

University of Nebraska - Lincoln

DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln

Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas
aledañas

Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of

1-1-2013

Primer reporte helmintológico de *Ambystoma velasci* Dugés, 1888 de Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México

Roosevelt Rodríguez-Amador
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Scott Monks
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, smonks@uaeh.edu.mx

Griselda Pulido-Flores
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, gpulido@uaeh.edu.mx

Follow this and additional works at: <http://digitalcommons.unl.edu/hidalgo>

 Part of the [Zoology Commons](#)

Rodríguez-Amador, Roosevelt; Monks, Scott; and Pulido-Flores, Griselda, "Primer reporte helmintológico de *Ambystoma velasci* Dugés, 1888 de Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México" (2013). *Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas*. Paper 15. <http://digitalcommons.unl.edu/hidalgo/15>

This Article is brought to you for free and open access by the Parasitology, Harold W. Manter Laboratory of at DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln. It has been accepted for inclusion in Estudios científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas by an authorized administrator of DigitalCommons@University of Nebraska - Lincoln.

Primer reporte helmintológico de *Ambystoma velasci* Dugés, 1888 de Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México

Roosevelt Rodríguez-Amador, Scott Monks, y Griselda Pulido-Flores

Resumen

El embalse de Tecocomulco es el último relicto dulceacuícola de los lagos históricos de la gran cuenca del Valle del México, considerado un sitio RAMSAR (Convención de Humedales de Importancia Internacional - 1322) y Área de Importancia para la Conservación de las Aves - 224 (AICA). La importancia de este trabajo es contribuir al conocimiento de los helmintos de *Ambystoma velasci* Dugés, 1888 del Lago de Tecocomulco, Hidalgo. En los meses de enero a julio de 2007, se colectaron 26 hospederos en cuatro colectas como parte de un proyecto multidisciplinario realizado en la zona de estudio. Los ejemplares de *A. velasci* se colectaron mediante dos métodos, electrópesca y redes agalleras; cada ejemplar se sometió a una revisión helmintológica. Las especies de helmintos recolectados corresponden a dos grupos de helmintos; Nematoda y Digenea. En la caracterización de la infección el digeneo, *Cephalogonimus americanus* Stafford, 1902 se registró con una abundancia de 5.96 y una prevalencia de 11.5%, la especie del nemátodo *Aplectana* sp. se registró con una abundancia de 4.38 y una prevalencia de 50%. Con el presente trabajo se inicia el registro helmintológico de *A. velasci* en Hidalgo y en el país.

Palabras claves: *Ambystoma velasci*, *Cephalogonimus americanus*, *Aplectana*, Helmintofauna, Lago de Tecocomulco

Introducción

México cuenta con un alto grado de endemismos y una vasta biodiversidad, considerado como uno de los países más ricos en flora y fauna silvestre (Aguilar, 2003). El país ocupa el segundo lugar a nivel mundial en diversidad de especies de reptiles, el tercero en mamíferos y quinto en anfibios; muchas de estas especies son endémicas del territorio nacional y de importancia biológica (Espinosa-Organista *et al.*, 2008). Por lo tanto, ha sido evaluado y considerado megadiverso en variedad de especies (Aguilar, 2003; CONABIO, 2000; Espinosa-Organista *et al.*, 2008; Flores-Villela, 1993). Flores-Villela *et al.* (2005) estimaron que de los anfibios de México, el 63% de las especies son endémicas e inclusive la existencia de géneros endémicos.

Los anfibios son un grupo ligado a hábitos acuáticos y terrestres, considerablemente húmedos; por estas características actúan como excelentes hospederos para cualquier tipo de parásitos, incluyendo virus, bacterias, protozoarios, hongos y helmintos. Las adaptaciones que los helmintos han adquirido a lo largo de su historia de vida, les ha permitido colonizar diversos hábitats, factores que, en conjunto con la distribución extensa de los anfibios, permitieron tener una amplia distribución y abundancia; esto directamente ha repercutido en la especiación y endemismos de sus helmintos (Aho, 1990).

Antecedentes

En los anfibios, la familia Ambystomatidae incluye al género *Ambystoma* Tschudi, 1838; que a su vez in-

cluye 30 especies, con una distribución geográfica desde el este de Alaska, sureste de Canadá, Estados Unidos de América y la zona norte-centro de México. En México, 16 de las 17 especies registradas son endémicas (Smith y Smith 1976).

Algunas especies del género *Ambystoma* son neoténicas, fenómeno en el cual alcanzan la madurez sexual en formas larvales (pedomorfosis). Un característica común en las especies con neotenia es la retención de branquias externas y su permanencia en forma de "ajolote" (juvenil) mientras la calidad y cantidad de agua sea la óptima a sus necesidades (Stebbins, 1985). Si el embalse o charco en que viven se seca, cambian su forma de cuerpo a la forma adulta para migrar.

Ejemplares de *Ambystoma velasci* Dugès, 1888 (Fig. 1) se colectaron por primera vez en el antiguo Lago de Santa Isabel, ubicado en lo que hoy en día es la Delegación Gustavo A. Madero, del Distrito Federal, México. La especie es endémica de México y se distribuye en el Altiplano Mexicano (Dunn, 1940) son principalmente de hábitos nocturnos (Martínez-Coronel y Velázquez, 1984). Huacúz-Elias (2002) mencionó que varios factores como la introducción de especies exóticas, los cultivos de *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (carpa) y *Lithobates catesbeianus* Shaw, 1802 (rana toro), la recolección, captura y la explotación de la especie son algunos de los factores que han contribuido a la declinación de *A. velasci*.

Estudios helmintológicos para Ambystoma en México. Los estudios helmintológicos para miembros del género *Ambystoma* iniciaron con Caballero y Caballero y Bravo-Hollis (1938), quienes registraron los helmintos de *A. tigrinum* (Green, 1825) de México registrando; dos Nematoda, *Spironoura elongata* Baird, 1858 y *Hedruris siredonis* Baird, 1858 (Tabla 1).



Figura 1. *Ambystoma velasci* del Lago de Tecocomulco, Hidalgo, México.

Bravo-Hollis (1943) registró los digéneos *Megalodiscus temperatus* (Stafford, 1905) Harwood 1932, *Gorgoderina attenuata* (Stafford, 1902) Stafford, 1905 y *Phyllodistomum rhyacosiredonis* Bravo-Hollis, 1943 [ahora conocido como *G. rhyacosiredonis* (Bravo, 1943) Prudhoe y Bray, 1982] en un estudio sistemático de los helmintos de salamandras de México [identificados como *A. tigrinum* y *Rhyacosiredon altamirani* (Dugès, 1895); la primera solo podría decir es *Ambystoma* sp. porque *A. tigrinum* no se encontraba en esta región de México y la segunda especie ahora es conocida como *A. altamirani* (Dugès, 1895)] (Tabla 1). Posteriormente, Dyer y Brandon (1973) colectaron salamandras de *A. altamirani* y *Ambystoma* sp. en las comunidades de San José Lagunilla y Zacapu, Michoacán, registrando tres especies de Nematoda; *Hedruris siredonis*, *Falcaustra elongata* Rudolphi, 1819 y *F. mascula* Rudolphi, 1819 (Tabla 1).

En 1982, Prudhoe y Bray reportaron a *G. rhyacosiredonis* como parásito de *A. altamirani* y *A. tigrinum* en tres localidades del país (Xochimilco y Magdalena Contreras, Distrito Federal; Ciénega de Lerma, Estado de México) (Tabla 1). Dyer (1984) reportó a *H. siredonis* como parásito de *A. taylori* Brandon, Maruska y Rump, 1981 en los lagos de Atexcac, Mina Preciosa y Quecholac, Puebla. Dyer (1988a) colectó 85 ejemplares de *Ambystoma* sp., de los cuales 13 estaban parasitados por *H. siredonis* y *F. elongata*. También, en el mismo año, Dyer (1988b) colectó cinco individuos de *A. andersoni* Krebs y Brandon, 1984 en Zacapu, Michoacán, ejemplares parasitados por *Megalobatrachonema (Chabaudgolvania) elongata* (Baird, 1858) Baker, 1986 (Tabla 1).

García-Altamirano *et al.* (1993) realizaron el análisis de la estructura de la comunidad de helmintos de dos especies de anfibios, *A. dumerilii* (Dugès, 1870) y *L. dunni* (Zweifel, 1957), del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, registrando la presencia de metacercarias del género *Ochetosoma* sp., *Cephalogonimus americanus* Stafford, 1902, *Posthodiplostomum minimum* y especies de cestodos de la familia Proteocephalidae y del orden Cyclopillidea (no identificados hasta especie) y *Bothriocephalus acheilognati* Yamaguti, 1934 (Tabla 1). Pérez-Ponce de León *et al.* (2000) generaron un análisis biogeográfico y bibliográfico de la fauna de digéneos en anfibios, incluyendo a las especies de la zona central de la República Mexicana: *A. tigrinum*, *A. mexicanum* (Shaw, 1789), *A. lermaensis* (Taylor, 1940) y *A. andersoni*. Estos autores reportaron *C. americanus*, *G. attenuata*, *Haematoloechus complexus* (Seely, 1906), *Ha. pulcher* Bravo-Hollis, 1943 y *Ochetosoma* sp. (Tabla 1). El estudio más reciente de parásitos de una especie de *Ambystoma* en México

Tabla 1. Especies de helmintos de *Ambystoma* reportados para México.

Hospedero	Helminto reportado	Cita
<i>Ambystoma tigrinum</i>	<i>Spironoura elongata</i> (N)	Caballero y Caballero, 1936
<i>Ambystoma tigrinum</i>	<i>Hedruris siredonis</i> (N)	
<i>Ambystoma tigrinum</i>	<i>Megalodiscus temperatus</i> (D)	Bravo-Hollis, 1943
	<i>Gorgoderina attenuata</i> (D)	
	<i>Phyllostomum rhyacosiredonis</i> (D)	
	(<i>Gorgoderina rhyacosiredonis</i>) (D)	
<i>Ambystoma</i> sp.	<i>Hedruris siredonis</i> (N)	Dyer, 1973
<i>Ambystoma altamirani</i> (= <i>Rhyacosideron altamirani</i>)	<i>Falcaustra elongata</i> (N)	
	<i>Falcaustra mascula</i> (N)	
<i>Ambystoma taylori</i>	<i>Hedruris siredonis</i> (N)	Dyer, 1984
<i>Ambystoma</i> sp.	<i>Hedruris siredonis</i> (N)	Dyer, 1988a
	<i>Falcaustra elongata</i> (N)	
<i>Ambystoma andersoni</i>	<i>Megalobatrachonema (Chaubadgolvania) elongata</i> (N)	Dyer, 1988b
<i>Ambystoma dumerili</i>	<i>Ochetosoma</i> sp. (D)	García-Altamirano, 1993
	<i>Cephalogonimus americanus</i> (D)	
	<i>Posthodiplostomum minimum</i> (D)	
	Proteocephalidae (C)	
	<i>Botriocephalus acheilognati</i> (C)	
	Cyclopillidea (C)	
	<i>Arhythmorhynchus brevis</i> (A)	
	<i>Falcaustra chabaudi</i> (N)	
	<i>Spiroxys contortus</i> (N)	
<i>Ambystoma tigrinum</i>	<i>Cephalogonimus americanus</i> (D)	Pérez-Ponce de León, 2002
<i>Ambystoma mexicanum</i>	<i>Gorgoderina attenuata</i> (D)	
<i>Ambystoma andersoni</i>	<i>Haematolechus complexus</i> (D)	
<i>Ambystoma lermaensis</i>	<i>Haematolechus pulcher</i> (D)	
<i>Ambystoma lermaensis</i>	<i>Ochetosoma</i> sp. (D)	Mata-López, 2002
	<i>Cephalogonimus americanus</i> (D)	
	<i>Ochetosoma</i> sp. (D)	
	<i>Haematacoleus complexus</i> (D)	
	<i>Haematacoleus pulcher</i> (D)	
	<i>Gorgoderina attenuata</i> (D)	
	<i>Cosmocercoides dukae</i> (N)	
	<i>Falcaustra mexicana</i> (N)	
	<i>Chaubadgolvania elongata elongata</i> (N)	
	<i>Spiroxys</i> sp. (N)	
	<i>Rhabdochona</i> sp. (N)	

Nota: D = Digenea; N = Nematoda; A = Acanthocephala; C = Cestoda.

lo realizaron Mata-López *et al.* (2002), registrando cuatro especies de Nematoda (*Cosmocercoides dukae* (Holl, 1928) Travassos, 1931, *F. mexicana* Chabaud y Golvan, 1957 y *M. (C.) elongata* y *Rhabdochona* sp.) y dos especies de Digenea (*C. americanus* y *G. attenuata*) (Tabla 1).

Material y Método

Para llevar a cabo el presente trabajo se realizaron colectas de *A. velasci* en el Lago de Tecocomulco, municipio de Tepeapulco, al sur-este del estado de

Hidalgo, México. Se realizaron cuatro muestreos de campo con redes agalleras y electrópesca entre enero y junio de 2007; en total se capturaron 26 salamandras. El tamaño de luz de la malla fue con base en la Norma Oficial Mexicana (NOM, 2005). Las redes agalleras fueron colocadas por los pescadores una noche anterior, revisándolas al amanecer. La técnica de electropesca constó en suministrar unas pequeñas descargas de voltaje, aturdiendo a ciertos organismos sin llegar a matarlos, ocasionándoles pérdida del equilibrio y haciéndolos flotar en la superficie, momento en que se capturaron por medio

de redes de mano. En enero, se recolectaron seis individuos, en febrero ocho, en marzo ocho y en junio cuatro: de los ejemplares colectados, únicamente en febrero se colectaron con electropesca.

Los hospederos recolectados se mantuvieron vivos y se transportaron al laboratorio en hieleras con agua del mismo lago, para no provocar un cambio brusco de pH y temperatura. En el laboratorio de Morfología Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, se realizó la revisión helmintológica de cada ejemplar. El examen helmintológico consistió en una revisión externa del cuerpo incluyendo la boca, branquias, cloaca, extremidades, orificios nasales, ojos y piel. Para la revisión interna se realizó una incisión ventral en plano medio sagital, se obtuvieron el intestino y las vísceras. Cada órgano se separó cuidadosamente y se colocó en cajas Petri con solución salina al 0.6%. Los órganos se revisaron con un microscopio estereoscopio, desgarrando con agujas de disección cada uno de los órganos.

Los helmintos fueron fijados y almacenados de acuerdo con las técnicas helmintológicas convencionales (Pritchard y Kruse, 1982). Los digéneos fueron sacrificados con agua caliente, posteriormente se colocaron en frascos homeopáticos con solución a base de ácido acético glacial al 10%; formol 10%; alcohol al 80% (AFA) para su fijación, transcurridas de 8 a 24 horas se retiró la solución de AFA y se añadió alcohol etílico al 70% para su conservación. Se tiñeron utilizando los colorantes de Mayer's Carmalum, hematoxilina Delafield y tricrómica de Gomori, posteriormente se montaron entre portaobjeto y cubreobjeto con bálsamo de Canadá para su estudio taxonómico. Los nemátodos se sacrificaron en ácido acético glacial, y almacenaron en alcohol al 70%. Posteriormente se aclararon en un solución de alcohol etílico al 70% y glicerina, de acuerdo con Pritchard y Kruse (1982), y montaron en preparaciones temporales en glicerina al 100% para su estudio taxonómico. La identificación taxonómica se realizó con claves dicotómicas de Yamaguti (1958 y 1961) y literatura especializada para cada grupo taxonómico (Lamothe-Argumedo, 1964; Bursey y Goldberg, 2007).

La caracterización de cada una de las infecciones, se realizó con base en los parámetros ecológicos recomendados por Margolis *et al.* (1982) y Bush *et al.* (1997).

Prevalencia: el número de individuos de una especie de hospedero que esta infectado con un número de individuos de una especie particular de parásitos, dividido entre el número total

de hospederos revisados (este número total incluye tanto a los hospederos infectados como a los no infectados). Este parámetro es expresado en porcentaje.

Abundancia: el número de parásitos de una especie en particular dividido entre el número de hospederos de la misma especie examinada. La abundancia indica como se dispersa la especie de parásito en la muestra de la especie de hospedero.

Intensidad promedio: el número total de parásitos de una especie entre el número de hospederos parasitados. El resultado de este parámetro indica el número de parásitos de una especie encontrados en la muestra de hospederos.

Intervalo de intensidad: número mínimo y máximo de individuos de una especie de parásitos en una especie de hospedero. Este parámetro nos da información sobre como organismos parásitos son distribuidos en una muestra de hospederos parasitados.

Resultados

Se identificaron dos especies de helmintos: un Digénea, *Cephalogonimus americanus* (Fig. 2) y un Nematoda, *Aplectana* sp. (Fig. 3), ambas en estado adulto.

Caracterización de las infecciones: De acuerdo con la caracterización de la infección para *A. velasci*, se obtuvieron los siguientes resultados: *Aplectana* sp. tiene la prevalencia más alta (50%) por parasitar a la mitad de los hospederos recolectados (13 de 26). El digéneo, *C. americanus*, se registró con una abundancia de seis helmintos por hospedero revisado. Además, *C. americanus* se registró con mayor intensidad con 128 individuos en una de las salamandras (Tabla 2).

Discusión

El registro helmintológico de *A. velasci* está compuesto por dos especies de helmintos: un digéneo y un nemátodo. En la relación parásito-hospedero, *A. velasci* actúa como hospedero definitivo para las dos especies de helmintos porque se recolectaron únicamente formas adultas de ambas especies de parásitos.

Diversos autores han precisado que los factores bióticos y abióticos tienen un efecto en la relación parásito-hospedero, y que los ciclos de vida de los helmintos se encuentran relacionados con los



Figura 2. *Cephalogonimus americanus* parásito del intestino de *Ambystoma velasci*.

hábitos alimenticios y comportamiento del hospedero (Aho, 1990). Particularmente en el caso de las especies del género *Cephalogonimus*, se ha reportado que en el ciclo de vida de *C. americanus* los huevos son liberados del hospedero definitivo (en este caso

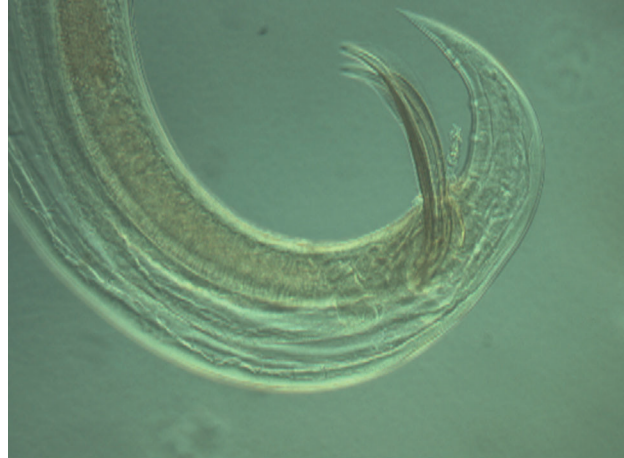


Figura 3. Extremo posterior de un macho de *Aplectana* sp. parásito del intestino de *Ambystoma velasci*.

la salamandra) al medio en sus heces. Posteriormente, el miracidio es liberado del huevo y la larva libre nadadora parásita al hospedero intermediario, en este caso un caracol (Lang, 1968 y 1969). En el caracol se lleva a cabo la reproducción asexual del digeneo cuando se transforma en esporocitos y redias. Posteriormente, se transforma en cercarias, las cuales son larvas libre nadadoras con un tiempo limitado de vida. La cercaria nada hasta encontrar a su segundo hospedero intermediario (salamandra o rana), donde se enquista y se transforma en metacercarias. Los anfibios, particularmente las ranas y salamandras, como renacuajos en el proceso de metamorfosis, comen la piel, parasitándose de las metacercarias enquistadas de *C. americanus*, las cuales se transforman en adultos cuando llegan al tracto digestivo de los anfibios (Lang, 1968 y 1969). De tal manera, que estos individuos participan en el ciclo de vida de *C. americanus*, así como en los ciclos de vida de otras especies de digéneos, actuando como hospedero intermediario y/o como hospedero definitivo.

Las especies del género *Aplectana* son parásitos de anfibios y reptiles, con un gran número de especies asignadas a este género. El hábitat de la forma

Tabla 2. Caracterización de la infección de *Ambystoma velasci* Dugés 1891, en el Lago de Tecocomulco, Hidalgo, durante el periodo de muestreo de Enero – Julio 2007.

Especies de helmintos	HP	#	P	A	IP	II
<i>Cephalogonimus americanus</i>	3 de 26	155	11.5	5.96	51.66	I - 128
<i>Aplectana</i> sp.	13 de 26	114	50	4.38	8.76	I - 28

Nota: HP = número de salamandras parasitadas; # = número de helmintos colectados; P = prevalencia; A = abundancia; IP = intensidad promedio; II = intervalo de intensidad.

adulta es el intestino delgado y grueso de anfibios y reptiles. El ciclo de vida de la especie encontrada en Lago de Tecocomulco no es conocido, pero la literatura reporta que los miembros de la familia Cosmoceridae utilizan a insectos como hospedero intermediario. Los cuales son parasitados en su etapa larval. Al ser ingeridos por el vertebrado como alimento, los quistes del nematodo se alojan en el hemocele de la larva de los insectos e inician su desarrollo (Travassos, 1931; Baker, 1980). Ya en estado adulto, se liberan los huevos en las heces de su hospedero para infectar a otros insectos.

Con base en el registro helmintológico y los resultados de la caracterización de la infección obtenidos, inferimos que los ejemplares de *A. velasci* en el Lago de Tecocomulco ingieren la piel de la muda. También, es posible que consuman ranas juveniles, e incluso llevan al cabo el canibalismo al alimentarse de renacuajos de su misma especie que se encuentran infectados por metacercarias de *C. americanus*. Los bajos valores de prevalencia de *C. americanus*, nos hacen suponer que la presencia de caracoles en la zona de estudio es baja y temporal, la cual está regulada por procesos biológicos (latencia) y físicos (época de estiajes). Estos factores aún desconocidos, así como su forma de acción podrían determinarse mediante el estudio de la dinámica de poblacional de *A. velasci* en el lago de Tecocomulco (Pulido-Flores *et al.*, 2008; Miranda *et al.*, 2008).

En lo que respecta *Aplectana* sp., la presencia de insectos es constante durante gran parte del año y este es un factor que está directamente asociado al ciclo de vida del género *Aplectana* (Burse y Goldberg, 2007). La laguna cumple perfectamente con las condiciones ambientales necesarias para presentar un número elevado de insectos. Hecho que se respalda con los resultados obtenidos en la caracterización de la infección, en la que *Aplectana* sp. es la especie dominante en este estudio. Sin embargo, durante la época de lluvias, el número de individuos de *Aplectana* sp. podría disminuir debido a la variedad de alimentos y disponibilidad de otro tipo de alimentos para las salamandras. En esta época se incrementa la presencia de caracoles, por lo tanto el número de Digenea puede ser mayor al de Nematoda, un hipótesis para investigar en el futuro.

En Lago de Tecocomulco la estacionalidad está determinada por las épocas de lluvias y secas. Cabe mencionar que este cuerpo de agua no contiene flujos de salida e ingreso de agua. Su incremento de agua únicamente se da en la temporada de lluvias y decrece por evaporación, uso del agua para riego e infiltración en la época de secas (NOM, 2005; Hui-

zar-Álvarez y Ruíz-González, 2005). Estas condiciones climáticas regulan la presencia y abundancia de los hospederos intermediarios y definitivos; hecho que influye en el número de especies de helmintos que parasitan a las salamandras. La época de sequía es de enero a junio y la época de lluvias es de julio a diciembre, condiciones climáticas específicas y distintas, diferentes de los demás sitios donde se han colectado salamandras para estudios helmintológicos. Particularmente porque son cuerpos de agua que presentan un influjo y flujo a través de los ríos y algunos arroyos (Tabla 1) (Huízar-Álvarez y Ruíz-González, 2005).

La relación parásito-hospedero de la especie de *Cephalogonimus* colectado en *A. velasci* es de especificidad filogenética al nivel del tipo de hospedero definitivo debido a que se han registrado especies de *Cephalogonimus* como parásitos de anfibios (Anura y Caudata) en diversas partes del mundo (Aho, 1990; Pulido-Flores, 1992; Brooks y McLennan 1991, 1993). En el caso particular de las especies del género *Aplectana*, de acuerdo con la literatura revisada, es posible que también sea una relación parásito-hospedero de coespeciación, pues se han registrado como parásitos de anfibios y reptiles (Yamaguti, 1961; Bursey y Goldberg, 2007), pero la relación entre especies y tipos de hospedero parecen de otro nivel filogenético (porque anfibios y reptiles no son grupos filogenéticamente emparentados). Sin embargo, es la primera vez que se registra una especie del género *Aplectana* como parásito de una salamandra del género *Ambystoma*.

Conclusiones

Por primera vez se realiza un estudio helmintológico de *A. velasci* en el estado de Hidalgo y de México. Como parte de este estudio se registraron dos especies de helmintos de *A. velasci*, un digéneo y un nemátodo. Se identificaron *C. Americanus* y *Aplectana* sp., respectivamente. Basado en la discusión previa, se puede señalar que Lago de Tecocomulco es un sistema acuático perfectamente establecido y poco perturbado, en el cual habitan diversas poblaciones de vertebrados e invertebrados que interactúan hace tiempo, y constituyen parte fundamental del ciclo de vida de los helmintos de *A. velasci*.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado a SM, para realizar el proyecto "Helmintos parásitos de los vertebra-

dos y calidad ambiental del Lago Tecocomulco, Hidalgo" (Fomix-HGO-2005-CO1-1). Durante el desarrollo de este manuscrito, RRA recibió una beca del CONACyT (No. 251709) para realizar estudios de doctorado en el Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación, UAEH.

Literatura citada

- Aguilar, V. 2003. Aguas continentales y diversidad biológica de México: un recuento actual. *Biodiversitas* 2:1-16.
- Aho, J. M. 1990. Helminth communities of amphibians y reptiles: comparative approaches to understanding patterns y processes. En Esch, G. W., A. O. Bush y J. M. Aho (Eds.). *Parasite communities: patterns and processes*. Chapman y Hall, New York pp. 157-195.
- Baker, M. R. 1980. Revision of old world species of the genus *Aplectana* Railliet y Henry, 1916 (Nematoda: Cosmoceridae). *Bulletin Museum Natural Historie Nature* 2:955-998.
- Bravo-Hollis, M. 1943. Estudio sistemático de los trematodos parásitos de los "ajolotes" de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 14:141-159.
- Brooks, D. R. y D. A. McLennan. 1991. *Phylogeny, ecology, and behavior: a research program in comparative biology*. Chicago, University of Chicago Press 434 p.
- Brooks, D. R. y D. A. McLennan 1993. *Parascript: parasites and the language of evolution*. Washington, D. C., Smithsonian Institution Press 429 p.
- Bursey, C. R. y S. R. Goldberg. 2007. A new species of *Aplectana* (Nematoda: Cosmoceridae) in *Platymanthis bouleengeri* (Anura: Ceratobatrachidae) from Papua New Guinea. *Acta Parasitologica* 52:368-370.
- Bush, A. O., D. Kevin, J. Lafferty, M. Jeffrey, A. Lotz y W. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.
- Caballero y Caballero, E. y M. Bravo-Hollis. 1938. Nematodos de los ajolotes de México I. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 9:279-287.
- CONABIO- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F. 103 p.
- Dunn, E. R. 1940. The races of *Ambystoma tigrinum*. *COPEIA* 4:154-162.
- Dyer, W. G. 1984. *Hedruris siredonis* from *Ambystoma taylori* endémico de la Laguna Alchichica, Puebla, México. *Transactions Illinois State Academy of Science* 77:59-60.
- Dyer, W. G. 1988a. *Hedruris siredonis* Baird 1958 (Nematoda: Habranematoidea) from *Ambystoma* sp. (Amphibia: Ambystomatidae) of Laguna Quecholac, Puebla, México. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 81:271-274.
- Dyer, W. G. 1988b. *Megalobatrachonema (Chabaudgolvanina) elongata* (Baird, 1858) Baker, 1986, (Nematoda: Kathlaniidae) in *Ambystoma andersoni* Krebs and Brandon, 1984 from Zacapu, Michoacán, México. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 81:275-278.
- Dyer, W. G. y R. A. Brandon. 1973. New host records of *Hedruris siredonis*, *Falcaustra elongata* y *F. mascula* from Mexican Salamanders. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 40:27-30.
- Espinosa-Organista, D., S. Ocegueda-Cruz, C. Aguilar-Zúñiga, O. A. Flores-Villela y J. Llorente-Bousquets. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México pp. 33-65.
- Flores-Villela, O. A. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. En Ramamorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of México: Origins y distributions*. Oxford University Press, New York pp. 253-280.
- Flores-Villela, O. A., O. L. Ochoa y C. E. Moreno. 2005. Variación latitudinal y longitudinal de la riqueza de especies y la diversidad Beta de la herpetofauna mexicana. *Monografías Tercer Milenio* 4:25-32.
- García-Altamirano, I., G. Pérez-Ponce de León y L. García-Prieto. 1993. Contribución al conocimiento de la comunidad de helmintos de dos especies de anfibios endémicos del Lago de Patzcuaro, Michoacán: *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii*. *Cuadernos Mexicanos de Zoología* 1:73-80.
- Huacúz-Elias, D. 2002. Estado de conservación del género *Ambystoma* en Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Morelia, Michoacán, México 44 p.
- Huizar-Álvarez, R. y J. E. Ruíz-González. 2005. Aspectos físicos y socioeconómicos de la subcuenca de Tecocomulco. En Huizar-Álvarez, R., E. J. Jiménez-Fernández y C. Juárez-López (eds.). *El lago de Tecocomulco, geo-ecología de un desastre*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 232 p.
- Lamothe-Argumedo, R. 1964. Trematodos de los anfibios de México III. Redescrípción de *Cephalogonimus americanus* Stafford, 1902, clave para las especies del género y registro de un nuevo hospedero. *Anales del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México* 35:115-121.

- Lang, B. Z. 1968. The life cycle of *Cephalogonimus americanus* Stafford, 1902 (Trematoda: Cephalogoniminae). *Journal of Parasitology* 54:945-949.
- Lang, B. Z. 1969. Modes of infection of *Rana clamitans* with *Cephalogonimus americanus* (Trematoda). *Journal of Parasitology* 55:832-834.
- 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 Parasitologist). *Journal of Parasitology* 68:131-133.
- Martínez-Coronel, M. y P. Velásquez. 1984. Anfibios y reptiles de la Estación Experimental de Fauna Silvestre de San Cayetano, Estado de México, México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México* 28:39-54.
- Mata-López, R., L. García-Prieto y V. León-Regágnon. 2002. Infracomunidades de helmintos parásitos de *Ambystoma lermaensis* (Caudata: Ambystomatiidae) en Lerma, México. *Revista de Biología Tropical* 50:303-307.
- Miranda, R., D. Galicia, G. Pulido-Flores y S. Monks. 2008. Análisis poblacional de los peces de Lago de Tecocomulco. Estudios científicos de Lago de Tecocomulco, Hidalgo y zonas aledañas. *En* Pulido-Flores, G., S. Monks, R. Miranda y D. Galicia (Eds.). 2008. Estudios científicos en el Lago Tecocomulco, Hidalgo, y zonas aledañas. *Ciencia al día* 8. Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo y Universidad de Navarra pp. 51-55.
- NOM- Norma Oficial Mexicana. 2005. NOM-050-PESC-2004. Pesca responsable en el embalse del Lago de Tecocomulco en el Estado de Hidalgo. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. *Diario Oficial*, 4 de agosto de 2006.
- Pérez-Ponce de León, G., V. León-Regágnon, L. García-Prieto, U. Razo-Mendivil y A. Sánchez-Álvarez. 2000. Digenean fauna of amphibians from Central México: Nearctic and Neotropical influences. *Comparative Parasitology* 67:92-106.
- Pulido-Flores, G. 1992. Helmintos de *Rana dunni* Zweifel, 1957, especie endémica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 72 p.
- Pulido-Flores, G., S. Monks, R. Miranda y D. Galicia. 2008. Estudios científicos en el Lago Tecocomulco, Hidalgo, y zonas aledañas. *Ciencia al día* 8. Universidad Autónoma de Estado de Hidalgo y Universidad de Navarra 116 p.
- Pritchard, M. H. y G. O. W. Kruse. 1982. The collection y preservation of animal parasites technical, *Bulletin No. 1*, The Harold W. Manter Laboratory. University of Nebraska Press, Lincoln, Nebraska 141 p.
- Prudhoe, S. y R. A. Bray. 1982. Platyhelminth parasites of the Amphibia. *Oxford University Press, British Museum (Natural History)* 217 p.
- Smith, H. M. y R. B. Smith. 1976. Synopsis of the herpetofauna of México. *En* Johnson, J. (Ed.) *Source analysis and index for Mexican amphibians*. Vol. III-IV. North Bennington, Vermont 997 p.
- Stebbins, R. C. 1985. A field guide to western reptiles y amphibians. field marks of all species in Western America, including Baja California. *HMCO* pp. 34-38.
- Travassos, L. 1931. Pesquisas helminthologicas realizadas em Hamburgo (*) IX. Ensaio monographico da familia Cosmoceridae Trav., 1925 (Nematoda). *Memoria do Instituto Oswaldo Cruz* 25:237-298.
- Yamaguti, S. 1958. The digenic trematodes of vertebrates. *Wiley Interscience Publications*. New York, USA 1575 p.
- Yamaguti, S. 1961. *Systema Helminthum: nematodes of vertebrates*. Vol. III. *Interscience Publications*. New York, USA 679 p.