



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACION**

**Una contribución al conocimiento de la  
biodiversidad de los endohelmitos de algunas  
especies de batoideos de la región de la bahía de  
Acapulco, Guerrero, México**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**MAESTRO EN CIENCIAS  
EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN**

**PRESENTA:**

**Biol. Francisco de Jesús Zaragoza Tapia**

**Codirector de Tesis: Dr. William Scott Monks  
Codirector de Tesis: Dr. Scott L. Gardner**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

Dirección

**M. EN A. JULIO CESAR LEINES MEDÉCIPO**  
**DIR. ADMINISTRACIÓN ESCOLAR**  
**P R E S E N T E**

Por este conducto le comunico que, después de revisar el trabajo titulado "Una contribución al conocimiento de la biodiversidad de los endohelmitos de algunas especies de batoideos de la región de la bahía de Acapulco, Guerrero, México", que presenta el alumno de la Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación, **Biól. Francisco de Jesús Zaragoza Tapia**, el Comité Revisor de tesis ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Comité Revisor.

**PRESIDENTE:** Dra. Griselda Pulido Flores  
**SECRETARIO:** Dr. Scott Lyell Gardner  
**VOCAL:** Dr. William Scott Monks Sheets  
**PRIMER SUPLENTE:** Dr. Jorge Falcón Ordaz



Sin otro particular, reitero a Usted la seguridad de mi atenta consideración.

**ATENTAMENTE**  
**"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"**  
**Mineral de la Reforma, Hgo. a 5 de febrero del 2014.**

**DR. ORLANDO ÁVILA POZOS**  
**DIRECTOR I.C.B.I.**



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,  
 Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento,  
 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184  
 Tel. +52 771 7172000 exts. 2230 y 2231, Fax 2109  
 avilap@uaeh.edu.mx



## **Agradecimientos**

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, casa de estudios que me abrió sus puertas y me ofreció el apoyo para mi formación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca nacional y la beca mixta (número 432427) otorgada para estudios de la Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación; así como para la realización de la estancia en la Universidad de Nebraska-Lincoln.

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP-SEP). Proyecto de Red Temática de Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable por el apoyo para la realización de salidas a campo.

Al Harold W. Manter Laboratory of Parasitology de la Universidad de Nebraska-Lincoln por abrirme sus puertas para realizar una estancia de investigación.

Al Dr. Juan Violante-González y a la Universidad Autónoma de Guerrero por su apoyo en la obtención de las rayas y por el acceso al laboratorio para el procesamiento del material colectado.

Al Dr. Victor Bravo Cuevas y a la Dra. Claudia Hornung-Leoni por ser parte de la coordinación del programa de Maestría y por su apoyo en las labores administrativas.

Al director de este trabajo, el Dr. William Scott Monks, por cada momento que tomó para sus consejos, por su dedicación, tiempo y esfuerzo para mostrarme el valor de la ciencia y ayudarme a crecer profesionalmente. Doctor, gracias por ser mi amigo y creer en mí!!!

A la Dra. Griselda Pulido-Flores, quien estuvo en mi crecimiento profesional y me apoyo en cada momento para lograr cosas únicas. Doctora, gracias por su amistad!!!

Al Dr. Jorge Falcón-Ordaz por su apoyo en los momentos en los que necesite de un consejo, por la ayuda en la identificación de los nemátodos. George, gracias por tu amistad!!!

Al Comité tutorial de este trabajo, Dr. Scott Lyell Gardner, Dra. Griselda Pulido-Flores y Dr. Jorge Falcón-Ordaz por otorgar tiempo para la revisión del presente.

En manera especial quiero agradecer al Dr. Scott Lyell Gardner, por su confianza, apoyo y sobre todo, por su paciencia. Por permitirme tener acceso a la colección de helmintos. Sin su valiosa ayuda mi vida no tendría ese plus de saber que compartí una experiencia única con alguien como usted. Gracias también, por las facilidades prestadas durante el tiempo de mi estancia en el HWML.

A los integrantes del HWML (Gabor Racz, Dr. John Janovy Jr., Auggies y Elizabeth), por mostrarse siempre amigables conmigo a pesar de la dificultad del idioma y por compartir las horas de trabajo en el laboratorio y en el campo.

A Auggies, Chinguu y Dan Brooks por ser personas increíbles en mi formación profesional, por ser un gran apoyo durante mi estancia en Nebraska-Lincoln. Y por ofrecerme una amistad incondicional. Mil gracias!!!

Al Biól. Roosevelt Rodríguez y Biól. Emmanuel Canales por su incondicional colaboración en la colecta y revisión de rayas. Por compartir viajes inolvidables que nos dejaron experiencias increíbles y que contribuyeron con nuestra formación profesional.

Una parte de este trabajo (resultados) no hubiera podido realizarse de la debida forma sin la asesoría de Christian Bautista-Hernández. Gracias por su paciencia, dedicación y tiempo para revisar mi trabajo y compartir sus conocimientos en ecología de parásitos.

A mis compañeros y amigos del laboratorio: Chris, Roos, Emmanuel y Rafa quienes compartieron conmigo horas de trabajo y convivencia. Gracias por estar siempre dispuestos a brindarme su ayuda en cualquier momento.

Quiero extender mi sincero agradecimiento a mi familia, mi mamá, mi papá y mis hermanos, por confiar y creer en mí, por su paciencia y apoyo incondicional en cada momento de mi vida. Por recordarme que existen cosas maravillosas por las que vale la pena vivir. Los amo con todo mi ser y mi corazón.

Finalmente, a todas las personas que de alguna manera contribuyeron directa o indirectamente en la conclusión de este trabajo.



**promep**

<b>Índice de contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Resumen</b> .....	vi
<b>Introducción</b> .....	1
Generalidades de helmintos .....	1
Generalidades de la clase Chondrichthyes (Elasmobranquios) .....	3
<b>Antecedentes</b> .....	4
<b>Justificación</b> .....	10
<b>Objetivos</b> .....	11
Objetivo general .....	11
Objetivos específicos .....	11
<b>Material y Método</b> .....	12
Área de estudio .....	12
Colecta de ejemplares .....	13
Técnicas de fijación, tinción y montaje .....	13
Identificación y descripción de los helmintos y hospederos .....	14
Técnicas de medición de ejemplares .....	14
Captura de imágenes .....	14
Selección de parámetros e índices para medir la biodiversidad y la caracterización de la infección .....	15
Prevalencia .....	15
Abundancia .....	16
Intensidad promedio .....	16
Evaluación de la riqueza de especies .....	16
Riqueza específica .....	16
Estimador de la riqueza de especies basado en la incidencia Chao 2 .....	17
Estimador de riqueza de especies Jackknife de primer grado .....	17
Diversidad .....	18
Índice de diversidad de Margalef.....	18
Índice de diversidad de Menhinick .....	18
Índice de Berger-Parker .....	19

<b>Resultados</b> .....	20
Registro de endohelminos parásitos de elasmobranquios de la bahía de Acapulco, Guerrero, México .....	20
Clasificación taxonómica y diagnosis de las especies colectadas .....	21
<i>Nagmia rodmani</i> Curran, Blend y Overstreet, 2009 .....	23
<i>Acanthobothrium</i> sp. 1 .....	25
<i>Acanthobothrium</i> sp. 2 .....	28
<i>Acanthobothrium</i> sp. 3 .....	31
<i>Acanthobothrium</i> sp. 4 .....	34
<i>Acanthobothrium</i> sp. 5 .....	36
<i>Serendip</i> sp. ....	39
<i>Escherbothrium molinae</i> Berman y Brooks, 1994.....	41
<i>Tetragonocephalum</i> .....	43
<i>Tylocephalum</i> .....	45
Anisakinae Railliet y Henry, 1912 .....	47
<i>Procamallanus (Spirocamallanus sp.)</i> .....	49
Caracterización de las infecciones de endohelminos específicos de algunos elasmobranquios .....	51
Evaluación de la diversidad a nivel de componente de comunidad .....	53
Riqueza de especies .....	53
Diversidad .....	53
Riqueza específica basada en métodos no paramétricos .....	54
Caracterización de las infecciones de endohelminos específicos de algunos elasmobranquios reportados para Tuxpan, Veracruz, México .....	55
<b>Discusión</b> .....	56
Registro helmintológico.....	56
Caracterización de la infección .....	56
Componente de comunidad .....	58
Riqueza .....	58
Diversidad .....	58
Dominancia de especies .....	59

Estudios de la biodiversidad a nivel de gremio de comunidad, y los factores ecológicos ..59	
Comparación de las comunidades de endohelminos: Acapulco, Guerrero y Tuxpan, Veracruz .....	60
<b>Conclusión</b> .....	63
Contribución al conocimiento de la biodiversidad de endohelminos específicos de elasmobranquios .....	63
Evaluación de la diversidad de helmintos a nivel de componente de comunidad .....	63
Evaluación de la diversidad de helmintos a nivel de gremio de comunidad .....	64
Comparación de las comunidades de endohelminos: Acapulco y Tuxpan .....	64
Endohelminos no específicos de elasmobranquios .....	64
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	65
<b>Apéndices</b> .....	71
Apéndice I: Helmintos depositados en la Colección de Helmintos del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo .....	71
Apéndice II: Distribution extension of <i>Escherbothrium molinae</i> Berman and Brooks, 1994 (Cestoda: Tetraphyllidea: Triloculariidae) in <i>Urotrygon</i> sp. from the Pacific Coast of Mexico.....	76

<b>Índice de Tablas</b>	<b>Página</b>
Tabla 1. Registro de helmintos parásitos de elasmobranquios para el Pacífico mexicano .....	6
Tabla 2. Carga parasitaria de elasmobranquios en la bahía de Acapulco .....	20
Tabla 3. Caracterización de la infección de los endohelminos colectados en la bahía de Acapulco .....	53
Tabla 4. Presencia y ausencia de endohelminos en elasmobranquios de la bahía de Acapulco.....	53
Tabla 5. Diversidad de endohelminos en algunos elasmobranquios de la bahía de Acapulco.....	54
Tabla 6. Riqueza de especies de endohelminos observadas comparadas con las especies esperadas en algunos elasmobranquios de la bahía de Acapulco.....	54
Tabla 7. Caracterización de la infección de los endohelminos colectados en Tuxpan, Veracruz, México .....	55



<b>Índice de Figuras</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Área de estudio: Bahía de Acapulco, Guerrero .....	13
Figura 2. Fórmula para las medidas de ganchos de <i>Acanthobothrium</i> .....	15
Figura 3. <i>Nagmia rodmani</i> Curran, Blend y Overstreet, 2009.....	24
Figura 4. <i>Acanthobothrium</i> sp. 1 .....	27
Figura 5. <i>Acanthobothrium</i> sp. 2.....	30
Figura 6. <i>Acanthobothrium</i> sp. 3.....	33
Figura 7. <i>Acanthobothrium</i> sp. 4.....	35
Figura 8. <i>Acanthobothrium</i> sp. 5.....	38
Figura 9. <i>Serendip</i> sp.....	40
Figura 10. <i>Escherbothrium molinae</i> Berman y Brooks, 1994.....	42
Figura 11. <i>Tetragonocephalum</i> sp.....	44
Figura 12. <i>Tylocephalum</i> sp. ....	46
Figura 13. Anisakinae (Larva) .....	48
Figura 14. <i>Procamallanus (Spirocamallanus)</i> (Larva). ....	50

## Resumen

El registro de helmintos parásitos de elasmobranquios en México es escaso; éste análisis de la diversidad de endohelmintos en elasmobranquios enfocado a batoideos, establece el primer estudio de la diversidad de endohelmintos para el Pacífico mexicano y representa una aportación al conocimiento de la biodiversidad, el cual se traduce en un esbozo sobre la gran diversidad de especies crípticas que pueden estar viviendo en los hospederos del Pacífico mexicano. En este estudio, se describió y analizó la estructura de las infracomunidades de los endohelmintos de algunos batoideos de la bahía de Acapulco, Guerrero, México. Se identificó taxonómicamente cada endohelminto y se realizó la caracterización en términos de abundancia, prevalencia e intensidad promedio para poder determinar la riqueza y diversidad de los endohelmintos encontrados.

La colecta de hospederos se realizó a través de la captura comercial de la región. Se realizó un total de cinco muestreos (abril, mayo y junio del 2011, julio y octubre del 2012). Se colectaron 95 ejemplares de hospederos pertenecientes a seis especies (*Aetobatus narinari*, *Dasyatis longus*, *Narcine entemedor*, *Rhinobatos glaucostigma*, *Rhinoptera steindachneri* y *Urotrygon* sp.); se colectaron diez especies de endohelmintos pertenecientes a los géneros *Nagmia* (clase Trematoda), *Acanthobothrium*, *Serendip*, *Escherbothrium*, *Tylocephalum* y *Tetragonocephalum* (clase Cestoda). El género mejor representado fue *Acanthobothrium* con cinco especies; *Narcine entemedor* fue el hospedero que presentó la mayor riqueza de especies (cuatro especies de endohelmintos).

Dentro de los endohelmintos colectados se encontraron parásitos considerados no específicos de elasmobranquios (larvas de nemátodos), considerados así porque, hasta el momento no se han registrado como parásitos específicos de elasmobranquios, ya que su ciclo de vida termina en vertebrados diferentes a los de este estudio. El encontrar esta clase de parásitos se puede explicar por la dieta generalista de los elasmobranquios, ya puede tener como resultado la ingesta de gran cantidad de parásitos no específicos que fueron un producto de su alimentación.

## **Introducción**

En México se desarrollan diversas actividades pesqueras a lo largo de sus costas en el océano Pacífico, el Golfo de México y el mar Caribe. La rica biodiversidad que presentan sus zonas de pesca se debe a corrientes marinas tropicales y subtropicales que favorecen una intensa actividad pesquera, en la que participan numerosos grupos de pescadores artesanales (Coayla-Berroa y Rivera-Miranda, 2008). Los tiburones, rayas y quimeras son peces cartilaginosos, que representan un recurso biológico importante desde el punto de vista ecológico, pesquero, alimentario, turístico y económico (Compagno, 1984).

Los parásitos son considerados piezas clave en la diversidad de distintos ecosistemas, debido al papel regulador que muchos helmintos tienen sobre las poblaciones de sus hospederos y en la estructuración de sus comunidades (Luque y Poulin, 2008). Los parásitos tienen un gran valor ecológico, ya que aportan información sobre los hábitos alimenticios, biogeografía, comportamiento, evolución y rutas de migración de sus hospederos (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2008).

En el ámbito de las investigaciones de la ictiofauna mexicana reviste gran interés en conocer con precisión cuáles son las especies marinas que obligadamente o facultativamente se introducen hacia las aguas continentales, sean ríos, estuarios o lagunas costeras. Lo anterior es un fundamento para iniciar los estudios biológicos primarios de diversos conjuntos ícticos, que apoyarían los estudios correspondientes sobre recursos pesqueros en explotación o potenciales (Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

Las rayas, o batoideos, son un grupo de elasmobranquios frecuentemente parasitados por una gran variedad de especies de parásitos. Diversas estructuras del cuerpo de estos peces pueden ser el hábitat de distintas especies de helmintos (Caira y Healy, 2004). Por lo tanto, estos peces constituyen buenos modelos para el estudio de comunidades de parásitos.

## **Generalidades de helmintos**

Endohelmintos son todos aquellos gusanos parásitos que se localizan dentro del cuerpo del hospedero; los ectohelmintos son aquellos parásitos que viven en el exterior del hospedero, o en cavidades abiertas como boca, opérculos y cloaca. Reconocemos como helmintos a un grupo de organismos que no comparten un mismo ancestro común, es decir, que no son un grupo

monofilético o natural. Los helmintos incluyen los phyla: Platyhelminthes, Acanthocephala, Nematoda y algunos representantes de los Annelida (Hirudinea).

El phylum Platyhelminthes incluyen alrededor de 20,000 especies existentes de vida libre y gusanos parásitos, estos animales presentan un alto grado de complejidad. Se caracterizan por ser triploblásticos, acelomados y bilaterales. Los platelmintos muestran una variedad de cuerpos y formas, son muy exitosos habitando en un alto intervalo de ambientes. La mayoría de los gusanos planos parásitos son miembros de las clases Trematoda, Monogenea y Cestoda (Brusca y Brusca, 2003).

El phylum Acanthocephala son gusanos parásitos blastocelomados. Incluyen aproximadamente 1,194 especies, todos son endoparásitos, parasitan en su estado juvenil a crustáceos e insectos, y los adultos viven en el aparato digestivo de vertebrados, el cuerpo es largo y consta de un tronco y cuello corto y una probóscide anterior espinosa (Schmidt y Roberts, 1977; Monks y Richardson, 2011).

El phylum Nematoda son gusanos blastocelomados con más de 25,000 especies registradas y un número de especies estimada que es mucho mayor. Son gusanos cilíndricos, debido a la forma de su cuerpo en un corte transversal; puede ser acuáticos, aunque proliferan también en ambientes terrestres. Existen especies de vida libre, marinas, en el suelo, y especies parásitas de plantas y animales. Sin embargo el número de especies que parasitan directamente a los vertebrados y los que parasitan plantas son un grupo relativamente pequeño en comparación al número de especies del phylum Nematoda (Schmidt y Roberts, 1977; Brusca y Brusca, 2003).

El phylum Annelida son predominantes en ambientes acuáticos, terrestres (característicamente en terrenos húmedos) y algunos son parásitos; presentan simetría bilateral y son celomados. La característica más notable de los anélidos es la división del cuerpo cilíndrico en una serie de segmentos similares, formados por la repetición de estructuras durante el desarrollo embrionario. La segmentación es interna y externa, con disposición de varios sistemas de órganos en la cavidad corporal. Principalmente se clasifican en tres clases: Polychaeta (marinos), Oligochaeta (terrestres y acuáticos) e Hirudinea (terrestres y acuáticos) (Schmidt y Roberts, 1977).

Los helmintos son importantes indicadores de la calidad ambiental de un sitio determinado, logrando tener influencia en la toma de decisiones sobre posibles áreas a preservar y conservar (Pulido-Flores y Monks, 2008). Por lo general, los ciclos de vida de estos organismos

son complejos y para completarlos requieren de uno o más hospederos intermediarios y un hospedero definitivo. Por ello, la presencia de helmintos en densidades adecuadas en cualquier hospedero, es un indicador indirecto de la existencia de otras especies, lo que denota la calidad del ambiente (Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003).

### **Generalidades de la clase Chondrichthyes (Elasmobranquios)**

Los tiburones, rayas, quimeras y sus parientes fósiles se encuentran dentro de la clase Chondrichthyes (Bardach, 1977). Son vertebrados que presentan esqueleto cartilaginoso más o menos impregnado de carbonato de calcio y sin zonas de osificación. Presentan cráneo de una sola pieza, sin cinturas aparentes. La mandíbula se compone de cartílago, la cuerda dorsal persiste. Los arcos branquiales están siempre bien desarrollados y los centros están más o menos desarrollados. La piel tiene escamas de tipo placoideas. Pueden presentar narinas simples o subdivididas por una lengüeta, dando sacos olfativos que no comunican con la cavidad bucal. Su boca esta ventralmente con dientes insertos solamente en las mandíbulas. Sus aletas son en pares, formadas por una hilera de radios cartilaginosos. La cola tiene forma díficercas. Los órganos copuladores son derivados de las aletas pélvicas (Grassé, 1959).

Dentro de la clase Chondrichthyes se encuentran la subclase Elasmobranchii compuesta de dos superorden; Selachimorpha y Batoidimorpha (este último incluye los organismo de estudio). Dentro del superorden Batoidimorpha se encuentran cinco ordenes con diez familias. De ellas en Rajidae, Dasyatidae, Gymnuridae y Rhinopteridae se encuentran clasificados los ejemplares para este estudio (Compagno, 1977; Castro-Aguirre, 1978; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996; Castro-Aguirre *et al.*, 1999).

## Antecedentes

Numerosos estudios se han realizado sobre la helmintofauna de hospederos de vertebrados acuáticos y terrestres a nivel mundial, enfocados primordialmente en estudios taxonómicos y sistemáticos que, sin duda, son la base fundamental para el estudio de otras ramas de la biología. La taxonomía proporciona un marco jerárquico que permite reconocer e interpretar la diversidad de los seres vivos. La primera etapa en cualquier aproximación racional a la conservación de la biodiversidad es la identificación de las especies, siendo el resultado de los procesos evolutivos (Iriando, 2000). En consecuencia, el reconocimiento de los taxones, sus descripciones y las claves de determinación resultan esenciales para que en primer paso se distinga la existencia de un grupo de seres vivos y después, preocuparse por conservarlo. Así mismo, la actividad taxonómica proporciona elementos importantes para la cuantificación y evaluación de la biodiversidad a la hora de tomar decisiones de conservación o de establecer prioridades sobre actuaciones humanas de impacto medioambiental (Iriando, 2000).

Se han realizado estudios a nivel de componente de comunidad de helmintos intestinales en diferentes clases de vertebrados en donde se demuestra que la riqueza de comunidades varía generalmente en los grupos de hospederos. Observando que los hospederos acuáticos tienen en promedio una riqueza de comunidad más grande que los terrestres. También, se ha señalado que la riqueza de especies incrementa de peces a aves pasando por los anfibios y reptiles para declinar de nuevo en los mamíferos (Bush *et al.*, 1990; Holmes y Zohar, 1990).

Uno de los grupos de helmintos más exitosos es *Acanthobothrium* van Beneden, 1849. Goldstein (1967) realizó un estudio de la riqueza de especies del género *Acanthobothrium* en elasmobranquios del cual se reportó 44 especies válidas parasitando a Esqualiformes y Rajiformes. Kennedy y Williams (1989), al analizar la comunidad de helmintos de *Raja batis*, encontraron que ésta era más diversa que la de peces de agua dulce, ya que al ser muy complejo el hábito alimenticio de la raya, con un número mayor de hábitats disponibles y al ser su dieta alimenticia diversa, esta se expone a un número de estadios infectivos presentes en el medio. Knoff (2001) realizó otro estudio en donde incluyó la helmintofauna intestinal de algunos elasmobranquios para el Sureste de Brasil, reportando nematodos, digéneos y acantocéfalos.

Más recientemente, Campbell y Beveridge (2002) realizaron un estudio sobre la riqueza de *Acanthobothrium*, en los elasmobranquios de Australia. Estos autores presentaron una

actualización de los miembros del género en el mundo, recopilando 151 especies y reajustando la nomenclatura de los hospederos y localidades geográficas.

Recientemente Rodríguez-Ibarra (2011) realizó una contribución a la biodiversidad de los helmintos intestinales de algunos batoideos de Veracruz, México, registrando ocho especies de parásitos pertenecientes a Tetraphyllidea (*Acanthobothrium*, *Rhinebothrium* y *Pseudoanthobothrium*), además, entre los helmintos registrados reporto la presencia de larvas de nematodos y metacercarias de digéneos.

El registro de helmintos parásitos de elasmobranquios en México es escaso. Hasta la fecha se han publicado alrededor de 17 trabajos, en los que se han registrado 17 especies de elasmobranquios como hospederos de 22 especies de parásitos. Ocho especies de monogeneos fueron descritos para elasmobranquios mexicanos (Pulido-Flores *et al.* 2005). Pulido-Flores (2001) realizó una reevaluación de la filogenia de la familia Monocotylidae incluyendo 110 especies nominales y 80 caracteres morfológicos. Once especies de céstodos fueron descritos hasta la fecha, todas representantes del Pacífico mexicano (Appy y Dailey, 1973, Caira y Bruge, 2001, Caira y Zahner, 2001, Ghoshroy y Caira, 2001, Monks *et al.*, 1996). Así mismo, únicamente cuatro especies de nematodos son conocidos de elasmobranquios del Pacífico mexicano (Tabla 1).

**Tabla 1. Registro de helmintos parásitos de elasmobranquios para el Pacífico mexicano**

<b>Clase</b>	<b>Helminto</b>	<b>Hospedero</b>	<b>Localidad</b>	<b>Referencia</b>
<b>Digenea</b>	<i>Anaporrhutum euzeti</i> Curran, Blend y Overstreet, 2003	<i>Narcine entemedor</i> Jordan & Starks, 1895	Golfo de California, Loreto, Baja California Sur, México	Curran, Blend y Overstreet (2003)
	<i>Probolitrema richiardii</i> López, 1888	<i>Urobatis</i> sp. (Urolophidae); <i>Dasyatis brevis</i> Garman, 1880; <i>Dasyatis longa</i> Garman, 1880; <i>Rhinobatos leucorhynchus</i> Günther, 1867; <i>Myliobatis californica</i> Gill, 1865; <i>Myliobatis longirostris</i> Applegate y Fitch, 1964	Golfo de California, México, Isla San Esteban, Bahía de los Ángeles, Loreto, Santa Rosalía	Curran, Blend y Overstreet (2009)
<b>Cestoda</b>	<i>Nagmia rodmani</i> Curran, Blend y Overstreet, 2009	<i>Narcine entemedor</i> Jordan & Starks, 1895	Cerca de Loreto, Golfo de California, México	Curran, Blend y Overstreet (2009)
	<i>Nagmia cisloi</i> Curran, Blend y Overstreet, 2009	<i>Mobula thurstoni</i> Lloyd, 1908	La Paz, Baja California Sur, México	Curran, Blend y Overstreet (2009)
	<i>Acanthobothrium bajaensis</i> Apply y Dailey, 1973	<i>Heterodontus francisci</i> Girard, 1855	Bahía de San Quintín, Golfo de California, Baja California, México	Appy y Dailey (1973)
	<i>Anthocephalum duszynskii</i> Ruhnke, 1994	<i>Urolophus halleri</i> [= <i>Urobatis halleri</i> Cooper, 1863]	Bahía Cholla, Puerto Peñasco, Golfo de California	Ruhnke (1994)
	<i>Acanthobothrium cleofanus</i> Monks, Brooks y Pérez-Ponce de León, 1996	<i>Dasyatis lungus</i> Garman, 1880	Bahía de Chamela, Jalisco, Océano Pacífico	Monks <i>et al.</i> (1996)



**Tabla 1 (Continuación). Registro de helmintos parásitos de elasmobranquios para el Pacífico mexicano**

Clase	Helminto	Hospedero	Localidad	Referencia
Cestoda	<i>Calliobothrium evani</i> Caira, 1985	Carcharhinidae	Golfo de California, Puertecitos, México, Océano Pacífico	Caira (1985)
		<i>Aetobatus narinari</i> Euphrasen, 1790	Puertecitos, Santa Rosalía y San José del Cabo, Golfo de California	Nasin <i>et al.</i> (1997)
	<i>Calliobothrium riseni</i> Nasin, Caira y Euzet, 1997	<i>Mustelus henlei</i> Gill, 1863	Golfo de California, Puertecitos y Santa Rosalía, México, Océano Pacífico	Nasin <i>et al.</i> (1997)
	<i>Pterobothrioides carvajali</i> Campbell y Beveridge, 1997	<i>Dasyatis lungus</i> Garman, 1880	Golfo de California, Puertecitos, México, Océano Pacífico	Campbell y Beveridge (1997)
	<i>Echinobothrium mexicanum</i> Tyler y Caira, 1999	<i>Myliobatis californica</i> Gill, 1865	Bahía de los Ángeles, Golfo de California	Tyler y Caira (1999)
		<i>Myliobatis longirostris</i> Applgate y Fitch, 1964	Bahía de los Ángeles, Golfo de California	Tyler y Caira (1999)
	<i>Echinobothrium fautleyae</i> Tyler y Caira, 1999	<i>Rhinoptera steindachneri</i> Evermann y Jenkins, 1892	Puertecitos, Golfo de California	Tyler y Caira (1999)
		<i>Myliobatis longirostris</i> Applgate y Fitch, 1964	Puertecitos, Golfo de California	Tyler y Caira (1999)
	<i>Acanthobothrium bullardi</i> Ghoshroy y Caira, 2001	<i>Dasyatis brevis</i> German, 1880	Golfo de California, Bahía de los Ángeles, Puertecitos, Santa Rosalía México, Océano Pacífico	Ghoshroy y Caira (2001)

**Tabla 1 (Continuación). Registro de helmintos parásitos de elasmobranquios para el Pacífico mexicano**

<b>Clase</b>	<b>Helminto</b>	<b>Hospedero</b>	<b>Localidad</b>	<b>Referencia</b>
<b>Cestoda</b>	<i>Acanthobothrium dollyae</i> Caira y Burge, 2001	<i>Diplobatis ommata</i> Jordan y Gilbert, 1890	Golfo de California, Bahía de los Ángeles, Isla San Esteban, Punta Arena, México, Océano Pacífico	Caira y Burge (2001)
	<i>Acanthobothrium maryanskii</i> Caira y Burge, 2001	<i>Diplobatis ommata</i> Jordan y Gilbert, 1890	Golfo de California, Loreto, Punta Arena, México, Océano Pacífico	Caira y Burge (2001)
	<i>Acanthobothrium puertecitense</i> Caira y Zahner, 2001	<i>Heterodontus francisci</i> Girard, 1855	Golfo de California, México, Océano Pacífico	Caira y Zahner (2001)
	<i>Acanthobothrium rajivi</i> Ghoshroy y Caira, 2001	<i>Dasyatis lungus</i> Garman, 1880	Golfo de California, Puertecitos, México, Océano Pacífico	Ghoshroy y Caira (2001)
	<i>Acanthobothrium royi</i> Caira y Burge, 2001	<i>Diplobatis ommata</i> Jordan y Gilbert, 1890	Golfo de California, Loreto, Punta Arena, México, Océano Pacífico	Caira y Burge (2001)
	<i>Acanthobothrium santarosaliense</i> Caira y Zahner, 2001	<i>Heterodontus mexicanus</i> Taylor y Castro, 1972	Golfo de California, México, Océano Pacífico	Caira y Zahner (2001)
	<i>Acanthobothrium soberoni</i> Ghoshroy y Caira, 2001	<i>Dasyatis lungus</i> Garman, 1880	Golfo de California, Puertecitos, Bahía de los Ángeles, México, Océano Pacífico	Ghoshroy y Caira (2001)

**Tabla 1 (Continuación). Registro de helmintos parásitos de elasmobranquios para el Pacífico mexicano**

<b>Clase</b>	<b>Helminto</b>	<b>Hospedero</b>	<b>Localidad</b>	<b>Referencia</b>
<b>Cestoda</b>	<i>Acanthobothrium dasi</i> Ghoshroy y Caira, 2001	<i>Dasyatis lungus</i> Garman, 1880	Golfo de California, Puertecitos, México, Océano Pacífico	Ghoshroy y Caira (2001)
	<i>Hemionchos striatus</i> Campbell y Beveridge, 2006	<i>Mobula thurstoni</i> Lloyd, 1908	Golfo de California, La Paz, Baja California Sur, México	Campbell y Beveridge (2006)
<b>Nematoda</b>	<i>Echinocephalus pseudouncinatus</i> Millemann, 1963	<i>Heterodontus francisci</i> Girard, 1855	San Francisquito, Puerto Refugio, Isla Ángel de la Guardia, Golfo de California	Millemann (1963)
		<i>Myliobatis californica</i> Gill, 1865	Bahía de San Felipe, Golfo de California	Millemann (1963)
	<i>Echinocephalus janzeni</i> Hoberg, Brooks, Molina-Ureña y Ericde, 1998	<i>Himantura pacifica</i> Beebe y Tee-Van, 1941	Paredón, Chiapas, México	Hoberg <i>et al.</i> (1998)

## **Justificación**

De acuerdo con la información previamente revisada se puede visualizar que, el conocimiento de la biodiversidad de los helmintos de batoideos en México es escaso. Este trabajo propone contribuir directamente al conocimiento de la biodiversidad de los endohelminetos, con un enfoque en las costas del Pacífico mexicano sur, un grupo de parásitos poco conocidos y estudiados en los elasmobranquios de México.

A pesar de su interés como componente de la biodiversidad, la gran importancia económica y sanitaria que tienen los parásitos sobre sus hospederos exige un conocimiento íntegro de todos los aspectos que intervienen en la relación parásito-hospedero. Así mismo, un conocimiento sobre las condiciones ambientales que influyen sobre la comunidad y facilitan el mantenimiento, propagación y transmisión de los parásitos (González *et al.*, 2003).

Finalmente, los parásitos son importantes bioindicadores en el monitoreo de la calidad del ambiente ya sea acuático o terrestre; la presencia de parásitos en los peces puede ser un índice del funcionamiento del sistema (Pulido-Flores y Monks, 2008; Monks *et al.*, 2013), dado que la exitosa transmisión de los helmintos significa que la energía está siendo transmitida efectivamente a lo largo de los niveles tróficos de los ecosistemas (Alvarez-Pellitero, 1988).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

El objetivo del presente proyecto es contribuir al conocimiento de la biodiversidad de endohelminintos de algunos batoideos de la bahía de Acapulco, Guerrero, México.

### **Objetivos específicos**

1. Colectar e identificar taxonómicamente las especies de endohelminintos parásitos de batoideos en las costas del municipio de Acapulco, Guerrero, México.
2. Caracterizar la infección de los endohelminintos en términos de abundancia, prevalencia e intensidad promedio de las distintas especies de batoideos colectados (Bush *et al.*, 1997). Para determinar la riqueza y diversidad de los helmintos encontrados y, con base en los índices de biodiversidad de Margalef, Menhinick y Berger-Parker identificar las especies dominantes de la zona de estudio (Magurran, 2004).
3. Comparar la biodiversidad de las comunidades de endohelminintos entre las distintas especies de batoideos de la región de estudio, y entre las comunidades reportadas en batoideos de la región de Tuxpan, otras localidades de México que cuentan con este tipo de estudio.

## **Material y Métodos**

### **Área de estudio**

El Estado de Guerrero, se localiza en la costa sur de la República Mexicana en la zona tropical, entre los 16°18' y 18°48' de latitud Norte y los 98°03' y 102°12' de la longitud Oeste. Limita al Norte con los estados de México, Morelos, Puebla y Michoacán; al Sur, con el océano Pacífico; al Este con Puebla y Oaxaca; y al Oeste con Michoacán y el Pacífico. Tiene una extensión territorial de 63,794 km<sup>2</sup>, que representan el 3.2% de la superficie total de la República Mexicana. Su forma es irregular, la mayor anchura es de 222 km y la mayor longitud es de 461 km; su litoral es de 500 km aproximadamente.

La bahía de Acapulco o de Santa Lucía, se localiza en la ciudad de Acapulco a 7° al Sur del Trópico de Cáncer, a los 16° 50' latitud Norte, y a los 99° 53' de longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. La bahía de Acapulco tiene forma semicircular y mide 5 km de Este a Oeste y 13 km de Norte a Sur, tiene una profundidad de 45 a 60 m con fondos rocosos y arena sobre arcilla. Su litoral posee una longitud de 62 km representando el 12.3% de la costa guerrerense (Vázquez, 2010). Dentro de la bahía, se localiza una zona de playa continua y cada sección de playa tiene un nombre específico, por ejemplo de Este a Oeste se encuentran: las Hamacas, Hornos, Hornitos, Tamarindos, Papagayo, Condesa, Morro, Condesa e Icacos (Figura 1).

El área de estudio con la que el presente trabajo se va a comparar se encuentra localizada en el estado de Veracruz. El área de muestreo estuvo dividida en tres regiones: la Laguna de Tampamachoco a 9 km al noroeste de la ciudad de Tuxpan (ubicada entre los 21° 31' 51.65" latitud Norte, 97° 22' 55.24" longitud Oeste y 21° 31' 07.24" latitud Norte y 97° 35' 55.94" longitud Oeste), Laguna de Tamiahua (se localiza entre el río Pánuco al Norte y el río Tuxpan al Sur; entre los 22° 04' 34.63" latitud Norte, 97° 45' 59.95" longitud Oeste y 21° 15' 12.78" latitud Norte, 97° 25' 31.09 longitud Oeste) y la zona de arrecifes en la costa de Tuxpan (entre las coordenadas 21° 4' 24.61" latitud Norte, 97° 15' 55.07" longitud Oeste y 21° 34' 02.84" latitud Norte, 97° 30' 58.00" longitud Oeste) (Rodríguez-Ibarra, 2011).



Figura 1: Área de estudio: Bahía de Acapulco, Guerrero.

### **Colecta de ejemplares**

La colecta de los hospederos se realizó a través de la captura comercial de la región de la bahía de Acapulco. El arte de pesca es por medio de red, conocido como chinchorro de arrastre o playero. La revisión de hospederos se llevó a cabo en el laboratorio de la Unidad Académica de Ecología Marina de la Universidad Autónoma de Guerrero; se les realizó a cada hospedero una incisión en la línea media para extraer las vísceras, se separaron las vísceras para su disección y se examinó la cavidad corporal para la búsqueda de helmintos. Tanto la válvula espiral como las vísceras se colocaron en solución salina (6gr. NaCl: 1L. H<sub>2</sub>O) con la finalidad de conservar los tejidos y mantener con vida a los parásitos. Utilizando un microscopio estereoscópico, la válvula espiral y el intestino delgado se cortaron longitudinalmente para revisar y registrar el hábitat de los parásitos. El resto de las vísceras fueron desgarradas cuidadosamente con agujas de disección finas para la búsqueda de los parásitos.

### **Técnicas de fijación, tinción y montaje**

Los digéneos y céstodos, después de su extracción, fueron colocados en solución salina al 0.6% y se sacrificaron con agua caliente (80°C). Posteriormente se fijaron en una solución a base de alcohol, formol y ácido acético (AFA) por un lapso de 24 a 48 horas, después de ese tiempo se almacenaron en alcohol al 70%. Los parásitos colectados fueron teñidos y montados en el laboratorio, siguiendo los métodos propuestos por Pritchard y Kruse (1982), se utilizaron los colorantes de Carmalum de Mayer, Hematoxilina de Delafield y Verde ligero, consecutivamente

fueron aclarados y montados en bálsamo de Canadá. Los nemátodos recolectados se sacrificaron y fijaron con alcohol al 70% caliente. Para el estudio de su morfología fueron aclarados con glicerina y montados en preparaciones semipermanentes en el mismo aclarante. Posteriormente se realizó un análisis morfométrico utilizando microscopio óptico.

### **Identificación y descripción de los helmintos y hospederos**

La identificación de los ejemplares de las especies de elasmobranquios se basó en la tesis de Vázquez (2010) y Fishbase (2012). Para la identificación de los parásitos se realizó por medio de claves taxonómicas; para digéneos, se utilizó la clave taxonómica de la familia Gorgoderidae de Pozdnyakov y Gibson (2008); para los céstodos, se usó la clave de Khalil *et al.* (1994); para los diferentes géneros de céstodos se utilizaron también descripciones de especies de céstodos de rayas para el océano Pacífico, de los cuales se obtuvo información para la comparación de las especies que son similares con las descritas para los batoideos del océano Pacífico. Para nemátodos se siguió la clave taxonómica para la superfamilia Ascaridoidea por Hartwich, (2009) y la clave taxonómica para la superfamilia Camallanoidea por Chabaud, (2009).

### **Técnicas de medición de ejemplares**

Las medidas morfométricas de los ejemplares analizados se realizaron con un ocular micrométrico montado en un microscopio óptico. Los valores mínimos y máximos de las medidas se muestran dentro de los resultados en milímetros y se incluye a su lado, dentro de un paréntesis, el promedio,  $\pm 1$  desviación estándar y el tamaño de muestra (n). La toma de medidas de los ganchos de los ejemplares de *Acanthobothrium* se basó en la fórmula descrita por Dollfus (1926) y Euzet (1956), realizándose la medida en cada uno de los ocho ganchos del escólex (Figura 2).

### **Captura de imágenes**

Para el análisis morfológico fue necesario la captura de imágenes y la elaboración de esquemas de las estructuras. Los esquemas fueron realizados con la ayuda de un tubo de dibujo integrado a un microscopio óptico. Las fotografías se tomaron con la ayuda de una cámara digital integrada al microscopio óptico con iluminación Nomarski o iluminación diferencial.



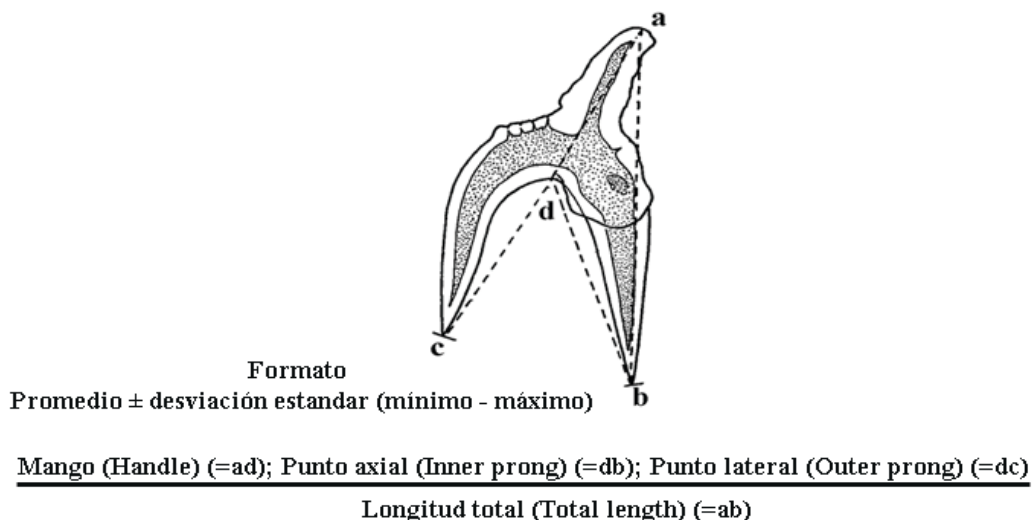


Figura 2. Fórmula para las medidas de ganchos de *Acanthobothrium*.

### Selección de parámetros e índices para medir la biodiversidad y la caracterización de la infección

Para describir las infecciones de los hospederos se utilizaron los parámetros definidos por Margolis *et al.* (1982), Bush *et al.* (1997), Cruz-Reyes y Camargo-Camargo (2001) y Zander (2001).

#### *Prevalencia*

Es el porcentaje de hospederos infectados por una especie parásita en el total de la muestra. Entendida como una descripción estadística por datos en parásitos de presencia-ausencia en una muestra de hospederos. Los cuales son clasificados en categorías de infectados y no infectados, este porcentaje reporta la descripción de la infección parasitaria cuando sólo se requiere la detección de la presencia de los parásitos y no la enumeración de la presencia individual.

$$\text{Prevalencia (Prev.)} = (h_i/n) \times 100$$

### ***Abundancia***

Es el número total de parásitos en el total de ejemplares revisados.

$$\text{Abundancia} = \text{pt}/n$$

### ***Intensidad promedio***

Entendida como el número total de parásitos de una particular especie encontrados en una muestra dividida por el número de hospederos infectados con la especie de parásito colectado.

$$\text{Intensidad promedio (Int.)} = \text{pt} / \text{hi}$$

Donde:

hi = número de hospederos infectados

n = número de hospederos revisados

pt = número total de parásitos de una misma especie

### **Evaluación de riqueza de especies**

Se utilizaron esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida, normalmente se presentan como índices de densidad de especies, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos para la riqueza de especies (Magurran, 2004).

### ***Riqueza específica***

Medida de la diversidad de especies y se define como el número de especies (S) presentes en una comunidad (Magurran, 2004). Curva de acumulación de especies, es similar a una curva de especies-área, y se llama también curva de recolector. Se construye a partir de la relación entre el número de especies observadas en forma acumulada sobre una serie de unidades de muestreo. Es de gran utilidad para realizar comparaciones de la riqueza de especies entre diferentes tipos de áreas, siempre y cuando los muestreos tengan áreas equivalentes y las categorías mínimas de medición sean iguales (Magurran, 2004).

***Estimador de la riqueza de especies basado en la incidencia Chao 2***

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras), es decir, especies espacialmente raras.

$$S_{Chao2} = S_{Obs} + \frac{Q_1^2}{2(Q_2 + 1)} - \frac{Q_1 Q_2}{2(Q_2 + 1)^2}$$

Donde:

$S_{obs}$  = Número total de especies observadas en el muestreo total

$Q_1$  = Número de especies parásitas únicas (parásitos que se encuentren en un solo hospedero)

$Q_2$  = Número de especies parásitas que ocurren exactamente en dos hospederos

(Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001; Magurran, 2004)

***Estimador de riqueza de especies Jackknife de primer grado***

Estima el número de especies esperadas. Considera el número de especies que solamente ocurren en una muestra, además de las que ocurren solamente en dos muestras.

$$S_{Jack} = S_{Obs} + Q \left( \frac{m-1}{m} \right)$$

Donde:

$S_{obs}$  = Número total de especies observadas en el muestro total

$Q$  = Número de áreas con especie únicas (un hospedero)

$m$  = Número total de áreas muestreadas (Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001; Magurran, 2004)

## **Diversidad**

Se utilizaron los índices de diversidad de Margalef y Menhinick, siendo estos más sensibles a los cambios en las especies comunes y raras, (Krebs, 1989; Cruz-Reyes y Camargo-Camargo, 2001; Magurran, 2004).

### ***Índice de diversidad de Margalef***

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Valores inferiores a 2.0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad y valores superiores a 5.0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

$$D_a = \frac{(s - 1)}{\text{Log } N}$$

Donde:

S = número de especies parásitas

N = número total de individuos parásitos

### ***Índice de diversidad de Menhinick***

Se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que incrementa al aumentar el tamaño de la muestra.

$$D_b = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

### *Índice de Berger-Parker*

Mide la dominancia de la especie o taxón más abundante, este índice adquiere valores comprendidos entre 0 y 1 (0 % y 100 %).

$$d = \frac{N \text{ máx}}{N}$$

Donde:

N máx: número de individuos del taxón más abundante

N: número total de individuos de la muestra

## Resultados

### Registro de endohelminthos parásitos de elasmobranquios en la bahía de Acapulco, Guerrero, México

Se colectaron siete especies de helmintos pertenecientes al orden Tetracystida (miembros de tres géneros *Acanthobothrium*, *Serendip* y *Escherbothrium*); así mismo, se obtuvieron ejemplares del orden Trypanorhyncha, que es un grupo complejo y poco estudiado a nivel mundial, lo que dificultó la identificación de los ejemplares, decidiendo no incluirlos en el estudio. Además se recolectaron especies pertenecientes al orden Lecanicephalida (*Tetragonocephalum* y *Tylocephalum*). Un digéneo del orden Plagiorchiida identificado como *Nagmia rodmani*. Se colectaron dos especies de larvas de nematodos consideradas como ocasionales; consideradas así por no encontrarse reportadas como parásitos específicos de elasmobranquios (Tabla 2).

El género mejor representado fue *Acanthobothrium*, con la presencia de cinco especies. *Rhinoptera steindachneri* fue el hospedero que presentó mayor diversidad en géneros de céstodos, encontrándose *Serendip*, *Tetragonocephalum* y *Tylocephalum*.

**Tabla 2. Carga parasitaria de elasmobranquios en la bahía de Acapulco**

Hospedero	Localidad	n	Helminto													
			A <sup>‡</sup>	B <sup>‡</sup>	C <sup>‡</sup>	D <sup>‡</sup>	E <sup>‡</sup>	F <sup>‡</sup>	G <sup>‡</sup>	H <sup>‡</sup>	I <sup>‡</sup>	J <sup>‡</sup>	K <sup>+</sup>	L <sup>+</sup>		
<i>Aetobatus narinari</i>		1*														
<i>Dasyatis longus</i>		5*														
<i>Narcine entemedor</i>	Bahía de Acapulco	11	9	8	16	11										
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>		5				1										
<i>Rhinoptera steindachneri</i>		24						27		9	47					
<i>Urotrygon</i> sp.		49						5		4			1	9		

Número de ejemplares revisados (n); *Nagmia rodmani* (A); *Acanthobothrium* sp. 1 (B); *Acanthobothrium* sp. 2 (C); *Acanthobothrium* sp. 3 (D); *Acanthobothrium* sp. 4 (E); *Acanthobothrium* sp. 5 (F); *Serendip* sp. (G); *Escherbothrium molinae* (H), *Tetragonocephalum* sp. (I); *Tylocephalum* (J); *Spirocamallanus* sp. (K); Anisakinae (L); \* Ejemplares no infectados; ‡ El estado de desarrollo de los platyhelminthes es adulto; + Larvas como estado de desarrollo, parásitos no específicos de elasmobranquios.

### **Clasificación taxonómica y diagnóstico de las especies colectadas**

Se identificaron ejemplares del phyla Platyhelminthes y Nematoda, los endohelminthos identificados en este estudio pertenecen para el primer phylum a la clase Trematoda y Cestoda, y a la clase Secernentea respectivamente. Características de la clase Trematoda son: aplanados en sentido dorsoventral (excepto los de las familias: Paramphistomidae y Schistosomatidae), presentan simetría bilateral, su órganos de fijación generalmente se componen por ventosas (oral y ventral o posterior), ausencia de cavidad corporal, presenta un tubo digestivo simple, sin ano; son hermafroditas (excepto los de la familia Schistosomatidae) y tienen un sistema excretor de tipo protonefridial con células flama. Esta clase tiene dos subclases, Digenea y Aspidogastrea; el trematodo identificado en este estudio pertenece a la subclase Digenea, al orden Plagiorchiida. La familia de interés para este estudio es Gorgoderidae (Yamaguti, 1958; Gibson *et al.*, 2008).

Gorgoderidae se caracteriza por tener cuerpo plano, piriforme, translucido, no espinoso; ventosas bien desarrolladas, la faringe puede o no estar presente, ceca larga; tiene dos testículos, usualmente opuestos; bolsa del cirro ausente; la ubicación del poro genital es medial, el ovario es pretesticular o intertesticular; las glándulas vitelinas en forma de dos masas compactas o dentriticas opuestas, en posición anterior a los testículos. En esta familia se encuentra el género *Nagmia* que se caracteriza por tener los folículos vitelinos entre el espacio extracecal (Gibson *et al.*, 2008).

La clase Cestoda presenta de un órgano de fijación en la parte anterior conocido como escólex, generalmente compuesto por ventosas, ganchos, botrios o botridios. Está compuesta por dos subclases, Cestodaria y Eucestoda; los organismos identificados en este estudio pertenecen a la subclase Eucestoda, al orden Tetraphyllidea y Lecanicephalidea. Para el primer orden nuestros ejemplares se encuentran en las familias Onchobothriidae, Serendipeidae y Triloculariidae y para el segundo orden la familia Tetragonocephalidae (Schmidt, 1986; Khalil *et al.*, 1994).

Onchobothriidae presenta un escólex con cuatro botridios musculares sésiles, cada uno armado con ganchos simples o bifurcados, la superficie de los botridios puede ser simple o dividida por septos transversales, musculatura anterior denominada pad, con presencia o ausencia de ventosas, estróbilo puede ser acraspedote o craspedote. En esta familia se incluyen 23 géneros, entre ellos *Acanthobothrium*, del cual se identificaron 5 especies para este estudio. *Acanthobothrium* presentar un escólex con cuatro botridios, cada uno dividido en tres loculis por

dos septos transversales, en la parte anterior de cada botridio se localiza un pad muscular con una ventosa y una par de ganchos bifurcados (Schmidt, 1986).

Serendipeidae presenta un escólex con 4 botridios redondeados o triangulares, cada uno subdividido por septos; puede o no presentar loculis distintos. Los botridios pueden presentar grado de fusión entre si y carece de ventosa botridial. Pedicelos presentes o ausentes. Puede presentar una ventosa vestigial embebida en los tejidos apicales del escólex. El estróbilo puede ser acraspedote o craspedote. En esta familia solo se ha reportado el género *Serendip*, se caracteriza por tener un escólex con 4 botridios de forma triangular, cada uno subdividido por septos que se extienden radialmente, presenta velo fino marginalmente. No presenta pedicelos. Presenta una ventosa vestigial apicalmente embebida en los tejidos del ápice del escólex (Brooks y Barriga, 1995).

Triloculariidae presenta un escólex con 4 botridios divididos por septos. No presentan mizorrincus. En esta familia se incluyen 2 géneros, uno de ellos es *Escherbothrium* y se caracteriza por tener el escólex con 4 botridios pedicelados. Cada botridio tiene una ventosa apical y septos musculares que dividen la superficie del botridio en loculis Berman y Brooks, 1994).

Tetragonocephalidae presenta un escólex con forma fungiforme, no invaginable. En esta familia se incluyen 2 géneros (*Tetragonocephalum* y *Tylocephalum*), los cuales son de interés para este estudio. *Tetragonocephalum* tiene un escólex de forma fungiforme cubierto por pequeñas espinas, parte basal del escólex en forma de cojín con cuatro acetábulos; estróbilo acraspedote, apolítico. *Tylocephalum* tiene el escólex de forma fungiforme, no invaginable, parte basal del escólex en forma de cojín con cuatro acetábulos; estróbilo craspedote (Schmidt, 1986; Khalil *et al.*, 1994).

La clase Sercenentea presenta anfidios cefálicos y fasmidios caudales. Sistema excretor cuticulizado con túbulos colectores bien desarrollados. Uno organismos identificado en este estudio pertenece al orden Camallanida, a la superfamilia Camallanoidea, familia Camallanidae, género *Procamallanus*, subgénero *Spirocamallanus*, se caracteriza por tener la apertura oral con dos bandas esclerotizadas en forma de espiral. También se encontró otro organismo perteneciente a la superfamilia Ascaridoidea, familia Anisakidae, subfamilia Anisakinae; se caracteriza por tener cuerpo cilíndrico, anillo nervioso es relativamente cercano a la región anterior, esófago con



ventrículos cilíndricos uno dorsal y otro ventral longitudinal como suturas, poro excretor abre del lado ventral en la parte anterior, cola recta y alargada (Chabaud, 2009; Hartwich, 2009).

### **Gorgoderidae**

#### **Anaporrhutinae**

#### ***Nagmia* Nagaty, 1930**

#### ***Nagmia rodmani* Curran, Blend y Overstreet, 2009 (Figura 3)**

Diagnosis basada en 9 ejemplares; cuerpo plano en forma piriforme, más largo que ancho. Ventosa oral más ancha que larga; la faringe es más ancha que larga. Exhibe un esófago sinuoso. Presenta una ventosa ventral más ancha que larga. Los testículos son foliculares ubicados en la parte media del cuerpo. Vesícula seminal es alargada; el poro genital abre en la parte media, inmediatamente posteriormente a la bifurcación cecal. Presenta un ovario irregular subsférico más ancho que largo. El receptáculo seminal tiene una pared delgada. Folículos vitelinos de forma tubular y se extienden entre los ciegos pero algunos se extienden entre los espacios extracecales.

Hospedero principal: *Narcine entemedor* Jordan y Starks, 1895 (Elasmobranchii:

Torpediniformes: Narcinidae)

Sitio de infección: Cavidad corporal (Fuera del estómago y válvula espiral)

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

#### *Comentarios*

Se diferencia *Nagmia rodmani* de la mayoría de otras especies porque la ubicación de los folículos vitelinos. En algunas especies los folículos vitelinos son totalmente intercecales (*N. yorkei*, *N. larga*, *N. pacifica*, *N. concolori*, *N. nebrii*, *N. stegostomatis* y *N. peruviana*). *Nagmia rodmani* es similar a *N. floridensis* en el tamaño y forma del cuerpo, así como también el rango testicular con respecto a la posición en el cuerpo; *Nagmia rodmani* difiere de *N. floridensis* en la cantidad de los folículos testiculares.

Existen diferencias morfológicas obvias entre las 3 especies del Océano Pacífico oriental: *N. rodmani*, *N. pacifica* y *N. peruviana*. *Nagmia rodmani* difiere de ambas especies por extender

los túbulos vitelino en el espacio extracecal en lugar de ser totalmente intercecal. *Nagmia rodmani* difiere de *N. pacifica* porque tiene la abertura poro genital inmediatamente posterior a la bifurcación intestinal en lugar de en el nivel de la faringe. *Nagmia rodmani* se diferencia de *N. peruviana* por tener menos folículos testiculares.

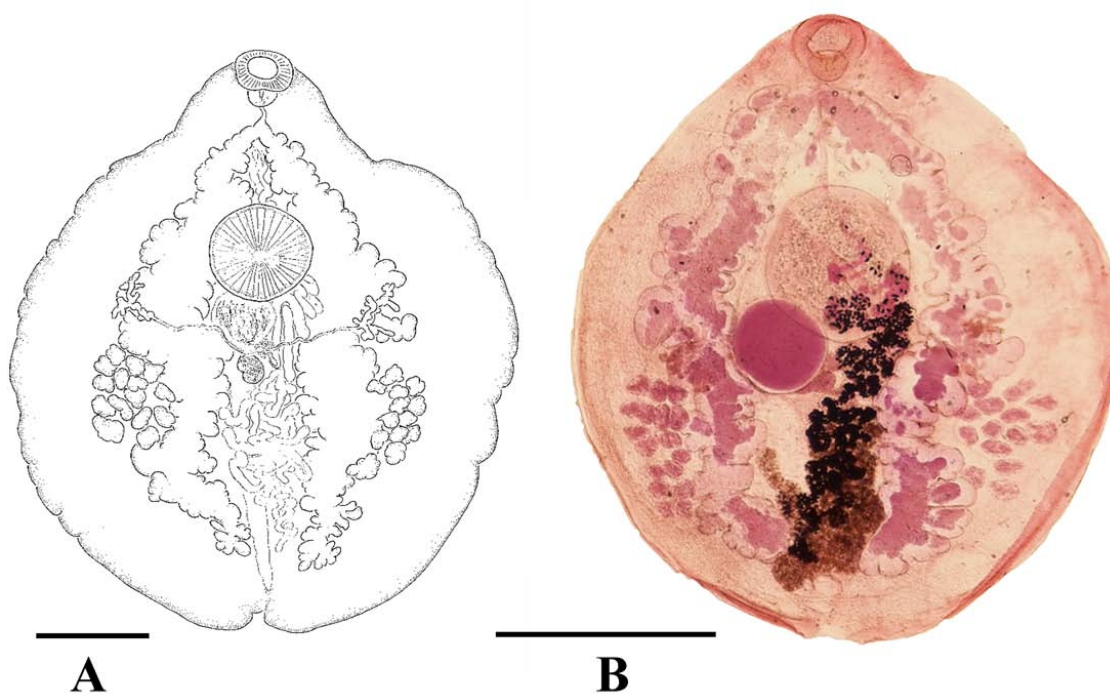


Figura 3. *Nagmia rodmani* Curan, Blend y Overstreet, 2009 en *Narcine entemedor* Jordan y Starks, 1895 recolectados en: A) Golfo de California, México; B) Bahía de Acapulco, México. Barras de escala: A= 2000  $\mu\text{m}$ ; B= 3000  $\mu\text{m}$ .

**Onchobothriidae**  
***Acanthobothrium* van Beneden, 1849**

***Acanthobothrium* sp. 1** (Figura 4)

Diagnosis basada en 5 ejemplares completos y 3 ejemplares parciales; céstodo polizóico, estróbilo craspedote, liberación de huevos por hiperaposis, mide de 2.9 a 6.7 mm de largo y en promedio tiene 14 proglótidos. Escólex más largo que ancho, compuesto de cuatro botridios triloculados sésiles; cada botridio con una ventosa apical y un pad, armados con un par de ganchos distalmente bifurcados. Botridios largos con una pared muscular delgada, con presencia de ornamentaciones en forma de espinas rodeado toda la periferia del botridio. La pared locular es muscular y se encuentra dividida en tres loculis, el anterior es más largo que el medio y posterior, el loculi posterior ligeramente más largo que el medio; comparativamente similares en lo ancho. Los pads apicales son musculares no robustos, el pad muscular cubre los mangos de los ganchos. En el extremo anterior donde emerge el par de ganchos el mango no traslapa la parte anterior del otro mango, sin embargo, si llegan a juntarse; los prongs laterales y mediales son similares, los progs internos son ligeramente más grandes que los externos. El pedúnculo cefálico es más largo que ancho, presenta ornamentaciones en forma de espinas. Testículos ovoides, en promedio se observan 39 por proglótido. No se observan proglótidos grávidos.

Hospedero principal: *Narcine entemedor* Jordan y Starks, 1895 (Elasmobranchii:

Torpediniformes: Narcinidae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

*Comentarios*

El género *Acanthobothrium* tiene ocho especies que exhiben ganchos botridiales con simetría semejante a *Acanthobothrium* sp. 1. Este carácter agrupa a las especies con las que fue comparado para discriminar su similitud; las especies fueron: *Acanthobothrium brevissime* Linton, 1908 (Hospederos: *Dasyatis say* Lesueur, 1817; *Dasyatis sabina* Lesueur, 1824; *D. americana* Hildebrand y Schroeder, 1928; *Raja eglanteria* Bosc, 1800; *Psammobatis caudispina*, Hildebrand, 1946. Reportado para el Golfo de México, U.S.A.; Perú);

*Acanthobothrium bullardii* Ghoshroy y Caira, 2001 (Hospedero: *Dasyatis brevis* Garman, 1880. Reportado para Golfo de California, México); *Acanthobothrium cartagenensis* Brooks y Mayes, 1980 (Hospedero: *Urolophus jamaicensis* Cuvier, 1816. Reportado para Colombia y Japón); *Acanthobothrium gracile* Yamaguti, 1952 (Hospedero: *Scualus japonicus* Ishikawa, 1908. Reportado para Japón); *Acanthobothrium hispidum* Riser, 1955 (Hospedero: *Tetronarce californica* Ayres, 1855. Reportado para California, U.S.A.); *Acanthobothrium royi* Caira and Burge, 2001 (Hospedero: *Diplobatis ommata* Jordan and Gilbert, 1890. Reportado para Golfo de California, México); *Acanthobothrium soberoni* Ghoshroy y Caira, 2001 (Hospedero: *Dasyatis brevis* Garman, 1880. Reportado para Golfo de California, México); *Acanthobothrium southwelli* Subhpradha, 1995 (Hospedero: *Rhinobatos schlegelii* Müller y Henle, 1841. Reportado para India).

*Acanthobothrium* sp. 1 se diferencia principalmente de las ocho especies por presentar número y arreglo testicular diferente. Los promedios de los conteos y medidas realizadas para *Acanthobothrium* sp. 1 son: 4.6 mm de largo, compuesto por 14 proglótidos, largo total de los ganchos 134  $\mu\text{m}$  y 39 testículos por proglótido. *Acanthobothrium* sp. 1 puede diferenciarse de *Acanthobothrium brevissime* por presentar mayor tamaño, *Acanthobothrium brevissime* mide entre 1.5 y 4.2 mm de largo, compuesto por 7 a 29 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 96 a 151  $\mu\text{m}$  y exhibe menor número de testículos, en promedio 28 testículos por proglótido; *Acanthobothrium bullardii* presenta entre 4.0 y 8.7 mm de largo, compuesto de 15 a 26 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 78 a 128  $\mu\text{m}$  y también se puede diferenciar por presentar entre 30 y 47 testículos por proglótido distribuidos en manera diferente a *Acanthobothrium* sp. 1. Se diferencia a *Acanthobothrium cartagenensis* por presentar 25 mm de largo, con 13 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 121 a 131  $\mu\text{m}$  y presenta menor número de testículos por proglótido, 24 en promedio; *Acanthobothrium gracile* se diferencia por presentar 35 a 62 mm de largo, 150 proglótidos, mayor cantidad de proglótidos que *Acanthobothrium* sp. 1, exhibe en largo total de los ganchos de 110 a 120  $\mu\text{m}$  y 85 testículos por proglótido.

*Acanthobothrium hispidum* se diferencia de *Acanthobothrium* sp. 1 por presentar 85 mm de largo, 200 proglótidos, y 50 testículos por proglótido, es similar a *Acanthobothrium* sp. 1 al exhibir un largo total de los ganchos de 138  $\mu\text{m}$ . *Acanthobothrium royi* mide entre 3.9 y 5.0 mm, exhibe un mayor número de proglótidos que *Acanthobothrium* sp. 1, 23 en promedio, el largo

total de los ganchos es entre 123 y 165  $\mu\text{m}$ , el número total de testículos es de 33 por proglótido. *Acanthobothrium soberoni* se diferencia por presentar un largo de 23.5 mm, 149 proglótidos, 47 testículos por proglótido y es similar en el largo total de los ganchos al exhibir 137  $\mu\text{m}$ . *Acanthobothrium southwelli* presenta 5.0 mm de largo, exhibe 7 proglótidos, un menor número de proglótidos que *Acanthobothrium* sp. 1, el largo total de los ganchos es 135  $\mu\text{m}$  y presenta 34 testículos por proglótido. Finalmente, con el estudio morfológico comparativo, no es posible asignarlo a ninguna de las especies previamente descritas, por lo tanto, se puede considerar como una especie no descrita para la ciencia.

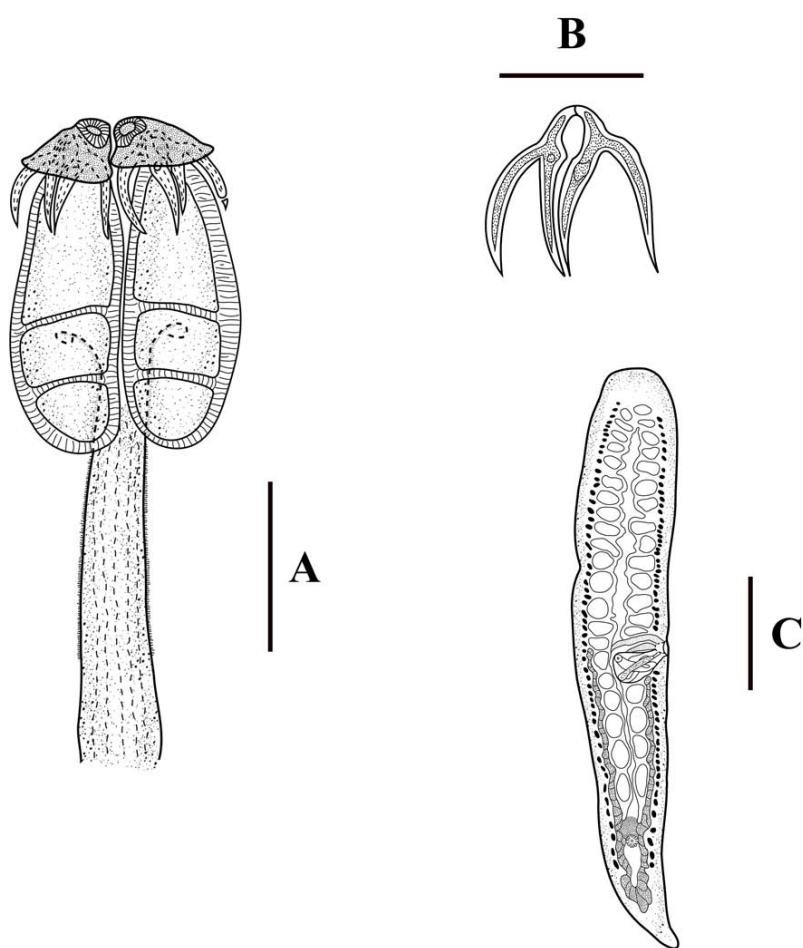


Figura 4. *Acanthobothrium* sp. 1: A) Escólex; B) Ganchos; C) Proglótido terminal. Barras de escala: A= 200  $\mu\text{m}$ ; B= 100  $\mu\text{m}$ ; C= 200  $\mu\text{m}$ .

***Acanthobothrium* sp. 2** (Figura 5)

Diagnosis basada en 10 ejemplares completos y 8 ejemplares parciales, céstodo polizóico, estróbilo craspedote, liberación de huevos por apolisis, mide en promedio 34.6 mm de largo y en promedio tiene 176 proglótidos. Escólex más ancho que largo, compuesto de cuatro botridios triloculados sésiles, cada botridio con una ventosa apical y un pad, armados con un par de ganchos distalmente bifurcados. Botridios con una pared muscular gruesa y amplia. La pared locular es muscular y se encuentra dividida en tres loculis; el loculi anterior es más largo que el medio y posterior, comparativamente similares en el ancho; loculi medio más ancho que largo y posterior más largo que loculi medio. Los pads apicales son musculares no robustos, el pad muscular cubre los mangos de los ganchos. En el extremo anterior donde emerge el par de ganchos el mango no traslapa la parte anterior del otro mango, sin embargo, si llegan a juntarse; los prongs laterales de los ganchos son más cortos que los prongs mediales. El pedúnculo cefálico es más largo que ancho, sin presencia de espinas. Testículos ovoides y algunos ligeramente esféricos, en promedio se observan 58 testículos por segmento. Se observan proglótidos grávidos.

Hospedero principal: *Narcine entemedor* Jordan y Starks, 1895 (Elasmobranchii:

Torpediniformes: Narcinidae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

*Comentarios*

El género *Acanthobothrium* tiene cuatro especies que exhiben ganchos botridiales con simetría semejante a *Acanthobothrium* sp. 2. Este carácter agrupa a las especies con las que fue comparado para discriminar su similitud; las especies fueron: *Acanthobothrium gracile* Yamaguti, 1952 (Hospedero: *Scualus japonicus* Ishikawa, 1908. Reportado para Japón); *Acanthobothrium hispidum* Riser, 1955 (Hospedero: *Tetronarce californica* Ayres, 1855. Reportado para California, U.S.A.); *Acanthobothrium microcephalum* Alexander, 1953 (Hospedero: *Holorhinus californicus* Gill, 1865. Reportado para California U.S.A.); *Acanthobothrium soberoni* Ghoshroy y Caira, 2001 (Hospedero: *Dasyatis brevis* Garman, 1880. Reportado para Golfo de California, México).

*Acanthobothrium* sp. 2 se diferencia principalmente de las cuatro especies por presentar número y arreglo testicular diferente. Los promedios de los conteos y medidas realizadas para *Acanthobothrium* sp. 2 son: 34.6 mm de largo, compuesto por 176 proglótidos, el largo total de los ganchos es 108  $\mu\text{m}$  y 58 testículos por proglótido. *Acanthobothrium* sp. 2 puede diferenciarse de *Acanthobothrium gracile* por presentar menor tamaño, *Acanthobothrium gracile* mide entre 35.0 y 62.0 mm de largo, compuesto por 150 proglótidos, el largo total de los ganchos es entre 110 y 120  $\mu\text{m}$ , presenta mayor número de testículos por proglótido, de 75 a 95; *Acanthobothrium hispidum* presenta un mayor tamaño y número de proglótidos que *Acanthobothrium* sp. 2, mide 85 mm de largo con 200 proglótidos, el largo total de los ganchos es 138  $\mu\text{m}$  y presenta entre 47 y 52 testículos por proglótido; *Acanthobothrium microcephalum* mide 61 mm de largo con 240 proglótidos, un largo total de los ganchos de 100  $\mu\text{m}$  y 95 testículos por proglótido; *Acanthobothrium soberoni* mide entre 17.2 y 38.2 mm de largo, 149 proglótidos, un largo total de los ganchos de 137  $\mu\text{m}$  y entre 33 y 62 testículos por proglótido. Finalmente, con el estudio morfológico comparativo, no es posible asignarlo a ninguna de las especies previamente descritas por las variaciones que se presentaron, por lo tanto, se puede considerar como una especie no descrita para la ciencia.

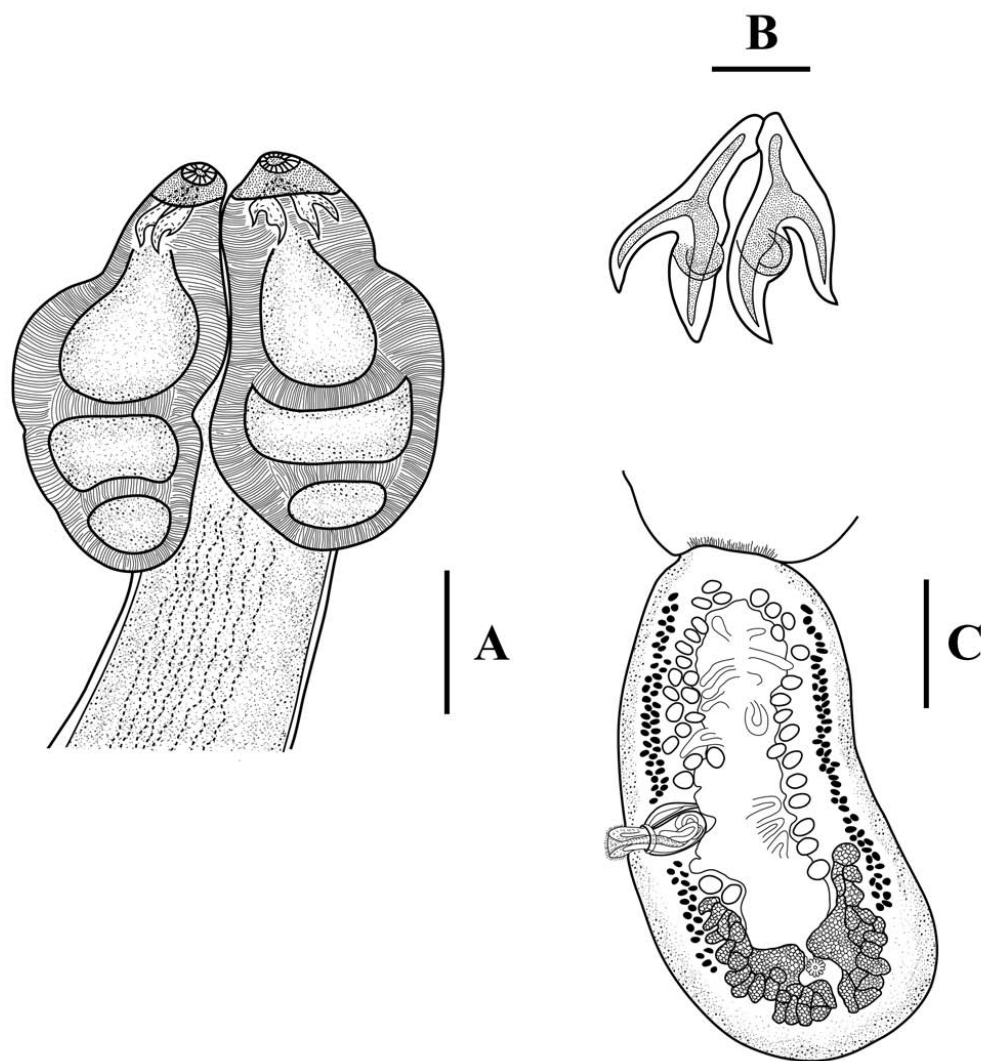


Figura 5. *Acanthobothrium* sp. 2: A) Escólex; B) Ganchos; C) Proglótido terminal. Barras de escala: A= 200  $\mu$ m; B= 50  $\mu$ m; C= 400  $\mu$ m.



***Acanthobothrium* sp. 3** (Figura 6)

Diagnosis basada en 5 ejemplares completos y 16 ejemplares parciales, céstodo polizóico, estróbilo acraspedote, liberación de huevos por hiperaposis, mide en promedio 48.2 mm de largo y en promedio tiene 193 proglótidos. Escólex es más largo que ancho, compuesto de cuatro botridios triloculados sésiles, cada botridio con una ventosa apical y un pad, armados con un par de ganchos distalmente bifurcados. Botridios con una pared muscular gruesa. La pared locular es muscular y se encuentra dividida por tres loculis; el loculi anterior es más largo que el medio y posterior, comparativamente similares en el ancho; loculi medio más ancho que largo. Los pads apicales son musculares no robustos, el pad muscular casi cubre en su totalidad los mangos de los ganchos. En el extremo anterior donde emerge el par de ganchos el mango no traslapa la parte anterior del otro mango, sin embargo, si llegan a juntarse; los prongs laterales y mediales son similares. El pedúnculo cefálico es más largo que ancho, sin presencia de espinas. Testículos ovoides, en promedio se observan 61 testículos por segmento. No se observan proglótidos grávidos.

Hospedero principal: *Narcine entemedor* Jordan y Starks, 1895 (Elasmobranchii:

Torpediniformes: Narcinidae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

*Comentarios*

El género *Acanthobothrium* tiene cinco especies que exhiben ganchos botridiales con simetría semejante a *Acanthobothrium* sp. 3. Este carácter agrupa a las especies con las que fue comparado para discriminar su similitud; las especies fueron: *Acanthobothrium aetiobatis* (Shiple, 1900) Southwell, 1925 (Hospedero: *Aetobatus narinari* Euphrasen, 1790. Reportado para Isla de la Lealtad en la Nueva Celedonia); *Acanthobothrium australe* Robinson, 1965 (Hospedero: *Squalus megalops* Macleay, 1881. Reportado para el Mar de Tasmania); *Acanthobothrium cleofanus* Monks, Brooks y Pérez-Ponce de León, 1996 (Hospedero: *Dasyatis longa* Garman, 1880. Reportado para bahía de Chamela, México); *Acanthobothrium puertecitense* Caira y Zahner, 2001 (Hospedero: *Heterodontus francisci* Girard,

1855. Reportado para Golfo de California, México); *Acanthobothrium santarosaliense* Caira y Zahner, 2001 (Hospedero: *Heterodontus mexicanus* Taylor y Castro-Aguirre, 1972. Reportado para el Golfo de California, México).

*Acanthobothrium* sp. 3 se diferencia de las cinco especies por presentar un número de testículos diferente. Los promedios de conteos y medidas realizadas para *Acanthobothrium* sp. 3 son: 48.2 mm de largo, compuesto por 193 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 400  $\mu\text{m}$  y 61 testículos por proglótido. *Acanthobothrium aetiobatis* es más pequeño que *Acanthobothrium* sp. 3, mide entre 15.0 y 20.0 mm de largo, presenta 200 proglótidos, un largo total de los ganchos de 265  $\mu\text{m}$  y 26 testículos por proglótido. *Acanthobothrium australe* es más grande que *Acanthobothrium* sp. 3, mide 96.0 mm de largo, presenta 200 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 216  $\mu\text{m}$  y exhibe de 104 a 131 testículos por proglótido. *Acanthobothrium cleofanus* es similar en tamaño, mide entre 37.0 y 67.0 mm de largo, presenta menor cantidad de proglótidos que *Acanthobothrium* sp. 3, entre 97 y 150, el largo total de los ganchos es de 227  $\mu\text{m}$  y tiene entre 114 y 172 testículos por proglótido; *Acanthobothrium puertecitense* es más pequeño que *Acanthobothrium* sp. 3, mide entre 15.2 y 24.6 mm de largo con 133 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 221  $\mu\text{m}$  y presenta por proglótido entre 71 y 111 testículos; *Acanthobothrium santarosaliense* mide entre 37.7 y 44.9 mm de largo, presenta de 174 a 215 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 230  $\mu\text{m}$  y exhibe de 114 a 172 testículos por proglótido. Finalmente, con el estudio morfológico comparativo, no es posible asignarlo a ninguna de las especies previamente descritas por las variaciones que se presentaron, por lo tanto, se puede considerar como una especie no descrita para la ciencia.

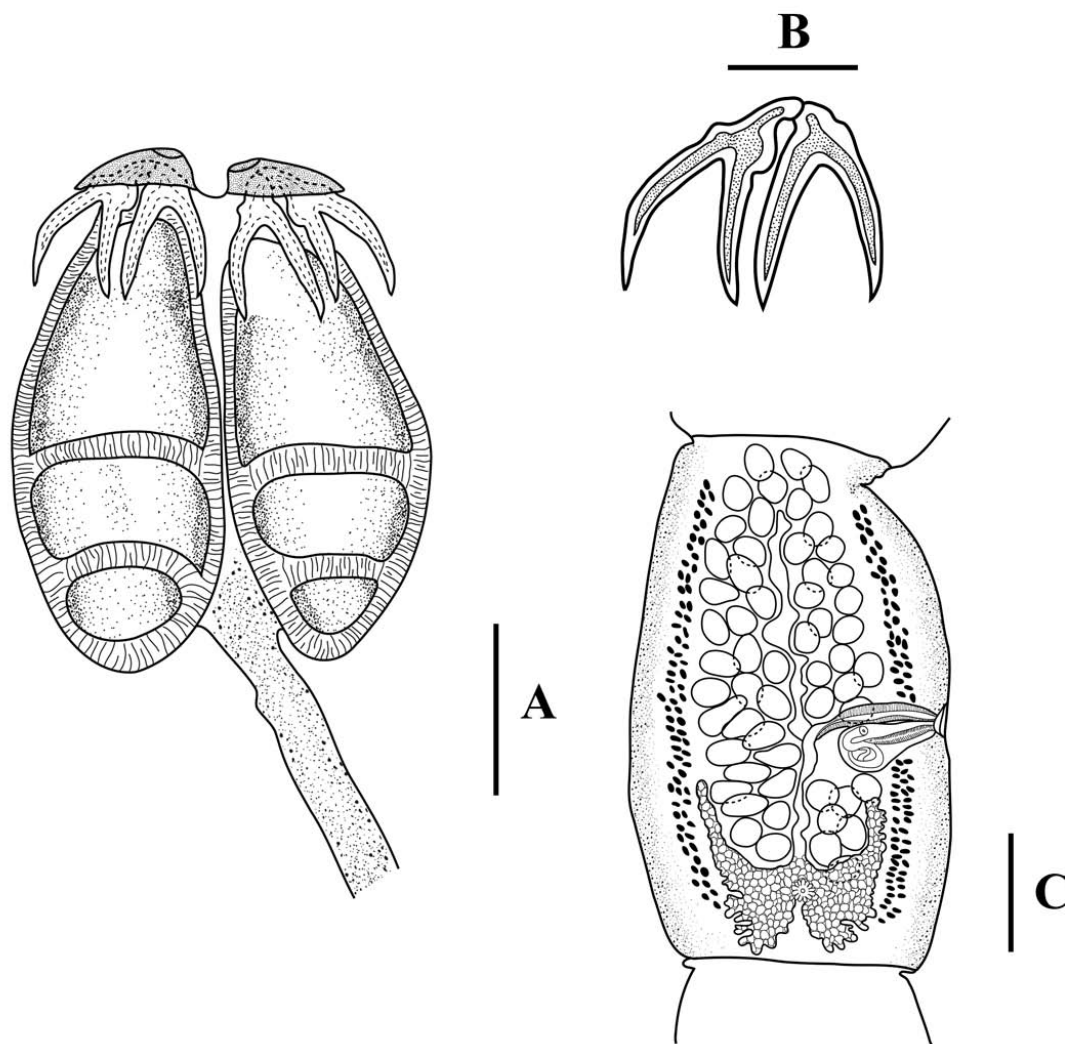


Figura 6. *Acanthobothrium* sp. 3: A) Escólex; B) Ganchos; C) Proglótido maduro. Barras de escala: A= 400  $\mu$ m; B= 200  $\mu$ m; C= 200  $\mu$ m.

***Acanthobothrium* sp. 4** (Figura 7)

Diagnosis basada en 1 ejemplar, céstodo polizóico, estróbilo craspedote, mide 13.3 mm de largo y exhibe más de 100 proglótidos. Escólex es más ancho que largo, compuesto de cuatro botridios triloculados sésiles, cada botridio con una ventosa apical y un pad, armados con un par de ganchos distalmente bifurcados. Botridios con una pared muscular extremadamente gruesa. La pared locular muscular, se encuentra dividida por tres loculis; el loculi anterior es más largo que el medio y posterior. Los pads apicales son musculares robustos, el pad muscular cubre en su totalidad los mangos de los ganchos. En el extremo anterior donde emerge el par de ganchos el mango no traslapa la parte anterior del otro mango, sin embargo, exhiben una unión que no se puede valorar con el ejemplar recolectado; por apreciación, los prongs laterales son más cortos que los mediales. El pedúnculo cefálico es más largo que ancho, sin presencia de espinas. No se logró observar estructuras dentro de los proglótidos debido a las condiciones del ejemplar recolectado.

Hospedero principal: *Rhinobatos glaucostigma* Jordan & Gilbert, 1883 (Rajiformes:

Rhinobatidae: Rhinobatinae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

*Comentarios*

El mal estado que presento el único ejemplar colectado para *Acanthobothrium* sp. 4 después de concluir el proceso de tinción y montaje, no permitió realizar un estudio morfológico comparativo. No se pudo observar estructuras internas del ejemplar. Sin embargo la poca información que se obtuvo del ejemplar, fue suficiente para diferenciarlo de las otras cuatro especies colectadas en este estudio.

*Acanthobothrium* sp. 4 se distingue de las otras cuatro especies porque: Mide 13.3 mm de largo, presenta más de 100 proglótidos. Por apreciación, se puede observar que el escólex y la forma de los ganchos de este ejemplar, no corresponden a ninguna de las especies del género *Acanthobothrium* colectadas para este estudio (Figura 7). Además *Acanthobothrium* sp. 4 no tuvo

en común la especie de hospedero donde fueron encontradas las otras especies de *Acanthobothrium* para este estudio.

Con esto se concluye que es necesaria poder realizar nuevas colectas con el objetivo de encontrar esta especie perteneciente al género *Acanthobothrium*, compararla y asignarla a una de las especies antes descritas o realizar la nueva descripción en caso de ser una nueva especie para la ciencia.

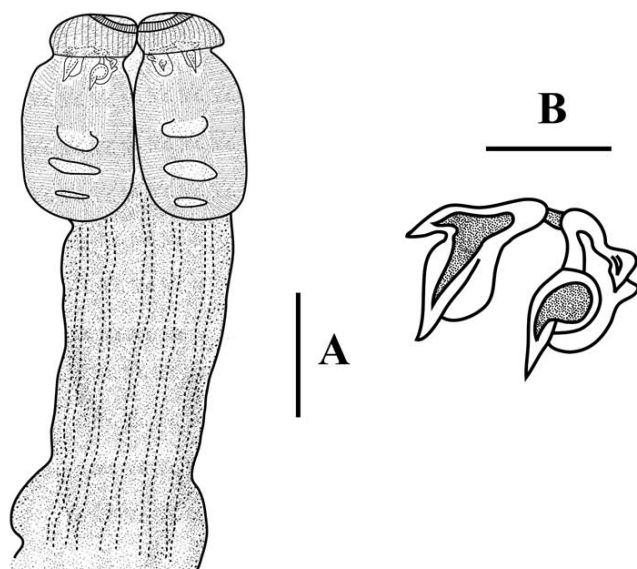


Figura 7. *Acanthobothrium* sp. 4: A) Escólex; B) Ganchos. Barras de escala: A= 400  $\mu\text{m}$ ; B= 100  $\mu\text{m}$ .

***Acanthobothrium* sp. 5** (Figura 8)

Diagnosis basada en 5 ejemplares completos, céstodo polizóico, estróbilo acraspedote, liberación de huevos por hiperapólisis, mide en promedio 2.2 mm de largo y en promedio tiene 7 proglótidos. Escólex es más largo que ancho, compuesto de cuatro botridios triloculados sésiles, cada botridio con una ventosa apical y un pad, armados con un par de ganchos distalmente bifurcados. Botridios largos con una pared muscular delgada, con presencia de ornamentaciones en forma de espinas rodeado toda la periferia del botridio. La pared locular es muscular y se encuentra dividida en tres loculis, el anterior es más largo que el medio y posterior, el loculi posterior ligeramente más largo que el medio; comparativamente similares en lo ancho. Los pads apicales son musculares no robustos, el pad muscular cubre casi en su totalidad los mangos de los ganchos. En el extremo anterior donde emerge el par de ganchos el mango no traslapa la parte anterior del otro mango, sin embargo, si llegan a juntarse; los prongs laterales son relativamente más pequeños que los prongs mediales. El pedúnculo es cefálico más largo que ancho, presenta ornamentaciones en forma de espinas. Testículos ovoides, en promedio se observan 25 por proglótido. No se observan proglótidos grávidos.

Hospedero principal: *Urotrygon* sp. (Myliobatiformes: Urotrygonidae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

*Comentarios*

El género *Acanthobothrium* tiene siete especies que exhiben ganchos botridiales con simetría semejante a *Acanthobothrium* sp. 5. Este carácter agrupa a las especies con las que fue comparado para discriminar su similitud; las especies fueron: *Acanthobothrium brachyacanthum* Riser, 1955 (Hospedero: *Raja montereyensis* Gilbert, 1915, *R. binoculata* Girard, 1855. Reportado para California, U.S.A.); *Acanthobothrium brevissime* Linton, 1908 (Hospederos: *Dasyatis say* Lesueur, 1817; *Dasyatis sabina* Lesueur, 1824; *D. americana* Hildebrand y Schroeder, 1928; *Raja eglanteria* Bosc, 1800; *Psammobatis caudispina*, Hildebrand, 1946. Reportado para el Golfo de México, U.S.A.; Perú); *Acanthobothrium dasi* Ghoshroy y Caira, 2001 (Hospedero: *Dasyatis brevis* Garman, 1880. Reportado para Golfo de California, México);

*Acanthobothrium fogeli* Goldstein, 1964 (Hospedero: *Gymnura micrura* Bloch y Schneider, 1801. Reportado para Golfo de México, U.S.A.); *Acanthobothrium lasti* Campbell y Beveridge, 2002 (Hospedero: *Rhynchobatus djiddensis* Forsskål, 1775. Reportado para Broome, Australia); *Acanthobothrium olseni* Dailey y Mundrey, 1968 (Hospedero: *Rhinobatus productus* Ayres, 1854. Reportado para California, U.S.A.); *Acanthobothrium rajivi* Ghosroy y Caira, 2001 (Hospedero: *Dasyatis brevis* Garman, 1880. Reportado para Golfo de California, México).

*Acanthobothrium* sp. 5 se diferencia principalmente de las siete especies por presentar un número de testículos diferente. Los promedios de los conteos y medidas realizadas a *Acanthobothrium* sp. 5 son: 2.2 mm de largo, compuesto por 7 proglótidos, largo total de los ganchos 102  $\mu\text{m}$  y presenta 25 testículos por proglótido. *Acanthobothrium brachyacanthum* es más grande que *Acanthobothrium* sp. 5, mide entre 3.0 y 5.0 mm de largo, presenta de 10 a 12 proglótidos, el largo total de los ganchos es 90  $\mu\text{m}$  y tiene de 33 a 34 testículos por proglótido; *Acanthobothrium brevissime* mide entre 1.5 y 4.2 mm de largo, compuesto de 7 a 29 proglótidos, largo total de los ganchos es de 96 a 151  $\mu\text{m}$  y exhibe mayor número de testículos que *Acanthobothrium* sp. 5, en promedio de 28 testículos por proglótido; *Acanthobothrium dasi* mide entre 1.7 y 3.3 mm de largo, compuesto de 6 a 12 proglótidos, largo total de los ganchos 96  $\mu\text{m}$  y presenta mayor número de testículos que *Acanthobothrium* sp. 5, de 24 a 41 por proglótido. *Acanthobothrium fogeli* mide entre 1.9 y 4.8 mm de largo, presenta mayor número de proglótidos que *Acanthobothrium* sp. 5, de 12 a 32, largo total de los ganchos 98  $\mu\text{m}$  y exhibe mayor número de testículos, en promedio de 32 testículos por proglótido; *Acanthobothrium lasti* mide entre 1.2 y 2.3 mm de largo, compuesto de 5 a 7 proglótidos, largo total de los ganchos 101  $\mu\text{m}$  y presenta de 14 a 21 testículos por proglótido. *Acanthobothrium olseni* es más grande que *Acanthobothrium* sp. 5, mide 4.4 mm de largo, compuesto de 5 a 20 proglótidos, largo total de los ganchos 103  $\mu\text{m}$  y exhibe de 26 a 39 testículos por proglótido; *Acanthobothrium rajivi* mide entre 1.9 y 3.0 mm de largo, presenta de 7 a 16 proglótidos, el largo total de los ganchos es de 92  $\mu\text{m}$  y presenta de 9 a 13 testículos por proglótido. Finalmente, con el estudio morfológico comparativo, no es posible asignarlo a ninguna de las especies previamente descritas por las variaciones que se presentaron, por lo tanto, se puede considerar como una especie no descrita para la ciencia.

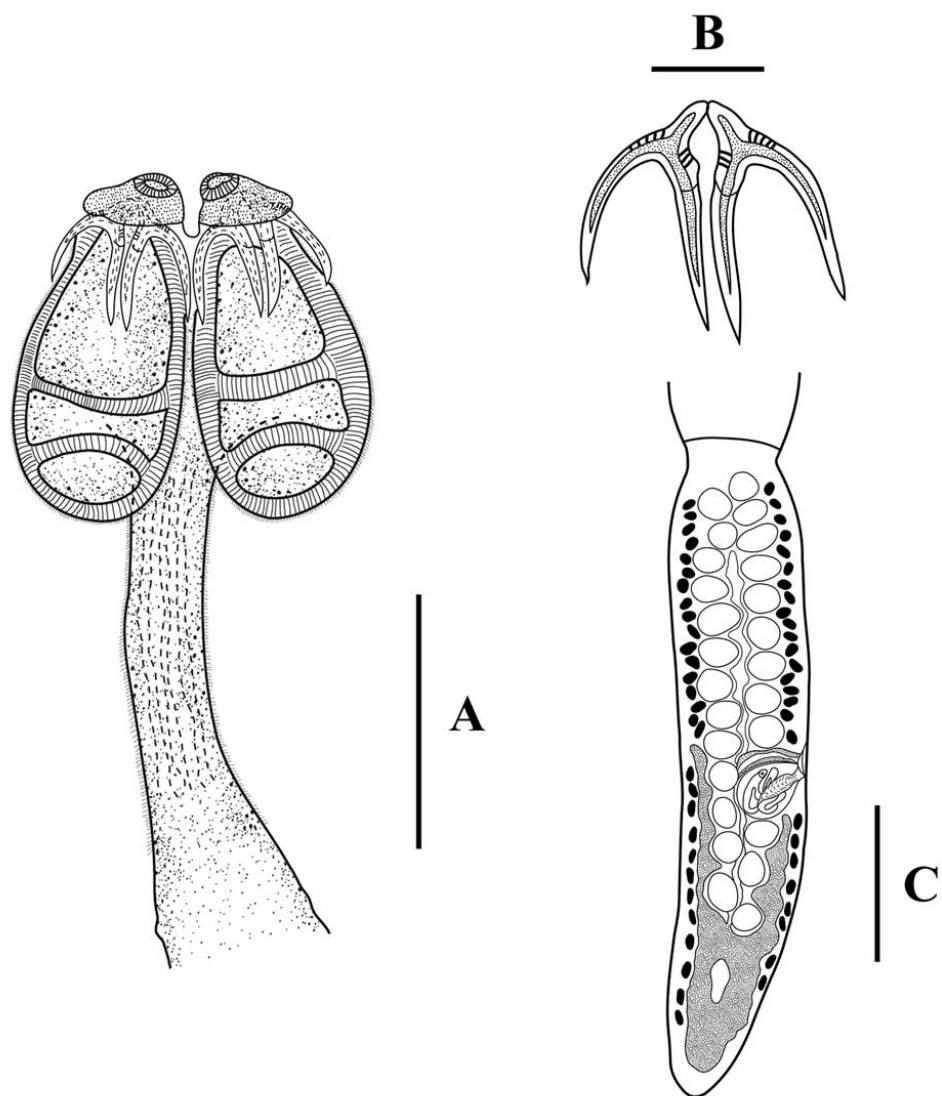


Figura 8. *Acanthobothrium* sp. 5: A) Escólex; B) Ganchos; C) Proglótido terminal. Barras de escala: A= 200 µm; B= 50 µm; C= 200 µm.



**Serendipeidae**  
***Serendip* Brooks y Barriga, 1995**

***Serendip* sp.** (Figura 9)

Diagnosis basada en 4 ejemplares completos, 23 ejemplares parciales y 12 ejemplares inmaduros; céstodo polizóico, estróbilo craspedote, liberación de huevos por apolisis, mide de 8.8-23.2 mm de largo y en promedio tiene 71 proglótidos. Escólex más ancho que largo, con una ventosa vestigial más ancha que larga, embebida centralmente en el tejido del escólex. Escólex compuesto de cuatro botridios pedicelados. Botridios de igual tamaño, cada uno subdividido por septos musculares; 1 septo simple (lateral) que exhibe en los márgenes del botridio 5 lobulaciones y 1 septo bifurcado (medial) que exhibe lobulaciones en los bordes del botridio; 3 lobulaciones entre el septo simple y el bifurcado, 3 lobulaciones en la bifurcación del septo y 4 después del septo bifurcado. El pedúnculo cefálico es más largo que ancho. Testículos ovoides, en promedio se observan 44 por proglótido. No se observan proglótidos grávidos.

Hospedero principal: *Rhinoptera steindachneri* Evermann y Jenkins, 1891 (Myliobatiformes: Myliobatidae: Rhinopterinae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

*Comentarios*

*Serendip deborahae* Brooks y Barriga, 1995 es hasta ahora un género monotípico. El género exhibe un escólex compuesto de 4 botridios triangulares fusionados que forman una estructura similar a una placa, cada botridio está dividido por septos; centralmente en el tejido del escólex presenta una ventosa vestigial. Los ejemplares examinados en este estudio, también tienen estas características lo que indica que se debe de asignar a este género *Serendip*. Las diferencias que se encontraron entre los ejemplares examinados y la descripción de los miembros de *Serendip deborahae* fueron el número de septos y lobulaciones por botridio; el tamaño de los ejemplares examinados en este estudio son más pequeños que los de *Serendip deborahae*, así como también, el número de testículos es diferentes. Características que sugieren que los ejemplares examinados en este estudio se nombren solo como *Serendip* sp.

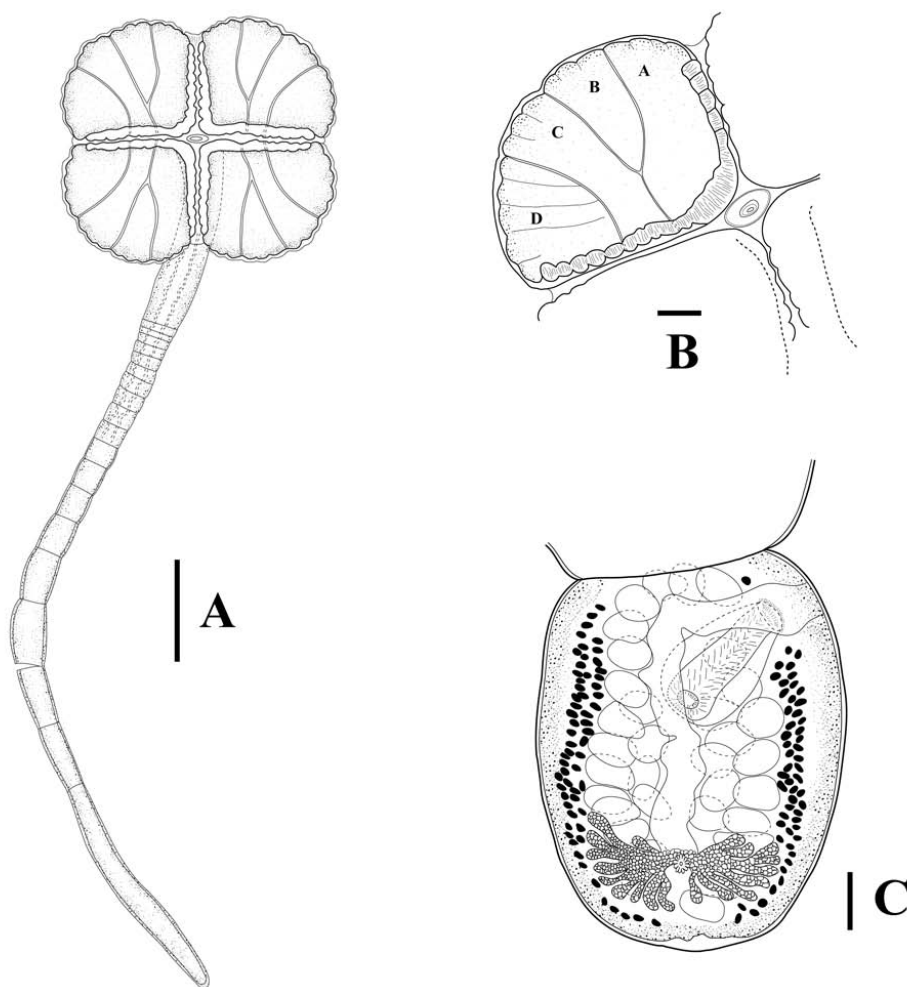


Figura 9. *Serendip* sp.: A) Ejemplar completo; B) Ventosa y Botridio, número de lobulaciones botridiales en promedio 4,3,3,5 (A,B,C,D); C) Proglótido terminal. Barras de escala: A= 500  $\mu\text{m}$ ; B= 200  $\mu\text{m}$ ; C= 100  $\mu\text{m}$ .

**Triloculariidae**  
***Escherbothrium* Berman y Brooks 1994**

***Escherbothrium molinae* Berman y Brooks, 1994** (Figura 10)

Diagnosis basada en 2 ejemplares completos y 2 ejemplares parciales; céstodo polizóico, estróbilo craspedote, liberación de huevos por apolisis, mide de en promedio 5.6 mm de largo y en promedio tiene 32 proglótidos. Escólex con 4 botridios pedicelados en forma de copa, en la parte interna de los botridios esta subdividido por septos musculares (4 largos y 2 pequeños). Presenta una ventosa apical en cada botridio. El pedúnculo cefálico es más largo que ancho. Testículos ovoides, en promedio se observan 24 por proglótido. No se observan proglótidos grávidos.

Hospedero principal: *Urotrygon* sp. (Myliobatiformes: Urotrygonidae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice II)

*Comentarios*

*Escherbothrium molinae* es hasta ahora un género monotípico. El género exhibe tener un escólex compuesto de 4 botridios pedicelados. Cada botridio exhibe una ventosa apical y septos musculares que dividen la superficie del botridio en loculis. Los ejemplares examinados en este estudio también exhiben estas características, lo que indica que se debe de asignar a este género *Escherbothrium*. Una comparación morfológica entre los ejemplares examinados y entre lo reportado para *Escherbothrium molinae* sugieren que los ejemplares examinados en este estudio pertenecen a la misma especie reportada por Berman y Brooks (1994).

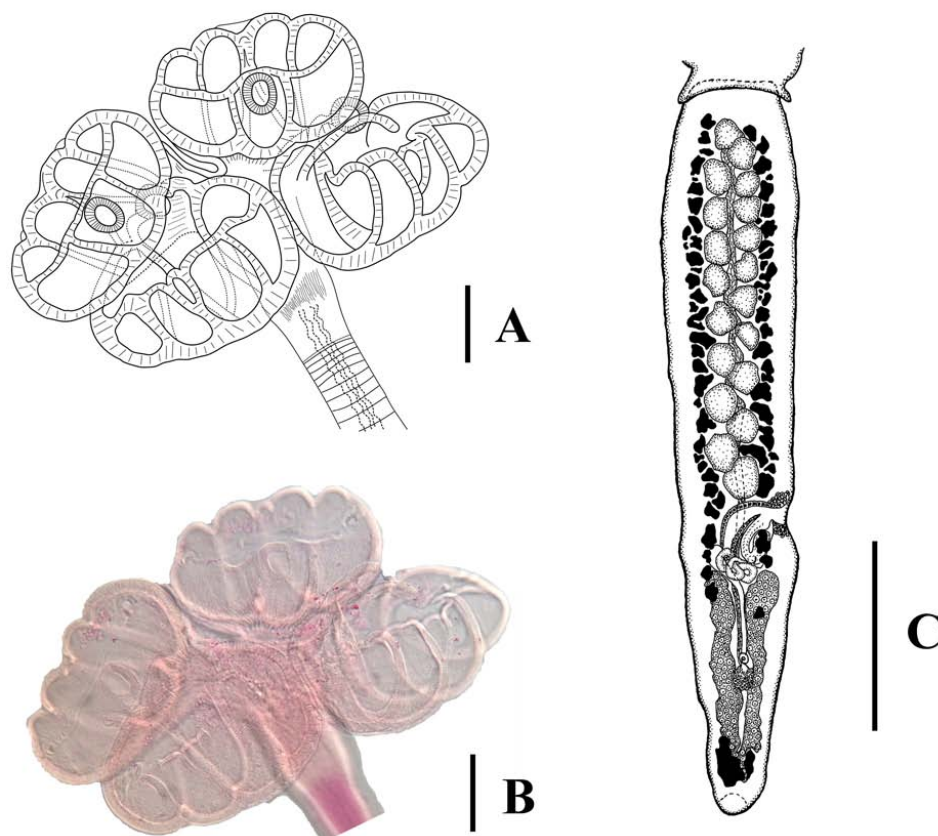


Figura 10. *Escherbothrium molinae* Berman y Brooks, 1994: A y B) Dibujo y foto del escólex de uno de los ejemplares recolectados de *E. molinae* en *Urotrygon* sp. (Günther, 1871) de Acapulco, Guerrero, México (Tomado de Zaragoza-Tapia *et al.*, 2013); C) Proglótido terminal (Tomado de Berman y Brooks, 1994). Barras de escala: A y B= 150  $\mu$ m; C= 250  $\mu$ m.

**Tetragonocephalidae**  
***Tetragonocephalum* Shipley y Hornell, 1905**

***Tetragonocephalum* sp.** (Figura 11)

Diagnosis basada en 9 ejemplares; céstodo polizóico, estróbilo craspedote, liberación de huevos por apolisis, mide en promedio 30.9 mm de largo y en promedio de 230 proglótidos. Escólex con 4 acetábulos en forma de ventosa; el escólex exhibe una modificación de forma cilíndrica; el órgano apical del escólex es grande, globular, musculoso, no invaginable, no retráctil. No presenta pedúnculo cefálico. El estróbilo presenta haces musculares longitudinales, visibles en el perímetro exterior de los proglótidos. Testículos numerosos.

Hospedero principal: *Rhinoptera steindachneri* Evermann y Jenkins, 1891 (Myliobatiformes:

Myliobatidae: Rhinopterinae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

*Comentarios*

El género *Tetragonocephalum* exhibe tener un escólex de forma fungiforme o cilíndrico, no invaginable; la parte posterior del escólex es en forma de cojín con 4 acetábulos en forma de ventosas. Los ejemplares examinados en este estudio también exhiben estas características, lo que sugiere que se debe de asignar a este género *Tetragonocephalum*.

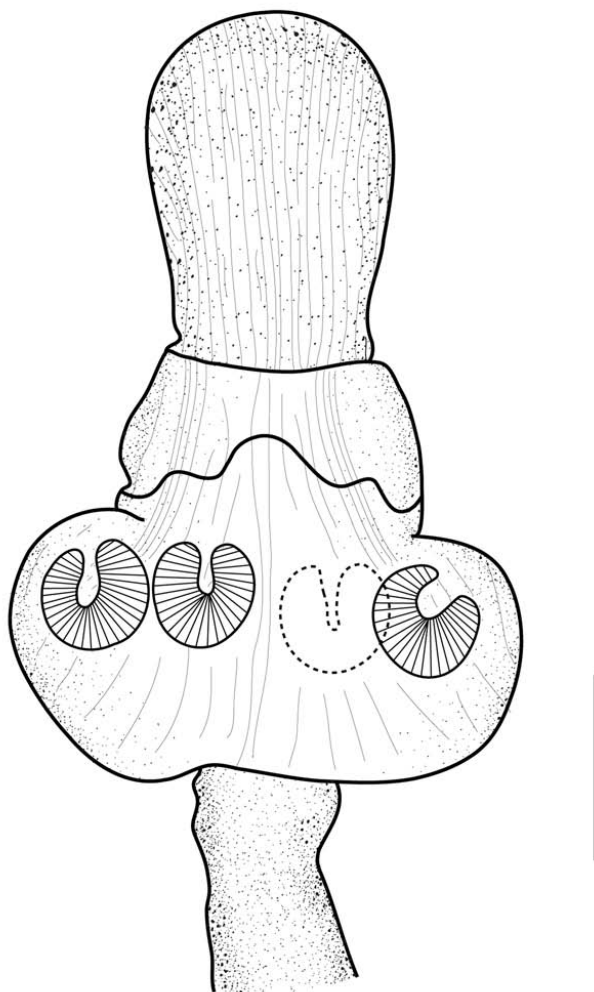


Figura 11. *Tetragonocephalum* sp.: Escólex con cuatro acetábulos en forma de ventosa. Barras de escala: 200  $\mu$ m.

### ***Tylocephalum* Linton, 1890**

#### ***Tylocephalum*** (Figura 12)

Diagnosis basada en 47 ejemplares; céstodo polizóico, estróbilo craspedote, liberación de huevos por apolisis, mide de 14.5-29.0 mm de largo y en promedio tiene 141 proglótidos. Escólex con 4 acetábulos en forma de ventosa; el escólex es más ancho que largo, el órgano apical del escólex es grande, globular, musculoso, no invaginable, no retráctil. El estróbilo presenta haces musculares longitudinales, visibles en el perímetro exterior de los proglótidos. Testículos numerosos.

Hospedero principal: *Rhinoptera steindachneri* Evermann y Jenkins, 1891 (Myliobatiformes:

Myliobatidae: Rhinopterinae)

Sitio de infección: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

#### *Comentarios*

La historia taxonómica de *Tylocephalum* se entrelaza con la de *Tetragonocephalum*. El género *Tylocephalum* exhibe tener un escólex de forma fungiforme, no invaginable; la parte posterior del escólex es en forma de cojín con 4 acetábulos en forma de ventosas. Los ejemplares examinados en este estudio también exhiben estas características, lo que sugiere que se debe de asignar a este género *Tylocephalum*.

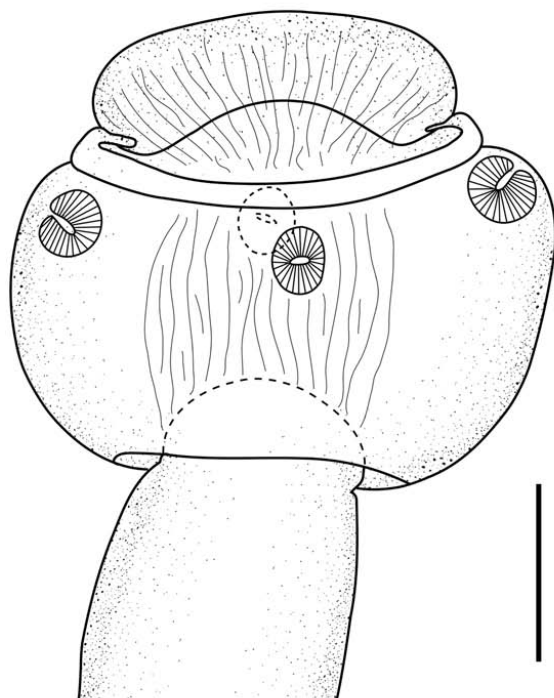


Figura 12. Género *Tylocephalum* sp.: Escólex con cuatro acetábulos en forma de ventosa. Barras de escala: 200  $\mu$ m.



**Ascaridoidea**  
**Anisakidae**

**Anisakinae Railliet y Henry, 1912**

**Anisakinae** (Larvas, Figura 13)

Diagnosis basada en 9 ejemplares, presentan cuerpo cilíndrico que mide de 2.8-5.7 mm de largo; el promedio del ancho medio del cuerpo es de 0,1 mm. El esófago mide en promedio 542  $\mu\text{m}$  de largo; el poro excretor se encuentra ubicado en el lado ventral, a una distancia en promedio de 30  $\mu\text{m}$  con respecto a la parte anterior de los ejemplares. La cola es recta y alargada; el ano con respecto a la parte posterior, se encuentra a una distancia promedio de 101  $\mu\text{m}$ .

Hospedero: *Urotrygon* sp. (Myliobatiformes: Urotrygonidae)

Sitio de localización: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

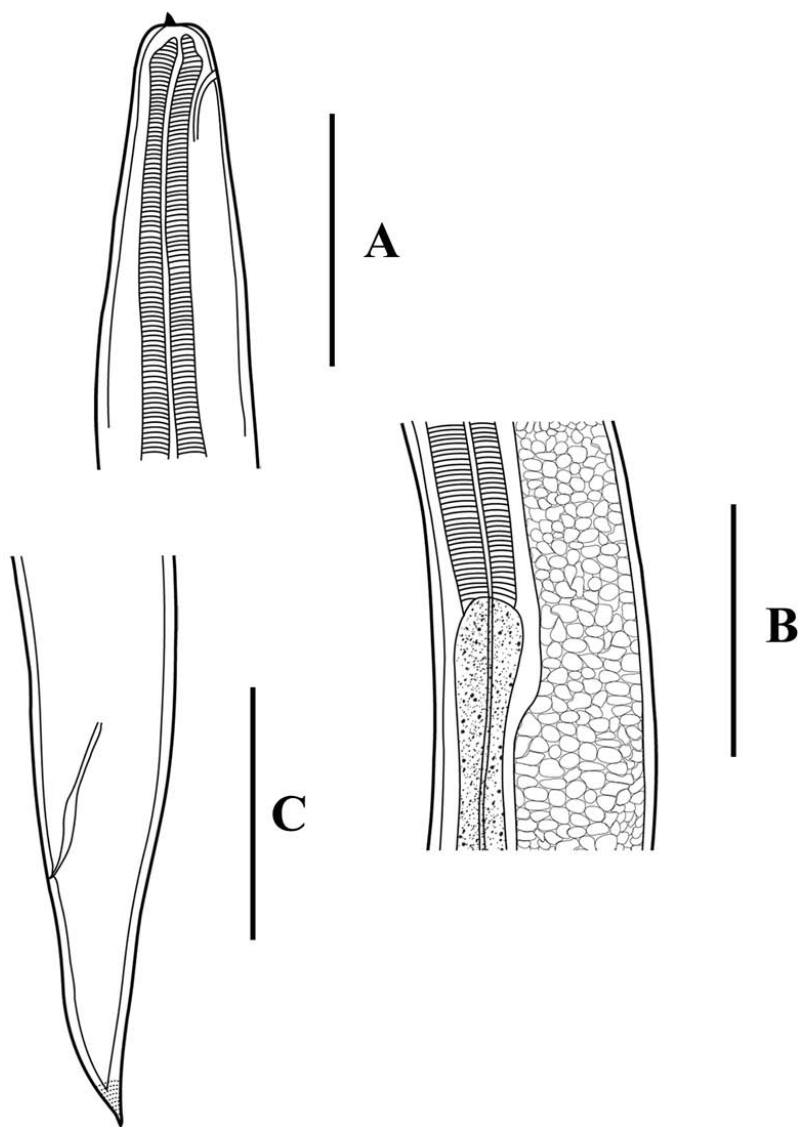


Figura 13. Anisakinae (Larva): A) Región anterior (diente larvario, esófago, poro excretor); B) Región media (parte posterior del esófago, unión esófago-intestino); C) Región caudal o posterior. Barras de escala: A, B y C= 100  $\mu$ m.

**Camallanoidea**  
**Camallanidae**

***Procamallanus (Spirocamallanus) Olsen, 1952***

***Procamallanus (Spirocamallanus sp.)*** (Larva, Figura 14)

Diagnosis basada en 1 ejemplar, exhibe un cuerpo cilíndrico que mide 3.7 mm largo; el ancho medio del ejemplar es de 0.07 mm. Se caracteriza por tener la apertura oral con dos bandas esclerotizadas en forma de espiral; la apertura oral es igual en tamaño de lo largo y ancho. El esófago mide en promedio 265  $\mu$ m de largo.

Hospedero: *Urotrygon* sp. (Myliobatiformes: Urotrygonidae)

Sitio de localización: Válvula espiral

Localidad: Bahía de Acapulco, Guerrero, México

Ejemplares depositados: (ver apéndice I)

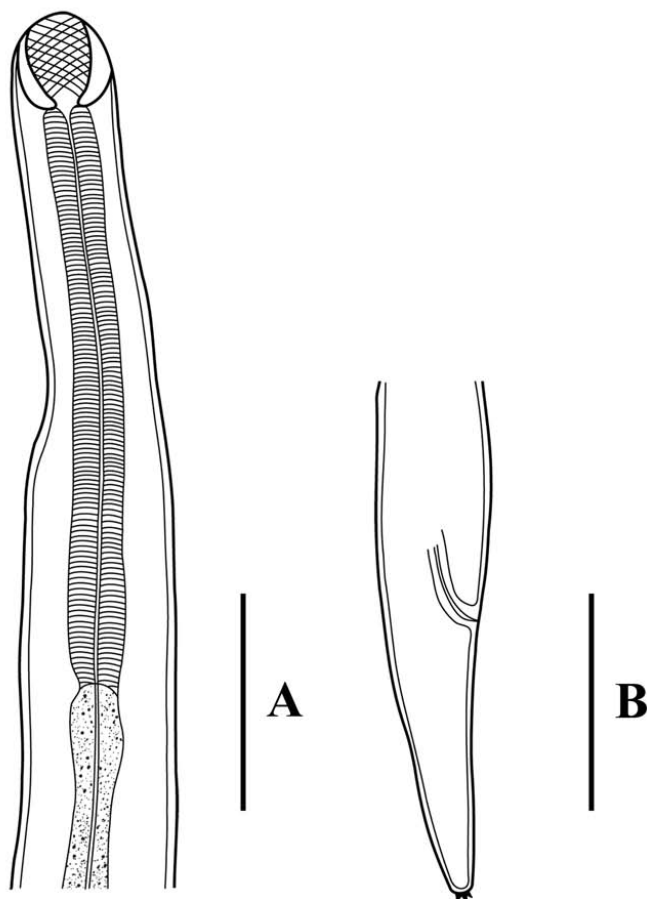


Figura 14. *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) (Larva): A) Región anterior y media (apertura oral, esófago y la unión esófago-intestino); B) Región caudal o posterior (ano y espinas). Barras de escala: A y B= 100  $\mu$ m.

### **Caracterización de las infecciones de endohelminos específicos de algunos elasmobranquios**

A continuación se presenta la caracterización de cada una de las infecciones causadas por los helmintos específicos (Tabla 3). Para los hospederos de *Narcine entemedor*, parasitados por *Nagmia rodmani*, esta exhibe una prevalencia del 27.3%, una abundancia de 0.8 individuos por hospedero revisado y una intensidad promedio de 3.0 individuos por hospedero infectado. La especie de *Acanthobothrium* sp. 1 exhibió una prevalencia de 9.1%, una abundancia de 0.7 individuos por hospedero revisado; siendo la infección más intensa con 8.0 individuos por hospedero infectado.

Los miembros de *Acanthobothrium* sp. 2 y *Acanthobothrium* sp. 3, mostraron la mayor prevalencia de entre todos los endohelminos encontrados en todas las especies de hospederos examinados, exhibiendo el 36.4%; una abundancia de 1.5 y 1.0 individuos por hospedero revisado, con una intensidad promedio de 4.0 y 2.8 individuos por hospedero infectado.

En *Rhinoptera steindachneri*, los miembros de *Serendip* sp. presentaron una prevalencia del 25.0%, con una abundancia de 1.1 individuos por hospedero revisado y una intensidad promedio de 4.5 individuos por hospedero infectado. El género *Tylocephalum* presentó la mayor abundancia con respecto a todos los endohelminos encontrados en los diferentes hospederos, 1.9 individuos por hospedero revisado y una intensidad promedio de 7.8 individuos por hospedero infectado y exhibió una prevalencia de 24.0%. Otra especie encontrada son los miembros de *Tetragonocephalum* sp. que presentó una prevalencia de 8.0%, una abundancia de 0.4 individuos por hospedero revisado y una intensidad promedio de 4.5 individuos por hospedero infectado.

En lo que se refiere a *Urotrygon* sp., *Acanthobothrium* sp. 5 y *Escherbothrium molinae* presentaron una prevalencia de 6.1%; exhibieron la abundancia más baja de los endohelminos encontrados entre todas las especies de hospederos, con un valor de 0.1 individuos por hospedero revisado, 1.7 y 1.3 individuos por hospedero infectado.

**Tabla 3. Caracterización de la infección de los endohelminos colectados en la bahía de Acapulco**

<b>Hospedero</b>	<b>Helminto</b>	<b>Er</b>	<b>Ei</b>	<b>Ni</b>	<b>P(%)</b>	<b>I.P.</b>	<b>Ab</b>
<i>Narcine entemedor</i>	<i>Acanthobothrium</i> sp. 1	11	1	8	9.1	8.0	0.7
	<i>Acanthobothrium</i> sp. 2		4	16	36.4	4.0	1.5
	<i>Acanthobothrium</i> sp. 3		4	11	36.4	2.8	1.0
	<i>Nagmia rodmani</i>		3	9	27.3	3.0	0.8
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	<i>Acanthobothrium</i> sp. 4	5	1	1	20.0	1.0	0.2
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	<i>Serendip</i> sp.	24	6	27	25.0	4.5	1.1
	<i>Tetragonocephalum</i> sp.		2	9	8.0	4.5	0.4
	<i>Tylocephalum</i> sp.		6	47	24.0	7.8	1.9
<i>Urotrygon</i> sp.	<i>Acanthobothrium</i> sp. 5	49	3	5	6.1	1.7	0.1
	<i>Escherbothrium molinae</i>		3	4	6.1	1.3	0.1

Er= Número de elasmobranquios revisados; Ei= Número de elasmobranquios infectados; Ni= Número de individuos parásitos; %= Prevalencia; I.P.= Intensidad promedio; Ab= Abundancia.

## Evaluación de la diversidad a nivel de componente de comunidad

### Riqueza de especies

Con base en los resultados de la colecta, se muestrearon ejemplares pertenecientes a seis especies de elasmobranquios; *Aetobatus narinari* y *Dasyatis longus* resultaron no parasitadas para este estudio. En la zona de la bahía de Acapulco se encontró que, los ejemplares de *Narcine entemedor* exhiben la mayor riqueza de especies; la riqueza fue 4 especies de las 10 colectadas (1 especie de digéneo y 3 especies de céstodos). *Rhinoptera steindachneri*, exhibió una riqueza de 5 especies de las 10 colectadas. En ejemplares de *Urotrygon* sp. se encontraron 2 especies de céstodos; *Rhinobatos glaucostigma* exhibió la menor riqueza de especies con solo una especies de céstodo (Tabla 4).

**Tabla 4. Presencia y ausencia de endohelminos en elasmobranquios de la bahía de Acapulco**

Hospedero	Localidad	n	Helminto									
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>Aetobatus narinari</i>	Bahía de Acapulco	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dasyatis longus</i>		5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Narcine entemedor</i>		11	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>		5	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rhinoptera steindachneri</i>		24	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>Urotrygon</i> sp.		49	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-

Número de elasmobranquios revisados (n); *Nagmia rodmani* (A); *Acanthobothrium* sp. 1 (B); *Acanthobothrium* sp. 2 (C); *Acanthobothrium* sp. 3 (D); *Acanthobothrium* sp. 4 (E); *Acanthobothrium* sp. 5 (F); *Serendip* sp. (G); *Escherbothrium molinae* (H), *Tetragonocephalum* sp. (I); *Tylocephalum* (J); - Helminto ausente; + Helminto presente.

### Diversidad

La diversidad de especies de endohelminos fue determinada para los ejemplares de los hospederos de la especies de *Narcine entemedor*, *Rhinoptera steindachneri* y *Urotrygon* sp., se calculo el índice de Menhinick y el Índice de Margalef y se determino la especie de endohelminto dominante para cada uno de los hospederos por medio del índice de dominancia de Berger-Parker. Para los de índices de Menhinick y Margalef se observo que existe relación entre el número de especies y número de hospederos tienen, y que aumentan al aumentar el tamaño de la

muestra. El índice de dominancia exhibe que *Acanthobothrium* sp. 1, *Tylocephalum* sp. y *Acanthobothrium* sp. 5 fueron las especies dominantes (Tabla. 5).

**Tabla 5. Diversidad de endohelminetos en algunos elasmobranquios de la bahía de Acapulco**

	<i>Narcine entemedor</i>	<i>Rhinoptera steindachneri</i>	<i>Urotrygon</i> sp.
Especie dominante	<i>Acanthobothrium</i> sp. 1	<i>Tylocephalum</i> sp.	<i>Acanthobothrium</i> sp. 5
Índice de Berger-Parker	0.36	0.57	0.56
Índice de Menhinick	0.60	0.33	0.67
Índice de Margalef	0.79	0.45	0.46

### Riqueza específica basada en métodos no paramétricos

Para conocer si el número de especies de helmintos registrada en cada uno de los hospederos es la esperada, se estimó la riqueza de específica, usando el estimador de Chao2, Jackknife de primer orden y Bootstrap, obteniendo el número de especies esperadas respectivamente para *Narcine entemedor*, *Rhinoptera steindachneri* y *Urotrygon* sp. (Tabla 6).

**Tabla 6. Riqueza de especies de endohelminetos observadas comparada con las especies esperadas en algunos elasmobranquios de la bahía de Acapulco**

	<i>Narcine entemedor</i>	<i>Rhinoptera steindachneri</i>	<i>Urotrygon</i> sp.
Observada	4.0	3.0	2.0
Chao 2	4.0	3.0	2.0
Jack 1	4.9	3.0	2.0
Bootstrap	4.4	3.2	2.2



### Caracterización de las infecciones de endohelminos específicos de algunos elasmobranquios reportado para Tuxpan, Veracruz, México

A continuación se presenta la caracterización reportada para cada una de las infecciones causadas por helmintos específicos (Tabla 7). Se registraron 8 especies de céstodos de tres géneros: *Acanthobothrium*, *Pseudoanthobothrium*, y *Rhinebothrium*, en 3 especies de elasmobranquios: *Dasyatis say*, *Gymnura micrura* y *Narcine brasiliensis*. El género *Acanthobothrium* se registró en las tres especies de hospederos; exhibiendo la mayor abundancia e intensidad promedio, seguido por el género *Rhinebothrium* parásito de *Dasyatis say*.

**Tabla 7. Caracterización de la infección de los endohelminos colectados en Tuxpan, Veracruz, México**

Hospedero	Helminto	Er	Ei	Ni	%	I.P.	Ab
<i>Dasyatis say</i>	<i>Pseudoanthobothrium</i> sp.	4	2	3	50.0	1.5	0.8
	<i>Rhinebothrium</i> sp. T2	4	2	28	50.0	14.0	7.0
	<i>Acanthobothrium</i> sp. T1	4	2	42	50.0	21.0	10.5
	<i>Acanthobothrium</i> sp. T2	6	2	4	33.3	2.0	0.7
	<i>Acanthobothrium</i> sp. T3	2	1	2	50.0	2.0	1.0
	<i>Rhinebothrium</i> sp. T1	2	1	1	50.0	1.0	0.5
<i>Gymnura micrura</i>	<i>Acanthobothrium</i> sp. T4	3	1	3	33.3	3.0	1.0
<i>Narcine brasiliensis</i>	<i>Acanthobothrium</i> sp. T5	9	4	2	44.4	0.5	0.2
	<i>Acanthobothrium</i> sp. T1	9	4	5	44.4	1.3	0.6

Er= Número de elasmobranquios revisados; Ei= Número de elasmobranquios infectados; Ni= Número de individuos parásitos; %= Prevalencia; I.P.= Intensidad promedio; Ab= Abundancia.

## **Discusión**

### **Registro helmintológico**

Los datos presentados en este trabajo constituyen un registro helmintológico de la bahía de Acapulco, Guerrero, México; el inventario incluye 10 especies de endohelminos específicos de elasmobranquios (Tabla 2). La mayoría de las especies identificadas para este estudio no se habían reportado anteriormente; de los géneros identificados para este estudio, sólo el género *Nagmia* y *Acanthobothrium* han sido reportados para México (Apply y Dailey, 1973, Monks, Brooks y Pérez-Ponce de León, 1996, Ghoshroy y Caira, 2001, Caira y Burge, 2001, Caira y Zahner, 2001, Curran, Blend y Overstreet, 2009). Los géneros *Serendip*, *Escherbothrium*, *Tylocephalum* y *Tetragonocephalum* forman parte de los nuevos registros para el Pacífico mexicano. En este estudio, la especie de céstodo *Escherbothrium molinae* se reportó formalmente por primera vez para México como extensión de su distribución, siendo reportada por primera vez por Berman y Brooks, 1994 para Costa Rica.

En este estudio se encontraron géneros de parásitos no específicos de elasmobranquios, ya que su ciclo de vida termina en vertebrados diferentes a los de este estudio, como son: mamíferos, aves, reptiles o anfibios (Chabaud, 2009; Hartwich, 2009). Esto se puede explicar de acuerdo con lo publicado por Edwards y Bush (1989), donde mencionan que es posible que un hospedero sea generalista en su dieta, se alimente de sus presas por la facilidad de su captura; así mismo esto puede tener como resultado la ingesta de gran cantidad de individuos parásitos, inclusive de especies de parásitos no específicas para el hospedero. Sin embargo, los hospederos pueden adquirir infecciones accidentales, o bien, puede albergar organismos parásitos que no son específicos del hospedero y no causen infección alguna, estos organismos parásitos terminarán recorriendo el tracto intestinal del hospedero no específico, hasta ser expulsados o bien, mueren dentro del tracto digestivo, ya sea por la no compatibilidad al hábitat y nicho, a por la acción inmune del hospedero.

### **Caracterización de la infección**

Se examinaron 95 elasmobranquios pertenecientes a seis géneros, de los cuales dos géneros fueron negativos a endohelminos para este estudio; se identificaron endohelminos de la clase trematoda y cestoda (Tabla 2). Los resultados obtenidos de la caracterización de la infección exhibieron que los hospederos *Narcine entemedor*, *Rhinobatos glaucostigma* y *Urotrygon* sp.

estuvieron infectados por especies de céstodos del género *Acanthobothrium*. El género *Acanthobothrium* fue el que presentó la mayor prevalencia e intensidad promedio; el porcentaje más alto de la población infectada por los miembros de *Acanthobothrium* los presentó *Narcine entemedor*, hospederos en los que se encontraron tres especies del género *Acanthobothrium* y exhibieron el 36% de prevalencia, seguida por 20% de la población infectada de *Rhinobatos glaucostigma* y finalmente *Urotrygon* sp. con el 6%. El género *Acanthobothrium* es uno de los más diversos y comúnmente encontrado parasitando elasmobranquios y tiburones (Campbell y Beveridge, 2002), aunque para los hospederos pertenecientes a *Rhinoptera steindachneri* no se encontraron miembros del género *Acanthobothrium*.

Para los hospederos de *Narcine entemedor* se registró el 27% de la población infectada por el digéneo de *Nagmia rodmani*. Curran *et al.* (2009) realizaron el primer registro de *Nagmia rodmani* en *Narcine entemedor* en el Golfo de California, en el cual la prevalencia para *Nagmia rodmani* fue del 100%. Las diferencias en las prevalencias del presente trabajo y lo publicado por Curran *et al.* (2009), se puede explicar por la distribución binomial negativa que va en relación con el número de ejemplares revisados y el número de parásitos encontrados; en la colecta realizada por Curran *et al.* (2009) el número de ejemplares revisados fueron tres y el número de ejemplares revisados en el presente estudio fue de 11, de los cuales solo tres fueron los infectados por *Nagmia rodmani*.

Para los hospederos de *Urotrygon* sp., se registró el 6% de la población infectada por el céstodo *Escherbothrium molinae*, misma prevalencia que se registró para *Acanthobothrium* sp. 5 reportada para este mismo hospedero. La intensidad promedio que *Escherbothrium molinae* exhibió fue de 1.3 individuos por hospedero infectado a diferencia de la especie de *Acanthobothrium* que exhibió 1.7 individuos por hospedero infectado.

Para los hospederos de *Rhinoptera steindachneri* se encontraron representantes de tres géneros de céstodos, *Serendip* exhibió la mayor prevalencia con el 25%, seguido por *Tylocephalum* con el 24% y *Tetragonocephalum* el 8%. La diferencia que existe en el porcentaje de la población infectada por cada una de las especies de parásitos se puede atribuir a las relaciones parásito-hospedero, a los mecanismos de transmisión de cada especie, a reacciones mediadas por la biología del hospedero o condiciones medioambientales (Anderson y Gordon, 1982). Además de esta clara diferencia, también es importante considerar que las comunidades de parásitos son dinámicas, debido al gran número de factores bióticos, abióticos, ecológicos e

históricos que pueden estar involucrados en su estructura. Por lo tanto la helmintofauna en cada región y cada hospedero puede ser variable a lo largo del tiempo y dependiente del pool de especies de parásitos disponibles.

## **Componente de comunidad**

### **Riqueza**

De acuerdo con los datos obtenidos en este estudio, se logró obtener un análisis a nivel de componente de comunidad, entendida como una comunidad de parásitos en una población de hospederos determinados (Bush *et al.*, 1997; Margolis *et al.*, 1982). La riqueza de especies observada para cada uno de los hospederos fue: *Narcine entemedor* con cuatro especies, quien exhibió el mayor número de especies, seguida de *Rhinoptera steindachneri* quien exhibió tres especies y *Urotrygon* sp. con dos especies. Cabe mencionar que no se presentó ningún intercambio de especies entre los hospederos revisados. Los ejemplares de *Rhinobatos glaucostigma* solo presentaron una especie lo que no permite realizar diferentes análisis o realizar una comparación.

### **Diversidad**

La diversidad de especies de helmintos se evaluó con el índice de Menhinick y Margalef que utilizó la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies de parásitos en función del número de ejemplares de elasmobranquios examinados. Estos índices dieron como resultado que la especie de hospedero con mayor diversidad de endohelmintos fue *Narcine entemedor*; mientras que *Urotrygon* sp. fue la segunda especie de hospedero que presento mayor diversidad de especies de acuerdo con los índices; de acuerdo a los resultados de ambos índices la especie de hospedero con menor diversidad fue *Rhinoptera steindachneri* (Tabla 6).

Cabe mencionar que de acuerdo con el valor de la riqueza de especies, el número de especies de endohelmintos observadas para *Urotrygon* sp. es menor que el de *Rhinoptera steindachneri*, información que se interpreta de manera diferente con los índices de diversidad. Esto se puede explicar por la sensibilidad al cambio que tienen los índices de diversidad al número de ejemplares examinados, es decir, el valor del índice de diversidad aumenta al aumentar el tamaño de la muestra y esto se demuestra al observar que el número de

ejemplares examinados de *Urotrygon* sp. fue de 49 a diferencia de *Rhinoptera steindachneri* con tan solo 25 ejemplares examinados.

### **Dominancia de especies**

En cuanto a la diversidad con base en la abundancia proporcional de las especies, los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies Peet (1974).

Los resultados obtenidos para este estudio, demuestran que de las cuatro especies de endohelminos encontrados en *Narcine entemedor*, la especie de endohelminto dominante fue *Acanthobothrium* sp. 1, con un valor de 0.36; de las tres especies de endohelminos encontradas en *Rhinoptera steindachneri*, la especie dominante fue *Tylocephalum* sp. exhibiendo un valor de 0.57 y de las dos especies de endohelminos encontradas en *Urotrygon* sp. la especie dominante de endohelminto fue *Acanthobothrium* sp. 5 con un valor de 0.56. Según Magurran (1988) un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia.

### **Estudios de la biodiversidad a nivel gremio de comunidad, y los factores ecológicos**

Con los datos obtenidos, se logró analizar a nivel de gremio de comunidad; entendido como: toda una comunidad de parásitos en una comunidad de hospederos determinados (Zander, 2001). La riqueza de especies observada a nivel gremio de comunidad fue de 10 especies; sin embargo, para poder saber si realmente el número de especies de endohelminos registrada en cada uno de los hospederos es la esperada, se estimó la riqueza del gremio de comunidad, obteniendo una riqueza estimada de 9, 10 y 10 endohelminos (Chao 2, Jack 1 y Bootstrap respectivamente).

Estudios previos han evaluado el desempeño de estimadores no paramétricos de riqueza de especies y han concluido que los estimadores Jackknife y Chao son algunos de los mejores estimadores de riqueza de especies para muchos tipos de comunidades en parásitos, que tienden a dar estimaciones fiables e imparciales, generalmente (Colwell y Coddington, 1994). Poulin (1998) argumenta que Jackknife, Chao y Bootstrap son los que mejor se adaptan a datos de presencia y ausencia; sin embargo, en los estudios realizados por Poulin (1998) el mejor estimador que se adapta a datos de muestras pequeñas es Bootstrap.

## **Comparación de las comunidades de endohelmintos: Acapulco, Guerrero y Tuxpan, Veracruz**

Desafortunadamente, no se cuenta actualmente con trabajos que proporcionen información previa de la riqueza de especies de parásitos en elasmobranquios con distribución en el Pacífico mexicano que permita la comparación de los resultados de este estudio. Existe un trabajo similar realizado por Rodríguez-Ibarra (2011), quien realizó una contribución al registrar algunos helmintos de algunos elasmobranquios de Tuxpan, Veracruz, México.

El autor reportó helmintos de tres localidades (Tamiahua, Tuxpan y una zona de arrecifes del Golfo de México) y revisó seis especies de elasmobranquios (*Dasyatis sabina*, *Dasyatis say*, *Gymnura micrura*, *Dipturus oregani*, *Narcine brasiliensis*, *Rhinobatos lentiginosus*), de los cuales tres especies fueron negativas a helmintos. Determinó la caracterización de la infección de acuerdo a los helmintos específicos encontrados en tres especies de hospederos. Comparó la prevalencia, intensidad promedio y abundancia de cada una de las especies de parásitos registrados.

En el presente trabajo se retomaron los datos de Rodríguez-Ibarra (2011) para poderlos comparar con los datos obtenidos en este estudio, debido a que es el primer estudio para México con enfoque a la biodiversidad de helmintos en elasmobranquios. Durante el análisis de los datos obtenidos por el autor y la base de datos publicada en su documento, se encontraron inconsistencia que en la presente discusión se retomaran.

La revisión realizada al trabajo de Rodríguez-Ibarra (2011), reveló inconsistencia de registro como fueron: el número de especies de hospederos examinados, debido a que examinó dos ejemplares de *Mobula hypostoma*, ejemplares que fueron negativas para su estudio. También se detectó que el número de individuos parásitos para algunas especies de parásitos, no se ajustaban al número de individuos parásitos registrados en su base de datos, por ejemplo: en número de individuos del céstodo *Rhinebothrium* sp. 1. reportó tener 2, cuando en la base de datos solo se tiene 1; para *Rhinebothrium* sp. 2 reportó tener 23, cuando en la base de datos se tienen 26, pero individuos montados en portas se registraron 28; estos solo son dos ejemplos de lo encontrado. Motivos por los cuales, se retomó la base de datos y los ejemplares depositados en la colección de helmintos de el laboratorio de morfología animal del centro del investigaciones biológicas realizada por Rodríguez-Ibarra (2011) para reanalizar los datos reportados por el autor.

Para el reanálisis se utilizó la información recopilada por Rodríguez-Ibarra (2011) en hojas de campo, base de datos, preparaciones permanentes de helmintos y, tuvo como resultado la caracterización de la infección de los helmintos específicos de elasmobranquios en tres especies de hospederos de las siete especies de ejemplares examinados en la región de Tuxpan, Veracruz, México (Tabla 7).

Los resultados obtenidos de las caracterizaciones de las infecciones de Guerrero y Tuxpan, permitieron observar que no se comparten especies de hospederos entre una región y la otra. Esto se puede explicar por los procesos de especiación que es uno de los más importantes pero menos entendidos en la naturaleza; por procesos evolutivos y ecológicos que promueven el aislamiento reproductivo y diferenciación genética para entender la especiación (Compagno, 1973). En relación con las especies de helmintos encontradas en este estudio y las registradas por Rodríguez-Ibarra (2011) se pudo observar que la región con más riqueza de especies de helmintos fue la región de Acapulco, Guerrero al presentar 10 especies de endohelmintos específicos de elasmobranquios (1 digéneo y 9 especies de céstodos pertenecientes a 5 géneros) y Tuxpan, Veracruz presentó solo 8 especies de endohelmintos (todos céstodos pertenecientes a 3 géneros), solo en los hospederos de Tuxpan se presentó el proceso de intercambio de especies de helmintos entre dos especies de hospederos (Tabla 7).

Los céstodos representantes del género *Acanthobothrium* se registraron para Acapulco y Tuxpan, 5 especies para este género en cada área de estudio; cabe mencionar que las 5 especies reportadas para *Acanthobothrium* por Rodríguez-Ibarra (2011), no son las mismas especies que se reportan para el presente estudio. Las especies reportadas para ambas áreas tienen características que las hacen ser nuevas o no descritas para la ciencia.

Los valores de prevalencia que presentaron las especies de helmintos de Tuxpan, exhiben valores de prevalencia como mínimo de 33% y máximo de 50%, mientras que los alcanzados por las especies de endohelmintos reportadas para Acapulco exhiben como valor mínimo un 6% y máximo 36% de la población infectada. La diferencia que existe en el porcentaje de la población infectada por cada una de las especies de parásitos en las distintas áreas de estudio, se puede atribuir a las relaciones parásito-hospedero, a los recursos disponibles de alimento para los hospederos en cada área de estudio, así como los mecanismos de transmisión de cada especie de helminto, por lo tanto la helmintofauna en cada región y cada hospedero puede ser variable a lo largo del tiempo (Anderson y Gordon, 1982).

Existen marcadas diferencias entre el trabajo realizado por Rodríguez-Ibarra (2011) y el presente trabajo. En este estudio se pudo observar, además de la distribución binomial negativa en ambas áreas de estudio, la distribución agregada de las especies parásitas, ya sea; entre un hospedero, entre especies diferentes de hospederos, en una misma área de estudio e incluso entre las diferentes áreas, éste patrón es lo que muestra generalmente la naturaleza (Anderson *et al.*, 1978).



## Conclusión

### Contribución al conocimiento de la biodiversidad de endohelminos específicos de elasmobranquios

- Se establece el primer estudio de diversidad de endohelminos en elasmobranquios del Pacífico mexicano en la bahía de Acapulco, Guerrero, México en los ejemplares de los hospederos: *Narcine entemedor*, *Rhinobatos glaucostigma*, *Rhinoptera steindachneri* y *Urotrygon* sp.
- El registro helmintológico establecido en el presente trabajo incluye 10 especies de endohelminos. Se contribuye al conocimiento de la biodiversidad de endohelminos específicos de elasmobranquios para el Pacífico mexicano con seis géneros:
  - Clase Trematoda
    - ✓ Género: *Nagmia* en la especie de hospedero *Narcine entemedor*.
  - Clase Cestoda
    - ✓ Género: *Acanthobothrium* se colectó en las especies de hospederos de *Narcine entemedor*, *Rhinobatos glaucostigma* y *Urotrygon* sp.
    - ✓ Género *Serendip*, *Tetragonocephalum* y *Tylocephalum* se colectaron en *Rhinoptera steindachneri*.
    - ✓ Género *Escherbothrium* se colectó en *Urotrygon* sp..

### Evaluación de la diversidad de helmintos a nivel de componente de comunidad

- La riqueza de especies observada en componente de comunidad fue:
  - *Narcine entemedor* presentó una riqueza de 4 especies de endohelminos. Este hospedero fue quien presentó la mayor riqueza de especies.
  - *Rhinoptera steindachneri* presentó una riqueza de 3 especies de endohelminos.
  - *Urotrygon* sp. presentó una riqueza de 2 especies de endohelminos.
- El grupo de parásitos que mostraron alta prevalencia, intensidad promedio y abundancia fueron los miembros del género *Acanthobothrium* en ejemplares de los hospederos *Narcine entemedor* y *Urotrygon* sp..
- El género *Tylocephalum*, seguido por *Serendip* mostraron alta prevalencia, intensidad promedio y abundancia en ejemplares del hospedero *Rhinoptera steindachneri*.

- La comparación realizada para este estudio entre la prevalencia, intensidad promedio y abundancia, contribuyó principalmente en la demostración de las diferencias entre las especies de endohelminetos.
- De acuerdo a los índices de Menhinick y Margalef la especie de hospedero con mayor diversidad de especies de endohelminetos específicos de elasmobranquios, fue *Narcine entemedor*.

### **Evaluación de la diversidad de helmintos a nivel de gremio de comunidad**

- La riqueza de especies observada a nivel gremio de comunidad fue de 10 especies; sin embargo, se estimó la riqueza del gremio de comunidad en 9, 10 y 10 con los estimadores de Chao 2, Jack 1 y Bootstrap respectivamente.
- La especie dominante para cada especie de hospedero fue determinada de acuerdo con el índice de Berger-Parker.
  - *Acanthobothrium* sp. 1 fue la especie dominante de endohelminto en *Narcine entemedor*.
  - *Tylocephalum* sp. fue la especie de endohelminto dominante en *Rhinoptera steindachneri*.
  - *Acanthobothrium* sp. 5 fue la especies de endohelminto dominante en *Urotrygon* sp..

### **Comparación de las comunidades de endohelminetos: Acapulco y Tuxpan**

- Rodríguez-Ibarra (2011) y el presente trabajo demostraron que la helmintofauna en cada región y cada hospedero son variables y diferentes. Los resultados obtenidos de las caracterizaciones de las infecciones de Guerrero y Tuxpan, permitieron observar que no se comparten especies de hospederos entre una región y la otra.
- Los factores bióticos y abióticos, así como procesos evolutivos, son los que determinan la relación parásito-hospedero así como la distribución en de ellos en espacio y tiempo.

### **Endohelminetos no específicos de elasmobranquios**

- Se consideraron especies de helmintos ocasionales aquellas especies de helmintos que su ciclo de vida termina en distintos peces a los estudiados.

De los endohelminetos considerados como no específicos para elasmobranquios, se colectaron para este estudio miembros del phylum nematoda.

## Referencias bibliográficas

- Aguilar-Aguilar, R., G. Salgado-Maldonado, R. Contreras-Medina, y A. Martínez-Aquino. 2008. Richness and endemism of helminth parasites of freshwater fishes in Mexico. *Biological Journal of the Linnean Society* 94:435-444.
- Alvarez-Pellitero, P. 1988. Enfermedades producidas por parásitos en peces. 215-326 *in* Espinosa, J., and U. Ubarta, eds. *Patología en Acuicultura*. CAICYT, Madrid, 215-326.
- Anderson, R. C., A. G. Chabaud, y S. Willmott. 2009. Keys to the nematode parasites of vertebrates: archival volume. In *Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates*. Vol. eds. CABI North American Office, Cambridge, Mass. E. U. A.
- Anderson, R. M., y D. M. Gordon. 1982. Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology* 85:373-398.
- Anderson, R. M., P. J. Whitfield, A. P. Dobson, y A. E. Keymer. 1978. Concomitant predation and infection processes: an experimental study. *Journal of Animal Ecology* 47:891-911.
- Appy, R. G. y M. D. Dailey. 1973. Two new species of *Acanthobothrium* (Cestoda: Tetracanthellidae) from elasmobranchs of the eastern Pacific. *Journal of Parasitology* 59:817-820.
- Bardach, J. E., Miller, R. R., Dora, R., y Passino, M. 1977. *Ichthyology*. New York: Wiley. 493 pp.
- Berman, R. and D. R. Brooks. 1994. *Escherbothrium molinae* n. gen. et n. sp. (Eucestoda: Tetracanthellidae: Triloculariidae) in *Urotrygon chilensis* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Urolophidae) from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Journal of Parasitology* 80(5): 775-780.
- Brooks, D. R. y R. Barriga. 1995. *Serendip deborahae* n. sp. (Eucestoda: Tetracanthellidae: Serendipidae n. fam.) in *Rhinoptera steindachneri* Evermann and Jenkins, 1891 (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Myliobatidae) from Southeastern Ecuador. *Journal of Parasitology* 81(1): 80-84.
- Brusca, R. C. y G. J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer Associates Inc. U. S. A. 936 pp.
- Bush, A. O., Kevin D. Lafferty, Jeffrey M. Lotz y A. W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.

- Bush, A. O., J. M. Aho, y C. R. Kennedy. 1990. Ecological versus phylogenetic determinants of helminth parasite community richness. *Evolutionary Ecology* 4:1-20.
- Caira, J. N. y A. N. Bruge. 2001. Three New Species of *Acanthobothrium* (Cestoda: Tetracanthocephala) from the Ocellated Electric Ray, *Diplobatis ommata*, in the Gulf of California, Mexico. *Comparative Parasitology* 68:52-65.
- Caira J. N. y C. J. Healy. 2004. Elasmobranchs as host of metazoan parasites. In: *Biology of sharks and their relatives*. Carrier J. C., Musick J. A. and Heithaus M. R. (eds) CRC Press, 5235-51.
- Caira, J. N. y S. D. Zahner. 2001. Two new species of *Acanthobothrium* Beneden, 1849 (Tetracanthocephala: Onchobothriidae) from horn sharks in the Gulf of California, Mexico. *Systematic Parasitology* 50:219-229.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca. pp.
- Castro-Aguirre, J. L. y H. Espinosa-Pérez. 1996. Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideomorpha). Instituto de Biología, UNAM. México, D. F. 75 pp.
- Castro-Aguirre, J. L., H. S. E. Perez y J. J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México. 711 pp.
- Coayla-Berroa, R. y P. Rivera-Miranda. 2008. Estudio sobre la seguridad en el mar para la pesca artesanal y en pequeña escala. *En: 2. América Latina y el Caribe*. FAO Circular de Pesca. 58 pp.
- Colwell, R. K., y Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345:101-118.
- Campbell, R. A., y I. Beveridge. 2002. The genus *Acanthobothrium* (Cestoda:Tetracanthocephala: Onchobothriidae) parasitic in Australian elasmobranch fishes. *Invertebrate Systematics* 16:273-344.
- Compagno, L. J. V. 1984. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. *En: Part 1-Hexanchiformes to Lamniformes*. FAO Fisheries Synopsis. pp. 249.

- Compagno, L. J. V. 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays. *American Zoologist* 17:303-322.
- Compagno, L. J. V., 1973. Interrelationships of living elasmobranchs. *Zool. J. Linn. Soc.* 53 (Suppl. 1), 15–61.
- Cruz-Reyes, A., y B. Camargo-Camargo. 2001. Glosario de términos en parasitología y ciencias afines. Plaza y Valdés, S. A. de C. V., México.
- Curran, S. S., Blend, C. K., y Overstreet, R. M. (2009). *Nagmia rodmani* n. sp., *Nagmia cisloi* n. sp., and *Probolitrema richiardii* (López, 1888) (Gorgoderidae: Anaporrhutinae) from Elasmobranchs in the Gulf of California, Mexico. *Comparative Parasitology* 76:6-18.
- Dollfus, R. P. 1926. Sur *Acanthobothrium crassicolle* K. Wedl 1855. *Bulletin Société Zool. France* 51:464-470.
- Edwards, D. D. y A. O. Bush. 1989. Helminth communities in avocets: importance of the compound community. *Journal Parasitology* 75:225-238
- Euzet, L. 1956. Recherches sur les Cestodes Tétraphyllides des Sélaciens des cotes de France. Doctorat ès Sciences Naturelles. University of Montpellier, Montpellier, France, 263 p.
- Froese, R. and D. Pauly. (Eds). 2012. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (12/2012).
- Ghoshroy, S. y J. N. Caira. 2001. Four new species of *Acanthobothrium* (Cestoda: Tetraphyllidea) from the whiptail stingray *Dasyatis brevis* in the Gulf of California, Mexico. *Journal of Parasitology* 87:354-72.
- Gibson, D. I., Jones, A., y Bray, R. A. 2008. Keys to the Trematoda (Vol. 3). London, U.K., CABI Publishing and The Natural History Museum.
- Goldstein, R. J. 1967. The genus *Acanthobothrium* van Benden, 1849 (Cestoda: Tetraphyllidea). *Journal of Parasitology* 53:455-483.
- González, A. F., S. Pascual, C. Gestal, E. Abollo, y A. Guerra. 2003. What makes a cephalopod a suitable host for parasite? The case of Galician waters. *Fisheries Research* 60:177-183.
- Grassé, P.-P. 1959. Classe des priapulien. *En: (Eds). Traité de Zoologie, anatomie, systématique, biologie.* Masson et Cie. Editeurs. Paris. pp. 909-926.
- Holmes, J. C., y S. Zohar. 1990. Pathology and host behaviour. 34-63 34-63 in Barnard, C. J., and J. M. Behnke, eds. *Parasitism and Host Behaviour.* Taylor and Francis Ltd., London, U. K., 34-63.

- Iriondo, J. M. 2000. Taxonomía y conservación: dos aproximaciones a un mismo dilema. *Portugaliae Acta Biologica* 19:1-7.
- Kennedy, C. R., y H. H. Williams. 1989. Helminth parasite community diversity in a marine fish, *Raja batis* L. *Journal of Fish Biology* 34:971-972.
- Khalil, L. F., A. Jones, y R. A. Bray. 1994. Keys to the cestode parasites of vertebrates. In Vol. Khalil, L. F., A. Jones, and R. A. Bray (eds.). Cab International, Wallingford, U. K.
- Knoff, M., S. Carmona de São Clemente, R. Magalhães-Pinto, y D. Corrêa-Gomes. 2001. Digenea and Acanthocephala of elasmobranch fishes from the Southern coast of Brazil. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 96:1095-1101.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York, R. U. A.
- Luque, J. L., y R. Poulin. 2008. Linking ecology with parasite diversity in Neotropical fishes. *Journal of Fish Biology* 72:189-204.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Ed. Blackwell Publishing Company. Malden, Mass. 256 pp.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Margolis, L., G. W. Esch, J. C. Holmes, A. M. Kuris, y G. A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of The American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68:131-133.
- Monks, S., G. Pulido-Flores, C.E. Bautista-Hernández, B. Alemán-García, J. Falcón-Ordaz y J.C. Gaytán-Oyarzún. 2013. El uso de helmintos parásitos como bioindicadores en la evaluación de la calidad del agua: Lago de Tecocomulco vs. Laguna de Metztlán, Hidalgo, México. *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. G. Pulido-Flores and S. Monks. Lincoln, Nebraska, Zea Books. II: 25-34.
- Monks, S., D. R. Brooks y G. Pérez-Ponce de León. 1996. A new species of *Acanthobothrium* Van Beneden, 1849 (Eucestoda: Tetraphyllidea: Onchobothriidae) in *Dasyatis longus* Garman (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Dasyatidae) from Chamela Bay, Jalisco, Mexico. *Journal of Parasitology* 82:484-488.
- Monks, S. y D. J. Richardson. 2011. Phylum Acanthocephala Kohlreuther, 1771. Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Z.-Q. Zhang. Auckland, New Zealand, Magnolia Press: 234-237.

- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:285-307.
- Pritchard, M. H. y G. O. W. Kruse. 1982. The collection and preservation of animal parasites. Ed. University of Nebraska Press. Lincoln, Nebraska. 141 pp.
- Pulido-Flores, G. 2001. Monogéneos de algunos batoideos (Chondrichthyes: Elasmobranchii) de la península de Yucatán, México con una reevaluación de la filogenia de Monocotylidae Taschenberg, 1879. Tesis Doctoral, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo. 186 pp.
- Pulido-Flores, G. y S. Monks. 2005. Monogenean parasites of some elasmobranchs (Chondrichthyes) from the Yucatán Peninsula, México. *Comparative Parasitology* 72:69-74.
- Pulido-Flores, G. y S. Monks. 2008. Especies de helmintos introducidas como bioindicadores de la calidad ambiental en la Laguna de Metztitlán, Hidalgo, México. IV Foro de Investigadores por la Conservación y II Simposio de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo. G. Pulido-Flores, A. L. López-Escamilla and M. T. Pulido-Silva. Pachuca, Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: 97-105.
- Poulin, R. 1998. Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal Parasitology* 485-490.
- Pozdnyakov, S. E., y David I. Gibson. 2008. Family Gorgoderidae Looss, 1899. 191-213 in Bray, Rodney A., David I. Gibson, and A. Jones, eds. *Keys to the Trematoda*. CAB International y Natural History Museum, London, 191-213.
- Rodríguez-Ibarra A.E. 2011. Helmintos intestinales de algunos batoideos de Tamiahua y Tuxpan, Veracruz, México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 118 pp.
- Ruppert, E. E., y R. D. Barnes. 1996. *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana, México.
- Salgado-Maldonado, G., y R. F. Pineda-López. 2003. The Asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biological Invasions* 5:261-268.
- Schmidt, G. D. y L. S. Roberts. 1977. *Foundations in Parasitology*. St. Louis, The C.V. Mosby Co.

- Schmidt, G. D. 1986. CRC handbook of tapeworm identification. Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc.
- Vázquez B. V. 2010. Diversidad y abundancia de los rajiformes capturados de manera incidental con chinchorro playero en la bahía de Acapulco Guerrero, México. Tesis Profesional, UAEM, Universidad Autónoma de Guerrero. 56 pp.
- Yamaguti, S. 1958. The digenic trematodes of vertebrates. New York, Wiley Interscience Publications.
- Zander, C. D. 2001. The guild as a concept and a means in ecological parasitology. *Parasitology Research* 87:484-48.
- Zaragoza-Tapia, F., S. Monks, G. Pulido-Flores, y J. Violante-González. 2013. Distribution Extension of *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1994 (Cestoda: Tetraphyllidea: Triloculariidae) in *Urotrygon* sp. from the Pacific Coast of Mexico 9(5):1124-1125.



**Apéndice I.** Helmintos depositados en la Colección de Helmintos del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

***Nagmia rodmani***

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-141-02-01	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-02-02	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-02-03	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-02-04	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-02-05	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-02-06	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-02-07	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-01-01	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-153-01-01	<i>Nagmia</i>	<i>rodmani</i>	<i>Narcine entemedor</i>

***Acanthobothrium sp. 1***

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-141-04-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-04-02	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-04-03	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-04-04	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-04-05	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-04-06	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-04-07	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-04-08	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 1	<i>Narcine entemedor</i>

***Acanthobothrium sp. 2***

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-080-03-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-02-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-05-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-06-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-07-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-08-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-142-02-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-142-04-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-142-05-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-142-06-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>

***Acanthobothrium* sp. 2** (continuación)

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-144-03-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-03-02	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-03-03	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-03-04	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-04-03	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-04-04	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 2	<i>Narcine entemedor</i>

***Acanthobothrium* sp. 3**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-138-04-01A	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-04-01B	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-10-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-138-11-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-05-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-05-02	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-05-03	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-141-05-04	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-142-03-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-02-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-02-02	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>
GRO-11-144-04-02	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 3	<i>Narcine entemedor</i>

***Acanthobothrium* sp. 4**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-145-01-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 4	<i>Rhinobatos glaucostigma</i>

***Acanthobothrium* sp. 5**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-12-069-01-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 5	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-079-01-01	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 5	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-079-01-02	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 5	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-079-01-03	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 5	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-079-01-04	<i>Acanthobothrium</i>	sp. 5	<i>Urotrygon</i> sp.

***Serendip* sp.**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-190-06-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-02	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-03	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-04	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-05	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-06	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-07	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-08	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-09	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-10	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-11	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-12A	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-06-12B	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-193-05-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-193-05-02	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-193-05-03	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-02	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-03	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-04	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-03-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-01-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-212-01-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-218-01-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-218-01-02	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-218-01-03	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-218-01-04	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-12-089-01	<i>Serendip</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>

***Tetragonocephalum* sp.**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-107-05-02	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-05-04	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-05-05	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-08-02	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-12-090-01	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-12-090-02	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-12-090-03	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-12-090-04	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>

***Tetragonocephalum* sp. (continuación)**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-12-090-05	<i>Tetragonocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>

***Tylocephalum* sp.**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-107-03-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-03-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-05-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-05-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-05-06	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-107-08-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-03-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-03-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-03-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-03-04	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-03-05	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-03-06	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-04-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-04-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-04-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-04-04	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-190-04-05	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-193-03-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-193-03-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-193-03-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-193-04-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-04	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-02-05	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-03-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-03-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-03-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-03-04	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-03-05	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-194-03-06	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>

***Tylocephalum* sp. (continuación)**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	(Especie)	
GRO-11-194-03-07	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-01-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-01-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-02-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-02-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-02-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-02-04	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-02-05	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-02-06	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-195-02-07	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-217-02-01	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-217-02-02	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-217-02-03	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-217-02-04	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>
GRO-11-217-02-05	<i>Tylocephalum</i>	sp.	<i>Rhinoptera steindachneri</i>

**Anisakinae**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	Familia	Subfamilia	
GRO-12-067-01-02	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-067-01-03	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-071-02-01	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-071-02-02	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-073-01-01	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-073-01-02	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-083-01-01	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-083-01-02	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.
GRO-12-084-02-01	Anisakidae	Anisakinae	<i>Urotrygon</i> sp.

***Procamallanus* (*Spirocamallanus* sp.)**

No. de parásito	Especie de Parásito		Especie de Hospedero
	(Género)	Subgénero - Especie	
GRO-12-067-01-01	<i>Procamallanus</i>	<i>Spirocamallanus</i> sp.	<i>Urotrygon</i> sp.

## Apéndice II. Distribution extension of *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1994 (Cestoda: Tetrphyllidea: Triloculariidae) in *Urotrygon* sp. from the Pacific Coast of Mexico

Check List 9(5): 1124–1125, 2013  
 © 2013 Check List and Authors  
 ISSN 1809-127X (available at [www.checklist.org.br](http://www.checklist.org.br))

**Check List**  
 Journal of species lists and distribution

NOTES ON GEOGRAPHIC DISTRIBUTION

### Distribution extension of *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1994 (Cestoda: Tetrphyllidea: Triloculariidae) in *Urotrygon* sp. from the Pacific Coast of Mexico

Francisco Zaragoza-Tapia<sup>1</sup>, Scott Monks<sup>1\*</sup>, Griselda Pulido-Flores<sup>1</sup> and Juan Violante-González<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Biológicas, Laboratorio de Morfología Animal. Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5, Mineral de la Reforma, Apartado Postal 1-69, CP. 42001. Pachuca, Hidalgo, México.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad Académica de Ecología Marina. Gran Vía Tropical No. 20, Fraccionamiento Las Playas, CP. 39390, Acapulco, Guerrero, México.

\* Corresponding author. E-mail: [scottmonks@hotmail.com](mailto:scottmonks@hotmail.com)

**ABSTRACT:** Cestodes collected from the spiral valves of the stingray *Urotrygon* sp. from the Pacific coast of Mexico were identified as *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1994. The first report of the species was from the Gulf of Nicoya and the Guanacaste coast, Costa Rica; this work represents the second report of the species since the original description and extends its distribution north to Acapulco, Guerrero, Mexico.

*Escherbothrium molinae* was described by Berman and Brooks (1994) based on 35 specimens taken from several individuals of *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Urolophidae), the Chilean round ray, collected in the Gulf of Nicoya and the Guanacaste coast, Costa Rica. Since that date the species has been mentioned in publications by Brooks and Barriga (1995), Brooks *et al.* (1999), and Caira *et al.* (1999), among others, but it has not been reported again.

As part of a continuing study of the helminth parasites of stingrays of the Acapulco and Jalisco, nine stingrays (*Urotrygon* sp.) were collected from waters off Bahía de Chamela, Jalisco, Mexico (19°31' N; 105°04' W) (three in July 2001 and six in January 2004); five specimens of *U. munda* from Golfo de Santa Elena, Playa Cuajiniquíl, Costa Rica (10°57' N, 85°48' W) (February 1996); and 34 stingrays (*Urotrygon* sp.) from Bahía de Acapulco, Guerrero (16°50' N; 99°53' W) (October 2012) by local fishermen. Individual stingrays were maintained on ice until examined and the intestinal tract removed and examined according to (Monks *et al.* 1996). Ectohelminths and endohelminths were fixed and then transferred to 70% ethyl alcohol. Three stingrays (July 2001) and three of the 34 stingrays (October 2012) were infected with eight specimens of *E. molinae*. Worms were stained using Delafield's hematoxylin or Mayer's carmalum, cleared in Methyl Salicylate, and mounted in Canada balsam for examination as whole mounts. Voucher specimens were deposited in the Colección Nacional de Helmintos, IBUNAM, Mexico (CNHE-8513, CNHE-8514); and the Harold W. Manter Laboratory, University of Nebraska-Lincoln, U.S.A (HWML-49850 to HWML-49853).

In the original work, Berman and Brooks (1994), established the genus and described *E. molinae*; the name of the genus was inspired by the artwork of M. C. Escher. They examined the holotype and paratypes of *Zyxiobothrium* Hayden and Campbell, 1981 and illustrations of the scolex of *Pentaloculum* Alexander, 1963, and they noted a marked similarity between the scoleces of those

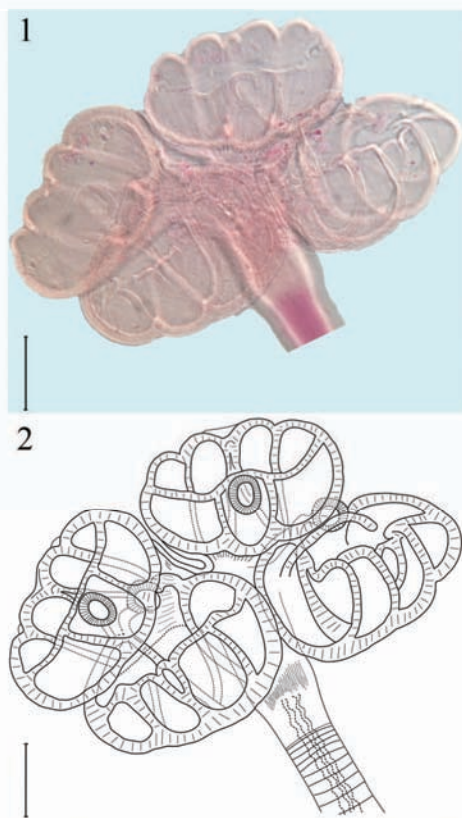
taxa and the bifurcating structure of the medial bothridial septa of *E. molinae*. Therefore, they placed it into the family Triloculariidae. Others have suggested that the genus should be moved to the Rhinebothriinae, but formal taxonomic studies of this question are still wanting.

To date, the only known species of *Escherbothrium* is a parasite of elasmobranchs, *Urotrygon* sp. It has a singular type of scolex with 4 pedicellated bothridia, cup-shaped bothridia, each bothridium with apical sucker and muscular septa dividing it into 4 large and 2 small loculi (Figures 1-2). The specimens we collected conform to the description established by Berman and Brooks (1994) in this and the other features included in their description; Figures 1-2 are provided to aid in the identification of specimens.

The most often overlooked components of the biodiversity of a country are those organisms with life cycles as parasites. Unless there are health-related problems with particular species (Poulin 2004; Brooks and Hoberg 2008), only specialists are concerned about their presence or the possibility of their extinction; it is doubtful if a species of parasite will ever make the "Red List" (IUCN 2012). This is partly because the public sees parasites as diseases that must be cured rather than an indispensable part of natural systems (Brooks and McLennan 2002). This lack of emphasis has resulted in there being few reports of their distributions except in the specialized literature, and many helminths have only been reported in the original descriptions. Despite the usefulness of distribution records of parasites to our understanding of the ecology and evolution of parasites and their hosts (Brooks and McLennan 1993; Brooks and Hoberg 2000; Poulin 1999), this trend has yet to be reversed. This report of the range extension of *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1994 is offered to provide information useful for those classes of studies.

Finally, the finding of *E. molinae* in Guerrero and Jalisco, suggests that individuals of *U. chilensis* are moving (possibly migrating) within the limits of the range of





**FIGURE 1-2.** Scolex of *Escherbothrium molinae* Berman and Brooks, 1994 from *Urotrygon* sp. (Günther, 1871) from Acapulco, Guerrero, Mexico. 1. *Escherbothrium molinae*, photo. 2. *Escherbothrium molinae*, drawing. Bar = 150  $\mu$ m

the species (Castro-Aguirre and Espinosa-Pérez 1996; Fishbase 2012). From this second report, and the distance between each known locality, it is obvious that further studies must be carried out for a fuller understanding of the distribution of *E. molinae*, particularly in the localities between Mexico and Costa Rica. Molecular studies could shed light on this hypothesis and provide information about the potential "passive migration" of *E. molinae*. The stingrays should also be studied with the same goal. The taxa from Mexico that are host for *E. molinae* are difficult to distinguish and assign to a particular species. Both *U. chilensis* (Günther, 1872) and *U. rogersi* (Jordan and Starks, 1895) are common along this coast, and there are occasional reports of *U. nana* Miyake and McEachran, 1988 (see Castro-Aguirre and Espinosa-Pérez 1996). The morphology (*i.e.*, coloration, etc.) of these species is variable and each is virtually indistinguishable to casual observation; assignment to species is based primarily on the form of the pupil cover of the eye (McEachran 1995; Fishbase 2012). Thus, we are relatively sure that the stingrays collected in Mexico are either *U. chilensis*

or *U. rogersi* (or both species were included), but we cannot be sure beyond assigning them to *Urotrygon* sp. Both parasitological and ichthyological knowledge would benefit from a thorough study of this genus that would correlate morphology and molecular identification.

**ACKNOWLEDGMENTS:** The authors thank all those who made possible the collection and examination of specimens. Scott L. Gardner and Gabor Racz, Curator and Collection Manager, respectively, at the HWML, and Mary Hanson Pritchard, Affiliate of the HWML, provided access to material of the collection and literature in the laboratory archives. This study was supported by funds from the Project: Inventario Ambiental y Establecimiento de Indicadores Regionales de la Red Temática: Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable (PROMEP-SEP). Part of this manuscript was prepared during a Postdoctoral research visit to the HWML by the authors and supported by funds from the Patronato Universitario (Gerardo Soza Castellán, President), Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), and the Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMEX). The Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) provided a scholarship (No.432427) to FZ-T.

#### LITERATURE CITED

- Berman, R., and D.R. Brooks. 1994. *Escherbothrium molinae* n. gen. et n. sp. (Eucestoda: Tetrathyphleidae: Triloculariidae) in *Urotrygon chilensis* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Urolophidae) from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Journal of Parasitology* 80: 775-780.
- Brooks, D.R. and R. Barriga. 1995. *Serendip deborahae* n. sp. (Eucestoda: Tetrathyphleidae: Serendipidae n. fam.) in *Rhinoptera steindachneri* Evermann and Jenkins, 1891 (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Myliobatidae) from Southeastern Ecuador. *Journal of Parasitology* 81: 80-84.
- Brooks, D.R. and E.P. Hoberg. 2000. Triage for the biosphere: the need and rationale for taxonomic inventories and phylogenetic studies of parasites. *Comparative Parasitology* 67: 1-25.
- Brooks, D.R. and E.P. Hoberg. 2008. Darwin's necessary misfit and the sloshing bucket: the evolutionary biology of emerging infectious diseases. *Evolution: Education and Outreach* 1: 2-9.
- Brooks, D.R., F. Marques, C. Perroni and C. Sidagis. 1999. *Scyphophyllidium uruguayense* n. sp. (Eucestoda: Tetrathyphleidae) in *Mustelus mento* (Cope, 1877) (Chondrichthyes: Carcharhiniformes: Triakidae) from la Paloma, Uruguay. *Journal of Parasitology* 85: 490-495.
- Brooks, D.R. and D.A. McLennan. 1993. *Parascript: parasites and the language of evolution*. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press. 429 p.
- Brooks, D.R. and D.A. McLennan. 2002. *The nature of diversity: an evolutionary voyage of discovery*. Chicago: The University of Chicago Press. 668 p.
- Caira, J.N., K. Jensen and C.J. Healy. 1999. On the phylogenetic relationships among tetrathyphleidean, lecanicephalidean and diphyllidean tapeworm genera. *Systematic Parasitology* 42: 77-151.
- Castro-Aguirre, J.L. and H. Espinosa-Pérez. 1996. *Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha)*. México, D. F.: Instituto de Biología, UNAM. 75 p.
- FishBase. 2012. *Fishbase. Version 02-2013*. Electronic database accessible at <http://www.fishbase.org/>. Captured on 11 March 2013.
- IUCN, International Union for Conservation of Nature. 2012. *IUCN Red List Categories and Criteria*. Version 3.1. Second edition. Gland and Cambridge: IUCN. 32 p.
- McEachran, J.D. 1995. Urolophidae. Rayas redondas; p. 786-792 In W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V.H. Niem (ed.), *Guía FAO para Identificación de Especies para lo Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental*. Roma: FAO.
- Monks, S., D.R. Brooks and G. Pérez-Ponce de León. 1996. A new species of *Acanthobothrium* Van Beneden, 1849 (Eucestoda: Tetrathyphleidae: Onchobothriidae) in *Dasyatis longus* Garman (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Dasyatidae) from Chamela Bay, Jalisco, Mexico. *Journal of Parasitology* 82: 484-488.
- Poulin, R. 1999. The functional importance of parasite in animal communities: many roles at many levels? *International Journal for Parasitology* 29: 903-914.
- Poulin, R. 2004. Parasite species richness in New Zealand fishes: a grossly underestimated component of biodiversity? *Diversity & Distributions* 10: 31-37.

RECEIVED: April 2013  
ACCEPTED: August 2013  
PUBLISHED ONLINE: October 2013  
EDITORIAL RESPONSIBILITY: Simone Chinicz Cohen

