

00343

2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ANALISIS DE LA ESTRUCTURA DE LAS COMUNIDADES DE HELMINTOS DE CUATRO ESPECIES DE ANUROS DE LA REGION DE "LOS TUXTLAS", VERACRUZ, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA ANIMAL)

P R E S E N T A :

RAFAEL BAEZ VALE



DIRECTOR DE TESIS: DR GUILLERMO SALGADO MALDONADO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Helmintología y la estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección del Dr. Guillermo Salgado Maldonado.

Durante la realización de este trabajo recibí el apoyo de una beca otorgada por el programa de Becas Nacionales para estudios de posgrado-CONACYT.

## AGRADECIMIENTOS

A Guillermo, por su dirección, paciencia, comprensión, y por ser parte de mi formación como Biólogo, como persona y como académico.

A los integrantes del sínodo, Dr. Rafael Lamothe Argumedo, Dra. Rosaura Mayén Estrada, Dr. Fausto Roberto Méndez de la Cruz, Dr. Raúl Francisco Pineda López, Dr. Julio Lemos Espinal y M. en C. Efraín Tovar Sánchez, por sus comentarios y sugerencias tras la revisión de este trabajo

A todas las personas que forman el grupo de trabajo en el cual he participado durante varios años. no quisiera nombrarlos para no caer en el error de olvidar a alguno. los aprecio mucho y valoro particularmente su apoyo

**Dedico este trabajo:**

En especial a mi esposa Hilda y a mis hijos Brenda Vianey y Mauricio Rafael, porque sin su comprensión, motivación, apoyo y amor, no hubiera tenido la fuerza para culminar esta meta, muchas gracias, los amo.

A mis padres Justino y Teresa por su ejemplo de superación que siempre nos ha impulsado a lograr nuevas metas.

A mi suegra y a mi suegro que en paz descansen por su cariño y ejemplo de fortaleza

A mis hermanos y sus familias porque nos hemos mantenido unidos y apoyándonos

## RESUMEN

La diversidad de anfibios en México es elevada, de manera particular en Los Tuxtlas se considera que existe aproximadamente el 17% del total de especies conocidas para el país, sin embargo, poco se ha estudiado sobre los helmintos parásitos de anuros, históricamente la principal línea de investigación concierne a aspectos taxonómicos, existen pocos trabajos que describan las infecciones y son todavía menos aquellos que intentan describir la estructura de las comunidades de helmintos en este tipo de hospederos. El presente trabajo tuvo como objeto describir las comunidades de helmintos parásitos de cuatro especies de anuros de la región de Los Tuxtlas, con base en su riqueza, distribución de abundancias, diversidad y similitud.

El estudio se realizó a partir del examen helmintológico completo aplicado a 160 individuos de cuatro especies distintas de anuros: *Eleutherodactylus rhodopis* (n = 85), *Leptodactylus melanonotus* (n = 46), *Hyla microcephala* (n = 26) y *Smilisca cyanosticta* (n = 33), los helmintos encontrados fueron contados *in situ*, recolectados y preservados apropiadamente. La investigación permitió dar a conocer un registro helmintológico que comprende una especie de monogéneo, nueve de tremátodos, catorce de nemátodos y dos de acantocéfalos; aportando 33 nuevos registros de hospedero y siete especies de helmintos se registran por primera vez en México.

La riqueza en cada una de las comunidades de los cuatro anuros, varió entre 7 y 12 especies de helmintos, por su parte los valores de diversidad variaron de 1.43 y 2.7 (Índice de Shannon-Wiener para las comunidades componente) Las comunidades de helmintos de *Leptodactylus melanonotus* y *Smilisca cyanosticta* se colocan entre las comunidades más ricas y diversas en el todo el mundo descritas hasta el momento, sólo por debajo de las comunidades descritas de Canadá. Los resultados también permitieron señalar que en las comunidades de helmintos, las especies de nemátodos con ciclos de vida directo, juegan un papel importante en cada comunidad examinada, tanto por el número de individuos recolectados, como por el número de especies. Se encontró que las especies raras y generalistas, son aquellas que estructuran las comunidades de helmintos, relacionado directamente con la heterogeneidad de ambientes trpicales, la vagilidad del hospedero y su espectro trófico. La comunidad de helmintos registrada en *Leptodactylus melanonotus* permitió comprobar que las especies de hospederos anuros, más acuáticos y más vágiles albergan las comunidades de helmintos de mayor diversidad. Por último, los valores de infección y la identidad de los helmintos en cada comunidad, determinó que las comunidades de helmintos en anuros de la región de Los Tuxtlas, son poco predecibles, en función quizá de su estructura a partir de especies raras y generalistas.

## ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	5
III. ANTECEDENTES	
Helmintofauna de anuros	6
Comunidades de helmintos parásitos de anuros	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	
Área de estudio y descripción de los sitios de colecta	14
Recolección de hospederos	17
Examen de hospederos y procesamiento de helmintos	18
Descripción de las infecciones de helmintos y las comunidades	19
Representatividad de los muestreos	21
Comunidades	21
V. RESULTADOS	
Registro helmintológico	25
Descripción de las infecciones	28
Comunidad componente	
Representatividad de los muestreos	34
Riqueza estimada y estimadores de riqueza	37
Composición de la comunidades	33
Distribución de abundancias de las especies	
dominancia y diversidad	40
Importancia relativa de las especies de helmintos	
(Especies principales y satélite)	43
Similitud	46
Infracomunidades	
Riqueza y distribución de abundancias	48
Diversidad en las infracomunidades	52
Similitud	52

	Pág.
VI. DISCUSIÓN	
Registro helmintológico	54
Especies raras, dominantes, especialistas y generalistas	60
Comunidades	
Composición de helmintos	61
Riqueza	62
Dominancia y diversidad	64
Similitud	66
VII. CONCLUSIONES	67
VIII. LITERATURA CITADA	69
APÉNDICE I Distribución geográfica e historia natural de los hospederos	84
APÉNDICE II Biología y distribución geográfica de los Helmintos registrados	88

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la ecología de comunidades se enfoca a examinar, establecer y describir los patrones de asociación de especies y los procesos que generan estos patrones dentro de límites objetivos bien establecidos.

Estudiar las comunidades de helmintos parásitos permite abordar preguntas de investigación sobre estas comunidades, cuya solución usando estas comunidades como modelo permite aportar o examinar generalizaciones importantes en el campo.

La estructura de las comunidades se define por el número de las especies que la integran, la distribución de sus abundancias y los parámetros de su diversidad (Southwood, 1978). Estas características pueden estar afectadas por tres aspectos fundamentales: a) las variables ambientales, cuyo efecto puede determinar que una especie al no contar con las características adecuadas para ciertas condiciones físicas del ambiente vea restringida su distribución, b) la capacidad de dispersión que limita la distribución de la especie, tras enfrentarla a barreras físicas o biológicas difíciles o imposibles de superar y c) la interacción entre las especies, sobre todo competencia y depredación sugeridas como causas de restricción a ciertos ambientes (Roughgarden y Diamond, 1986) y que en conjunto establecen lo que Elton (1927 citado en Diamond y Case, 1986) llamó membresía limitada.

Las bases conceptuales de la ecología de comunidades aún están sin precisar en la actualidad. Por ejemplo, se ha propuesto que la competencia interespecífica es la fuerza organizadora principal de las comunidades (Odum, 1971, Pianka, 1974, Ricklefs, 1979, citados en Price 1984), lo que ha sido fuertemente criticado, puesto que aún no ha sido verificado en la naturaleza. algunos autores consideran que las pruebas que se han dado de la interacción son inadecuadas (Price, 1984).

El estudio de la ecología de comunidades de parásitos se ha visto incrementado en los últimos años, por la necesidad de complementar los estudios meramente descriptivos con métodos cuantitativos que permitan identificar los procesos responsables de los patrones observados de una manera más objetiva, estableciendo y describiendo en primer lugar los patrones y posteriormente estableciendo los procesos que los generan

Las comunidades de helmintos parásitos, sin duda son muy útiles, al permitir establecer modelos adecuados para examinar los patrones y procesos que determinan la

estructura de la comunidad, dado que dichas comunidades presentan las características que permiten contribuir sustancialmente con mayor objetividad en estudios cuantitativos:

a) Las comunidades de helmintos poseen fronteras bien definidas, representando unidades discretas que permiten la replicabilidad, adecuada para el análisis estadístico de los patrones.

b) En éstas comunidades existe, relativamente una fácil distinción entre especies raras y especies dominantes, aspecto que permite hacer más aparente la estructura tras evaluar un grupo más reducido de especies y no la totalidad de la comunidad (Aho y Bush, 1993).

c) La mayoría de los taxa parásitos contienen especies que son relativamente especializadas en comparación a la mayor representatividad de especies generalistas en organismos de vida libre (Aho y Bush, 1993).

d) Considerando que los hospederos individuales, la población de hospederos o las comunidades de hospederos proveen recursos para los parásitos, existe una jerarquía obvia en los niveles de organización de las comunidades de parásitos, se reconoce que la infrapoblación de un parásito será la población encontrada en un hospedero individual así, de la misma manera todas las poblaciones de parásitos dentro de un hospedero individual constituirán una infracomunidad de parásitos (Esch *et al.*, 1975), y el arreglo de especies asociado a un microambiente o las infracomunidades de parásitos en una población de hospederos constituirán entonces lo que Root (1973), definió como una comunidad componente.

e) La depredación, no es considerada a como un factor determinante en la estructura y composición de estas comunidades, ya que en la mayoría de los casos, ésta no existe (Bush y Aho, 1990).

Se ha propuesto que tres factores pueden ser consistentemente identificados como determinantes importantes de la distribución y abundancia de helmintos: la geografía o el hábitat, la época de año tiempo y la demografía del hospedero (Esch *et al.*, 1979; Price y Buttner, 1982; Aho, 1990). Por otro lado, existe se ha propuesto que los patrones de riqueza de las comunidades de helmintos parásitos está en función de la disponibilidad de estas especies (hipótesis de "supply-side ecology" de Lewin [1986]) jugando así, el papel más importante en la determinación de la riqueza y enfatizando la influencia de los factores abióticos sobre la variación temporal de las infecciones por helmintos (Kennedy *et al.*, 1986). Esto pone de manifiesto que el progreso en el entendimiento de las

comunidades de helmintos requiere la generación de mayor cantidad de datos que permitan probar hipótesis alternativas simultáneamente.

Aho y Bush (1993), han propuesto las siguientes generalizaciones respecto a las comunidades de helmintos en vertebrados: los hospederos asociados a ambientes acuáticos tendrán más parásitos (tanto en riqueza de especies como en abundancia de individuos), debido a que la mayoría de los helmintos requieren de un ambiente acuático para su transmisión; se espera que los organismos ectodermos presenten menos parásitos que los endodermos, debido a que los primeros se alimentan menos intensivamente y con una menor frecuencia, siendo que la mayoría de los parásitos llegan a sus hospederos explotando las redes alimenticias para su transmisión; se espera también que los hospederos migratorios o aquellos que son más vágiles tengan más especies de parásitos, simplemente porque ellos están expuestos a mayor diversidad de hábitat y por lo tanto a una más elevada diversidad de parásitos potenciales, sin embargo en el desarrollo de estas predicciones los estudios comparativos en peces dulceacuícolas y aves han figurado preponderantemente, por lo cual se hace necesaria una mayor cobertura de hospederos para desentrañar todos los mecanismos que afectan la estructura de estas comunidades.

De manera particular, los anuros como hospederos resultan interesantes para el estudio de sus comunidades de helmintos por presentar un grupo de características importantes para los análisis desde esta perspectiva: primero, son un grupo que ha invadido diferentes hábitat; segundo, exhiben una gran variedad de ciclos de vida y tercero presentan mucha plasticidad en sus tipos de reproducción y relaciones tróficas, además de que su tamaño corporal y hábitos alimentarios también son muy diversos (Aho, 1990).

Además, se trata de un grupo diverso en los trópicos y particularmente en México, lo que permite contar con especies de hospederos que presentan poblaciones densas y propicias para llevar a cabo los muestreos. En México existen 13 de las 37 familias de anfibios reconocidas en el mundo (Duellman, 1979; Frost, 1985 en Flores-Villela, 1998) y aproximadamente 285 especies (7 %) del total descritas y con un elevado número de endemismos (aproximadamente 60% de las especies) (Flores-Villela 1993).

De manera particular la región de Los Tuxtlas, se caracteriza por albergar una gran diversidad biológica de anuros; ésta fauna es distintiva y está compuesta principalmente por géneros neotropicales. Se han registrado un total de 36 especies para la región (Pérez-

Higareda *et al.*, 1987), de las cuales aproximadamente el 30% son consideradas endémicas (Flores-Villela, 1993). Por último es posible apuntar que es poco lo que se conoce de la helmintofauna en general, que se presenta en estos hospederos vertebrados en latitudes tropicales.

Lo descrito anteriormente hace de las comunidades de helmintos en anuros, sistemas atractivos para complementar o resolver preguntas generales en ecología de comunidades.

## II. OBJETIVOS

### Objetivo general:

Esta investigación tiene como finalidad principal la descripción de la estructura de las comunidades de helmintos que parasitan cuatro especies de anuros de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Incluyendo, la composición taxonómica de estas comunidades, su riqueza, la distribución de abundancias de sus especies, diversidad y predictibilidad en cuanto a esta estructuración.

### Objetivos particulares:

Establecer el inventario de especies de helmintos parásitos de *Eleutherodactylus rhodopis* (Cope, 1867), *Leptodactylus melanonotus* (Hallowell, 1861), *Hyla microcephala* Cope, 1886 y *Smilisca cyanosticta* (Smith, 1953) [Amphibia: Anura].

Describir y establecer los patrones de riqueza, distribución de abundancias de las especies, diversidad y predictibilidad de las comunidades de helmintos parásitos de estas especies de hospederos y compararlos con los patrones descritos en comunidades de regiones templadas del Norte, y estudios en la región tropical australiana, que son las únicas estudiadas hasta la fecha.

### III. ANTECEDENTES

#### Helmintofauna de anuros

Aho (1990), señala que la mayoría de los trabajos de helmintos de anfibios se enfocan en la descripción taxonómica de las especies de parásitos o al estudio de sus ciclos de vida, a partir de la recopilación de los análisis en 393 estudios publicados en la literatura mundial destaca que, sólo 155 especies de hospederos distribuidas en siete familias de caudados y siete de anuros han sido consideradas desde el punto de vista helmintológico, enfatizando la necesidad de realizar nuevos estudios y generar más datos.

En México, a la fecha se han estudiado 15 especies de anuros, registrando la presencia de 4 especies de monogéneos, 28 de tremátodos, 3 de céstodos, 21 nemátodos y 2 acantocéfalos (Cuadro 1).

Flores-Villela (1993), propone la caracterización de la herpetofauna Mexicana dividiendo el territorio nacional en diez regiones geográficas naturales; lo que permite señalar que el estudio de anuros desde el punto de vista helmintológico ha sido desarrollado en gran medida sólo en tres de estas regiones: la región correspondiente a las tierras tropicales altas de la Mesa Central de México (región III de acuerdo con Flores-Villela, 1993) con el registro de 25 especies de helmintos (Sokoloff y Caballero y Caballero, 1933; Caballero y Caballero y Sokoloff, 1934a, b; Bravo-Hollis, 1941, 1943a; Caballero y Caballero, 1941b, 1942a, b, 1947; Lamothe-Argumedo, 1964, 1973a, b; León-Regagnon *et al.*, 1999; Razo-Mendivil *et al.*, 1999; Pérez *et al.*, 2000) y dos regiones más consideradas como tierras tropicales bajas de zonas costeras (regiones VI y VII Flores-Villela, 1993), registrando en total 32 especies de helmintos (Bravo-Hollis y Caballero y Caballero, 1940; Caballero y Caballero y Cerecero, 1941, Caballero y Caballero *et al.*, 1944; Bravo-Hollis, 1948; Caballero y Caballero, 1949; Lamothe-Argumedo, 1963, 1976; Caballero-Deloya, 1974; Esslinger, 1986, 1987, 1988a, b; García-Altamirano *et al.*, 1993; Pulido-Flores, 1994; Razo-Mendivil *et al.*, 1999; Galicia-Guerrero *et al.*, 2000; Guillén-Hernández, *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2000) (Cuadro 1).

# Cuadro 1. Helmintos parásitos de anuros de México.

## Referencias

## Localidad

## Hospedero

## Helminto

### Monogenea

Polystomatidae  
*Polyostoma naevius* Caballero y Cerecero, 1941  
 Zeretero, 1941  
*Pseudodiplorchis americanus* (Rodgers y Kuntz, 1940) Yamaguti, 1963  
*Pseudodiplorchis scaphiopi* (Rodgers, 1941) Yamaguti, 1963  
*Platytrema bravoae* Lamothe, 1963

### Trematoda

Brachycoelidae  
*Mesocoelium monas* (Rudolphi, 1819) Teixeira de Freitas, 1958

### Cephalogonimidae

*Cephalogonimus americanus* Stafford, 1902

### Diplostomidae

*Fibricola* sp.  
 Gorgoderidae  
*Gorgoderma attenuata* (Stafford, 1902) Stafford, 1905

Potrero Viejo, Ver  
 Estación de Biología, Los Tuxtlas, Ver  
 La Paz, B.C.S

Capulhuac, Edo. Méx  
 Tepoztlán, Mor  
 Tepoztlán, Mor

La Escondida, Los Tuxtlas, Ver.  
 Manantiales Cointzio, Mich  
 El Zacatal, La Escondida  
 y Lago Azul, Los Tuxtlas, Ver

La Escondida, Los Tuxtlas, Ver  
 El Zacatal, La Escondida  
 y Lago Azul, Los Tuxtlas, Ver.  
 Lago de Pátzcuaro, Mich  
 Lago de Pátzcuaro y Lago de Zacapu, Mich.  
 Xochimilco, D F  
 Manantiales Cointzio, Mich.  
 Xochimilco, D F.  
 La Escondida, Los Tuxtlas, Ver  
 La Escondida, Los Tuxtlas, Ver

Cienega Lerma, Edo Méx  
 Pátzcuaro, Mich.  
 Manantiales Cointzio, Mich.  
 Xochimilco y Texcoco, D F.  
 Ciénaga Lerma, Edo Méx.  
 Manantiales Cointzio, Mich.  
 Ciénaga Lerma Edo Méx

Caballero y Caballero y Cerecero, 1941  
 Lamothe-Argumedo, 1976  
 Lamothe-Argumedo, 1985  
 Lamothe-Argumedo, 1973 a, b  
 Lamothe-Argumedo, 1963, 1964  
 Lamothe-Argumedo, 1963; 1964

Guillén-Hernández et al., 2000  
 Pérez et al., 2000  
 Pérez et al., 2000, Guillén-Hernández et al., 2000

Guillén-Hernández et al., 2000  
 Guillén-Hernández et al., 2000  
 García-Altamirano et al., 1993; Pulido- Flores, 1994  
 Pérez et al., 2000  
 Lamothe-Argumedo, et al., 1997  
 Pérez et al., 2000  
 Lamothe-Argumedo, et al., 1997  
 Guillén-Hernández et al., 2000  
 Pérez et al., 2000

Pérez et al., 2000  
 García-Altamirano et al., 1993; Pulido-Flores, 1994;  
 Pérez et al., 2000  
 Pérez et al., 2000  
 Lamothe-Argumedo, et al., 1997  
 Caballero y Caballero, 1942a, Pérez et al., 2000  
 Pérez et al., 2000  
 Caballero y Caballero, 1942a

continúa...

Referencias

Localidad

Hospedero

<i>G. attenuata</i>	<i>Rana vaillanti</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul, Los Tuxtlas, Ver.	Guillén-Hernández et al., 2000
<i>G. megalorchis</i> Bravo, 1948	<i>Rana vaillanti</i>	La Escondida, Los Tuxtlas, Ver.	Pérez et al., 2000
<i>G. parvicava</i> Travassos, 1922	<i>Bufo marinus</i>	Tuxtepec, Oax.	Bravo-Hollis, 1948
	<i>Rana berlandieri</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul, Los Tuxtlas, Ver.	Guillén-Hernández et al., 2000
<b>Haematoloecchidae</b>			
<i>Haematoloecchus (Haematoloecchus) coarctatus</i> (Cort, 1915) Ingles, 1932	<i>Rana duxii</i>	Pátzcuaro, Mich	García-Altamirano et al., 1993; Pulido-Flores, 1994; León-Regagnon et al., 1999
	<i>Rana duxii</i>	Zacapu, Mich.	Pérez et al., 2000
<i>H. (H.) complexus</i> (Seely, 1906) Krull, 1933	<i>Rana montezumae</i>	Ciénaga Lerma, Edo. Méx.	León-Regagnon et al., 1999; Pérez et al., 2000;
	<i>Rana megapoda</i>	Manantiales Coitiztio, Mich.	Lamothe-Argumedo, et al., 1997
	<i>Rana montezumae</i>	Xochimilco, D. F.	Pérez et al., 2000
	<i>Rana neovolcanica</i>	Ciénaga Lerma, Edo. Méx	Lamothe-Argumedo, et al., 1997
<i>H. (H.) elongatus</i> Caballero y Sokoloff, 1934	<i>Rana montezumae</i>	Ciénaga Lerma, Edo. Méx	León-Regagnon et al., 1999;
	<i>Rana montezumae</i>	Manantiales Coitiztio, Mich.	Pérez et al., 2000
	<i>Rana pipiens</i>	Xochimilco, D. F.	Caballero y Caballero y Sokoloff, 1934a
<i>H. (H.) longiplexus</i> Stafford, 1902	<i>Bufo valliceps</i>	Lago de Texcoco, Edo. Mex.	Lamothe-Argumedo, et al., 1997
<i>H. (H.) macrochis</i> Caballero, 1941	<i>Rana berlandieri</i>	Ciénaga Lerma, Edo. Méx	Caballero y Caballero, 1942a; León-Regagnon et al., 1999; Pérez et al., 2000
<i>H. (H.) medioplexus</i> Stafford 1902	<i>Rana montezumae</i>	Ciénaga Lerma, Edo Méx.	León-Regagnon et al., 1999; Pérez et al., 2000
	<i>Rana pipiens</i>	Ciénaga Lerma, Edo Méx	Caballero y Caballero, 1941b
	<i>Rana vaillanti</i>	Lago de Texcoco, Edo. Méx.	Lamothe-Argumedo, et al., 1997
<i>H. (H.) parvivilianus</i> Caballero 1942	<i>Rana montezumae</i>	Ciénaga Lerma, Edo Méx	Caballero y Caballero, 1941b
<i>H. (H.) pulcher</i> Bravo, 1943	<i>Rana montezumae</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul, Los Tuxtlas, Ver.	Guillén-Hernández et al., 2000
<i>H. (H.) vanoplexus</i> Stafford 1902	<i>Rana montezumae</i>	La Escondida, Los Tuxtlas, Ver	Guillén-Hernández et al., 2000
		Ciénaga Lerma, Edo Méx	León-Regagnon et al., 1999; Pérez et al., 2000;
		Xochimilco, D. F.;	Pérez et al., 2000
		Ciénaga Lerma, Edo. Méx.	Lamothe-Argumedo, et al., 1997
<b>Hemiuridae</b>			
<i>Halipegus amherstensis</i> Rankin, 1944	<i>Rana montezumae</i>	Xochimilco, D. F.	Caballero y Caballero, 1947
<i>H. occiduus</i> Stafford, 1905	<i>Rana montezumae</i>	Xochimilco, D. F.	Caballero y Caballero, 1941b, 1947
	<i>Rana pipiens</i>	Ciénaga Lerma, Edo Méx.	Caballero y Caballero, 1941b, 1947; Pérez et al., 2000
		Ciénaga Lerma, Edo Méx	Caballero y Caballero, 1941b

Helminto	Hospedero	Localidad	Referencias
<b>Lectithodendriidae</b>	<i>Bufo marnius</i> <i>Rana berlandieri</i> <i>Rana pipiens</i> <i>Rana vaillanti</i>	La Escondida, Los Tuxtlas, Ver El Zacatal, Los Tuxtlas, Ver. Localidad no determinada La Escondida, Los Tuxtlas, Ver	Guillén-Hernández <i>et al.</i> , 2000 Guillén-Hernández <i>et al.</i> , 2000 Caballero y Caballero y Bravo-Hollis, 1949 Pérez <i>et al.</i> , 2000, Guillén-Hernández <i>et al.</i> , 2000
<b>Macroderoideidae</b>	<i>Rana berlandieri</i> <i>Rana dunni</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul, Los Tuxtlas, Ver Pátzcuaro, Mich. Zacapu, Mich	Guillén-Hernández <i>et al.</i> , 2000 García-Altamirano <i>et al.</i> , 1993, Pulido-Flores, 1994 Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999 Pérez <i>et al.</i> , 2000
<i>Glyptothelms californiensis</i> (Cort. 1919) Meyer 1930	<i>Rana megalopoda</i> <i>Rana montezumae</i>	Lago de Pátzcuaro y Lago de Zacapu, Mich. Manantiales Coitzio, Mich. Ciénaga Lerma, Edo Méx	Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999 Caballero y Caballero, 1942a; Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999
<i>G. facioi</i> Brenes, Arroyo, Jiménez y Cagado, 1959	<i>Rana vaillanti</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul, Los Tuxtlas, Ver El Zacatal, Los Tuxtlas, Ver. La Escondida, Los Tuxtlas, Ver.	Guillén-Hernández <i>et al.</i> , 2000 Pérez <i>et al.</i> , 2000 Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999, Pérez <i>et al.</i> , 2000
<i>G. holmedia</i> (Caballero, Bravo y Cerecero 1944) Yamaguti 1968 <i>G. parva</i> Travassos, 1934 <i>G. sineta</i> (Stafford, 1900) Stafford, 1905	<i>Bufo marnius</i> <i>Rana vaillanti</i> <i>Rana dunni</i>	Río Huixtla, Chis. Tuxtepec, Oax. La Escondida, Los Tuxtlas, Ver Pátzcuaro, Mich Pátzcuaro y Zacapu, Mich. Lago de Pátzcuaro y Lago de Zacapu, Mich	Caballero y Caballero <i>et al.</i> , 1944 Bravo-Hollis, 1948 Pérez <i>et al.</i> , 2000 Pulido-Flores, 1994 Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999
<i>Rana megalopa</i>	<i>Rana megalopa</i>	Manantiales Coitzio, Mich. Lago de Cuitzeo, Manantiales Coitzio Mich y Chapala, Jal	Pérez <i>et al.</i> , 2000 Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999
<i>Rana montezumae</i>	<i>Rana montezumae</i>	Xochimilco, D F Texcoco, Edo. Méx. Ciénaga Lerma, Edo. Méx	Pérez <i>et al.</i> , 2000 Lamothe-Argumedo, <i>et al.</i> , 1997 Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999, Pérez <i>et al.</i> , 2000 Razo-Mendivil <i>et al.</i> , 1999, Pérez <i>et al.</i> , 2000
<i>Rana neovolcanica</i>	<i>Rana neovolcanica</i>	Manantiales Coitzio, Mich.	Pérez <i>et al.</i> , 2000
<b>Paramphistomidae</b>	<i>Rana vaillanti</i> <i>Rana dunni</i> <i>Rana megalopoda</i>	La Escondida, Los Tuxtlas, Ver Zacapu, Mich. Lago de Cuitzeo y Manantiales Coitzio, Mich.	Pérez <i>et al.</i> , 2000 Pérez <i>et al.</i> , 2000 Pérez <i>et al.</i> , 2000
<i>Caladiscus rodriguezii</i> Caballero, 1953 <i>Megalodiscus americanus</i> Chandler, 1923	<i>Rana montezumae</i> <i>Rana neovolcanica</i>	Xochimilco, D F. Ciénaga Lerma, Edo Méx. Manantiales Coitzio, Mich	Bravo-Hollis, 1941 b Bravo-Hollis, 1941 b, Pérez <i>et al.</i> , 2000; Pérez <i>et al.</i> , 2000

continúa

Helminto	Hospedero	Localidad	Referencias
<i>R. temperatus</i> (Stafford, 1905)	Harwood; 1932	Xochimilco, D. F., Ciénaga Lerma, Edo Méx	Bravo-Hollis, 1941 b; Sokoloff y Caballero y Caballero, 1933 Bravo-Hollis, 1941 b
Plagiiorchiidae			
<i>Scythosoma</i> sp	<i>Rana pipiens</i>	Xochimilco, D. F.	García-Altamirano <i>et al.</i> , 1993, Pulido-Flores, 1994 Pérez <i>et al.</i> , 2000 Pérez <i>et al.</i> , 2000 Pérez <i>et al.</i> , 2000 Pérez <i>et al.</i> , 2000
Cestoda			
Proteocephalidae			
<i>Cyphoclaena filaroides</i> (La Rue 1939)	<i>Rana dunni</i> <i>Rana montezumae</i> <i>Rana dunni</i>	Pátzcuaro, Mich Lago de Texcoco, Edo Méx Pátzcuaro, Mich	García-Altamirano <i>et al.</i> , 1993, Pulido-Flores, 1994 Lamothe-Argumedo, <i>et al.</i> , 1997 García-Altamirano <i>et al.</i> , 1993
Nematotaeniidae			
<i>Hexeparuterina mexicana</i> Macías y Flores 1967	<i>Rana montezumae</i>	Ciénaga Lerma, Edo Méx.	Macías y Flores, 1967
Nematoda			
Dioctophymatidae			
<i>Eustrongylides</i> sp	<i>Rana dunni</i>	Pátzcuaro, Mich	García-Altamirano <i>et al.</i> , 1993, Pulido-Flores, 1994
Rhabdiasidae			
<i>Rhabdias sphaerocephala</i> Goodey, 1924	<i>Bufo marinus</i>	Río Huixtla, Chis Catemaco, Ver Puerto de Veracruz Postrero, Ver.	Caballero y Caballero, 1949 Caballero-Deloya, 1974 Bravo-Hollis y Caballero y Caballero, 1940 Lamothe-Argumedo, <i>et al.</i> , 1997
<i>R. fuligiborni</i> Travassos, 1926	<i>Smilisca baudini</i> <i>Bufo marinus</i> <i>Bufo marmoratus</i>	Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chamela, Jal Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chamela, Jal	Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000 Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000
Cosmocercidae			
<i>Adnectana hoffmanni</i> Bravo 1943	<i>Bufo marinus</i> <i>Scaphiopus multiplicatus</i> <i>Bufo marinus</i> <i>Bufo marmoratus</i>	Izúcar de Matamoros, Pue. Izúcar de Matamoros, Pue Río Huixtla, Chis Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chamela, Jal.	Bravo-Hollis, 1943a Bravo-Hollis, 1943a Caballero y Caballero, 1949
<i>A. incerta</i> Caballero, 1949	<i>Bufo marinus</i> <i>Scaphiopus multiplicatus</i>	Lago de Catemaco, Ver. Izúcar de Matamoros, Pue	Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000 Caballero-Deloya, 1974 Bravo-Hollis, 1943a

continúa.

Helminto	Hospedero	Localidad	Referencias
<b>Kathlianiidae</b>			
<i>Fa. caustri chabaudi</i> Dyer, 1973	<i>Rana dunni</i>	Pátzcuaro, Mich.	García-Altamirano <i>et al.</i> , 1993, Pulido-Flores, 1994
<i>F. longispiculis</i> (Caballero, 1935)	<i>Rana montezumae</i>	Xochimilco, D. F.	Caballero y Caballero, 1935
<i>Cruzia morleyi</i> Pearse, 1936	<i>Bufo marinus</i>	Lago de Catemaco, Ver.	Caballero-Deloya, 1974
<b>Gnathostomathidae</b>			
<i>Sporoxys contorta</i> (Rudolphi, 1819)	<i>Rana dunni</i>	Pátzcuaro, Mich.	Pulido-Flores, 1994
Schneider, 1866	<i>Rana montezumae</i>	Xochimilco, D. F.	Caballero y Caballero, 1935
<i>S. corti</i> Caballero 1935			
<b>Physalopteridae</b>			
<i>Physaloptera</i> sp	<i>Bufo marinus</i>	Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chameia, Jal.	Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000
<b>Onchocercidae</b>			
<i>Polysyllides striatus</i> (Ochoterena y Caballero, 1932) Caballero, 1935	<i>Rana montezumae</i>	Xochimilco, D. F.	Caballero y Caballero, 1935
<i>Physocephalus</i> sp	<i>Bufo marmoratus</i>	Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chameia, Jal.	Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000
<i>Cchoterenella caballeroi</i> Esslinger, 1987	<i>Bufo marinus</i>	Río Huixtla, Chis.	Caballero y Caballero, 1944; Esslinger, 1987
<i>C. chiapensis</i> Esslinger, 1988	<i>Bufo marinus</i>	Río Huixtla, Chis.	Caballero y Caballero, 1944; Esslinger, 1988b
<i>C. digiticauda</i> Caballero, 1944	<i>Bufo marinus</i>	Río Huixtla, Chis.	Caballero y Caballero, 1944; Esslinger, 1986
<i>C. gueroai</i> Esslinger, 1988	<i>Rana dunni</i>	Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chameia, Jal.	Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000
<i>C. lamother</i> Esslinger, 1988	<i>Bufo marinus</i>	Villa, Chameia, Jal.	Pulido-Flores, 1994
<i>C. narolarvata</i> Esslinger, 1987	<i>Bufo marinus</i>	Pátzcuaro, Mich.	Caballero y Caballero, 1944 b, Esslinger, 1988a
		Río Huixtla, Chis.	Esslinger, 1988a
		Los Tuxtlas, Ver.	Esslinger, 1987
<b>Molineidae</b>			
<i>Cs.:alfocruzia subauricularis</i> (Rudolphi, 1819) Travassos 1917	<i>Bufo marinus</i>	Río Huixtla, Chis.	Caballero y Caballero, 1949
	<i>Smilisca baudini</i>	Los Tuxtlas, Ver.	Lamothe-Argumedo, <i>et al.</i> , 1997
<b>Acanthocephala</b>			
<b>Centrorhynchidae</b>			
<i>Centrorhynchus</i> sp	<i>Bufo marinus</i>	Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chameia, Jal.	Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000
	<i>Bufo marmoratus</i>	Emiliano Zapata y Francisco Villa, Chameia, Jal.	Galicia-Guerrero <i>et al.</i> , 2000
<b>Polymorphidae</b>			
<i>Polymorphus brevis</i> Van Cleave 1916	<i>Rana dunni</i>	Pátzcuaro, Mich.	García-Altamirano <i>et al.</i> , 1993

El área de estudio se ubica una región considerada como tierra tropical baja (región VI, Flores-Villela, 1993), en ella se han examinado sólo cinco especies de anuros, detectando un predominio por parte de los tremátodos con 12 especies e incluyendo el registro de una especie de monogéneo y cinco de nemátodos.

Los registros helmintológicos de los anuros examinados en las regiones estudiadas con mayor énfasis (regiones III, VI y VII Flores-Villela, 1993), guardan un nivel de similitud considerable basado principalmente en la presencia de especies de helmintos de amplia distribución (once especies se presentan compartidas en por lo menos dos de las regiones), resaltando además que únicamente la especie *Polystoma naevius* se presenta como exclusiva de la región de Los Tuxtlas, Veracruz (Caballero y Caballero y Cerecero, 1941; Lamothe-Argumedo, 1976).

### **Comunidades de helmintos parásitos de anuros**

Con base en la recopilación de 393 trabajos del tema, Aho (1990) estableció que las comunidades de helmintos de anfibios son pobres comparativamente con las de aves y mamíferos, presentando en promedio tres especies (9 como máximo) por comunidad componente y menos de una especie por hospedero individual (3 como máximo para las infracomunidades), señaló además que estas comunidades no son interactivas, la especificidad hospedatoria al parecer carece de importancia, presentando pocos especialistas y una marcada dominancia por especies generalistas.

Recientemente se han publicado trabajos acerca de la helmintofauna de anfibios en Canadá, el sureste de los Estados Unidos, El Caribe, México y Australia (Goldberg y Bursey, 1991a, b, 1992b; Goldberg *et al.*, 1994, 1995c, d, e, 1996b, c, d, 1998b, 1999a, b, c; Barton y Richards, 1996; Yoder y Coggins, 1996; Barton, 1997; McAlpine, 1997; Gilliland y Muzzall, 1999) que en términos generales corroboran estas generalizaciones ya establecidas por Aho para los anfibios.

Es singular que las comunidades de helmintos de anfibios estudiadas de ambientes tropicales (García-Altamirano *et al.*, 1993; Barton y Richards, 1996; Barton, 1997) presentan una mayor riqueza de especies de helmintos. Sin embargo, las comunidades de helmintos de *Rana catesbeiana*, *R. clamitans* y *R. pipiens* estudiadas por McAlpine (1997) en Canadá,

resultan las más ricas (entre 17 y 22 especies registradas) por lo menos en el nivel de comunidad componente, de todas aquellas estudiadas hasta el momento.

En México el análisis de la estructura de las comunidades de helmintos en anuros ha sido abordado por Guillén-Hernández, 1992; García-Altamirano *et al.*, 1993; Galicia-Guerrero, 1998; Galicia-Guerrero *et al.*, 2000; Cañeda-Guzmán, 2001. En estos trabajos se analiza la estructura de las comunidades de 11 especies de anuros en localidades de Los Tuxtlas, Veracruz; Pátzcuaro, Michoacán y Chamela, Jalisco.

A partir de estos trabajos se puede generalizar que las comunidades de helmintos en anuros de México se estructuran principalmente con especies generalistas y con ciclos de vida directos, los tremátodos y nemátodos tienen relevancia particular en la estructura y composición de las comunidades estudiadas, siendo los nemátodos los que con mayor frecuencia se presentan como especies dominantes (al menos una especie de nemátodo es dominante en 73 % de los componentes de comunidad examinados) se confirma además, que grupos como acantocéfalos y monogéneos continúan pobremente representados o bien, no se presentan en los registros, y que el hábitat y las condiciones ecológicas son los factores de mayor relevancia en la determinación de la riqueza y diversidad en dichas comunidades, destacando que las comunidades más ricas y diversas se presentan en hospederos relacionados en mayor medida con ambientes acuáticos. De manera general hasta el momento los resultados no demuestran diferencias importantes en cuanto a la riqueza de especies de helmintos, pero sí una mayor diversidad en los hospederos de regiones tropicales respecto a aquellos estudiados en regiones templadas.

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

##### Área de estudio y descripción de los sitios de colecta

Los muestreos se llevaron a cabo en sitios próximos a la Estación de Biología Tropical de Los Tuxtlas, y en dos lagos de la zona: El Zacatal y La Escondida (Figura 1). El área se ubica al sur del estado de Veracruz entre los 18° 34' y 18° 36' N y 95° 04' y 95° 09' O entre 150 y 530 m.s.n.m. de altitud. La zona de la estación es especialmente lluviosa con una precipitación media anual de 4900 mm. Se distingue una época de "secas" entre marzo y mayo, durante la cual la precipitación mensual media es de  $111.7 \pm 11.7$  mm, y una época de "lluvias" de junio a febrero con una precipitación media mensual de  $486.2 \pm 87.0$  mm. De septiembre a febrero se presentan descensos drásticos en la temperatura ambiental debido a la presencia de masas de aire frío conocidas como nortes (Estrada *et al.*, 1985).

La vegetación que se presenta ha sido descrita como selva alta perennifolia (Miranda y Hernández-Xirau, 1963) con árboles que llegan a alcanzar más de 40 metros de altura, esta vegetación es parte de la original que antiguamente cubría todo el macizo montañoso y que mantenía cierta continuidad ecológica-biológica con las selvas que se extendían hacia el resto del sureste de México, antes de la fragmentación masiva hecha por el hombre. Actualmente la región se caracteriza por la presencia de zonas de selva mezcladas con cultivos, pastizales y acahuales o áreas en proceso de regeneración (Guevara *et al.*, 1997).

**El Zacatal:** Es un lago situado dentro de los límites de la Estación, se trata de un cuerpo de agua temporal que permanece seco desde finales de abril y durante todo mayo, coincidiendo con el periodo de mayor evaporación y menor precipitación. Al inicio de la temporada de lluvias (junio) el lago se anega en el transcurso de unos cuantos días, hasta alcanzar una profundidad máxima de 13 m. En los meses siguientes el nivel varía en respuesta a las fluctuaciones de la precipitación y para el mes de marzo el volumen comienza a disminuir con rapidez, hasta que el espejo de agua desaparece por completo hacia abril o mayo. Durante el tiempo que el vaso permanece inundado ofrece un ambiente ideal para el desarrollo de diversas especies acuáticas (Torres-Orozco *et al.*, 1997).

**La Escondida:** Es un lago emplazado en las inmediaciones del límite norte de los terrenos de la Estación, es un cuerpo de agua permanente alimentado durante todo el año por un río pequeño que desemboca en su parte meridional y que drena por el norte a través

de un cauce que termina en el mar, cerca de Montepío. Su profundidad máxima es de 32.5 m y no sufre fluctuaciones considerables en su nivel durante el año (Torres-Orozco *et al.*, 1997).

Actualmente las condiciones que imperan en los sitios de colecta y sus alrededores corresponden a remanentes de selva, o bien, vegetación forestal perturbada (Guevara *et al.*, 1997). Esto implica la reducción de la densidad local de especies asociada con la fragmentación del hábitat; este es el efecto más agudo aunque poco perceptible sobre los vertebrados de talla intermedia, entre los que se encuentran los anuros (Ibarra-Manríquez *et al.*, 1997).

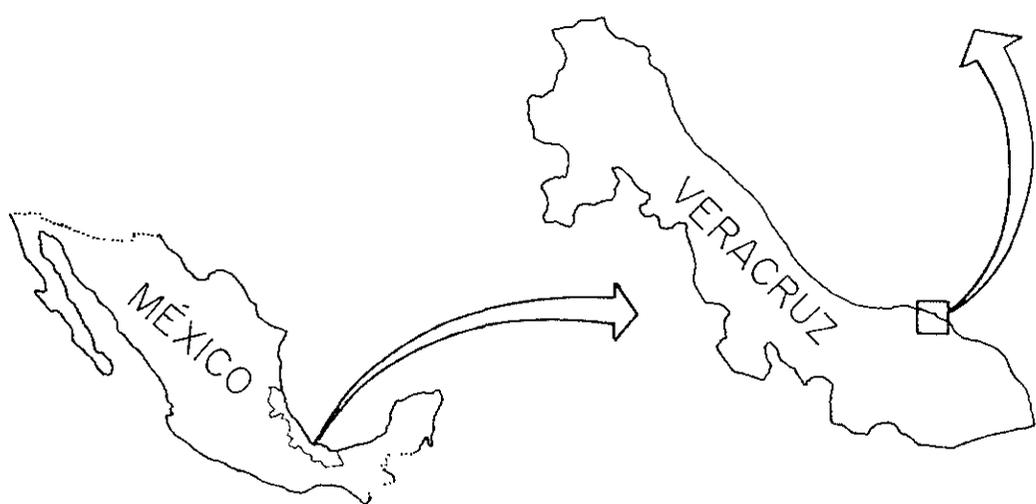
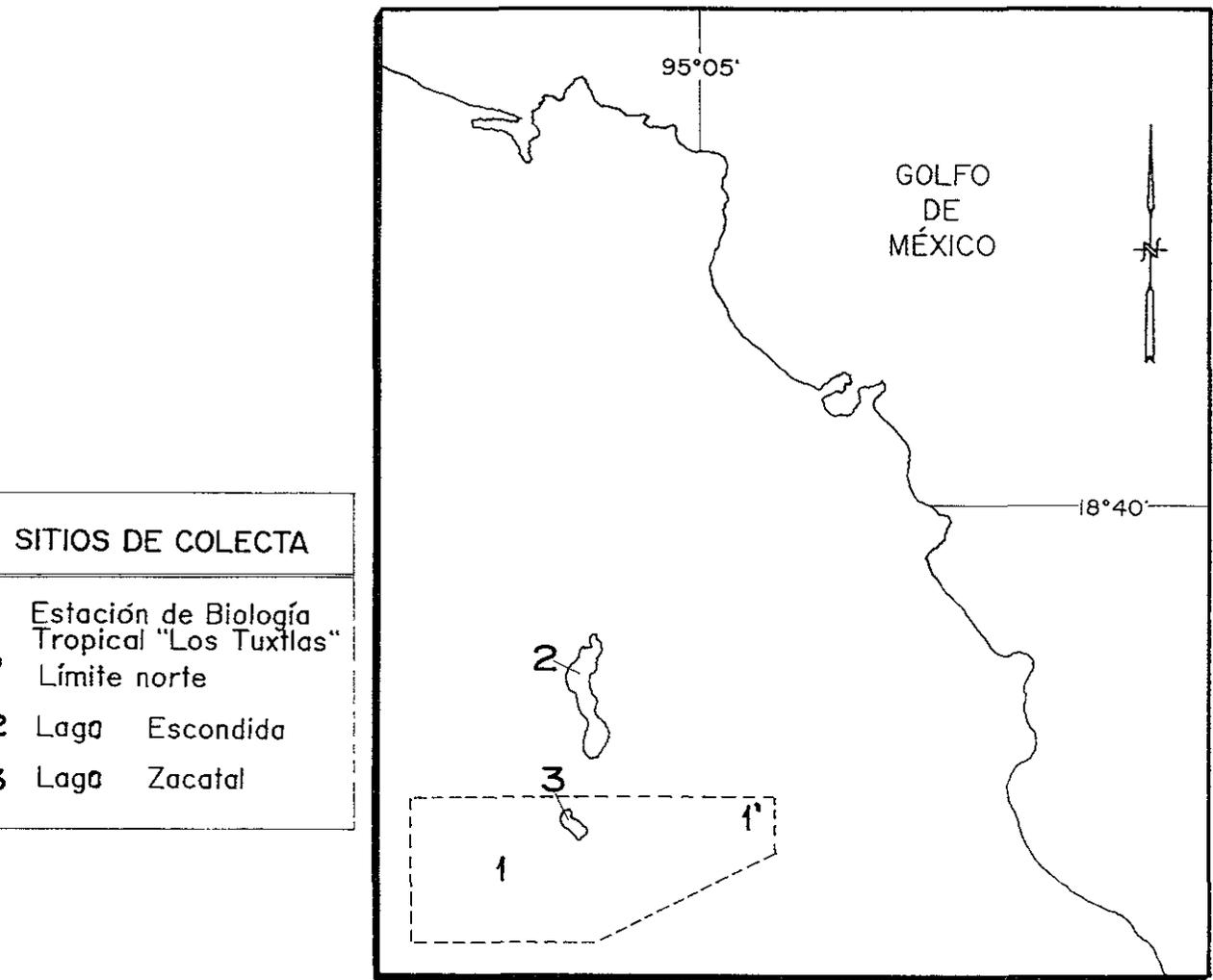


Figura 1 Localización de los sitios de colecta

## Recolección de hospederos

Se llevaron a cabo varios muestreos durante 1996-1998, en diferentes puntos aledaños a la Estación de Biología Los Tuxtlas, Veracruz (Cuadro 2), los sitios de colecta fueron seleccionados de acuerdo al hábitat particular de cada hospedero y donde los tamaños poblacionales de éstos, permitieron disponer de ejemplares para su estudio (los muestreos y la identificación de los hospederos se realizaron con el apoyo y supervisión del personal de la Estación de Biología de la UNAM, particularmente del Dr. Richard Vogt).

Las especies de anuros seleccionadas para el presente trabajo fueron *Eleutherodactylus rhodopis* (Cope, 1867), *Leptodactylus melanonotus* (Hallowell, 1861), *Hyla microcephala* Cope, 1886 y *Smilisca cyanosticta* (Smith, 1953). Las 4 especies son abundantes en la región (Pérez-Higareda *et al.*, 1987). Se trata además de hospederos cuya helmintofauna no se había estudiado.

Los ejemplares de las diferentes especies fueron colectados a mano y llevados al laboratorio para realizar el estudio helmintológico.

**Cuadro 2.** Número de ejemplares examinados de cuatro especies de anuros en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

Familia Hospedero	1996			1997			1998	
	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Feb	May	Feb Total
<b>Leptodactylidae</b>								
<i>Eleutherodactylus rhodopis</i> ①②③	34		15	7	27	2		85
<i>Leptodactylus melanonotus</i> ①	19				5	1	20	46
<b>Hylidae</b>								
<i>Hyla microcephala</i> ②		26						26
<i>Smilisca cyanosticta</i> ④	3				3	11	7	33

① La Escondida, ② El Zacatal, ③ interior de la selva (hojarasca), ④ interior de la selva (sobre la vegetación)

## Examen de hospederos y procesamiento de helmintos

### Examen helmintológico

A cada uno de los hospederos se les tomaron datos de longitud hocico-cloaca y la longitud total, así como el peso y sexo. Posteriormente se les practicó un examen helmintológico completo en el que se incluyó la revisión de la superficie externa del cuerpo, de la cavidad visceral y de los ojos, boca, cerebro, corazón, pulmones, bazo, hígado, riñón, vesícula biliar, páncreas, gónadas, musculatura, grasa y mesenterios, además del aparato digestivo completo (esófago, estómago, intestino y recto). La búsqueda de helmintos en órganos compactos se realizó colocándolos entre dos cristales, comprimiendo un poco y observando bajo el microscopio estereoscópico; el aparato digestivo, se desgarró con agujas de disección para su revisión con ayuda de un microscopio estereoscópico.

Todos los órganos y tejidos fueron retirados de la cavidad visceral y colocados en cajas de Petri con solución salina al 0.75 %. Los helmintos encontrados se contaron *in situ*, después fueron separados por grupo taxonómico utilizando pinceles y pinzas de punta fina, para colocarlos en cajas de Petri o discos de Siracusa con solución fisiológica.

### Fijación

Tremátodos: se fijaron por aplanamiento ligero, se colocaron entre porta y cubreobjetos con solución salina, posteriormente por capilaridad, se agregó líquido de Bouin, las preparaciones se mantuvieron así durante 24 h con fijador suficiente y en cajas de Petri para evitar la desecación, transcurridas las 24 h se lavaron repetidas ocasiones con alcohol al 70%, para eliminar el fijador.

Nemátodos: Antes de la fijación los ejemplares se limpiaron lavándolos en solución salina para eliminar los restos de tejido del hospedero. Se fijaron con formol salino al 4% caliente.

Acantocéfalos: Se colocaron en frascos con agua destilada y se mantuvieron en refrigeración hasta que evertieran la probóscis, en la mayoría de los casos esto requirió de 8 h, se fijaron por el método de aplanamiento ligero con líquido de Bouin (Salgado-Maldonado, 1979).

## Preservación de material recuperado

Después de la fijación de los helmintos se conservaron en frascos con alcohol al 70% o formol salino al 4 % debidamente etiquetados. Posteriormente se elaboraron preparaciones totales permanentes con platelmintos y acantocéfalos, para su estudio taxonómico. Los nemátodos fueron aclarados con glicerina y montados en preparaciones temporales.

## Descripción de las infecciones de helmintos

La descripción de las infecciones de los parásitos en cada hospedero se hizo con base en los parámetros de prevalencia, abundancia e intensidad promedio (Margolis *et al.*, 1982).

**Prevalencia:** Porcentaje de individuos de una especie de hospedero infectados con una especie particular de parásito en una muestra de hospederos.

**Abundancia:** Número de gusanos de una especie particular de parásito por hospedero examinado.

**Intensidad promedio:** Número de gusanos de una especie particular de parásito por hospedero parasitado.

Jerarquía en las comunidades de helmintos parásitos.

Consideramos como **comunidad componente** al conjunto de helmintos parásitos de hospederos de la misma especie, así para este análisis se utilizaron los datos sumados de todos los hospederos de la misma especie; y como **infracomunidad** se consideró a cada una de las comunidades de helmintos en hospederos individuales (Bush y Holmes, 1986a; Holmes y Price, 1986).

Importancia relativa de las especies de helmintos.

Para facilitar el análisis de los datos, las especies de helmintos se clasificaron en abundantes y raras, en función de sus valores de abundancia, intensidad promedio y prevalencia, aplicando el método de asociación no paramétrica de Olmsted-Tukey (Sokal y

Rohlf, 1995), que permite establecer categorías específicas de una forma gráfica. Con este análisis bidimensional se logra una clasificación conveniente, a partir del empleo de los valores medios aritméticos de cada variable (logaritmo de la abundancia y porcentaje de frecuencia o prevalencia), de modo que se establecen cuatro cuadrantes cartesianos con coordenadas bien definidas, dentro de los cuales se ubica cada una de las especies en categorías como: Cuadrante I; especies dominantes (abundantes y frecuentes), Cuadrante II; especies comunes (poco abundantes y frecuentes), Cuadrante III; especies raras (poco abundantes y poco frecuentes) y Cuadrante IV; especies indicadoras (abundantes y poco frecuentes) (Sánchez-Rodríguez, 1994).

### Especies principales y especies satélite

Se ha propuesto que las comunidades incluyen especies de diferentes tipos, de manera que puede distinguirse el grupo de especies principales que tendrá un papel preponderante en la comunidad, ocupando el mayor número de sitios adecuados para su desarrollo, con densidad poblacional elevada en cada uno de estos sitios, es decir, estas especies ocupan muchos sitios y con elevada densidad poblacional. Las especies satélite en cambio ocupan sólo los espacios que las principales no ocupan (Hanski, 1982). Para examinar la presencia de especies principales y satélite se determinó la correlación entre la intensidad promedio y la prevalencia para cada una de las especies de helmintos en sus respectivos hospederos y posteriormente se construyó una gráfica de distribución de frecuencias de la prevalencia de las especies de helmintos. La distinción de especies principales y satélite fue posible sólo cuando la correlación entre la intensidad promedio y la prevalencia era significativa y la gráfica de distribución de frecuencias de la prevalencia presentaba bimodalidad, señalando entonces que las especies ubicadas hacia la derecha de la gráfica son las especies principales y las especies satélite quedan desplazadas hacia la izquierda del gráfico.

### Especies generalistas y especialistas

Las especies generalistas fueron aquellas especies de helmintos que se encuentran y desarrollan regularmente en hospederos de más de una familia; mientras que las

especialistas restringen su distribución, crecimiento y reproducción, a una sola especie de hospedero, un género o una familia (Kennedy y Bush, 1994).

### **Representatividad de los muestreos**

Se construyeron curvas acumulativas de especies para valorar la representatividad de los muestreos, en cada caso se construyó una curva promedio de entre 10 y 20 repeticiones, considerando las especies acumuladas a partir de los números de hospedero examinados tomados aleatoriamente. Tales curvas acumulativas se compararon con el modelo descrito por una función logarítmica del tipo  $y = a + b (\log x)$ , el cual predice que después de un determinado valor de "x" (número de ejemplares examinados) la variable "y" (número de especies acumuladas) sufrirá cambios extremadamente pequeños, lo cual permitió establecer que las probabilidades de registrar nuevas especies después de un número determinado de ejemplares examinados era extremadamente baja, asumiendo entonces que el número de especies de helmintos recuperadas era el que constituye la totalidad de la comunidad. El modelo descriptivo de los datos observados, se evaluó con una prueba de "t" (en la cual se plantea que no hay diferencias significativas entre los datos observados y los calculados). En los casos en que el modelo logarítmico fue el que mejor describió los datos observados, se consideró que el número de hospederos examinados fue suficiente para detectar el número máximo de especies de helmintos en la comunidad.

### **Comunidades**

#### Composición de las comunidades

Las características del muestreo de *Eleutherodactylus rhodopis* y *Leptodactylus melanonotus* (página 17, Cuadro 2) requirieron de analizar la composición de las comunidades de helmintos y la abundancia de sus especies para valorar los posibles cambios estructurales asociados con el hábitat y con la recolección en épocas distintas del año (lluvias y secas).

Para determinar los efectos de la temporada o del sitio sobre la abundancia de los helmintos, se realizaron análisis de varianza (Anova) sobre los datos transformados como:  $x = \sqrt{x} + 0.5$ , donde x corresponde a los valores de abundancia de cada especie de helminto en cada hospedero o bien la abundancia total para el nivel de comunidad componente, los datos se transformaron para llevarlos a una distribución normal (Zar, 1984).

La composición de helmintos se comparó con pruebas de " $\chi^2$ " para determinar las diferencias entre sitios y temporadas.

#### Riqueza

Para valorar la precisión de los datos observados a partir de los muestreos, se usaron tres estimadores de riqueza (Poulin, 1998).

Estimador Jackknife =  $S_j$

$$S_j = S_o + a (H - 1) / H$$

Donde:  $S_o$  = riqueza de especies observada

$H$  = número de hospederos en la muestra

$a$  = número de especies de parásitos en un sólo hospedero de la muestra.

Estimador de Chao =  $S_c$

$$S_c = S_o + (a^2 / 2b)$$

Donde:  $b$  = número de especies de parásitos, sólo en dos hospederos de la muestra

Estimador Bootstrap =  $S_B$

$$S_B = S_o + \sum [1 - (h_j / H)]^H$$

Donde:  $h_j$  = número de hospederos individuales en la muestra, cuya especie de parásito  $j$ , se registra.

## Diversidad

La diversidad para el nivel de comunidad componente fue determinada a partir de los índices de Simpson y Shanon-Wiener (Magurran, 1988; Krebs, 1989); el uso de estos índices se justifica ya que varían su sensibilidad a los cambios en la importancia relativa de las especies.

El Índice de Simpson (D), en este trabajo, dado que se estudiaron poblaciones finitas lo más conveniente fue emplear la fórmula:

$$D = 1 - \sum [n_i (n_i - 1) / N (N - 1)]$$

Donde: n = número de gusanos en la i-ésima especie

N = número total de gusanos.

Índice de Shanon-Wiener (H')

$$H' = - \sum (p_i) (\ln p_i)$$

Donde: p<sub>i</sub> = proporción de individuos de la i-ésima especie

Para el nivel de infracomunidad, se utilizó el índice de Brillouin, ya que se trata de comunidades totalmente censadas (Pielou, 1975).

Índice de Brillouin (H)

$$H = 1 / N [\ln (N! / n_1! n_2! n_3! \dots)]$$

Donde: N = número total de gusanos

n<sub>1</sub> = número de gusanos de la especie 1

n<sub>2</sub> = número de gusanos de la especie 2, etc.

## Equidad

Se calculó la equidad para el índice de Brillouin utilizando la fórmula siguiente:

$$E = H / H_{\max}$$

Donde: H<sub>max</sub> fué el valor máximo posible del índice de Brillouin para N gusanos en S especies.

Así, el valor de  $H_{max}$  se calculó mediante la función:

$$H_{max} = 1 / N \ln N! / [i!]^{s-i} [(i-1)!]^i$$

Donde:  $i$  = valor íntegro de  $N / S$

$j = [N - (S)(i)]$ , = los gusanos que quedan

## Similitud

Se compararon las infracomunidades de cada tipo de hospedero y las comunidades componente entre sí con métodos cuantitativos y cualitativos, empleando el porcentaje de similitud y el coeficiente de Jaccard (Krebs, 1989), con las matrices de similitud resultantes se construyeron dendrogramas empleando técnicas de análisis de agrupamientos, los grupos se formaron empleando el algoritmo de ligamiento promedio con la media aritmética no ponderada (UPGMA).

Porcentaje de similitud: cada comunidad muestreada se estandarizó como un porcentaje, de manera que la suma de todas las abundancias relativas representó el 100% en cada muestra, el índice se calculó entonces como:

$$P = \sum \text{mínimos} (p_{1i}, p_{2i})$$

Donde:  $P$  = porcentaje de similitud entre las muestras 1 y 2

$p_{1i}$  = porcentaje de la especie  $i$  en la comunidad muestreada 1

$p_{2i}$  = porcentaje de la especie  $i$  en la comunidad muestreada 2

Coeficiente de similitud de Jaccard: se calculó como:

$$S_j = a / [a + b + c]$$

Donde:  $a$  = número de especies en ambas comunidades muestreadas A y B

$b$  = número de especies en la comunidad A pero no en B

$c$  = número de especies en la comunidad B pero no en A

## V. RESULTADOS

### Registro helmintológico

Desde junio de 1996 a febrero de 1998 se examinaron un total de 190 anfibios (Cuadro 2): 85 *Eleutherodactylus rhodopis* recolectados en laguna Escondida, laguna Zacatal y entre la hojarasca del interior de la selva dentro de la estación de Biología (42 hembras, 13 machos y 30 jóvenes), con longitud hocico-cloaca promedio (LHC)  $25.58 \text{ mm} \pm 0.78$  error estándar (ES), el intervalo de talla registrado varió entre 15 y 48 mm; 46 *Leptodactylus melanonotus* recolectados en Laguna Escondida (24 hembras, 18 machos y 4 juvenes), promedio LHC  $39.93 \text{ mm} \pm 0.84$  ES, de 24 a 53 mm; 26 *Hyla microcephala* recolectadas en laguna Zacatal (17 hembras, 2 machos y 7 juvenes), promedio LHC  $21.04 \text{ mm} \pm 0.37$  ES, de 18.8 a 27 mm y 33 *Smilisca cyanosticta* recolectadas sobre la vegetación del interior de la selva dentro de la Estación de Biología (22 hembras, 4 machos y 7 juvenes), promedio LHC de  $50.32 \text{ mm} \pm 1.11$  ES de 37.6 a 69 mm.

En el Apéndice I, se presentan algunos detalles respecto a la biología de las especies de hospederos con la finalidad de ser considerados como guía en la interpretación y discusión de los resultados.

El registro helmintológico generado a partir del examen de estos hospederos, incluye 26 especies de helmintos: un monogéneo (adulto), nueve tremátodos (5 adultos y 4 metacercarias), dos acantocéfalos (ambos cistacantos) y 14 nemátodos (8 adultos y 6 larvas). En el Cuadro 3 se presentan los registros de la helmintofauna de cada especie de hospedero y el hábitat del parásito. Se aportan 33 nuevos registros de hospedero, se registran siete especies de helmintos por primera vez en México, 15 de las 26 especies de helmintos no se habían registrado en la región. En las cuatro especies de hospederos se registró un mayor número de especies de nemátodos, seguidos por los tremátodos adultos. No se encontraron céstodos.

**Cuadro 3.** Registro helmintológico de cuatro especies de Anuros de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México (Todos los helmintos registrados en este trabajo representan un nuevo registro de hospedero, por lo cual no fue necesario señalarlo en cada caso).

HOSPEDERO PARÁSITO		HÁBITAT
<b><i>Eleuterodactylus rhodopsis</i> n = 85</b>		
<i>Gorgoderina attenuata</i> (Stafford, 1902) Stafford, 1905		Cavidad corporal
<i>Cosmocerca podicipinus</i> Baker y Vaucher, 1984	☐	Intestino
<i>Aplectana incerta</i> Caballero y Caballero, 1949	**	Intestino
<i>Strongyluris</i> sp.	☐	Intestino
* <i>Porrocaecum</i> sp.	**	Enquistados por fuera del intestino en mesenterio
<i>Oswaldocruzia</i> sp.		Intestino
* <i>Centrorhynchus</i> sp.	**	Enquistados por fuera del intestino en mesenterio
<b><i>Leptodactylus melanonotus</i> n = 46</b>		
<i>Gorgoderina attenuata</i>		Recto
<i>Glypthelmins californiensis</i> (Cort, 1919) Miller, 1930		Intestino
<i>Megalodiscus</i> sp.	**	Cavidad corporal
* <i>Metacercaria</i> gen. sp. 1		Enquistado por fuera del esófago en mesenterio
<i>Rhabdias elegans</i> Gutiérrez, 1945	☐	Pulmones
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	☐	Intestino
* <i>Subulascaris falcaustriformis</i> Freitas y Dobbin, 1957	☐	Intestino
* <i>Porrocaecum</i> sp.	**	Enquistado por fuera del intestino en mesenterio
* <i>Spiroxys</i> sp.	**	Enquistado por fuera del estómago en mesenterio
* <i>Ascarops</i> sp.	☐	Enquistado en la serosa del estómago
<i>Oswaldocruzia</i> sp.		Intestino
* <i>Centrorhynchus</i> sp.	**	Enquistado por fuera del intestino en mesenterio

continúa

HOSPEDERO		HÁBITAT
PARÁSITO		
<b><i>Hyla microcephala</i></b> n = 26		
<i>Haematoloechus medioplexus</i> Stafford, 1902		Estómago
* <i>Clinostomum complanatum</i> (Rudolphi, 1814) Braun, 1899		Enquistado en mesenterio en toda la cavidad
* <i>Metacercaria</i> gen. sp. 2		Enquistado por fuera del intestino en mesenterio
<i>Rhabdias tobagoensis</i> Moravec y Kaiser, 1995	♂	Pulmones
<i>Strongyloides</i> sp.	✱✱	Intestino
<i>Aplectana itzocanensis</i> Bravo-Hollis, 1943		Intestino
* <i>Physaloptera</i> sp.	✱✱	Enquistado en la serosa del estómago
<b><i>Smilisca cyanosticta</i></b> n = 33		
<i>Polystoma naevius</i> Caballero y Caballero y Cerecero, 1941		Vejiga urinaria
<i>Mesocoelium monas</i> (Rudolphi, 1819) Freitas, 1958		Intestino
* <i>Metacercaria</i> gen. sp. 3		Enquistado por fuera del estómago en mesenterio
<i>Rhabdias tobagoensis</i>	♂	Pulmones
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	♂	Intestino
<i>Aplectana itzocanensis</i>		Intestino
* <i>Ascarops</i> sp.	♂	Enquistado en la serosa del estómago
* <i>Physocephalus</i> sp.	✱✱	Enquistado en la mucosa del intestino
<i>Oswaldocruzia</i> sp.		Intestino
* <i>Onchicola luehei</i> (Travassos, 1917) Schmidt, 1972	♂	Enquistado por fuera del intestino en mesenterio

n, total de hospederos examinados; ♂, primer registro en México; ✱✱, nueva localidad para el helminto (existen registros previos, aunque no necesariamente en anuros); \* larva.

*Cosmocerca podicipinus* se registró en tres de las especies de hospederos examinados, *Eleutherodactylus rhodopis*, *Leptodactylus melanonotus* e *Hyla microcephala*. En tanto que *Gorgoderina attenuata*, *Rhabdias tobagoensis*, *Aplectana itzocanensis*, *Ascarops* sp., *Oswaldocruzia* sp. y *Centrorhynchus* sp. se registraron en dos de las especies de hospedero examinadas.

## Descripción de las infecciones

### Prevalencia e intensidad de la infección

Los datos de prevalencia, abundancia e intensidad promedio de las helmintiasis en cada especie de hospedero se presentan en el Cuadro 4. En tres de los hospederos estudiados *E. rhodopis*, *L. melanonotus* y *S. cyanosticta* el nemátodo *Cosmocerca podicipinus* resultó ser la especie más frecuente y abundante, la prevalencia varió de 66 a 85 %, la intensidad promedio fue de 4.1 a 10.4 helmintos por hospedero parasitado y su abundancia varió entre 2.9 y 8.8 helmintos por hospedero examinado. Otras especies que mostraron valores de prevalencia, abundancia e intensidad promedio elevados fueron *Aplectana incerta* en *E. rhodopis*, *Rhabdias elegans* y *Oswaldocruzia* sp. en *L. melanonotus* y *Aplectana itzocanensis* en *S. cyanosticta* (Cuadro 4).

La especie más frecuente y abundante en *H. microcephala* fue la metacercaria de *Clinostomum complanatum*, los valores de esta helmintiasis resultaron comparativamente bajos (con prevalencia del 23%, intensidad promedio de 1.08 y abundancia de 4.67 gusanos por hospedero) con respecto a las especies anteriores (Cuadro 4).

El resto de las especies, indistintamente del hospedero en que se registraron no alcanzaron valores de prevalencia mayores al 20 % (variando entre 1.2% y 18.2%), con valores de intensidad promedio y abundancia bastante variables (la intensidad promedio varió entre 1 y 29 helmintos por hospedero parasitado y la abundancia entre 0.02 y 3.11 helmintos por hospedero examinado).

Los valores del cociente varianza-media mostraron agregación en la mayoría de los casos, este cociente (excepto para *Haematoloechus medioplexus* y *Aplectana itzocanensis*) resultó con valores mayores a la unidad, indicando que existió una elevada concentración de helmintos individuales en muy pocos hospederos.

Hospedero	Hosp par.	Prev. %	Hel rec.	Intervalo	I.P. ± D.E.	Abund. ± D.E.	S <sup>2</sup> /X
<b>Eleutherodactylus rhodopis n = 85</b>							
<i>Gorgoderina attenuata</i>	1	1.18	2	2	2.00 ----	0.02 ± 0.22	2.42
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	56	65.88	357	1-43	6.38 ± 8.46	4.20 ± 7.49	13.36
<i>Aplectana incerta</i>	64	75.29	518	1-38	8.09 ± 7.99	6.09 ± 7.76	9.89
<i>Strongyluris</i> sp.	2	2.35	3	1- 2	1.50 ± 0.71	0.04 ± 0.24	1.44
* <i>Porrocaecum</i> sp.	12	14.12	30	1- 8	2.50 ± 2.02	0.35 ± 1.14	3.71
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	11	12.94	27	1-10	2.46 ± 2.70	0.32 ± 1.25	4.88
* <i>Centrorhynchus</i> sp.	7	8.24	11	1- 3	1.57 ± 0.79	0.13 ± 0.48	1.77
<b>Leptodactylus melanonotus n = 46</b>							
* <i>Metacercaria</i> gen. sp. 1	5	10.87	143	1-77	28.60 ± 28.13	3.11 ± 12.30	48.65
<i>Gorgoderina attenuata</i>	5	10.87	7	1- 2	1.40 ± 0.55	0.15 ± 0.47	1.47
<i>Glythelmins californiensis</i>	4	8.70	9	1- 5	2.25 ± 1.89	0.20 ± 0.81	3.28
<i>Megalodiscus</i> sp.	2	4.35	6	1- 5	3.00 ± 2.83	0.13 ± 0.75	4.33
<i>Rhabdias elegans</i>	19	41.30	63	1-13	3.32 ± 3.23	1.37 ± 2.63	5.05
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	39	84.78	406	1-35	10.41 ± 8.05	8.83 ± 8.31	7.82
* <i>Subulascaris falcaustriformis</i>	3	6.52	6	1- 3	2.00 ± 1.00	0.13 ± 0.54	2.24
* <i>Porrocaecum</i> sp.	4	8.70	6	1- 3	1.50 ± 1.00	0.13 ± 0.50	1.92
* <i>Spiroxys</i> sp.	7	15.22	46	1-32	6.57 ± 11.30	1.00 ± 4.77	22.75
* <i>Ascarops</i> sp.	3	6.52	8	1- 5	2.67 ± 2.08	0.17 ± 0.80	3.76
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	17	36.96	43	1- 7	2.53 ± 2.17	0.94 ± 1.78	3.37
* <i>Centrorhynchus</i> sp.	6	13.04	8	1- 2	1.33 ± 0.52	0.17 ± 0.49	1.41

continúa...

Hospedero	Hosp par.	Prev. %	Hel rec.	Intervalo	I.P. ± D.E.	Abund. ± D.E.	S <sup>2</sup> /X
<b><i>Hyla microcephala</i> n = 26</b>							
* <i>Metacercaria</i> gen. sp. 2	3	11.54	9	1-6	3.00 ± 2.65	0.35 ± 1.23	4.32
* <i>Clinostomum complanatum</i>	6	23.08	28	1-7	4.67 ± 1.97	1.08 ± 2.19	4.44
<i>Haematoloechus medioplexus</i>	1	3.85	1	1	1.00 ----	0.04 ± 0.20	1.00
<i>Rhabdias tobagoensis</i>	3	11.54	4	1-2	1.33 ± 0.58	0.15 ± 0.46	1.41
<i>Strongyloides</i> sp.	1	3.85	2	2	2.00 ----	0.08 ± 0.39	1.90
<i>Aplectana itzocanensis</i>	3	11.54	3	1	1.00 ± 0.00	0.12 ± 0.33	0.91
* <i>Physaloptera</i> sp.	1	3.85	4	4	4.00 ----	0.15 ± 0.78	4.06
<b><i>Smilisca cyanosticta</i> n = 33</b>							
<i>Polystoma naevius</i>	2	6.06	3	1-2	1.50 ± 0.71	0.09 ± 1.32	19.36
* <i>Metacercaria</i> gen. sp. 3	1	3.03	29	29	29.00 ----	0.88 ± 5.05	28.98
<i>Mesocoelium monas</i>	5	15.15	19	1-11	3.80 ± 4.15	0.58 ± 2.02	7.04
<i>Rhabdias tobagoensis</i>	3	9.09	4	1-2	1.33 ± 0.58	0.12 ± 0.42	1.47
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	23	69.70	95	1-22	4.13 ± 4.24	2.88 ± 4.01	5.58
<i>Aplectana itzocanensis</i>	10	30.30	25	1-5	2.50 ± 1.18	0.76 ± 0.38	1.60
* <i>Ascarops</i> sp.	6	18.18	34	1-9	5.67 ± 2.58	1.03 ± 2.44	5.78
* <i>Physocephalus</i> sp.	2	6.06	4	2	2.00 ± 0.00	0.12 ± 0.49	2.00
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	5	15.15	23	1-19	4.60 ± 8.05	0.70 ± 3.30	15.56
* <i>Oncicola luehei</i>	3	9.09	12	1-7	4.00 ± 3.00	0.36 ± 1.39	5.37

Abund., abundancia; Hel rec., helmintos recolectados; Hos par., hospederos parasitados; I.P., intensidad promedio; n, número de hospederos examinados; Prev., prevalencia; ± D.E., desviación estándar; S<sup>2</sup>/X, coeficiente de agregación (varianza / media). \*, fases larvarias.

## Especies generalistas y especialistas

El análisis de la información disponible con respecto al registro de hospederos y el ciclo de vida de las diferentes especies de helmintos registradas (Apéndice II), permitió caracterizar a los helmintos como especialistas o generalistas. Dos de las 23 especies en el registro fueron especialistas (no se consideraron las metacercarias). *Cosmocerca podicipinus* registrada previamente sólo en especies del género *Leptodactylus*, se recolectó en este trabajo en *Smilisca cyanosticta* (Hylidae), con prevalencia y abundancia altas (Cuadro 4) indicando que no se trata de un registro accidental.

## Especies dominantes, comunes y raras.

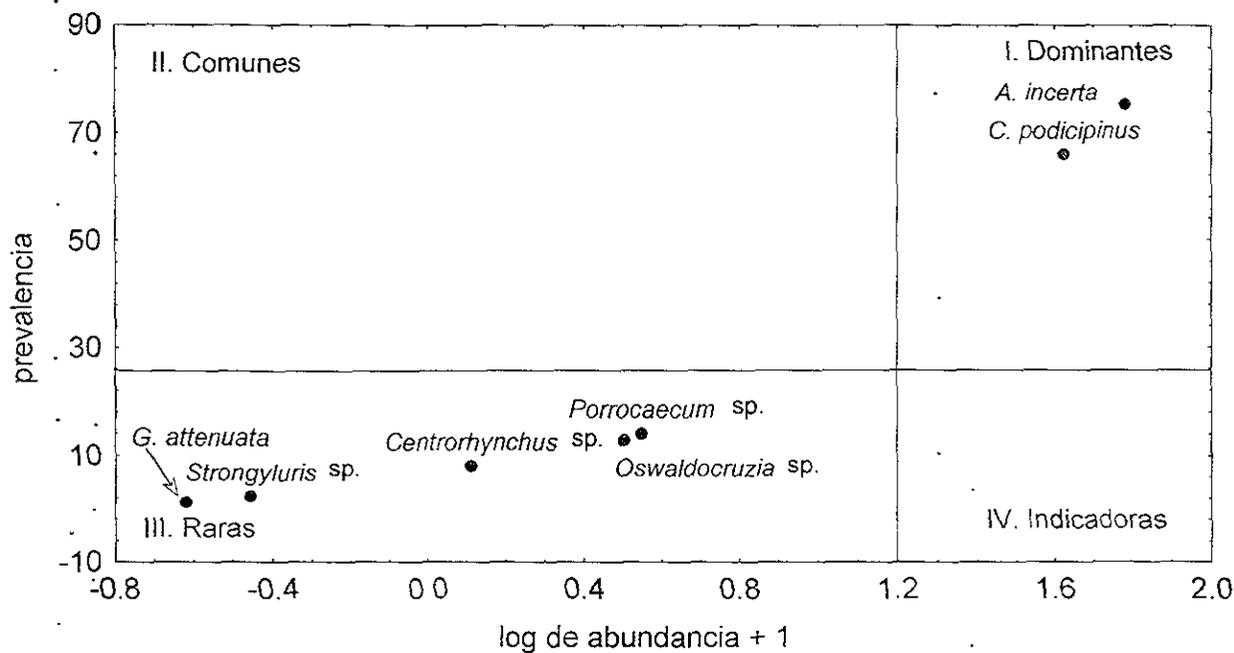
El análisis de Olmstead-Tukey (Figuras 2 y 3) mostró que en las poblaciones de hospederos examinadas se presentaron de dos a tres especies dominantes, representando porcentajes que variaron entre el 17 y 30% respecto del total de especies en cada hospedero, y un número variable de especies raras, comunes e indicadoras. En tres de las poblaciones de hospederos examinadas, los nemátodos fueron dominantes. Únicamente en *H. microcephala* se observó dominancia por metacercarias.

En todas las poblaciones de hospederos donde se registró la presencia de *C. podicipinus*, este nemátodo siempre fue dominante. Las especies del género *Aplectana*, excepto *A. itzocanensis* en *H. microcephala* también fueron dominantes en los hospederos donde se registraron (Figuras 2 y 3).

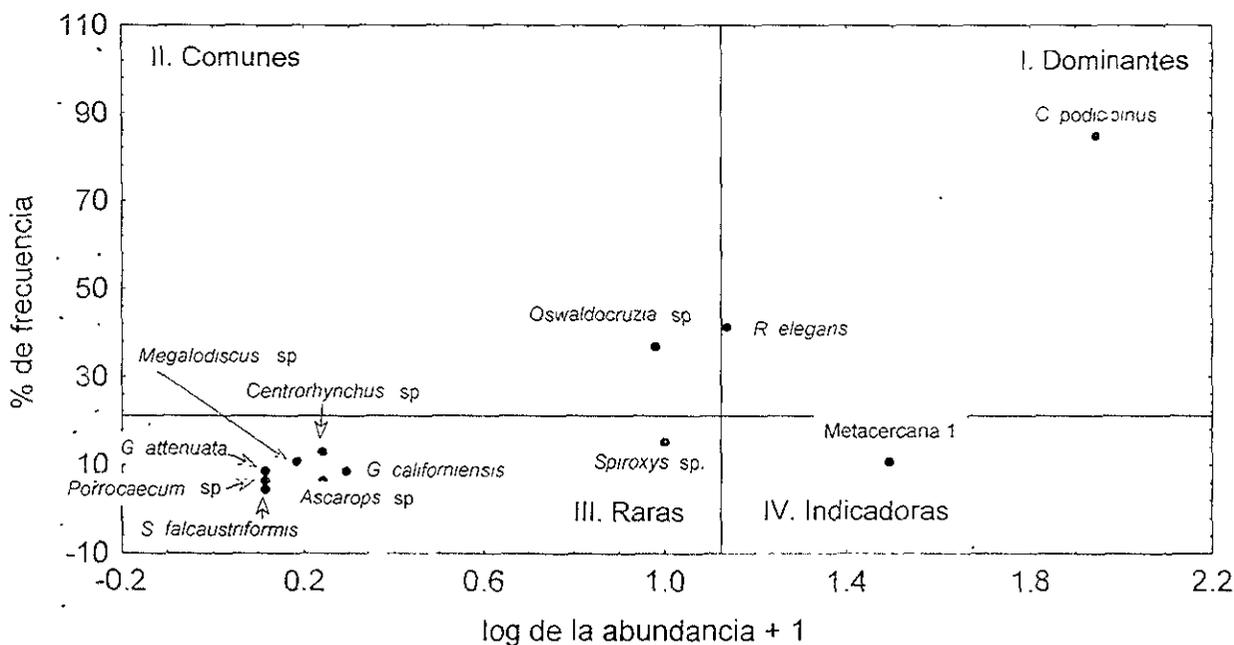
Todos los tremátodos adultos incluidos en el registro fueron especies raras, así como los cistacantos de *Centrorhynchus* sp. y *Oncicola luehei*. El número de especies raras en cada población examinada varió entre tres y ocho, la proporción de especies raras respecto del total de especies registradas varió entre 0.43 y 0.71 en los hospederos estudiados, la más alta se registró en *E. rhodopsis*. *Gorgoderina attenuata*, *Oswaldocruzia* sp. y *Centrorhynchus* sp. fueron siempre raras independientemente del hospedero en el que se encontraron.

La caracterización de *Rhabdias* y *Ascarops* sp. varió de acuerdo al hospedero en el que se registraron: *R. elegans* fue dominante en *L. melanonotus*, mientras que *R. tobagoensis* fue común en *H. microcephala* y rara en *S. cyanosticta*, por su parte *Ascarops* sp. fue dominante en *S. cyanosticta* y rara en *L. melanonotus* (Figuras 2 y 3).

### Eleutherodactylus rhodopis

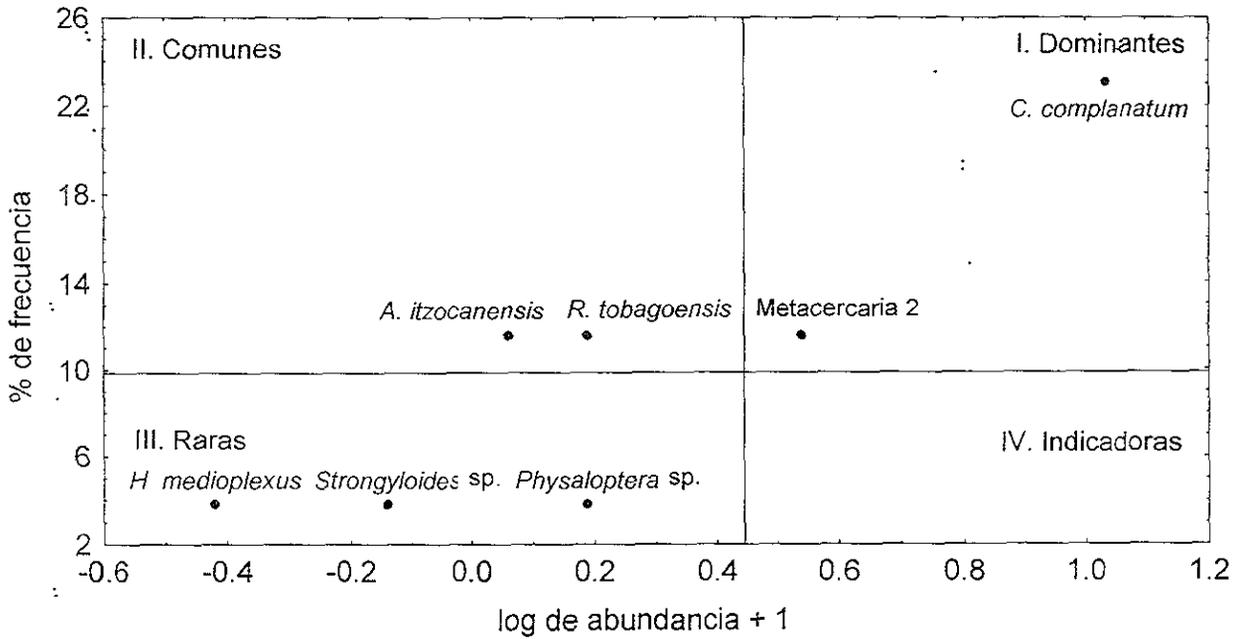


### Leptodactylus melanonotus

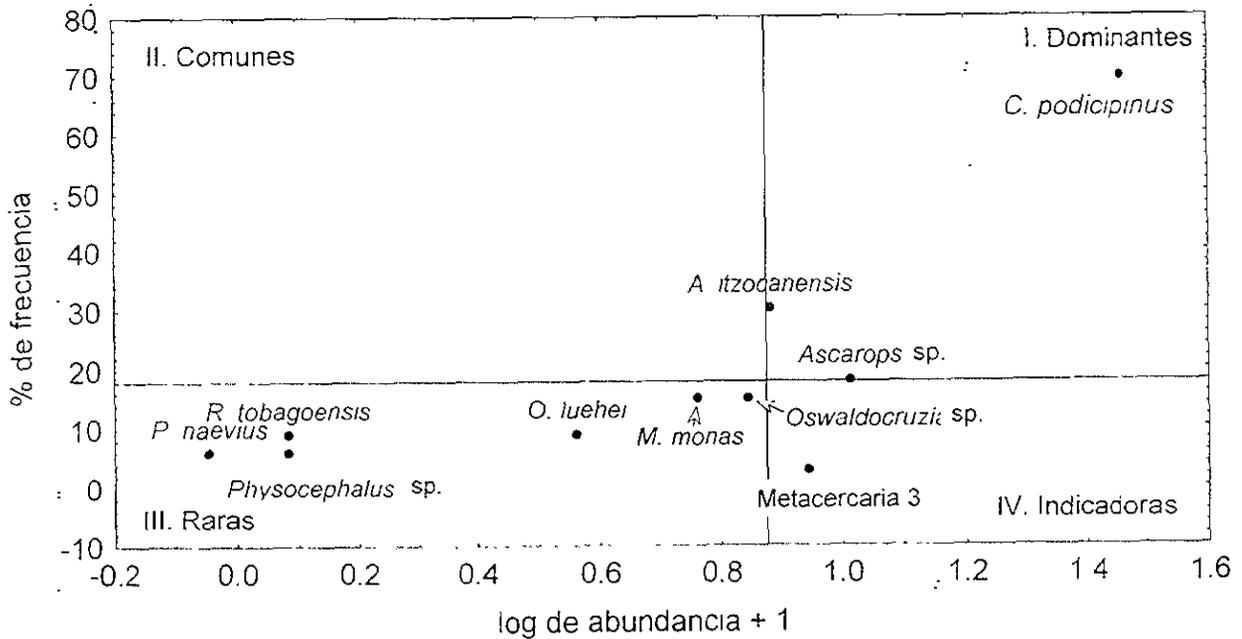


**Figura 2.** Caracterización de los helmintos: especies dominantes, comunes y raras de acuerdo al análisis de Olmstead-Tukey en las poblaciones de *E. rhodopis* y *L. melanonotus*.

***Hyla microcephala***



***Smilisca cyanosticta***



**Figura 3.** Caracterización de los helmintos: especies dominantes, comunes y raras de acuerdo al análisis de Olmstead-Tukey en las poblaciones de *H. microcephala* y *S. cyanosticta*.

## Comunidad componente

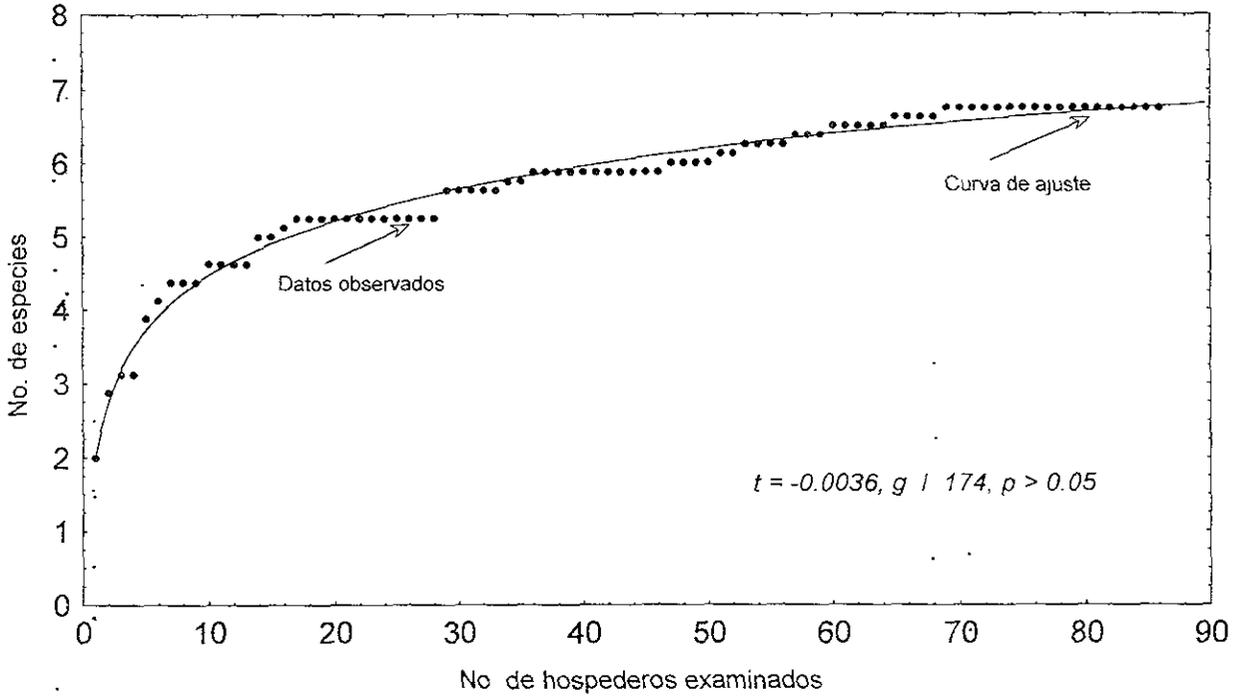
### Representatividad de los muestreos

Las curvas acumulativas de especies (Figuras 4 y 5) muestran que para tres de las cuatro especies de anuros estudiadas, el número de hospederos examinados fue adecuado para detectar todas, o al menos más del 90% de las especies de helmintos que integran cada comunidad en la época de estudio. No así, para la comunidad componente de *Hyla microcephala*.

En los casos de *Eleutherodactylus rhodopis*, *Leptodactylus melanonotus* y *Smilisca cyanosticta*, los datos observados se ajustaron a la función  $y = a + b (\log x)$ , [*E. rhodopis*;  $t = -0.0036$ , g. l. = 174,  $p < 0.05$ , *L. melanonotus*;  $t = -0.0008$ , g. l. = 98,  $p < 0.05$ , *S. cyanosticta*;  $t = -0.0009$ , g. l. = 78,  $p < 0.05$ ]. Lo cual indica que para estos hospederos, el muestreo permitió recuperar la totalidad de especies de helmintos que integran la comunidad, incluso en *E. rhodopis* y *L. melanonotus*, con un menor número de hospederos examinados. La curva acumulativa de especies para *H. microcephala* (Figura 5), al parecer no ajusta al modelo logarítmico enunciado ( $t = 0.24$ , g. l. = 50,  $p > 0.05$ ), lo cual sugiere que existen aún especies de helmintos no registradas y queda la posibilidad de encontrar más especies de helmintos, al examinar más hospederos.

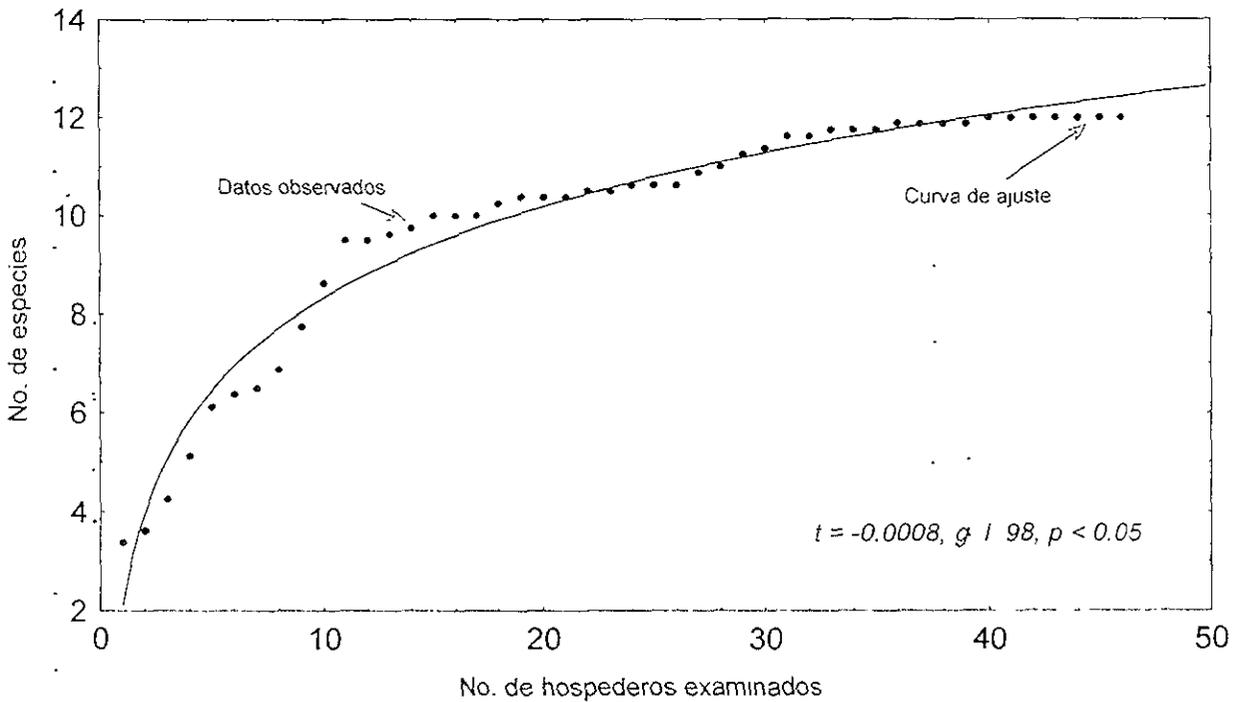
*Eleutherodactylus rhodopis*

$$y=2.002+2.468(\log x)$$

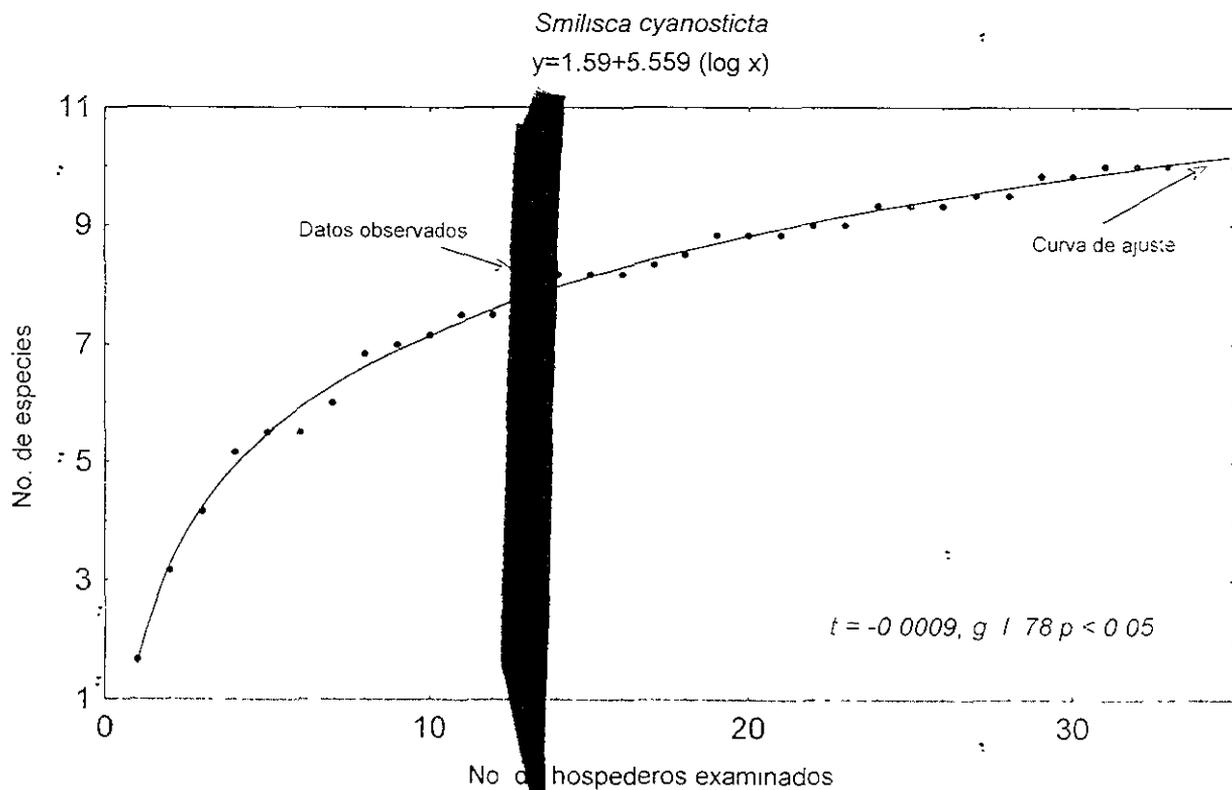
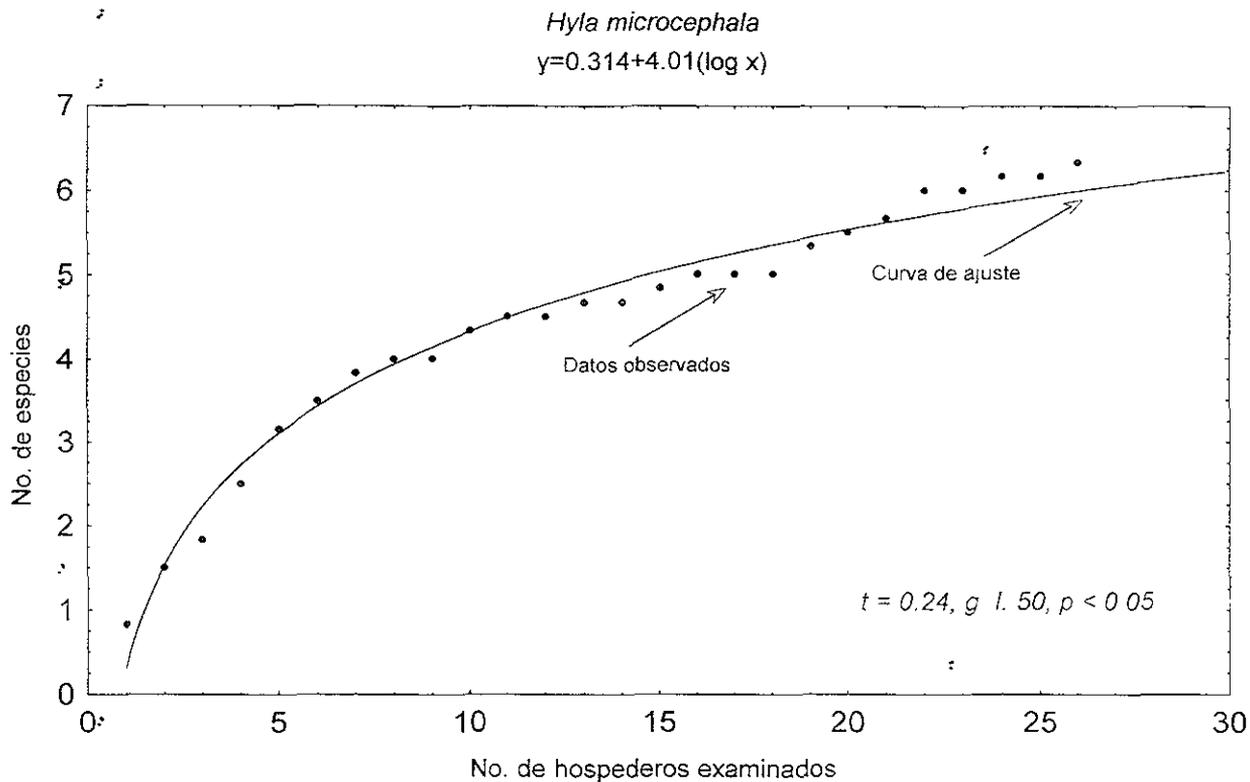


*Leptodactylus melanonotus*

$$y=2.134+6.193(\log x)$$



**Figura 4.** Curvas acumulativas de especies para dos de las comunidades componentes estudiadas, el valor de "t" permite probar la bondad de ajuste de los datos observados a la curva de ajuste que se presenta.



**Figura 5.** Curvas acumulativas de especies para dos de las comunidades componentes estudiados el valor de "t" permite probar la bondad de ajuste de los datos observados a la curva de ajuste que se presenta.

## Riqueza observada y estimadores de riqueza

El Cuadro 5 presenta los valores de los distintos estimadores de riqueza para cada una de las comunidades componente examinadas. Para las comunidades de *E. rhodopis*, *L. melanonotus* y *S. cyanosticta*, los tres estimadores de riqueza calculados mostraron valores similares entre sí y con el número de especies recuperadas en el muestreo, confirmando tendencia mostrada en las curvas acumulativas de especies, de que los muestreos detectan el total de especies de cada comunidad, o de un alto porcentaje de ellas. No sucede lo mismo para la comunidad componente de *H. microcephala* para la cual los estimadores sugieren una riqueza específica mayor que la observada, corroborando que el número de hospederos examinados fue insuficiente para recuperar la totalidad de especies de helmintos en la comunidad de helmintos de este hospedero.

**Cuadro 5.** Valores de riqueza observada y estimada de las comunidades componentes de cuatro especies de anuros de Los Tuxtlas, Veracruz.

Hospedero	Hospederos examinados	Riqueza observada	Estimador Jackknife	Estimador Chao 1	Estimador Bootstrap
<i>Eleutherodactylus rhodopis</i>	85	7	8.0	7.5	7.5
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	46	12	12.0	12.0	12.3
<i>Hyla microcephala</i>	26	7	9.9	7.0	8.2
<i>Smilisca cyanosticta</i>	33	10	11.0	10.3	10.7

Número de especies y número de individuos.

Se registraron un total de 26 especies de helmintos, a partir de 190 ejemplares de las cuatro especies de anuros examinadas. El número de especies registradas de cada comunidad varió entre 7 y 12, siendo *L. melanonotus* la especie de hospedero con el mayor número de especies de helmintos e *Hyla microcephala* la que aportó el registro más pobre (Cuadros 5 y 6). En total, considerando las cuatro especies de anuros examinadas, se registraron 1998 helmintos, el número de parásitos individuales en cada comunidad

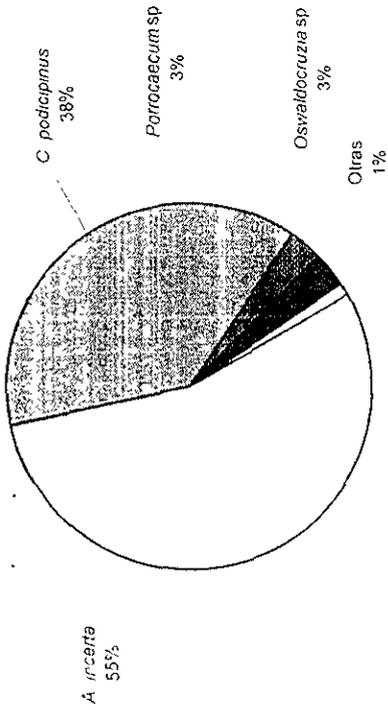
componente varió entre 51 y 948 gusanos, siendo la comunidad de *E. rhodopsis* la que presentó el número más elevado de parásitos (Cuadro 6). Se observó una correlación significativa entre el número de gusanos recolectados y el número de hospederos examinados en cada comunidad ( $r^2 = 0.80$ ,  $p < 0.05$ ).

Considerando el total de especies, el porcentaje de hospederos sin infección fue bajo en la mayoría de los componentes de comunidad, variando entre 5 y 11%, con excepción del componente en *Hyla microcephala*, que presentó un porcentaje de hospederos libres de infección del 54% (Cuadro 5).

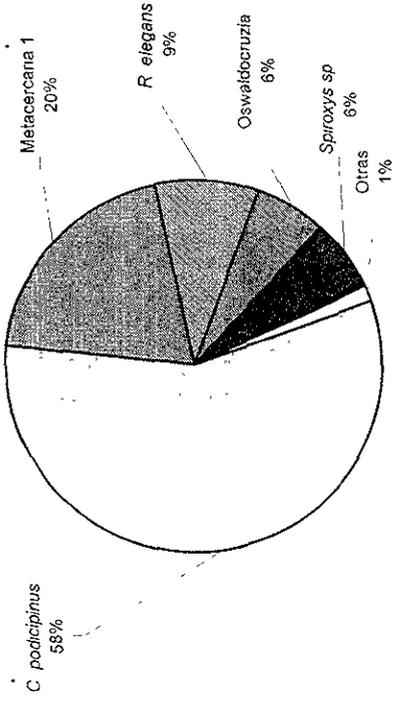
### **Composición de las comunidades**

En general la composición de helmintos, considerando los datos totales de cada comunidad componente (sin distinguir sitios de colecta o temporadas), difirió entre los hospederos. Los nemátodos adultos con ciclo de vida directo marcaron una constante en tres de las comunidades componente, ya que en todas ellas fueron abundantes y representando los porcentaje más altos en cuanto al composición de helmintos en cada hoperero. En la comunidad componente de *H. microcephala*, los mayores porcentajes corresponden a las dos metacercarias de tremátodos, sin embargo los nemátodos adultos con ciclo de vida directo nuevamente aparecen de manera significativa (Figura 6).

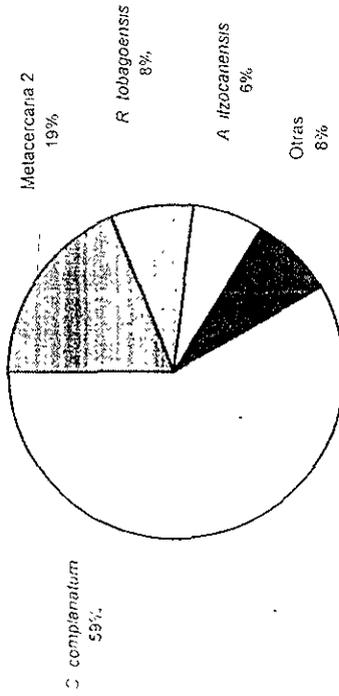
***E. rhodopsis***



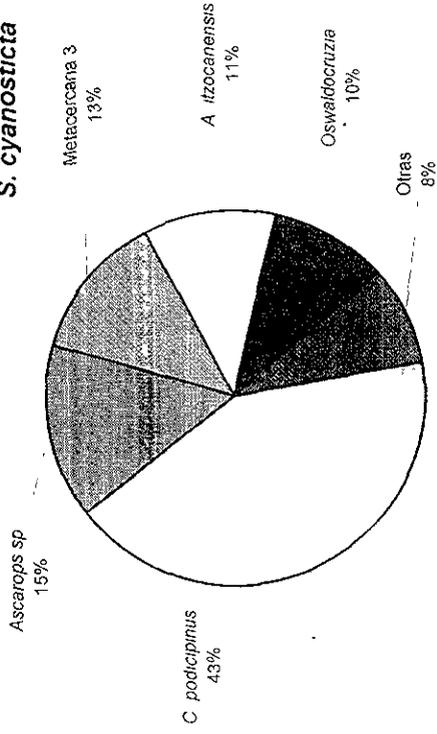
***L. melanonotus***



***H. microcephala***



***S. cyanosticta***



**Figura 6.** Composición de las comunidades componente examinadas, con base en la abundancia de cada especie de helminto

## Distribución de abundancias de las especies, dominancia y diversidad

Las curvas de distribución de abundancias de las especies, mostraron que cada comunidad componente resultó fuertemente dominada (Figura 7). Así, el nemátodo *C. podicipinus* fue la especie que ejerció la mayor dominancia en las comunidades componentes de *L. melanonotus* y *S. cyanosticta*, mientras que en *E. rhodopis* fue *A. incerta*, en esta comunidad también se presentó *C. podicipinus* con una abundancia considerable. Finalmente en la comunidad componente de *H. microcephala* las metacercarias de *C. complanatum* ejercieron la mayor dominancia.

Los valores de los índices de Simpson y de Shannon-Wiener (Cuadro 6) confirmaron que *S. cyanosticta* fue la comunidad componente con mayor diversidad, con relación a su mayor homogeneidad en la distribución de abundancias de las especies de helmintos y una baja dominancia (comparativamente con respecto a los otros componentes examinados) ejercida por *C. podicipinus* (Figura 7).

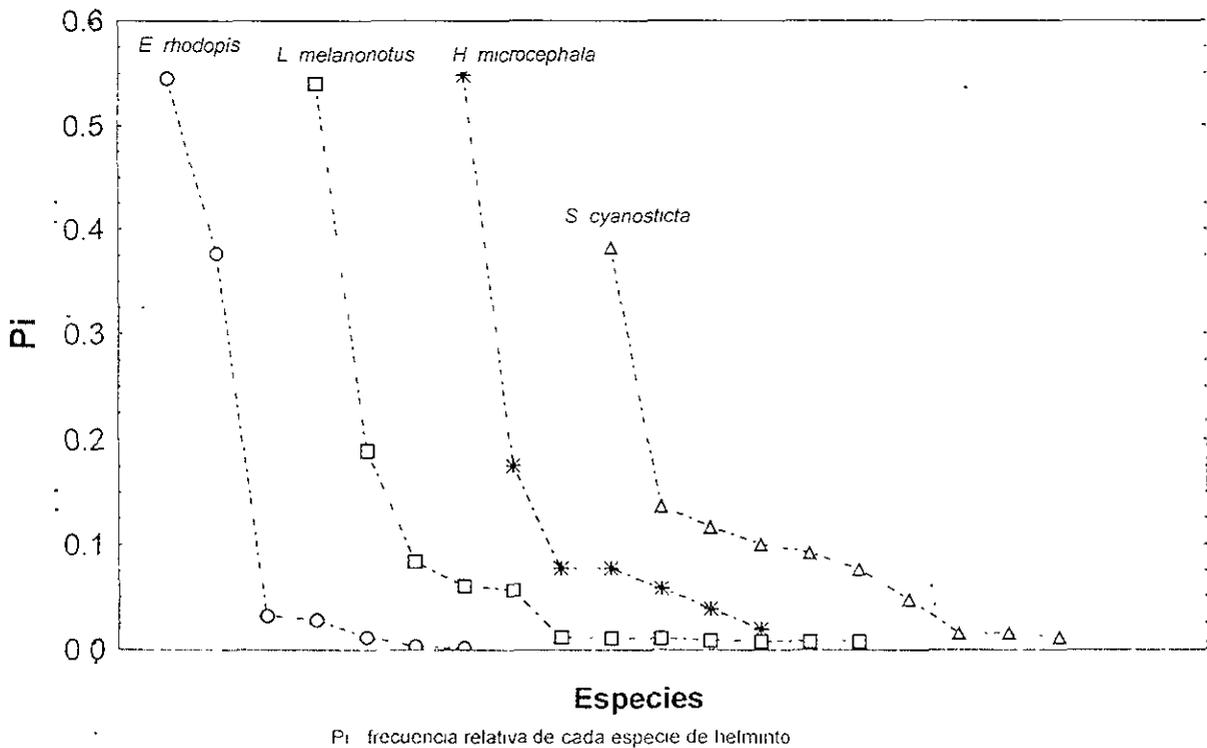


Figura 7. Distribución de abundancias.

**Cuadro 6.** Características de las comunidades componentes de helmintos parásitos de cuatro especies de anuros de la región de Los Tuxtlas, Veracruz.

CARACTERÍSTICAS	<i>E. rhodopis</i>	<i>L. melanonotus</i>	<i>H. microcephala</i>	<i>S. cyanosticta</i>
Promedio LHC ± ES.	25.6 ± 0.78	39.9 ± 0.84	21 ± 0.37	50.3 ± 1.11
Hospederos examinados	85	46	26	33
% de hospederos sin infección	5	11	54	6
No. de especies en el componente	7	12	7	10
No. total de gusanos colectados	948	751	51	248
Especies generalistas	7	10	6	8
Especies especialistas	0	1 $\alpha$	0	1**
No. de especies con prevalencia > 10%	4	7	4	5
Índice de Berger-Parker	0.55	0.54	0.55	0.38
Índice de Simpson (1-D)	0.56	0.66	0.66	0.80
Índice de Shanon-Wiener	1.43	2.16	2.03	2.70
Especie dominante	<i>A. incerta</i>	<i>C. podicipinus</i>	<i>C. complanatum</i>	<i>C. podicipinus</i>

LHC, longitud hocico-cloaca; ES., error estándar;  $\alpha$  *Subulascaris falcaustriformis*, \*\**Polystoma naevius*

Variación de las comunidades componente entre sitios y entre temporadas.

Para evaluar las variaciones en la composición y la abundancia entre sitios de colecta para *E. rhodopis* y entre temporadas para *L. melanonotus*, se analizaron las abundancias de las especies en cada comunidad componente

Las diferencias observadas en la composición de la comunidad de *E. rhodopis* (Cuadro 7) entre La Escondida, Limite Norte y El Zacatal no son significativas ( $\chi^2 = 46.9$ , g. l. 10,  $p > 0.05$ ), ni tampoco en cuanto a la abundancia de cada especie de helminto ( $F = 1.55$ , g. l. 2,  $p > 0.05$ ).

Así también, la variación observada en *L. melanonotus* recolectados en lluvias o secas (Cuadro 7), no fue significativa, ni en cuanto a la composición de las especies de helmintos ( $\chi^2 = 553.8$ , g. l. 11,  $p > 0.05$ ), ni en sus valores de abundancia ( $F = 0.23$ , g. l. 1,  $p > 0.05$ ).

Hospedero	Prev. %	Abund. ± D.E.	Prev. %	Abund. ± D.E.	Prev. %	Abund. ± D.E.
<b>Parásito</b>						
<b><i>Eleutherodactylus rhodopsis</i> n = 10</b>						
<b>La Escondida</b>						
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	70	3.7 ± 3.3	60	10.4 ± 15.5	70	2.7 ± 4.3
<i>Aplectana incerta</i>	50	1.9 ± 2.4	100	8.7 ± 7.5	90	6.0 ± 10.2
<i>Strongyluris</i> sp.	10	0.2	--	--	--	--
* <i>Porrocaecum</i> sp.	20	0.6 ± 1.4	10	0.1	30	0.5 ± 1.2
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	30	0.6 ± 1.7	20	0.2 ± 0.0	20	0.5 ± 0.7
* <i>Centrotrynchus</i> sp.	10	0.2 ±	30	0.3	--	--
<b><i>Leptodactylus melanonotus</i> n = 19</b>						
<b>Lluvias</b>						
* <i>Metacercaria</i> gen. sp. 1	26	6.9 ± 30.9	5	0.01		
<i>Gorgoderina attenuata</i>	11	0.2 ± 0.7	16	0.2 ± 0.6		
<i>Glythelmins californiensis</i>	21	0.5 ± 1.9	--	--		
<i>Megalodiscus</i> sp.	11	0.3 ± 2.8	--	--		
<i>Rhabdias elegans</i>	21	0.4 ± 1.0	68	3.5 ± 3.6		
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	84	8.9 ± 8.7	79	9.5 ± 8.7		
* <i>Subulascaris falcaustriformis</i>	16	0.3 ± 1.0	--	--		
* <i>Porrocaecum</i> sp.	11	0.1 ± 0.0	11	0.2		
* <i>Spiroxys</i> sp.	11	0.3 ± 2.1	11	0.2 ± 1.4		
* <i>Ascarops</i> sp.	11	0.2 ± 0.7	5	0.2		
<i>Oswaldocruzia</i> sp.	32	0.5 ± 1.2	32	0.9 ± 2.5		
* <i>Centrotrynchus</i> sp.	16	0.2 ± 0.6	11	0.2 ± 0.7		
<b>Secas</b>						

Abund., abundancia; n, número de hospederos examinados; Prev., prevalencia; ± D. E., desviación estándar; \*, fases larvarias.

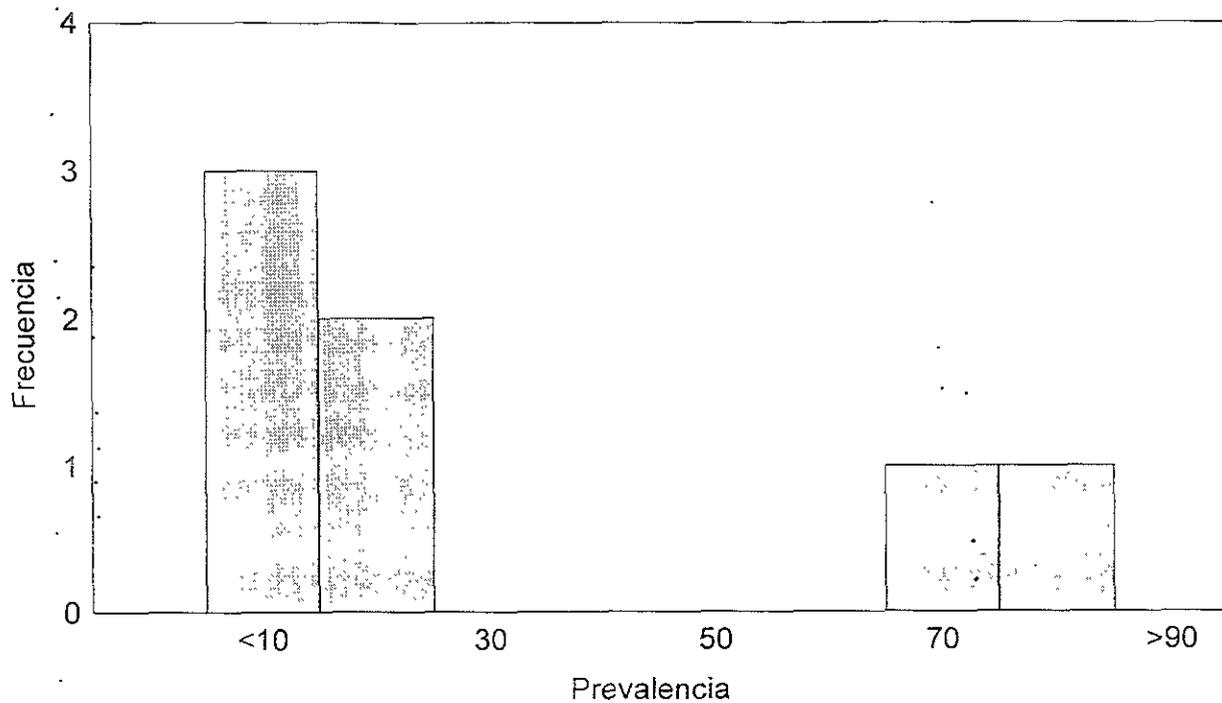
## Importancia relativa de las especies de helmintos (Especies principales y satélites)

No fue posible establecer la distinción entre especies principales y satélites, para las comunidades componentes en *L. melanonotus*, *H. microcephala* y *S. cyanosticta*, considerando que para ello, debe existir correlación entre los valores de prevalencia e intensidad promedio de las especies, al mismo tiempo que debe observarse bimodalidad en el histograma de distribución de frecuencias de las prevalencias (Cuadro 8, Figuras 8 y 9). La comunidad de *E. rhodopsis*, si presentó una correlación importante y su histograma de distribución de frecuencias de las prevalencias mostró bimodalidad (Figura 8), *A. incerta* y *C. podicipinus* fueron las especies principales para esta comunidad componente.

**Cuadro 8.** Valores de correlación de Spermán ( $r^2$ ) entre la prevalencia y la intensidad promedio de cada comunidad componente, se anota entre paréntesis el valor de p.

Componente	<i>E. rhodopsis</i>	<i>L. melanonotus</i>	<i>H. microcephala</i>	<i>S. cyanosticta</i>
Spermán	<b>0.89 p &lt; 0.05</b>	0.31 p > 0.05	0.29 p > 0.05	0.17 p > 0.05

*Eleutherodactylus rhodopis*



*Leptodactylus melanonotus*

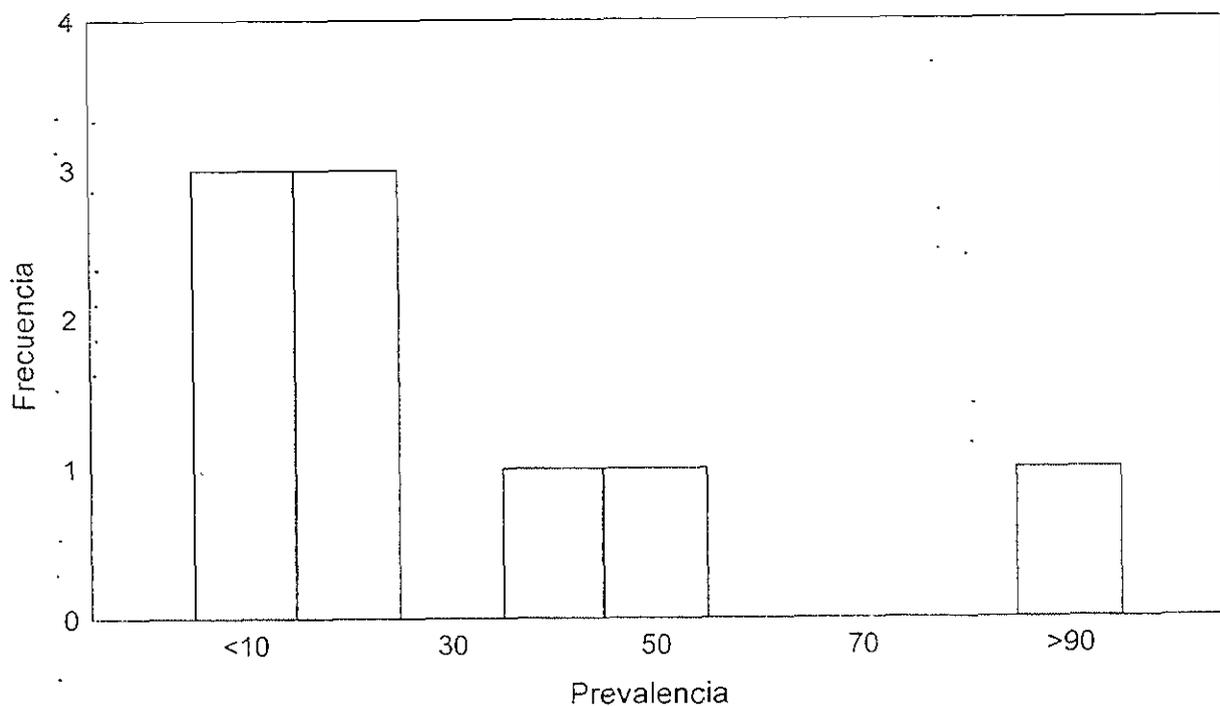
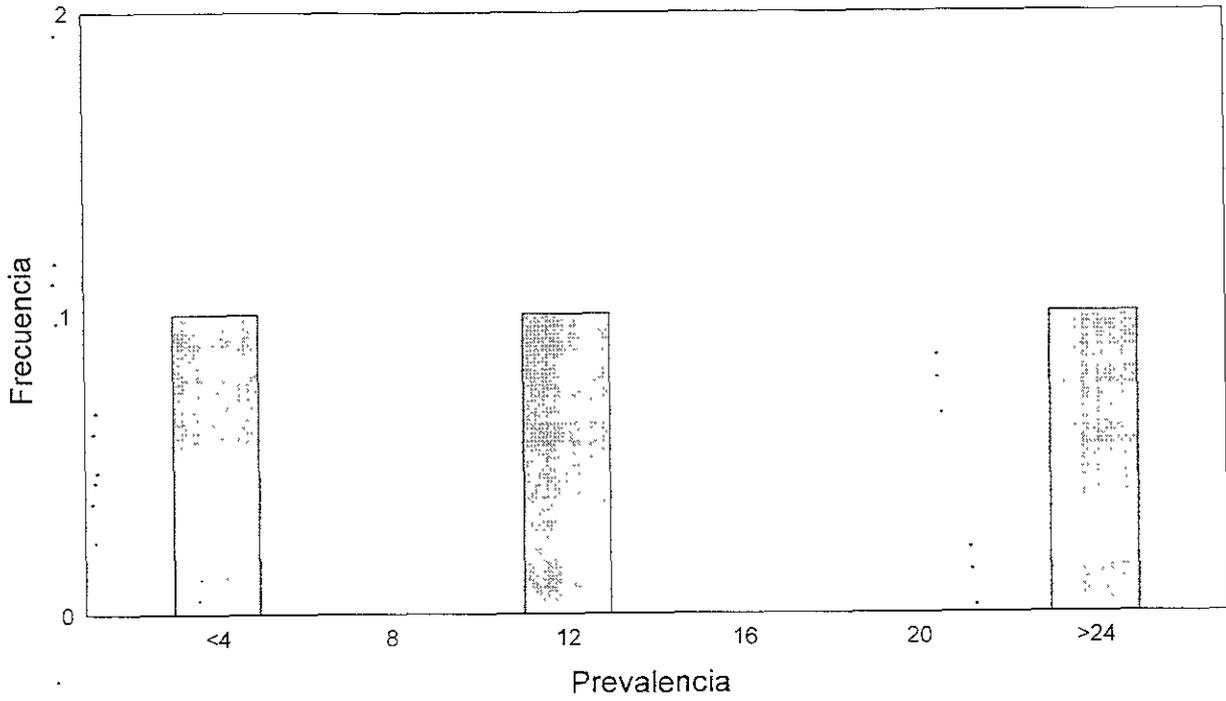


Figura 8. Distribución de frecuencias de las prevalencias en dos de las comunidades componentes examinados.

*Hyla microcephala*



*Smilisca cyanosticta*

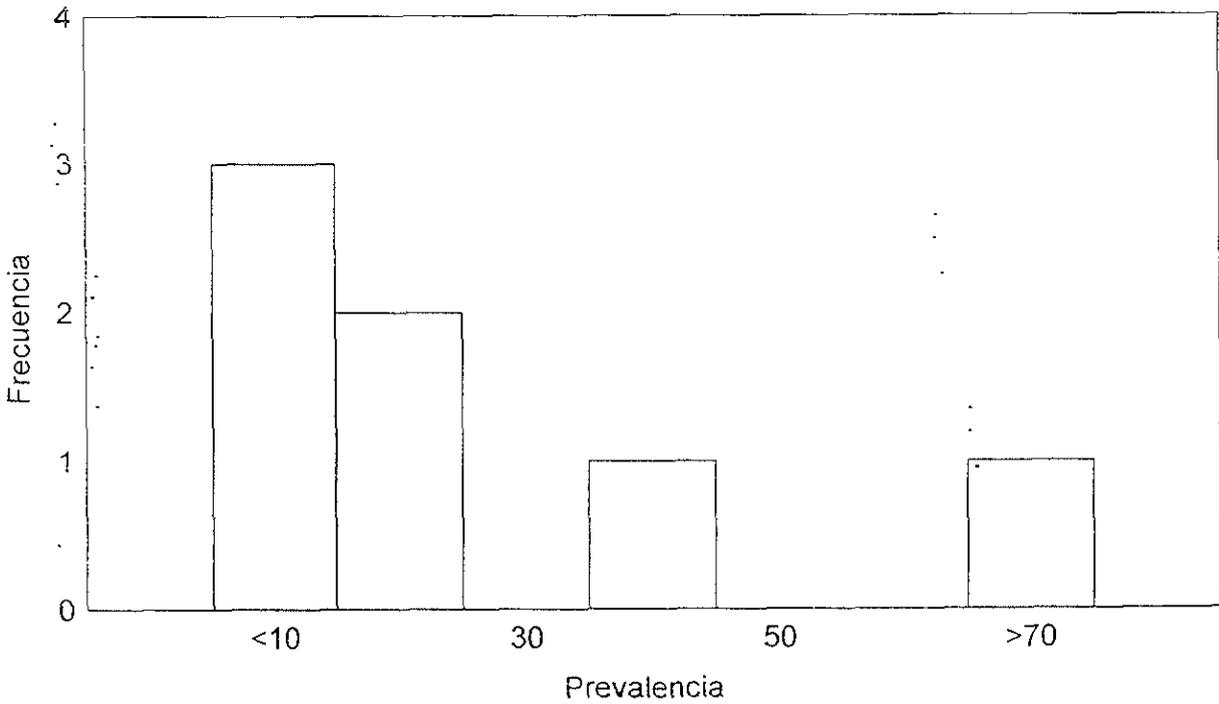


Figura 9. Distribución de frecuencias de las prevalencias en dos de las comunidades componentes examinados.

## Similitud

La similitud de las comunidades componentes entre los diferentes hospederos examinados se muestra en el Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Similitud entre las comunidades componentes.

Comunidades componentes comparadas	Porcentaje de similitud	Similitud de Jaccard
<i>E. rhodopis</i> vs. <i>L. melanonotus</i>	42.6	35.7
<i>E. rhodopis</i> vs. <i>H. microcephala</i>	0	0
<i>E. rhodopis</i> vs. <i>S. cyanosticta</i>	40.5	13.3
<i>L. melanonotus</i> vs. <i>H. microcephala</i>	0	0
<i>L. melanonotus</i> vs. <i>S. cyanosticta</i>	45.7	15.8
<i>H. microcephala</i> vs. <i>S. cyanosticta</i>	7.5	13.3

Los datos de similitud cualitativa de las comunidades componente (Figura 10), mostraron que la comunidad componente de *H. microcephala* fue la menos similar con las otras comunidades estudiadas en cuanto a las especies de helmintos que las componen. En tanto que las comunidades componente de *E. rhodopis*, *L. melanonotus* y *S. cyanosticta* presentaron menor similitud entre sí.

El análisis de similitud cuantitativa (Figura 11), confirma que la comunidad componente de *H. microcephala* es la más disímil, comparativamente a la de *L. melanonotus*, *S. cyanosticta* y *E. rhodopis* y que estas guardan entre sí una similitud alta, no sólo en su composición sino también en la proporción y distribución de abundancias de los organismos.

### Similitud cualitativa

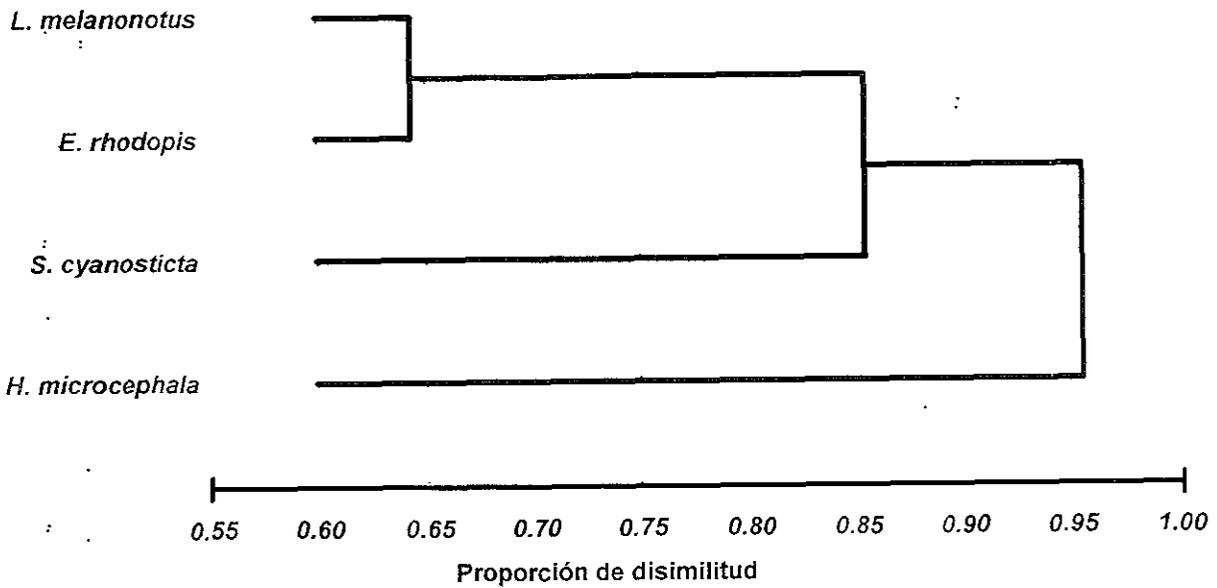


Figura 10. Clasificación de las cuatro comunidades componentes examinadas con base en su similitud cualitativa.

### Similitud cuantitativa

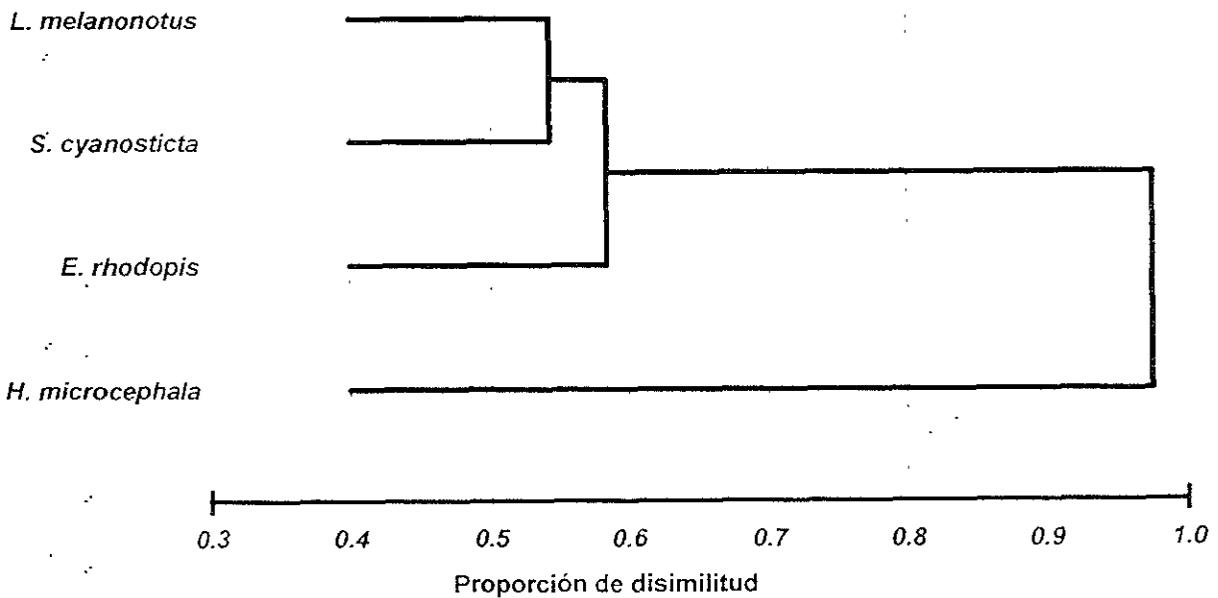


Figura 11. Clasificación de las cuatro comunidades componentes examinadas con base en su similitud cuantitativa.

## Infracomunidades

### Riqueza y distribución de abundancias

#### *Eleutherodactylus rhodopis.*

El 95.3% de los individuos de *E. rhodopis* examinados estuvieron parasitados por al menos una especie de helminto, sin embargo el 0.41 de estos, sólo presentaron una especie de helminto (Cuadro 10). Las infecciones monoespecíficas más frecuentes fueron las de *Aplectana incerta* y *Cosmocerca podicipinus* que se presentaron en 22 y 13 infracomunidades respectivamente, ambas especies son generalistas. Sólo en 7 infracomunidades (8.2%) se registró el máximo de 7 especies por infracomunidad.

Cuando dos especies de helmintos co-ocurrieron en una infracomunidad (28 casos) la combinación más común fue aquella en la que se presentaron *Cosmocerca podicipinus* y *Aplectana incerta* (78.6% de los casos de co-ocurrencia), las otras combinaciones registradas involucrando 2 especies, fueron poco frecuentes (sólo una infracomunidad para cada combinación). En las infracomunidades con más de dos especies de helmintos co-ocurriendo, siempre se presentaron combinaciones en las que se mostraba a *C. podicipinus* y/o *A. incerta* con algunas de las otras cuatro especies.

#### *Leptodactylus melanonotus.*

De las 46 infracomunidades de *L. melanonotus* examinadas, el 89% estuvieron parasitadas por al menos una especie de helminto (Cuadro 10) y el 46% con dos especies de helmintos (este porcentaje de co-ocurrencia en *Leptodactylus melanonotus* representó el porcentaje más alto de co-ocurrencia de dos o más especies, comparando las infracomunidades de los cuatro anuros examinados), la combinación de helmintos más común fue *Cosmocerca podicipinus* y *Rhabdias elegans* (47% de los casos de co-ocurrencia). La mayoría de las infracomunidades en que se presentó co-ocurrencia de especies (90 %), involucran a *C. podicipinus* como una de las especies co-ocurriendo. También, en el nivel de infracomunidad cada *L. melanonotus* examinado presentó nuevamente la dominancia por parte de las especies generalistas (*C. podicipinus* y *R.*

*elegans*). El máximo número de especies por infracomunidad fue de siete, este valor sólo se registró en una infracomunidad.

#### *Hyla microcephala*.

El 46 % de las infracomunidades de *H. microcephala* examinadas se presentaron parasitadas con al menos una especie de helminto, del total de infracomunidades parasitadas, la proporción de 0.67 correspondió a infracomunidades registrando sólo una especie de helminto. Las metacercarias de *Clinostomum complanatum* (especie generalista), fueron las que se presentaron con mayor frecuencia (38 % de los casos) en estas infracomunidades. El número máximo de especies de helmintos para estas infracomunidades fue de cuatro, registrándose en un solo caso. La co-ocurrencia de especies de helmintos únicamente se presentó en cuatro infracomunidades y siempre en combinaciones diferentes de helmintos.

#### *Smilisca cyanosticta*.

De las 33 infracomunidades de *S. cyanosticta* examinadas, el 94 % estuvieron parasitadas con una o más especies de helmintos, las infracomunidades con una o dos especies de helmintos fueron las más frecuentes con proporciones de 0.39 y 0.35 respectivamente del total de infracomunidades parasitadas.

*Cosmocerca podicipinus* fue la especie que se presentó en la mayoría de las infecciones monoespecíficas (ocho de 12 infracomunidades). En los casos de co-ocurrencia las combinaciones *Aplectana itzocanensis* con *Cosmocerca podicipinus* y *Ascarops* sp. con *C. podicipinus* fueron las más frecuentes, presentándose hasta en tres ocasiones cada una (27 % de los casos). La mayoría de las infracomunidades presentó dominancia por parte de las especies generalistas. El máximo número de especies registradas fue de cinco y sólo se presentó en una infracomunidad. Cuando más de dos especies de helmintos co-ocurrieron, la presencia de *C. podicipinus* o *A. itzocanensis* con cualquier otra especie se presentó en más del 95% de las combinaciones.

El Cuadro 10 muestra que en tres de los cuatro hospederos, el porcentaje de infracomunidades con al menos una especie de parásito, fue elevado (> 85 %), y que las

infracomunidades de *H. microcephala* fueron las menos parasitadas. El promedio de especies por infracomunidad varió considerablemente entre los cuatro anuros examinados con menos de una especie en *H. microcephala* y 2.5 especies por infracomunidad en *L. melanonotus*. En *H. microcephala* se registró el promedio de helmintos individuales por infracomunidad más bajo (dos individuos por infracomunidad) y el promedio más alto se registró en *L. melanonotus*.

Veracruz, México.

CARACTERÍSTICA

	<i>E. rhodopsis</i>	<i>L. melanonotus</i>	<i>H. microcephala</i>	<i>S. cyanosticta</i>
Hospederos examinados	85	46	26	33
Hospederos parasitados (% de hospederos parasitados con al menos una especie)	81 (95.3%)	41 (89.1%)	12 (46.2%)	31 (93.9%)
Número de infracomunidades con una especie de parásito (proporción respecto del total)	35 (0.41)	4 (0.09)	8 (0.31)	12 (0.36)
Promedio de especies por infracomunidad ± DE (intervalo mínimo- máximo)	1.8 ± 1.0 (1 - 4)	2.5 ± 1.6 (1 - 7)	0.7 ± 1.0 (1 - 4)	1.8 ± 1.0 (1 - 5)
Promedio de helmintos individuales ± DE (intervalo mínimo - máximo)	11.2 ± 13.9 (1 - 82)	16.3 ± 18.1 (1 - 108)	2.0 ± 3.1 (1 - 12)	7.5 ± 7.7 (1 - 37)
Promedio del Índice de Brillouin ± DE (intervalo mínimo - máximo)	0.29 ± 0.31 (0 - 1.02)	0.41 ± 0.33 (0 - 1.1)	0.08 ± 0.21 (0 - 0.84)	0.30 ± 0.28 (0 - 0.86)
Promedio de Equidad para Brillouin ± DE (intervalo mínimo - máximo)	0.38 ± 0.37 (0 - 1.0)	0.46 ± 0.29 (0 - 1.0)	0.14 ± 0.34 (0 - 1.0)	0.39 ± 0.37 (0 - 1.0)
Promedio del recíproco 1-D, de Simpson ± DE (intervalo mínimo - máximo)	0.21 ± 0.23 (0 - 1.0)	0.27 ± 0.22 (0 - 1.0)	0.10 ± 0.25 (0 - 1.0)	0.24 ± 0.24 (0 - 1.0)
Promedio del porcentaje de similitud entre infracomunidades ± DE	47.9 ± 29.8	36.6 ± 23.3	15.9 ± 26.6	29.1 ± 28.6
Promedio del índice de similitud de Jaccard entre las infracomunidades ± DE	51.9 ± 31.6	47.2 ± 30.2	18.2 ± 30.0	28.5 ± 32.0

(DE) Desviación estándar.

## Variación entre las infracomunidades para los sitios y para las temporadas.

Con los datos correspondientes a la abundancia de las especies de helmintos por infracomunidad se evaluó su composición en cada sitio de colecta para el caso de *E. rhodopsis* o en cada temporada para *L. melanonotus*.

En ningún sitio de colecta de las infracomunidades de *E. rhodopsis* se mostraron diferencias significativas en la composición de especies (La Escondida  $\chi^2 = 166.58$ , g. l. 138,  $p > 0.05$ ; Límite Norte  $\chi^2 = 245.56$ , g. l. 200,  $p > 0.05$  y El Zacatal  $\chi^2 = 54.71$ , g. l. 36,  $p > 0.05$ ). Los datos de *L. melanonotus* obtenidos de lluvias o secas, no mostraron diferencias significativas entre sus infracomunidades en las dos temporadas de colecta (lluvias  $\chi^2 = 392.83$ , g. l. 198,  $p > 0.05$ ; secas  $\chi^2 = 181.18$ , g. l. 126,  $p > 0.05$ ).

## Diversidad en las infracomunidades

Los bajos valores de diversidad (índice de Brillouin) anotados en el Cuadro 10, muestran en términos generales los efectos de la dominancia en la mayoría de las infracomunidades por parte de los nemátodos *Cosmocerca podicipinus* y *Aplectana incerta*.

Las infracomunidades de *L. melanonotus* fueron las que presentaron los valores de diversidad más altos, así como una diversidad promedio mayor. En algunas infracomunidades de *E. rhodopsis* los valores de diversidad fueron comparables con los de *L. melanonotus*. Las infracomunidades de *H. microcephala* resultaron ser las de menor diversidad, con pocos helmintos presentes en estas infracomunidades y dominancia por parte de la metacercaria de *Clinostomum complanatum* (cinco de las seis infracomunidades donde se registra, fueron dominadas por esta metacercaria).

## Similitud

La similitud entre pares de infracomunidades tomadas de una misma población de anuros en *Hyla microcephala* fue la más baja, igual que en el nivel de comunidad componente; en *Smilisca cyanosticta* fue también baja. En ambos casos cuantitativa y

cualitativamente el promedio no fue mayor del 30%, lo cual se asocia con el porcentaje de hospederos no parasitados ya que todas las similitudes calculadas con hospederos no infectados tienen un valor de cero, o bien con infracomunidades parasitadas con especies de helmintos raras (i. e., en las infracomunidades de *S. cyanosticta* cuando se presentó co-ocurrencia, las combinaciones de especies fueron en la mayoría de los casos diferentes). Por otro lado las infracomunidades de helmintos en *E. rhodopis* y *L. melanonotus* registraron promedios de similitud (cualitativa y cuantitativa) cercanos o mayores al 50%.

Los valores de similitud de las infracomunidades en las diferentes especies de hospederos revelaron que en *H. microcephala* la similitud registrada fué dada por la presencia de una especie generalista, *Clinostomum complanatum* y en las otras especies de hospederos la similitud se estableció por especies de nemátodos tanto especialistas como generalistas: *C. podicipinus*, *Oswaldocruzia* sp. (especialistas) y *A. itzocanénsis* (generalista) para las infracomunidades de *S. Cyanosticta*; *C. podicipinus*, *Oswaldocruzia* sp. (especialistas) y *Rhabdias elegans* (generalista) en el caso de *L. melanonotus* y *C. podicipinus* (especialista) y *A. incerta* (generalista) en las infracomunidades de *E. rhodopis*. En términos generales las infracomunidades de helmintos en los hospederos examinados son poco predecibles.

## VI. DISCUSIÓN

### Registro helmintológico

La ausencia de especímenes adultos y los bajos niveles de infección, no permitieron la identificación específica de las metacercarias, larvas de nemátodos y uno de los cistacantos, no obstante se pudo establecer la identificación en el nivel genérico de la mayoría de los helmintos encontrados.

Este es el primer registro de helmintos para tres de los hospederos examinados, *Eleutherodactylus rhodopis*, *Hyla microcephala* y *Smilisca cyanosticta* así, todos los resultados representan nuevos registros de hospedero. Todos los registros para *Leptodactylus melanonotus* son nuevos.

*Polystoma naevius* fue descrita por primera vez parasitando a *Smilisca baudini* de Potrero Viejo, Veracruz, México (Caballero y Caballero *et al.*, 1941), posteriormente se registró en el mismo hospedero en Los Tuxtlas, Veracruz (Lamothe-Argumedo, 1976). Los registros previos demuestran que se trata de un helminto poco frecuente y los datos presentados confirman la rareza de esta especie, ya que sólo se recuperaron tres gusanos de los 33 hospederos examinados.

El registro de los tremátodos adultos, *Gorgoderina attenuata*, *Glypthelmins californiensis*, *Haematoloechus medioplexus* y *Mesocoelium monas*, en este estudio (Tabla 3), representa para todos, nuevos registros de hospedero. En todos estos casos, se trata de especies de helmintos ya conocidas en los anfibios de la región de Los Tuxtlas (Guillén-Hernández *et al.*, 2000, Pérez *et al.*, 2000).

*Megalodiscus* sp. representa el primer registro de este género en anfibios de la selva tropical del sur de México. Dos especies de este género han sido registradas previamente, ambas en la Mesa Central de México: *Megalodiscus americanus* Chandler, 1923 en *Rana dunni*, *R. montezumae*, *R. megapoda* y *R. neovolcanica* (Bravo-Hollis, 1941, Pérez *et al.*, 2000), *R. pipiens* e *Hyla eximia* (Martínez V., J. Universidad Autónoma de Nuevo León, datos no publicados) y *M. temperatus* Stafford, 1905 en *R. montezumae* y *R. pipiens* (Sokoloff *et al.*, 1933; Bravo-Hollis, 1941).

Las metacercarias de *Clinostomum complanatum* son cosmopolitas y comunes en peces dulceacuícolas de Los Tuxtlas y Catemaco, Veracruz (Jiménez-García, 1996) y de

otras localidades de México (Salgado-Maldonado y Kennedy, 1997), sin embargo esta es la primera ocasión que se registran en anfibios de México. Anteriormente se habían registrado en tres especies del género *Rana* (*R. gryllio*, *R. catesbeiana* y *R. pipiens*) en Estados Unidos (Manter, 1938; Walton 1947, 1949; Fried y Foley, 1970; Prudhoe y Bray, 1982; Gilliland y Muzzall, 1999) y por lo menos en cuatro familias de salamandras también de Estados Unidos (McAllister, 1990).

Las especies *Aplectana incerta*, *A. itzocanensis*, *Physaloptera* sp. y *Physocephalus* sp. habían sido registradas en anuros de México (Bravo-Hollis, 1943a; Caballero y Caballero, 1949; Caballero-Deloya, 1974; Galicia-Guerrero, 1998; Galicia-Guerrero *et al.*, 2000). En este trabajo (Tabla 3), se dan a conocer nuevos registros de hospedero.

*Aplectana itzocanensis* es una especie americana que se distribuye desde el sur de Estados Unidos de Norteamérica hasta Puebla y Veracruz, fue inicialmente descrita parasitando a *Scaphiopus multiplicatus* de Puebla (Bravo-Hollis 1943a) y redescrita de hallazgos en *Bufo woodhousii*, en California, EE.UU. (Baker, 1985). También ha sido encontrada en *B. marinus* de Costa Rica (Brenes y Bravo-Hollis, 1959) y en Veracruz, México (Caballero-Deloya, 1974), y en *B. alvarinus*, *B. cognatus*, *B. punctatus*, *B. retiformis*, *B. microscaphus* y *B. woodhousii* de Arizona, EE.UU. (Goldberg y Bursey, 1991a, b; Goldberg, *et al.*, 1996c, d), así como en *B. cognatus*, *B. debilis* y *Spea multiplicata* de Nuevo México, EE.UU. (Goldberg, *et al.*, 1995c), los registros en *Hyla microcephala* y *Smilisca cyanosticta* en este trabajo representan dos nuevos registros de hospedero.

Las especies del género *Rhabdias* son parásitas comunes en los pulmones de anfibios y reptiles (Anderson, 1992; Baker, 1987), en anuros mexicanos se han registrado *Rhabdias fueleborni* en *Bufo marinus* y *B. marmoreus* de Jalisco (Galicia-Guerrero, 1998; Galicia-Guerrero *et al.*, 2000) y *R. sphaerocephala* en *B. marinus* de Chiapas y Catemaco, Veracruz (Caballero-Deloya, 1974; Caballero y Caballero, 1949) y en *Rana pipiens* de Nuevo León (Martínez, V., J. Universidad Autónoma de Nuevo León, datos no publicados). Los datos en este estudio aportan el registro de dos especies más de *Rhabdias* para México, *Rhabdias tobagoensis* sólo registrada en *Eleutherodactylus terraebolvaris* de Trinidad y Tobago (Moravec y Kaiser, 1995) y *Rhabdias elegans* previamente registrada de distintos hospederos en Argentina, Paraguay, Uruguay, Brasil y Cuba (Barus, 1973; Coy-Otero y Ventosa, 1984; Kloss, 1971, 1974; Sueldo y Ramírez, 1976). Ambas especies son Neotropicales

*Cosmocerca podicipinus* es otra especie Neotropical que fue descrita originalmente de *Leptodactylus podicipinus*, *L. fuscus*, *L. elenae* y *L. macrosternum* de Paraguay (Baker y Baucher, 1984) y no había sido registrada nuevamente. En este trabajo se registra la presencia de esta especie en *Eleutherodactylus rhodopis*, *Leptodactylus melanonotus*, e *Hyla microcephala* las cuales, constituyen nuevos hospederos.

Las especies del género *Oswaldocruzia* constituyen un grupo de nemátodos parásitos de anfibios ampliamente distribuidos en Norteamérica (Goldberg y Bursey, 1991a; 1996b, d; 2000; McAllister *et al.*, 1995; Ben-Slimane *et al.*, 1996; Bolek y Coggins, 1998). En México sólo existe el registro de *O. subauricularis* (Rudolphi, 1819) Travassos, 1919, parasitando a *Bufo marinus* en Chiapas y *Smilisca baudini* en Veracruz (Caballero y Caballero, 1949; Caballero-Deloya, datos no publicados). Los ejemplares de *Oswaldocruzia* recolectados en este trabajo representan nuevos registros de hospederos.

Dos especies de nemátodos adultos recolectados en esta investigación, no pudieron ser identificadas en el nivel específico por contar con pocos ejemplares. *Strongyloides* sp. y *Strongyluris* sp. registrados en *Hyla microcephala* y en *Eleutherodactylus rhodopis* respectivamente. Del primer género sólo se conocen a la fecha, cuatro especies parásitas de anfibios en América (Baker, 1987): *Strongyloides amphibophilus* Viguera, 1943 de *Peltophryne peltoccephala*, *S. carini* Pereira, 1935 de *Leptodactylus gracilis*, *S. pereirai* Travassos, 1932 de *Hylodes rustica* y *S. physali* Little, 1966 de *Bufo valliceps* (Baker, 1987), sin embargo hasta el momento los registros para las especies de este género, parecen indicar que se trata de helmintos más comunes en aves y mamíferos. La presencia de *Strongyloides* sp. en *Hyla microcephala* representa un nuevo registro de hospedero y nueva localidad para el género.

Las especies del género *Strongyluris*, son poco frecuentes en anfibios (Baker, 1987). La única especie del género parásita de anfibios es *Strongyluris ranae* (Reiber *et al.*, 1940) que parasita a *Rana catesbeiana* en Estados Unidos de Norteamérica. Los ejemplares de *Strongyluris* sp. extraídos de *E. rhodopis*, en este trabajo representan un segundo registro del género en anfibios y una localidad nueva en México.

Es la primera vez a nivel mundial que se registra la larva de *Subulascaris falcaustriformis*. La especie fue originalmente descrita en *Rana palmipes* de Brasil (Freitas y Dobbin, 1957), el presente registro como parásito de *Leptodactylus melanonotus* constituye el segundo registro de la especie.

Las larvas (enquistadas) de los nemátodos *Ascarops* sp., *Porrocaecum* sp. y *Spiroxys* sp., fueron recolectadas del estómago y mesenterios de tres de los hospederos examinados. Los adultos de las especies del género *Ascarops*, parasitan mamíferos principalmente y los hospederos intermediarios son coleópteros (Anderson, 1992), no existen registros de este género en anfibios. Se han registrado con frecuencia larvas de *Ascarops* sp. enquistadas en el estómago de varios géneros de reptiles (i. e. *Sceloporus* y *Anolis*) en Costa Rica y Las Antillas (Goldberg y Bursey, 1992a, 1996, Goldberg *et al.*, 1998a), de tal forma que los registros de éste género en *Leptodactylus melanonotus* y *Smilisca cyanosticta* en Los Tuxtlas si bien constituyen nuevos registros de hospedero y localidad geográfica, no son sorprendentes.

La presencia de *Porrocaecum* en *Eleutherodactylus rhodopis* y *Leptodactylus melanonotus*, sugiere una infección accidental; este hallazgo representa nuevos registros de hospedero y de localidad para el género. Los adultos de *Porrocaecum* parasitan a aves rapaces y utilizan anélidos como hospederos intermediarios y pequeños mamíferos como hospederos paraténicos (Anderson, 1992). Sólo se ha señalado la presencia de *Porrocaecum* sp. en *Eleutherodactylus martinicensis*, *E. euphronides* y *Eleutherodactylus* sp. en las Antillas (Moravec y Kaiser, 1995).

En México, se han registrado adultos de *Spiroxys contortus* en *Ambystoma dumerilii* y *Rana dunii* de Michoacán (García-Altamirano *et al.*, 1993) y *Spiroxys corti* Caballero, 1935 en el intestino de *Rana montezumae* del Distrito Federal (Caballero y Caballero, 1935) Los Tuxtlas, Veracruz, constituye en este caso, una nueva localidad para este género. Se conocen registros de las larvas de *Spiroxys* sp. en hospederos diferentes de Estados Unidos y México. Existen registros de la presencia de larvas de tercer estadio de *Spiroxys contortus* (Rudolphi, 1819) Schneider, 1866, en varios hospederos paraténicos en Michigan, Estados Unidos, entre los que menciona renacuajos y adultos de *Rana clamitans* y adultos de *Triturus viridescens* (Hendrick, 1935).

Es la primera ocasión que se registra *Oncicola luehei* en anfibios y a su vez es el primer registro de la especie para México. La especie fue descrita (como *Prosthenorchis luehei*) por primera vez del intestino de *Nasua narica* (Carnívora) en Brasil (Travassos, 1917).

Los cistacantos de *Centrorhynchus* sp. encontrados en *Eleutherodactylus rhodopis* y *Leptodactylus melanonotus* del presente trabajo representan nuevos registros de

hospedero y nueva localidad para el género. Una revisión de los acantocéfalos parásitos de anfibios de Norteamérica, registra la presencia de cistacantos de *Centrorhynchus californicus* Millzner, 1924 y *C. conspectus* Van Cleave y Pratt, 1940 en 5 distintos hospederos y *Centrorhynchus* sp. para otras seis especies de hospedero, además de los adultos de *C. wardae* Halloway, 1958 en *Rana clamitans* (MacAlpine, 1996). Los anfibios son por lo general hospederos paraténicos de acantocéfalos.

El registro actualizado de helmintos en anfibios de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, incluyendo los datos de la presente investigación se presenta en el Cuadro 11. A pesar de tratarse de un área donde el endemismo de hospederos es alto, no existen especies de parásitos endémicas, con excepción quizás del monogéneo *Polystoma naevius*, hasta ahora sólo registrado para ésta región. Una buena parte de los helmintos que se han registrado en esta área, se presentan también en otros lugares muestreados de México, y son especies cuya distribución abarca todo el continente Americano, o es incluso, más amplia (Ver Apéndice II). La fauna helmintológica para la región es por tanto una mezcla de especies de origen Neártico y Neotropical.

**Cuadro 11.** Helmintos parásitos de Anuros de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México.

Helminto	Hospedero	Localidad	Referencias
<b>Monogenea</b>			
<i>Polystoma naevius</i>	<i>Smilisca baudini</i>	Potrero Viejo	Caballero y Caballero y Cerecero 1941
	<i>Smilisca cyanosticta</i>	Estacion de Biología Estacion de Biología	Lamothe-Argumedo, 1976 Presente trabajo
<b>Trematoda</b>			
<i>Mesocoelium monax</i>	<i>Bufo marinus</i>	La Escondida	Guillén-Hernandez et al., 2000
	<i>Smilisca baudini</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul	Perez et al., 2000, Guillén- Hernandez et al., 2000 Presente trabajo
<i>Cephalogonimus americanus</i>	<i>Smilisca cyanosticta</i>	Estacion de Biología	Guillén-Hernandez et al., 2000
	<i>Bufo marinus</i>	La Escondida,	
	<i>Rana berlandieri</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul	Guillén-Hernandez et al., 2000
<i>Clinostomum complanatum</i>	<i>Rana vaillanti</i>	La Escondida	Guillén-Hernández et al., 2000
	<i>Hyla microcephala</i>	La Escondida	Perez et al., 2000
	<i>Rana vaillanti</i>	El Zacatal	Presente trabajo
<i>Gorgoderina attenuata</i>	<i>Rana vaillanti</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul	Guillén-Hernandez et al., 2000
	<i>Eleutherodactylus rhodopis</i>	La Escondida	Perez et al., 2000
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	El Zacatal y La Escondida	Presente trabajo
<i>Gorgoderina parvicava</i>	<i>Rana berlandieri</i>	La Escondida	Presente trabajo
	<i>Rana berlandieri</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul	
	<i>Haematoloechus (Haematoloechus) medioplexus</i>	La Escondida	Guillén-Hernandez et al., 2000
<i>Haematoloechus (Haematoloechus) medioplexus</i>	<i>Bufo marinus</i>	La Escondida	Guillén-Hernandez et al., 2000
	<i>Bufo varliceps</i>	El Zacatal	Guillén-Hernandez et al., 2000
	<i>Rana berlandieri</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul	Guillén-Hernandez et al., 2000

continúa

Helminto	Hospedero	Localidad	Referencias
<i>H. (Haematoloechus) medioplexus</i>	<i>Rana vaillanti</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul La Escondida	Guillén-Hernández <i>et al</i> , 2000 León-Regagnon <i>et al</i> , 1999 Pérez <i>et al</i> , 2000 Presente trabajo
<i>Loxogenes (Langeronia) macrocirra</i>	<i>Hyla microcephala</i> <i>Bufo marinus</i> <i>Rana berlandieri</i> <i>Rana vaillanti</i>	El Zacatal La Escondida El Zacatal La Escondida	Guillén-Hernández <i>et al</i> , 2000 Guillén-Hernández <i>et al</i> , 2000 Pérez <i>et al</i> , 2000, Guillén-Hernández <i>et al</i> , 2000
<i>Glypthelmins californiensis</i>	<i>Rana berlandieri</i>  <i>Rana vaillanti</i>	El Zacatal, La Escondida y Lago Azul  El Zacatal, La Escondida y Lago Azul	Guillén-Hernández <i>et al</i> , 2000  Guillén-Hernández <i>et al</i> , 2000
<i>Glypthelmins facioi</i>	<i>Leptodactylus melanonotus</i> <i>Rana berlandieri</i> <i>Rana vaillanti</i>	La Escondida El Zacatal La Escondida	Presente trabajo Pérez <i>et al</i> , 2000 Razo-Méndivil <i>et al</i> , 1999 Pérez <i>et al</i> , 2000
<i>Glypthelmins parva</i> <i>Catadiscus rodriguezi</i> <i>Megalodiscus sp</i>	<i>Rana vaillanti</i> <i>Rana vaillanti</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i>	La Escondida La Escondida La Escondida	Pérez <i>et al</i> , 2000 Pérez <i>et al</i> , 2000 Presente trabajo
<b>Nematoda</b>			
<i>Rhabdias sphaerocephala</i>	<i>Bufo marinus</i> <i>Smilisca baudini</i>	Catemaco Potrero Viejo	Caballero-Deloya, 1974 Lamothe-Argumedo, <i>et al</i> , 1997
<i>Rhabdias elegans</i> <i>Rhabdias tobagoensis</i>	<i>Leptodactylus melanonotus</i> <i>Hyla microcephala</i> <i>Smilisca cyanosticta</i>	La Escondida El Zacatal Estación de Biología	Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo
<i>Strongyloides sp</i> <i>Cosmocerca podicipinus</i>	<i>Hyla microcephala</i> <i>Smilisca cyanosticta</i> <i>Eleutherodactylus rhodopis</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i>	El Zacatal Estación de Biología El Zacatal y La Escondida La Escondida	Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo
<i>Aplectana incerta</i> <i>Aplectana itzocanensis</i>	<i>Eleutherodactylus rhodopis</i> <i>Bufo marinus</i> <i>Hyla microcephala</i> <i>Smilisca cyanosticta</i>	El Zacatal y La Escondida Lago de Catemaco El Zacatal Estación de Biología	Presente trabajo Caballero-Deloya, 1974 Presente trabajo Presente trabajo
<i>Cruzia morleyi</i> <i>Strongyluris sp.</i> <i>Subulascaris falcaustriformis</i> <i>Porrocaecum sp</i>	<i>Bufo marinus</i> <i>Eleutherodactylus rhodopis</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i> <i>Eleutherodactylus rhodopis</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i>	Lago de Catemaco El Zacatal y La Escondida La Escondida El Zacatal y La Escondida La Escondida La Escondida	Caballero-Deloya, 1974 Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo
<i>Spiroxys sp</i> <i>Physaloptera sp</i> <i>Ascarops sp</i>	<i>Leptodactylus melanonotus</i> <i>Hyla microcephala</i> <i>Smilisca cyanosticta</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i>	La Escondida El Zacatal Estación de Biología La Escondida	Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo
<i>Physocephalus sp</i> <i>Oswaldocruzia subaicularis</i> <i>Oswaldocruzia sp</i>	<i>Smilisca cyanosticta</i> <i>Smilisca baudini</i> <i>Smilisca cyanosticta</i> <i>Eleutherodactylus rhodopis</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i>	Estación de Biología Los Tuxtlas Estación de Biología El Zacatal y La Escondida La Escondida	Presente trabajo Lamothe-Argumedo, <i>et al</i> , 1997 Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo
<b>Acanthocephala</b>			
<i>Oncicola iueheri</i> <i>Centrorhynchus sp</i>	<i>Smilisca cyanosticta</i> <i>Eleutherodactylus rhodopis</i> <i>Leptodactylus melanonotus</i>	Estación de Biología El Zacatal y La Escondida La Escondida	Presente trabajo Presente trabajo Presente trabajo

## Especies raras, dominantes, especialistas y generalistas

Los datos presentados muestran que las comunidades de helmintos en los hospederos estudiados incluyen un número alto de especies raras y generalistas. *Polystoma naevius* y *Subulascaris falcaustriformis* son las únicas especies especialistas en el registro de helmintos. Son especies generalistas: *Mesocoelium monas*, *Gorgoderina attenuata*, *Haematoloechus medioplexus*, *Glypthelmins californiensis*, *Megalodiscus* sp., *Strongyloides* sp., *Strongyluris* sp., *Porrocaecum* sp., *Spiroxys* sp., *Physaloptera* sp., *Physocephalus* sp., *Oncicola luehei* y *Centrorhynchus* sp. Todas las anteriores son especies raras y poco frecuentes en el muestreo. *Clinostomum complanatum*, *Rhabdias elegans*, *Cosmocerca podicipinus* y *Aplectana incerta* (todas ellas especies generalistas), además de la metacercaria de tipo 2 registrada en *Hyla microcephala*, conforman el grupo de especies dominantes.

Se ha sugerido, que las especies raras exhiben patrones de dinámica poblacional diferentes a aquellos que presentan las especies dominantes, destacando que las especies raras tendrán capacidades de colonización más reducidas que las especies comunes, con menor capacidad de dispersión y establecimiento (Gaston, 1994). En la región de Los Tuxtlas el patrón que al parecer explica mejor la presencia de una elevada proporción de especies raras, se relaciona directamente con la gran diversidad de potenciales hospederos intermediarios. En estos, los parásitos se dispersan en tiempo y espacio para poder llegar a sus hospederos definitivos, aunado al patrón alimenticio también generalista (consumidores de amplio espectro) que exhiben los anuros examinados, provocando que los valores de prevalencia e intensidad de infección de la mayoría de las especies se diluya al reducirse las probabilidades de que la misma especie de parásito se establezca en la misma especie de hospedero definitivo.

Por su parte la presencia de especies dominantes en cada especie de hospedero tiene que ver más con los ciclos de vida que estas especies presentan y/o la vagilidad del hospedero. Las especies dominantes para la mayoría de las comunidades estuvieron representadas por nemátodos con ciclos de vida directo o bien, larvas de tremátodos. En los nemátodos la infección de los anfibios es por penetración directa a través de la piel, que en condiciones de agregación por parte de los hospederos resulta muy efectiva, en los tremátodos la infección se da por el consumo de la piel del mismo sapo o rana, donde se

encuentran las larvas infectivas cuando los juveniles mudan de piel. Estas formas de transmisión han resultado exitosas, por eso éstas especies fueron las más frecuentes y con abundancias elevadas.

Las dos especies de helmintos especialistas. *Polystoma naevius* y *Subulascaris falcaustriformis*, fueron especies raras, esto está relacionado más con sus patrones de transmisión. *Polystoma naevius* de la vejiga urinaria de *Smilisca cyanosticta*, presenta un ciclo de vida directo y sus larvas requieren de un medio acuoso para desplazarse y localizar al hospedero. El hospedero de este monogéneo es una rana arborícola, *S. cyanosticta*, su relación con el medio acuoso es sólo temporal; la recolección de este helminto coincide con la época de lluvias (apareamiento de ranas y entonces están en el agua); esta característica explica porqué esta especie especialista es rara

Los parámetros de la infección por *Subulascaris falcaustriformis*, sugieren que su presencia en *Leptodactylus melanonotus* es accidental, por lo cual su caracterización como especie rara parece lógica, no es posible argumentar más, ya que su registro de hospederos es limitado.

## Comunidades

### Composición de helmintos

Los datos reflejaron variación en la composición de las comunidades entre especies de hospedero. Estas diferencias sugieren que los factores que determinan la composición de la comunidad se relacionaron con aspectos de la biología de cada anuro y posiblemente la especificidad de las especies de helmintos. Al parecer los factores fisicoquímicos del ambiente (diferentes entre sitios y entre temporadas) No son tan relevantes como los anteriores

Se ha señalado que la movilidad del hospedero y su preferencia de hábitat pueden determinar las especies de helmintos presentes al modificar de manera evidente el conjunto de parásitos al que quedan expuestos, independientemente de que exista una gran diversidad de parásitos a nivel regional (Aho, *et al.*, 1990). Los hospederos más disímiles en cuanto a su hábitat, *L. melanonotus* hospedero con mayor relación con

ambientes acuáticos permanentes y de mayor movilidad, e *H. microcephala* un anuro con movilidad restringida, mostraron las composiciones de sus comunidades de helmintos más distintas entre sí.

El hecho de que no existen diferencias importantes en la composición de helmintos de *E. rhodopis* y *L. melanonotus* en función de los sitios de colecta o la temporada de recolección, ni en el nivel de comunidad componente ni en el de infracomunidad y dado que tampoco existen diferencias en cuanto a la abundancia de las especies presentes en cada caso, sugiere que los factores físicos y climáticos de la región no tienen un efecto considerable en los niveles de infección, ni en la identidad de las especies que componen las comunidades de helmintos para la región.

## Riqueza

Los datos presentados en este trabajo, mostraron que las comunidades de helmintos en *Eleutherodactylus rhodopis*, *Leptodactylus melanonotus*, *Hyla microcephala* y *Smilisca cyanosticta* en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, tanto en el nivel de comunidad componente como en el de infracomunidad permiten situarlas como algunas de las más ricas hasta ahora descritas en el mundo, incluyendo aquellas de ambientes tropicales señaladas como las de mayor riqueza (Barton y Richards, 1996; Barton, 1997) y comparables sólo con registros previos para anfibios de la misma región (Cañeda-Guzmán, 2001). Las comunidades descritas en este trabajo presentaron valores de riqueza total de especies elevados en las comunidades componente y/o promedio de especies por hospedero individual en las infracomunidades. Así, las comunidades de helmintos en anfibios tropicales descritas hasta la fecha en Australia y México, resultaron similares a las que se estudiaron en el presente trabajo con valores de riqueza para 5 especies de anuros de 7.67 ( y 12 especies respectivamente, en promedio para las comunidades componente (intervalo mínimo – máximo, 6 – 13) y 1.25 y 4.67 especies en promedio para las infracomunidades (1.02 – 6) (Barton y Richards, 1996; Barton, 1997, Cañeda-Guzmán, 2001) resultan con menor riqueza o bien similares. Un estudio reciente de comunidades de helmintos en tres especies de anuros (*Rana clamitans*, *R. catesbeiana* y *R. pipiens*) de regiones templadas en Canadá, registró una riqueza promedio para las comunidades componente de 18.67 ( $\pm 2.08$  D.E., 17 - 21) y 1.9 ( $\pm 0.72$  D.E., 1 - 2.5)

para las infracomunidades (McAlpine, 1997), valores muy superiores a los descritos aquí y también a aquellos dados para los anuros de regiones templadas en general (Aho, 1990), al respecto, McAlpine sugiere que número de hospederos examinados en la mayoría de los trabajos es insuficiente para soportar las generalizaciones establecidas, no obstante en nuestro trabajo ésta situación se trata de resolver de la mejor manera para que nuestros resultados sean comparables, de tal manera que de nueva cuenta es posible sugerir que los factores ambientales, no parecen tener un efecto significativo sobre las comunidades de helmintos en términos generales.

La riqueza de especies en comunidades de helmintos en anuros de ambientes templados está determinada por la vagilidad del hospedero, que implica aumento en las probabilidades de encuentro con las formas infectivas de los parásitos y el espectro trófico del hospedero, relacionado directamente con la cantidad y tipos de hospederos intermediarios potenciales que puede consumir (Goater *et al.*, 1987; Aho, 1990; Muzzall, 1991; Souza, 1994; Goldberg *et al.*, 1995c, d; Yodder y Coggins 1996; McAlpine 1997).

Las comunidades de helmintos de *L. melanonotus* y *S. cyanosticta* en Los Tuxtlas, se sitúan entre las más ricas en anuros, de las hasta ahora estudiadas para los trópicos o incluso a nivel mundial, sin olvidar los datos dados por McAlpine (1997) en anuros de Canadá. Probablemente la elevada riqueza esté directamente relacionada con una mayor heterogeneidad de hábitats a los cuales pueden estar asociados los hospederos y por tanto una heterogeneidad también de parásitos a los que pueden estar expuestos, condición que ha sido señalada como promotora de la riqueza en las comunidades de helmintos (Janovy y Hardin, 1987). Otros dos factores también señalados como importantes para determinar la mayor riqueza (Westoby, 1993; González-Soriano 1997; Toledo y Ordoñez, 1998), son la diversidad de hospederos intermediarios y la gran variabilidad de microhábitats de los ambientes tropicales, relacionados nuevamente con la cantidad de parásitos potenciales a los que pueden quedar expuestos los anuros. Además, al parecer la elevada diversidad de especies de helmintos disponibles para los hospederos definitivos en la región, a pesar de muchas de ellas ser raras, sin duda posibilita que muchas de estas especies, colaboren para incrementar los valores de riqueza en aquellas comunidades donde se encuentran.

McAlpine (1997) registró una mayor riqueza en zonas templadas, sin embargo como el mismo autor señala sus resultados pueden estar directamente relacionados con

el tipo de hospederos que consideró en su investigación (familia Ranidae), que como ha sido señalado es un grupo de anuros que generalmente desarrolla comunidades de helmintos ricas con relación directa con su talla y vagilidad.

En este trabajo se registraron valores de riqueza variables para los cuatro anuros estudiados, observándose que aquellos hospederos con mayor vagilidad y asociados en mayor medida con hábitats acuáticos presentaron comunidades más ricas y abundantes. *L. melanonotus* es la especie con mayor permanencia en los cuerpos de agua permanentes y con vagilidad media; *Eleutherodactylus rhodopis* es la especie más terrestre de reducida vagilidad; las otras dos especies son ranas arborícolas con vagilidad intermedia pero con marcada temporalidad en su permanencia en los ambientes acuáticos. El hecho de que las especies acuáticas y de mayor vagilidad tengan mayor diversidad de parásitos ha sido señalado por varios autores (Goater *et al.*, 1987; Aho, 1990; Guillén-Hernández, 1992).

### **Dominancia y diversidad**

Una especie generalista de nemátodo adulto ejerció una concentración de dominancia en la mayoría de las comunidades de parásitos estudiadas. En dos componentes de comunidad la especie dominante fue *Cosmocerca podicipinus*, en tanto que en *E. rhodopis* la especie dominante fue *Aplectana incerta*. Estos nemátodos tienen ciclo de vida directo, lo que apoya la sugerencia de Kennedy *et al.* (1986), quienes sugieren que los nemátodos de ciclo de vida directo juegan un papel principal en la estructura de comunidades de helmintos aislacionistas.

La infección exitosa de *C. podicipinus* en tres de los hospederos está relacionada con la forma en que este parásito infecta al hospedero definitivo: a partir de la piel infectada de los juveniles que es consumida por las ranas adultas después de la muda, esto permitió que la reinfección fuera continua.

*Aplectana incerta* registrada en *E. rhodopis*, al parecer debe su dominancia a una mayor selectividad de hospederos, sin representar esto que se trate de un especialista. Esta especie de helminto sólo se registró para *E. rhodopis* en este trabajo, mientras que por ejemplo, *A. itzacanensis* se presentó en dos especies distintas de hospedero

En tres especies de hospederos no fue posible determinar de manera clara los grupos de especies separándolas en principales y satélite. Esto se debe a que las comunidades estuvieron integradas por pocas especies con prevalencias bajas. Las generalistas distribuyen sus individuos en muchos "parches" (hospederos) de distintas especies. Entonces la prevalencia de las distintas especies de helmintos en un hospedero particular no fué tan alta como pudiera esperarse, lo cual dificultó la distinción entre principales y satélites. Se ha señalado que los conceptos de principales y satélites en comunidades pobres es inadecuado, por tratarse de comunidades generalmente compuestas de especies generalistas (Barton, 1997).

En *E. rhodopsis* se presentaron *A. incerta* y *C. podicipinus* como especies principales, es posible que la distinción de éstas especies en la comunidad y por tanto que su estructura esté dada a partir de ellas, se deba principalmente a que se trata de uno de los hospederos con menor vagilidad, esto permitiendo que aquellas especies de helmintos con ciclo de vida directo y que infectan a su hospedero por penetración como es el caso de *A. incerta* y *C. podicipinus* tengan mayor éxito y por lo tanto alcancen valores de infección considerables respecto de las otras especies. Además se trata de una de las comunidades más pobres donde la dominancia se vuelve más evidente.

La diversidad tanto en las comunidades componente, como en las infracomunidades resultó ser mayor comparada con los datos que existen de comunidades de helmintos en anuros tropicales de otras regiones y muy similares con los valores registrados para hospederos de la misma región (Barton y Richards, 1996; Barton, 1997. Cañeda-Guzmán, 2001), estas comunidades registraron un promedio del índice de Shannon para las comunidades componente de 1.18 y 2.5 respectivamente (intervalo mínimo - máximo de 0.98-2.72) y promedio del índice de Brillouin para las infracomunidades de 0.16 y 1.18. La mayor diversidad en los hospederos examinados de Los Tuxtlas parece ser el resultado combinado de una mayor riqueza tanto en el nivel de comunidad componente como en el de infracomunidad, característica ya discutida previamente y la mayor equidad en las infracomunidades, reflejando una vez más el efecto que las condiciones locales tienen sobre la estructura de las comunidades.

No fue posible establecer comparaciones de la diversidad de comunidades de ambientes templados, puesto que se carece de este tipo de información (Aho, 1990).

## Similitud

En general la similitud cualitativa entre los componentes de comunidad estudiados, indica que la helmintofauna de las comunidades entre sí se parece muy poco, esto indicaría que cada especie de hospedero tiene sus especialistas. Analizando la especificidad hospedatoria y el registro de hospederos global de cada helminto parece no ser cierto, sin embargo si el análisis contempla sólo el registro de cada especie en la región de Los Tuxtlas, se podría señalar que si no existe, especialidad de hospedero, por lo menos sí cierta preferencia. La mayoría de las especies que se registraron en un tipo de hospedero no se encontraron en otro y sólo 8 de 26 especies de helmintos en el registro estuvieron compartidas

El valor mayor de similitud cualitativa se registró entre dos especies de hospedero que pertenecen a la misma familia (Leptodactylidae): *E. rhodopis* y *L. melanonotus*, en relación tal vez con cierta carga filogenética, que no fue analizada con más detalle.

La similitud cuantitativa entre los distintos hospederos fue más alta, lo cual podría deberse principalmente a que en la mayoría de los casos la proporción de hospederos parasitados independientemente de la identidad de la especie, fue muy alta (mayor a 0.85) y los valores de abundancia de las especies dominantes fueron altos también.

Con respecto a la similitud en las infracomunidades fue notorio que existió poca predictibilidad de la estructura y composición de las comunidades de helmintos en *Hyla microcephala* y *Smilisca cyanosticta*, ya que los promedios tanto de similitud cuantitativa como cualitativa en general fueron bajos; es posible pensar que esta característica se debió principalmente a que se trata de especies arbóreas, lo cual implica que son más vágiles y por lo tanto existe una mayor variabilidad del tipo de helmintos a los cuales estuvieron expuestos. Las infracomunidades de *Eleutherodactylus rhodopis* y *Leptodactylus melanonotus* al parecer fueron más predecibles que las anteriores, este hecho se debió a la mayor dominancia o bien a factores microclimáticos muy locales que no fue posible analizar durante este trabajo.

## VII. CONCLUSIONES

Se da a conocer por primera vez el inventario de especies de helmintos parásitos para cuatro anuros (Amphibia) de la región de Los Tuxtlas; *Eleutherodactylus rhodopis*, *Leptodactylus melanonotus*, *Hyla microcephala* y *Smilisca cyanosticta*, que comprende una especie de monogéneo, nueve de tremátodos, catorce de nemátodos y dos de acantocéfalos.

El inventario permite establecer que la helmintofauna de anuros presente en la región es una mezcla de especies de origen Neártico y Neotropical.

Se aportan 33 nuevos registros de hospedero y siete especies de helmintos se registran por primera vez en México.

Las comunidades de helmintos de *Leptodactylus melanonotus* y *Smilisca cyanosticta* examinadas aquí, se colocan entre las más ricas y diversas en el mundo, sólo por debajo de los registros dados por McAlpine (1997) y son las más ricas de las descritas en ambientes tropicales hasta el momento sólo comparables con datos de hospederos en la misma región dados por Cañeda-Guzmán (2001). Sin embargo, pueden ser consideradas pobres y de carácter aislacionista respecto de las comunidades de helmintos en otras clases de vertebrados.

Las comunidades de helmintos presentan un mayor número de especies y de individuos pertenecientes al grupo de los nemátodos seguidos por los tremátodos, el grupo de los céstodos estuvo ausente en el registro.

Las especies de helmintos que dominaron en la mayoría de los componentes de comunidad fueron nemátodos con ciclos de vida directo, características señaladas previamente para aquellas especies estructurando comunidades de helmintos aislacionistas.

Las especies de helmintos raras y generalistas predominan en las comunidades de los anuros estudiados de la región de Los Tuxtlas, con relación directa a la biodiversidad en ambientes tropicales (mayor diversidad de hospederos intermediarios y de microambientes), la vagilidad de los hospederos y su espectro trófico.

En *Leptodactylus melanonotus*, se presentó la comunidad de helmintos más rica y diversa, comprobándose el hecho de que las especies de hospederos más acuáticas y de mayor vagilidad presentan las comunidades con la mayor diversidad.

El nivel de predictibilidad de las comunidades de helmintos tanto en las comunidades componente como en las infracomunidad fue bajo, relacionado directamente con el hecho de estar estructuradas con especies raras y generalistas.

## VIII. LITERATURA CITADA.

- Aho, J. M. 1990. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. *In*: Esch, G. W.; A. O. Bush and J. M. Aho (eds.). *Parasite communities: patterns and processes*. Chapman and Hall. London, pp. 157-195.
- Aho, J. M. and A. O. Bush. 1993. Community richness in parasites of same freshwater fishes from North America *In*: Ricklefs, R. E. and D. Schluter (eds.). *Species diversity in ecological communities*. University Chicago Press, U. S. A. pp. 185-194.
- Anderson, R. C. 1992. *Nematode parasites of vertebrates: their development and transmission*. CAB International, Wallingford, U. K. 578 p.
- Anderson, R. M. and 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. and R. M. May. 1979. Population biology of infectious diseases: part I. *Nature, London* 280:361-367.
- Baker, M. R. 1985. Redescription of *Aplectana itzocanensis* and *A. incerta* (Nematoda: Cosmocercidae) from amphibians. *Transactions of the American Microscopical Society* 104:272-277.
- Baker, M. R. 1987. *Synopsis of the Nematoda parasitic in amphibians and reptiles*. Memorial University of Newfoundland Occasional Papers in Biology 11. 325 p.
- Baker, M. R. and C. Vaucher. 1984. Parasitic helminths from Paraguay VI *Cosmocerca* Diesing, 1861 (Nematoda: Cosmocercidae) from frogs. *Revue Suisse de Zoologie* 92:325-334.
- Barton, D. P. 1997. Why are amphibian helminth communities depauperate? *Memoirs of the Museum of Victoria* 56(2):581-586.
- Barton, D. P. and S. J. Richards. 1996. Helminth infracommunities in *Litoria genimaculata* (Amphibia: Anura) from Birthday Creek an upland rainforest stream in northern Queensland, Australia. *International Journal for Parasitology* 26(12):1381-1385
- Barus, V. 1973. Nematodes parasitizing host of the genus *Bufo* (Amphibia) in Cuba. *Folia Parasitologica (Praha)* 20 29-39

- Ben-Slimane, B.; A. G. Chabaud and M. C. Durette-Desset. 1996. Les nématodes trichostrongylina parasites d'amphibiens et de reptiles: problèmes taxonomiques, phylétiques et biogéographiques. *Systematic Parasitology* 35:179-206.
- Ben-Slimane, B.; et M. C. Durette-Desset. 1995. Sur les *Oswaldocruzia* (Nematoda, Trichostrongylina, Molineoidea), parasites d'amphibiens et de lézards de Cuba et de Porto Rico. *Bulletin de Museum Nationale de Histoire Naturelle, Paris*. 17(1-2):65-76.
- Bolek, M. G. and J. R. Coggins. 1998. Helminth parasites of the spotted salamander *Ambystoma maculatum* and red-backed salamander *Plethodon c. cinereus* from northwestern Wisconsin. *Journal of Helminthological Society of Washington* 65(1) 98-102.
- Bravo-Hollis, M. 1941. Revisión de los géneros *Diplodiscus* Diesing, 1936 y *Megalodiscus* Chandler, 1923 (Trematoda: Paramphistomoidea) II. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 12:643-661.
- Bravo-Hollis, M. 1943a. Dos nuevos nemátodos parásitos de anuros del sur de Puebla. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 14:69-78.
- Bravo-Hollis, M. 1943b. Estudio sistemático de los tremátodos parásitos de los ajolotes de México I. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 14:141-159.
- Bravo-Hollis, M. 1948. Descripción de dos especies de tremátodos parásitos de *Bufo marinus* L procedentes de Tuxtepec, Oaxaca. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 19:153-161.
- Bravo-Hollis, M y E. Caballero y Caballero. 1940. Nemátodos parásitos de los batracios de México IV. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 11:239-247.
- Brenes, R. R. y M. Bravo-Hollis. 1959. Helminths of the República de Costa Rica VIII. Nematoda 2. Algunos nemátodos de *Bufo marinus marinus* (L) y algunas consideraciones sobre los géneros *Oxysomatium* y *Aplectana*. *Revista de Biología Tropical* 7 (1):35-55.
- Brooks, D R. 1976. Parasites of amphibians of the Great Plains. Part 2. Platyhelminths of amphibians in Nebraska. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum* 10(2) 65-92
- Bush, A O and J M Aho 1990. Concluding remarks. In: Esch, G. W., A. O Bush and J. M Aho (eds ) *Parasite communities: patterns and processes* Chapman and Hall London pp 321- 325

- Esch, G. W.; J. W. Gibbons and Bourque, J. E. 1975. An analysis of the relationship between stress and parasitism. *American Midland Naturalist* 93:339-353.
- Esch, G. W.; J. W. Gibbons and Bourque, J. E. 1979. Species diversity of helminth parasites in *Chrysemys s. scripta* from a variety of habitats in South Carolina. *Journal Parasitology* 65:633-638
- Esslinger, J. H. 1986. Redescription of *Ochoterenella digiticauda* Caballero, 1944 (Nematoda: Filarioidea) from the toad, *Bufo marinus*, with a redefinition of genus *Ochoterenella* Caballero, 1944. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 53(2):210-217.
- Esslinger, J. H. 1987. *Ochoterenella caballeroi* sp. n. and *O. nanolarvata* sp. n. (Nematoda: Filarioidea) from the toad, *Bufo marinus*. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 54(1):126-132.
- Esslinger, J. H. 1988a. *Ochoterenella chiapensis* sp. n. (Nematoda: Filarioidea) from the toad, *Bufo marinus*, in Mexico y Guatemala. *Transactions of the American Microscopical Society of Washington* 107(2):203-208.
- Esslinger, J. H. 1988b. *Ochoterenella figueroai* sp. n. and *Ochoterenella lamothei* sp. n. (Nematoda: Filarioidea) from the toad, *Bufo marinus*. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 55(2):126-132.
- Estrada, A.; R. Coates-Estrada y M. Martínez-Ramos 1985. La estación de biología tropical Los Tuxtlas: un recurso para el estudio y conservación de las selvas del trópico húmedo. In: A. Gómez -Pompa y S. del Amo R. (eds.) *Investigación sobre la regeneración de selvas en Veracruz* Vol. 2. Editorial Alhambra Mexicana, México pp. 379-393
- Flores-Villela, O 1993. *Herpetofauna Mexicana: lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies*. Carnegie Museum of Natural History Special Publication 17 Pittsburgh. EE.UU. 73 p.
- Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismo. In: Ramamoorthy, T. P.; R. Bye; A. Lot y J. Fa (eds.) *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM. México. pp 251-278.
- Flores-Villela, O , E. Hernández-García & A. Nieto-Montes de Oca. 1990. *Catálogo de anfibios y reptiles del Museo de zoología*. Facultad de Ciencias, UNAM Serie de catálogos del museo de zoología "Alfonso L. Herrera" 3 222 p

- Freitas, J. F. T. 1963. Revisao da familia Mesocoeliidae Dollfus, 1933 (Trematoda). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 61:177-311.
- Freitas, J. F. T. and J. E. Dobbin Jr. 1957. Novo nematódeo parasito de *Rana palmipes* Spix: *Subulascaris falcaustriformis* g. n., sp. n. (Nematoda, Ascaridiformes). *Revista Brasileira de Biologia* 17:245-248.
- Fried, B. and D. A. Foley. 1970. Development of *Clinostomum marginatum* (Trematoda) from frogs in the chick and on the chorioallantoids. *Journal of Parasitology* 56:680-682.
- Galicia-Guerrero, S. 1998. *Helmintos parásitos de tres especies de Bufo en diferentes localidades de México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM 104 p.
- Galicia-Guerrero, S.; C. R. Bursey; S. R. Goldberg and G. Salgado-Maldonado. 2000. Helminths of two sympatric toad species, *Bufo marinus* (Linnaeus) and *Bufo marmoratus* Wiegmann, 1833 (Anura: Bufonidae) from Chamela, Jalisco, Mexico. *Comparative Parasitology* 67(1):129-133.
- 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 Pátzcuaro, Michoacán: *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii*. *Cuadernos Mexicanos de Zoología* 1(2):73-80.
- Gaston, K.J. 1994. *Rarity*. Chapman & Hall, London 205 p.
- Gilliland, M. G. III and P. M. Muzzall. 1999. Helminths infecting froglets of the northern leopard frog (*Rana pipiens*) from Foggy bottom marsh, Michigan. *Journal of Helminthological Society of Washington* 66(1):73-77
- Goater, T. M.; G. W. Esch and A. O. Bush. 1987. Helminth parasites of sympatric salamanders: ecological concepts at infracommunity, component and compound community levels. *American Midland Naturalist* 118:289-300.
- Goldberg, S. R. and C. R. Bursey. 1991a. Helminths of the red-spotted toad, *Bufo punctatus* (Anura : Bufonidae) from southern Arizona. *Journal of Helminthological Society of Washington* 58:267-269.
- Goldberg, S. R. and C. R. Bursey. 1991b. Helminths of three toads, *Bufo alvarinus*, *Bufo cognatus* (Bufonidae) and *Scaphiopus couchii* (Pelobatidae), from southern Arizona. *Journal of Helminthological Society of Washington* 58:142-146

- Goldberg, S. R. and C. R. Bursey. 1992a. Gastrointestinal helminths of the lizard, *Sceloporus malachiticus* (Sauria: Iguanidae) from Costa Rica. *Journal of Helminthological Society of Washington* 59:125-126.
- Goldberg, S. R. and C. R. Bursey 1992b. Helminths of the marine toad, *Bufo marinus* (Anura : Bufonidae), from American Samoa. *Journal of Helminthological Society of Washington* 59:131-133.
- Goldberg, S. R. and C. R. Bursey. 1996. Gastrointestinal helminths of the anole *Anolis oculatus* (Polychridae) from Dominica, Lesser Antillas. *Journal of Helminthological Society of Washington* 63(1):125-128.
- Goldberg, S. R.; Ch. R. Bursey and R. L. Bezy. 1996a. Gastrointestinal helminths of Yarrow's spiny lizard, *Sceloporus jarrovi* (Phrynosomatidae) in Mexico. *American Midland Naturalist* 135(2):299-309.
- Goldberg, S. R.; Ch. R. Bursey and H. Cheam. 1995a. Helminth parasites of three sympatric lizards from Grand Caiman island, *Anolis conspersus*, *Anolis sagrei* (Polychridae) and *Leiocephalus carinatus* (Tropiduridae). *Caribbean Journal of Science* 31(3-4):339-340.
- Goldberg, S. R., Ch. R. Bursey and H. Cheam. 1998a. Helminths of six species of *Anolis* lizards (Polychrotidae) from Hispaniola, West Indies. *Journal Parasitology* 84(6):1291-1295.
- Goldberg, S. R.; Ch. R. Bursey and H. Cheam. 1998b. Nematodes of the Great Plains narrow-mouthed toad *Gastrophryne olivacea* (Microhylidae), from southern Arizona. *Journal of Helminthological Society of Washington* 65(1) 102-104.
- Goldberg, S. R.; Ch. R. Bursey and G. Galindo. 1999a. Helminths of the lowland burrowing treefrog, *Ptyernohyla fodiens* (Hylidae) from southern California *Great Basin Naturalist* 59(2):195-197.
- Goldberg, S. R.; C. R. Bursey; E. W. A. Gergus; B. K. Sullivan and Q. A. Truong. 1996b. Helminths from three treefrogs *Hyla arenicolor*, *Hyla wrightorum* and *Pseudacris triseriata* (Hylidae) from Arizona. *Journal of Parasitology* 82:833-835.
- Goldberg S. R., Ch R Bursey and S. Hernández. 1999b. *Bufo marinus* (cane toad). Endoparasites. *Herpetological Review* 30(1):36-37.

Goldberg, S. R.; Ch. R. Bursey and S. Hernández. 1999c. Helminths of the western toad, *Bufo boreas* (Bufonidae) from southern California. *Bulletin of the Southern California Academy of Science* 98(1):39-44.

Goldberg, S. R.; Ch. R. Bursey; K. B. Malmos; B. K. Sullivan and H. Cheam. 1996c. Helminths of the southwestern toad, *Bufo microscaphus*, woodhouse's toad, *Bufo woodhousii* (Bufonidae), and their hybrids from central Arizona. *Great Basin Naturalist* 56(4):369-374.

Goldberg, S. R.; Ch. R. Bursey and C. T. McAllister. 1995b. Gastrointestinal helminths of nine species of *Sceloporus* lizards (Phrynosomatidae) from Texas. *Journal of Helminthological Society of Washington* 62(2):188-196.

Goldberg, S. R., C. R. Bursey and J. E. Platz. 2000. Helminths of the plains leopard frog *Rana blairi* (Ranidae). *The Southwestern Naturalist* 45(3) 362-366.

Goldberg, S. R.; C. R. Bursey and I. Ramos. 1995c. The component parasite community of three sympatric toads, *Bufo cognatus*, *Bufo debilis* (Bufonidae), and *Spea multiplicata* (Pelobatidae) from New Mexico. *Journal of Helminthological Society of Washington* 62:57-61.

Goldberg, S. R.; C. R. Bursey; B. K. Sullivan and Q. A. Truong. 1996d. Helminths of the sonoran green toad, *Bufo retiformis* (Bufonidae), from southern Arizona. *Journal of Helminthological Society of Washington* 63:120-122.

Goldberg, S. R.; C. R. Bursey and R. Tawil. 1994. Gastrointestinal nematodes of the cuban treefrog, *Osteopilus septentrionalis* (Hylidae) from San Salvador Island, Bahamas. *Journal of Helminthological Society of Washington* 61(2): 230-233.

Goldberg S. R.; C. R. Bursey and R. Tawil. 1995d. Gastrointestinal helminths of *Eleutherodactylus johnstonei* (Leptodactylidae) from Bermuda. *Journal of Helminthological Society of Washington* 62(1): 67-69.

Goldberg, S. R.; C. R. Bursey and R. Tawil. 1995e. Helminths of the introduced population of the giant toad, *Bufo marinus* (Anura. Bufonidae), from Bermuda. *Journal of Helminthological Society of Washington* 62(1):64-67

González-Soriano, E. 1997. Odonata. In: González-Soriano, E , R. Dirzo and R. Vogt (eds.) *Historia natural de Los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México, México pp 245-255

- Guevara, S.; J. Laborde; D. Liesenfeld y O. Barrera. 1997. Potrerros y ganadería. *In: González-Soriano, E.; R. Dirzo y R. Vogt (eds.) Historia natural de Los Tuxtlas.* Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp. 43-58.
- Guillén-Hernández, S. 1992. *Comunidades de helmintos de algunos anuros de "Los Tuxtlas", Veracruz.* Tesis Maestría Facultad de Ciencias, UNAM, México. 90 p.
- Guillén-Hernández, S.; G. Salgado-Maldonado and R. Lamôthe-Argumedo. 2000. Digeneans (Plathelminthes: Trematoda) of seven sympatric species of anurans from Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Studies of Neotropical Fauna and Environmental* 35:10-13.
- Hanski, I. 1982. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos* 38:210-221.
- Hendrick, L. R. 1935. The life history and morphology of *Spiroxys contortus* (Rudolphi), Nematoda: Spiruridae. *Transactions of the American Microscopical Society* 54:307-335.
- Holmes, J. C. 1990. Helminth communities in marine fishes. *In: G.W. Esch, A. O. Bush and J. M. Aho (eds.) Parasite communities: patterns and processes.* Chapman and Hall, New York. pp. 101-130.
- Holmes, J. C. and P. W. Price. 1986. Communities of parasites *In: D. J. Anderson and J. Kikkawa (eds.) Community ecology: patterns and processes.* Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp 187-213.
- Ibarra-Manríquez, G., M. Martínez-Ramos; R. Dirzo y J. Nuñez-Farfán. 1997. La vegetación *In: González-Soriano, E.; R. Dirzo y R. Vogt (eds.) Historia natural de Los Tuxtlas.* Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 61-95.
- Janovy, J. Jr. and L. Hardin. 1987. Population dynamics of the parasites in *Fundulus zebrinus* in the Platte river of Nebraska. *Journal of Parasitology* 73:689-696.
- Jiménez-García, M. I. 1996. *Comunidades de helmintos parásitos de los peces del lago de Catemaco, Veracruz, México.* Tesis Maestría Facultad de Ciencias, UNAM. 110 p.
- Kennedy, C. R. and A. O. Bush. 1994. The relationship between pattern and scale in parasite communities a stranger in a strange land. *Parasitology* 109:187-196
- Kennedy, C. R.; A. O. Bush and J. M. Aho. 1986. Patterns in helminth communities: why are birds and fish different? *Parasitology* 93:205-215

- Kloss, G. R. 1971. Alguns *Rhabdias* (Nematoda) de *Bufo* no Brasil. *Papeis Avulsos de Zoologia* 24:1-52.
- Kloss, G. R. 1974. *Rhabdias* (Nematoda, Rhabditoidea) from the *marinus* group of *Bufo*. A study of sibling species. *Arquivos de Zoologia* 25:61-120.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row, New York, New York 654 p.
- Lamothe-Argumedo, R. 1963. Tremátodos de los anfibios de México I. Sobre un nuevo género de la familia Polystomatidae Gamble, 1986 hallado en la vejiga urinaria de *Tomodactylus amulae* Günter y *Bufo simus* Schmidt. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 26:73-88.
- Lamothe-Argumedo, R. 1964. Tremátodos de los anfibios de México II. Una nueva subfamilia, Riajotrematinae (Monogenea: Polystomatidae) de Amphibia Anura. *Revista de Biología Tropical* 12(2):153-156.
- Lamothe-Argumedo, R. 1973a. Monogéneos de los anfibios de México IV. Redescipción de *Neodiplorchis scaphiopi* (Rodgers, 1941) Yamaguti, 1963. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 44:1-8.
- Lamothe-Argumedo, R. 1973b. Monogéneos de los anfibios de México V. Descripción de la larva de *Neodiplorchis scaphiopi* (Rodgers, 1941) Yamaguti, 1963 (Monogenea: Polystomatidae) *Anales del Instituto de Biología UNAM* 44:9-14
- Lamothe-Argumedo, R. 1976. Monogéneos de los anfibios de México VI. Redescipción de *Polystoma naevius* Caballero y Cerecero, 1941 *Anales del Instituto de Biología UNAM* 47:1-8
- Lamothe-Argumedo, R. 1985. Monogéneos de los anfibios de México VII. Hallazgo de *Pseudodiplorchis americanus* (Rodgers y Kuntz, 1940) Yamaguti, 1963 en Baja California Sur, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 56:291-300.
- Lamothe-Argumedo, R.; L. García-Prieto; D. Osorio-Sarabia; G Pérez-Ponce de León 1997. *Catálogo de la colección nacional de helmintos*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 211 p.
- Lee, J. C. 1996. *The amphibians and reptiles of the Yucatán peninsula*. Cornell University Press London 500 p
- Lemly, A. D. and G W Esch. 1983. Differential viability of metacercariae of *Uvulifer ambloplitis* (Hughes 1927) in juvenile centrarchids *Journal of Parasitology* 69 746-749

- Lemly, A.D. and G. W. Esch. 1984a. Effects of the trematode *Uvulifer ambloplitis* on juvenile bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*: ecological implications *Journal of Parasitology* 70:475-492.
- Lemly, A. D. and G. W. Esch. 1984b. Population biology of the trematode *Uvulifer ambloplitis* (Hughes, 1927) in juvenile bluegill sunfish, *Lepomis macrochirus*, and largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Journal of Parasitology* 70:466-474.
- Lemly, A. D. and G. W. Esch. 1984c. Population biology of the trematode *Uvulifer ambloplitis* (Hughes, 1927) in the snail intermediate host, *Helisoma trivolvis*. *Journal of Parasitology* 70:461-465.
- León-Regagnon, V.; D. R. Brooks and G. Pérez-Ponce de León. 1999. Differentiation of mexican species of *Haematoloechus* Looss, 1899 (Digenea . Plagiorchiformes) . molecular and morphological evidence. *Journal of Parasitology* 85(5):935-936
- McAllister, C. T. 1987. Protozoan and metazoan parasites of strecker's chorus frog, *Pseudacris streckeri streckeri* (Anura: Hylidae) from north-central Texas *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 54:271-274.
- McAllister, C. T. 1990. Metacercaria of *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) (Trematoda: Digenea) in a Texas salamander, *Eurycea neotenes* (Amphibia: Caudata), with comments on *C. marginatum* (Rudolphi, 1819). *Journal of Helminthological Society of Washington* 57(1):69-71
- McAllister, C. T. 1991. Protozoan, helminth and arthropod parasites of the spotted chorus frog, *Pseudacris clarkii* (Anura: Hylidae) from north-central Texas. *Journal of Helminthological Society of Washington* 58(1):51-56.
- McAllister, C. T.; S. E. Trauth and C. R. Bursey. 1995. Parasites of the pickerel frog, *Rana palustris* (Anura: Ranidae), from the southern part of its range *The Southwestern Naturalist* 40(1):111-116.
- McAlpine, D. F. 1996. Acanthocephala parasitic in North American amphibians: a review with new records *Alytes* 14(3):115-121.
- McAlpine, D. F. 1997. Helminths communities in bullfrog (*Rana catesbiana*), green frogs (*Rana clamitans*) and leopard frogs (*Rana pipiens*) from New Brunswick, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 75:1883-1890
- Macías, P. N. y L. Flores. 1967 Céstodos de vertebrados XI *Revista Ibérica de Parasitología* 27(1-2) 43-62.

- Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Crom Helm, London, 179 p.
- Manter, W. H. 1938. A collection of trematodes from Florida amphibia. *Transactions of the American Microscopical Society* 57:26-37.
- Margolis, L.; G. W. Esch; J. C. Holmes; A. M. Kuris and G. A. Schad. 1982. The use of ecological terms in parasitology (Report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal Parasitology* 68(1):131-133.
- Miranda, F. y E. Hernández-Xirau. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 28:29-178.
- Moravec, F. and H. Kaiser. 1995. Helminth parasites from West Indian frogs, with descriptions of two new species. *Caribbean Journal of Science* 31(3-4):252-268.
- Muzzall, P. M. 1991 Helminth infracommunities of the frogs *Rana catesbeiana* and *Rana clamitans* from Turkey marsh, Michigan. *Journal of Parasitology* 77:366-371.
- Pérez-Higareda, G.; R. C. Vogt y O. Flores-Villela. 1987. *Lista anotada de los anfibios y reptiles de la región de los Tuxtlas, Veracruz, Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas"*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 23 p.
- Pérez-Ponce de León, G.; V. León-Régagnon; L. García-Prieto; U. Razo-Mendivil and A. Sánchez-Alvarez. 2000. Digenean fauna of amphibians from central Mexico nearctic and neotropical influences. *Comparative Parasitology* 67(1):92-106.
- Pielou, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. Wiley-Interscience, New York and London. 165 p.
- Poulin, R. 1998. Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal Parasitology* 84(3):485-490
- Price, P. W. 1984. Alternative paradigms in community ecology. In: Price, P. W., C. N. Slobodchikoff and W. S. Gaud (eds.) *A new ecology*. John Wiley and sons Publication New York, U. S. A. pp. 353-383.
- Price, P. W. and Buttner, J. K. 1982. Gastrointestinal helminthes of the central newt. *Notophthalmus viridescens louisianensis* Wolterstorff, from Southern Illinois. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 49:285-288.
- Prudhoe, S. and R. A. Bray. 1982. *Platyhelminth parasites of the amphibia* British museum (Natural history) Oxford University Press. London. 217 p.

- Pulido-Flores, G. 1994. Helminths of *Rana dunni* especie endémica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 65:205-207.
- Razo-Mendivil, U.; J. P. Lacleite and G. Pérez-Ponce de León. 1999. New host and locality records for three species of *Glypthelmins* (Digenea Macroderoididae) in anurans of Mexico. *Journal of Helminthological Society of Washington* 66(2):197-201.
- Reiber, R. J.; E. E. Byrd and M. V. Parker. 1940. Certain new and already known nematodes from amphibian and reptilia. *Lloydia* 3(2):125-134.
- Root, R. B. 1973. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecology Monographs* 43: 95-124.
- Rougharden, J. and J. Diamond. 1986. Overview: The role of species interactions in community ecology *In: Diamond, J. D. and T. J. Case (eds) Community ecology*. Harper and Row, Publisher. New York, U. S. A. pp. 333-343.
- Salgado-Maldonado, G. 1979. *Procedimientos y técnicas generales empleados en los estudios helmintológicos*. Departamento de Pesca. México. 55 p.
- Salgado-Maldonado, G. and C. R. Kennedy. 1997. Richness and similarity of helminth communities in the tropical cichlid fish *Cichlasoma urophthalmus* from the Yucatan Peninsula, Mexico. *Parasitology* 114:581-590.
- Sánchez-Rodríguez, R. 1994. *Colonización de sustratos artificiales por protozoarios ciliados como un método de evaluación*. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias. UNAM. México 126 p
- Schell, S. C. 1985. *Handbook of Trematodes of North America and North of Mexico*. University Press of Idaho. Moscow. 263 p.
- Schmidt, G. D. 1985. Development and life cycles. *In: Crompton, D. W. T. & B. B. Nickol (eds.) Biology of the Acanthocephala*. Cambridge University Press, London. pp. 273-305.
- Scott, M.E. 1987. Regulation of mouse colony abundance by *Heligmosomoides polygyrus*. *Parasitology* 95:111-124.
- Smyth, J. D. and M. M. Smyth 1980. *Frogs as host-parasite systems I An introduction to Parasitology through the parasites of Rana temporaria, R. esculenta and R. pipiens*. The Macmillan Press LTD London 112 p

- Sokal, R. R. and F.J. Rohlf. 1981. *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. W. H. Freeman and Co., San Francisco. 859 p.
- Sokoloff, D. y E. Caballero y Caballero. 1933. Primera contribución al conocimiento de los parásitos de *Rana montezumae*. *Anales del Instituto de Biología UNAM* 4:15-21.
- Southwood, T. R. E. 1978. *Ecological methods: with particular reference to the study of insects populations*. Chapman and hall, London. 524 p.
- Souza, W. P. 1994. Patterns and processes in communities of helminth parasites. *Trends in Ecology and Evolution* 9:52-57.
- Stock, T.M. and J.C. Holmes. 1987. Host specificity and exchange of intestinal helminthes among four species of grebes (Podicipedidae). *Canadian Journal of Zoology* 65:669-676.
- Sueldo, C. y V. G. Ramírez. 1976. Aportes sobre parásitos de *Bufo arenarum* en la provincia de Salta (Nematoda). *Neotropica* 22:105-106.
- Thomas, F.; R. Poulin; T. de Meeüs; J. F. Guégan and F. Renaud 1999. Parasites and ecosystem engineering: what roles could they play? *Oikos* 84(1):167-171.
- Toledo, V. M. y R. Ordóñez. 1998. El panorama de la diversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. In: Ramamoorthy, T. P.; R. Bye; A. Lot y J. Fa (eds.) *Diversidad biológica de México: origen y distribución*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp. 739-755.
- Torres-Orozco B., R. E.; C. Jiménez-Sierra; J. L. Buen-Abad E. y A. Pérez-Rojas. 1997. Limnología. In: González-Soriano, E.; R. Dirzo y R. Vogt (eds.) *Historia natural de Los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 33-41.
- Travassòs, L. 1917. Contribuicoes para o conhecimento da fauna helmintolójica brasileira VI. Revisaeo dos acantocefalos brasileiros. Parte I. Fam. Gigantorhynchidae Hamann, 1892. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 9:5-62.
- Walton, A. C. 1927. A revision of the nematodes of the Leidy collection. *Proceedings of the Academy National of Sciences Philadelphia* 79:49-163.
- Walton, A. C. 1947. Parasites of the Ranidae. *Journal Parasitology suppl.* 33:26-27.
- Walton, A. C. 1949. Parasites of the Ranidae (Amphibia). XIV. *Illinois Academy of Science Transactions* 42:161-164.

- Westoby, M. 1993. Diversity in Australia compared with other continent. *In*: Ricklefs, R. E. and D. Schluter (eds.) *Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives*. The University of Chicago Press. EE.UU. pp. 170-177.
- Yamaguti, S. 1971. *Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates*. Keigaku Publishing Co. Tokyo. 1074 p
- Yamaguti, S. 1975. *A synoptical review of life histories of digenetic trematodes of vertebrates*. Keigaku Publishing Co. Tokyo. 590 p. + 219 lams.
- Yoder, H. R. and J. R. Coggins. 1996. Helminthes communities in the northern spring peeper, *Pseudacris c. crucifer* Wied, and the wood frog, *Rana sylvatica* Le Conte. from southeastern Wisconsin. *Journal of Helminthological Society of Washington* 63(2):211-214.

## APÉNDICE I. Distribución geográfica e historia natural de los hospederos.

Todas las especies de hospedero pertenecen al Orden Anura

### *Eleutherodactylus rhodopis*

Familia: Leptodactylidae

Especie: *Eleutherodactylus rhodopis* (Cope), 1867

Syn: *Lithodytes rhodopis*, Cope, 1867

Nombre común: ranita (Guatemala, México)

Distribución geográfica: Esta especie ocurre en elevaciones bajas y moderadas de la planicie costera del Atlántico, de San Luis Potosí y sur de Veracruz y hacia el este a través de Oaxaca y Chiapas, en El Petén, Belice y norte de Honduras. En la planicie del Pacífico ocurre desde Oaxaca y Chiapas hasta El Salvador (Lee, 1996).

Estados en que se ha registrado en México: Hidalgo, Veracruz, y Chiapas (Flores-Villela et al., 1990).

Historia Natural: Los machos pueden alcanzar longitudes de hasta 30 mm y las hembras son sustancialmente más grandes (hasta 40 mm). Es un habitante terrestre de los bosques húmedos de tierras bajas, siendo característica de este tipo de vegetación, se han encontrado por la noche saltando cerca de pequeñas aguadas y durante el día cerca del suelo del bosque. Se conoce poco de esta especie pero seguramente, se alimenta de pequeños invertebrados, especialmente insectos. Presumiblemente deposita sus huevos en el suelo, dentro de los cuales la larva tiene un desarrollo directo (Lee, 1990).

### *Leptodactylus melanonotus*

Familia: Leptodactylidae

Especie: *Leptodactylus melanonotus* (Hallowell, 1861)

Syn: *Cystignathus melanonotus* Hallowell, 1861

Nombre común: ranita de hojarasca (México); black-backed frog (EE UU )

Distribución geográfica: Se distribuye dentro de elevaciones bajas y moderadas

tanto en la planicie costera del Pacífico como en la del Atlántico, desde Sonora y Tamaulipas respectivamente, a través de América Central y en el oeste de Sudamérica de Los Andes a Ecuador (Lee, 1996).

Estados en que se ha registrado en México: Nayarit, Jalisco, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Flores-Villela et al., 1990).

Historia Natural: Se trata de una rana semiacuática de tamaño medio. Los machos promedian cerca de 36 mm de longitud hocico-cloaca y las hembras son de 3 a 5 mm más largas. Los machos cantan desde el suelo, cerca de charcas temporales o permanentes, pastizales inundados, bajos o aguadas, frecuentemente se les encuentra cerca de hábitats humanos. Estas ranas son terrestres con mucha afinidad por el agua y marcadamente nocturnas, aunque frecuentemente algunos machos cantan durante el día. Es posible encontrar grandes grupos de estos anfibios, durante las lluvias o poco tiempo después cerca de los caminos y senderos. El apareamiento ocurre en la temporada de lluvias, tiempo durante el cual la hembra deposita los huevos en nidos de espuma, construidos en o cerca de los márgenes de los cuerpos de agua. De los huevos se libera una larva acuática, la cual pasa una cantidad de tiempo variable en el nido antes de entrar al agua para complementar su desarrollo (Lee, 1996).

### *Hyla microcephala*

Familia Hylidae

Especie: *Hyla microcephala* Cope, 1886

Nombre común: ranita, rana arborícola (Guatemala, México); small - headed treefrog (EE.UU.)

Distribución geográfica: *Hyla microcephala* es una especie común de tierras bajas y se presenta a lo largo de las planicies costeras del Golfo y el Caribe, desde el sureste de Veracruz hacia el este y hasta el norte de Honduras, en la planicie del Pacífico se distribuye desde Nicaragua a Panamá, en Colombia y en la cuenca del Amazonas (Lee, 1996)

Estados en que se ha registrado en México: Chiapas, Veracruz, Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán (Flores-Villela et al., 1990)

Historia Natural: Los machos promedian cerca de 23 mm de longitud hocico-cloaca, y las hembras son unos pocos milímetros más largas. Es frecuente encontrar a esta rana en hábitats perturbados, donde grandes coros de machos cantan y se pueden escuchar durante la temporada de lluvias. La especie aparentemente es poco común o ausente en bosques primario, en lugar de eso se les puede ver a las orillas de los caminos, en zanjas, charcos y/o en terrenos bajos de pastizales inundados que utilizan para la crianza. Estas pequeñas ranas son nocturnas, insectívoras y marcadamente arborícolas. Los machos cantan desde la vegetación emergente y desde pequeños arbustos o árboles adyacentes al agua. Después del apareamiento los huevos son depositados directamente en el agua, donde eclosionan liberando a la larva, que continúa su desarrollo hasta convertirse en adulto (Lee, 1990)

### *Smilisca cyanosticta*

Familia: Hylidae

Especie: *Smilisca cyanosticta* (Smith), 1953

Syn: *Hyla phaeota cyanosticta* Smith, 1953

Nombre común: rana arborícola (México)

Distribución geográfica: La especie tienen una distribución restringida y discontinua, se le puede encontrar en elevaciones bajas y moderadas en la planicie costera del Atlántico sur de México y norte de América Central (Lee, 1996)

Estados en que se ha registrado en México: Veracruz y Chiapas (Flores-Villela et al., 1990)

Historia Natural: Esta, es una rana arborícola y moderadamente grande, los machos pueden alcanzar un máximo de 58 mm de longitud hocico-cloaca y las hembras son sustancialmente más grandes llegando a alcanzar hasta 70 mm de longitud. De acuerdo con Pyburn (1966), vive principalmente en bosques húmedos, su reproducción la lleva a cabo durante la temporada de lluvias, se han encontrado individuos apareándose en charcas someras en horquetas de árboles y en las depresiones de algunos troncos

Los huevos son depositados sobre las hojas en un capa delgada de mucosidad, de donde surge la larva que cae al agua donde concluye su desarrollo. El tamaño de la camada puede llegar a ser de entre 500 y 2000 huevos.

## APÉNDICE II. Biología y distribución geográfica de los helmintos registrados

Los ciclos de vida de algunas de las especies se han estudiado ampliamente y hay información suficiente para examinar los patrones de infección y el registro de hospederos. Sin embargo en otros casos fue necesario recurrir a la información de otras especies relacionadas filogenéticamente, o a la información general del género o de la familia.

### ***Polystoma naevius*** Caballero y Cerecero, 1941

Phylum Platyhelminthes

Clase Trematoda

Suclase Monogenea

Familia Polystomatidae

Ciclo de Vida: la maduración de los órganos sexuales de *Polystoma* spp. parece estar sincronizada con la maduración de su hospedero anfibio, cuando las ranas o sapos entran al agua para la reproducción, el parásito libera los huevos, los cuales eclosionan al momento en que el hospedero alcanza el estadio de renacuajo con branquias internas, el miracidio se establece en los filamentos branquiales y migra durante la metamorfosis del hospedero sobre la superficie ventral hasta la cloaca y de allí a la vejiga urinaria.

Distribución geográfica: Esta especie ha sido registrada únicamente en Veracruz México, parasitando a *Smilisca baudini*.

Referencias. Caballero y Caballero *et al.*, 1941; Lamothe-Argumedo, 1976; Smyth *et al.*, 1980

### ***Mesocoelium monas*** (Rudolphi, 1819) Freitas, 1958

Suclase Digenea

Familia Mesocoelidae

Ciclo de vida: el esporocisto parasita al molusco *Euhadra quaesita*. La cercaria y la metacercaria se encuentran en el mismo caracol por lo tanto, la infección del hospedero definitivo se produce tras consumir caracoles parasitados como parte de su dieta (Se

considera la información disponible de *M. brevicaecum*).

Los hospederos definitivos registrados para *M. monas* son muy variados considerando un total de 38 especies en 18 géneros de anfibios, *Bufo*, *Ptychocheilus*, *Hylarana* e *Hyperolius* son los géneros con mayor número de registros.

Distribución geográfica: se trata de una especie cosmopolita que cuenta con registros en Estados Unidos, Brasil, Samoa, Bermuda, Guam y México sólo en el continente Americano y el Caribe.

Referencias: Freitas, 1963; Yamaguti, 1971; Schell, 1985; Goldberg *et al.*, 1992a, 1995b, 1999a; Guillén-Hernández *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2000;

### ***Clinostomum complanatum*** (Rudolphi, 1814) Braun, 1899

Familia Clinostomidae

Ciclo de vida: se ha registrado la presencia de esporocistos en las glándulas digestivas de *Heliosoma antrosum* y *H. campanulatum*. Como hospederos intermediarios (presentando las metacercarias), se han registrado varias especies de peces dulceacuícolas de México de los géneros, *Allophorus*, *Cichlasoma*, *Cyprinus*, *Goodea*, *Ictalurus*, *Neophorus*, *Petenia*, *Rhamdia* y *Tilapia*. Larvas de *Clinostomum complanatum* se han encontrado también en *Rana catesbeiana* y *R. pipiens* en los Estados Unidos

Como hospederos definitivos en México, se tienen los registros del reptil *Botaurus* sp. y las especies de aves; *Butoroides virescens*, *Casmerodius albus* y *Egretta thula*.

Distribución geográfica: Se trata de una especie distribuida principalmente en América.

Referencias: Fried *et al.* 1970, Yamaguti, 1971; Walton, 1947, 1949; Schell, 1985; McAllister, 1990; Muzzall, 1991; Gilliland *et al.*, 1999.

### ***Gorgoderina attenuata*** (Stafford, 1902) Stafford, 1905

Familia Gorgoderidae

Ciclo de vida: el esporocisto se ha encontrado desarrollándose en *Sphaerium occidentalis*. La metacercaria se ha registrado en renacuajos y adultos de varias

especies de los géneros *Rana* y *Triturus*, infectándose principalmente al alimentarse, ya que las cercarias son consumidas junto con algas y detritus orgánico, la infección del hospedero definitivo se lleva a cabo cuando éste se alimenta de renacuajos infectados.

Como hospederos definitivos se han registrado un total de 21 especies en cuatro géneros de anfibios: *Rana*, *Bufo*, *Triturus* (*Notophthalmus*) y *Ambystoma*.

Distribución geográfica: abarca desde Canadá hasta Guatemala.

Referencias: Sokoloff *et al.*, 1933; Caballero y Caballero, 1942b; Bravo-Hollis 1943b; Yamaguti, 1971; Brooks, 1976; Schell, 1985; García-Altamirano *et al.*, 1993; Pulido-Flores, 1994; Guillén-Hernández *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2000.

***Haematoloechus medioplexus* Stafford, 1902**

Familia Haematoloechidae

Ciclo de vida: el esporocisto se presenta en el hígado del molusco *Planorbula armigera*. Las cercarias de se enquistan en la lamelas branquiales o tejido adyacente de las ninfas de libélulas del género *Sympetrum*, así los tremátodos pueden alcanzar su hospedero definitivo, tras consumir insectos parasitados como parte de su dieta.

Actualmente, existe un registro de 15 especies de dos géneros de anfibios, como hospederos definitivos: *Bufo marinus*, *B. valliceps*, *B. americanus*, *Rana vaillanti*, *R. berlandieri*, *R. montezumae*, *R. pipiens*, *R. blairi*, *R. septentrionalis*, *R. clamitans*, *R. palustris*, *R. catesbeiana*, *Rana pretiosa*, *Rana sylvatica* y *R. sphenoccephala*.

Distribución geográfica: La especie se distribuye continuamente desde Nebraska. Estados Unidos, hasta Los Tuxtlas, México.

Referencias: Caballero y Caballero *et al.*, 1934a; Caballero y Caballero, 1941b, Yamaguti, 1971, 1975; León-Regagnon, 1999; Guillén-Hernández *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2000:

***Glyphelmis californiensis*** (Cort, 1919) Miller, 1930

Familia Macroderoididae

Ciclo de vida: el esporocisto puede desarrollarse en *Physa gyrina* y en *Heliosoma trivolis*. La metacercaria frecuentemente se enquista en la piel del hospedero que posteriormente será el hospedero definitivo, la infección en el hospedero definitivo se adquiere cuando los jóvenes anfibios mudan y su piel es consumida como parte de su dieta. Experimentalmente se ha observado el enquistamiento y se han obtenido adultos en *Rana pipiens* y *R. catesbeiana*.

Los hospederos definitivos para este tremátodo comprenden 31 especies en 8 géneros: *Ambystoma*, *Desmognathus*, *Triturus* (*Notophthalmus*), *Amphiuma*, *Bufo*, *Pseudacris*, *Hyla*, y *Rana*.

Distribución geográfica: a través del Oeste de los Estados Unidos y Canadá y en anfibios de la región central de México.

Referencias: Caballero y Caballero *et al.*, 1934b; Caballero y Caballero, 1938, 1942a; Yamaguti, 1971, 1975; Brooks, 1976; García-Altamirano *et al.*, 1993; Pulido-Flores, 1994; Razo-Mendivil *et al.*, 1999; Guillén-Hernández *et al.*, 2000; Pérez *et al.*, 2000.

***Megalodiscus* sp.**

Familia Paramphistomidae

Ciclo de vida: el esporocisto se ha encontrado en *Goniobasis virginica* y en *Heliosoma trivolis*. La metacercaria se enquista y permanece anclada sobre el sustrato, de tal manera que la infección del hospedero definitivo se alcanza cuando éste ingiere las metacercarias junto con partículas alimenticias, sin embargo se ha documentado que más bien, esto es la excepción y que lo más frecuente es que las metacercarias se establezcan directamente sobre la piel de los anfibios juveniles que posteriormente mudan y consumen su propio estrato córneo, adquiriendo la infección.

Los adultos de *M. temperatus* se han obtenido naturalmente de 28 especies de 8 géneros de anfibios, *Rana*, *Hyla*, *Bufo*, *Ambystoma*, *Amphiuma*, *Pseudacris*, *Desmognathus* y *Triturus* (*Notophthalmus*) y para *M. americanus*

Se han registrado 17 especies de los siguientes géneros *Rana*, *Hyla*, *Ambystoma*, *Amphiuma*, *Desmognathus*, *Triturus* (*Notophthalmus*), *Dicamptodon* y *Taricha*.

Distribución geográfica: Las especies que posiblemente pudieran ser consideradas para la identidad del registro en el presente trabajo (*M. americanus* y *M. temperatus*) tienen una distribución similar, a través de los Estados Unidos y Canadá y en anfibios de la región central de México.

Referencias: Sokoloff *et al.*, 1933; Bravo-Hollis, 1941, 1943b; Yamaguti, 1971; Schell, 1985; Pérez, *et al.*, 2000.

### ***Rhabdias elegans*** Gutierrez, 1945

Phylum Nematoda

Clase Secernentea

Familia Rhabdiasidae

Ciclo de vida: Los gusanos adultos (hermafroditas profándricos), de la familia Rhabdiasidae ocurren comúnmente en los pulmones de anfibios y reptiles a través de todo el mundo. Los huevos son liberados por el sistema femenino y después de ser fecundados pasan de los pulmones al tracto digestivo vía la cavidad bucal. En el tracto digestivo los huevos eclosionan y dan origen a larvas rhabditiformes que se acumulan en el recto y se libera junto con las heces, fuera del hospedero las larvas pueden tomar dos caminos; (desarrollo homogónico) mudar y transformarse en larva filariforme de tercer estadio e infectar otro anfibio penetrando la piel directamente. O bien, (desarrollo heterogónico) transformarse en adultos dioicos que se reproducen sexualmente produciendo larvas filariformes infectivas que penetran al hospedero a través de la piel.

Los adultos de esta especie han sido registrados en *Bufo arenarum*, *B. rufus*, *Peltophryne peltoccephala*, *P. taladai*, *Eleutherodactylus atkinsi*, *E. cuneatus*, *E. diminutus*, y *E. eileenae*.

Distribución geográfica: Principalmente Sudamérica

Referencias: Kloss, 1971; Baker, 1987; Anderson 1992.

## ***Rhabdias tobagoensis* Moravec y Kaiser, 1995**

Ciclo de vida: Se acepta como patrón general para el género, el ciclo de vida presentado anteriormente.

El único hospedero registrado para *R. tobagoensis* es *Eleutherodactylus terraebolivaris*.

Distribución geográfica: Tobago

Referencias: Anderson, 1992; Moravec *et al.*, 1995.

## ***Strongyloides* sp.**

Familia Strongyloididae

Ciclo de vida: El desarrollo y transmisión de varias especies de *Strongyloides* es similar y puede ser tratado colectivamente. La hembra produce los huevos que son liberados con las heces, aunque en algunas especies una larva de primer estadio es la que se libera. En el exterior las larvas completan su desarrollo hasta presentarse como larva rhabditiforme de primer estadio, estas larvas invaden al hospedero por penetración o pueden transformarse en una generación de vida libre que puede dar origen a larvas infectivas. Las especies del género parasitan principalmente la mucosa intestinal de tetrápodos en todo el mundo

Se han registrado cuatro especies de *Strongyloides* parasitando anfibios de América; *S. amphibiophilus* en *Peltophryne peltoccephala*; *S. carini* en *Leptodactylus gracilis*; *S. pereirai* en *Hylodes rustica* y *S. physali* en *Bufo valliceps*, además existen registros de *Strongyloides* sp. en *Eleutherodactylus antillensis* y *E. shrevei*.

Distribución geográfica: Las especies descritas en América corresponden a Estados Unidos, Cuba y Brasil, San Vicente y Puerto Rico, sin embargo el género tiene una distribución más amplia.

Referencias: Baker 1987; Anderson 1992; Moravec *et al.*, 1995.

## ***Cosmocerca podicipinus* Baker y Vaucher, 1984**

Familia Cosmocercidae

Ciclo de vida: La superfamilia Cosmocercoidea es un grupo bastante heterogéneo con familias ovíparas (Cosmocercidae y Kathlaniidae) y vivíparas (Atractidae). La familia Cosmocercidae ha sido registrada como parásitos intestinales de anfibios y reptiles. Las hembras producen los huevos que embrionan en el útero o se desarrollan en el exterior hasta alcanzar el primer estadio, fuera del hospedero las larvas mudan en dos ocasiones para presentarse como larva infectiva de tercer estadio. El hospedero definitivo es infectado por penetración de las larvas a través de la piel.

Se han registrado como hospederos definitivos de *C. podicipinus* a *Leptodactylus podicipinus*, *L. fuscus*, *L. elenae* y *L. macrosternum*.

Distribución geográfica: Esta especie sólo había sido registrada en Paraguay.

Referencias: Baker y Vaucher 1984; Anderson 1992.

## ***Aplectana incerta* Caballero, 1949**

Ciclo de vida: Como parte de la familia Cosmocercidae el género *Aplectana*, también se presenta parasitando el tracto digestivo de anfibios y reptiles principalmente. Las hembras contienen un número pequeño de huevos grandes, los cuales contienen una larva de primer estadio completamente desarrollada, después de ser liberados los huevos eclosionan y se desarrollan hasta larva de tercer estadio en el agua. La larva de tercer estadio infecta al hospedero definitivo después de ser ingeridas directamente, o bien cuando ranas adultas ingieren renacuajos infectados. (Se considera la información disponible de *A. cordurieri* que parasita a *Rana (ptychadena) mascareniensis*)

Los hospederos definitivos registrados para *A. incerta* son *Bufo marinus*, *B. retiformis*, *B. debilis*, *B. microscaphus*, *B. woodhousi*, *B. marmoreus*, *Scaphiopus couchii*, *Spea multiplicata* y *Gastrophryne olivacea*.

Distribución geográfica: La especie se ha registrado principalmente en Estados Unidos y México.

Referencias: Caballero y Caballero 1949, Baker 1985, 1987, Goldberg *et al.*, 1991b, 1995, 1996, 1998b; Anderson 1992, Galicia-Guerrero *et al.* 2000

### ***Aplectana itzocanensis* Bravo-Hollis, 1943**

Ciclo de vida: En términos generales se acepta el ciclo de vida presentado anteriormente para todas las especies del género *Aplectana*.

El registro de hospederos definitivos para esta especie incluyen a las especies, *Bufo marinus*, *B. woodhousi*, *B. punctatus*, *B. boreas*, *B. retiformis*, *B. alvarinus*, *B. cognathus*, *B. debilis*, *B. microscaphus*, *Pterohyla fodiens*, *Gastrophryne olivacea*, *Spea multiplicata* y *Scaphiopus multiplicatus*.

Distribución geográfica: Estados Unidos, México y Costa Rica.

Referencias: Bravo-Hollis, 1943a; Brenes et al., 1959; Caballero-Deloya, 1974; Baker, 1985, 1987; Goldberg et al., 1991a, b, 1995, 1996, 1998b, 1999, 1999b; Anderson 1992.

### ***Strongyluris* sp.**

Familia Heterakidae

Ciclo de vida: Los miembros de la familia son monoxenos; la hembra produce huevos que desarrollan y contienen la larva infectiva, la cual es consumida directamente por el hospedero definitivo. El género se ubica dentro de la subfamilia Spinicaudinae que parasita principalmente anfibios y reptiles.

Sólo se reconoce dos especies de *Strongyluris* parasitando anfibios, *S. bufonis* en *Bufo melanostictus* y *S. ranae* en *Rana catesbeiana*. Las especies descritas de reptiles en general, se caracterizan como especies generalistas.

Distribución geográfica: Las dos especies de anfibios se describieron de Taiwan (*Strongyluris bufonis*) y Estados Unidos (*S. ranae*). El género se distribuye en todo el mundo.

Referencias. Baker 1987; Anderson 1992

***Subulascaris falcaustriformis*** Freitas y Dobbin, 1957

Familia Quimperidae

Ciclo de vida: El conocimiento del desarrollo y transmisión de los Ascarididos es muy incompleto. El orden es muy diverso y los grupos de parásitos heteroxenos tales como Ascaridoidea, Seuratoidea y Subuluroidea (al cual pertenece el género) utilizan artrópodos como hospederos intermediarios. Los huevos dentro del útero contienen la larva de primer estadio bien desarrollada. Los huevos después de ser depositados, son ingeridos y eclosionan dentro del intestino de insectos (usualmente Ortópteros, Dermapteros o Coleopteros), la larva penetra la pared del intestino y llega hasta la cavidad corporal donde se encapsula y alcanza la fase infectiva de tercer estadio. Las cápsulas después de ser ingeridas con los insectos parasitados, liberan las larvas en el intestino o ciegos del hospedero definitivo, hasta alcanzar el estado adulto.

Como hospedero definitivo para esta especie sólo se ha registrado *R. palmipes*.

Distribución geográfica: Brasil

Referencias: Freitas *et al.*, 1957; Baker, 1987; Anderson, 1992

***Porrocaecum* sp.**

Familia Ascarididae

Ciclo de vida: Las especies del género se encuentran parasitando el intestino de aves terrestres. Los huevos embrionados son liberados junto con las heces; lombrices de tierra ingieren los huevos y desarrollan la larva de segundo estadio. Mamíferos pequeños como las musarañas sirven como hospederos paraténicos, transportando al parásito hasta el hospedero definitivo. La mayoría de las especies del género *Porrocaecum* maduran en aves rapaces. En anfibios, sólo existe el registro de *Porrocaecum* sp. en *Eleutherodactylus martinicensis*, *E. euphronides* y *Eleutherodactylus* sp. de las Antillas, sin embargo larvas del género *Porrocaecum* han sido registradas frecuentemente en reptiles de los géneros *Anolis* y *Leiocephalus*

Distribución geográfica: El género se encuentra ampliamente distribuido. Los registros de larvas en anfibios de América, se han señalado para Las Antillas y en reptiles para Estados Unidos.

Referencias: Anderson 1992; Goldberg *et al.*, 1995, 1998a; Moravec *et al.* 1995.

### ***Spiroxys* sp.**

Familia Gnathostomatidae

Ciclo de vida: se ha registrado *Cyclops* sp. (experimentalmente) como primer hospedero intermediario. Larvas de tercer estadio de *S. contortus* se han encontrado encapsuladas en mesenterios de *Umbra lima*, *Ameiurus nebulosus* y *Rana clamitans* (renacuajos y adultos), *Triturus viridescens* y *Sympetrum* sp. (ninfas) en Michigan, Estados Unidos. También se han encontrado larvas infectivas de *S. contortus* en los caracoles: *Lymnaea ovata* en la antigua URSS y *L. stagnalis* en Ontario, Canadá. Los organismos adultos del género se encuentran preferentemente parasitando tortugas y otros reptiles.

Distribución geográfica: sólo cuatro especies del género han sido registradas parasitando anfibios: *S. allegheniensis* en *Cryptobranchus allegheniensis*, Estados Unidos; *S. corti* en *Rana montezumae*, México; *S. japonica* en *R. japónica*, *R. nigromaculata*, *R. rugosa* y *R. guentheri* de Japón y China y *S. utahensis* en *Ambystoma tigrinum nebulosum*, Estados Unidos.

Referencias: Baker 1987; Anderson, 1992;

### ***Physaloptera* sp.**

Familia Physalopteridae

Ciclo de vida: La subfamilia Physalopterinae consiste de siete u ocho géneros estrechamente relacionados, los cuales ocurren principalmente en el estómago de reptiles, aves, mamíferos; raramente anfibios y peces. Los huevos depositados por las hembras contienen una larva de primer estadio totalmente desarrollada. Los huevos de physalopteridos pueden eclosionar en cucarachas (*Blattella germanica*) y la larva desarrollarse en cápsulas dentro del intestino del insecto. sin embargo estudios

recientes han demostrado que las cucarachas son situadas entre los hospederos menos propicios. El hospedero final puede adquirir la infección tras ingerir insectos que contienen larvas infectivas, las que se sujetan a pared del estómago hasta alcanzar el estado adulto.

Larvas del género *Physaloptera* se han registrado recientemente en América en varios géneros de anfibios: *Ambystoma*, *Desmognathus*, *Plethodon*, *Pseudotriton*, *Acris*, *Hyla*, *Pternohyla*, *Pseudacris*, *Rana*, *Bufo* y *Scaphiopus*.

Distribución geográfica: los registros de las larvas en América se ubican principalmente en El género presenta distribución mundial.

Referencias: Baker 1987; Goldberg et al., 1991b, 1995, a, 1996, 1999. b: 2000; Anderson 1992; Galicia-Guerrero et al., 2000.

### ***Ascarops* sp.**

#### Familia Spirocercidae

Ciclo de vida: Es un parásito común del estómago de puercos silvestres y domésticos, sin embargo es transmisible también a lagomorfos y ganado vacuno. numerosos escarabajos sirven como hospederos intermediarios, *Aphodius*, *Cacoobius*, *Canthon*, *Ceratophius*, *Copris*. Recientemente se han registrado larvas infectivas enquistadas en el estómago de reptiles de los géneros *Sceloporus* y *Anolis*. Con excepción de las especies del género *Spiralatus* de aves, toda la familia Spirocercidae ocurre en mamíferos. (La información del ciclo de vida corresponde a *A. strongylina* que parasita puercos).

Distribución geográfica: El género presenta una distribución muy amplia pudiendo ser considerado como cosmopolita; las larvas infectivas se han registrado en Estados Unidos, México, Las Antillas y Costa Rica.

Referencias: Anderson, 1992; Goldberg et al., 1992, 1995, 1996, 1998a

## ***Physocephalus* sp.**

Familia Onchocercidae

Ciclo de vida: Las especies de éste género se han encontrado parasitando el estómago e intestino delgado de puercos silvestres y domésticos (Suidae), pecaríes; menos comúnmente en tapires, equinos y lagomorfos. Su transmisión es similar a la que se presenta para el género *Ascarops* y las larvas infectivas de ambas especies se encuentran en hospederos intermediarios similares.

Larvas infectivas encapsuladas de *P. sexalatus* se presentan con regularidad en los tejidos (especialmente estómago y mesenterios) de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, los cuales han ingerido escarabajos infectados.

Las larvas de especies del género *Physocephalus* se han registrado en *Bufo alvarinus*, *B. microscaphus* y *B. marmoreus*.

Distribución geográfica: Estados Unidos y México

Referencias: Baker 1987; Anderson 1992; Goldberg *et al.*, 1991b, 1993; Galicia-Guerrero *et al.*, 2000

## ***Oswaldocruzia* sp.**

Familia Molineidae

Ciclo de vida: El género se ubica dentro del orden Strongylida, superfamilia Trichostrongyloidea. Los trichostrongílidos son monoxenos, encontrándose esencialmente en el estómago e intestino de sus hospederos. Hospederos paraténicos frecuentemente son utilizados en la transmisión de algunas especies.

Los miembros del género *Oswaldocruzia* se encuentran en el intestino de anfibios y reptiles a través de todo el mundo. El estudio del desarrollo y transmisión de *O. pipiens* en *Rana sylvatica* y *Bufo americanus* estableció que los huevos tras ser depositados salen del hospedero junto con las heces y entonces se desarrolla la larva de primer estadio, alcanzando su estadio infectivo (3er estadio) a los tres o cuatro días. La larva migra para infectar a su hospedero definitivo vía cutánea, aunque también se propone la infección por ingestión

Distribución geográfica: En México se ha registrado la presencia de *O. subauricularis* parasitando a *Bufo marinus*, en América se ha registrado parasitando especies de géneros: *Ceratophrys*, *Hyla*, *Phrynohyla*, *Phyllomedusa*, *Eleutherodactylus*, *Leptodactylus* y *Enyalius*. El género presenta un gran número de especies y su distribución es muy amplia, pudiendo considerarse cosmopolita.

Referencias: Caballero y Caballero, 1949; Baker, 1987; Ben-Slimane, 1995.

### ***Oncicola luehei*** (Travassos, 1917)

Phylum Acanthocephala Clase

Archiacanthocephala

Familia Oligacanthorynchidae

Ciclo de vida: Sin excepción hasta el momento el ciclo de vida de la mayoría de los acantocéfalos, registran como hospedero intermediario a un artrópodo, que se infecta al ingerir los huevos liberados en el ambiente junto con las heces. Para las especies parasitando hospederos acuáticos los hospederos intermediarios son microcrustáceos, usualmente especies de Amphipoda, Copepoda, Isopoda u Ostracoda y para los hospederos terrestres, usualmente se presentan insectos como hospederos intermediarios (Coleoptera u Orthoptera).

En algunas especies de acantocéfalos es necesaria la presencia de un hospedero paraténico, para completar la transferencia. Las especies del género *Oncicola* se encuentra parasitando mamíferos, principalmente carnívoros.

Sólo existía el registro de los adultos de ésta especie en *Nasua narica* (Carnívora).

Distribución geográfica: Brasil

Referencias: Travassos, 1917; Schmidt, 1985

## ***Centrorhynchus* sp.**

Clase Palaeacanthocephala

Familia Centrorhynchidae

Ciclo de vida: El ciclo de vida presentado anteriormente para *Oncicola*, también es válido para *Centrorhynchus*, ya que para este acantocéfalo también es necesaria la presencia de un hospedero paraténico. Las especies de *Centrorhynchus* comúnmente se encuentran parasitando aves de presa. *Cantatops quadratus* ha sido registrado como hospedero intermediario. Hospederos paraténicos registrados para las especies del género son: *Ptyas*, *Rana*, *Crocidura*, *Lycodon*, *Naia*, *Agkistrodon*, *Dinodon*, *Psammodynastes*, *Trimeresurus*, *Dryophis*, *Simotes*, *Thamnophis*, *Zamenis*, *Coluber*, *Coronella*, *Emys*, *Eremias*, *Lacerta*, *Natrix*, *Vipera*, *Anolis* y *Rhacophorus*

Distribución geográfica: El género presenta una distribución amplia, considerándose incluso cosmopolita.

Referencias: Schmidt, 1985; McAlpine, 1996.