunos aspectos bibliográficos de relevancia relacionados con parasitosis por nemátodos, el objeto principal del estudio.

El parasitismo es un fenómeno frecuente y constante en peces (Luque *et al*., 2004). Sin embargo, las enfermedades parasitarias solo se manifiestan cuando en el medio están presentes las condiciones que permiten la proliferación del parásito (Mancini *et al*., 2000; Kinkelin *et al*., 1985). La mayoría de los peces, tanto de ambientes naturales como de cultivos, pueden infectarse por parásitos en alguna etapa de su desarrollo. Si bien la literatura sugiere que no todos los parásitos generan enfermedades, estos organismos constituyen cuerpos extraños para el huésped. Por ello, conjuntamente con las bacterias patógenas, las aminas biogénicas y los residuos químicos, en particular los plaguicidas y metales pesados, los parásitos son considerados un factor de riesgo determinante para la calidad alimentaria de los peces. Aunque es cierto que algunas intoxicaciones alimentarias derivadas del consumo de pescado pueden prevenirse utilizando un adecuado tratamiento, el riesgo asociado con la ingestión de parásitos no puede ser eliminado completamente por procesos físicos tales como refrigeración, salado o congelación (Uradznski *et al*., 2007).

Los peces son infectados por diversos grupos de parásitos que pueden observarse en la dermis, branquias y en órganos internos. Su presencia en los mismos depende en gran parte de las condiciones de su hábitat, del origen de los peces, ciclo de vida de los parásitos, fisiología del huésped y de las funciones relativas de los organismos en los ecosistemas, entre otros (Muñoz *et al*., 2006; Pellitero, 1988).

Entre los parásitos que con mayor frecuencia aparecen en los peces están los nemátodos, en particular los de la familia Anisakidae. El interés sanitario de los mismos tiene su origen en las enfermedades asociadas con las infecciones "accidentales" que ocurren, principalmente, cuando los humanos consumen pescado parasitado, crudo o sometido a cocción insuficiente. No obstante, existen evidencias que sugieren que el riesgo para la salud no solo depende de las larvas vivas. Aquellas que no sobreviven poseen proteínas capaces de generar reacciones de hipersensibilidad alérgica, condición mediada por inmunoglubilina E (Baeza *et al*., 2004; Caballero y Moneo, 2004).

El género *Anisakis* es uno de los de mayor importancia en virtud a su distribución global, disponibilidad de huéspedes intermediarios para completar su ciclo y por su alta frecuencia de aparición en humanos, causando la enfermedad conocida como Anisakidosis (Smiht y Wootten, 1978). El primer caso de esta infección parasitaria fue reportado en Netherlands en 1960 (Van Thiel *et al*., 1960) y día a día el número aumenta. En países como Japón, las parasitosis por nemátodos son consideradas un problema de salud pública debido al consumo de peces crudos, estimándose una incidencia anual que oscila entre 2.000 a 3.000 casos (Umehara *et al*., 2007).

En Colombia, la presencia de Anisákidos ha sido registrada en especies como la Lisa en la bahía de Cartagena (Olivero *et al*., 2003), en Rubio de los ríos Sinú y San Jorge (Pardo *et al*., 2007), y en Moncholo de diversos cuerpos de agua dulce en la Costa Atlántica (Olivero *et al*., 2005). Sin embargo, no existe ningún reporte en la literatura sobre la presencia de estos nemátodos en otros tipos de peces colombianos. Por lo anterior, el objetivo principal de esta investigación fue identificar especies ícticas de la bahía de Cartagena y el canal del Dique que fuesen huéspedes de nemátodos.

5.2. MATERIALES Y MÉTODOS

5.2.1. Área de estudio. La investigación fue realizada en la bahía de Cartagena y el canal del Dique. La bahía de Cartagena limita al norte con Cartagena, al este con la zona industrial de Mamonal, al oeste con la isla de Tierrabomba y al sur con Barú. Aunque por definición geológica es considerada una bahía, el aporte significativo de aguas fluviales provenientes del canal del Dique, cuerpo de agua que la conecta con el río Magdalena, hace que reciba el calificativo de estuario (Pagliardini *et al*., 1982). La comunicación de la bahía de Cartagena con aguas oceánicas tiene lugar en dos sitios diferentes: Bocachica con longitud de 450 m de ancho, es la zona de mayor intercambio. El otro punto, localizado en el sector noroccidental de la bahía, está semi-obstruido por una muralla submarina y posee una columna de agua de 2.0 - 2.5 m.

El canal del Dique es un cuerpo de agua de 113 Km de longitud, construido en el siglo XVI y que comunica el río Magdalena con la bahía de Cartagena. Este complejo hídrico sustenta la vida a diversas comunidades humanas, especies vegetales y animales, y en la actualidad además de ser una importante arteria fluvial, también es fuente de agua y alimentos para varios municipios, incluida la ciudad de Cartagena. El área de la cuenca es de 4.400 km², y está delimitada al norte y al occidente por el mar Caribe y al oriente por el río Magdalena.

5.2.2. Sitios de muestreo y recolección de muestras. La ubicación de los sitios de muestreo en la bahía de Cartagena y el canal del Dique aparece en la Figura 5.1. En ambos sitios, pescadores de la región participaron durante la captura de los peces, empleando atarrayas y trasmallos. Cuatro jornadas de muestreo fueron realizadas recolectando un total de 1.480 peces entre los meses de noviembre de 2005 y agosto de 2006. En la bahía de Cartagena fueron recolectadas 595 especímenes en los distintos puntos de muestreo así: 177 en la desembocadura del canal del Dique, 89 en la ciénaga Honda, 84 en caño de Loro, 137 en el Muelle Maltería y 108 en Castillogrande (al lado del club Naval). En el canal del Dique fueron obtenidos un total de 885 peces, distribuidos de la siguiente forma: 300 en Gambote, 246 en Soplaviento y 339 en María la Baja. Los pescados fueron colocados en bolsas plásticas en forma individual, rotulados, transportados en hielo al Laboratorio de Toxicología Ambiental de la Universidad de Cartagena, almacenados a -20°C y procesados dentro de las 48 horas siguientes, previa clasificación de los mismos por especie. La identificación taxonómica fue posible gracias a la colaboración de los profesores Víctor Atencio García y Arturo Acero Pizarro, docentes de la Universidad de Córdoba y la Universidad Nacional de Colombia, respectivamente.

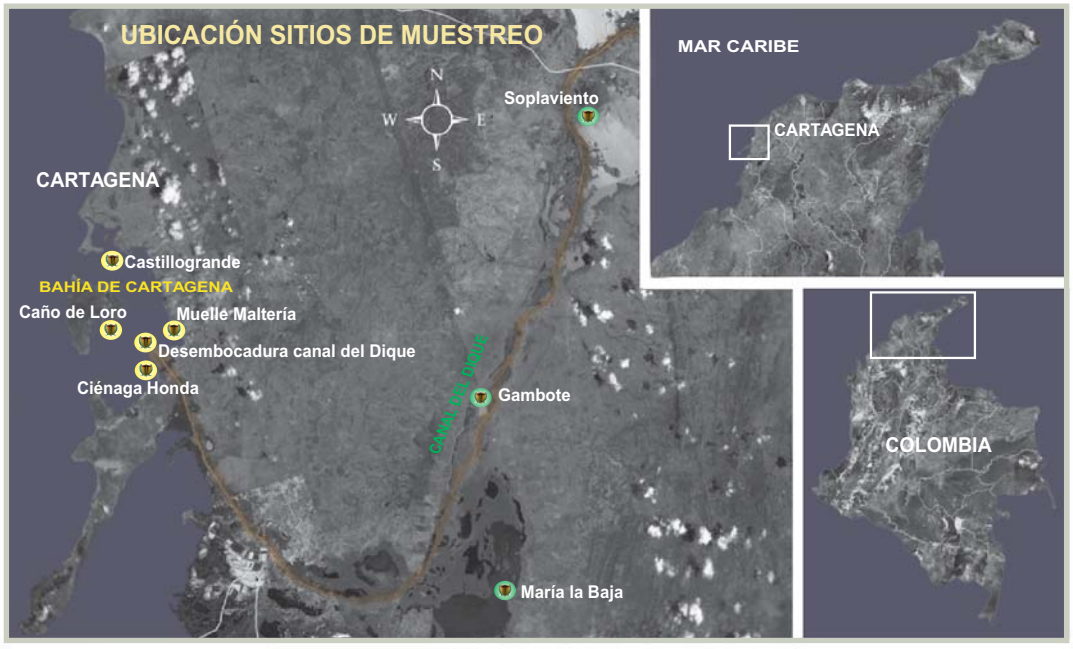


Figura 5.1. Localización geográfica de la bahía de Cartagena y el canal del Dique.

5.2.3. Análisis morfométrico de pescados e identificación de larvas. En el laboratorio los peces fueron limpiados y secados cuidadosamente. A cada espécimen le fue asignado un código de identificación, registrando en cada caso su longitud total (boca-final aleta caudal, cm) y peso (g). El examen general de los peces incluyó la revisión de lesiones externas y las anormalidades anatómicas. La búsqueda de lesiones internas fue realizada durante la disección de cada espécimen, examinando visualmente las vísceras, la cavidad abdominal, el peritoneo, espina dorsal y los planos musculares adyacentes, recogiendo simultáneamente todas las larvas de parásitos nemátodos detectadas. Los parásitos presentes en cada individuo fueron contados y posteriormente fijados con formalina bufferada al 10%. La prevalencia e intensidad parasitaria fueron calculadas de acuerdo con Bush *et al*. (1997). Para cada pez fueron medidos el factor de condición y el índice hepatosomático (Ashfield *et al*., 1998), como parámetros morfométricos asociados con el estado de salud (Ferreira *et al*., 2007; Yeom *et al*., 2007; Köhler *et al*., 2007;West *et al*., 2006; Lizama *et al*., 2006). La identificación preliminar de los parásitos fue basada en las claves generales de Anderson (2000), y las características morfológicas sugeridas por Berland (1989) y Martins *et al*. (2005).

5.2.4. Análisis de datos. Los datos son presentados como la media ± error estándar. Para las variables medidas en cada estación de muestreo fue evaluada la normalidad y homogeneidad de varianza utilizando los tests de Kolmogorov-Smirnov y Bartlett, respectivamente. En la ausencia de normalidad, los datos fueron transformados a logaritmo. ANOVA fue utilizado para detectar diferencias estadísticas entre las medias de variables para las distintas estaciones de muestreo. Cuando la normalidad no fue lograda, ANOVA fue reemplazado por el test de Kruskal Wallis. La correlación de Pearson fue usada para determinar las asociaciones entre la abundancia parasitaria y los parámetros morfométricos. Para todos los análisis estadísticos, el criterio de significancia fue de $P < 0.05$.

5.3. RESULTADOS

Los especímenes recolectados en la bahía de Cartagena y el canal del Dique fueron clasificados de acuerdo con sus hábitos alimenticios, como aparece descrito en la Tabla 5.1. La presencia de especies representativas de los diferentes niveles de la cadena alimenticia es clara en ambos ecosistemas.

5.3.1. Biometría e infección parasitaria por nemátodos en la bahía de Cartagena. Los parámetros morfométricos para los peces capturados en la bahía de Cartagena son mostrados en la Tabla 5.2.

Los factores de condición más altos y más bajos fueron encontrados en la especie Mojarra blanca (1.70 ± 0.13) y Sable (0.07 ± 0.01), respectivamente. El índice hepatosomático (%) mayor fue detectado en la especie *Mugil spp*. (1.67 ± 0.19) y el más bajo para la especie Chopa (0.36 ± 0.21).

Tabla 5.1. Especies de pescado capturadas en la bahía de Cartagena y el canal del Dique, agrupados de acuerdo con sus hábitos alimenticios. a) Rueda y Defeo, 2003, b) Has-Schön *et al*., 2006, c) www.fishbase.org, d) Singh *et al*., 1991, e) Dalh, 1971, f) Atencio *et al*., 2003, g) Atencio *et al*., 2005, h) Littmann, 2007, 1. También clasificado como omnívoro (Ref. c), 2. Ocupa la posición trófica más alta entre los peces carnívoros (Gallo y Díaz-Sarmiento, 2003) .

Sitios de muestreo	Nombre Científico	Nombre Común	Régimen Alimentario
Bahía de Cartagena	*Mugil incilis*	Lisa	Detrítivoro (detritus, lodo)[a]
	Mugil cephalus	Lebranche	Detrítivoro (detritus, lodo)[b]
	Mugil spp.	Mugil	Detrítivoro (detritus, lodo)[a]
	Triportheus magdalenae	Arenca	Omnívoro (semillas, insectos)[e]
	Opisthonema oglinum	Chopa	Carnívoro (Zooplancton, pequeños peces,crustáceos)[a]
	Sciades herzbergii	Barbul chivo	Carnívoro (crustáceos y anélidos bentónicos)[c]
	Gerres cinereus	Mojarra blanca	Carnívoro (Invertebrados bentónicos, insectos)[a]
	Eugerres plumieri	Mojarra rayada	Carnívoro (Invertebrados bentónicos)[a]
	Haemulon steindachneri	Ronco plateado	Carnívoro (Invertebrados bentónicos)[c]
	Archosargus rhomboidalis	Sargo amarillo	Omnívoro (Plantas, detritus, invertebrados bentónicos)[c]
	Oligoplites saliens	Siete cueros	Carnívoro (Plancton, invertebrados bentónicos)[c]
	Dactylopterus volitans	Volador	Carnívoro (Invertebrados bentónicos, peces)[c]
	Chloroscombrus chrysurus	Casavito	Carnivoro (peces)[c]
	Cynoscion jamaicensis	Corvinata salmón	Carnivoro (peces)[c]
	Caranx hippos	Jurel	Carnívoro (peces)[a]
	Elops saurus	Macabi	Carnívoro (peces)[a]
	Lutjanus synagris	Pargo chino	Carnívoro (peces)[d]
	Centropomus undecimalis	Róbalo	Carnívoro (peces)[a]
	Trichiurus lepturus	Sable	Carnívoro (peces)[a]
Canal del Dique	*Prochilodus magdalenae*	Bocachico	Detrítivoro (detritus)[f]
	Trichogaster pectoralis	Gurami	Omnívoro (vegetales, algas, insectos)[c]
	Triportheus magdalenae	Arenca	Omnívoro (insectos, vegetales)[c]
	Pimelodus sp.	Barbul[1]	Omnívoro (insectos, detritus)[g]
	Caquetaia kraussii	Mojarra amarilla	Omnívoro (peces, insectos, vegetales)[g]
	Trachelyopterus sp.	Capitanejo	Omnívoro (peces, insectos, vegetales)
	Aequidens pulcher	Cocobolo	Carnívoro (insectos, gusanos)[c]
	Sternopygus macrurus	Mayupa	Carnivoro (insectos)[c]
	Plagioscion surinamensis	Pacora	Carnivoro (peces)
	Ageneiosus pardalis	Doncella	Carnívoro (peces)[g]
	Sorubim cuspicaudus	Blanquillo	Carnívoro (peces)[h]
	Pseudoplatystoma magdaleniatum	Bagre Tigre[2]	Carnívoro (peces)[c]
	Hoplias malabaricus	Moncholo	Carnívoro (peces)[g]

Tabla 5.2. Parámetros morfométricos y parasitarios para especies de peces de la bahía de Cartagena.

Especie	Parámetros morfométricos							
	n	Peso (g)	Tamaño (cm)	FC	IHS (%)	Prevalencia (%)	Intensidad	Abundancia
Lebranche	19	176.8 ± 34.2	26.6 ± 1.3	0.84 ± 0.02	0.71 ± 0.40	100	8.6 ± 2.0	8.6 ± 2.0
Lisa	355	112.4 ± 2.2	23.8 ± 0.2	0.84 ± 0.02	0.87 ± 0.50	83.9	7.1 ± 0.6	5.9 ± 0.5
Mugil	5	206.9 ± 14.7	27.0 ± 0.8	1.06 ± 0.05	1.67 ± 0.19	100	25.8 ± 10.3	25.8 ± 10.3
Arenca	16	49.2 ± 2.6	17.5 ± 0.5	0.84 ± 0.07	0.53 ± 0.08	0	-*	0
Chopa	5	83.7 ± 3.6	21.6 ± 0.5	0.83 ± 0.04	0.36 ± 0.21	0	-	0
Barbul chivo	64	83.0 ± 5.8	21.1 ± 0.4	0.83 ± 0.02	1.18 ± 0.06	1.6	1.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Mojarra blanca	19	47.3 ± 6.0	14.0 ± 0.9	1.70 ± 0.13	0.54 ± 0.09	0	-	0
Mojarra rayada	11	66.5 ± 11.2	17.1 ± 0.4	1.25 ± 0.07	0.52 ± 0.06	0	-	0
Ronco plateado	6	54.4 ± 10.9	14.9 ± 1.0	1.54 ± 0.05	0.46 ± 0.07	0	-	0
Sargo amarillo	6	79.6 ± 16.0	18.6 ± 1.3	1.34 ± 0.23	0.91 ± 0.12	0	-	0
Siete cueros	6	92.1 ± 4.5	24.1 ± 0.3	0.65 ± 0.02	0.52 ± 0.13	0	-	0
Volador	6	79.5 ± 25.4	17.9 ± 1.5	1.18 ± 0.05	0.74 ± 0.15	0	-	0
Casavito	7	72.3 ± 8.2	21.3 ± 0.9	0.72 ± 0.02	0.68 ± 0.16	0	-	0
Corvinata salmón	5	118.6 ± 23.7	60.8 ± 39.8	0.94 ± 0.20	0.68 ± 0.20	0	-	0
Jurel	12	57.8 ± 8.0	15.9 ± 0.8	1.37 ± 0.08	1.09 ± 0.15	8.3	1.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1
Macabi	9	214.3 ± 31.0	33.0 ± 2.1	0.58 ± 0.05	0.81 ± 0.28	0	-	0
Pargo chino	8	58.6 ± 8.1	14.8 ± 0.8	1.77 ± 0.11	0.89 ± 0.19	0	-	0
Róbalo	23	125.1 ± 10.2	22.5 ± 0.7	1.05 ± 0.04	0.77 ± 0.08	4.3	2.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1
Sable	13	241.2 ± 19.0	69.7 ± 2.4	0.07 ± 0.01	0.61 ± 0.18	0	-	0
Total	**595**	**108.4 ± 2.5**	**23.9 ± 0.5**	**0.90 ± 0.02**	**0.87 ± 0.03**	**55.0**	**7.4 ± 0.6**	**4.0 ± 0.3**

*. La intensidad parasitaria no puede ser calculada cuando la prevalencia es cero.

La presencia de parásitos nemátodos fue observada en todos los puntos de muestreo. Los peces parasitados en la bahía de Cartagena fueron Lebranche, Lisa, Mugil, Barbul chivo, Jurel y Róbalo. En contraste, entre las especies para las cuales no se detectaron nemátodos figuraron Arenca, Chopa, Mojarra blanca, Mojarra rayada, Ronco plateado, Sargo amarillo, Siete cueros, Volador, Casavito, Corvinata salmón, Macabi, Pargo chino y Sable.

Un total de 2.402 nemátodos fueron encontrados en los 595 especímenes evaluados. El género *Mugil* presentó las mayores prevalencias, las cuales oscilaron entre 83.9-100%. Entre las especies parasitadas por nemátodos, la prevalencia más baja fue observada en el Barbul chivo (1.6%). La intensidad media parasitaria fue de 7.4 ± 0.6 parásitos/pez infectado (rango 1-129). En promedio el *Mugil spp.* presentó la mayor intensidad (25.8 ± 10.3 parásitos/pez infectado).

5.3.2. Índices parasitarios en estaciones de la bahía de Cartagena. Los resultados de prevalencia y abundancia parasitaria en pescados capturados en las diferentes estaciones de muestreo en la bahía de Cartagena son presentados en las Figuras 5.2 y 5.3, respectivamente. Las especies con mayor prevalencia y abundancia de nemátodos corresponden al género *Mugil*, dentro del cual aparecen la Lisa y el Lebranche. Aparte de

estas especies, la gran mayoría recolectada en la bahía no hay presencia de nemátodos. Sin embargo, especies tales como Jurel, Róbalo y el Barbul han empezado a registrar prevalencias para estos parásitos, lo cual sugiere un avance en la distribución de los mismos hacia los diversos niveles de la cadena trófica. A manera de hipótesis, estos resultados podrían ser explicados con el concepto de evolución acumulativa, según el cual, los parásitos desarrollan la capacidad de utilizar nuevas especies de peces marinos para seguir caminos alternativos en la cadena alimentaria, colonizar nuevos anfitriones, y utilizar huéspedes paraténicos que mantienen o incrementan la transmisión y les permiten hospedarse (Marcogliese, 2007).

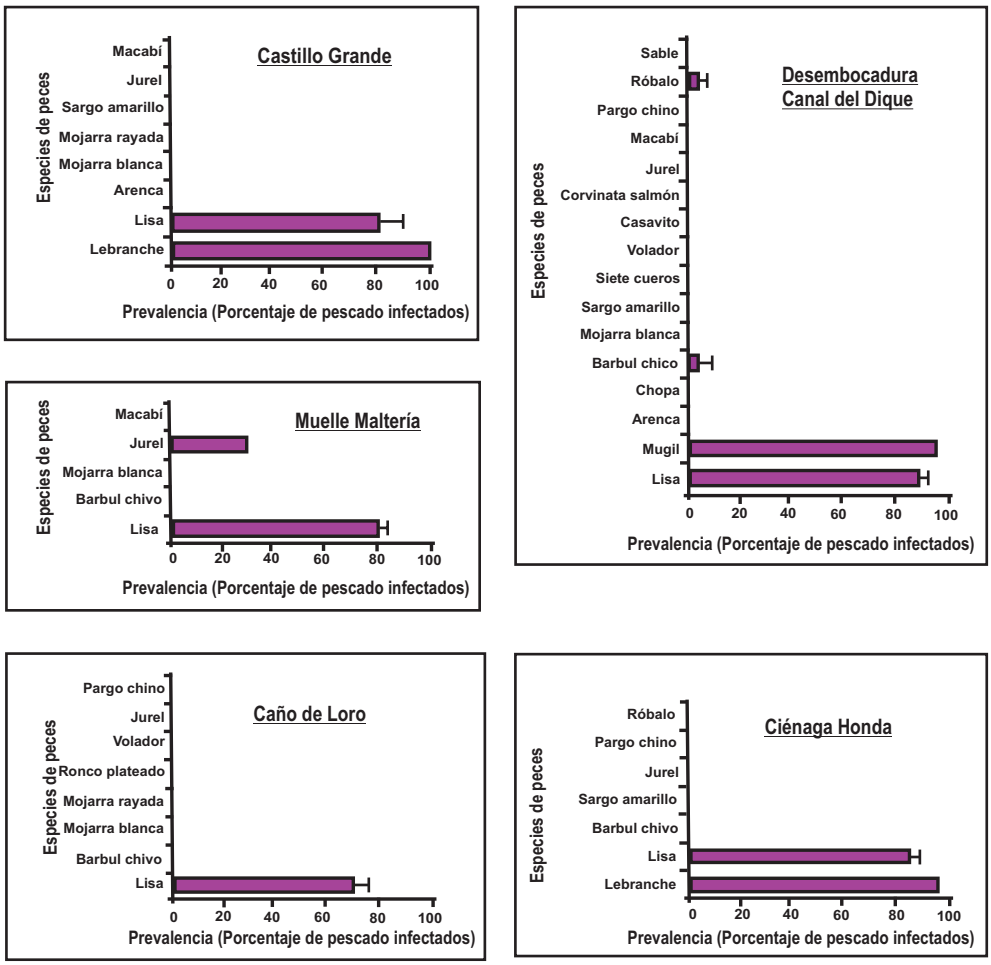


Figura 5.2. Prevalencia de parásitos en peces recolectados en la bahía de Cartagena.

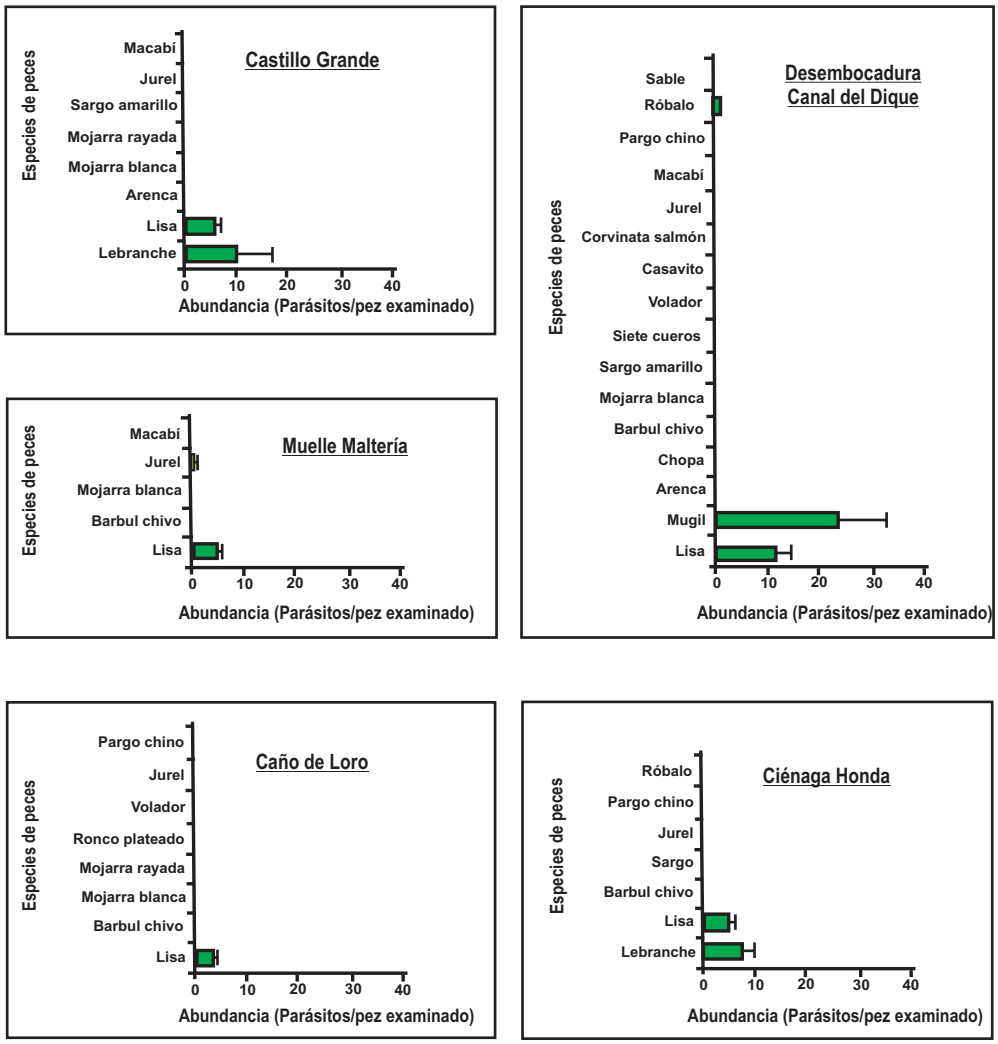


Figura 5.3. Abundancia parasitaria en peces recolectados en la bahía de Cartagena.

5.3.3. Biometría e infección parasitaria por nemátodos en pescados del canal del Dique. Los parámetros morfométricos y parasitarios para los peces capturados en el canal del Dique son presentados en la Tabla 5.3. Los factores de condición más altos y bajos fueron encontrados en la Mojarra amarilla (1.63 ± 0.01) y la Mayupa (0.19 ± 0.02), respectivamente. Por su parte, el índice hepatosomático (%) más alto fue detectado en el Moncholo (1.75 ± 0.22) y el más bajo en el Cocobolo (0.52 ± 0.11).

En este cuerpo de agua las especies con nemátodos fueron Barbul, Mojarra amarilla, Moncholo, Bagre tigre, Capitanejo, Cocobolo, Pacora, Mayupa, Blanquillo y Doncella. Sólo tres especies no presentaron nemátodos en el canal del Dique, Bocachico, Arenca y Gurami.

En cuanto a los índices parasitarios, entre las especies con nemátodos la que presentó la mayor prevalencia fue el Blanquillo (100%) y la menor fue la Doncella (10%). Un total de 3760 nemátodos fueron aislados de las diferentes especies analizadas en el canal del Dique. La intensidad media parasitaria fue de 11.2 ± 1.0 parásitos/pez infectado (rango 1-149). El Moncholo presentó mayor intensidad (25.9 ± 2.7) y el Cocobolo la menor (1.0 ± 0.0).

Tabla 5.3. Parámetros morfométricos, índices de salud y parasitarios en especies de canal del Dique.

Especie	Parámetros morfométricos							
	n	Peso (g)	Tamaño (cm)	FC	IHS (%)	Prevalencia (%)	Intensidad	Abundancia
Bocachico	99	108.4 ± 9.8	18.3 ± 0.5	1.53 ± 0.02	0.87 ± 0.03	0	-*	0
Gurami	8	95.5 ± 5.5	18.3 ± 0.4	1.54 ± 0.05	0.60 ± 0.10	0	-	0
Arenca	105	72.3 ± 1.3	20.0 ± 0.1	0.90 ± 0.01	0.75 ± 0.05	0	-	0
Barbul	149	63.0 ± 1.8	19.8 ± 0.7	0.89 ± 0.03	0.82 ± 0.02	24.8	7.8 ± 1.3	1.9 ± 0.4
Mojarra amarilla	381	86.9 ± 1.4	17.4 ± 0.1	1.63 ± 0.01	0.86 ± 0.03	47.5	5.4 ± 0.7	2.6 ± 0.4
Capitanejo	15	81.0 ± 3.2	18.2 ± 0.4	1.35 ± 0.05	1.50 ± 0.08	66.7	10.6 ± 4.0	7.1 ± 2.9
Cocobolo	5	67.7 ± 2.0	23.8 ± 0.8	0.51 ± 0.04	0.52 ± 0.11	40	1.0 ± 0.0	0.4 ± 0.2
Mayupa	6	141.4 ± 14.9	42.0 ± 2.3	0.19 ± 0.02	0.77 ± 0.06	50	2.7 ± 0.7	1.3 ± 0.7
Pacora	25	153.7 ± 28.2	25.0 ± 1.2	0.84 ± 0.03	1.06 ± 0.24	52	18.5 ± 7.4	9.8 ± 4.2
Doncella	10	157.7 ± 17.1	27.8 ± 0.7	0.70 ± 0.03	1.01 ± 0.13	10	3.0 ± 0.0	0.3 ± 0.3
Blanquillo	13	195.6 ± 20.3	40.2 ± 2.9	0.57 ± 0.17	1.26 ± 0.11	100	23.1 ± 10.9	23.1 ± 10.9
Bagre Tigre	18	235.4 ± 10.3	43.8 ± 5.1	1.19 ± 0.48	1.61 ± 0.83	83.3	18.2 ± 4.7	15.2 ± 4.3
Moncholo	60	327.6 ± 12.4	31.0 ± 0.4	1.08 ± 0.02	1.75 ± 0.22	100	25.9 ± 2.7	25.9 ± 2.7
Total	**885**	**125.3 ± 10.7**	**20.5 ± 0.3**	**1.30 ± 0.02**	**0.94 ± 0.03**	**40**	**11.2 ± 1.0**	**4.2 ± 0.4**

*. La intensidad parasitaria no puede ser calculada cuando la prevalencia es cero.

5.3.4. Índices parasitarios en estaciones del canal del Dique. Los resultados de prevalencia y abundancia parasitaria en peces del canal del Dique aparecen ilustrados en las Figuras 5.4 y 5.5, respectivamente. Las especies que presentaron prevalencia del 100% en todas las tres estaciones de muestreo fueron el Moncholo y el Blanquillo. La mayor abundancia parasitaria fue observada en las especies Moncholo, Bagre tigre y Pacora (25.9 ± 2.7, 15.2 ± 4.3, 9.8 ± 4.2, respectivamente), estas mismas especies presentaron una intensidad media parasitaria mayor en la estación de muestreo Soplaviento (44.7 ± 10.4, 38.0 ± 13.5, 22.5 ± 9.5, respectivamente).

Considerando la totalidad de especies estudiadas tanto en la bahía de Cartagena como en el canal del Dique, el número de larvas de nemátodos registrado en pescados con mayor parasitosis osciló entre 1-129 y 1-149, para Lisa y Moncholo, respectivamente. La identificación morfológica de los parásitos nemátodos reveló la presencia del género *Contracaecum sp*.

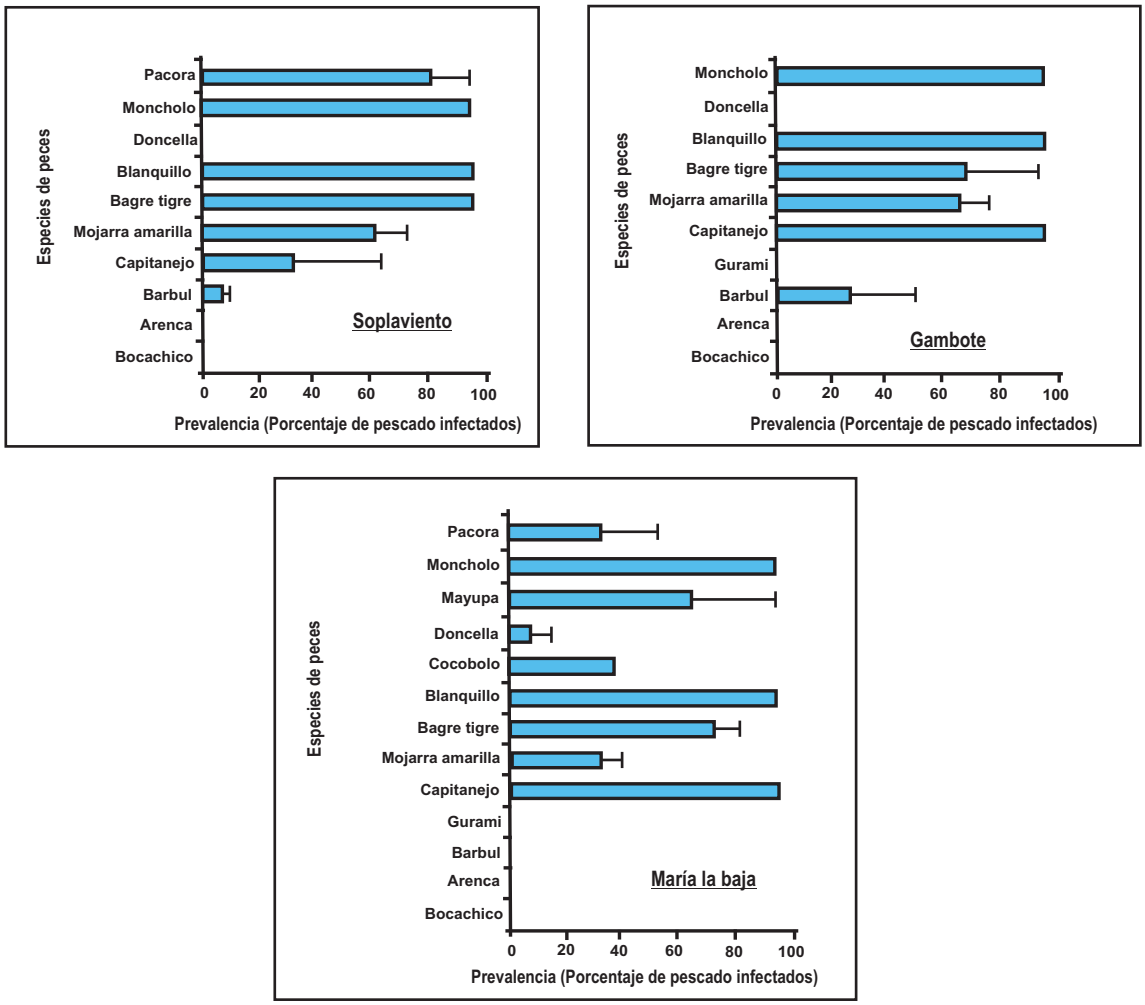


Figura 5.4. Prevalencia de parásitos en peces recolectados en el canal del Dique.

5.3.5. Correlaciones entre parámetros morfométricos y abundancia parasitaria para especímenes capturados en la bahía de Cartagena y el canal del Dique. El análisis de correlación entre los parámetros morfométricos y parasitarios es mostrado en la Tabla 5.4. Como es de esperarse, para ambos ecosistemas fue encontrada una correlación alta y significativa entre la longitud y el peso de los peces. Una baja, pero significativa correlación, fue encontrada entre la abundancia parasitaria y la longitud del hospedero en el canal del Dique ($R=0.350$; $P<0.001$). Sin embargo, una negativa y moderada correlación significativa fue encontrada entre el factor de condición y la longitud en ambos sitios de muestreo. Por su parte en la bahía de Cartagena las especies mostraron una correlación baja y negativa pero extremadamente significativa entre el factor de condición y el peso de los pescados ($R=-0.159$, $P=0.001$). Además, el factor de condición en la bahía de Cartagena mostró una correlación baja negativa, pero extremadamente significativa con la abundancia parasitaria ($R=-0.191$; $P<0.001$).

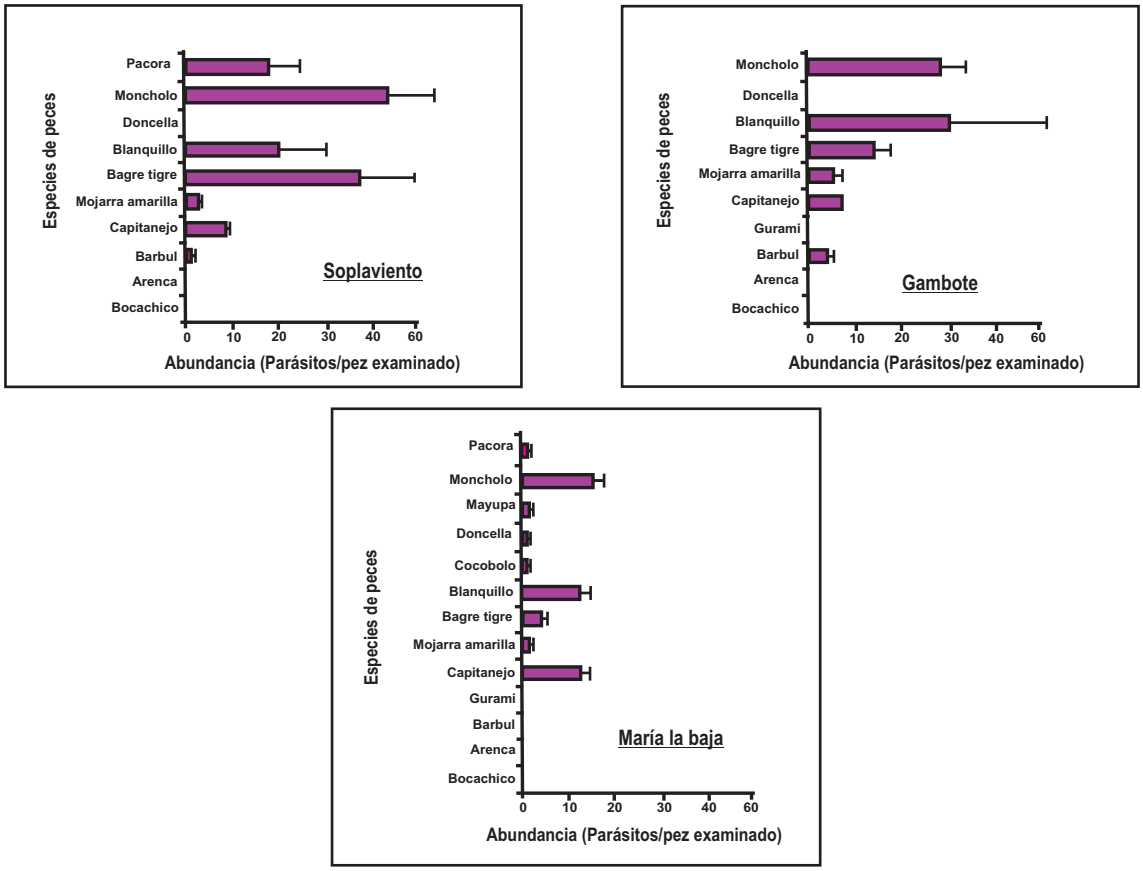


Figura 5.5. Abundancia parasitaria en peces recolectados en el canal del Dique.

Tabla 5.4. Correlación entre los parámetros morfométricos y la abundancia parasitaria en las diferentes especies de la bahía de Cartagena y el canal del Dique.

Bahía de Cartagena

Paramétros	Longitud (cm)	peso (g)	Factor de Condición	Índice Hepatosomático	Abundancia parasitaria
Longitud (cm)	1	0.666 (P<0.001)	-0.599 (P<0.001)	-0.014 (P=0.742)	0.294 (P<0.001)
Peso (g)	0.846 (P<0.001)	1	-0.159 (P=0.001)	0.062 (P=0.143)	0.244 (P<0.001)
Factor de Condición	-0.647 (P<0.001)	0.039 (P=0.244)	1	0.129 (P=0.002)	-0.191 (P<0.001)
Índice Hepatosomático	0.089 (P=0.008)	0.150 (P<0.001)	-0.019 (P=0.569)	1	0.023 (P=0.578)
Abundancia parasitaria	0.350 (P<0.001)	0.432 (P<0.001)	-0.046 (P=0.168)	0.241 (P<0.001)	1

Canal del Dique

5.4. DISCUSIÓN

Aunque desde hace mucho tiempo es conocido que los nemátodos de la familia Anisakidae parasitan mamíferos marinos, peces, reptiles y aves (Hartwich, 1974), no existe claridad en cuanto a los ciclos de vida de muchas especies. La literatura disponible señala que multitud de peces actúan como huéspedes intermediarios, paraténicos o definitivos, y que al hacer parte de la dieta, Anisákidos tales como *Anisakis simplex* completan su ciclo de vida en los humanos, donde pueden causar enfermedades (McCarthy y Moore, 2000; Takahashi *et al*., 1998; Yagi *et al*., 1996; Ko, 1995; Dick *et al*., 1991; Cheng, 1982).

Los parásitos de la familia Anisakidae han infectando a los organismos marinos desde antes de la aparición del *Homo sapiens*, y muchas de estas especies, las cuales conocemos en la actualidad, han sobrevivido al menos durante los últimos 4 millones de años. La dinámica de las infecciones generadas por estos parásitos es un punto en donde aún existe incertidumbre, pero parece lógico pensar que su abundancia en los ecosistemas dependerá, entre otros factores, de que las condiciones ambientales sean las óptimas para el desarrollo de su ciclo biológico. Por igual, las infeciones parasitarias también suelen depender no sólo de la diversidad de especies presentes en un hábitat determinado, sino de la existencia de aquellas en particular que facilitan la transferencia trófica del parásito. Esta observación podría hacer pensar que al igual que lo que ocurre con los contaminantes organoclorados y metales como el mercurio, los parásitos pueden experimentar procesos de biomagnificación. Un argumento a favor de esta hipótesis lo constituye el hecho de que la prevalencia y la abundancia parasitaria en algunas especies suele aumentar con la talla y la edad del pez (Abaunza *et al*., 1995).

Los nemátodos encontrados para las especies estudiadas en este trabajo corresponden a larvas en estado L3 de *Contracaecum sp*. Este parásito también ha sido detectado en *Mugil curema* presente en aguas Mejicanas (Fajer *et al*., 2006), y en *Mugil cephalus* capturado en Australia (Lymbery *et al*., 2002). En la bahía de Cartagena, el género *Mugil* presentó prevalencias parasitarias que oscilaron entre 83.9 y 100%, valores que concuerdan con los reportados por Bandes *et al*. (2005), quienes encontraron para la Lisa (*Mugil curema* o *Mugil incilis*) y el Lebranche (*Mugil liza*) una prevalencia de 76% y 94%, respectivamente. Otros parásitos también han sido descritos en este género, por ejemplo, *Phagicola longa* (Trematoda: Heterophydae), en peces de Sao Paulo, Brasil (Antunes *et al*., 1993) y *Ligophorus chabaudi* (Monogenea: Dactylogyridae), en *Mugil cephalus* de una cuenca localizada en la parte occidental del mar Negro y el Mediterráneo (Rubtsova *et al*., 2006). Resulta de interés mencionar que la manifestación de co-infecciones de parásitos en especies del género *Mugil* ha sido correlacionada con una disminución en el factor de condición (Ranzani-Paiva y Silva-Souza, 2004).

Este trabajo también hace referencia a nemátodos en pescados diferentes al género *Mugil*. En el caso del Jurel, nemátodos Anisákidos fueron detectados sólo en una estación de muestreo, con una prevalencia y abundancia relativamente baja (33.3%; 0.1± 0.1, respectivamente). Sin embargo, para esta especie ya habían sido reportados estos parásitos en Taiwan (Chao, 1985). Por su parte, en el Róbalo la prevalencia y abundancia

de nemátodos fue baja (2.1%; 0.1± 0.1, respectivamente), aunque para especies del mismo género, otros parásitos son hallados con mayor frecuencia, incluyendo Monogéneos, Digéneos y Acantocefalos (Mendoza-Franco *et al*., 2006; Tavares y Luque, 2004). Otra especie que también reportó baja prevalencia fue el Barbul chivo (2.6%). Sin embargo, en esta especie además de nemátodos *Contracaecum*, también han sido encontrados del género *Pseudoterranova* (Aguirre-Macedo *et al*., 2007).

Uno de los aspectos más interesantes resultado de este trabajo fue hallar un mayor número de especies parasitadas con nemátodos en el canal del Dique que en la bahía de Cartagena. En el canal, la mayoría de especies ubicadas en niveles tróficos altos están altamente parasitadas, siendo el Moncholo, el Bagre, el Blanquillo y la Pacora los más afectados. No obstante, de manera similar a lo observado en la bahía, la extensión del parasitismo por nemátodos en el canal fue dependiente de la ubicación geográfica, con valores extremos en Soplaviento (altos) y María la Baja (moderadamente bajos). Al consultar la literatura científica, para especies como el Moncholo existen varias publicaciones relacionadas con parasitismo por nemátodos (Olivero-Verbel *et al*., 2006; Martins *et al*., 2005), mientras que para otras especies del canal, la información es relativamente escasa. En Brasil, peces del género *Pseudoplatystoma*, al cual pertenece el Bagre del Magdalena (*Pseudoplatystoma magdaleniatum*), han sido hallados parasitados con nemátodos de la familia Anisakidae, especies *Groezia brasiliensis sp. n.* y *Groezia brevicaeca sp. n.* (Moravec *et al*., 1994), al igual que con Monogéneos y Céstodos (Kritsky *et al*., 2007; Rego y Gibson, 1989). En el caso de la Pacora, la alta prevalencia de nemátodos encontrada para especímenes del canal del Dique (hasta 80%) ha sido también observada por Tavares *et al*. (2007) para infecciones con larvas L3 de *Terranova sp*., y en menor proporción por Martins *et al*. (2000) para el nemátodo Anisakidae *Thynnascaris sp.* (44.1%); aunque otros parásitos tales como los Monogéneos (*Euryhaliotrema dontykoleos n. sp.*) y Digéneos (Diplostomum) también suelen ser comunes en dicha especie (Machado *et al*., 2005; Fehlauer y Boeger, 2005). Este estudio, por primera vez, describe índices parasitarios para nemátodos en el Capitanejo, especie para la cual sólo existían reportes de Monogéneos (Paraguassú y Luque, 2007).

En términos generales, los estudios realizados sobre larvas de *Contracaecum sp.* en peces dulceacuícolas de América del Sur, son en su mayoría, de carácter sistemático (Ramallo y Torres, 1995; Moravec *et al*., 1993; Kohn *et al*., 1988; Torres y Cubillos, 1987; Szidat y Nani, 1951), siendo escasos aquellos referidos a los aspectos ambientales (Torres *et al*., 1991). Este trabajo, el primero que describe la presencia de nemátodos en diversas especies de peces colombianos, no sólo ha puesto al descubierto la extensa distribución de nemátodos en peces de dos importantes cuerpos de agua del Norte de Colombia, sino que constituye un punto de referencia sobre el cual futuras investigaciones podrán realizar comparaciones sobre el avance del parasitismo en estos organismos, como un mecanismo para evaluar el estado de salud de los ecosistemas.

Finalmente, con el objeto de convertir los resultados de este trabajo en un instrumento de educación ambiental, fue elaborado un afiche en el que aparecen la prevalencia y abundancia parasitaria por nemátodos, detectada en las diferentes especies de peces que fueron estudiadas en la bahía de Cartagena y el canal del Dique (Figuras 5.6 y 5.7), documento disponible en formato pdf en www.reactivos.com.

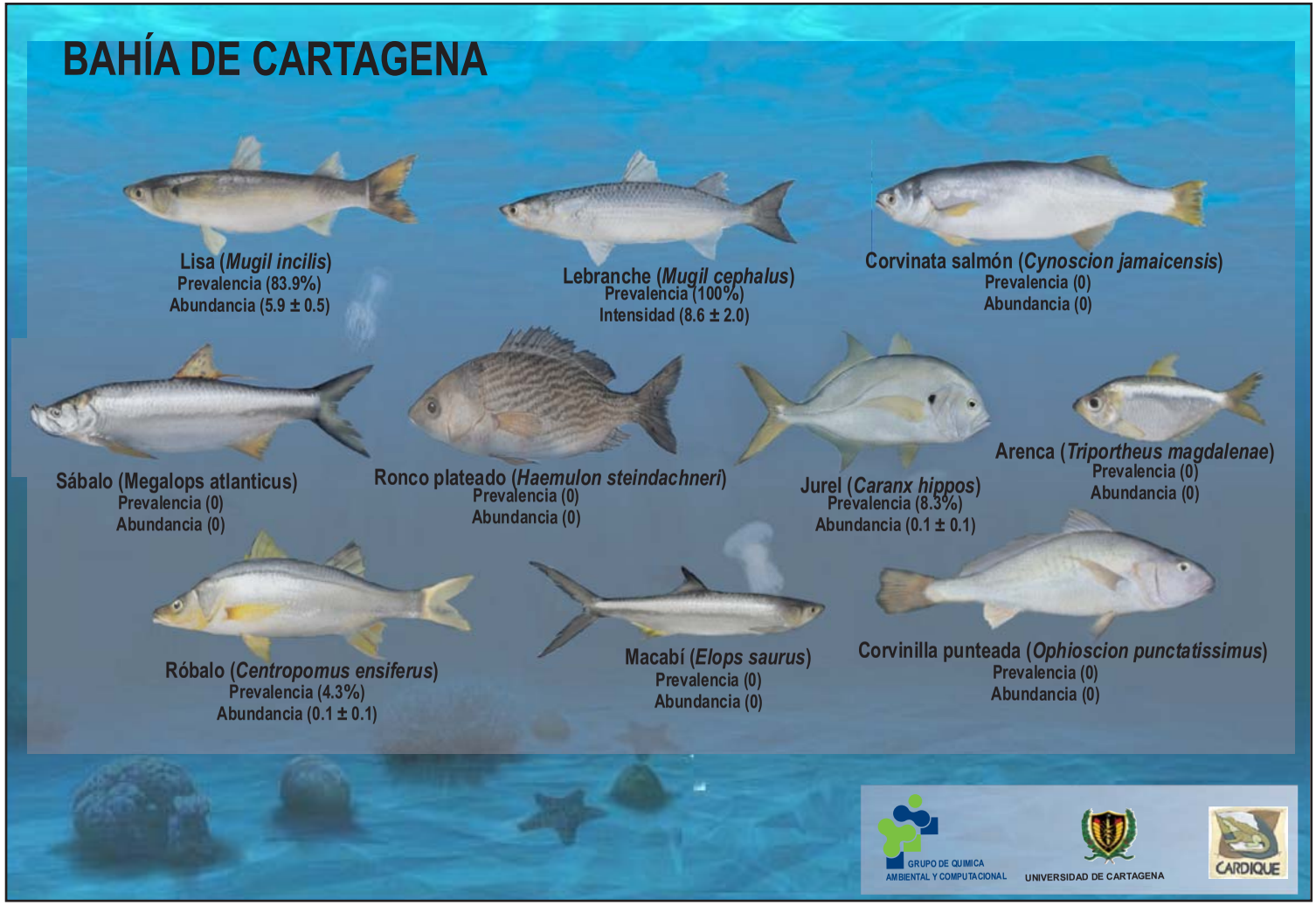


Figura 5.6. Índices parasitarios en especies recolectadas en la bahía de Cartagena.

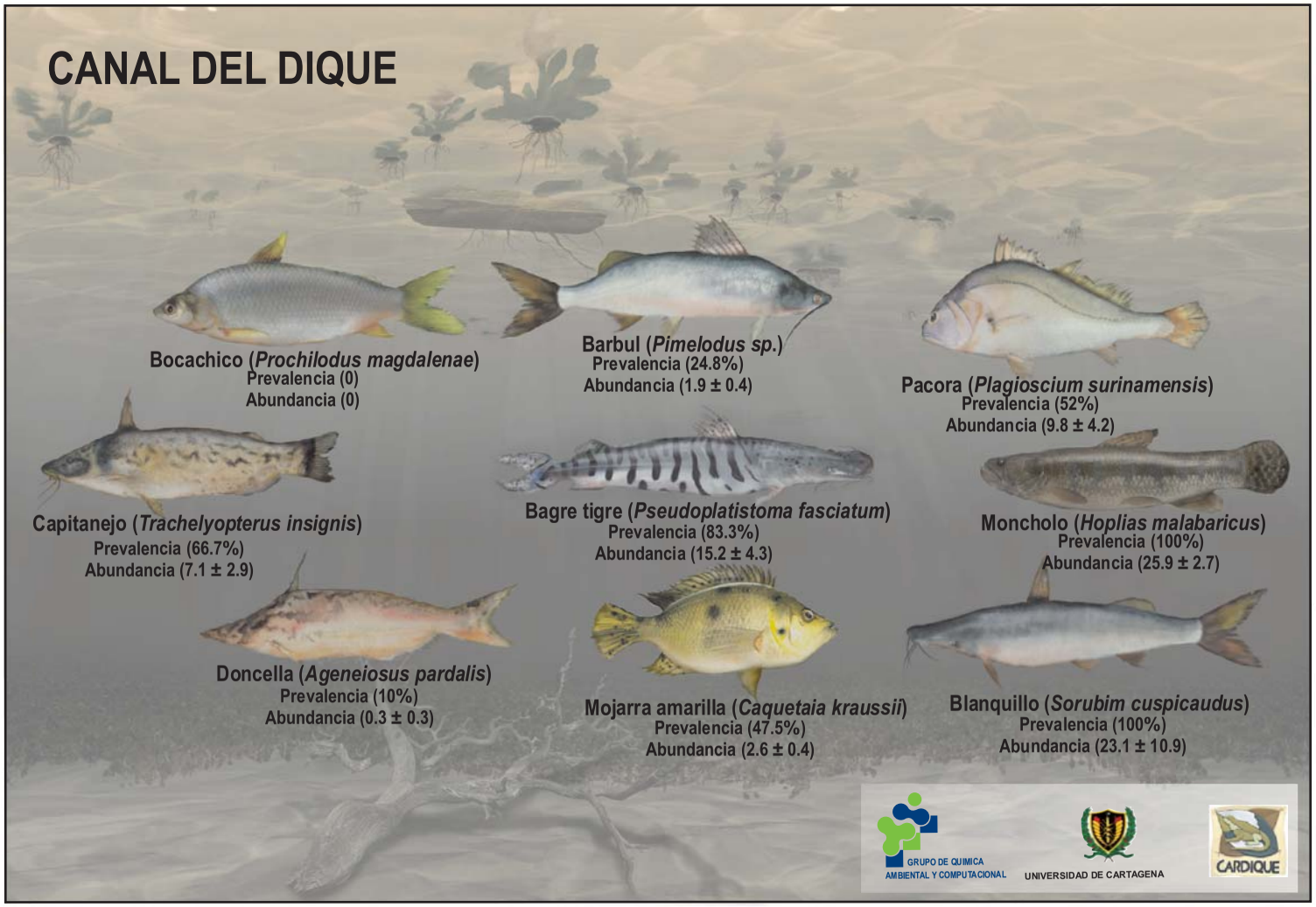


Figura 5.7. Índices parasitarios en especies recolectadas en el canal del Dique.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE), y a la Universidad de Cartagena por la financiación del proyecto: Caracterización del ciclo de vida de parásitos nemátodos en los ecosistemas de la bahía de Cartagena y el canal del Dique y su relación con la calidad del agua. Convenio 057/2005. De igual forma, gracias a Mónica Moreno Contreras por su ayuda en el procesamiento de las muestras y a los pescadores de la bahía de Cartagena y el canal del Dique.

REFERENCIAS

Abaunza, P., Villamor, B., Pérez J.R. 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.

Aguirre-Macedo, M.L., Vidal-Martínez, V.M., González-Solís, D., Caballero, P.I. 2007. Helminth communities of four commercially important fish species from Chetumal Bay, Mexico. *Journal of Helminthology*. **81**(1): 19-31.

Anderson, R. C. 2000. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. 2nd Ed. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K. 650 p.

Antunes, S.A., Wiendl, F.M., Almeida Dias, E.R., Arthur, V., Daniotti, C. 1993. Gamma ionization of *Phagicola longa* (Trematoda: Heterophyidae) in Mugilidae (pisces) in São Paulo, Brazil. *Radiation Physics and Chemistry*. **42**(1-3)425-428.

Ashfield, L., Pottinger, T., Sumpter, J. 1998. Exposure of female juvenile rainbow trout to alkilphenol compounds results in modifications to growth and ovosomatic index. *Environmental Toxicology and Chemistry*. **17**(4):679-686.

Atencio-García, V., Kerguelén-Durango, E., Cura-Dorado, E., Rosado-Carcamo, R., Vallejo, A., Valderrama, M. 2005. Régimen alimentario de siete especies ícticas en el embalse de la hidroeléctrica Urrá (Córdoba, Colombia). *MVZ-Córdoba*. **10**(2):614-622.

Atencio-García, V., Kerguelén, E., Wadnipar, L., Narváez, A. 2003. Manejo de la primera alimentación del Bocachico (*Prochilodus magdalenae*). *MVZ-Córdoba.* **8**(1):254-260.

Baeza, M.L., Rodríguez, A., Matheu, V., Rubio, M., Tornero, P., de Barrio, M., Herrero, T., Santaolalla, M., Zubeldia, J.M. 2004. Characterization of allergens secreted by *Anisakis simplex* parasite: clinical relevance in comparison with somatic allergens. *Clinical and Experimental Allergy*. **34**(2):296-302.

Bandes, V.A., Selgrad, R.S., Ríos de S, M., Salas, M.H. 2005. Nemátodos de la Familia Anisakidae en el pescado fresco que se expende para el consumo humano en Caracas, Venezuela. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*. **36**:2.

Berland, B. 1989. Identification of larval nematodes from fish, p.16-22. In: Nematode problems in north Atlantic fish, Moller, H. (ed.). Report from a workshop in Kiel, 3-4 April 1989. *International Council for the Exploration of the Sea, C. M./F*: 6, p. 16-22.

Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M., Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al*. Revisited. *The Journal of Parasitology*. **83**(4):575-583.

Caballero, M.L., Moneo, I. 2004. Several allergens from *Anisakis simplex* are highly resistant to heat and pepsin treatments. *Parasitology Research*. **93**(3):248-251.

Chao, D. 1985. Survey of *Anisakis* larvae in marine fish of Taiwan. *International Journal of Zoonoses*. **12**(3):233-237.

Dahl, G. 1971. Los peces del norte de Colombia. Bogotá: Inderena. 323 p.

Dick, T.A, Dixon, B.R., Choudhury, A. 1991. Diphyllobothrium, *Anisakis* andother fish-borne parasitic zoonoses. *Southeast Asia Journal of Tropical Medicine and Public Health.* **163**:150-152.

Fajer-Avila, E.J., García-Vásquez, A., Plascencia-González, H., Ríos-Sicairos, J., García-De La Parra, L.M., Betancourt-Lozano M. 2006. Copepods and larvae of nematodes parasitizing (correction of parasiting) the white mullet *Mugil curema* (Valenciennes, 1836) indicators of anthropogenic impacts in tropical coastal lagoons?. *Environmental Monitoring and Assessment*. **122**(1-3):221-237.

Fehlauer, K.H., Boeger, W.A. 2005. Neotropical Monogenoidea: *Euryhaliotrema dontykoleos n. sp.* (Dactylogyridae) from the gills of the freshwater sciaenid, *Pachyurus junki* (Perciformes). *The Journal of Parasitology*. **91**(5):1025-1027.

Ferreira, M., Moradas-Ferreira, P., Reis-Henriques, M.A. 2007. The effect of long-term depuration on levels of oxidative stress biomarkers in mullets (*Mugil cephalus*) chronically exposed to contaminants. *Marine Environmental Research*. **64**(2):181-190.

Gallo, H., Díaz-Sarmiento, J. 2003. Variabilidad genética del Bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* (Pisces: Pimelodidae) en el río Magdalena (Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. **27**(105):599-606.

Hartwich, G. 1974. Keys to genera of the Ascaridoidea. In: Anderson RC, Chabaud AG, Willmott S, editors. CIH keys to the nematode parasites of vertebrates, Farnham Royal. *Commonwealth Agricultural Bureaux*. **2**: 1-15.

Has-Schön, E., Bogut, I., Strelec, I. 2006. Heavy metal profile in five fish species included in human diet, domiciled in the end flow of river Neretva (Croatia). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. **50**(4): 545-551.

Johnson-Restrepo, B., Olivero-Verbel, J., Lu, S., Guette-Fernández, J., Baldiris-Avila, R., O'byrne-Hoyos, I., Aldous, K.M., Addink, R., Kannan, K. 2007. Polycyclic aromatic hydrocarbons and their hydroxylated metabolites in fish bile and sediments from coastal waters of Colombia. *Environmental Pollution*. **151**(3):452-459.

Ko, R.C. 1995. Fish-borne parasitic zoonoses. In: Woo PTK, editor. Fish diseases and disorders. *Protozoan and metazoan infections*, London: CAB International. **1**: 631-671.

Köhler, H.R., Sandu, C., Scheil, V., Nagy-Petrică, E.M., Segner, H., Telcean, I., Stan, G., Triebskorn, R. 2007. Monitoring pollution in river Mureş, Romania, Part III: biochemical effect markers in fish and integrative reflection. *Environmental Monitoring and Assessment*. **127**(1-3):47-54.

Kohn, A., Fernandes, B.M., Pipolo, H.V., Godoy de M.P. 1988. Helmintos parásitos de peixes das usinas hidrelétricas da eletrosul (Brasil). II. Reservatórios de Salto Osório e de Salto Santiago, Bacia do Río Iguaçu. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **83**(3): 299-303.

Kritsky, D.C., Vianna, R.T., Boeger, W.A. 2007. Neotropical Monogenoidea. 50. Oviparous gyrodactylids from loricariid and pimelodid catfishes in Brazil, with the proposal of *Phanerothecioides n.g.*, *Onychogyrodactylus n.g.* and *Aglaiogyrodactylus n.g.* (Polyonchoinea: Gyrodactylidea). *Systematic Parasitology*. **66**(1):1-34.

Littmann, M. 2007. Systematic review of the neotropical shovelnose catfish genus *Sorubim Cuvier* (Siluriformes: Pimelodidae). *Zootaxa*. **1422**: 1-29.

Lizama, MdeL., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. 2006. Parasitism influence on the hepato, splenosomatic and weight/length relation and relative condition factor of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Prochilodontidae) of the Upper Paraná River floodplain, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitología Veterinaria*. **15**(3):116-122.

Luque, J.L., Mouillot, D., Poulin, R. 2004. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology*. **128**(6): 671-682.

Lymbery, A.J., Doupé, R.G., Munshi, M.A, Wong, T. 2002. Larvae of *Contracaecum sp*. among inshore fish species of southwestern Australia. *Diseases of Aquatic Organisms*. **51**(2):157-159.

Machado, P.M., Takemoto, R.M., Pavanelli, G.C. 2005. *Diplostomum* (Austrodiplostomum) *compactum* (Lutz, 1928) (Platyhelminthes, Digenea) metacercariae in fish from the floodplain of the Upper Paraná River, Brazil. *Parasitology Research*. **97**(6):436-444.

Mancini, M., Larriestra, A., Sánchez, J. 2000. Estudio ictiopatológico en poblaciones silvestres de la región centro-sur de la Provincia de Córdoba, Argentina. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Argentina*. **8**(2): 104-108.

Marcogliese, D.J. 2007. Evolution of parasitic life in the ocean: paratenic hosts enhance lateral incorporation.*Trends in Parasitology*. **23**(11):519-521.

Martins, M.L., Fujimoto, R.Y., Moraes, F.R., Andrade, P.M., Nascimento, A.A., Malheiros, E.B. 2000. Description and prevalence of *Thynnascaris sp*. Larvae Dollfus, 1933 (Nematoda: Anisakidae) in *Plagioscion squamosissimus* heckel, 1840 from Volta Grande Reservoir, State of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*. **6**(3):519-526.

Martins, M.L., Onaka, E.M., Fenerick, J. Jr. 2005. Larval *Contracaecum sp.* (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhão, Brazil. *Veterinary Parasitology*. **127**(1): 51-59.

McCarthy, J., Moore, T.A. 2000. Emerging helminth zoonoses. *International Journal for Parasitology*. **30**(12-13):135-160.

Mendoza-Franco, E.F., Violante-González, J., Vidal-Martínez, V.M. 2006. A new diplectanid (Monogenea) genus and species from the gills of the black snook, *Centropomus nigrescens* (Perciformes: Centropomidae) of the Pacific coast of Mexico. *The Journal of Parasitology*. **92**(3):481-485.

Moravec, F., Kohn, A., Fernandes, B.M.M. 1993. Nematode parasites of fishes of the Paraná River, Brazil. Part 2. Seuratoidea, Ascaridoidea, Habronematoidea and Acuarioidea. *Folia Parasitologica.* **40**(2): 115-134.

Moravec, F**.,** Kohn, A**.,** Fernandes, B.M**.** 1994. Two new species of the genus *Goezia*, *G. brasiliensis sp. n.* and *G. brevicaeca sp. n*. (Nematoda: Anisakidae), from freshwater fishes in Brazil. *Folia Parasitologica.* **41**(4):271-278.

Muñoz, G., Grutter, A.S., Cribb, T.H. 2006. Endoparasite communities of five fish species (Labridae: Cheilininae) from Lizard Island: how important is the ecology and phylogeny of the hosts? *Parasitology*. **132**(3): 363-374.

Olivero, J., Navas, V., Perez, A., Solano, B., Acosta, I., Arguello, E., Salas, R. 1997. Mercury levels in muscle of some fish species from the Dique channel, Colombia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. **58**(6):865-870.

Olivero, J., Baldiris, R., Arroyo, B. 2005. Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena Bay and Totumo Marsh, north of Colombia. *The Journal of Parasitology*. **91**(5):1109-1112.

Olivero-Verbel, J., Johnson-Restrepo, B., Baldiris-Avila, R., Güette-Fernández, J., Magallanes-Carreazo, E., Vanegas-Ramírez, L., Kunihiko, N. 2008. Human and crab exposure to mercury in the Caribbean coastal shoreline of Colombia: Impact from an abandoned chlor-alkali plant. *Environment International*. **34**(4):476-482.

Paraguassú, A.R., Luque, J.L. 2007. Metazoan parasites of six fishes species from Lajes Reservoir in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária.* **16**(3):121-128.

Ramallo, G., Torres, P. 1995. *Contracaecum sp*. larvae (Nematoda: Anisakidae) infection in *Salminus maxillosus* (Pisces: Characidae) in the dam of Termas de rio Hondo. *Boletín Chileno de Parasitología*. **50**(1-2): 21-23.

Ranzani-Paiva, M.J., Silva-Souza, A.T. 2004. Co-infestation of gills by different parasite groups in the mullet, *Mugil platanus* Günther, 1880 (Osteichthyes: Mugilidae): effects on relative condition factor. *Brazilian Journal of Biology*. **64**(3B):677-682.

Rego, A.A., Gibson, D.I. 1989. Hyperparasitism by helminths: new records of cestodes and nematodes in proteocephalid cestodes from South American siluriform fishes. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **84**(3):371-376.

Rubtsova, N.Y., Balbuena, J.A., Sarabeev, V.L., Blasco-Costa, I., Euzet, L. 2006. Description and morphometrical variability of a new species of *Ligophorus* and of *Ligophorus chabaudi* (Monogenea: Dactylogyridae) on *Mugil cephalus* (Teleostei) from the Mediterranean basin. *The Journal of Parasitology*. **92**(3):486-495.

Rueda, M., Defeo, O. 2003. Spatial structure of fish assemblages in a tropical estuarine lagoon: combining multivariate and geostatistical techniques. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 296(1):93-112. Datos publicados inicialmente por: Santos-Martínez and Viloria, 1998. Santos-Martínez, A., Viloria, E., 1998. Evaluación de los recursos pesqueros de la ciénaga grande de Santa Marta y el complejo Pajarales, Caribe colombiano: estadística pesquera. Informe, Colciencias, Bogota; y Bateman, N. 1998. Cambios en la ictiofauna de la ciénaga grande de Santa

Marta, Complejo de Pajarales y ciénagas del costado occidental de la Isla de Salamanca, tras la reapertura del canal Clarín. BSc Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Singh, J.G., Chang-Yen, I., Stoute, V.A., Chatergoon, L. 1991. Distribution of selected heavy metals in skin and muscle of five tropical marine fishes. *Environmental Pollution*. **69**(2-3):203-215.

Smith, J.W., Wootten, R. 1978. *Anisakis* and anisakiasis. *Advances in Parasitology*. **16**:93-163.

Szidat, L., Nani, A. 1951. Diplostomiasis cerebralis del pejerrey. Una grave epizootia que afecta a la economía nacional producida por larvas de trematodes que destruyen el cerebro de los pejerreyes. *Revista Instituto Nacional de Investigaciones de Ciencias Naturales y Museo Argentino Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia",* Zoología. **1**(8): 323-384.

Takahashi, S., Ishikura, H., Kikuchi, K. 1998. Anisakidosis: global point of view. in: Ishikura H, Aikawa M, Itakura H, Kikuchi K, editors. Host response to international parasitic zoonoses. Tokyo: Springer. 109-120 p.

Tavares, L.E., Saad, C.D., Cepeda, P.B., Luque, J.L. 2007. Larvals of *Terranova sp*. (Nematoda: Anisakidae) parasitic in *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) from Araguaia River, State of Tocantins, Brazil. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. **16**(2):110-115.

Tavares, L.E., Luque, J.L. 2004. Community ecology of metazoan parasites of the later juvenile common snook *Centropomus undecimalis* (Osteichthyes: Centropomidae) from the coastal zone of the State of río de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. **64**(3A):523-529.

Torres, P., Cabezas, X., Arenas, J., Miranda, J.C., Jara, C. 1991. Ecological aspects of nematoda parasites of introduced salmonids from Valdivia river basin, Chile. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **86**(1):115-122.

Torres, P., Cubillos, V. 1987. Infección por larvas de *Contracaecum* (Nematoda: Anisakidae) en salmónidos introducidos en Chile. *Journal of Veterinary Medicine*. **34**(3):177-182.

Umehara, A., Kawakami, Y., Araki, J., Uchida, A. 2007. Molecular identification of the etiological agent of the human anisakiasis in Japan. *Parasitology International*. **56**(3): 211-215.

Uradzński, J., Wysok, B., Gomółka-Pawlicka, M. 2007. Biological and chemical hazards occurring in fish and fishery products. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. **10**(3):183-188.

Van Thiel, P.H., Kuipers, F.C., Roskam, R. 1960. A nematode parasite to herring, causing acute abdominal syndromes in man. *Tropical and Geographical Medicine*. **12**:97-113.

Vázquez, N.R., Ramírez, L.J., Osorio, S.D., Chávez, S.L., Constantino, C.F. 2004. Lesiones causadas por helmintos del aparato digestivo en peces estuarinos de la laguna tres Palos, Guerrero, México. *Veterinaria. México*. **35**(4): 369-378.

West, D.W., Ling, N., Hicks, B.J., Tremblay, L.A, Kim, N.D., Van den Heuvel, M.R. 2006. Cumulative impacts assessment along a large river, using brown Bullhead catfish (*Ameiurus nebulosus*) populations. *Environmental Toxicology and Chemistry*. **25**(7):1868-1880.

www.fishbase.org.

Yagi, K., Nagasawa, K., Ishikura, H., Nakagawa, A., Sato, N., Kikuchi, K., Ishikura, H. 1996. Female worm *Hysterothylacium aduncum* excreted from human: a case report. *Japanese Journal of Parasitology*. **45**(1):12-23.

Yeom, D.H., Lee, S.A., Kang, G.S., Seo, J., Lee, S.K. 2007. Stressor identification and health assessment of fish exposed to wastewater effluents in Miho Stream, South Korea. *Chemosphere*. **67**(11):2282-2292.

Capítulo 6

MERLUZAS (*Merluccius gayi*) PARASITADAS ADQUIRIDAS EN ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES DE CARTAGENA Y BARRANQUILLA

Jesús Olivero Verbel*
Mayerlis Barrios Puerta*
Rosa Baldiris Avila*
*. Universidad de Cartagena

6.1. INTRODUCCIÓN

El parasitismo es un fenómeno frecuente en el medio marino, por consiguiente las especies que lo habitan pueden estar infectadas por diversos parásitos (Poulin y Mouritsen, 2006). En los peces estos pueden ser completamente inocuos o generar cambios fisiológicos, que de manera eventual, terminen afectando la salud o supervivencia del animal, dependiendo de la especie, la intensidad parasitaria y los órganos afectados, entre otros factores. Estos efectos podrían potencializarse debido al cambio climático, conducir al colapso de las poblaciones de peces, e inclusive causar impactos en el funcionamiento de los ecosistemas (Poulin y Mouritsen, 2006, Mouritsen *et al*., 2005). Los peces para consumo humano que albergan parásitos pueden alterar la presentación del producto, su calidad sanitaria y alimentaria, llegando a representar un riesgo para la salud de los consumidores. De hecho, especies de pescado con elevada capacidad de parasitación, tales como *Merluccius productus*, poseen de manera concomitante una alta actividad proteolítica en músculo (Mazorra-Manzano *et al*., 2008) y por tanto son consideradas de muy bajo valor comercial o no aprovechables (Casas-Valdez, 2004). Uno de los casos relacionados con esta problemática es la comercialización de Merluzas (*Merluccius gayi*) con altos niveles de infección parasitaria, las cuales son consideradas en algunos países pescado de desecho. Aunque la mayoría de estudios sobre parásitos en Merluzas han sido dirigidos a la sistemática de Helmintos (Suriano y Martorelli, 1984; Suriano y Sutton, 1981), Mixosporideos (Sardella, 1984), Copépodos (Etchegoin *et al*., 1997), y a estadíos larvales y formas adultas de *Hysterothylacium aduncum* (Navone *et al*., 1998; Timi y Sardella, 1997), pocos han hecho alusión a los posibles efectos que pueda generar la presencia de estos organismos sobre la salud humana (Torres *et al*., 2007).

Las Merluzas pueden normalmente albergar dos tipos de parásitos: nemátodos *Anisakis sp*. y Mixosporidios (*Kudoa paniformis* y/o *K. thyrsitis*). Estos organismos son encontrados en el músculo, pero los últimos tienen mayor impacto comercial por su apariencia de quiste, provocando problemas estéticos debido a la degradación de la textura del filete, resultado de la liberación de enzimas proteolíticas por el parásito, las cuales generan un aspecto lechoso sobre la superficie del músculo, proceso denominado miolicuefacción (Eiras *et al*., 2007; Yokohama e Itoh, 2005). Aunque existen muy pocos reportes que señalen efectos nocivos a la salud humana derivada del consumo de estos organismos, la información pertinente ha empezado a surgir en la literatura. Investigaciones realizadas por Martínez de Velasco *et al*. (2007) evidencian una posible asociación entre la manifestación de reacciones alérgicas después del consumo de peces y la respuesta humoral de antígenos de *Kudoa sp*.

Alrededor de 45 especies de *Kudoa* han sido descritas en varios peces de importancia comercial (Atún, Mahi mahi, Mackerel, Merluza del Pacífico) (Whipps *et al*., 2003; Moran *et al*., 1999b; Hervio *et al*., 1997), y algunas como la *Kudoa thrysites*, poseen marcada distribución biológica en múltiples ecosistemas (Tabla 6.1).

Tabla 6.1. Distribución de especies infectadas por *Kudoa thrysites* (Moran *et al*., 1999; St-Hilaire *et al*.,1997; Lom y Dyková, 1995; Kent y Poppe, 1988; Tsuyuki *et al*., 1982).

Especies	Nombre común	Localización
Merluccius productus *Oncorhynchus spp.* *Salmo salar* *Hippoglossus stenolepis* *Microstomus pacificus* *Parophrys vetula* *Theragra chalcogramma* *Merluccius capensis*	Merluza del Pacífico Salmón del Pacífico Salmón del Atlántico Alabato del Pacifico Platija resbalosa Platija inglesa Abadejo de Alaska Merluza del Cabo	Norte América
Engraulis australis *Engraulis japonicus* *Sardinops neopilchardus* *Coryphaena hippurus*	Anchova Anchoa del cabo Sardiana Dorado	Australia
Sardinops ocellatus *Thyrsites atun*	Sardina Atún	Sur África
Paralichthys adspersus	Lenguado fino	Chile
Cypselurus sp.	Pez volador	Japón
Salmo salar *Clupea harengus*	Salmón del Atlántico Arenque	Irlanda
Salmo salar	Salmón del Atlántico	España
Scomber scomber *Salmo trutta*	Mackerel Trucha de mar	Reino Unido

Los parásitos del género *Kudoa* por lo general son encontrados en la luz de órganos huecos (vesícula biliar, vejiga natatoria) y en los espacios intercelulares de diversos tejidos. El desarrollo de estos parásitos en el músculo de los peces provoca lesiones importantes por la destrucción del tejido sano, el cual es reemplazado por material parasitario de aspecto purulento y extensión variable (Whipps y Kent, 2006; Patas-hnik *et al*., 1982; Tsuyuki *et al*., 1982). Además de las especies de localización muscular, que son quizás las más destructivas y de mayor significado económico, existen otros Mixosporidios histozoicos que pueden alojarse en el hígado, la piel y cartílagos, provocando deterioro en los mismos.

En el hospedador, la infección por *Kudoa* conduce a la formación de quistes llenos de esporas multicelulares con tamaño entre 8 y 25 µm (Moran *et al*., 1999), cuya pared es resistente y está constituida por 1-6 válvulas, un esporoplasma en su interior (forma infectante) y 1-6 cápsulas polares con sus filamentos correspondientes. El proceso de desarrollo a partir de las esporas es desconocido en la mayoría de las especies (El-Matbouli *et al*., 1995). Sin embargo, varios autores han determinado que una vez en el ambiente, las esporas son ingeridas por anélidos en cuyo cuerpo maduran inicialmente los esporoplasmas que luego son liberados (Kent *et al*., 2001; Wolf y Markiw, 1984). Los peces son infectados al alimentarse de invertebrados parasitados (Funk *et al*., 2008; Moran *et al*., 1999b).

Las infecciones masivas por *Kudoa* pueden causar problemas graves en los peces como resultado de la acción mecánica ejercida por los quistes, y del desarrollo del trofozoito que provoca inflamación y necrosis tisular. Probablemente, la mayor preocupación para los comercializadores es la acelerada degeneración muscular (miolicuefacción post-mortem), asociada con la presencia de mixosporas de *Kudoa* (Yokoyama e Itoh, 2005; Whipps y Kent , 2006). La lísis del músculo, que es evidente a las pocas horas de la captura, es la causa de la pérdida de valor comercial de los peces infectados (pescado blando, lechoso o gelatinoso).

Como aparece señalado con anterioridad, los nemátodos Anisákidos son igualmente frecuentes en *Merluccius sp*. Estos parásitos son capaces de producir problemas clínicos en los humanos como consecuencia del consumo de pescado crudo parasitado o insuficientemente cocido. En conjunto, la enfermedad recibe el nombre de Anisakidosis o Anisakiasis. Si la parasitación involucra los géneros *Anisakis*, *Pseudoterranova* y *Contracaecum*, las denominaciones correctas son respectivamente, Anisakiosis (Anisaquiosis), Pseudoterranovosis y Contracecosis (Kassai *et al*., 1988). Las Merluzas no constituyen el único huésped para estos parásitos, de hecho han sido reportados en multitud de especies (Tabla 6.2) (Herreras *et al*., 2000; De la Torre Molina *et al*., 2000; Pereira Bueno y Ferre 1997; Adroher *et al*., 1996; Viu *et al*., 1996; López Giménez y Castell-Monsalve 1994; Sanmartín *et al*., 1994; Cuellar *et al*., 1991; Ruíz-Valero *et al*., 1991; Pereira-Bueno *et al*., 1989).

Los Anisákidos presentes en Merluzas han sido hallados en peces a todo lo largo de América (Martin *et al*., 2005; Myers, 1979), y descritos en diversos estudios como responsables de infección en el hombre. En particular, la especie *Anisakis simplex* es de gran distribución geográfica y común en las especies comerciales de pescado. Desde estos hospedadores, las larvas pueden alcanzar a los consumidores provocando desde cuadros gastrointestinales (Anisakidosis), hasta reacciones alérgicas crónicas, que pueden llegar a ser letales (Martin-Sanchez *et al*., 2005; Audicana *et al*., 2002; Moreno-Ancillo *et al*., 1997; Ishikura *et al*., 1993).

En la actualidad existe un alto grado de comercialización y consumo de Merluza del Pacífico sur (*Merluccius gayi*), especie de interés comercial en países como Chile y Perú, donde constituye uno de los recursos principales que soporta la actividad pesquera. La información disponible sobre la ocurrencia en Colombia de parásitos en Merluza y la calidad asociada con el producto es irrisoria, lo cual pone de manifiesto el posible riesgo en el que se encuentra el consumidor, dada la falta de vigilancia y control gubernamental sobre alimentos importados, lo anterior sin mencionar la ausencia de legislación sobre el contenido de parásitos en pescados de consumo humano. Este estudio tuvo como objetivo determinar el tipo de parásitos y el número por unidad de muestra presente en *Merluccius gayi*, especie de alta demanda en la Costa Atlántica colombiana, en particular en las ciudades de Cartagena y Barranquilla.

Tabla 6.2. Principales pescados comestibles portadores de larvas de Anisákidos.

Género	Familia	Especie
Gadiformes	*Merlucciidae*	Merluza (*Merluccius spp.*)
	Gadidae	Bacalao (*Gadus morhua*), Bacalada (*Merlangius merlangius*), Bacaladilla (*Micromesistius poutassou*), Abadejo (*Pollachius pollachius*), Carbonero (*Pollachius virens*), Faneca (*Trisopterus luscus*), Capellán (*Trisopterus minutus capela nus),* Brótola (*Phycis spp.*), Maruca (*Molva molva*), Bertorella (*Molvablennoides*), Palo (*Molva dipterygia*)
Perciformes	*Scombridae*	Caballa (*Scomber scombrus*)
	Serranidae	Cabra (*Serranus cabrilla*), Serrano (*Serranus scriba*)
	Mullidae	Salmonete de fango *(Mullus barbatus*), Salmonete de roca (*Mullus surmuletus*)
	Sparidae	Besugo (*Pagellus cantabricus*), Pargo (*Sparus pagrus*), Boga de mar (*Boops boops*)
	Thunnidae	Atún (*Thunnus thynnus*), Melva (*Auxis thazard*)
	Carangidae	Jurel (*Trachurus trachurus),* Palometa blanca (*Trachynotus glaucus*)
	Bramidae	Palometa (*Brama brama*)
	Trichiuridae	Pez sable (*Trichiurus lepturus*)
Clupeiformes	*Salmonidae*	Salmón (*Salmo salar*)
	Clupeidae	Sardina (*Sardina pilchardus*), Arenque (*Clupea harengus*)
	Engraulidae	Boquerón (*Engraulis encrasicholus*)
Pleuronectiformes	*Pleuronectidae*	Platija (*Platichthys flessus*), Solla de altura (*Pleuronectes platessa*), Fletán (*Hippoglossoides spp.*)
	Soleidae	Lenguado (*Solea vulgaris*)
	Scophtalmidae	Rodaballo (*Scophthalmus maximus*), Gallo (*Lepidorhombus spp.*)
Escorpeniformes	*Scorpaenidae*	Gallineta (*Helicolenus dactylopterus*), Cabracho (*Scorpaena scrofa*)
	Triglidae	Rubio (*Trigloporus lastoviza*)
Bericiformes	*Berycidae*	Palometa roja (*Beryx decadactylus*)

6.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Un total de 134 especímenes de Merluza chilena (*Merluccius gayi*) fueron adquiridas en diversos establecimientos para la venta de pescado en las ciudades de Cartagena y Barranquilla. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Toxicología de la Universidad de Cartagena, donde fueron descongeladas y secadas para su análisis.

6.2.1. Evaluación del contenido de parásitos. Cada muestra de pescado fue pesada, medida su longitud y fileteada para determinar la presencia o ausencia de parásitos. Los parásitos fueron extraídos de manera cuidadosa y contados para su registro. Los quistes fueron fijados en formalina buferada al 10 % y almacenados para la posterior identificación morfológica (Olivero *et al*., 2005).

6.2.2. Medición de los índices parasitarios. La prevalencia de parásitos (porcentaje de muestras infectadas) fue registrada para cada muestra adquirida independiente del peso. Sin embargo, para el cálculo de abundancia, todas las mediciones son referidas a 100 g de muestra.

6.2.3. Identificación de parásitos.

Nemátodos de la familia Anisakidae. La caracterización de los nemátodos estuvo basada específicamente en las características del tracto digestivo (Berland, 1989; Nagasawa *et al*., 1989; Fagerholm, 1982). Para su determinación sistemática fueron utilizadas las claves de Moravec *et al*. (1997), Anderson (2000) y las publicadas por Martins *et al*. (2005).

Parásitos Mixosporidios (*Kudoa sp*). Los pseudoquistes de *Kudoa sp*., de color blanco o amarillo, fueron aislados manualmente del músculo de las Merluzas, limpiados, y su contenido visualizado usando tinción con Giemsa, empleando un microscopio Olympus BX 41 con cámara fotográfica (Martínez de Velasco *et al*., 2002). En este montaje fue revisada la presencia de esporas maduras esféricas o formaciones ovoides, con bordes definidos y la aparición de 4 cápsulas polares piriformes.

6.2.4. Análisis de datos. En general, los datos fueron procesados y analizados de manera similar a lo expuesto en el Capítulo 5. Las diferencias estadísticas entre las medias de índices parasitarios en las dos ciudades de muestreo fue realizada empleando el T-test, y las relaciones cuantitativas entre las variables fueron determinadas usando la correlación de Pearson. En todos los casos, el nivel de significancia establecido fue de $P<0.05$.

6.3. RESULTADOS

Los datos obtenidos para el tamaño y los índices parasitarios en las Merluzas analizadas aparecen en las Tablas 6.3 y 6.4, respectivamente.

Tabla 6.3. Peso y longitud de Merluzas adquiridas en diferentes puntos de venta en Cartagena y Barranquilla.

Sitios de muestreo	Punto de venta	Número de muestras	Peso (g)	Longitud (mm)
Cartagena	A	25	394.9 ± 28.5	237.8 ± 28.8
	B	28	173.7 ± 12.5	232.9 ± 40.8
	C	15	403.3 ± 29.8	253.9 ± 35.3
	D	32	401.3 ± 26.6	96.1 ± 11.1
	Total	**100**	**336.3 ± 16.0**	**221.4 ± 11.9**
Barranquilla	E	24	311.8 ± 20.3	102.2 ± 12.7
	F	10	196.1 ± 13.3	287.1 ± 37.4
	Total	**34**	**234.7 ± 7.8**	**194.0 ± 3.5**

Dos tipos de parásitos fueron encontrados en las muestras analizadas: pseudoquistes Mixosporideos y nemátodos. Los primeros fueron mucho más abundantes, observándose en algunos casos infecciones generalizadas en todo el filete (Figura 6.1.).

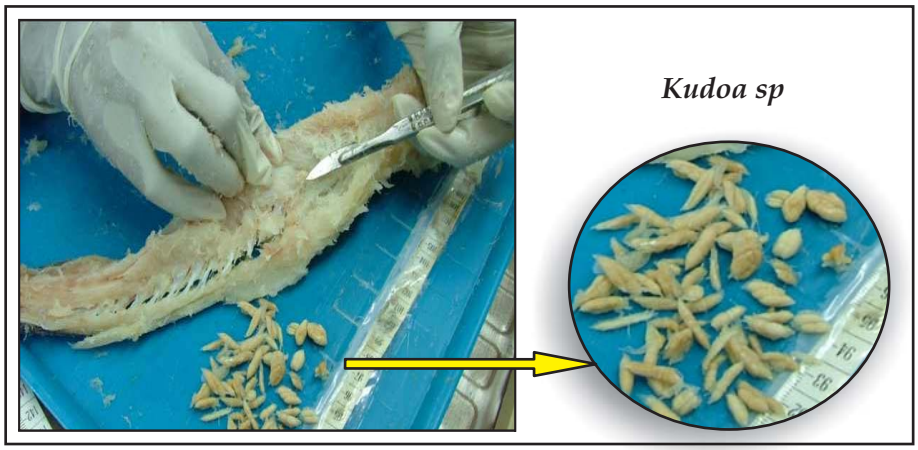


Figura 6.1. Pseudoquistes de Mixosporidios aislados de Merluzas (*Merluccius gayi*), parasitadas por *Kudoa sp*.

El análisis microscópico del contenido de los pseudoquistes reveló que los parásitos corresponden al género *Kudoa sp*. (Figura 6.2), presentando características similares a las descritas por Moran *et al*. (1999).

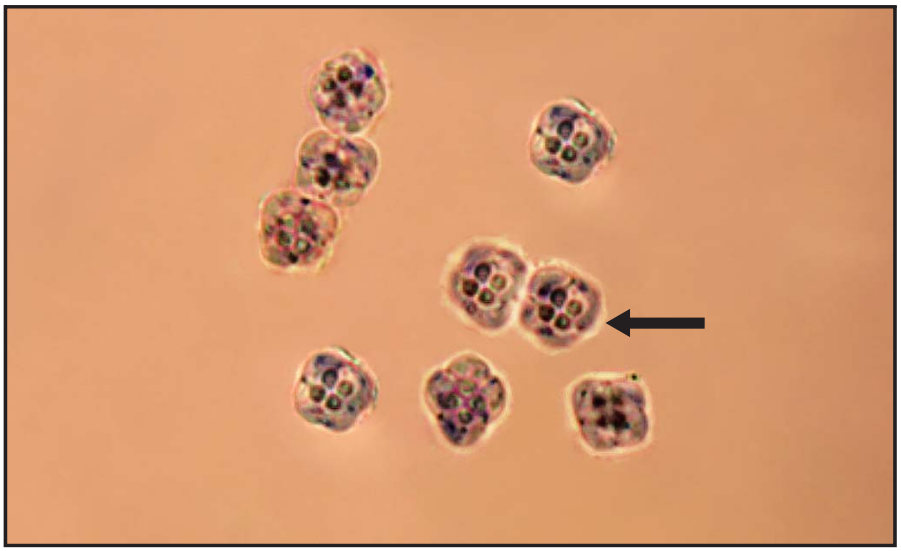


Figura 6.2. Pseudoquistes de *Kudoa sp*. Tinción de Giemsa. 100(x).

En el caso de los nemátodos, estos presentaron un color blanquecino y/o amarillento (Figura 6.3), y morfológicamente fue observado en los mismos un ventrículo largo con unión ventrículo-intestinal oblicua y una cola redondeada corta, características típicas de *Anisakis simplex* (Figura 6.4).

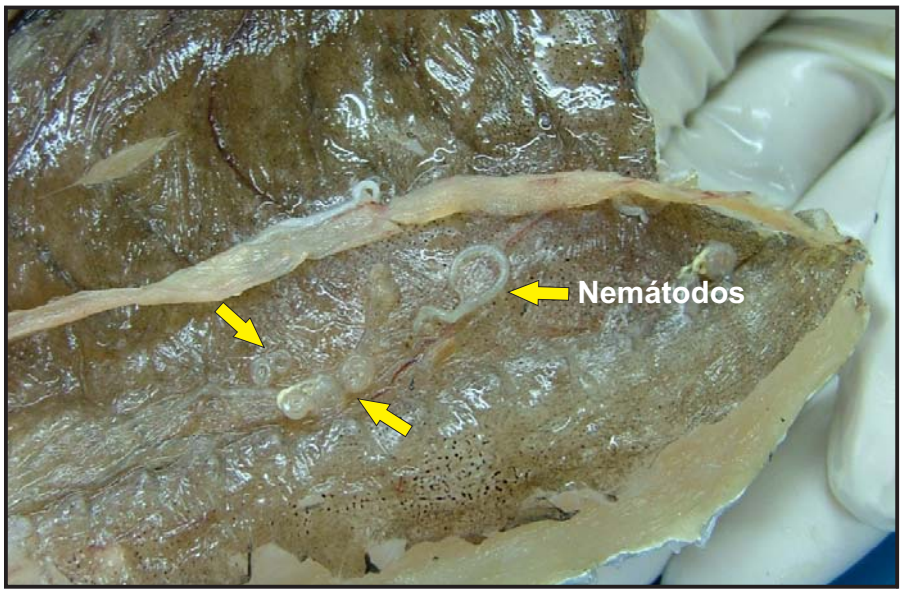


Figura 6.3. Nemátodos sobre la superficie de una muestra de Merluza proveniente de la ciudad de Cartagena.

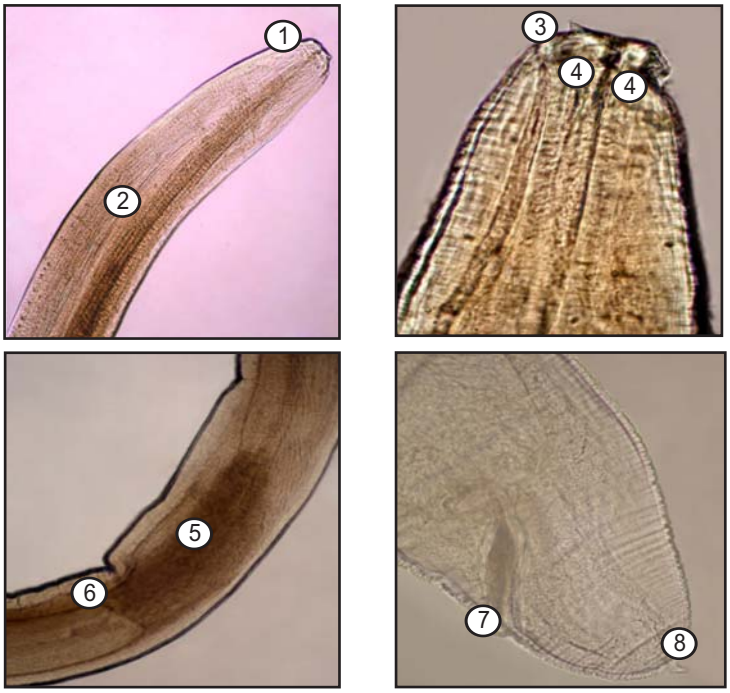


Figura 6.4. Características morfológicas del tercer estado larval de *A. simplex*, aislada de Merluza (*Merluccius gayi*) de la ciudad de Cartagena. 1. Boca. 2. Esófago. 3. Diente cuticular. 4. Labios ventro-laterales. 5. Ventrículo. 6. Unión del ventrículo. 7. Ano. 8. Mucrón.

Los índices parasitarios (prevalencia y abundancia) en Merluza fueron obtenidos para los dos tipos de parásitos identificados: *Kudoa sp* y *Anisakis simplex* (Tabla 6.4). En todos los sitios evaluados fueron encontrados nemátodos, a excepción del F.

Tabla 6.4. Índices parasitarios encontrados para Merluzas provenientes de diferentes establecimientos comerciales en Cartagena y Barranquilla.

Sitios de muestreo	Punto de venta	Número de muestras	*Kudoa sp.*		*Anisakis simplex*	
			Prevalencia (%)	Abundancia	Prevalencia (%)	Abundancia
Cartagena	A	25	92.0	4.2 ± 0.9	36.0	0.2 ± 0.1
	B	28	67.8	1.5 ± 0.4	3.6	<0.1
	C	15	86.7	6.7 ± 1.4	26.7	0.1 ± 0.1
	D	32	90.6	3.0 ± 0.7	56.2	0.6 ± 0.1
	Total	**100**	**84.0**	**3.4 ± 0.4**	**32.0**	**0.3 ± 0.1**
Barranquilla	E	24	58.3	1.6 ± 0.5	4.2	0.0 ± 0.0
	F	10	80.0	3.8 ± 1.9	0.0	0.0 ± 0.0
	Total	**34**	**64.7**	**2.2 ± 0.7**	**2.9**	**0.0 ± 0.0**

En virtud de las marcadas diferencias observadas para el tamaño de los quistes de *Kudoa sp*. en las muestras analizadas, para mayor claridad en la presentación de los datos, los mismos fueron clasificados en tres categorías: <0.5, entre 0.6 y 1 y >1.0 cm (Figura 6.5). Como puede apreciarse, la mayoría de los quistes posee un tamaño inferior a 1 cm, lo cual dificulta su detección a simple vista.

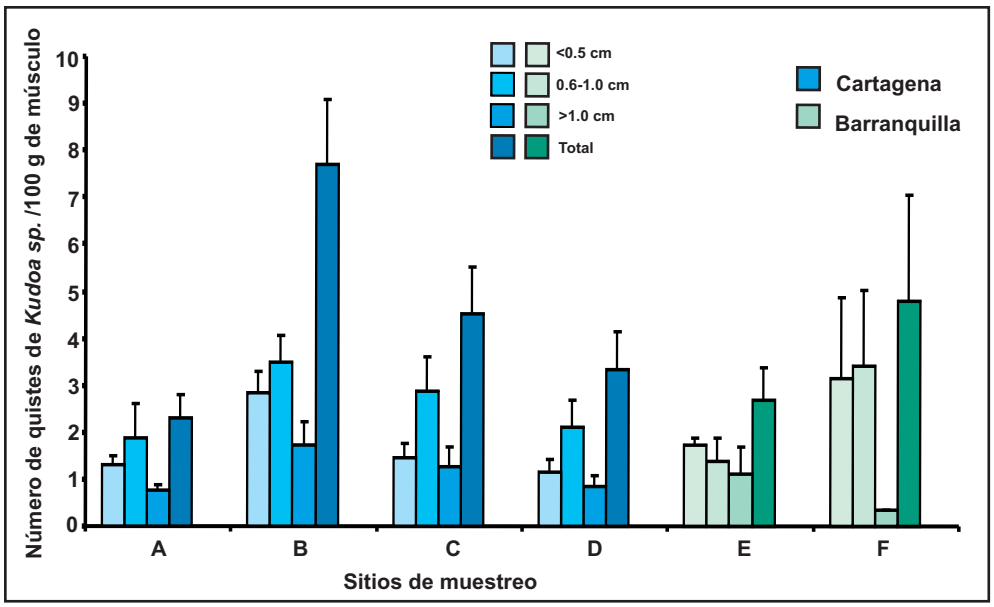


Figura 6.5. Cuantificación de quistes de *Kudoa sp*. en muestras de Merluzas de diferentes puntos de venta en Cartagena y Barranquilla.

Además de la presencia de quistes y nemátodos, en las muestras analizadas fue encontrada evidencia de degradación muscular (miolicuefacción post-mortem), resultado de la actividad enzimática de proteasas liberadas por el parásito (Figuras 6.6 y 6.7).

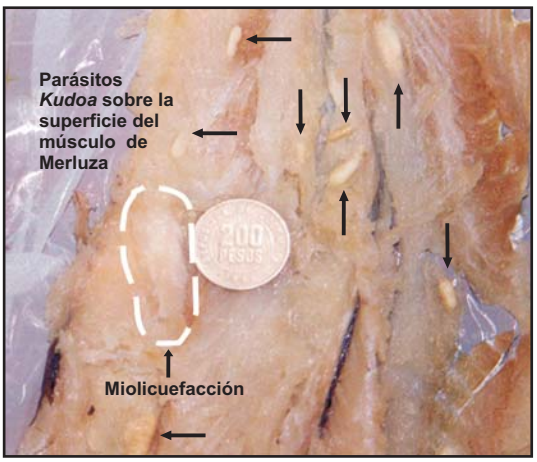


Figura 6.6. Miolicuefacción post-morten en el músculo de Merluza (*Merluccius gayi*).

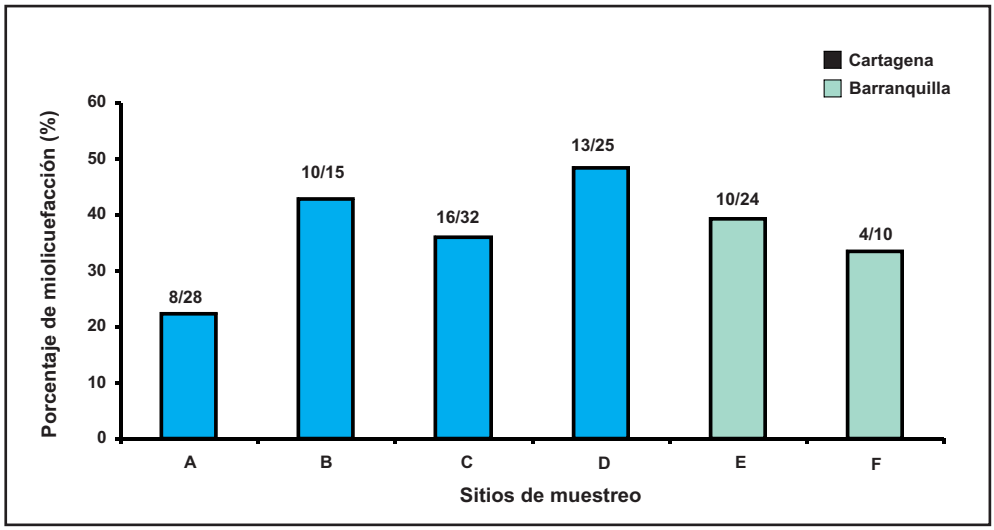


Figura 6.7. Porcentaje de muestras de Merluza que presentaron algún tipo de miolicuefacción en Cartagena y Barranquilla.

6.4. DISCUSIÓN

Los resultados presentados en este trabajo han revelado la existencia de *Kudoa sp*. y *Anisakis simplex* en Merluzas disponibles comercialmente en Cartagena y Barranquilla. Estas observaciones, tal vez las primeras realizadas en Colombia, son comunes en otros países en donde el consumo de pescado es mayor y existe un mínimo de vigilancia alrededor de la calidad de los productos que adquieren los consumidores.

Además de la Merluza, muchas especies comerciales pueden encontrarse parasitadas con *Kudoa*. Por ejemplo, el Salmón del Atlántico (*Salmo salar*) suele presentar quistes de *Kudoa thyrsites* (Chase *et al*., 2003), al igual que el Jurel, conocido con el nombre de Escribano (*Trachurus trachurus*), aunque en este último no ocasiona efectos negativos sobre la calidad del pez (Cruz *et al*., 2003). Por su parte, *Kudoa intestinalis* ha sido descrita en el músculo de *Mugil cephalus* de Japón (Maeno *et al*., 1993).

Un detalle de especial importancia en esta investigación fue el encontrar que con frecuencia el músculo de las Merluzas examinadas presentaba miolicuefacción, proceso típico asociado con el género *Kudoa*. Este fenómeno parece no tener relación con mortalidad y sólo algunas especies del género producen estos efectos sobre los huéspedes. Whipps y Diggles (2006) han reportado que especies genéticamente similares como *K. alliaria* y *K. rosenbuschi* no inducen degradación muscular.

La miolicuefacción no es exclusiva de la Merluza. Otros peces como la Barracuda roja (*Sphyraena pinguis*), importada a Japón desde China, también puede poseerla producto de la infección por *Kudoa megacapsula sp*., especie que tiene esporas radiadas con una cápsula polar más larga que las otras tres (Yokohama e Itoh, 2005).

La importancia de las implicaciones en la salud humana por infección con *Kudoa sp.* presente en pescados, apenas está siendo dilucidada en ratones. La inyección subcutánea de extractos de pseudoquistes incrementan los niveles de IgE, revelando la naturaleza alergénica de los componentes de los extractos parasitarios (Martínez de Velasco *et al*., 2003).

En el caso de los nemátodos Anisákidos, su presencia en Merluzas ha sido previamente reportada (Mattiucci *et al*., 2007; Tim *et al*., 2001; Herreras *et al*., 2000). Con excepción a lo encontrado en el punto de muestreo C, el cual reportó una alta prevalencia (56.2%) y abundancia (3.0 ± 0.7), los índices parasitarios encontrados en este estudio fueron menores a los registrados para *Anisakis sp.* (prevalencia, 52.4%; abundancia, 1.2 ± 1.70), y *Pseudoterranova sp*. (prevalencia, 9.5%; abundancia, 0.2 ± 0.7) en *Merluccius hubbsi* de Argentina (Herreras *et al*., 2000). Los datos presentados aquí también son mucho menores a los reportados por Huang (1988), quien encontró una alta prevalencia (88.6%) de *Anisakis simplex* en 10 especies de peces, incluyendo *Merluccius merluccius*. Por su parte, Torres *et al*. (2000), ha detectado larvas vivas de nemátodos Anisákidos (*A. simplex* y *P. decipiens*) en la musculatura en *Merluccius gayi* de Chile, con índices parasitarios similares a las registradas en Cartagena.

Colombia comparte con otros países el consumo de Merluzas Chilenas (*Merluccius gayi*) parasitadas. Probablemente no sólo por la falta de normatividad y control gubernamental, sino porque su valor comercial es mucho más económico al compararla con otras especies con bajo o ningún contenido de *Kudoa sp*. y *Anisakis sp*. Si bien es cierto que aún faltan estudios adicionales demostrando que estos parásitos representan un riesgo importante para la salud de los consumidores, la literatura disponible provee argumentos sólidos para sugerir que además de reacciones alérgicas, anafilácticas, y dermatitis, estos parásitos pueden eventualmente constituir factores etiolólicos de importancia en cánceres estomacales e intestinales (Nieuwenhuizen *et al*., 2006; Mineta *et al*., 2006; Audicana *et al*., 2002).

Por lo anterior, los autores de este documento hacen un llamado urgente a las autoridades competentes para que legislen sobre la calidad biológica y química de los pescados que consumen los colombianos, en particular aquellos que son importados y para los cuales no existen restricciones mínimas para su comercialización. Mientras esto ocurre, los importadores y comercializadores pueden y deben adquirir especies sin parásitos para cubrir la demanda. Así mismo, el público debe revisar el pescado que compra y exigir que el producto tenga las condiciones mínimas de calidad para proteger su salud.

NOTA: los datos que aparecen consignados en este capítulo hacen parte de la tesis de pregrado de Mayerlis Barrios Puerta, del programa de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Cartagena. Si usted desea conocer el nombre de los puntos de venta donde comercializan estos peces parasitados, por favor consulte dicha tesis.

REFERENCIAS

Adroher, F.J., Valero, A., Ruíz-Valero, J., Iglesias, L. 1996. Larval anisakids (Nematoda: Ascaridoidea) in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the fish market in Granada (Spain). *Parasitology Research*. **82**: 253-256.

Anderson, R.C. 2000. Nematode parasites of vertebrates. Their development and transmission. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K. 650 p.

Audicana, M.T., Ansotegui, I.J., Fernández de Corres, L., Kennedy, M.W. 2002. *Anisakis Simplex*: dangerous dead and Live. *Trends in Parasitology*. **18**(1):20-25.

Berland, B. 1989. Identification of larval nematodes from fish, p.16-22. In: Nematode problems in north Atlantic fish, Moller, H. (ed.). Report from a workshop in Kiel, 3-4 April 1989. International Council for the Exploration of the Sea, C. M./F: 6, p. 16-22.

Casas-Valdez, M. 2004. La región marina del noroeste de México: Oportunidades, su potencial y necesidades de investigación científica y tecnológica. in 3ª Reunión sobre legislación y política en ciencia, tecnología y educación superior en la región noroeste . IPN. Http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/10_agosto/presentaciones/ casas.pdf.: Último acceso: Diciembre 25, 2007.

Chase, J.C., Booy, M.H., Dawson-Coates, J.A., Haddow, J.D., Haines, L.R., Whitaker, D.J., Olafson, R.W., Pearson, T.W. 2003. Immunological detection of *Kudoa* thyrsites spores in muscle tissues of farmed Atlantic Salmon, *Salmo salar*. *Journal of Fish Diseases*. **26**(7): 427-431.

Cruz, C., Vaz, A., Saraiva, A. 2003. Occurrence of *Kudoa sp*. (Myxozoa) in *Trachurus trachurus L.* (osteichthyes) in Portugal. *Parasite*. **10**(2): 165-167.

Cuellar, M.C., Fontanillas, J.C., Pérez-Fuentes, J. 1991. Biología y epidemiología de la anisakidosis larvaria. Enfermedad del Arenque. *Ciencias Veterinarias*. **4**: 57-61.

De la Torre Molina, R., Pérez-Aparicio, J., Hernández-Bienes, M., Jurado-Pérez, R., Martínez-Ruso, A., Morales-Franco, E. 2000. Anisakiasis en el pescado fresco vendido en el norte de Córdoba. *Revista Española de Salud Pública*. **74**(5-6): 517-526.

Eiras, J.C., Júnior, J.P., Sampaio, L.A., Robaldo, R., Abreu, P.C. 2007. *Myxobolus sp*. can cause in vivo myoliquefaction in the host *Paralichthys orbignyanus* (Osteichthyes, Paralichthydae). *Diseases of Aquatic Organisms*. **77**(3):255-258.

El-Matbouli, M. 1995: Recent developments of myxosporean in Fish. Second European Congress of Protistology and Eight European Conference on Ciliate Biology, Juli 21-26 (1995), Clermont-Ferrand (France) Invited by Prof. Dr. Jeri Lom, Institute of Parasitology, ASCR, Budejovi.

Etchegoin, J.A., Sardella, N.H., Timi, J.T. 1997. Clarification of the identity of copepods of the genus *Chondracanthus* parasitizing *Merluccius hubbsi* from Argentinean waters. *The Journal of Parasitology*. **83**(1):155-158.

Fagerholm, H.P. 1982. Parasites of fish in Finland. VI Nematodes. *Acta Academiae Aboensis*. **40**:1-128.

Funk, V.A., Olafson, R.W., Raap, M., Smith, D., Aitken, L., Haddow, J.D. Wang, D., Dawson-Coates, J.A., Burke, R.D., Millar. K.M. 2008. Identification, characterization and deduced amino acid sequence of the dominant protease from *Kudoa paniformis* and *K. thyrsites*: A unique cytoplasmic cysteine protease. *Comparative Biochemistry and Physiology*. **149**(3):477-489.

Herreras, M.V., Aznar, F.J., Balbuena, J.A. 2000. Anisakid larvae in the musculature of the Argentinean hake, *Merluccius hubbsi*. *Journal of Food Protection*. **63**(8):1141-1143.

Hervio, D.M., Kent, M.L., Khattra, J., Sakanari, J., Yokoyama, H., Devlin, R.H.1997. Taxonomy of *Kudoa* species (Myxosporea), using a small-subunit ribosomal DNA. *Canadian Journal of Zoology*. **75**(12): 2112-2119.

Huang, W.Y. 1988. Anisakids and human anisakiasis. 2. Investigation of the anisakids of commercial fish in the district of Paris. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. **63**(3):197-208.

Ishikura, H., Kikuchi, K., Nagasawa, K., Ooiwa, T., Takamiya, H., Sato, N., Sugane, K. 1993. Anisakidae and anisakidosis. *Progress in Clinical Parasitology*. **3**:43-102.

Kassai, T., Cordero del Campillo, M., Euzeby, J., Gaafar, S., Hiepe, T., Himonas, C.A. 1988. Standardized nomenclature of animal parasitic diseases. (SNOAPAD). *Veterinary Parasitology*. **29**(4):299-326.

Kent, M.L., Poppe, T.T. 1988. Diseases of netpen-reared salmonid fishes. Pacific Biological Station, Nanaimo, BC. 293 p.

Kent, M.L., Andree, K.B., Bartholomew, J.L., El-Matbouli, M., Sesser, S.S., Devlin, R.H., Feist, S.W., Hedrick, R.P., Hoffmann, R.W., Khattra, J., Hallett, S.L., Lester, R.J.G., Longshaw, M., Palenzeula, O., Siddall, M.E., Xiao, C. 2001. Recent advances in our knowledge of the Myxozoa. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*. **48**(3):395-413.

Lom, J., Dykova, I. 1995. Myxosporea (phylum Myxozoa). In: Woo PTK (ed) Fish diseases and disorders, Protozoan and metazoan infections. *CAB International, Walhgford*. **1**: 97-148.

López-Giménez, R., Castell-Monsalve, J. 1994. Estudio de la tasa de parasitación por nemátodos del género *Anisakis* en el pescado fresco de venta más frecuente en Castilla-La Mancha. *Alimentaria*. **31**: 37-42.

Maeno, Y., Nagasawa, K., Sorimachi, M. 1993. *Kudoa intestinalis n. sp.* (Myxosporea: Multivalvulida) from the intestinal musculature of the striped Mullet, *Mugil cephalus*, from Japan. *The Journal of Parasitology*. **79**(2):190-192.

Martínez de Velasco, G., Rodero, M., Chivato, T., Cuéllar, C. 2007. Seroprevalence of anti-*Kudoa sp.* (Myxosporea: Multivalvulida) antibodies in a Spanish population. *Parasitology Research*. **100**(6):1205-1211.

Martinez de Velasco, G., Rodero, M., Cuellar, C. 2003. Specific IgE induced by *Kudoa sp*. (Myxosporea: Multivalvulida) antigens in BALB/c mice. *Parasite*. **10**(4): 379-381.

Martínez de Velasco, G., Rodero, M., Zapatero, L., Cuéllar, C. 2002. Humoral immune responses induced by *Kudoa sp.* (Myxosporea: Multivalvulida) antigens in BALB/c mice. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. **97**(8):1091-1095.

Martins, M., Onaka, E., Fenerick, J. 2005. Larval *Contracaecum sp*. (Nematoda: Anisakidae) in *Hoplias malabaricus* and *Hoplerythrinus unitaeniatus* (Osteichthyes: Erythrinidae) of economic importance in occidental marshlands of Maranhao, Brazil. *Veterinary Parasitology*. **127**(1):51-59.

Martin-Sanchez, J., Artacho-Reinoso, M.E., Díaz-Gavilán, M., Valero-Lopez, A. 2005. Structure of *Anisakis simplex s*.I. populations in a región sympatric for A. pegreffi and *A. simplex s.s.* Absence of reproductive isolation between both species. *Molecular and Biochemical Parasitology*. **141**(2):155-162.

Mattiucci. S., Abaunza, P., Damiano, S., Garcia, A., Santos, M.N., Nascetti, G. 2007. Distribution of *Anisakis* larvae, identified by genetic markers, and their use for stock characterization of demersal and pelagic fish from European waters: an update. *Journal of Helminthology*. **81**(2):117-127.

Mazorra-Manzano, M.A., Pacheco-Aguilar, R., Ramirez-Suarez, J.C., García-Sánchez, G. 2008. Pacific whiting (*Merluccius productus*) underutilization in the Gulf of California: Muscle autolytic activity characterization. *Food Chemistry*. **107**(1): 106-111.

Mineta, S., Shimanuki, K., Sugiura, A., Tsuchiya, Y., Kaneko, M., Sugiyama, Y., Akimaru, K., Tajiri, T. 2006. Chronic anisakiasis of the ascending colon associated with carcinoma. *Journal of Nippon Medical School*. **73**(3): 169-174.

Moran, J.D., Margolis, L., Webster, J.M., Kent, M. L. 1999. Comparative study of muscle texture and intensity of *Kudoa Thyrsites* infection in form reared Atlantic salmon salar the pacific coast of Canadá. *Disease of Aquatic Organisms*. **31**: 221-225.

Moran, J.D.W., Whitaker, D.J., Kent, M.L. 1999b. Natural and laboratory transmisión of marine myxozoan parasite *Kudoa thyrsites* to Atlantic salmon. *Journal of Aquatic Animal Health*. **11**:110-115.

Moravec, F., Vidal, V.M., Vargas-Vazquez, M.J., Vivas-Rodriquez, C., Gonzalez-Solis, D., Mendoza-Franco, E., Sima-Alvarez, R., Guemez-Ricalde, J. 1997. Helmihth parasites of *Epinephelus morio* (Pices: Serranidae) of the Yucatán Peninsula, southeastern Mexico. *Folia Parasitologica*. **44**(4):255-266.

Moreno-Ancillo, A., Caballero, M.T., Cabanas, R., Contreras, J., Martin-Barroso, J.A., Barranco, P., Lopez-Serrano M.C. 1997. Allergic reacions to *Anisakis simplex* parasitizing seafood. *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. **79**(3):246-250.

Mouritsen, K.N., Tompkins, D.M., Poulin, R. 2005. Climate warming may cause a parasite-induced collapse in coastal amphipod populations. *Oecologia*. **146**(3):476-483.

Myers, B.J. 1979. Anisakine Nematodes in fresh commercial fish from waters along the Washington, Oregon and California coasts. *Journal of Food Protection*. **42**:380-384.

Nagasawa, K., Awakura,T., Urawa, S. 1989. A checklist and bibliography of parasites of freshwater fishes of Hokkaido. *Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery* . **44**: 1-49.

Navone, G.T., Sardella, N.H., Timi, J.T. 1998. Larvae and adults of *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi 1802) (Nematoda: Anisakidae) in fishes and crustaceans in the south West Atlantic. *Parasite*. **5**(2):127-136.

Nieuwenhuizen, N., Lopata, A.L., Jeebhay, M.F., Robins, T.G., Brombacher, F. 2006. Exposure to the fish parasite *Anisakis* causes allergic airway hyperreactivity and dermatitis. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. **117**(5): 1098-1105.

Olivero, J., Baldiris, R., Arrollo, B. 2005. Nematode infection in *Mugil incilis* (Lisa) from Cartagena bay and Totumo marsh, north of Colombia. *The Journal of Parasitology*. **91**(5):1109-1112.

Patas-hnik, M., Groninger Jr, H.S., Barnett, H., Kudo, G., Koury, B. 1982. Pacific Whiting, Merluccius productus. Abnormal muscle texture caused by myxos-poridian-induced proteolysis. *Marine Fisheries Review*. **44**:1-12.

Pereira-Bueno, J.M., Dehesa-Santisteban, F., Cordero del Campillo, M. 1989. Anisákidos en Teleósteos de interés comercial. En: VI Congreso Nacional de Parasitología (Cáceres). Resúmenes del Congreso. 220 p.

Pereira-Bueno, J.M., Ferre, I. 1997. Parásitos del Pescado. Junta de Castilla y León. Consejería de Sanidad y Bienestar Social. 46 p.

Poulin, R., Mouritsen, K.N. 2006. Climate change, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. *Journal of Helminthology*. **80**(2):183-191.

Ruíz-Valero, J., Valero, A., Adroher, F.J., Ortega, J.E., López-Grande, F. 1991. Presencia de ascáridos en peces comerciales de frecuente consumo humano en Granada. En: Parasitología en el Sur-Oeste de Europa (S. Mas-Coma et al. Ed.), I Congreso Internacional de las Asociaciones Sudoccidental-Europeas de Parasitología-ICASEP I (Valencia), Compendio de Resúmenes de las Comunicaciones Presentadas, J.L. Aguilar, Valencia, 65 p., consideraciones zoogeográficas y aspectos tecnológicos). Tesis Doctoral. U.N.L.P. 66 p.

Sanmartín, M.L., Quintero, P., Iglesias, R., Santamaría, M.T., Leiro, J., Ubeira, F.M. 1994. Nematodos Parásitos en Peces de las Costas Gallegas. Ediciones Díez de Santos, S.A., Madrid, 80 pp.

Sardella, N. 1984. Mixosporideos parasitos musculares de peces del mar argentino (incidencia, reacciones de respuesta ante la agresion parasitaria, consideraciones zoogeograficas y aspectos tecnologicos. Doctoral Dissertation, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

St-Hilaire, S., Hill, M., Kent, M.L., Whitaker, D.J., Ribble, C. 1997. A comparative study of muscle texture and intensity of *Kudoa thyrsites* infection in farm-reared Atlantic salmon, *Salmo salar* on the Pacific coast of Canada. *Diseases of Aquatic Organisms*. **31**(3): 221-225.

Suriano, D. M., Martorelli, S. R., 1984. Monogeneos parasitos de peces pertenecientes al orden Gadiformes de la plataforma del mar Argentino. *Revista del Museo de La Plata*. **13**: 195-210.

Suriano, D. M., Sutton, C. A. 1981. Contribución al conocimiento de la fauna parasitologica argentina VII Digeneos de peces de la plataforma de mar Argentino. R*evista del Museo de La Plata*. **12**: 261-271.

Tim, J.T., Navone, G.T., Sardella, N.H. 2001. Redescription of Ichthyofilaria argentinensis Incorvaia, 1999 (Nematoda: Philometridae) parasite of *Merluccius hubbsi* (Pisces: Merlucciidae) from Argentina. *Folia Parasitologica*. **48**(2):139-142.

Timi, J.T., Sardella, N.H. 1997: A new species of Nothobomolochus (Copepoda: Bomolochidae) parasitic on *Engraulis anchoita* (Pisces: Engraulidae) from Argentina. *Folia Parasitologica*. **44**(4): 305-308.

Torres, P., Moya, R.T.M., Lamilla, T.M. J. 2000. Nemátodos Anisákidos de interés en salud pública en peces comercializados en Valdivia, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*. **32**(1):107-113.

Torres, P., Jercic, M.I., Weitz, J.C., Dobrew, E.K., Mercado, R.A. 2007. Human pseudoterranovosis, an emerging infection in Chile. *The Journal of Parasitology*. **93**(2):440-443.

Tsuyuki, H., Williscroft, S.N., Kabata, Z., Whitaker, D.J. 1982. The relationship between acid and neutral protease activities and the incidence of soft cooked texture in the muscle tissue of Pacific hake (*Merluccius productus*) infected with *Kudoa paniformis* and/or *K. thyrsitis*, held for varying times under different pre-fresh chilled storage conditions. *Canadian Technical Report on Fisheries and Aquatic Sciences*. **11**:30-39.

Viu, M., Sánchez-Acedo, C., del Cacho, E., Quílez, J., López-Bernad, F. 1996. Occurrence of anisakid larvae (Nematoda: Ascaridida) in fresh market fish from Zaragoza (Spain). *Research and Reviews in Parasitology*. **56**: 25-28.

Whipps, C.M., Adlard, R.D., Bryant, M.S., Lester, R.J., Findlay, V., Kent, M.L. 2003. First report of three *Kudoa* species from eastern Australia: *Kudoa thyrsites* from mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Kudoa amamiensis* and *Kudoa minithyrsites n. sp.* from sweeper (*Pempheris ypsilychnus*). *Journal of Eucariotic Microbiology*. **50**(3):215-9.

Whipps, C.M., Diggles, B.K. 2006. *Kudoa alliaria* in flesh of Argentine hoki *Macruronus magellanicus* (Gadiformes; Merlucciidae). *Diseases of Aquatic Organismis*. **69**(2-3): 259-263.

Whipps, C.M., Kent, M.L. 2006. Phylogeography of the cosmopolitan marine parasite *Kudoa thyrsites* (Myxozoa: Myxosporea). *Journal of Eukaryotic Microbiology*. **53**(5):364-373.

Wolf, K., Markiw, M.E. 1984. Biology contravenes taxonomy in the Myxozoa: new discoveries show alternation of invertebrate and vertebrate hosts. *Science*. **225**(4669):1449-1452.

Yokoyama, H., Itoh, N. 2005. Two multivalvulid myxozoans causing postmortem myoliquefaction: *Kudoa megacapsula n.sp.* from red Barracuda (*Sphyraena pinguis*) and *Kudoa thyrsites* from splendid alfonso (*Beryx splendens*).*The Journal of Parasitology*. **91**(5):1132-1137.

Capítulo 7

PARÁSITOS EN NUESTRO RECURSO PESQUERO: IMÁGENES DE ARCHIVO

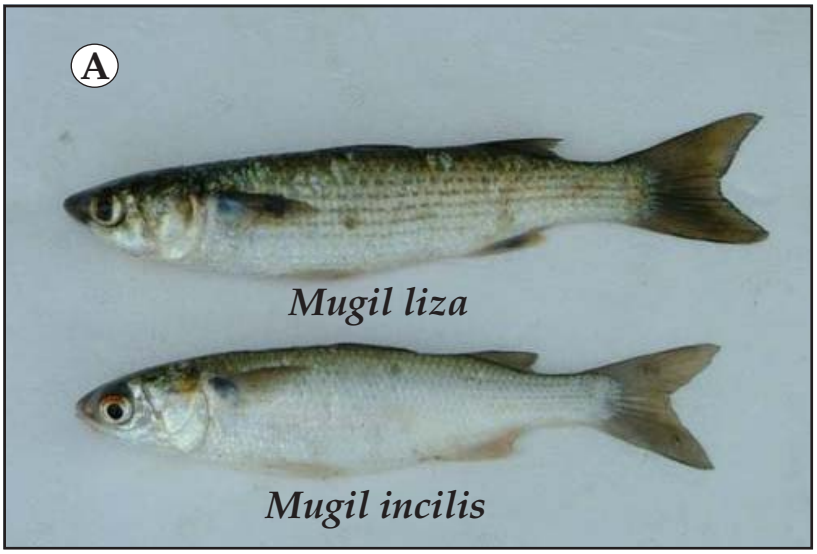
Jesús Olivero Verbel*
Ganiveth Manjarrez Paba*
Lia Barrios García*
Bárbara Arroyo Salgado*
Rosa Baldiris Avila*
Dilia Galván Borja*
*. Universidad de Cartagena

7.1. INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo de las investigaciones que condujeron a la realización de este libro, cientos de micro y macro fotografías fueron tomadas, catalogadas y almacenadas en una base de datos. En este capítulo, los autores han querido mostrar algunas de las imágenes más representativas, como un ejemplo de la inmensa diversidad de líneas de investigación que aguardan ser exploradas en nuestros ecosistemas, y de las cuales, aún no tenemos una mínima aproximación a su conocimiento.

Figura 7.1. Recurso pesquero del canal del Dique.

Como ocurre con casi todo lo que nos rodea, estamos perdiendo nuestro recurso pesquero sin ni siquiera conocerlo. Además de caracterizarlo cualitativa y cuantitativamente, es necesario comprender su función en la evolución de los ecosistemas. Por ejemplo, es urgente empezar a entender el papel de los parásitos en la cadena trófica de ambientes tropicales, los mecanismos de defensa que los peces utilizan para controlar su presencia y los que usa el parásito para contrarrestarlos, la dinámica de distribución en los ecosistemas, los factores que determinan las formas de parasitación en las especies, la interrelación entre la contaminación y el parasitismo, el impacto de estos organismos sobre la calidad de los alimentos, y sobre todo, los efectos que puedan ocasionar sobre la salud de los humanos.



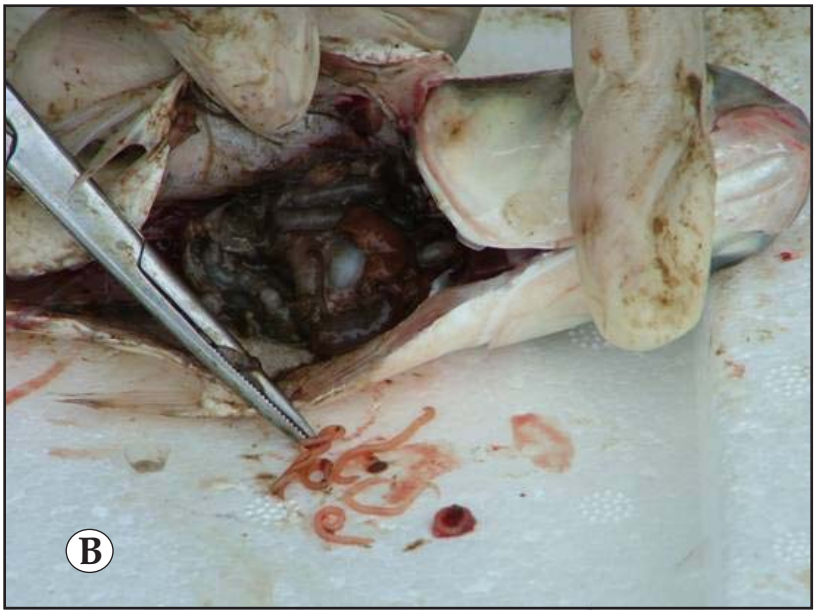


Figura 7.2. Nemátodos: Un problema importante en algunas familias de peces. Los Mugílidos son una familia de peces muy comúnes en las aguas costeras. A lo largo de la Costa Atlántica colombiana, dos especies sobresalen por su importancia comercial y abundancia: La Lisa (*Mugil íncilis*) y el Lebrance (*Mugil liza*) (Panel A). Estos peces son hospedadores intermediarios de nemátodos anisákidos (Panel B).

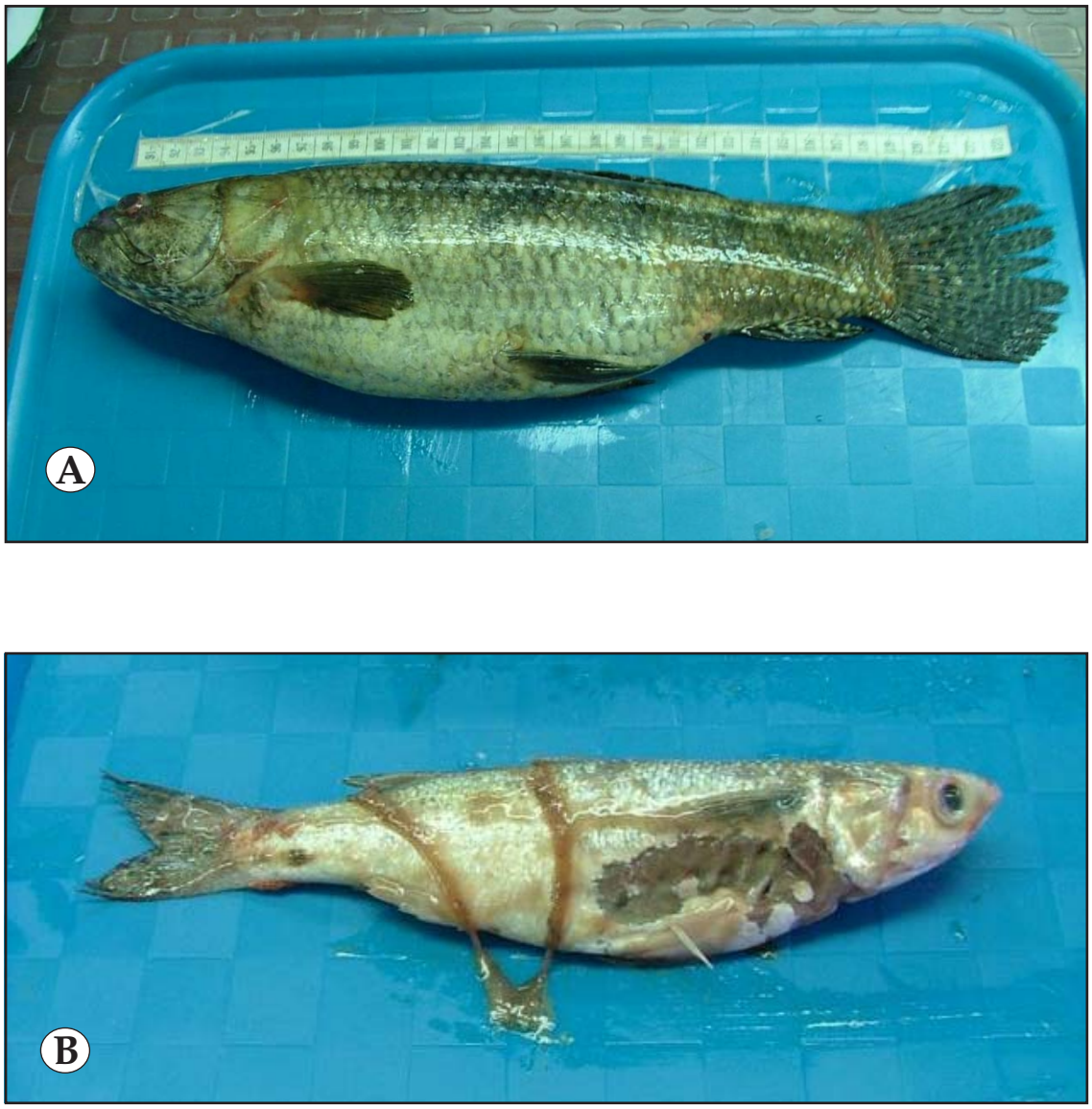


Figura 7.3. El Moncholo y la Lisa hacen parte del ciclo de vida de los nemátodos. La transmisión de nemátodos entre especies suele ocurrir por depredación. Por ejemplo, en la ciénaga del Totumo, entre Cartagena y Barranquilla, los Moncholos (A) son considerados los principales depredadores de las Lisas y con frecuencia es posible encontrar a estas últimas completas (B) en el estómago de los primeros.

Hígado de Lisa completamente invadido por nemátodos.

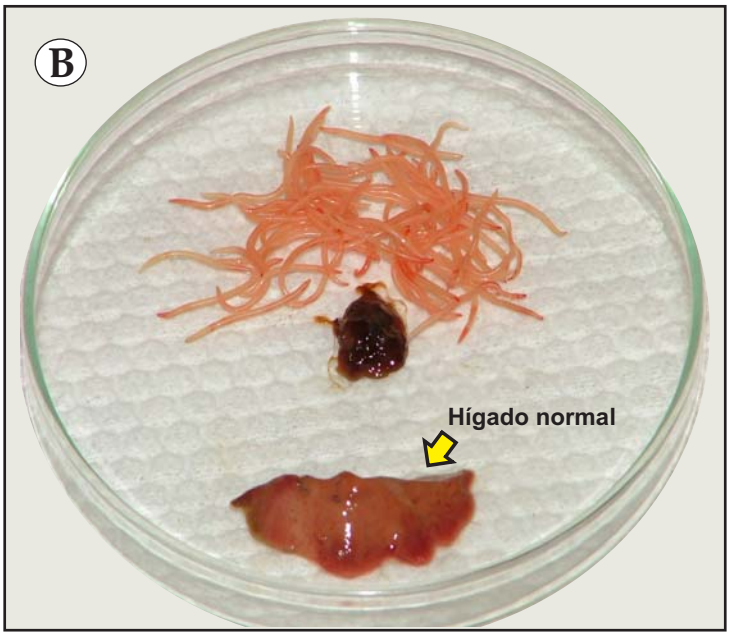


Figura 7.4. Hígado de Lisa completamente invadido por nemátodos (A) y remanente de tejido hepático una vez han sido aislados los parásitos (B). Para fines comparativos, en la parte inferior del panel B aparece un hígado normal para una Lisa del mismo tamaño. Aunque este fenómeno es poco frecuente (aproximadamente 1/2.000), constituye un ejemplo de cómo el parasitismo puede conducir a la muerte de los huéspedes por pérdida progresiva de tejido en un órgano vital.

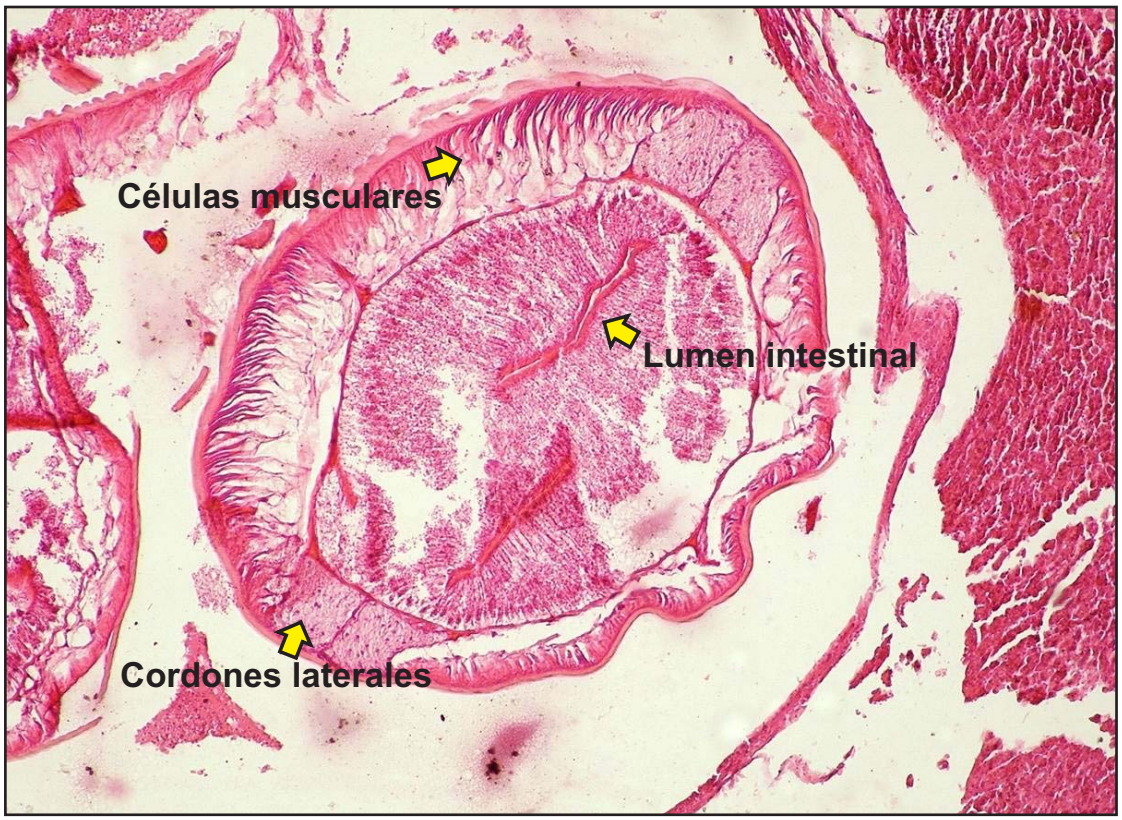
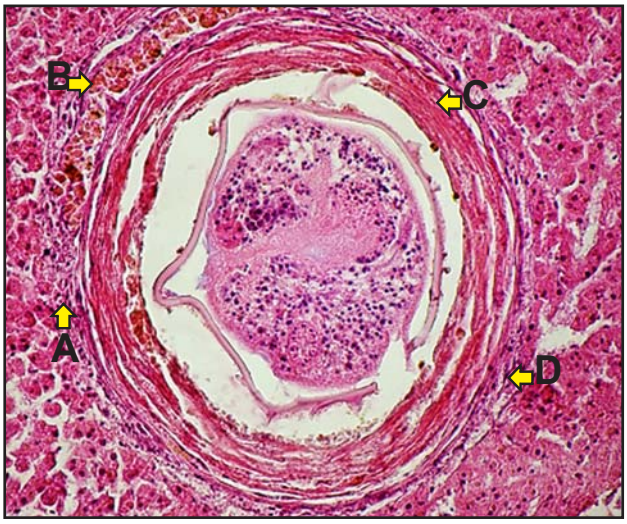
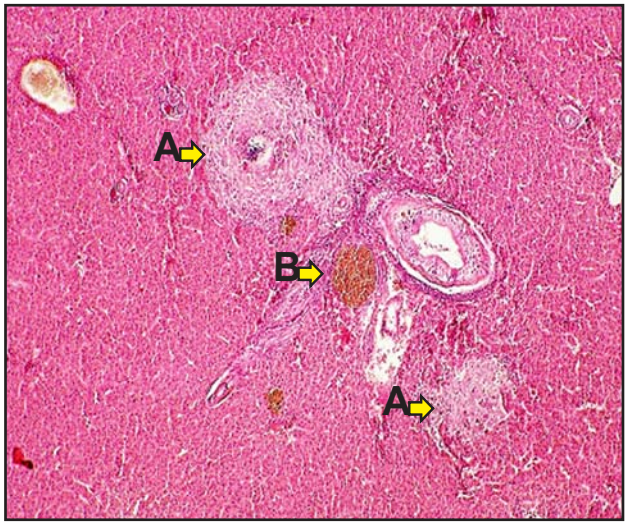


Figura 7.5. Nemátodos en el interior del tejido hepático de Lisa. Esta fotografía corresponde a un corte histológico teñido con hematoxilina–eosina, la cual muestra el corte transversal de un nemátodo, siendo visibles el lumen intestinal, las células musculares y los cordones laterales.

Figura 7.6. Trematodos en tejido hepático de Lisa. Las Lisas de la Costa Caribe colombiana además de estar infectadas por nemátodos Anisákidos, también lo están por trematodos, parásitos microscópicos que invaden el hígado y otros órganos de los peces. Estas microfotografías corresponden a cortes histológicos de Lisa mostrando varios quistes de trematodos, los cuales pueden aparecer en el interior (A) o sobre la superficie del hígado (B).



A) Collarete periférico de linfocitos. B) Melanomacrófagos. C) Fibrosis. D) Proliferación de fibroblastos.



A) Granulomas, el superior izquierdo con necrosis central. B) Melanomacrófagos.

Figura 7.7. Histopatología de hígados de Lisa. La presencia de quistes de trematódos en el hígado de los peces genera una serie de interacciones fisiológicas y bioquímicas parásito-huésped y viceversa. Entre las manifestaciones histopatológicas más comunes asociadas con Trematódos, está una respuesta inflamatoria crónica de tipo granulomatosa, en la cual células inmunológicas detectan la presencia del cuerpo extraño, y conjuntamente con el tejido hepático inician el encapsulamiento del trematódo (*Ascocotyle longa*).

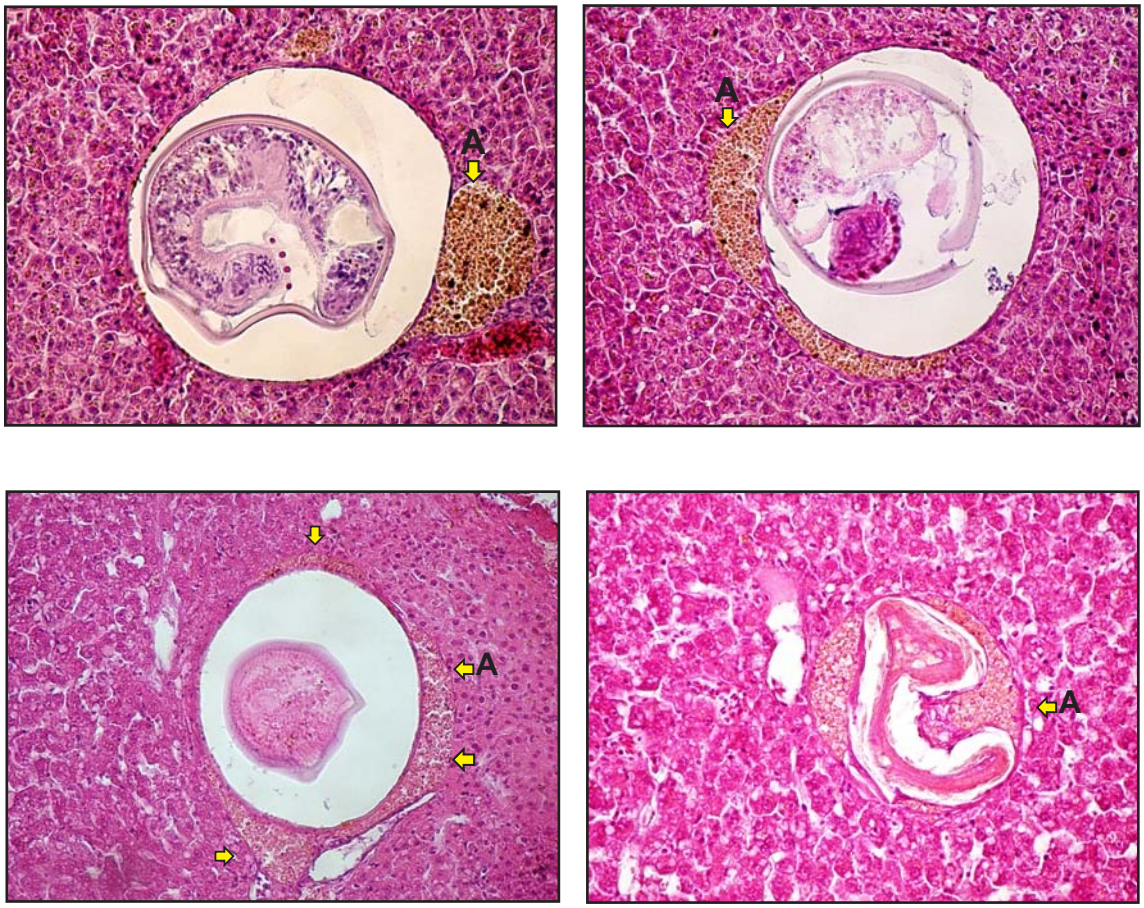


Figura 7.8. Respuesta del huésped a la presencia de trematodos en hígados de Lisa. Una de las respuestas inflamatorias que con mayor frecuencia es encontrada en hígados de Lisa infectados con quistes de *Ascocotyle longa,* es la presencia de centros de melanomacrófagos (A), rodeando el quiste o tratando de penetrar en el mismo.

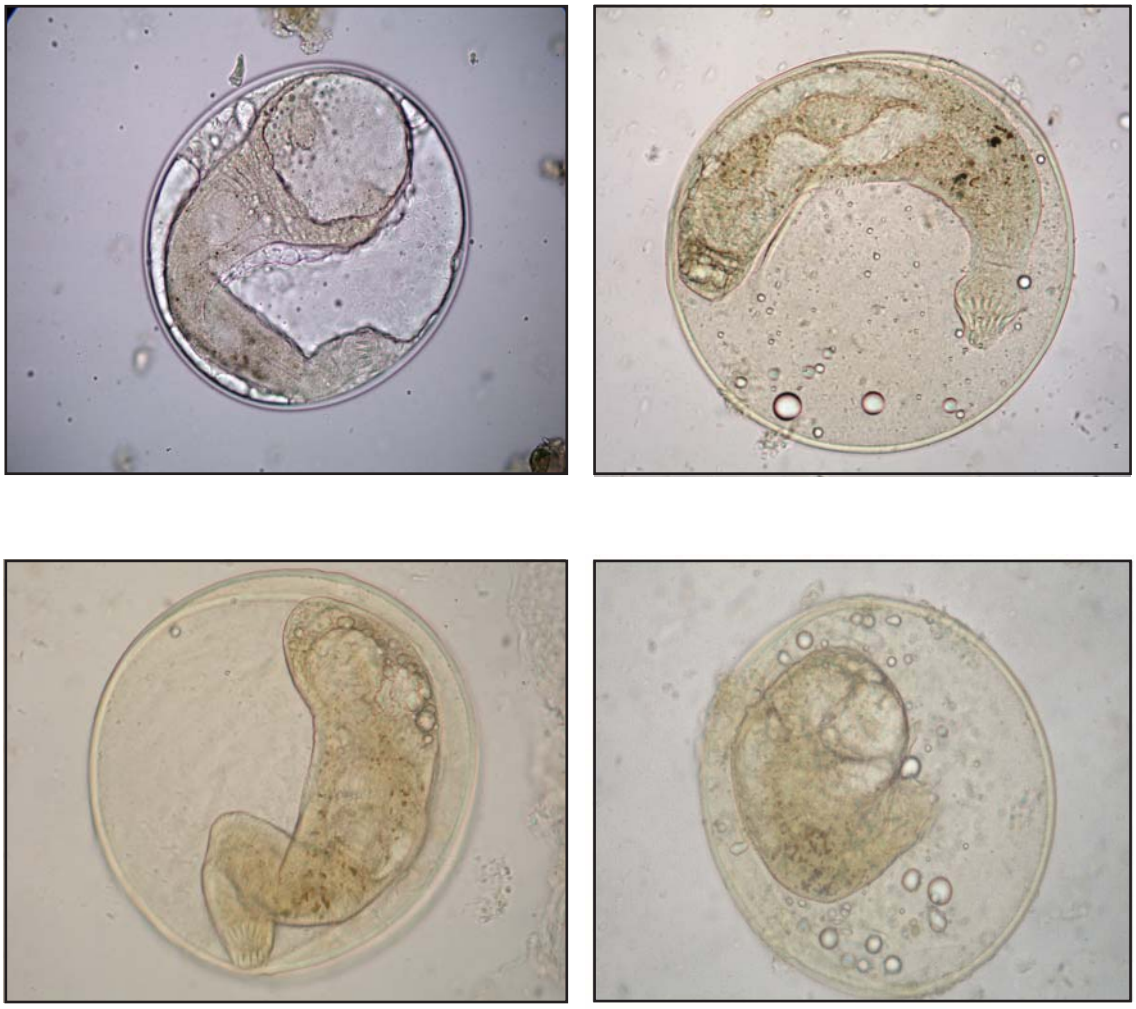


Figura 7.9. Quistes de *Ascocotyle longa* aislados de hígado de Lisa de la bahía de Cartagena.

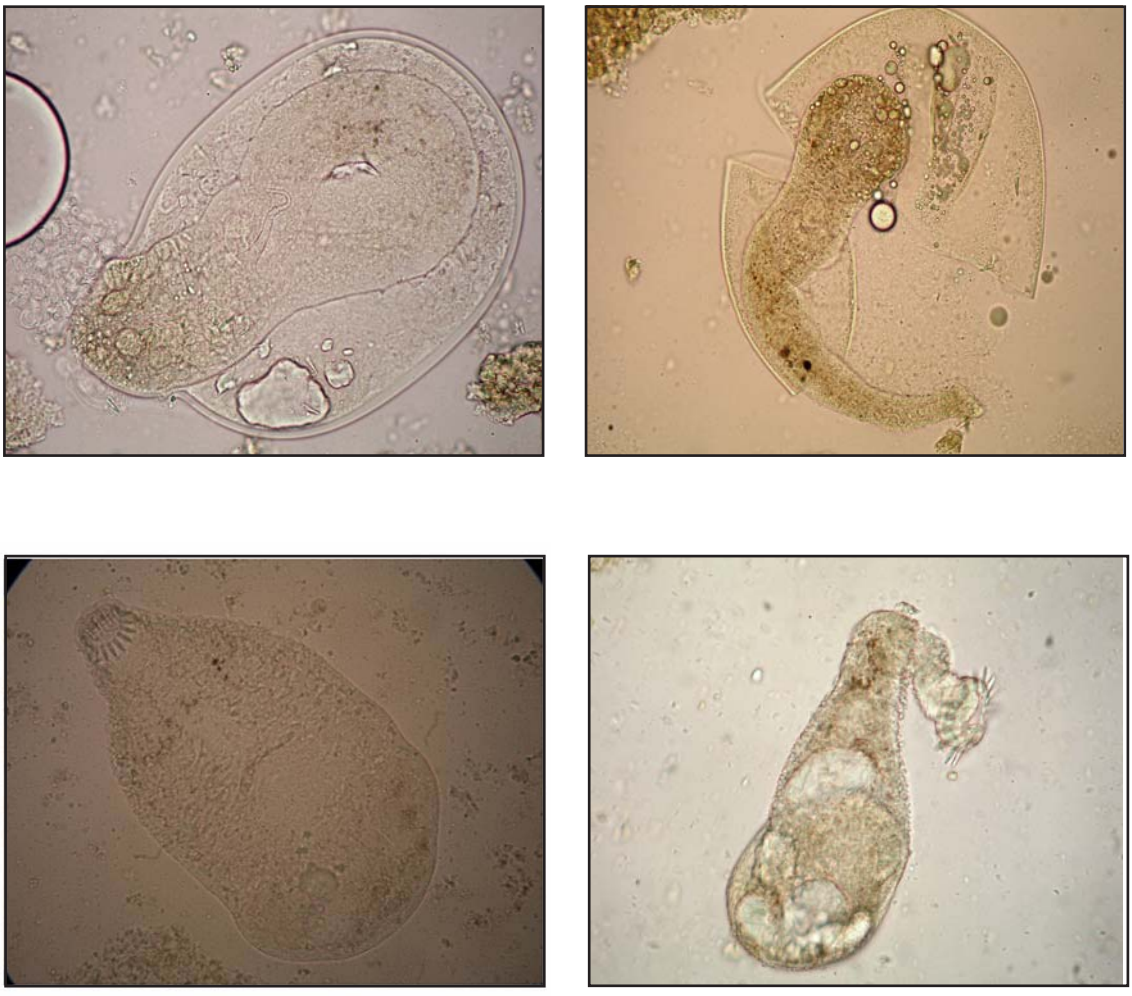


Figura 7.10. Larvas de *Ascocotyle longa* obtenidas del hígado de *Mugil incilis* recolectadas en la bahía de Cartagena.

Capítulo 8

COMENTARIOS FINALES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En Colombia los problemas sociales, económicos y políticos parecen no abrir espacios para mirar en detalle lo que está ocurriendo con nuestro ambiente. En otros casos, la información es eclipsada por los medios de comunicación y no llega al común de los ciudadanos. Por ello, para la gran mayoría de colombianos, esta será la primera vez que tienen acceso a información sobre parásitos en peces, los cuales en algunos casos, seguramente habrán consumido por años, sin percatarse de la presencia de los mismos en los filetes.

Con el objeto de convertir este documento en un instrumento de educación ambiental, los autores intentamos emplear un lenguaje sencillo que permitiera la fácil interpretación de los datos por los lectores, augurando no sólo que la información constituya un elemento de conocimiento, discusión y crítica, sino que aporte las bases para que muchos otros problemas ambientales derivados de este, puedan ser conocidos y comprendidos por la comunidad, facilitando con dicho proceso ayudar a promover la formulación de políticas tendientes a proteger la salud y el bienestar de todos.

Basados en las evidencias presentadas en los capítulos de este libro, las siguientes son las conclusiones más sobresalientes del mismo.

•Los parásitos nemátodos de la familia *Anisakidae* están presentes por lo general en peces pertenecientes a niveles altos de la cadena trófica (carnívoros), tanto en ecosistemas de agua dulce como en los marinos. La Lisa puede ser considerada una excepción, dado que aunque está en una posición trófica intermedia (omnívoro) presente niveles altos de parasitismo por nemátodos.

•Moncholos que habitan en los ríos Atrato, Cauca, Magdalena, San Jorge y Sinú, al igual que en la ciénaga del Totumo, están altamente parasitados por nemátodos (Prevalencia, 100%; Intensidad promedio, 77.8 parásitos por espécimen). En contraste, los índices parasitarios para especímenes de esta especie provenientes de Leticia, son significativamente más bajos (Prevalencia, 6.1%; Intensidad promedio, 1.0 parásitos por espécimen).

•El máximo número de larvas de nemátodos encontrado en un espécimen de Moncholo fue 466.

•En los ríos Sinú y San Jorge, el porcentage de Rubios parasitados con nemátodos del género *Contracaecum* oscila entre 87.5 y 100%.

•El nemátodo más frecuentemente encontrado en el interior de los peces parasitados corresponde a la especie *Contracaecum spp*.

•En la Lisa, los nemátodos están ubicados principalmente en las membranas que cubren el intestino (mesenterio) y en el hígado. Aunque también suelen aparecer en la columna vertebral, y algunas veces en el músculo. Para las otras especies, casi siempre los parásitos han sido detectados exclusivamente en el mesenterio.

•En la bahía de Cartagena, las especies con niveles altos de parasitismo por nemátodos son la Lisa, el Lebranche y otras especies de Mugílidos, aunque ocasionalmente pueden encontrarse en el Jurel, Róbalo y Barbul chivo.

•En comparación con la ciénaga del Totumo, en promedio las Lisas de la bahía de Cartagena poseen niveles superiores de parasitismo por nemátodos. La prevalencia de estos parásitos en Lisas de la bahía varía poco dependiendo de la época estacional, mientras que en la Ciénaga del Totumo, las diferencias entre períodos lluviosos y secos es marcada.

•En el canal del Dique siempre aparecen parasitados el Moncholo y el Blanquillo, seguidos de cerca por el Bagre tigre y el Capitanejo, mientras que con parasitación moderada están la Pacora, la Mayupa, la Mojarra amarilla y el Barbul. Eventualmente es posible encontrar nemátodos en la Doncella, pero nunca en el Bocachico, el Gurami o la Arenca.

•Merluzas importadas que son comercializadas en las ciudades de Cartagena y Barranquilla están parasitadas con *Kudoa spp*. y el nemátodo *Anisakis simplex*.

•Análisis histopatológicos de hígados de Lisa proveniente de la bahía de Cartagena y la ciénaga del Totumo han mostrato una alta parasitación por tremátodos microscópicos. La presencia de los mismos en este órgano está asociada con procesos inflamatorios, y daño tisular.

Varias hipótesis pueden postularse para intentar explicar el parasitismo por nemátodos existente en las especies colombianas estudiadas. En principio podría considerarse que este proceso ocurre como un fenómeno completamente natural. Esto puede ser particularmente cierto y está ampliamente descrito en la literatura. Sin embargo, los parámetros parasitarios para algunas especies tales como el Moncholo y el Bagre, exceden en muchas ocasiones lo que podría esperarse bajo condiciones "normales". Es más, para un buen número de pescadores del Magdalena y el Cauca, la presencia de tales "rollos" de parásitos en el Moncholo no solía presentarse con anterioridad. Aún más llamativo es el hecho de encontrar índices parasitarios supremamente bajos en Moncholo proveniente de Leticia (Amazonas). Esta serie de contrastes implica que algo adicional a procesos naturales puede estar ocurriendo en nuestros ecosistemas.

De otra parte es claro que en diversas regiones del globo, las manifestaciones ambientales asociadas con el cambio climático son cada día reportadas con mayor frecuencia. Mosquitos vectores de virus con alta patogenicidad y arañas gigantes en latitudes

templadas son apenas un par de ejemplos por mencionar. En Colombia, aunque existe abundante evidencia sobre los efectos del calentamiento global, por ejemplo, la reducción de más del 50% en el área cubierta por los glaciares de nuestros nevados, alteraciones sutiles derivadas del cambio climático sobre la dinámica de los ecosistemas no han sido, y están lejos de ser evaluadas. Esos cambios, que pueden causar gran impacto a nivel de comunidades microscópicas, particularmente en el plancton, probablemente podrían estar incidiendo en una mayor capacidad de infección a lo largo del ciclo de vida de los nemátodos en los diferentes niveles tróficos.

Tampoco es posible descartar a la contaminación de nuestros ríos como posible factor en las parasitosis por nemátodos. El río Magdalena y el Cauca, por no mencionar sus afluentes, son la principal cloaca del país y a su vez la fuente agua y despensa alimenticia para miles de familias que viven en sus cuencas. Con muy pocas excepciones, la gran mayoría de las pequeñas y grandes ciudades del centro de Colombia vierten sus aguas negras, y algunas de color, sin ningún tipo de tratamiento a nuestros ríos. Un caso interesante que contrasta con esta hipótesis es el de la Ciénaga del Totumo, entre Cartagena y Barranquilla, en este sitio, considerado de baja contaminación, las Lisas, al igual que los Moncholos están parasitados. Sin embargo, aquí cabe mencionar que factores tales como salinidad y la eutroficación, pueden ser determinantes en el proceso de infección parasitaria para algunas especies.

Independiente del origen, existen claras evidencias de que nuestros ecosistemas hídricos están enfermando. Además de los cada vez más frecuentes y severos desbordamientos de los ríos, en parte por la reducción o pérdida total del área de las ciénagas, muchas especies de peces prácticamente han desaparecido o están al borde de la extinción, producto de la contaminación (urbana, minera, agroquímica e industrial), la sedimentación, y en algunos casos como resultado de la interrupción en sus ciclos migratorios, como ocurre con las hidroeléctricas. La suma o sinergia determinada por estos factores imprimen componentes de "estrés" a los organismos, que pueden conducir a una disminución en la respuesta inmune frente a altas parasitosis. Si bien los peces pueden "ajustar" sus procesos metabólicos en presencia de organismos extraños, en el caso de parásitos nemátodos, la situación puede ser dramática cuando su número aumenta en un órgano en particular. La muestra fotográfica presentada aquí señala que al menos en la Lisa, los nemátodos pueden llegar a destruir por completo el hígado (ver Capítulo 7), poniendo en peligro la existencia del organismo, o haciéndolo más vulnerable a los depredarores. En el caso de la Lisa, la conjugación de nemátodos con tremátodos en el hígado merece una revisión detallada, dado que durante su ciclo de vida, esta especie es crucial para el desarrollo de otras a lo largo de la cadena alimenticia.

La puerta queda abierta para muchas otras hipótesis que puedan explicar lo que está sucediendo y sólo la investigación científica puede comprobarlas o rechazarlas. Independiente de las causas, las consecuencias pueden ser nefastas a corto y mediano plazo, por ejemplo, en los cultivos de especies tales como la Mojarra, en los cuales el país ha empezado a tener algún protagonismo. Otros efectos podrían incluir un impacto en la salud de las personas, y obviamente un retroceso en nuestro desafío para avanzar hacia un desarrollo sostenible. El camino es en extremo largo y apenas estamos empezando a

recorrerlo. Una semana antes de escribir estas últimas palabras del libro, Dilia Galván, Bióloga egresada de la Universidad de Sucre que en su Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales investiga la presencia de tremátodos en Lisas de la bahía de Cartagena, ha encontrado datos escalofriantes. De acuerdo con sus resultados, para algunos meses del año, particularmente en diciembre y enero, las Lisas pueden llegar a tener en promedio entre 15.000 y 20.000 quistes de tremátodos (Ver fotos en Capítulo 7) por gramo de hígado. Así mismo, resultados generados por el Profesor Adolfo Consuegra, señalan altas parasitosis por nemátodos en peces y aves de la Mojana Sucreña.

En virtud de lo anterior, es necesario presentar algunas recomendaciones que de acuerdo con el juico de los autores deben ser implementadas a la mayor brevedad. La primera es la expedición de una norma en la que explícitamente se prohiba la comercialización para consumo humano de especies de pescado contaminadas con parásitos en músculo. En países desarrollados, al igual que en muchos sub-desarrollados en donde se protege la salud de los consumidores, la norma es "cero" parásitos por kilogramo de peso. No existe ninguna justificación válida para permitir que los colombianos sigamos consumiendo peces contaminados con parásitos. Nuestro trabajo ha mostrado que especies de peces que hacen parte de platos típicos, en particular la Lisa, puede alojar parásitos en músculo. Así mismo, especies de gran demanda por su bajo costo, y que por lo general son importados y vendidos sin ninguna revisión previa, no sólo en los mercados públicos, sino en almacenes de cadena, están contaminados con *Kudoa y Anisakis*.

Si el bajo costo de estos alimentos tiene su origen en el hecho de estar parasitados, razón por la cual son rechazados en otros países y adquiridos en el nuestro, entonces miremos de cerca a nuestras especies que no presentan dicho problema, por ejemplo el Bocachico. Es de importancia tener presente que mantener siempre las puertas abiertas a productos pesqueros foráneos no sólo mitiga las posibilidades de supervivencia de nuestros pescadores, sino que pone en serio peligro la salud de los consumidores. Por ejemplo, en la documentación requerida para la importación del denominado "Bocachico Argentino" no aparece por ninguna parte el más mínimo análisis de contaminantes, ni siquiera microbiológico. El Ministerio de Salud a través del INVIMA, debe ejercer su papel en proteger la salud de los colombianos y evitar la entrada al país de alimentos y productos sin las especificaciones mínimas de calidad microbiológica y química. En la Unión Europea, por mencionar un caso, la entrada de camarones de nuestro continente, no sólo debe llegar libre de antibióticos, sino de contaminantes ambientales como metales, plaguicidas y dioxinas. Porqué nosotros no hacemos lo mismo? Si las autoridades no prestan la debida atención al problema, el ahorro realizado al comprar alimentos "baratos" pero con dudosa calidad, no será nada comparado con el precio que en materia de salud pública tendrán que pagar los consumidores en el mañana. Por lo anterior, la implementación de una norma para parásitos debe ser igualmente utilizada para legislar sobre múltiples contaminantes químicos y microbiológicos.

Como consumidores, los ciudadanos tenemos el derecho a rechazar productos pesqueros contaminados con parásitos y con cualquier otro agente que pueda atentar contra la salud. A su vez, los importadores de pescado pueden exigir que los mismos estén excentos de parásitos y promocionarlos como tal. Lo anterior, probablemente subirá el consumo,

mantendrá al comprador satisfecho con el producto y la empresa cumplirá una labor social que es fundamental dentro de cualquier sociedad civilizada.

A nivel investigativo, es necesario identificar la presencia de tremátodos en personas que con frecuencia consumen Lisas, y evaluar los posibles efectos que los endoparásitos pueden tener sobre el comportamiento de las especies en los diferentes niveles tróficos.

No menos importante es la necesidad de mirar con ojos diferentes a nuestros ríos. En la actualidad, la mayoría son simplemente canales para recibir aguas negras de los municipios. Es necesario rescatar los pequeños manantiales y arroyos, invertir en educación ambiental y exigir a las autoridades mayor compromiso. La solución debes iniciarla tu mismo, probablemente en el camino las autoridades ambientales participarán, pero el cambio esclusivamente depende de lo que entre todos podamos aportar.

"Nuestros ecosistemas son un universo de posibilidades para investigar, descubrir, aprender y valorar. Todo está virgen para empezar a estudiar. De hecho, encontraremos que muchas de las especies de parásitos que habitan nuestros cuerpos de agua serán nuevas para la ciencia, simplemente porque nadie las ha investigado. Este año, en colaboración con el grupo de la Dra. Simonetta Mattiucci, del Departamento de Ciencias de Salud Pública de la Universidad la Sapienza de Roma, hemos reportado (*Systematic Parasitology*, 2008, 69:101-121) la presencia de una nueva especie de nemátodos que habita en los pelícanos de la ciénaga del Totumo. Este parásito, de nombre *Contracaecum bioccai n. sp.*, es tan solo un ejemplo de los organismos que comparten nuestro hábitat, y del cual ni siquiera nos imaginamos que existen".

Para comentarios o preguntas, favor escribir a:
jesusolivero@yahoo.com
www.reactivos.com