



65
24
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**DESCRIPCIÓN DE LA COMUNIDAD DE HELMINTOS
DE DOS ESPECIES DE ANFIBIOS ENDEMICOS DEL
LAGO DE PATZCUARO MICHOACAN;
Rana dunni y Ambystoma dumerilii.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
IRMA GARCIA ALTAMIRANO

MEXICO, D. F.

1992

LIBRO DE CALIFICACION



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.

INDICE

1. INTRODUCCION	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.2 ASPECTOS GENERALES SOBRE COMUNIDADES DE HELMINTOS	1
1.3 BIOLOGIA DE LOS HOSPEDEROS	5
2. ANTECEDENTES	8
3. OBJETIVOS	13
4. MATERIAL Y METODO	14
4.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	14
4.2 PROCEDENCIA DEL MATERIAL	15
4.3 PROCESAMIENTO DEL MATERIAL	16
4.4 DETERMINACION TAXONOMICA DE LOS HELMINTOS	17
4.5 MANEJO DE DATOS PARA EL ESTUDIO ECOLOGICO	17
5. RESULTADOS	22
5.1 REGISTRO HELMINTOLOGICO	22
5.2 CARACTERISTICAS DIAGNOSTICAS, CICLO BIOLOGICO, Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS HELMINTOS	25
5.3 PATRONES GENERALES DE TRANSMISION	41
5.4 CARACTERIZACION DE LAS HELMINTIASIS	44
5.5 ANALISIS DE LA COMUNIDAD	48
6. DISCUSION	55
7. CONCLUSIONES	69
8. APENDICE	71
9. LITERATURA CITADA	72

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Gerardo Pérez Ponce de León mi sincero agradecimiento por llevar a cabo la dirección de este trabajo, por sus enseñanzas, apoyo, confianza y comprensión a lo largo de mi formación académica.

Al Biol. Luis García Prieto por el gran apoyo brindado, las enseñanzas, sugerencias, y correcciones realizadas para la realización del presente trabajo.

Al Dr. Antonio Lot Helguera, Director del Instituto de Biología y al Dr. Harry Brailovsky, Jefe del Departamento de Zoología del mismo Instituto por haberme permitido hacer uso de las instalaciones del laboratorio de Helmintología.

Al Dr. Rafael Lamothe Argumedo por la revisión del presente trabajo y sus acertadas sugerencias.

A la Biol. María Antonieta Arizmendi Espinosa por sus sugerencias y correcciones realizadas al presente trabajo.

A la Biol. Luz María Calvo Irabien por la revisión del presente trabajo y sus acertados consejos.

A los M. en C. David Osorio y Guillermo Salgado por la ayuda prestada en la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros del Laboratorio de Helmintología pero muy especialmente a aquellos que colaborarán conmigo durante el desarrollo de este trabajo: Griselda, Elsa, Elisa, Berenit, Rocío, Paty, Luis, Gerardo, y Sergio y por los momentos de amistad compartidos.

A Angel García por toda la ayuda y el gran apoyo brindado a lo largo de la realización de este trabajo.

A Adriana Méndez por la ayuda prestada en la ilustración de este trabajo.

A Lilia Martínez por su participación en la impresión del presente trabajo.

A Elsa Espinosa por la ayuda brindada y sobre todo por su amistad.

A todas aquellas personas que de una o otra manera me han apoyado y ayudado a lo largo de mi vida y de mi carrera.

RESUMEN

Para la realización del presente estudio se analizaron 66 ejemplares de *Rana dunni* y 70 de *Ambystoma dumerilii* procedentes del lago de Pátzcuaro, Michoacán, durante el periodo comprendido entre Junio de 1990 y Septiembre de 1991, en éste se analiza la composición de la comunidad de helmintos de ambas especies, endémicas de dicha localidad y con base en índices de riqueza, dominancia, equidad y diversidad se establece el patrón que siguen ambas comunidades tanto a nivel de infracomunidad como de componente de comunidad, discutiéndose además las posibles causas que determinan la composición de las comunidades de helmintos en sus hospederos.

La comunidad de helmintos de *A. dumerilii* esta constituida por 10 especies, a la vez que a la de *R. dunni* la conforman 11; con base en la frecuencia de aparición de dichas especies en cada especie de anfibio y en la abundancia con que se presentan, se determinó la existencia de especies principales, secundarias y satélites para ambos sistemas, analizando también el grado de similitud que las comunidades de helmintos establecidas en los dos hospederos alcanzan, tanto a nivel intra como interespecifico.

1. INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

El Lago de Pátzcuaro es uno de los cuerpos de agua más importantes para las pesquerías de agua dulce del estado de Michoacán, por lo que ha sido objeto de numerosos estudios desde el punto de vista biológico, sociológico y económico, entre otros (Chacon et al., 1991).

Este lago tiene una superficie aproximada de 10,773 hectáreas, a lo largo de las que encontramos gran diversidad biológica, entre la cual se puede mencionar, para el caso de los anfibios, la presencia de anuros como *Rana montezumae*, *R. megapoda*, *R. dunni* y urodelos como *Ambystoma dumerilii* (Smith y Taylor, 1966); estas dos últimas especies son endémicas y con relativa importancia regional, debido a que son consumidas por los habitantes de la localidad, especialmente el "achoque" *A. dumerilii*.

Las comunidades en general presentan dos tipos de estructuras: la física y la biológica. La primera se refiere al área que ocupan las especies y a cómo se distribuyen dentro de la misma. La segunda abarca la composición de la comunidad, es decir, que especies se encuentran presentes, su abundancia, la relación que existe entre ellas y los cambios temporales que se presentan; y no obstante la estructura biológica depende en gran medida de la estructura física. El funcionamiento de una comunidad está influido por la estructura física y la biológica (Krebs, 1985).

1.2 ASPECTOS GENERALES SOBRE COMUNIDADES DE HELMINTOS.

En este trabajo abordamos el estudio de las comunidades de helmintos, las cuales se caracterizan, de manera general, por presentar ciertos atributos que han sido señalados por Holmes y Price (1986) tales como los recursos, que son aquellos factores ambientales que utilizan directamente los organismos; el

identificarlos y determinar cómo se usan y en qué cantidad, pueda ayudar a entender la estructura de la comunidad; sin embargo, en el caso de los parásitos, es sumamente difícil establecer cuánto y qué recurso está utilizándose; para los parásitos, los hospederos representan un hábitat y a su vez, un grupo de hospederos (población), a pesar de las diferencias fisiológicas individuales que puedan presentar, en conjunto, constituyen un hábitat básicamente igual para los parásitos; de tal forma que, al analizar a los parásitos de varios hospederos de la misma especie, se pueden obtener suficientes réplicas como para poder llevar al cabo un análisis estadístico comparativo. Otro de los atributos que se mencionan es la especialización, que se refiere a la capacidad que presentan los parásitos para vivir en un número amplio o restringido de especies de hospederos.

Finalmente Holmes y Price (1986) proponen los siguientes niveles de estudio en comunidades de parásitos:

INFRACOMUNIDAD: Está constituida por todas las poblaciones de todas las especies de parásitos dentro de un hospedero individual.

COMPONENTE DE COMUNIDAD: Se refiere a todas las poblaciones de todas las especies de parásitos en la población de hospederos de una misma especie.

COMUNIDAD COMPUESTA: Comprende a todas las especies de parásitos en todos sus hospederos intermediarios y definitivos así como en sus fases de vida libre dentro de un ecosistema. Es el nivel superior y el más complejo y difícil de estudiar, debido a la cantidad de organismos implicados así como a las múltiples y complejas interacciones que pueden establecerse entre los individuos.

Dentro de cada uno de los niveles de estudio mencionados anteriormente, existen conceptos importantes que cabe mencionar de acuerdo con Esch *et al.* (1991 a).

A nivel de infracomunidad, se habla de nicho, cuya definición más difundida es probablemente la de Hutchinson (1957) (In : Esch *et al.*, 1991 b), quien lo establece como un

hipervolumen n-dimensional con múltiples ejes para todas las variables que contribuyen al éxito de una especie dada; el término gremio propuesto por Root, 1967 (In: Esch *et al.*, 1991 a) para describir a especies funcionalmente similares en una comunidad, es decir, especies que utilizan recursos comunes y el término de competencia, la cual ocurre cuando dos o más organismos utilizan el mismo recurso, siendo dicho recurso relativamente escaso. Este tipo de conceptos puede estudiarse únicamente si se analizan las comunidades de helmintos, hospedero por hospedero.

A partir de la detección de interacciones entre los helmintos, Holmes y Price (1986) han planteado la existencia de dos tipos de comunidades: aislacionistas e interactivas; las primeras son aquellas cuyas especies de helmintos tienen poca habilidad de colonización, se presentan en bajas abundancias, y las interacciones interespecíficas entre los organismos del gremio son débiles, existiendo nichos vacantes; las comunidades interactivas comprenden a especies con alta habilidad de colonización y abundancia elevada; en ellas, las interacciones interespecíficas dominan a las respuestas individuales, no existen nichos vacantes y las especies responden a la presencia de otros miembros del gremio.

A nivel de componente de comunidad y dado que los recursos no siempre están distribuidos homogéneamente, Stock y Holmes (1987) observaron la presencia de dos tipos de especies en la comunidad: las especies principales, que son aquellas que ocurren con frecuencia y densidad relativamente altas, y las especies satélites, que se presentan con baja frecuencia y también con baja densidad.

Asimismo, existen procesos en este nivel, mediante los que puede explicarse la estructura de la comunidad; entre ellos se incluyen la edad del hospedero, su migración y los cambios estacionales.

En el establecimiento de un sistema parásito-hospedero, influyen una gran cantidad de factores y circunstancias, algunas de las cuales son las siguientes:

- La especificidad hospedatoria, la cual implica necesariamente la satisfacción de aquellos requerimientos del parásito que solo puede alcanzar en determinados tipos de hospederos; cuando una especie de parásito está restringida a una especie de hospedero o a un grupo de hospederos relacionados, se considera que exhibe cierto grado de especificidad. Acerca de ésta, Prudhoe y Bray (1982) postulan la existencia de dos tipos: la especificidad filogenética, determinada por las condiciones biológicas, que permiten que se mantenga la relación parásito-hospedero a través del tiempo, ya que ambos están muy relacionados, presentándose un proceso de coevolución, y la especificidad convergente, que se establece cuando el sistema parásito hospedero es relativamente nuevo. Dicho sistema pudo haberse dado únicamente por la coincidencia en tiempo y espacio de ambos organismos.

La especificidad de los helmintos por sus hospederos anfibios se presenta en diferentes grados, algunos son obligatorios estrictos, ya sea del taxón en general o bien de un grupo en particular, por lo que pueden ser definidos como especialistas; otros parasitan facultativamente a los anfibios como taxón o bien a diferentes grupos de vertebrados, pudiendo ser definidos entonces como generalistas. Un tercer grado involucra a aquellos helmintos que infectan a los anfibios de manera accidental.

Otros factores que influyen en el establecimiento de las comunidades de helmintos son la edad y el sexo de los hospederos; se ha observado que los hospederos más viejos albergan un mayor número de parásitos con respecto a los jóvenes (Kennedy, 1975), lo que se atribuye a que los primeros han tenido un tiempo de exposición a la infección más prolongado, dada su mayor permanencia en el medio. La frecuencia en la cual se encuentran los helmintos en los anfibios, depende en muchos casos de factores ambientales. Así, la presencia estacional de algunas poblaciones de helmintos, es inducida por factores físicos como la temperatura o bien por factores biológicos relacionados con la ecología misma de los hospederos que

intervienen en el ciclo biológico.

De acuerdo con Goater et al. (1988), Muzzall (1991 a y b) y Aho (1991), las comunidades de parásitos presentes en anfibios son aislacionistas, es decir, las especies de parásitos que las constituyen presentan poca habilidad de colonización, bajas abundancias y con débiles interacciones interespecíficas, si es que éstas existen. Los factores que influyen en una estructura como la antes descrita, son principalmente la presencia de un aparato digestivo simple, la restringida movilidad de los hospederos, su carácter ectotérmico y los hábitos alimenticios generalistas que presentan estos organismos; estas características fueron determinadas por Kennedy et al. (1986) al establecer las diferencias en la estructura de la comunidad de peces dulceacuicolas, aves y mamíferos.

Los anfibios estudiados en este trabajo, *A. dumerilii* y *R. dunnii*, son considerados por Dugés (1870), Zweifel (1957) y Brandon (1970) como organismos endémicos del Lago de Pátzcuaro; sobre la biología de ambas especies se conoce muy poco, siendo escasos los trabajos realizados acerca de este tema, sin embargo, podemos mencionar lo siguiente:

1.3 BIOLOGIA DE LOS HOSPEDEROS.

De acuerdo con Zweifel (1957) *Rana dunnii* se caracteriza por alcanzar una longitud de 97 mm., desde la abertura oral hasta la cloaca. La coloración del organismo preservado en alcohol, es la siguiente: superficie dorsal gris oscuro, con pocas manchas amarillo grisáceas y dedos blancos; la cabeza es blanco amarillenta con motas de color gris, que pueden cubrir la mitad del área; de la barbilla al pecho es ligeramente gris, mientras que el resto de la superficie ventral es blanca.

R. dunnii generalmente se encuentra en las orillas del Lago de Pátzcuaro pero no fuera del agua. Su llamado de apareamiento es lento y está dado por su canto, el cual se llega a escuchar a lo largo de todo el año. Con respecto a sus hábitos alimenticios y reproductivos, no se han realizado estudios, sin embargo,

Pulido (1992) observó que estos anfibios se alimentan principalmente de caracoles, peces, crustáceos, odonatos, renacuajos y vegetación. No se conocen los aspectos conductuales de su reproducción.

Con relación a *Ambystoma dumerilii*, éste urodelo se caracteriza por presentar una longitud que varía de 74 a 170 mm., medidos del hocico al ano; pesa aproximadamente de 160 a 204 g. Es generalmente de color pardo, más claro en las partes centrales del dorso y en el vientre; los costados muestran manchas blanquecinas y sus branquias son negras. La cabeza y el dorso están cubiertos de pequeños puntos hundidos, formados por las aberturas de las glándulas de Capiel que secretan un humor latescente, amargo y de mal olor (Dugés, 1870 ; Brandon, 1970).

A. dumerilii es considerado una especie neoténica al igual que otras del género *Ambystoma*. De acuerdo con Brandon (1970), a pesar de que esta especie fue descrita hace más de 100 años, actualmente existe muy poca información acerca de su hábitat, su ecología y su biología reproductiva; al igual que para *R. dunni*, no existen estudios de sus hábitos alimenticios; sin embargo, con base en nuestras observaciones, podemos señalar que *A. dumerilii* es un organismo carnívoro, que se alimenta principalmente de acófiles, otros pequeños artrópodos y peces.

Acercas de la reproducción, Brandon (1970) supone que la época de apareamiento del "achoque" podría ser de febrero a mayo y parece ser que todos los adultos se aparean cada año en el lago; la ovoposición ocurre en diciembre y puede estar asociada al término de la época de lluvias y al aumento de la temperatura del agua entre febrero y junio.

Porter (1972) señala que es probable que todos los miembros de la familia Ambystomatidae presenten un apareamiento terrestre que incluye básicamente cinco fases típicas; asimismo, indica que en el género *Ambystoma* existe la particularidad de que el macho deposita más de un espermátóforo y repite el cortejo varias veces, de modo que la hembra toma al menos una parte de cada uno de los espermátóforos que son puestos, señalando también, que los huevos se fertilizan al pasar por la cloaca, lo

cual puede ocurrir mucho después del apareamiento, que éstos son acuáticos y pueden depositarse en nidos o bien anclados individual o grupalmente sobre la vegetación o sobre otros objetos presentes en el agua.

2. ANTECEDENTES

El estudio de los platelmintos parásitos de anfibios comienza en 1737 con la observación referida por Swammerdam acerca de un gusano en los pulmones de una rana; posteriormente se fue incrementando el número de descripciones de helmintos encontrados en anfibios, como es el caso de la descripción del céstodo *Nematotaenia dispar* Goetze, 1782 para salamandras de Alemania, así como la descripción de *Polystoma ranae* efectuada por Zeder en 1800, además de otros trabajos realizados por Rudolphi en 1809, Bensley en 1897 y Patt en 1902 (In: Prudhoe y Bray, 1982).

En México, los anfibios han sido estudiados desde el punto de vista parasitológico desde hace mucho tiempo, por autores como Caballero, Bravo, Sokoloff y Lamothe, entre otros, abordando básicamente el aspecto taxonómico del grupo, para llegar a establecer de esta manera un registro compuesto por aproximadamente 44 especies de helmintos parásitos de estos vertebrados en el país (Pulido, 1992).

Así, la taxonomía ha sido la primera etapa en el estudio de estos grupos, sin embargo, los conocimientos que ya se tienen, permiten abordar otro tipo de trabajos como por ejemplo, el estudio de las comunidades de helmintos.

De acuerdo con Vidal (1990), el estudio de las comunidades de helmintos se inicia a partir de la publicación de Dogiel en 1964, quien proporcionó las bases para el análisis ecológico en sus hospederos. Posteriormente, se realizaron trabajos en parasitología ecológica abordando principalmente estudios sobre la dinámica poblacional de las especies individuales de parásitos; no obstante, autores como Holmes y Podesta (1968) llevaron al cabo el estudio de las comunidades de helmintos en mamíferos (lobos y coyotes) con el fin de evaluar la similitud existente entre dichas comunidades. En 1975, Hair y Holmes aportaron al estudio de las comunidades de helmintos, la posibilidad de evaluar los mecanismos de interacción entre las

distintas especies, mediante el uso de diferentes índices y la descripción de la amplitud de la distribución y el solapamiento del microhábitat. Las comunidades de helmintos y las de organismos de vida libre presentan patrones similares de estructuración, competencia, interacciones inter e intraespecíficas y restricciones de nicho, por lo que la metodología empleada para su estudio se deriva de la que se aplica en el estudio de las comunidades de organismos de vida libre.

En 1973, Holmes aplicó la teoría de biogeografía de islas de Mc Artur-Wilson para explicar la estructuración de las comunidades de helmintos. Más adelante, Hanski (1982) estableció la existencia de especies principales y satélites, caracterizando a las primeras como las de mayor frecuencia y abundancia y a las especies satélites como las de aparición esporádica y con una pobre representación.

En 1986, Bush y Holmes aplicaron los conceptos de Hanski al estudio de las comunidades de helmintos, describiendo comunidades de parásitos en aves en las que encontraron especies principales, secundarias y satélites; Kennedy *et al.* (1986) determinaron que la estructura de las comunidades de helmintos que parasitan aves es diferente de la que se encuentra en los peces, puesto que las aves presentan una amplia variedad en cuanto a formas de vida, tienen más movilidad y una mayor amplitud en su dieta, que la que se observa en los peces. Otros estudios sobre comunidades de helmintos se han realizado y puesto de manifiesto en el libro editado por Esch *et al.* (1991) en el cual se analizan aspectos ya abordados en trabajos anteriores y se proponen puntos por tratar en las comunidades de helmintos de cada uno de los grupos de vertebrados.

Aho (1991) resalta las ventajas de trabajar con hospederos como los anfibios y reptiles, debido a que ambos grupos han invadido una gran variedad de hábitats y exhiben una amplia diversidad en sus patrones de ciclos de vida, hábitos reproductivos, alimenticios y relaciones tróficas, lo cual permite llevar al cabo comparaciones entre las comunidades de

helmintos de vertebrados del mismo grupo; sin embargo, señala que los estudios helmintológicos realizados en estos grupos se han restringido hasta ahora, a analizar las relaciones taxonómicas y los ciclos de vida de los parásitos.

No obstante, con base en este tipo de estudios, Aho (1991) llevó al cabo el tabajo más completo sobre comunidades de helmintos de anfibios que existe hasta el momento, donde se analizan los resultados de 393 investigaciones sobre el tema (efectuadas en Norte América), estudiando 155 especies de hospederos distribuidos en 14 familias de anfibios y 16 de reptiles, aportando datos acerca de los procesos que estructuran las comunidades de helmintos en estos vertebrados, así como aspectos de riqueza y abundancia diferencial de las mismas y sobre la relación entre la riqueza y la amplitud de la distribución geográfica de los hospederos.

En México, el estudio de las comunidades de helmintos se encuentra en su etapa inicial, siendo escasos los trabajos sobre el tema; dentro de estos, se encuentra el trabajo realizado por Vidal (1988), quien caracterizó la infracomunidad de helmintos del tubo digestivo de *Cichlasoma urophthalmus* del estero de Celestún, Yucatán, para lo cual se determinaron índices de diversidad y similitud, así como la ocurrencia de especies principales y satélites; Jiménez (1991) señaló algunos aspectos de la estructura de la comunidad de helmintos de *Cichlasoma fenestratum* en Catemaco, Veracruz; posteriormente, Vidal (1990) estableció los patrones de distribución de dichas comunidades en algunas localidades del Sureste de México; Guillén y Salgado (1991) analizaron las comunidades de helmintos parásitos de anuros de los Tuxtlas, Veracruz; Jiménez y Salgado (1991) estudiaron las comunidades de helmintos de una especie de pez del Lago de Catemaco, Veracruz, situado en una región tropical, encontrando que estas comunidades son igualmente pobres que las comunidades de helmintos en peces dulceacuícolas de zonas templadas. Jiménez *et al.* (1991) realizaron una aproximación al análisis parasitológico a nivel de comunidad compuesta, mediante el estudio de los helmintos parásitos de 10 especies de peces

del Lago de Catemaco.

Finalmente, Peresbarbosa (1992) estudió la estructura de la comunidad de helmintos en tres especies de godeidos del lago de Pátzcuaro, Michoacán, describiendo con base en su riqueza, abundancia, diversidad, equidad, dominancia y similitud; actualmente Espinosa (comunicación personal) realiza la comparación de las comunidades de helmintos presentes en *Chiostoma attenuatum* en dos lagos del mismo estado: Pátzcuaro y Zirahuen.

Particularmente, en el Lago de Pátzcuaro, se han realizado dos trabajos sobre helmintos de anfibios, desde el punto de vista parasitológico, abarcando principalmente la descripción taxonómica de la helmintofauna de *Ambystoma dumerilii* (Alcolea, 1987) y de *Rana dunni* (Pulido, 1992) (Tabla 1), los cuales constituyen apoyos importantes para nuestro estudio.

Tabla 1.- Registro helmintológico de *A. dumerilii* y *R. dunni* realizados por Alcolea (1987) y Pulido (1992) respectivamente, en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

<i>Rana dunni</i>	<i>Ambystoma dumerilii</i>
TREMATODA	TREMATODA
<i>Cephalogonimus americanus</i> (adulto)	<i>Cephalogonimus americanus</i> (adulto)
<i>Glypthelmins californiensis</i> (adulto)	<i>Ochetosoma breviaecum</i> (adulto)
<i>Haematoloechus coloradensis</i> (adulto)	<i>Crepidostomum cooperi</i> (adulto)
<i>Gorgoderina attenuata</i> (adulto)	<i>Gorgoderina attenuata</i> (adulto)
<i>Ochetosoma</i> sp. (metacercaria)	CESTODA
CESTODA	Fam. Proteocephalidae (plerocercos)
<i>Ophiotaenia filaroides</i> (adulto)	<i>Bothriocephalus acheilognathi</i> (adulto)
NEMATODA	ACANTOCEPHALA
<i>Falcaustra chabaudi</i> (adulto)	<i>Arhythmorhynchus brevis</i> (cistacantos)
<i>Spiroxys contortus</i> (adulto)	NEMATODA
<i>Eustrongylides</i> sp. (larva)	<i>Spironura</i> sp.* (adulto)
<i>Ochoterenella digiticauda</i> (adulto)	

*Nombre genérico asignado erróneamente por la autora; su nombre correcto es *Falcaustra chabaudi*.

3. OBJETIVOS

* Ratificar el registro helmintológico de dos especies de anfibios endémicos del lago de Pátzcuaro, *R. dunnii* y *A. dumerilii* para posteriormente:

* Describir y comparar la composición de la comunidad de helmintos de ambas especies de hospederos a nivel de infracomunidad y componente de comunidad.

* Discutir los posibles factores que determinan la estructura de las comunidades de helmintos en estos hospederos.

4. MATERIAL Y METODO

4.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

Situación geográfica.

El lago de Pátzcuaro se localiza en el Estado de Michoacán, a escasos 400 Km., de la capital de la República Mexicana. Sus coordenadas geográficas son: 19° 41' y 19° 32' de latitud Norte y 101° 32' 101° 43' de longitud oeste. Se encuentra a 2,035 m.s.n.m., en el eje Neovolcánico, en los límites de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical.

De acuerdo con Chacon *et al.* (1991) la cuenca presenta una superficie de 1000 Km², de los que el 10% corresponde al lago, lo cual incluye 10,775 Has., con un volúmen de 700 000 000 m³, y una longitud superior a los 18.6 Km., medida entre San Pedro Pareo y la costa noroeste de San Jerónimo (Fig. 1).

Climatología.

El clima de la cuenca se considera como templado con lluvias en verano C (W) (w) b (e) g, de acuerdo con la clasificación de Koeppen modificada por García (1973). La precipitación pluvial anual fluctúa entre 900 y 1400 mm., presentándose una época de secas, de diciembre a mayo, y una época de lluvias, de junio a noviembre (Rosas, 1976).

Flora y Fauna.

En el Lago, el plancton es abundante al igual que el bentos y perifitón; por su poca profundidad se ve invadido en un alto porcentaje de su superficie total por plantas acuáticas (Rosas, 1976).

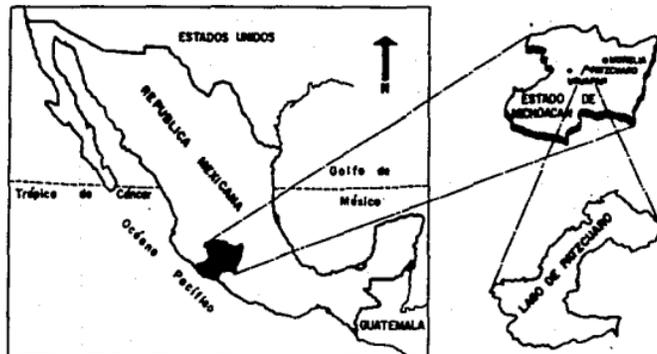


Fig. 1- Mapa de la República Mexicana que muestra la ubicación del Lago de Patzcuaro en el Estado de Michoacán.

4.2 PROCEDENCIA DEL MATERIAL.

El material utilizado para este trabajo, proceda de la captura comercial efectuada en el Lago de Pátzcuaro, Mich; se examinaron un total de 66 ejemplares de *Rana dunni* y 70 de *Ambystoma dumerilii* durante 10 muestreos, en un periodo comprendido entre junio de 1990 y septiembre de 1991, los cuales se eligieron sin considerar el tamaño ni el sexo.

Tabla .- 2 Número de anfibios examinados en cada uno de los muestreos.

HOSPEDEROS	1990					1991					TOT
	JUN	AGO	SEP	OCT	DIC	FEB	MAR	JUL	AGO	SEP	
<i>R. dunni</i>	8	8	6	7	-	7	18	2	1	9	66
<i>A. dumerilii</i>	10	13	-	11	31	5	-	-	-	-	70

Para dar muerte a las "ranas" y "achoques" se utilizaron dos métodos: descerebración o bien la administración de una sobredosis del anestésico Ketamina. Una vez muertos los anfibios, se procedió a realizar la disección de cada organismo. A cada uno de los hospederos se le practicó un examen helmintológico general. En el examen externo se revisó la superficie del cuerpo, la boca y los orificios nasales, genital y anal. El examen interno incluyó la revisión, bajo el microscopio estereoscópico, de la cavidad del cuerpo, mesenterios, vejiga urinaria, pulmones y vesícula biliar; el aparato digestivo se abrió longitudinalmente y el hígado fue observado comprimiéndolo entre dos vidrios.

Los helmintos encontrados durante el primer muestreo fueron recolectados de su hospedero con pinceles finos, colocándolos en

cajas de Petri con solución salina al 0.7%, para posteriormente realizar observaciones en vivo o bien, fueron fijados para llevar al cabo su determinación taxonómica en el laboratorio.

Durante los muestreos posteriores, puesto que ya se conocía la identidad específica de los parásitos, únicamente se efectuó el censo de helmintos de cada hospedero, recolectándolos sólo en casos excepcionales. Los datos de hábitat y número de parásitos encontrados en cada hospedero, fueron registrados en hojas de campo.

4.3 PROCESAMIENTO DEL MATERIAL.

Debido a que cada grupo de helmintos presenta características particulares, su procesamiento fue efectuado de manera especial.

a) TREMATODOS Y CESTODOS: Se mataron en agua caliente para evitar que se contrajeran e inmediatamente se fijaron con líquido de Bouin, colocándolos en un porta objetos y aplanándolos con un cubre objetos. Se mantuvieron 24 horas en dicha solución y posteriormente fueron transferidos a alcohol al 70%.

b) ACANTOCEFALOS: Se refrigeraron durante ocho horas en agua destilada a cuatro grados centígrados, para provocar la eversión de la probóscis y una vez lograda, se fijaron en alcohol al 70% a temperatura ambiente.

c) NEMATODOS: Se fijaron con alcohol al 70% caliente para que murieran extendidos; de esta forma se transfirieron a un frasco con alcohol al 70%.

TINCION Y ACLARAMIENTO

Todos los organismos recolectados, con excepción de los nemátodos, se tificaron utilizando dos colorantes: hematoxilina de Ehrlich y paracarmin de Mayer, cuyas técnicas se detallan en el Apéndice 1.

Una vez teñidos los ejemplares, se aclararon en salicilato de metilo y se montaron en bálsamo de Canadá, etiquetándolos con los datos de colecta. Los nemátodos fueron aclarados en lactofenol con objeto de observar sus estructuras internas.

4.4 DETERMINACION DE LOS HELMINTOS.

La identificación taxonómica del material procesado se realizó principalmente con base en el registro presentado en estudios previos de los mismos hospederos y de la misma localidad, efectuados por Alcolea (1987) y Pulido (1992). Después de su determinación taxonómica, los helmintos del "achoque" fueron depositados en la Colección Helmintológica del Instituto de Biología de la UNAM, con los siguientes números de catálogo: *C. americanus* (248-16), *Ochetosoma* sp. (248-17), *G. attenuata* (248-18), *B. acheilognathi* (II-273), plerocercoides del Orden Proteocephalidea (II-276), *A. brevis* (II-274, II-275), *S. contortus* (195-2) y *F. chabaudi* (195-3).

4.5. MANEJO DE DATOS PARA EL ESTUDIO ECOLOGICO.

Con el fin de determinar si el número de hospederos recolectados era suficiente para el desarrollo de este trabajo, se procedió a utilizar el método de área mínima, para lo que se graficó el número de especies y de helmintos recolectados en cada hospedero revisado, contra la varianza acumulada de dichos parámetros; fue la estabilización de las curvas la que nos indicó que el muestreo realizado era suficiente.

Con respecto al estudio de comunidades, los datos obtenidos de cada una de las especies de helmintos en sus hospederos, fueron capturados en la hoja electrónica del programa "Quattro" para su posterior análisis estadístico mediante los programas Ecological Methodology, (Krebs, 1988) y Statistical Graphics System (Statgraphics) V. 2.1.

Caracterización de la infección.

Los parámetros ecológicos considerados para la caracterización de la infección se utilizaron de acuerdo con las definiciones propuestas por Margolis *et al.* (1982) y fueron los siguientes:

Prevalencia (%) : representa el porcentaje de hospederos parasitados por una o más especies de helmintos. **Abundancia** : número promedio de parásitos de una especie, por hospedero analizado; **Intensidad promedio** : número promedio de parásitos de una especie por hospedero parasitado; y por último **Intervalo de intensidad**, que es el número mínimo y máximo de individuos de una especie particular de parásito encontrados en una muestra de hospederos.

Análisis de la comunidad.

Por otra parte fueron empleados diversos índices para describir la comunidad de cada especie de hospedero, tanto a nivel de infracomunidad como de componente de comunidad.

- Riqueza.

La riqueza numérica se consideró como el número de especies de parásitos diferentes presente en los hospederos.

- Diversidad.

Para evaluar la diversidad en las comunidades de helmintos de cada especie de hospedero, se utilizó el índice de Brillouin, que mide la homogeneidad de la comunidad y es sensible a la presencia de especies raras (Peet, 1974). Los valores que toma este índice, van de 0 a 4.5 excediéndose raramente de este valor; entre más alto sea el valor del índice, más diversa es la comunidad.

Se calcula de la siguiente manera:

$$HB = \ln N! - \sum (\ln n_i / N)$$

Donde N es el total de individuos en la muestra y n_i es el número de individuos de la especie i. La diversidad aumenta

conforme aumenta el valor de HB.

- Equidad.

Es la forma como se distribuyen las especies, ya sea que lo hagan homogéneamente o que unas especies dominen sobre otras. Para calcular la equidad de las especies presentes en cada especie de hospedero se utilizó la siguiente fórmula:

$$E = HB / HB_{max}$$

Donde HB es el índice de Brillouin y HB_{max} es el valor del índice de Brillouin máximo.

- Dominancia.

La dominancia fue calculada mediante el índice de Berger-Parker, que proporciona una medida de la dominancia, dado que da mayor importancia a las especies más abundantes.

$$B = N_{max} / N$$

Donde N_{max} es el número de individuos de la especie más abundante y N es el número total de individuos en la muestra.

Comparación de las comunidades.

Debido a que cada hospedero representa una réplica, en el nivel de infracomunidad fue posible llevar al cabo análisis estadísticos, mientras que para el nivel de componente de comunidad se presentan datos absolutos, pues todo el conjunto, ya sea de "ranas" o de "achoques" representa a la muestra.

Infracomunidades.

Para llevar al cabo la comparación de los diferentes parámetros que describen la comunidad, entre cada una de las especies de hospederos (*R. dunnii* y *A. dumerilii*), se procedió en primer lugar a buscar el tipo de distribución que presentaban los datos para cada uno de los atributos, con el fin de

determinar el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas.

La distribución de los datos para cada uno de los atributos a comparar (riqueza, abundancia y diversidad) resultó ser agregada o sobredispersa por lo que se utilizaron pruebas no paramétricas para determinar la existencia de diferencias significativas entre las muestras.

El método no paramétrico empleado para comparar dos muestras, fue la prueba de Mann-Whitney de acuerdo con Steel y Torrie (1988) y Zar (1974), utilizando las siguientes fórmulas, y considerando un nivel de confiabilidad menor o igual al 0.05 ($p < 0.05$)

$$U = n_1 n_2 + n_1 (n_1 + 1) / 2 - R$$

donde n_1 es el número de hospederos de la muestra uno, n_2 es el número de hospederos de la muestra dos y R es el resultado del tratamiento dado a cada uno de los componentes de la muestra uno

$$Z = U - n_1 n_2 / 2 / n_1 n_2 (N + 1) / 12$$

Donde U es el valor de Mann Whitney y N es el número total de hospederos de las dos muestras a comparar.

En algunos casos, las diferencias entre dos muestras fueron expresados gráficamente mediante los diagramas de cajas en paralelo del análisis exploratorio de datos (Tukey, 1977) considerando a la mediana como medida de tendencia central.

Especies principales, secundarias y satélites.

Para evaluar la existencia de especies principales, secundarias y satélites, en primer lugar y de acuerdo con Hanski (1982), se llevó al cabo un análisis de correlación entre la prevalencia y la abundancia de las especies de helmintos presentes en cada hospedero, para lo cual se utilizó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman (R_s), (método no paramétrico) calculado en el programa Statgraphics, con un nivel de significancia de $P < 0.05$; al obtener resultados de

correlación positiva, se procedió a graficar las frecuencias de las prevalencias de los helmintos para cada especie de hospedero. Las especies con prevalencia entre 1 y 39% fueron consideradas como especies satélites; aquellas entre el 40 y 69% como especies secundarias y por último las que se presentaron con valores de 70 y 100% como especies principales; se tomó como indicador a la prevalencia, pues se consideró de suma importancia que las especies que se encuentren frecuentemente dentro de la comunidad son aquellas que la estructuran (Hanski, 1982).

- Similitud

La similitud existente entre las comunidades fue evaluada cualitativa y cuantitativamente; la primera evaluación se realizó mediante el índice de Sorensen, cuya fórmula es la siguiente:

$$Cs = 2j / 2j (a + b)$$

donde j es el número de especies encontradas en ambas muestras, a es el número de especies en la muestra A y b el número de especies en la muestra B; el índice cuantitativo utilizado fue el propuesto por Holmes y Podesta (1968) en el que se consideran las abundancias y prevalencias de las especies compartidas. En primer lugar, se suma el número de helmintos totales para cada muestra, es decir, para cada hospedero, "rana" o "achoque" (infracomunidad) o para el total de hospederos (Componente de comunidad) considerandolo como el 100 % y se obtiene un porcentaje de cada una de las especies presentes en la muestra. Al comparar un par de muestras, se suman los porcentajes más bajos de las especies compartidas por las dos muestras, y ése será el valor de similitud entre las muestras comparadas.

Los valores que toman ambos índices van de 0 a 1, siendo 1 en caso de completa similitud, es decir, cuando los juegos de especies son idénticos.

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este trabajo se dividen en dos grandes rubros, el primero referente al registro helmintológico de *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii*, mencionando para cada una de las especies de helmintos, sus características diagnósticas a partir de la comparación de nuestro material con el de Alcolea (1987) y Pulido (1992); asimismo, se incluyen aspectos del ciclo de vida y la distribución geográfica de cada una de ellas, así como la caracterización de la infección en ambas especies de hospederos con base en parámetros ecológicos tales como prevalencia, abundancia e intensidad promedio. El segundo rubro comprende los resultados sobre la composición de la comunidad de helmintos en ambos anfibios, tomando en cuenta su diversidad, riqueza, abundancia, equidad, dominancia y similitud.

4.1 REGISTRO HELMINTOLOGICO.

En los 136 hospederos revisados (66 ejemplares de *Rana dunni* y 70 de *Ambystoma dumerilii*), se encontró un total de 14 especies de helmintos, de las cuales comparten siete; la "rana" presenta cuatro especies de parásitos exclusivas mientras que el "achoque" sólo tres.

Con respecto al registro helmintológico de *R. dunni*, se encontraron 11 especies, incluidas en cuatro grupos: cinco especies de tremátodos, dos de céstodos, una de acantocéfalo y tres de nemátodos. Este registro coincide con el estudio realizado por Pulido (1992), excepto por la presencia de filarias de la familia Onchocercidae que registra dicha autora.

Por otro lado, el registro helmintológico de *A. dumerilii* consta de 10 especies, también incluidas en los cuatro grupos ya mencionados, observándose diferencias notables con respecto al registro realizado por Alcolea (1987), ya que dicha autora señaló la presencia de los tremátodos *Gorgoderina attenuata* y

Crepidostomum cooperi, que no fueron encontrados en este trabajo, en el que se adicionan las siguientes especies: un tremátodo: *Posthodiplostomum minimum*; dos nemátodos: *Spiroxys contortus* y las larvas de *Eustrongylides* sp., así como a los cisticercoides del orden Cyclophyllidea.

En la Tabla 3 se presenta el registro de 11 especies de helmintos parásitos de *R. dunni*, en donde se observa que predominan los tremátodos con cinco especies, las cuales están distribuidas principalmente en el intestino, seguidas por los nemátodos con tres especies alojadas en intestino, estómago y cavidad corporal y finalmente, por los grupos de los céstodos y los acantocéfalos con un número menor de especies, parasitando el intestino, hígado, mesenterio y vesícula biliar. En cuanto al estado de desarrollo de los parásitos registrados, se puede apreciar un mayor número de formas adultas, sin embargo, también se recolectaron formas larvarias como es el caso de las metacercarias de *Ochetosoma* sp., los cisticantos de *A. brevis*, los plerocercoides de Proteocephalidea y las larvas de *Eustrongylides* sp. Con respecto a los hábitats ocupados por los helmintos, se puede observar que el intestino es el órgano donde se concentra la mayor cantidad de especies de gusanos, dado que ahí se establecen el 54% de las mismas, mientras que en otros órganos, como el hígado y el estómago, sólo se encontró el 18% de las especies.

Tabla 3- Registro helmintológico de *Rana dunni* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

HELMINTO	HABITAT
TREMATODA	
<i>Ochetosoma</i> sp. (metacercaria)	intestino, estómago
<i>Cephalogonimus americanus</i>	intestino
<i>Glypthelmins californiensis</i>	intestino
<i>Gorgoderina attenuata</i>	vejiga urinaria
<i>Haematoloechus coloradensis</i>	pulmón
CESTODA	
<i>Ophiotaenia filaroides</i>	intestino
Proteocephalidea (pleroocercoides)	hígado e intestino
ACANTOCEPHALA	
<i>Arhythmorhynchus brevis</i> (cistacantos)	hígado y mesenterio
NEMATODA	
<i>Falcaustra chabaudi</i>	intestino
<i>Spiroxys contortus</i>	estómago
<i>Eustrongylides</i> sp. (larvas)	cavidad

Por otra parte, en la Tabla 4 se observa el registro helmintológico de *A. dumerilii*, que consta de 10 especies integradas en los mismos cuatro grupos que se registraron para *R. dunni*, encontrando que los tremátodos y los nemátodos, alojados ambos principalmente en el aparato digestivo, presentan el mismo número de especies (tres), de las cuales, dos son formas adultas y una es larva. De las tres especies de céstodos recolectadas, una es adulta y dos son formas larvarias, alojadas

en intestino y vesícula biliar, y para los acantocéfalos sólo se registró una especie que se encontró en estado larvario y distribuida en hígado y mesenterio. Con respecto a los hábitats en los que se encontró a las especies de helmintos, el 60 % están distribuidas principalmente en el intestino y el 40 % restante en otros órganos como la vesícula biliar, hígado, estómago, mesenterios y cavidad.

Tabla 4.- Registro helmintológico de *Ambystoma dumerilii* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

HELMINTO	HABITAT
TREMATODA	
<i>Ochetosoma</i> sp. (metacercaria)	intestino
<i>Cephalogonimus americanus</i>	intestino
<i>Posthodiplostomum minimum</i>	intestino
CESTODA	
Proteocephalidea (plerocercoides)	intestino e hígado
Cyclophyllidea (cisticercoides)	vesícula biliar
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i>	intestino
ACANTOCEPHALA	
<i>Arhythmorhynchus brevis</i> (cistacantos)	hígado y mesenterio
NEMATODA	
<i>Falcaustra chabaudi</i>	intestino
<i>Spiroxyis contortus</i>	estómago
<i>Eustrongylides</i> sp. (larvas)	cavidad

4.2 CARACTERISTICAS DIAGNOSTICAS, CICLO BIOLÓGICO Y DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LOS HELMINTOS.

Gorgoderina attenuata (Stafford, 1902) Stafford, 1905
(Adulto Fig. 2 d)

En la vejiga urinaria de la "rana" (*Rana dunni*) fueron

encontrados tres ejemplares de *Gorgoderina attenuata*; ésta especie se caracteriza por la presencia de un acetábulo prominente que ocupa el primer tercio del cuerpo. Nuestros ejemplares fueron comparados con los descritos por Bravo-Hollis (1943), quién recolectó 23 adultos de la misma especie en la vejiga urinaria de *Ambystoma tigrinum* en las localidades de Xochimilco y La Ciénaga de Lerma. Asimismo, se compararon con los obtenidos por Pulido (1992), con lo cual se ratificó la determinación específica del tremátodo.

Con respecto al ciclo biológico de éste, se puede señalar que los miracidios de *G. attenuata* se encuentran libres en el agua, desarrollándose posteriormente la fase de esporocisto, dentro de un bivalvo y dando lugar al esporocisto madre y a varias generaciones de esporocistos hijos quienes producen cercarias; éstas son liberadas del molusco para penetrar a renacuajos, donde la metacercaria se enquistada en la cavidad del cuerpo particularmente alrededor del corazón o hígado; posteriormente, el quiste se rompe y quedan libres en la cavidad del cuerpo, migrando así hasta la vejiga urinaria para desarrollarse como adultos (Yamaguti, 1975).

En cuanto a la distribución de esta especie en México, podemos señalar que ha sido registrada por Bravo-Hollis (1943) en *A. tigrinum*, en las localidades referidas y también por Alcolea (1987), quien recolectó las formas adultas de *G. attenuata* de la vejiga urinaria de *A. dumerilii*, en el Lago de Pátzcuaro Michoacán; asimismo, ha sido registrada en *R. pipiens* de la Ciénaga de Lerma (León, 1990). En América se considera que *G. attenuata* se encuentra parasitando no menos de seis especies del género *Rana* y por lo menos una del género *Triturus* en E.U.A. (Smyth y Smyth, 1980), Canadá y Guatemala (Yamaguti, 1971); además, se ha registrado en *Bufo americanus* en E.U.A., (Brooks, 1976).

Ochetosoma sp. Braun, 1901

(Metacercaria Fig. 2 a)

La identificación de las metacercarias de *Ochetosoma* sp., se basó en la observación de 13 de éstas recolectadas del intestino de *R. dunni* y cuatro de *A. dumerilii*. Son formas larvárias muy pequeñas, que se encuentran enquistadas en el epitelio intestinal; la pared del quiste es gruesa, tienen forma redondeada y coloración blanquecina; una vez desenquistadas, desarrollan movimientos muy limitados y en vivo es posible observar la vesícula excretora característica en forma de "Y", que en su interior contiene una gran cantidad de corpúsculos calcáreos. Presentan una ventosa oral de forma redondeada muy desarrollada, situada en posición subterminal; el acetábulo, más pequeño que la ventosa oral, también tiene forma redondeada y se dispone ecuatorialmente en sentido anteroposterior. La asignación del género *Ochetosoma* Braun, 1901 a las metacercarias aisladas del intestino de ambas especies de anfibios, se facilitó a pesar de tratarse de un estado larvario, debido a la existencia de antecedentes sobre el mismo; en México, han sido señaladas tres especies del género *Ochetosoma*: *O. brevicœcum* (Caballero, 1941) Flores y Grocott, 1953; *O. crotali* (Self, 1945) Skrjabin y Antipin, 1957 y *O. grandispinus* (Caballero, 1938) Skrjabin y Antipin, 1957 (Yamaguti, 1971).

De acuerdo con los registros de las especies del género *Ochetosoma* realizados en nuestro país, nuestros ejemplares se asemejan a *O. brevicœcum* en tres rasgos principalmente: los ciegos intestinales son cortos y no sobrepasan el acetábulo; la especie de hospedero definitivo, dado que el tremátodo ha sido registrado en *Thamnophis angustirostris melanogaster* en la Ciénaga de Lerma (Caballero, 1941 y Parra, 1983) que en algún tiempo tuvo comunicación con el Lago de Pátzcuaro, donde esta especie de culebra se encuentra actualmente, y finalmente, el hecho de que las dos especies restantes han sido registradas en serpientes terrestres (Caballero, 1938 y Parra, 1983). Sin embargo, la determinación específica no fue posible, puesto que

se requería contar con las formas adultas para poder ser concluyentes al respecto.

Acerca del ciclo de vida de las especies del género *Ochetosoma* Braun, 1901, se sabe que el estado adulto de éste tremátodo es parásito de la boca, esófago y pulmones de serpientes, de acuerdo con Yamaguti (1975).

El esporocisto se desarrolla dentro de un molusco de la familia Planorbidae y posteriormente las cercarias penetran la piel de ranas y renacuajos para enquistarse en los alrededores de la vesícula excretora como ocurre en *O. aniarium*. En este caso, las "ranas" y "achoques" presentan metacercarias enquistadas en el intestino debido a que han ingerido moluscos infectados, sin embargo, éste no es el hábitat natural de dicho tremátodo.

Con respecto a la distribución geográfica de este género, sabemos que en México ha sido registrado para la región de Lerma- Santiago (Caballero, 1941; Flores y Grocott, 1953 y Parra, 1983), en *R. dunnii* del Lago de Pátzcuaro (Pulido, 1992), y en *Neophorus diazi* de la misma localidad (Peresbarbosa, 1992).

Cephalogonimus americanus (Stafford, 1902)

(Adulto Fig. 3 b)

Presenta entre sus características más sobresalientes, una ventosa oral circular, muscular y más grande que el acetábulo, el cual está situado ventralmente en la región intercecal del organismo y tiene aspecto musculoso. El poro genital se localiza a un lado de la ventosa oral; el útero se observa lleno de huevos y ocupa toda la región posterior del organismo. Las glándulas vitelógenas están distribuidas en mayor proporción en la parte anterior del cuerpo, abarcando tanto la región dorsal como la ventral, desde la ventosa oral hasta donde terminan los ciegos intestinales; los testículos se encuentran dispuestos en tandem. Todas estas características fueron importantes para asignar como *C. americanus* a los ejemplares recolectados del intestino de *R. dunnii* y de *A. dumerilii*.

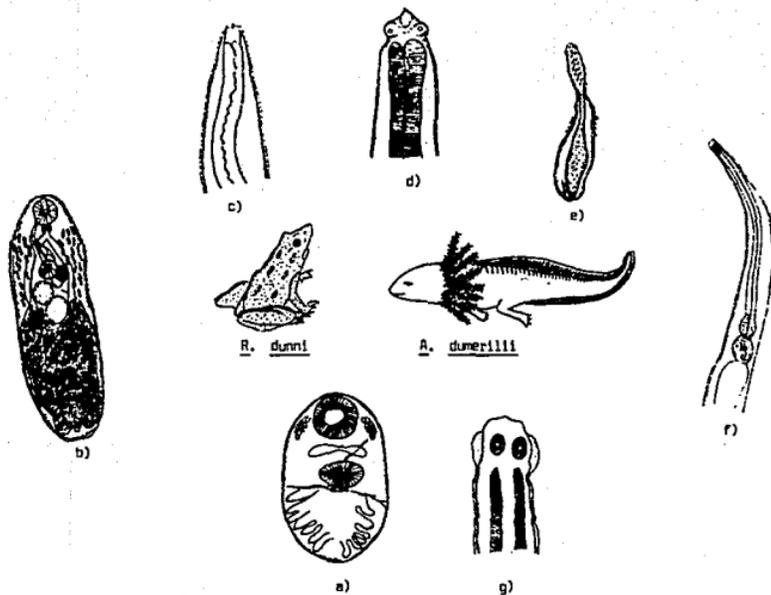


Fig. No. 3 Especies de helmintos compartidas por Rene durni y Ambystoma dumerilii: a) Ochetsosoma sp., b) C. americanus, c) Eustrongylides sp., d) S. contortus, e) A. brevis, f) F. chebaudi, g) Plerocercoides de Proteocephalides.

Con respecto a su ciclo de vida, podemos mencionar, de acuerdo con Lang (1968) y Smyth y Smyth (1980), que los huevos de *C. americanus* son ingeridos por el primer hospedero intermediario, un molusco, dentro del cual eclosiona el miracidio; posteriormente, el esporocisto madre se desarrolla y vive alrededor de 20 días para producir cercarias, que son liberadas del caracol para buscar activamente al segundo hospedero intermediario.

Las metacercarias son las formas infectivas al hospedero definitivo y se encuentran enquistadas en las vísceras o en la piel de renacuajos; finalmente las formas adultas parasitan el intestino de anfibios adultos, los cuales se infectan al comer dichos renacuajos o bien la piel que han mudado.

Con respecto a la distribución de *C. americanus*, se menciona que ha sido registrado en *R. virescens*, *R. clamitans*, *R. pipiens*, *R. dunni* y algunos urodolos como *A. dumerilii*, en diferentes localidades de E.U., Costa Rica, Brasil y México. (Yama Gutiérrez, 1971; Alcolea, 1987 y Pulido 1992).

Glythelmins californiensis Caballero, 1934.

(Adulto Fig. 2 c)

Algunos ejemplares fueron aislados del intestino de *R. dunni* y se caracterizaron por presentar una cutícula gruesa cubierta con pequeñas espinas en su parte anterior, distribuidas en la ventosa oral y el espacio comprendido entre ésta y el acetábulo; a partir de este punto hacia la región posterior, van siendo más escasas hasta llegar a desaparecer a nivel de los testículos. El poro genital se dispone ventralmente entre la bifurcación cecal y el acetábulo. El útero se localiza en la región intercecal y está lleno de huevos; las glándulas vitelógenas están situadas lateralmente, distribuyéndose dorsal y ventralmente desde el nivel de la faringe hasta el extremo anterior de los testículos, los cuales se disponen uno frente al otro. Es con base en las características anteriores que se asignó como *Glythelmins californiensis* a dichos ejemplares.

El ciclo de vida de este tremátodo incluye la participación de tres hospederos, dos intermediarios y el definitivo; en general podemos mencionar que *G. californiensis* presenta huevos embrionados, los cuales posteriormente son ingeridos por un caracol, eclosionando el miracidio en su interior, el cual origina a un esporocisto madre, que a su vez da lugar a esporocistos hijos; 45 días después, éstos producen cercarias, que tienden a nadar en la superficie del agua y posteriormente penetran en la piel de ranas y ranacuajos, enquistándose en la epidermis; así, el adulto se desarrolla en el intestino de la "rana" después de que ésta ha ingerido su propia piel al haberse metamorfoseado y mudado (Smyth y Smyth, 1980). De esta manera, la misma rana podría actuar como hospedero intermediario y definitivo.

Este tremátodo ha sido registrado en *R. pipiens* en el lago de Xochimilco y la Ciénaga de Lerma (Caballero, 1942), así como en *R. aurora* y *R. boyli* en California (Smyth y Smyth, 1980), en *R. montezumae* de San Pedro Tlaltizapán, Edo. de México (León, 1990) y en el Lago de Pátzcuaro (Pulido, 1992).

Haematoloechus coloradensis (Cort, 1915) Ingles, 1932.

(Adulto Fig. 2 a)

Las características en las cuales nos basamos para determinar que los organismos encontrados en el pulmón de *R. dunnii* corresponden a la especie *H. coloradensis* son: la presencia de ciegos intestinales laterales, de contorno liso y que se extienden a casi todo lo largo del cuerpo del tremátodo, las glándulas vitelógenas que se distribuyen simétricamente a ambos lados del cuerpo siguiendo a los ciegos, en cúmulos discretos de folículos vitelinos, además de comparar nuestro material con el de Pulido (1992), quien registra a esta especie en el mismo hospedero y en la misma localidad.

Acerca del ciclo de vida de los tremátodos del género *Haematoloechus*, podemos mencionar que presentan huevos embrionados, los cuales son depositados por el adulto en los

pulmones de los anfibios; posteriormente son acarreados a la cavidad bucal y de ahí pasan al intestino saliendo con las heces del hospedero; un caracol planórbido los ingiere, emergiendo el miracidio en su interior; éste da lugar al esporocisto madre y éste a su vez, a esporocistos hijos; el segundo hospedero intermediario (náyade de Odonato) es penetrado por las cercarias, que se enquistan. La rana se infecta al ingerir náyades o adultos infectados, alojándose finalmente el tremátodo adulto en sus pulmones (Smyth y Smyth, 1980).

H. coloradensis ha sido registrado en *R. pipiens*, *R. montezumae* y *Bufo woodhousii* en localidades de E.U.A. (Yamaguti, 1971) y en México en la Ciénaga de Lerma, en Xochimilco (Caballero, 1934) y en el Lago de Pátzcuaro (Pulido, 1992).

Posthodiplostomum minimum (MacCallum, 1921) Dubois, 1936.
(Metacercaria Fig. 4 a)

En el intestino de *A. dumerilii* fueron encontrados tres ejemplares de *P. minimum*, que se asignaron a dicha especie por presentar las siguientes características: cuerpo dividido en dos segmentos, con el segmento anterior más largo que el posterior; en el primero, se observa la ventosa oral, el acetábulo y el órgano tribocítico. El segmento posterior, más corto, contiene a los órganos genitales y a la bolsa copulatriz, poco desarrollados. Los ejemplares recolectados presentan un desarrollo ligeramente más avanzado que el de las metacercarias, sin alcanzar plenamente el estado adulto en el "achoque", quien a pesar de constituirse como un hospedero definitivo, aunque no habitual del tremátodo, no posee las condiciones necesarias para que este madure sexualmente. *A. dumerilii* es un carnívoro que incluye peces en su dieta, infectándose así con las metacercarias de *P. minimum* (Pérez-Ponce de León, 1992).

Esta especie de tremátodo ha sido intensamente estudiada en la localidad (Pérez-Ponce de León, 1986; Osorio *et al.*, 1986; Lamothe y Pérez, 1986; Pérez-Ponce de León, 1992) y es con base

en tales antecedentes que pudimos establecer la determinación específica de nuestros especímenes.

Con respecto a su ciclo de vida, se sabe que los adultos de esta especie parasitan el intestino de aves ictiófagas; los huevos son eliminados con las heces del hospedero y caen al agua donde eclosiona el miracidio. El primer hospedero intermediario es un gasterópodo dentro del cual se llevan a cabo las etapas asexuales del parásito, que incluyen dos generaciones de esporocistos y en la segunda generación se producen cercarias que salen a través de la cavidad del manto. El segundo hospedero intermediario, representado por diferentes especies de peces, aloja a la metacercaria enquistada en distintas partes de su cuerpo, cerrándose el ciclo cuando un ave ictiófaga ingiere peces infectados (Miller, 1953; Spall y Summerfelt, 1970). En este caso, los adultos inmaduros fueron encontrados en el intestino de *A. dumerilli*, con lo que se demuestra que este tremátodo tiene capacidad adaptativa para parasitar hospederos de diferentes grupos, no obstante que el "achoque" actúe en esta oportunidad como hospedero accidental.

La metacercaria de esta especie ha sido registrada en diferentes especies de peces como *Oreochromis aureus* de Oaxaca (Ramos, 1989), *Cichlasoma urophthalmus* de Tabasco (Aguirre, 1989); *Girardinichtys multiradiatus* y *Notropis sallei* de San Pedro Tlaltizapan (León, 1990), *Chirostoma estor*, *Ch. grandocule*, *Ch. attenuatum*, *Neophorus diazi*, *Goodea atripinnis*, *Allophorus robustus* y *Aigansea lacustris* del lago de Pátzcuaro (Pérez-Ponce de León, 1992). Los adultos se han obtenido mediante infecciones experimentales en *Gallus gallus* y *Mus musculus* del Lago de Pátzcuaro y de infecciones naturales, que han sido registradas en *Nycticorax nycticorax*, *Egretta thula*, *Kinosternon hirtipes* y *Casmerodius albus* en la misma localidad; sin embargo, se sabe actualmente que la distribución geográfica de esta especie es más amplia pues incluye todo el Continente Americano desde Canadá pasando por E.U.A., México, Cuba, Venezuela y Brasil hasta Argentina (Pérez-Ponce de León, 1992).



Ambystoma dumerilii



a)



c)



b)

Fig. No. 4 Especies de helmintos exclusivas para *A. dumerilii* en este trabajo:
a) P. minimum, b) B. achelognathi, c) cisticercoide de Cyclophyllidae.

Ophiotaenia filaroides (La Rue 1909) La Rue, 1911

(Adulto Fig. 2 b)

La asignación de los 22 ejemplares encontrados en el intestino de *R. dunni*, a esta especie se basó en características con importancia taxonómica como es la presencia de un escólex redondo provisto de cuatro ventosas y un órgano apical vestigial apenas distinguible, de 90 a 130 testículos por segmento, poro genital supraecuatorial, abertura de la vagina siempre anterior a la bolsa del cirro y de 18 a 35 ramas uterinas, características que coinciden con las del material determinado por Pulido (1992).

El ciclo de vida de este cestodo incluye la participación de dos hospederos, uno intermediario y otro definitivo. Se conoce que los huevos de *O. filaroides* son ingeridos por copépodos como *Cyclops vernalis*, donde se desarrollan las larvas, procercoides y plerocercoides, que maduran en el hemocele del mismo. El hospedero definitivo resulta parasitado al ingerir copépodos infectados con plerocercoides, desarrollándose el adulto en su intestino (Mead y Olsen, 1971). En México, esta especie ha sido registrada en *A. montezumae* del Lago de Xochimilco (Macías, 1963), en *A. tigrinum* de la Laguna de Zumpango Edo. de México (García, 1986) y en *R. dunni* del lago de Pátzcuaro (Pulido, 1992).

Bothriocephalus acheilognathi Yamaguti, 1934.

(Adulto Fig. 4 b)

Las características en que nos basamos para determinar a los 11 ejemplares encontrados en el intestino de *A. dumerilii* como miembros de esta especie fueron: presencia de una segmentación bien definida a lo largo del estróbilo, escólex cordiforme provisto de dos botrios (uno dorsal y otro ventral) y un disco terminal apical; carencia de cuello; proglotidos tanto maduros e inmaduros más anchos que largos, y grávidos con esta condición invertida. Con base en estas características y en la

comparación de nuestro material con las descripciones realizadas previamente por Osorio et al. (1986) y Guillén (1989), los asignamos a la especie *B. acheilognathi* Yamaguti, 1934.

El ciclo de vida de este céstodo incluye a dos hospederos, un intermediario (copépodo) y un definitivo (pez). Se conoce que el estado adulto se encuentra en el intestino del pez; los huevos salen con las heces y después de un período de incubación, eclosiona una larva libre nadadora llamada coracidio que es ingerida por un copépodo ciclopódido donde se desarrolla la fase de procercoide. El hospedero definitivo se parasita al ingerir al copépodo infectado, y dentro de éste, el céstodo alcanza el estadio de plerocercoides, continuando su desarrollo hasta llegar al estado adulto (Conejo, 1990).

B. acheilognathi es considerada una especie cosmopolita, pues se encuentra en una gran cantidad de localidades. En México ha sido registrada en Tezontepec de Aldama, Hgo; La Presa "El Infiernillo" en Michoacán, el Lago de Pátzcuaro, la Laguna de Chapala en el estado de Jalisco, en la presa Valsequillo en Puebla, así como en diferentes cuerpos de agua del estado de Hidalgo (Guillén, 1989). Asimismo, se ha registrado en la Ciénaga de Lerma en peces como *Cyprinus carpio comunis*, *C. carpio specularis*, *Notropis sallei* y *Girardinichthys multiradiatus* (León, 1990). De acuerdo con García y Osorio (1991), este céstodo se ha encontrado en México parasitando a peces de las familias Centrarchidae (una especie), Atherinidae (cinco), Cyprinidae (ocho), Goodeidae (una) y a un anfibio de la familia Ambystomatidae; muchas de las especies afectadas, son endémicas del territorio mexicano, lo que pone de manifiesto la gran capacidad de adaptación y la baja especificidad hospedatoria que ostenta esta especie de parásito.

Orden Proteocephalídea La Rue, 1911.

(Plerocercoides Fig. 3 g)

El nivel de determinación alcanzado para estos ejemplares correspondió a orden únicamente, debido a su naturaleza

larvaria, ya que su definición a niveles por debajo de dicho taxón, requiere del estudio de un mayor número de caracteres, especialmente de los aparatos reproductores, los cuales no se han desarrollado aún en los plerocercoides. Se determinó que corresponden al orden Proteocephalidea por las características observadas, tales como ser parásitos pequeños y blanquecinos que se encuentran enquistados en diversos tégidos y órganos del hospedero. Una vez desenquistados, presentan una gran movilidad, especialmente en las cuatro ventosas simples de las que está provisto el escólex, el cual es pequeño, redondeado y no presenta órgano apical. El cuello es corto y ancho y se continúa con una corta porción de estróbilo, en las que se aprecian algunas trazas de segmentación.

Acerca del ciclo de vida de los Proteocephalidea se conoce que presentan estados larvarios llamados procercoides, los cuales se desarrollan en el interior de un copépodo que actúa como hospedero intermediario y que se infecta como resultado de ingerir huevos embrionados (Smyth y Smyth, 1980). El resto del ciclo de vida se desarrolla de la misma manera que en *Ophiotaenia filaroides*, sin embargo, en este caso resulta complicado establecer quien actúa como hospedero definitivo pues los plerocercoides encontrados en *R. dunni* y *A. dumerilii* pueden corresponder a cualquiera de las tres especies ya registradas en el Lago de Pátzcuaro: *Ophiotaenia racemosa*, (Cruz, 1974); *Proteocephalus pusillus*, Mejia (1987) y *O. filaroides*, (Pulido, 1992).

Orden Cyclophyllidea Beneden In Braun, 1900.

(Cisticercoides Fig. 4 c)

En la vesícula biliar del "achoque" *Ambystoma dumerilii* se encontraron 4 cisticercoides, de los cuales no fue posible llevar a cabo su determinación específica debido a que durante el transcurso de su fijación se extraviaron. Sin embargo, las observaciones realizadas "in vivo" durante la recolecta de este material, nos permitieron incorporarlos al orden Cyclophyllidea,

ya que presentaban cuatro ventosas simples y un rostelo armado con una doble corona de ganchos, además de que la etapa de desarrollo en que se encontraron (cisticercoide) es característica de este orden (Schmidt, 1986).

Al intentar profundizar en su posición taxonómica, nos encontramos con que estas formas larvarias probablemente pertenezcan a la familia Dilepididae Railliet et Henry, 1909, ya que son similares a las registradas en la vesícula biliar de peces, los cuales son hospederos accidentales, cerrando su ciclo de vida en aves ictiófagas, de acuerdo con la información referida por Yamaguti (1959).

también como hospedero accidental.

Arhythmorhynchus brevis (Van Cleave, 1916)

(Cistacanto Fig.3 e)

Las características en las que nos basamos para determinar que los cistacantos encontrados corresponden a la especie *Arhythmorhynchus brevis* son el número de hileras de ganchos de la probóscis, sus dimensiones y su disposición en la porción apical y basal de la misma, así como el ensanchamiento que tal estructura presenta a este último nivel (Petrochenko, 1958), además de la comparación de los mismos con ejemplares obtenidos en registros previos en la localidad tales como los realizados en *Chirostoma estor* (Vilchis del Olmo, 1985; Osorio et al., 1986); *Micropterus salmoides* (Ramírez, 1987), *Cyprinus carpio comunis* (Salgado y Osorio, 1987) y en los anfibios *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii* (Espinosa et al., 1991); asimismo, nuestros ejemplares fueron comparados con los obtenidos en *Cichlasoma fenestratum* en el Lago de Catemaco, Veracruz por Jiménez (1990), observando que comparten las mismas características morfológicas en ambas localidades; el *status* específico de tales estadios larvarios fue validado con base en la obtención de adultos en infecciones naturales en aves de las localidades. En el lago de Pátzcuaro, Salgado (1980) recolectó adultos de esta especie en *Nycticorax nycticorax* y recientemente, se la registró

parasitando a la "garza blanca" *Egretta thula* (Ramos *et al.*, 1991).

De acuerdo con Petrochenko (1958), el ciclo de vida de este acantocefálo comprende tres hospederos; uno definitivo, (un ave), uno intermediario (un crustáceo) y un hospedero paraténico, que en el Lago de Pátzcuaro puede estar representado por diversas especies de peces y como lo señalamos en este trabajo, también por anfibios. *A. brevis* presenta huevos alargados, que son depositados junto con las heces del hospedero definitivo en el agua; dichos huevos contienen una larva embrionada que se desarrolla cerca del hospedero intermediario el cual ingiere al huevo; posteriormente dicha larva eclosiona, desarrollándose los estados de acantor, preacantela, acantela y cistacanto. En este caso, encontramos cistacantos enquistados en las dos especies de anfibios, quienes actúan como hospederos accidentales; El ciclo de vida se cierra cuando los hospederos paraténicos son ingeridos por aves, donde el helminto alcanza la madurez sexual y se reproduce.

De acuerdo con el catalogo de la Colección Helmintológica del Laboratorio de Helmintología del Instituto de Biología. U.N.A.M., los cistacantos de este parásito han sido registrados en diferentes especies de peces tales como *Goodea atripinnis*, *Chirostoma estor*, *Cyprinus carpio communis* y *Micropterus salmoides* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán así como en *Cichlasoma fenestratum* del Lago de Catemaco, Veracruz.

Spiroxys contortus Rudolphi, 1819

(Adulto Fig. 3 d)

Del estómago de *R. dunni* y *A. dumerilii*, se aislaron un total de 13 nemátodos, los cuales fueron asignados al género *Spiroxys* por presentar un cuerpo delgado, largo y cilíndrico, de cutícula estriada, con la parte anterior más angosta en comparación con el resto del cuerpo. En su extremo anterior posee dos lóbulos perpendiculares al eje corporal y uno siguiendo este mismo eje en vista lateral, así como un esófago

cilíndrico que puede ocupar un tercio de la longitud del aparato digestivo (Yamaguti, 1961; Caballero, 1941).

El macho es de menor tamaño que las hembras y el extremo caudal se presenta siempre enrollado; el patrón papilar consiste de 11 pares de papilas: cuatro preanales y siete postanales; a partir del extremo posterior, el séptimo y octavo par son sésiles y se ubican inmediatamente posteriores a la cloaca; además de los once pares de papilas hay una papila genital media, anterior a la cloaca. Las espículas son delgadas y cilíndricas, presentan estriaciones transversales y terminan en forma de punta.

La hembra es de mayor tamaño que el macho; el ancho máximo de su cuerpo es a nivel de la vulva, situada en la región media del mismo. La vagina es muscular y se dirige anteriormente, uniéndose a dos úteros.

De manera general, el ciclo de vida de los organismos pertenecientes a este género implica la participación de dos hospederos. Los nemátodos adultos son encontrados en la pared estomacal de anfibios o reptiles (Crofton, 1968). Las larvas, incubadas dentro de los huevos, son comidas por copépodos del género *Cyclops*; éstas penetran el intestino del crustáceo y pasan al hemocele, donde llegan a desarrollarse tres estados larvarios. Los anfibios y reptiles pueden infectarse por comer copépodos parasitados, pero generalmente se infectan al ingerir hospederos de transporte, representados por varias especies de peces.

Con respecto a su distribución, en México se han descrito por lo menos tres especies de este género: *S. corti* (Caballero, 1935), que parasita el intestino de *Rana montezumae*; *S. tiretrodens* (Caballero, 1943), colectada del estómago de *Kinosternon hirtipes* y *S. susanae* (Caballero, 1941), que se encuentra en el estómago de dos especies de culebras. Asimismo, se han efectuado registros de *Spiroxys contortus* en *Chrysemys ornata* en Alvarado, Veracruz, (Caballero, 1939), que fue registrado también en E.U.A. y Europa y en *R. dunni* Pulido

(1992). Las larvas del género *Spiroxys* han sido registradas en el Lago de Pátzcuaro en la "acómara" *Algansea lacustris* (Aparicio *et al.*, 1988) y en el "tiro" *Goodea atripinnis* (Mejía, 1987), *Allophorus robustus* y *Neophorus diazi* (Peresbarbosa, 1992).

Eustrongylides sp. Jägerskiöld, 1909.

(Larvas Fig. 3 c)

De la cavidad corporal de *R. dunnii* y *A. dumerilii*, fueron recolectados un total de 5 larvas que cuando están vivas son de color rojo; su cuerpo es cilíndrico en la región anterior y plano en la región caudal. Hacia las extremidades se encuentra ampliamente estriado transversalmente. La cavidad bucal se abre en la región cefálica y se continúa con una faringe muscular que es bastante ancha, pero que se adelgaza hacia el intestino; el ano se abre en la región caudal.

Los ejemplares se asignaron a este género por la presencia de 12 papilas dispuestas en dos círculos concéntricos en la región cefálica de acuerdo con Yamaguti (1961), además, confirmamos su determinación al comparar nuestro material con el de Pulido (1992) quien también registra larvas de este género en el mismo hospedero y la misma localidad.

Acercas del ciclo de vida de estos organismos, se conoce muy poco, pero Smyth y Smyth (1980) señalan que los huevos de *Eustrongylides* sp., son embrionados y grandes, desarrollándose en ellos hasta tres estados larvarios y la infección del hospedero definitivo (aves) se da mediante la ingestión de peces infectados de manera que en este caso la "rana" es un hospedero accidental.

Para América, se han registrado cinco especies de *Eustrongylides* (Fastzik y Crities, 1977). Para el Lago de Pátzcuaro se han encontrado larvas muy similares en la "lobina negra" *Micropterus salmoides*, el "tiro" *Goodea atripinnis*, la "acómara" *Algansea lacustris* (Ramírez, 1987; Mejía, 1987; Aparicio *et al.*, 1988) y en la "rana" *Rana dunnii* (Pulido, 1992).

Falcaustra chabaudi Dyer, 1973.

(Adulto Fig. 3 f)

Las características en las que nos basamos para determinar que los nemátodos recolectados del intestino de *A. dumerilii* y *R. dunnii* corresponden a la especie *Falcaustra chabaudi* Dyer, 1973, son: la presencia de una cutícula de aspecto liso aunque provista de estriaciones muy pequeñas, siendo los organismos agusados en su extremo posterior. La región bucal posee tres labios lisos con cuatro papilas cada uno, dos externas y dos internas.

Presentan una farínge muscular pequeña que termina en un par de bulbos, los cuales están separados por una constricción muy evidente. El anillo nervioso se encuentra en la parte anterior de la farínge.

Otras características importantes observadas son: los machos son de mucho menor tamaño que las hembras, presentan papilas en la región posterior del cuerpo alrededor del ano; poseen un par de espículas y el gubernaculum es corto y triangular.

Las hembras son mucho más grandes que los machos; presentan una vulva en la región posterior del cuerpo la cual es musculosa y carece de ornamentaciones.

La familia Kathlanidae a la cual pertenece esta especie, está comprendida dentro del orden Oxyuroidea (Yamaguti, 1961), que se caracteriza por presentar un ciclo de vida en el que las larvas dentro del huevo sufren dos mudas después de las cuales son infectivas para el hospedero, siendo la transmisión directa (Anderson, 1988).

Con respecto a la distribución de este nemátodo, Yamaguti (1961) lo registró como parásito intestinal de reptiles, anfibios y peces de Norte América y Europa.

Para México y para el género *Rana*, este es el tercer registro de la especie, ya que previamente había sido encontrado por Espinosa *et al.* (1991) y por Pulido (1992).

5.3 PATRONES GENERALES DE TRANSMISION.

En el registro helmintológico presentado anteriormente, podemos diferenciar algunas características en cuanto a la biología de las especies, para lo cual dividimos al grupo en: helmintos con uno o dos hospederos, es decir aquellas especies cuyo primer hospedero es un molusco o un artrópodo y el definitivo es un vertebrado acuático; entre éstas se encuentran: *Gorgoderina attenuata*, *Cephalogonimus americanus* *Glypthelmins californiensis*, *Haematoloechus coloradensis*, *Ophiotaenia filaroides*, *Bothriocephalus acheilognathi*, plerocercoides del Orden Proteocephalidea, los cisticercoides del orden Cyclophyllidae *Spiroxys contortus*, *Falcaustra chabaudi* y las larvas de *Eustrongylides* sp. y helmintos con tres hospederos, los cuales describiremos más adelante.

Las once especies referidas anteriormente cierran su ciclo de vida en la "rana", el "achoque" o algun otro vertebrado acuatico. *G. californiensis* y *H. coloradensis* son las dos especies que muestran mayor especificidad hospedatoria a nivel de género (*Rana*), ya que las especies restantes se presentan en ambos hospederos o bien tienen como hospederos definitivos a otros organismos que pueden ser anfibios de otros géneros o incluso reptiles.

En cuanto a su distribución geográfica, estas especies se encuentran diseminadas ampliamente a lo largo de América y Europa; en el caso de *Bothriocephalus acheilognathi*, en gran parte del mundo. En México, particularmente, han sido registradas en la región de Lerma-Santiago, Michoacán, Estado de México, Hidalgo e incluso en el Distrito Federal.

Dentro del grupo de Helmintos con tres hospederos, donde *R. dunnii* y *A. dumerilii* actúan como hospederos intermediarios o accidentales, tenemos a *Arhythmorhynchus brevis* que cierra su ciclo de vida en aves ictiófagas, al igual que *Posthodiplostomum minimum*. Las formas adultas de *Ochetosoma* sp. se encuentran en

diferentes especies de culebras de agua dulce.

Con respecto a la distribución geográfica de estas especies, se han registrado en todo el continente Americano, principalmente en E.U.A., Panamá, Cuba y México; en este último país, se encuentran en la región de Lerma-Santiago y Edo. de México, aunque *A. brevis* ha sido registrada también en el Sureste del país.

Especies autogénicas y alogénicas.

De acuerdo con su capacidad y forma de dispersión podemos considerar a las especies de helmintos antes mencionadas, como autogénicas o como alogénicas.

Esch *et al.* (1988) señalaron que las especies autogénicas son aquellas que alcanzan su madurez en peces, anfibios o reptiles y su distribución geográfica se ve limitada por los movimientos naturales de sus hospederos definitivos o intermediarios, o al ser éstos introducidos por el hombre en cuerpos de agua diferentes, mientras que las especies alogénicas, son aquéllas que maduran en aves y mamíferos, y por lo tanto, tienen un gran potencial y habilidad para cruzar barreras terrestres o acuáticas.

De esta manera, encontramos que 11 de las 14 especies de helmintos registradas en el presente trabajo son autogénicas, es decir, maduran en *R. dunnii*, en *A. dumerilii* o en alguna especie de culebra, mientras que las tres restantes son alogénicas pues cierran su ciclo de vida en aves (Tabla 5).

Especies especialistas y generalistas.

De las 11 especies autogénicas, solamente dos: *G. californiensis* y *H. coloradensis*, son especialistas, entendiéndose por este concepto aquéllas especies que muestran un estrecho margen de hospederos (Whitfield, 1979); en este caso se consideró especialistas a aquellas especies que sólo se encuentran parasitando anfibios del género *Rana* utilizándose el mismo criterio en el caso del género *Ambystoma*.

Las 12 especies restantes son generalistas, es decir,

presentan un amplio margen de hospederos, según la definición de Whitfield (1979); asimismo, este margen no sólo incluye a distintos grupos de anfibios, sino también algunos casos en los cuales, el hospedero habitual es un reptil o bien un pez.

Tabla No.- 5 Biología de las especies de helmintos (especies especialistas o generalistas y autogénicas o alogénicas).

Helmintos con uno o dos hospederos.	ESPEC.	GENER.	ALOG.	AUTOG.
<i>G. attenuata.</i>		X		X
<i>C. americanus.</i>		X		X
<i>G. californiensis.</i>	X			X
<i>H. coloradensis.</i>	X			X
<i>O. filaroides.</i>		X		X
<i>B. acheilognathi.</i>		X		X
Orden Proteocephalidea.		X		X
Orden Cyclophyllidea		X	X	
<i>S. contortus.</i>		X		X
<i>F. chabaudi.</i>		X		X
<i>Eustrongylides</i> sp.		X	X	
<hr/>				
Helmintos con tres hospederos.				
<i>Ochetosoma</i> sp.		X		X
<i>P. minimum.</i>		X		X
<i>Arhythmorhynchus brevis.</i>		X	X	
<hr/>				
ESPEC. = ESPECIALISTA	ALOG. = ALOGENICO			
GENER. = GENERALISTA	AUTOG. = AUTOGENICO.			

5.4 CARACTERIZACION DE LAS HELMINTIASIS.

En la Tabla 6 se muestran los parámetros de la infección de los 66 ejemplares de *Rana dunnii* parasitados por cuatro grupos de helmintos; el grupo de los tremátodos está constituido por cinco especies, que registran en su mayoría los valores más altos de prevalencia y abundancia con respecto a los otros tres grupos. Las metacercarias del género *Ochetosoma* son las que se presentan en un mayor número de hospederos (55, prevalencia 83.3%), siendo también la especie más abundante, pues se recolectaron 54,639 ejemplares, obteniendo así una abundancia de 827.9 helmintos por hospedero y alcanzando una intensidad promedio de 993.5 parásitos por anfibio parasitado y un intervalo de intensidad que varía de 0 a 12,449 parásitos por hospedero.

G. attenuata, los plerocercoides de Proteocephalídea y los nemátodos *Spiroxys contortus* y *Eustrongylides* sp., son las especies que presentan los valores más bajos de abundancia, prevalencia, intensidad promedio e intervalo de intensidad. Asimismo se identifica un grupo de parásitos, formado por *O. filaroides* *A. brevis* y *F. chabaudi*, los cuales se presentan con valores bajos de prevalencia pero abundancias ligeramente elevadas con respecto al grupo anterior. El comportamiento de la prevalencia y abundancia de la infección se presenta gráficamente en la Figura 5 a, donde se puede ratificar lo expresado anteriormente.

En la tabla 7 se muestran los parámetros de la infección de los 70 ejemplares de *Ambystoma dumerilii* parasitados por cuatro grupos de helmintos. El grupo de los tremátodos es el mejor representado y está constituido por tres especies de las cuales *Cephalogonimus americanus* es la que presenta los valores más altos de prevalencia y abundancia, así como de intensidad promedio e intervalo de intensidad. Los grupos de los cestodos y los nemátodos, aunque se registran con igual número de especies, presentan valores de prevalencia, abundancia e intensidad

promedio muy bajos.

El valor más alto de prevalencia lo presenta *A. brevis*, que se encontró en casi el 50% de los hospederos revisados, mientras que dicho valor fue muy bajo para las demás especies. Con relación al resto de los valores, para la intensidad promedio, el grupo que le sigue a *C. americanus* en importancia es el Orden Proteocephalidea.

Como ya se mencionó, la mayor abundancia la presenta la especie *C. americanus* con un total de 823 helmintos recolectados, superior al de los acantocéfalos. El resto de las especies aparecen con valores muy bajos en la mayoría de los parámetros. Sin embargo, los plerocercoides del orden Proteocephalidea se encontraron con baja prevalencia pero relativamente alta abundancia. Para el caso del "achoque", en la Figura 5 b se observa gráficamente el comportamiento de la prevalencia y abundancia.

Tabla 6. Caracterización de la infección por diversas especies de helmintos en *Rana durni* en el Lago de Pátzcuaro, Mich.

N = 66

	HP	HR	P %	Ab (\bar{x})	IP (\bar{x})	II
TREMATODA						
<i>Ochetosoma</i> sp.	55	54639	83.3	827.9 \pm 2001	993.5 \pm 2154	0-12449
<i>G. americanus</i>	41	2155	62.1	32.6 \pm 57.5	52.6 \pm 65.4	0-267
<i>G. californiensis</i>	51	896	77.3	13.6 \pm 18.3	17.6 \pm 19.1	0-100
<i>H. coloradensis</i>	29	136	43.9	2.1 \pm 3.6	4.7 \pm 4.3	0-22
<i>G. attenuata</i>	3	3	4.5	0.05 \pm 0.2	1.0 \pm 0	-----
CESTODA						
<i>O. filaroides</i>	11	22	16.6	0.33 \pm 0.8	2.0 \pm 1.13	0-5
Proteocephalidae	2	2	3.03	0.03 \pm 0.2	1.0 \pm 0	-----
ACANTOCEPHALA						
<i>A. brevis</i>	7	100	10.6	1.5 \pm 8.7	14.3 \pm 23	0-70
NEMATODA						
<i>F. chabaudi</i>	9	12	13.6	0.18 \pm 0.5	1.3 \pm 0.5	0-2
<i>S. contortus</i>	2	2	3.03	0.03 \pm 0.2	1.0 \pm 0	-----
<i>Eustrongylides</i> sp.	3	3	4.5	0.04 \pm 0.2	1.0 \pm 0	-----

N. No. de hospederos revisados; HP. Hospederos parasitados. HR. Helmintos recolectados. P. Prevalencia. Ab. Abundancia promedio. IP. Intensidad promedio. II. Intervalo de intensidad.

Tabla 7. Caracterización de la infección por diversas especies de helmintos en *Ambystoma dumerilii* en el lago de Pátzcuaro Michoacán.

N = 70

	HP	HR	P %	Ab (\bar{x})	IP (\bar{x})	II
TREMATODA						
<i>Ochetosoma</i> sp	1	16	1.4	0.23 [±] 1.89	16 [±] 0	-----
<i>C. americanus</i>	23	823	32.9	11.8 [±] 26.3	36 [±] 42	0-189
<i>P. minimum</i>	1	3	1.4	0.04 [±] 0.35	3 [±] 0	-----
CESTODA						
<i>B. achellognathi</i>	2	5	2.9	0.07 [±] 0.43	2.5 [±] 0	2-3
Proteocephalidae	4	87	5.7	1.25 [±] 8.92	21.7 [±] 31	2-75
Cyclophyllidae	1	4	1.4	0.06 [±] 0.47	4 [±] 0	-----
ACANTOCEPHALA						
<i>A. brevis</i>	34	295	48.5	4.2 [±] 7.62	8.7 [±] 9.1	1-47
NEMATODA						
<i>F. chabaudi</i>	1	1	1.4	0.04 [±] 0.12	1 [±] 0	-----
<i>S. contortus</i>	2	6	2.9	0.09 [±] 0.6	3 [±] 0	0-5
<i>Eustrongylides</i> sp.	2	2	2.9	0.03 [±] 0.16	1 [±] 0	-----

N. No. de hospederos revisados, HP. Hospederos parasitados. HR. Helmintos recolectados. P. Prevalencia. Ab. Abundancia. IP. Intensidad promedio. II. Intervalo de intensidad.

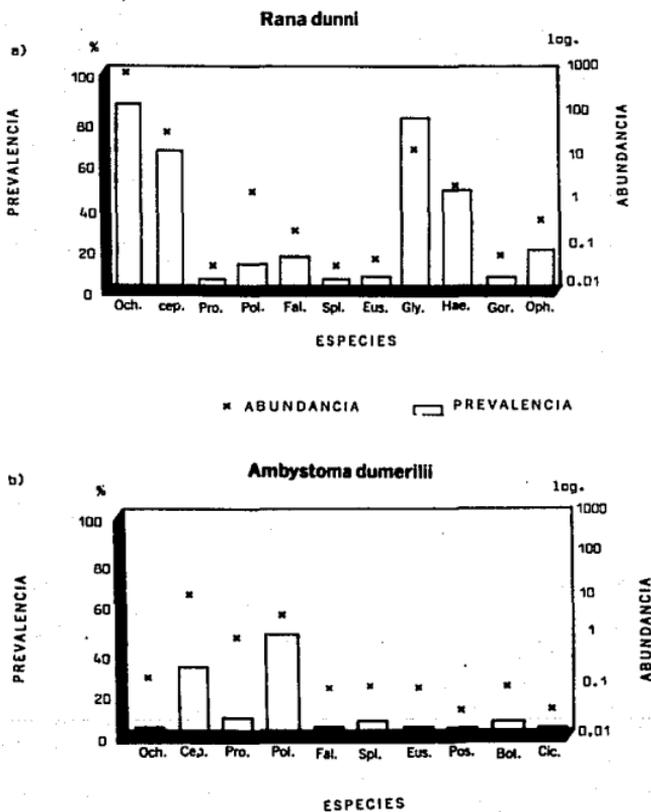


Fig. 5 Prevalencia y abundancia de las especies de helmintos presentes en Rana dunni y Ambystoma dumerilii.

5.5 ANALISIS DE LA COMUNIDAD.

La comunidad de helmintos en cada especie de hospedero (*R. dunnii* y *A. dumerilii*) se describe a continuación con base en los siguientes parámetros:

- * Riqueza
- * Abundancia
- * Diversidad

En primer lugar se determinó que el número de hospederos a revisar fuera suficiente, para lo que se llevó al cabo el análisis de la varianza acumulada cuyos resultados se observan en la Fig. 6. La estabilización de la curva nos indica que es suficiente el número de hospederos revisados.

Es importante mencionar que los resultados que se presentan para el nivel de infracomunidad constituyen el valor promedio de los 66 o 70 valores de los diferentes atributos e índices considerados para cada una de ellas, ya sea de "rana" o "achoque"; en la tabla 8 se indican dichos promedios y los valores mínimos y máximos alcanzados.

RIQUEZA

En cuanto a la riqueza numérica, es decir, el número de especies de helmintos por especie de hospedero, encontramos que en promedio cada "rana" presenta 3.3 especies de helmintos, mientras que cada "achoque" presenta sólo 1.0 (Tabla 8), existiendo diferencias significativas entre ambas, (Mann Whitney $Z = 9.3$ $P < 0.05$) \ll g.l.; lo que nos permite afirmar que las infracomunidades de "rana" son más ricas que las del "achoque" (Fig. 7). Por el contrario en el total de la muestra (Tabla 9) encontramos 11 y 10 especies de helmintos para la "rana" y el "achoque" respectivamente, lo cual indica que a este nivel, las diferencias en la riqueza son mínimas.

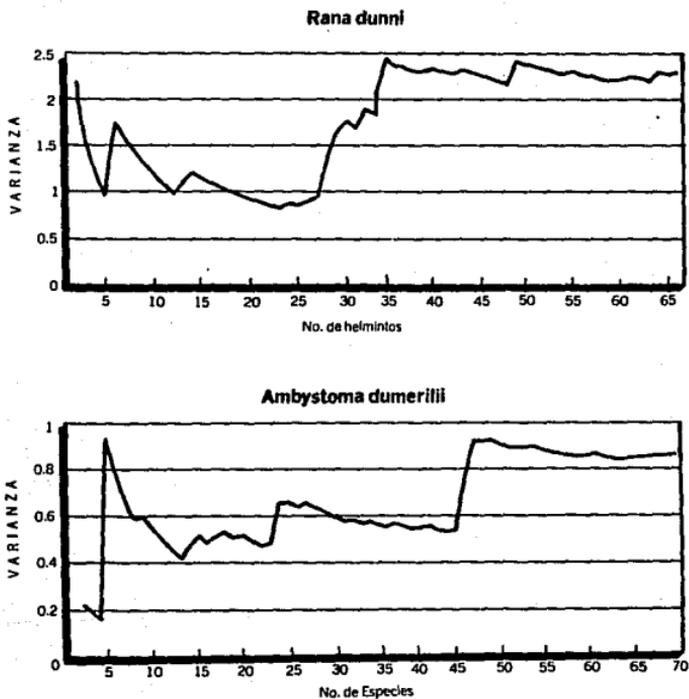


Fig. 6.-Método de área mínima para la determinación del número de hospederos a revisar.

Tabla No. 8 Análisis de las infracomunidades de helmintos de *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii* en el lago de Pátzcuaro, Mich.

	<i>Rana dunni</i>	<i>Ambystoma dumerilii</i>
No. hosp. exam.	66	70
No. hosp. para.	63	48
\bar{x} de Helm/hosp.	878.4 \pm 2010	17.8 \pm 40.5
intervalo hel/hosp.	(0-12528)	(0-208)
\bar{x} de spp./hosp.	3.3 \pm 1.5	1.0 \pm 0.978
intervalo spp/hosp.	(0-7)	(0-4)
\bar{x} ind.Brillouin.	0.539 \pm 0.434	0.115 \pm 0.259
intervalo Brillouin.	(0-1.458)	(0-1.133)
\bar{x} Equidad Brill.	0.376 \pm 0.327	0.116 \pm 0.257
intervalo Equi. Brill.	(0-1)	(0-1)
especie dominante	<i>Ochetosoma</i> sp.	<i>C. americanus</i>
\dagger en que domina	72.73 \dagger	11.43 \dagger
\bar{x} de Berger Parker	0.847	0.840
\dagger muestra c/0-1 sp	9.09 \dagger	78.58 \dagger

Los valores promedio se presentan \pm su desviación standard.

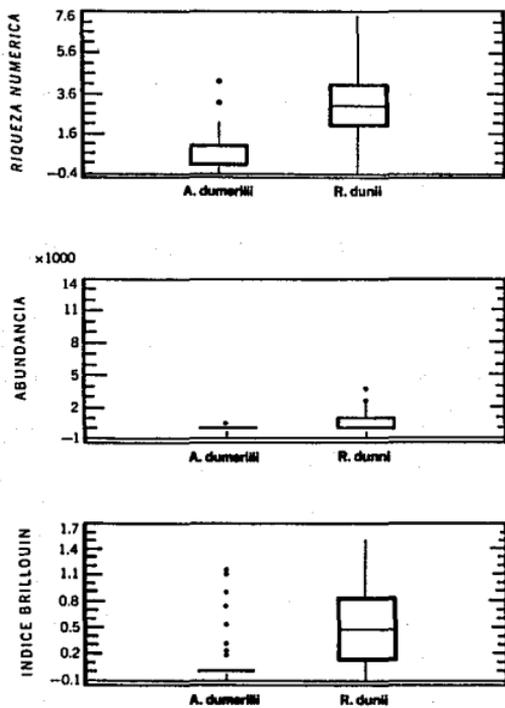


Fig. 7. --Diagramas de cajas en paralelo para visualizar las diferencias observadas entre los diferentes parámetros que describen la comunidad, entre la "rana" y el "achoque".

Tabla No. 9 Análisis del componente de comunidad de los helmintos que parasitan a *R. dunnii* y *A. dumerilii* en el lago de Pátzcuaro Mich.

	<i>Rana dunnii</i>	<i>Ambystoma dumerilii</i>
No. total hosp.	66	70
No. total helm.	57970	1242
Riqueza numérica	11 spp.	10 spp.
Índice Brillouin	0.376	1.355
Equidad Brillouin	0.109	0.412
Berger Parker	0.943	0.663
Especie dominante	<i>Ochetosoma</i> sp.	<i>C. americanus</i> .

ABUNDANCIA

En el caso de *Rana dunnii* se encontró una abundancia promedio de 878.4 parásitos por hospedero examinado, mientras que para el caso de *Ambystoma dumerilii* fue de 17.8 helmintos por "achoque" muestreado (Tabla 8); lo anterior es resultado del número de parásitos que se encontraron, 57970 en *R. dunnii* y 1242 en *A. dumerilii* (Tabla 9); Las diferencias entre ambas muestras fueron significativas y se demostraron mediante la prueba de Mann Whitney ($Z = 9.322$ $P < 0.05$) ∞ g. 1. y se visualizaron mediante los diagramas de cajas en paralelo presentados en la Fig. 7. La amplitud de las cajas indica entre que valores se encuentran distribuidos la mayor parte de nuestros datos y los puntos muestran los valores que pueden alcanzar algunos de ellos.

La distribución de las abundancias de las especies de helmintos encontradas en ambos hospederos corresponde a uno de los modelos de distribución existentes. Al graficar los puntos correspondientes a las especies de helmintos en cada especie de

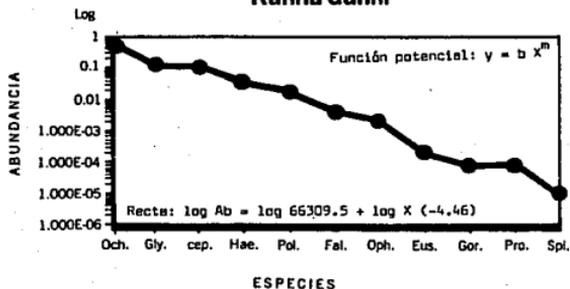
hospedero en orden de abundancia (Fig. 8) vemos que el comportamiento de la curva se asemeja al modelo de distribución de series geométricas, ya que se observa claramente la existencia de especies dominantes, y el comportamiento de los puntos en escala logarítmica es el de una recta ($R = 0.9926$ con 9 g.l. para el caso de la "rana" y $R = 0.9859$ con 8 g.l. en el del "achoque"), el cual es consecuencia del descenso constante y proporcional de las abundancias de las especies (McNaughton y Worf, 1984).

DIVERSIDAD

A nivel de infracomunidad, los valores promedio obtenidos para el índice de diversidad (Brillouin) fueron 0.539 para *R. dunnii* y 0.115 para *A. dumerilii*, de lo cual podemos observar que, de manera general, las infracomunidades de *R. dunnii* resultan ser más diversas que las del "achoque" (Mann Whitney $Z = 7.636$, $P < 0.05$) ∞ g. l.; lo anterior es el producto de promediar los 66 o 70 valores de cada índice obtenidos para ambas muestras de hospederos (*R. dunnii* y *A. dumerilii*) respectivamente; como puede verse en la tabla 8, los intervalos de dichos índices son muy diferentes al promedio. La representación gráfica de las diferencias observadas se muestra en la figura 7.

Con respecto a la equidad, también los valores más altos son mostrados por la "rana"; sin embargo, dichos valores son bajos tanto para ésta (0.376) como para *A. dumerilii* (0.116), lo cual refleja la acción de las especies dominantes sobre éste parámetro. Dichas especies fueron *Ochetosoma* sp., que domina un 72.73 % de la muestra de hospederos total de *R. dunnii* con un promedio del índice de dominancia de 0.847; así como *Cephalogonimus americanus* que domina un 11.43% de la muestra de "achokes", con un promedio de dominancia de 0.840. Cabe mencionar que en este caso, *C. americanus* domina en el 53.36% de las infracomunidades constituidas por dos o más especies de helmintos, ya que el 78.58% de los hospederos presentó una o

Ranna dunni



Ab = Abundancia

b = Ordenada al origen

m = Pendiente de la recta

Ambystoma dumerilii

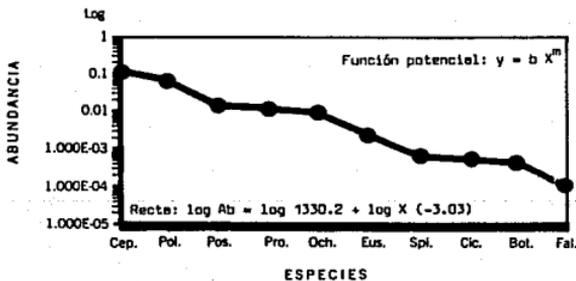


Fig. B - Especies de helminfos de *R. dunni* y *A. dumerilii* en orden de abundancia (curvas de dominancia-diversidad)

ninguna especie de parásito.

En la tabla 9 se muestran los valores de diversidad para *R. dunnii* y *A. dumerilii* en el componente de comunidad (0.376 y 1.35, respectivamente) observándose que el valor más alto corresponde a *A. dumerilii*, es decir, es en esta especie en la que se presenta la diversidad más alta; la comunidad de la "rana" tiene una equidad igual a 0.109, mientras que el "achoque" registra un valor de 0.412 como producto de las abundancias de las especies de helmintos encontradas, que en *R. dunnii* son muy desproporcionadas (principalmente la de *Ochetosoma* sp.), lo cual no ocurre en *A. dumerilii*. Lo anterior se ve reflejado en los valores del índice de dominancia (Berger Parker) que son 0.943 y 0.663 para el componente de comunidad de la "rana" y la del "achoque" respectivamente, siendo *Ochetosoma* sp. la especie dominante para la primera y *C. americanus* para el segundo. Los bajos valores de equidad obtenidos nos indican que las especies no están distribuidas homogéneamente en la comunidad, es decir, que existen unas especies que dominan sobre otras.

ESPECIES PRINCIPALES, SECUNDARIAS Y SATELITES.

El análisis de correlación por intervalos de Spearman realizado para la prevalencia y la abundancia de los helmintos en cada especie de hospedero (*R. dunnii* y *A. dumerilii*) arrojó los siguientes resultados:

Para el caso de la "rana", el coeficiente de correlación entre la prevalencia y la abundancia de los helmintos fue de $R_s = 0.9611$, $r^2 = 0.9237$ $P < 0.05$ con 10 g.l. y para el "achoque" $R_s = 0.7222$, $r^2 = 0.5205$ $P < 0.05$ con 9 g.l., por lo que se considera que existe correlación significativa entre las variables mencionadas. Sin embargo, dado que en el caso del "achoque" la r^2 es relativamente pequeña, es decir, el porcentaje de la varianza explicado por esta correlación es del 50% aproximadamente, se establecieron las especies principales,

secundarias y satélites con base en su abundancia, obteniendo básicamente los mismos resultados, ya que solamente la especie *A. brevis* paso de ser satélite a ser especie secundaria.

Una vez establecido lo anterior y de acuerdo con Hanski (1982) y Stock y Holmes (1987), podemos señalar la existencia de especies principales y especies satélites. En la figura 9 a, se muestra gráficamente a las especies principales (con más del 70% de prevalencia) en *R. dunni* (*Ochetosoma* sp., y *G. californiensis*), las especies satélites (siete) y dos especies secundarias (*Haematoloechus coloradensis* y *C. americanus*) con un 43.9% y 62.1 % de prevalencia, respectivamente.

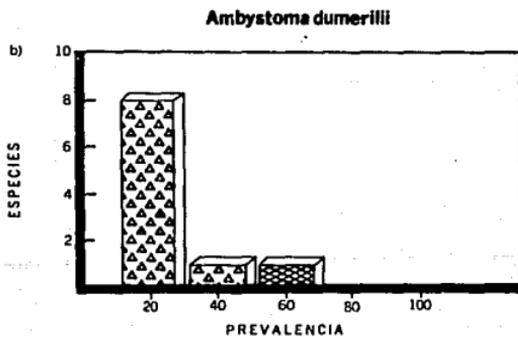
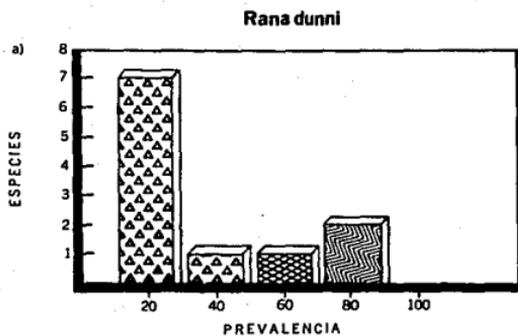
En la figura 9 b) se puede observar que en el "achoque" no se presentan especies principales, es decir, aquellas con más del 70% de prevalencia, pues la mayoría de las especies de helmintos (nueve) presentes en este hospedero son especies satélites y sólo una (*Cephalogonimus americanus*) es especie secundaria.

SIMILITUD.

La similitud entre las infracomunidades se evaluó mediante el uso de dos índices: uno cualitativo (de Sorensen) y uno cuantitativo (Porcentajes de similitud de Holmes y Podesta, 1968).

La constancia en la composición de especies de las infracomunidades de la "rana" determinó que los valores del índice de Sorensen se encontraran por arriba de 0.6 en el 55.3% de las mismas, mientras que el 44.7% restante, mostró una composición distinta de su helmintofauna.

Por otra parte, el índice cuantitativo, que considera la abundancia proporcional de las especies de parásitos que se comparten en las comunidades, nos indica que el 62.5% de las infracomunidades son similares en cuanto a la cantidad en que se presentan las especies de parásitos que las están constituyendo, mientras que sólo el 37.5% presenta valores del índice por



Secundarias
 Satélites
 Principales

Fig. 5.-Especies principales, secundarias y satélites presentes en la comunidad de helmintos de *R. dunni* y *A. dumerilii*.

debajo de 0.6 y por lo tanto son poco parecidas, es decir, las especies se presentan con abundancias muy diferentes.

En el caso del "achoque" los valores del índice de Sorensen, señalan que el 53.14% de las infracomunidades son semejantes, es decir, con valores del índice por arriba de 0.6; cabe señalar que dicho porcentaje está dado en gran parte por los hospederos que sólo presentaban una especie de parásito (*C. americanus*) la que se presentó de manera constante, influyendo en la obtención de este resultado. Asimismo, el 46.86% de las infracomunidades son poco parecidas, es decir, presentaron una composición muy diferente en su helmintofauna.

Con respecto al índice cuantitativo, encontramos que sólo el 40% de las infracomunidades está constituido por especies que se presentan con abundancias similares, ya que la mayor parte presentó especies de parásitos con abundancias muy diferentes.

Al comparar el componente de comunidad de ambos hospederos, encontramos que el valor del índice de similitud cualitativo es de 0.66, mientras que el índice cuantitativo arroja un valor de similitud de sólo 0.28, lo cual se puede atribuir a que, a pesar de que las dos especies de hospederos comparten siete especies de parásitos, la abundancia con que se presentan en los mismos es muy diferente.

6. DISCUSION

El registro helmintológico de *Rana dunni* en este trabajo constó de 11 especies y difiere del realizado por Pulido (1992) pues dicha autora registró la presencia de *Ochoterenella digiticauda* en la cavidad corporal, especie que nosotros no encontramos debido probablemente a la indisponibilidad del hospedero intermediario (un insecto), lo cual a su vez puede deberse a algún factor climático o bien, a cambios en los hábitos de la "rana" como el hecho de permanecer en el agua, lo cual no permite el contacto con los insectos, impidiéndose así la transmisión del nemátodo. Otro factor puede ser el tipo de muestreo realizado por dicha, autora pues éste fue mensual a lo largo de un año, lo que seguramente le permitió recolectar especies de aparición esporádica como es el caso de *O. digiticauda*, que fue registrada con valores bajos de prevalencia y abundancia. Cabe mencionar que al registro presentado por Pulido (1992) se adicionaron los plerocercoides del Orden Proteocephalidea y el acantocéfalo *Arhytmorhynchus brevis*.

Los plerocercoides encontrados en este trabajo pueden pertenecer a cualquiera de las tres especies de proteocefálicos registradas en el lago de Pátzcuaro (*Ophiotaenia filaroides*, *O. racemosa* y *Proteocephalus pusillus*); suponiendo que pertenecieran a la primera, su presencia puede explicarse al considerar las alternativas que señalan Mead y Olsen (1971) acerca del ciclo de vida de *Ophiotaenia filaroides*: si el copépodo infectado es consumido por un anfibio y el plerocercóide que contiene es maduro, éste completa su desarrollo rápidamente y se transforma en un cestodo adulto en el intestino del hospedero definitivo, pero si el plerocercóide aún no ha terminado su desarrollo y el copépodo es ingerido por un anfibio, la larva migra a los tejidos de éste para completar su desarrollo y posteriormente retornar al intestino hasta alcanzar la madurez sexual; por otra parte, si estos

plerocercoides corresponden a cualquiera de los otros proteocefálicos registrados, la "rana" estaría actuando como hospedero paraténico o accidental, ya que los hospederos definitivos habituales de *O. racemosa* y *Proteocephalus pusillus* son culebras de agua y peces, respectivamente. Sin embargo, se considera necesario profundizar en el estudio del ciclo biológico de los miembros del Orden Proteocephalidea en la localidad, con el fin de establecer su adecuada determinación específica y de esta forma poder asegurar que pertenecen a la especie *O. filaroides* y no a la de cualquiera de los otros proteocefálicos ya mencionados.

En relación a la presencia de la especie *Arhythmorhynchus brevis*, que generalmente se encuentra en peces, quienes intervienen en su ciclo de vida como hospederos paraténicos, podemos señalar que en este caso, la "rana" está actuando como hospedero accidental ya que finalmente este parásito tiene muy pocas posibilidades de completar su ciclo de vida pues éste se cierra cuando los hospederos paraténicos son ingeridos por aves, siendo en estas últimas donde el helmintho alcanza su madurez sexual y se reproduce. La "rana" se infecta accidentalmente al comer peces o anfípodos parasitados, sin ser esta la vía normal que sigue el ciclo de vida de este parásito, sino simplemente por el hecho de que la "rana" incluye peces en su dieta.

Con respecto al registro helmintológico de *A. dumerilii* realizado por Alcolea (1987), cabe mencionar que difiere del nuestro por la presencia de especies como *Crepidostomum cooperi* y *Gorgoderina attenuata*, que nosotros no encontramos.

La presencia de *C. cooperi* en el registro helmintológico realizado por Alcolea (1987), puede considerarse como accidental, ya que este parásito normalmente infecta peces, y en el lago específicamente, la "lobina negra" *Micropterus salmoides* (Ramírez, 1987).

En el caso del trématodo *G. attenuata*, el cual sí es un parásito típico de anfibios y que de hecho encontramos parasitando a *R. dunni*, aunque con valores de prevalencia y

abundancia extremadamente bajos, se explica su ausencia en el registro del "achoque" considerando su ciclo de vida, en donde se señala que del hospedero intermediario (un molusco bivalvo) son liberadas las cercarias que posteriormente penetran de manera activa en el renacuajo para enquistarse alrededor del corazón o hígado; finalmente el quiste se rompe, la metacercaria queda libre y migra hasta la vejiga urinaria donde se desarrolla el adulto (Yamaguti, 1975). Con base en ésto, podemos proponer dos alternativas: primero, que el hospedero intermediario no se encuentra ampliamente distribuido en el lago y segundo, que el movimiento de las "ranas" y "achoques" en el lago, o las áreas en que éstas se mueven, hacen que la exposición a este parásito sea diferente y la infección esté influenciada por el "azar" dándose solamente infecciones esporádicas. Sin embargo, hasta el momento no existen datos suficientes ni del hospedero, ni del parásito que nos permitan ser contundentes a este respecto.

Asimismo, se adicionaron al registro de Alcolea (1987), los cisticercoides del orden Cyclophyllidea, los nemátodos *Falcaustra chabaudi* y *Eustrongylides* sp. y el tremátodo *Posthodiplostomum minimum*.

La presencia de los cisticercoides del Orden Cyclophyllidea, el nemátodo *Eustrongylides* sp. y el tremátodo *P. minimum* se debe a infecciones accidentales. En relación a los primeros, podemos señalar lo anterior considerando los bajos valores de prevalencia y abundancia. Pérez-Ponce de León et al. (comunicación personal) encontraron cisticercoides de ciclofilideos en el "charal prieto" *Chirostoma attenuatum* y refieren que es muy probable que constituyan las formas larvarias de un dilepidido que completa su ciclo biológico en aves ictiófagas.

Ahora bien, con respecto al nemátodo *Eustrongylides* sp., se considera una especie accidental pues se encuentran generalmente parasitando peces.

En el caso de *P. minimum*, el "achoque" actúa como hospedero accidental ya que ésta especie de parásito ha mostrado tener

gran capacidad adaptativa para parasitar hospederos de diferentes grupos, siendo el hospedero definitivo habitual un ave ictiófaga y como se refirió en capítulos anteriores, los hábitos alimenticios carnívoros de este anfibio potencian que al ingerir peces, se infecten con las metacercarias del diplostómido, no obstante, al no ser un hospedero habitual, los helmintos no alcanzan el estado de gravidez (Pérez-Ponce de León, 1992).

Por su parte, el nemátodo *F. chabaudi* sí fue reportado por Alcolea (1987), pero dicha autora lo identificó como *Spironura* sp. debido a que existen problemas taxonómicos entre este género y *Falcaustra*; sin embargo, se considera una especie esporádica ya que sí es un parásito típico de anfibios pero se encontró con valores muy bajos de prevalencia y abundancia.

Con base en lo anterior, podemos señalar que existen especies esporádicas y especies accidentales en la comunidad de helmintos de ambas especies de hospederos, de manera que las especies constantes, es decir, aquellas que se encontraron en registros previos y que también hemos recolectado ahora, son nueve para *R. dunni* y seis para *A. dumerilii* y son éstas las especies que por su constante aparición y abundancias relativamente elevadas, son parte importante de la estructura de la comunidad de helmintos en los dos hospederos, aspecto que se analizará más adelante.

En cuanto a los parámetros ecológicos considerados para caracterizar la infección podemos señalar lo siguiente:

En *R. dunni* se nota de manera general que son los tremátodos los que tienen la mayor prevalencia, en especial *Ochetosoma* sp., que es una especie generalista y autogénica, aunque en este caso, el hospedero definitivo no es la "rana" sino una culebra de agua; el hospedero intermediario es un caracol, que de acuerdo con nuestras observaciones es muy común en el lago, lo que explica la alta abundancia y prevalencia que tiene esta especie de parásito en la "rana", ya que como menciona Pulido (1992), *R. dunni* probablemente se infecta

mediante la ingestión de caracoles parasitados de la familia Planorbidae los cuales liberan las cercarias en el estómago de la "rana", de donde éstas migran hacia su intestino anterior para enquistarse y permanecer vivas hasta el momento en que *R. dunnii* sea presa de un reptil, lo que en el lago es poco probable, pues las culebras de agua que ahí habitan muy pequeñas (*Tamnophis* sp.), de manera que ésta no es la vía normal del ciclo de vida del parásito y por lo tanto, *R. dunnii* interviene en él como hospedero accidental; de manera que es un parásito con altos valores de prevalencia y abundancia pero solamente por el hecho de que la "rana" tiene preferencia por ingerir caracoles.

En el caso de *G. californiensis* y *C. americanus*, que son las otras dos especies con altos valores de prevalencia y abundancia, sabemos que sus metacercarias se enquistan en la piel de los renacuajos y una vez llevado al cabo el proceso de metamorfosis de los mismos, el adulto resultante ingiere la muda, infectándose con estos parásitos, los cuales alcanzan su madurez en el aparato digestivo y de esta manera es posible explicar los valores de prevalencia y abundancia que presentan dichas especies (Tabla 6). Las especies restantes se presentan con prevalencias inferiores al 16.6% y abundancias por debajo de 2.1 parásitos por hospedero examinado, lo que las establece como especies esporádicas o accidentales como ya se mencionó anteriormente.

En *A. dumerilii*, los valores de prevalencia y abundancia promedio son bajos para todas las especies de helmintos registradas, siendo *Cephalogonimus americanus* la especie con los valores más altos para estos parámetros (32.9% y 11.8 respectivamente). *A. brevis* presentó una prevalencia de 48.5% la cual es más o menos alta y puede atribuirse a que el achoque come peces y los cisticantos que vienen en ellos se reenquistan en él. pero su abundancia promedio fue baja (4.2), debido a que el achoque interviene en este caso como hospedero accidental, ya que el hospedero paraténico habitual es un pez.

Los bajos valores de prevalencia y abundancia presentados por las especies restantes, pueden explicarse principalmente con base en los hábitos del hospedero; tal es el caso de las metacercarias de *Ochetosoma* sp., ya que el "achoque" consume caracoles sólo de manera accidental (según las observaciones de contenido estomacal realizadas). *P. minimum*, *B. acheilognathi*, los cisticercoides del Orden Cyclophyllidea y las tres especies de nemátodos se presentan con bajos valores de prevalencia y abundancia. En el caso de los adultos inmaduros de *P. minimum* los bajos valores de ambos parámetros se deben a que el "achoque" aunque incluye peces en su dieta, (con los que se infecta) no es el hospedero habitual sino que lo son las aves ictiófagas y seguramente la homeotermia de éstas juega un papel determinante en la prevalencia y abundancia con que se presenta este parásito, ya que el "achoque" es un organismo ectotérmico.

Por otra parte, *B. acheilognathi* también presenta la condición anterior debido seguramente a que esencialmente es parásito de peces.

Los cisticercoides del orden Cyclophyllidea y las larvas del nemátodo *Eustrongylides* sp. encontradas en este trabajo, pertenecen también a este grupo de parásitos, pues sus hospederos intermediarios habituales generalmente son artrópodos y peces respectivamente, que posteriormente son ingeridos por aves ictiófagas donde el parásito completa su ciclo de vida.

Con respecto a *S. contortus*, su hospedero intermediario habitual es un pez y el estado adulto se encuentra generalmente en reptiles, razón por la que se presentan los valores de prevalencia y abundancia observados para este nemátodo.

En *A. dumerilii* no se presentan especies de parásitos con valores de prevalencia y abundancia altos, lo cual muy probablemente se debe a que este anfibio no tiene hábitos alimenticios preferenciales, es decir, es un organismo carnívoro que ingiere peces, acociles y otros pequeños artrópodos pero al parecer ninguno de ellos en particular; por ésto, aumenta la probabilidad de que se infecte con diferentes tipos de

parásitos, aunque en proporción relativamente reducida de cada uno. Esto se relaciona con la idea expresada por Esch et al. (1991 a) en el sentido de que las dietas selectivas de los hospederos por un grupo particular de presas conduce a comunidades de helmintos poco diversas pero donde las infrapoblaciones de una o dos especies incrementan su abundancia notoriamente; de igual manera, una dieta amplia del hospedero conduce a una comunidad de helmintos más diversa en donde se reduce la probabilidad de que la abundancia de las infrapoblaciones se incremente de manera continua.

Analizando el tipo de helmintos que se presentan en nuestro trabajo, vemos que de las 14 especies, 11 son autógenas, es decir, alcanzan su madurez en peces, anfibios o reptiles y el resto son alogénicas, terminando su ciclo de vida en aves o mamíferos. Por otro lado, el 85.7% de las especies de helmintos son de carácter generalista, es decir, que no se ven limitados en cuanto al número de especies de hospederos que parasitan.

Las comunidades de helmintos en la "rana" están dominadas por *Ochetosoma* sp. y en el "achoque" por *C. americanus*, ambos tremátodos generalistas y autógenos que se transmiten pasivamente y que se encuentran con la mayor prevalencia y abundancia cada uno en su respectivo hospedero.

De acuerdo con Kennedy (1991), las comunidades constituidas por un gran número de especies generalistas son más diversas y dichos parásitos presentan una mayor capacidad de transmisión. Asimismo, dicho autor señala que si el componente de comunidad es más rico que las infracomunidades, es por que los hospederos se están infectando con especies que se adquieren accidentalmente de otros hospederos o con especies generalistas que de igual forma están apareciendo en otros hospederos de la localidad.

En este trabajo se observa que las infracomunidades son muy pobres con respecto al componente de comunidad, lo que coincide con las afirmaciones de Kennedy, al igual que el hecho de que 12 del total de especies registradas, son consideradas como

generalistas. Por otro lado, cuando hay un gran número de infracomunidades sin infectar, como es el caso de las del "achoque", se reflejan las bajas probabilidades de transmisión que presentan los helmintos, debiéndose éstas a la poca disponibilidad de hospederos intermediarios.

El hecho de que las especies dominantes en este trabajo sean de carácter autogénico, probablemente se deba a que los anfibios se encuentran adelante de los peces en la cadena trófica. Peresbarbosa (1992) señaló que la especie dominante en sus sistemas de estudio (peces) es alogénica, atribuyéndolo a que este tipo de especies tienen éxito en peces pues éstos actúan como excelentes hospederos intermediarios al existir una alta probabilidad de que sean ingeridos por anfibios, reptiles, aves y mamíferos; sin embargo, tanto en el caso de la "rana" como del "achoque" dicha probabilidad es baja y la especie que puede tener más éxito es una de tipo autogénica.

De acuerdo con Aho (1991), las comunidades de helmintos en anfibios son pobres en cuanto a número de especies y son por lo mismo aislacionistas, lo cual pudimos ratificar en este trabajo, pues como se muestra en las Tablas 8 y 9, los valores de riqueza, abundancia y diversidad alcanzados en ambas comunidades son bajos con respecto a las comunidades de helmintos de otros vertebrados; por otra parte, tales valores son parecidos a los presentados en comunidades de peces dulceacuícolas, que también son catalogadas como comunidades pobres o depauperadas (Kennedy *et al.*, 1986).

Los factores que están determinando que se presente este patrón de acuerdo con Goater *et al.* (1988) y Muzzall (1991 a), son: la condición de ectotermia que se presenta en los anfibios, la constitución simple de su aparato alimenticio, la escasa movilidad de estos hospederos y el hecho de tener una dieta limitada (pues se alimentan principalmente de invertebrados y algunos peces).

En el análisis a nivel de infracomunidad (Tabla 8), se observa que para todos los atributos e índices considerados para

describir la comunidad, es la comunidad de helmintos de *R. dunnii* la que presenta los valores más altos con respecto a las infracomunidades de *A. dumerilii*.

Lo anterior se puede explicar con base en los siguientes puntos:

* La "rana" tiene mayor movilidad que el "achoque", lo que amplía las posibilidades de infectarse con una mayor cantidad de especies de parásitos, tal es el caso de *Haematoloechus coloradensis* que no se encontró en el "achoque" y el cual es transmitido a la "rana" mediante la ingestión de artrópodos como ortópteros y odonatos quienes no se encuentran al alcance del "achoque".

* Al parecer, la "rana" presenta una dieta amplia es decir, puede comer caracoles, artrópodos, peces e incluso vegetación; sin embargo, tiene preferencia por algunos alimentos, lo que favorece las altas prevalencias y abundancias que presentan las especies de helmintos en este hospedero, pudiéndose así distinguir especies principales, secundarias y satélites, lo cual no ocurre en el caso del "achoque", que sólo presenta especies satélites y secundarias lo que va de acuerdo con las observaciones realizadas acerca de sus hábitos alimenticios.

La diversidad y equidad en la infracomunidad de helmintos de *R. dunnii* (Tabla 8) también es mayor que en la de *A. dumerilii*; esto parece ser contradictorio al observar los valores de prevalencia y abundancia de los parásitos en cada uno de los hospederos, los cuales nos podrían indicar que en la "rana" los valores de equidad serían bajos comparados con los del "achoque" (Tablas 6 y 7), sin embargo, no debemos olvidar que los valores de diversidad y equidad son el promedio de los 66 o 70 hospederos, de manera que están representando el panorama general de lo que es la diversidad y equidad en un hospedero, considerando en realidad a una muestra de la población; aplicando así el concepto de hábitats replicados de acuerdo con Holmes y Price (1986).

Aunque se menciona que la comunidad de helmintos de *R.*

dunni tiene valores de equidad más altos que la de *A. dumerilii*, es pertinente indicar que de cualquier manera esos valores son bajos, comparados con los de comunidades cuyas especies están distribuidas de manera más homogénea. Dichos valores bajos de equidad son característicos de comunidades aislacionistas (Fig. 8). Los bajos valores de equidad a su vez, indican la existencia de especies dominantes y el descenso constante y proporcional de las abundancias de las especies que componen la comunidad, como se observa en la figura 8.

Por su parte, el análisis del componente de comunidad nos muestra un patrón diferente, es decir, en este nivel de estudio es la comunidad de helmintos de *A. dumerilii* la que presenta los valores más altos de diversidad, lo cual es influenciado por la equidad presente en ambas especies de hospederos (Tabla 9) ya que aunque en el componente de comunidad del "achoque" también hay una especie dominante, el valor de dominancia que presenta, no es tan alto como en el caso de la especie que domina la comunidad de *R. dunni*.

Cabe señalar que se obtuvieron los valores del índice de Brillouin y equidad para el componente de comunidad de *R. dunni* sin considerar a la especie dominante (*Ochetosoma* sp.), siendo éstos 1.355 y 0.410 respectivamente. Cuando éstos fueron comparados con los del componente de comunidad del "achoque" (Tabla 9) notamos que son muy parecidos; lo cual nos indica el efecto tan marcado que ejercen las metacercarias de *Ochetosoma* sp. sobre la estructuración de la comunidad.

Como ya se mencionó, las condiciones de riqueza, diversidad y equidad en la "rana" y el "achoque" a nivel de infracomunidad se invierten en el nivel de componente de comunidad, por qué ocurre esto?, un 78.58% de las infracomunidades del "achoque" se presenta con cero o una especie de parásito, mientras que en las de la "rana" sólo un 9.09% presenta dicha condición; al promediar los resultados de los diferentes atributos con el fin de obtener un valor que nos representa el del nivel de infracomunidad, dicha información puede diluirse, sin embargo,

nos refleja lo que ocurre hospedero por hospedero. En el componente de comunidad los resultados que se presentan son valores absolutos, lo que podría resultar "engañoso" como para generalizar lo que sucede en cada especie de hospedero ya que no refleja lo que sucede "rana" por "rana" o bien, "achoque" por "achoque".

Por otra parte, Holmes y Price (1986) señalan como un atributo de las comunidades de helmintos, la existencia de hábitats replicados, indicando con ésto que un conjunto de hospederos representa en esencia un hábitat básicamente igual para los parásitos. En este trabajo se llevó al cabo un análisis de la similitud entre las infracomunidades de cada especie de hospedero con el fin de establecer, aunque de manera indirecta, la existencia de homogeneidad en los hábitos de éstos.

En el caso de las infracomunidades de helmintos de *R. dumni*, los valores del coeficiente de similitud cualitativos son mayores que 0.6 en el 55.3% de las infracomunidades, lo cual nos indica que una gran parte de la muestra de hospederos está compartiendo un número significativo de especies de helmintos, es decir, dichos hospederos están expuestos de igual forma a ser infectados por determinadas especies que resultan ser precisamente aquellas que fueron catalogadas como principales. Los valores del coeficiente de similitud cuantitativos nos muestran que un 62.5% de las infracomunidades lo registran por arriba de 0.6, lo cual apoya la idea de que los hábitos de este hospedero (alimenticios y de movilidad) siguen un patrón y se encuentran sobrepuestos; el hecho de que un 44.7% y un 37.5% de la muestra de hospederos presente valores para el coeficiente de similitud por debajo de 0.6 en los índices cuantitativo y cualitativo respectivamente, es atribuible a la infección por especies accidentales y esporádicas; estas especies en realidad, no son una parte importante en la estructuración de la comunidad, pues muy probablemente el proceso de infección fue puramente casual, de manera que en otro momento existiría una baja probabilidad de que aparecieran; sin embargo, se sugiere

continuar con los estudios acerca de la biología del hospedero para lograr un mejor conocimiento sobre sus hábitos y asimismo un mejor entendimiento de este proceso.

Por su parte, en las infracomunidades de helmintos de *A. dumerilii* se presentan valores del coeficiente de similitud cualitativo por arriba de 0.6 en el 53.14% de la muestra, siendo *C. americanus* la especie de parásito que aporta más a dicho porcentaje, ya que una gran parte de la muestra de *A. dumerilii* se encuentra parasitada únicamente por esta especie, quien difícilmente puede ser evadida por el "achoque", ya que su metacercaria se enquistaba en la piel del mismo, el cual posteriormente la ingiere.

Los valores del índice cuantitativo mayores de 0.6 se presentan sólo en el 40 % de las infracomunidades, es decir, la mayor parte de los "achokes" en nuestra muestra, presenta infracomunidades de helmintos poco parecidas entre sí en cuanto a la abundancia de los helmintos, lo cual resulta lógico pues a lo largo de nuestro muestreo encontramos más especies accidentales y esporádicas (con abundancias muy bajas) que en la "rana", aspecto que se atribuye principalmente, a la poca selectividad en la dieta del "achoque"; cabe señalar que en este sentido son necesarios más estudios sobre los hábitos del "achoque" pues son pocos aspectos los que se conocen, lo cual no nos permite precisar los procesos por los cuales se llega al patrón observado.

En cuanto a la comparación del componente de comunidad de helmintos de ambas especies de hospederos, notamos que el valor del coeficiente de similitud cualitativo es alto (0.66), como resultado de que ambos hospederos se encuentran compartiendo siete especies de parásitos, lo que de alguna manera indica que al menos ciertos hábitos de ambas especies de hospederos están sobrepuestos, aspecto que determina el que se encuentren igualmente expuestos a infecciones de parásitos como *Ochetosoma* sp., *C. americanus*, *A. brevis*, plerocercoides de *Proteocefálicos*, *F. chabaudi*, *S. contortus*, y *Eustrongylides* sp.

Sin embargo, creemos que es la reducida selectividad en la dieta del "achoque" la que influye en que dichas especies se presenten con valores bajos de prevalencia y abundancia con respecto a los que se encontraron en la "rana", lo cual, a su vez, se ve reflejado en el valor del coeficiente de similitud cuantitativo (0.28), que nos indica que aunque están compartiendo el 50 % del total de especies de parásitos encontradas en ambos hospederos, dado que la prevalencia y abundancia de tales especies son muy distintas en ambos, la similitud en cuanto a la cantidad en que estas se presentan en ambos hospederos es baja, de manera que la diferencia en los hábitos de movilidad de ambas especies de hospederos está determinando las diferencias entre sus comunidades de helmintos.

Por otra parte, cabe mencionar que son pocos los trabajos que sobre comunidades de helmintos se han llevado al cabo en México y con respecto a los que se han realizado en otros países (E.U.A. Inglaterra principalmente), la mayoría describen las comunidades de helmintos en uno de los tres niveles que se pueden abarcar, ya sea el de infracomunidad, o el de componente de comunidad; siendo la comunidad compuesta de la que menos trabajos existen. En México son nulos los trabajos sobre comunidades de helmintos parásitos en anfibios, con excepción del que realiza Guillén (comunicación personal) acerca de las comunidades de helmintos parásitos de anuros de los "Tuxtlas", Veracruz.

Con relación a trabajos sobre comunidades de helmintos en anfibios realizados en otros países, cabe señalar el efectuado por Aho (1991), quien analiza los resultados de 393 investigaciones efectuadas en Norte America, estudiando 155 especies de hospederos distribuidos en 14 familias de anfibios y 16 de reptiles, de los cuales resalta la existencia de comunidades pobres y la relación existente entre la riqueza y la amplitud de la distribución geográfica de los hospederos.

Por su parte, Goater *et al.* (1988), Muzzall (1991 a y b) y Muzzall y Schinderle (1992) han descrito las infracomunidades de

helmintos parásitos de cuatro especies de salamandras, del tritón *Notophtalmus viridescens*, de *Rana clamitans* y *R. catesbeiana*, y de *Ambystoma t. tigrinum* respectivamente, encontrando valores del índice de Brillouin que oscilan entre 0.017 y 0.284; asimismo, la riqueza registrada por estos autores va de 3.22 a 3.39 especies por hospedero, resultados que son semejantes a los encontrados en este estudio (Tabla 8). Los autores explican tales valores con base en los hábitos de los hospederos, los cuales van de terrestres a acuáticos y también considerando el sexo y tamaño de los mismos. Asimismo caracterizan a esas comunidades como aislacionistas por observar en ellas valores bajos de prevalencia e intensidad promedio de las diferentes especies de parásitos encontradas; también establecen que los factores que influyen en este tipo de comunidades son: aparato digestivo simple, reducida movilidad, la ectotermia y el carácter generalista en cuanto a la alimentación que presentan los hospederos.

Por otra parte cabe señalar que la especie dominante en las infracomunidades de *R. catesbeiana* estudiadas por Muzzall (1991 b) fue *Falcaustra catesbeianae*, especie autogénica; característica que presentan las especies que dominan las comunidades de helmintos de *R. dunni* y *A. dumerilii* que se describen en este trabajo.

Con base en lo anterior, podemos señalar que tanto la comunidad de helmintos de *R. dunni* como la de *A. dumerilii* son aislacionistas pues los valores de los parámetros ecológicos estudiados son semejantes con los descritos en la literatura sobre el tema y además por el hecho de que los hospederos presentan: aparato digestivo simple (con respecto a los de aves y mamíferos), movilidad restringida (pues son anfibios), y son organismos ectotérmicos, factores que influyen en el establecimiento de este tipo de comunidades.

7. CONCLUSIONES.

- Se ratificó el registro helmintológico de la "rana" *R. dunnii* y del "achoque" *A. dumerilii* en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.

- Al registro helmintológico de *R. dunnii* realizado por Pulido (1992) se adicionaron: los plerocercoides del Orden Proteocephalidea y los cisticantos de *A. brevis*.

- Al registro helmintológico del "achoque" realizado por Alcolea (1987) se adicionaron: *Postodiplostomum minimum*, los cisticercoides del Orden Cyclophyllidea y los nemátodos *F. chabaudi* y *Eustrongylides* sp.

- Las comunidades de helmintos en las dos especies de anfibios se caracterizan por ser pobres, con carácter aislacionista, mostrando bajos valores de riqueza, abundancia y diversidad.

- La infracomunidad de la de la "rana" es la más rica y diversa, mientras que el componente de comunidad del "achoque" es el que presenta los valores más altos para dichos parámetros.

- La estructura de la comunidad de helmintos en las dos especies de anfibios se ve determinada por: los hábitos alimentarios de los hospederos, el tipo de transmisión y colonización que presenta el parásito y la disponibilidad de hospederos intermediarios.

- Las comunidades de helmintos en las dos especies de anfibios están estructuradas en su mayor parte por helmintos generalistas.

- Las especies dominantes en las comunidades de la "rana" y el "achoque" son *Ochetosoma* sp. y *C. americanus* respectivamente, ambas especies son autogénicas y generalistas.

- La similitud cualitativa que presentan entre sí las comunidades de helmintos en las dos especies de anfibios se debe a que comparten un mismo hábitat y por lo tanto están expuestas al mismo tipo de parásitos, siendo siete las especies de helmintos las que determinan dicha similitud.

7. APENDICE 1

Técnicas utilizadas en para la tinción de los parásitos:

TECNICA DE HAEMATOXILINA DE EHRLICH

- 1.- Lavar en alcohol al 70%
- 2.- Lavar en alcohol al 50% durante 5 minutos.
- 3.- Lavar en alcohol al 30% durante 5 minutos.
- 4.- Lavar en agua destilada durante 5 minutos.
- 5.- Tefir en haematoxilina durante 1 minuto
- 6.- Lavar con agua destilada durante 5 minutos.
- 7.- Diferenciar con agua acidulada.
- 8.- Lavar con agua destilada.
- 9.- Virar en agua corriente.
- 10.-Lavar con agua destilada.
- 11.-Lavar en alcohol al 30% durante 5 minutos.
- 12.-Lavar en alcohol al 50% durante 5 minutos.
- 13.-Lavar en alcohol al 70% durante 5 minutos.
- 14.-Lavar en alcohol al 96% durante 5 minutos.
- 15.-Lavar en alcohol absoluto durante 20 minutos.
- 16.-Aclarar en xilol.
- 17.-Montar en balsamo de Canadá.
- 18.-Etiquetar.

TECNICA DE PARACARMIN DE MAYER

- 1.- Lavar en alcohol al 70%
- 2.- Lavar en alcohol al 96% durante 5 minutos.
- 3.- Tefir en Paracarmin durante medio minuto.
- 4.- Lavar en alcohol del 96%
- 5.- Diferenciar en alcohol del 96% acidulado.
- 6.- Lavar en alcohol al 96%.
- 7.- Lavar en alcohol absoluto durante 10 minutos.
- 8.- Aclarar en xilol.
- 9.- Montar en balsamo de Canadá.
- 10.- Etiquetar.

8. LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, M.L., 1989. "Algunas metacercarias que parasitan a *Cichlasoma urophthalmus* en diferentes localidades del Sureste de México" Tesis Profesional Facultad de Ciencias U.N.A.M. 120 págs.
- AHO, M.J. 1991. Helminth communities of amphibians and reptiles: comparative approaches to understanding patterns and processes. In: Esch, G.W., Bush, O.A; Aho, M.J. 1991 (Eds.) Parasite Communities: Patterns and Processes. Chapman and Hall. London: 157-195.
- ALCOLEA H.E, 1987 . Helmintofauna del "achoque" *Ambystoma (Bathysideron) dumerilii* Duges, 1870 (Amphibia: Caudata) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. IX Congreso Nacional de Zoología (1987). Programa y resúmenes. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Sociedad Mexicana de Zoología, A.C. Villahermosa, Tabasco, Octubre de 1987: 82.
- ANDERSON, R.C. 1988. Nematode Transmission Paterns. J. Parasitol. 74 (1): 30-45
- APARICIO, R. M. A., G. PULIDO F., MENDOZA P.C. RODRIGUEZ, J. LOPEZ, B. MELGOZA G Y L. GARCIA P. 1988. Taxonomía y ecología de la helmintofauna de la "akumara" (*Algansea lacustris*) del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes IX Congreso Nacional de Zoología. Villahermosa, Tabasco, México. Octubre.
- BRANDON, R.A. 1970. Hybridization between the mexican salamanders *Ambystoma dumerilii* and *Ambystoma mexicanum* under laboratory conditions. Herpetologica, 28: 199-207.
- BRAVO-HOLLIS, M. 1943. Estudio sistemático de los tremátodos parásitos de los "ajolotes" de México. (1). An. Inst. Biol. Univ. Nat. Autón. Méxi 14 (1): 141-159.
- BROOKS, R.D. 1976. Parasites of Amphibians of the great plains Bull. Univ. Nebraska State Mus. 10 (2): 65- 92.
- BUSH, O.A. and HOLMES C.J. 1986. Intestinal helminths of lesser

- scaup ducks: patterns of association Can. J. Zool. 64: 132-141.
- CABALLERO, C. E. 1934. Primera contribución al conocimiento de los parásitos de *Rana montezumae* (Trematoda). An. Inst. Biol. Méx. IV (1) 15.
- CABALLERO y C.E. 1935. Nemátodos parásitos de los batracios de México. III Cuarta contribución al conocimiento de la parasitología de *Rana montezumae*. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Méx. 6 (2): 103-117.
- CABALLERO y C.E. 1938 Algunos tremátodos de reptiles de México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Méx. 2 (12): 103-120.
- CABALLERO y C.E. 1939. Nemátodos de los reptiles de México X (4): 275-282. An. Inst. Biol.
- CABALLERO y C.E. 1941. Nemátodos de los reptiles de México. VI. descripción de dos nuevas especies Rev. Med. Trop. Parasit. Clin. Lab. La Habana VII (3) : 31-35.
- CABALLERO y C.E. 1942 Tremátodos de las ranas de la Ciénaga de Lerma, Estado de México. III. Redescrición de una forma Nortamericana de *Haematoloechus* y algunas consideraciones sobre *Glypthelmins californiensis* (Cort,1919). (I). An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Méx., 13 (1):71-79.
- CABALLERO y C. E. 1943. Tremátodos de las ranas de la Cienaga de Lerma. Edo. de México. IV. An. Inst. Biol. 13 (2) 635-640.
- CONEJO, E. 1990. Ciclo de vida de *Botrhriocephalus acheilognathi* en condiciones experimentales. Tesis Profesional E.N.E.P. Zaragoza U.N.A.M. 59 págs.
- CROFTON, H.D. 1968. Nematodes. Hutchinson University Library. London: 160 págs.
- CRUZ, R.A. 1974. Primer registro y redescrición de *Ophiotaenia racemosa* (Rudolphi, 1891) La Rue, 1911. recolectada en dos especies de colubridos de México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Méx. 45 (1) : 51-64.
- CHACON, T.A., MUNGIA P.R., IRIBE M.E. 1991. Síntesis limnológica del Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Biología

- acuática L. Sría. de Difusión Cultural Editorial Universitaria: 48 págs.
- DUGES, A. 1870 . Una nueva especie de ajolote de la laguna de Pátzcuaro. La Naturaleza 1: 241-243 In: Trabulsee E. Historia de la Ciencia en México. Siglo XXI. México. 250 págs.
- ESCH, G. W; KENNEDY, C.R; BUSH, A.O. and AHO, J.M. 1988 Patterns in helminth communities in freshwater fish in Great Britain: Alternative Strategies for colonization. Parasitol. 96: 519-532.
- ESCH, W.G., SHOSTAK, W.A., MARCOGLIESE, J.D., y GOATER, M.T. 1991. Patterns and processes in helminth parasite communities: an overview. In: Esch, G.W., Bush, O.A., Aho, M.J. 1991. Eds. Parasite Communities: Patterns and Processes. Chapman and Hall. London: 1- 19.
- ESCH, W.G; BUSH O.A., AHO. M.J. 1991. Parasite communities: Patterns and Processes, Chapman and Hall. London: 325 págs.
- ESPINOSA, H.E; GARCIA, A.I; PERESBARBOSA, R.E; GARCIA, P.L. y PEREZ, P. de L. G. 1991. Composición de la comunidad de helmintos de *Rana dunni* y *Ambystoma dumerilii* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán: 86.
- FASTZKIE, J.S. and CRITTES, J.L. 1977. A redescription of *Eustrongylides tubifex* (Nitzsch, 1819) Jägerskiöld, 1909 (Nematoda: Dioctophymatidae) from mallards (*Anas platyrhynchos*). J. Parasitol. 63 (4):707-712.
- FLORES B.L. y R. G. GROCOTT. 1953. Helmintos de la República de Panamá VIII sobre dos tremátodos del género *Ochetosoma* Braun, 1901 Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, VII (1-4) 9-14.
- GARCIA E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México. 71 págs.
- GARCIA, P.L. 1986. Estudio taxonómico de algunos cestodos de

- vertebrados de México. Tesis Profesional Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 89 págs.
- GARCIA P.L. y S.D. OSORIO., 1991. Distribución actual de *Bothriocephalus acheilognathi* en México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Méx. 62 (3): 523-526.
- GOATER, T.M., ESCH, G.W., and BUSH, A.O. 1988. Helminth parasites of Sympatric salamanders: Ecological concepts at Infracommunity, Component and compound community levels. Am. Mid. Nat. 118 (2): 289-300.
- GUILLEN H. S. 1989 Presencia de *Bothriocephalus acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae) en tres especies de peces del Lago de Pátzcuaro Michoacán. Tesis. Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 66 págs.
- GUILLEN, H.S. y SALGADO, M.G. 1991. Comunidades de helmintos parásitos de anuros de los Tuxtlas Veracruz. XI Congreso Nacional de Zoología 1991 Programa y Resúmenes. Universidad Autónoma de Yucatán. Sociedad Mexicana de Zoología. Mérida, Yucatán: 143 págs.
- HAIR, D.J. and J.C. HOLMES., 1975. The usefulness of measures of diversity niche width and niche overlap in the analysis of helminth communities in waterfowl. Warszawa 10 (23): 253-269.
- HANSKI, I. 1982. Dynamics of regional distribution: The core and satellite species hypothesis. Oikos 38 : 210-221.
- HOLMES, J.C. 1973. Site selection by parasitic helminths: interspecific interactions, site segregation, and their importance to the development of helminth communities. Can. J. Zool. 51: 333-347.
- HOLMES, C.J. and PODESTA R. 1968. The helminths of wolves and coyotes from the forested regions of Alberta. Can. J. Zool. 46: 1193-1204.
- HOLMES, J.C. y PRICE, P.W. 1986 Communities of parasites; In: Community Ecology: Patterns and Processes. Kikkawa, J. and D.J. Anderson (eds.) Blackwell Scientific Publ. London: 187-213.

- JIMENEZ, G.M.I., 1990. Helminthofauna de la "Mojarra" *Cichlasoma fenestratum* (Pisces: Cichlidae) del Lago de Catemaco Veracruz, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 84 págs.
- JIMENEZ, G.M.I. y G. SALGADO M. 1991. Comunidades de helmintos parásitos de *Cichlasoma fenestratum* (Pisces: Cichlidae) del Lago de Catemaco, Veracruz, México. XI Congreso Nacional de Zoología. Programa y Resúmenes. Universidad Autónoma de Yucatán: 143.
- JIMENEZ, G.M.I., V. LEON R. y G. SALGADO M. 1991. Helmintos parásitos de peces del Lago de Catemaco Veracruz, México, especificidad hospedatoria y estructuración de sus comunidades. XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida Yucatán. Sociedad Mexicana de Zoología. Mérida Yucatán: 143.
- KENNEDY, C.R. 1975. Ecological Animal Parasitology. Blackwell Scientific public. London: 161 págs.
- KENNEDY, C.R., A.O. BUSH and J.M. AHO. 1986. Patterns in helminth communities: Why are birds and Fish different?. J. Parasitol. 21 : 205-215.
- KENNEDY, C.R., 1991. Helminth communities in freshwater fish In: Esch et al., 1991 Helminth Communities Patterns and Process. Ed. Chapman and Hall. London. 335 págs.
- KREBS, J.CH., 1985 Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. 2a Edición. Harla. New York. 753 págs.
- KREBS, J.CH. 1988. Fortran programs for ecological methodology. University of British Columbia, Canada: 156 págs.
- LAMOTHE, A.R. Y L. G. PEREZ-PONCE. 1986. Hallazgo de *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomatidae) en *Egretta thula* en México An. Inst. Biol. 57. (2) 235-246.
- LANG, B.Z. 1968 The cycle of life of *Cephalogonimus americanus* Stafford 1902 (Trematoda:Cephalogonimidae). J. Parasitol. 54:945-949.
- LEON, R. V. 1990. Contribución al estudio de la helmintofauna

- de vertebrados acuáticos de San Pedro Tlaltizapan, Edo. de México. Tesis UNAM. México: 85 págs.
- MACIAS, P.N. 1963. Céstodos de vertebrados. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 81 págs.
- MAGURRAN, E.A. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press. New York. 179 págs.
- MARGOLIS, L., G.W. ESCH, J.C. HOLMES, A.M. KURIS and G.A. SCHAD. 1982. The use ecological terms in parasitology (report of an adhoc committee of the American Society of Parasitologist). J. Parasitol. 68 (1): 131-133.
- McNAUGHTON S.J. y WOLF L.L. 1984. Ecología General. Ediciones Omega Barcelona. 713 págs.
- MEAD, R.W y OLSEN, O.W. 1971. the life cycle and development of *Ophiotaenia filaroides* (La Rue, 1909) (Proteocephala: Proteocephalidae). J. Parasitol. 41 (4):869-874.
- MEJIA-MADRID. H; 1987 . Helmintofauna del "tiro" *Codea atripinis* Jordan, 1880 en el Lago de Pátzcuaro, Mich. Algunas consideraciones ecológicas de las poblaciones de helmintos en sus hospederos. Tesis profesional. Fac. Ciencias, U.N.A.M: 95 págs.
- MILLER, J.H. 1953 . Studies on the life history of *Posthodiplostomum minimum* (MacCallum,1921). J. Parasitol. 40:255-270.
- MUZZALL, P.M. 1991. a) Helminth Infracommunities of the newt, *Nothophthalmus viridescens*, from Turkey Marsh, Michigan, J. Parasitol. 77 (1). 87-91.
- MUZZALL, P.M. 1991. b) Helminth infracommunities of the frogs *Rana catesbeiana* y *R. clamitans* from Turkey Marsh, Michigan. J. Parasitol. 77 (3):366-371.
- MUZZALL, P.M. and SCHINDERLE, B.D. 1992. Helminths of the salamanders *Ambystoma t. tigrinum* and *Ambystoma laterale* (Caudata: Ambystomatidae) from Southern Michigan. J. Helminthol. Soc. Wash. 52 (2), 201-205.
- OSORIO, D; PEREZ-PONCE DE LEON, G; SALGADO, G. 1986 . Helmintos de peces del Lago de Pátzcuaro, Michoacán I:

- Helmintos de *Chirostoma* estar el "Pescado blanco".
Taxonomía. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton. Méx. 57 Ser.
Zool. (2): 61-92.
- PARRA, R.L.G. 1983. Estudios de algunos monogéneos y tremátodos
parásitos de réptiles de México. Tesis Profesional. Fac.
Ciencias. U.N.A.M.: 141 págs.
- PEET, R.K. 1974. The measurement of species diversity. Annual
Rev. Ecology and Systematics. 5: 285-307.
- PERESBARBOSA, R.E. 1992. Estructura de la comunidad de helmintos
en tres especies de godeidos (Pisces: Goodeidae) del Lago
de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Profesional.
Facultad de Ciencias. U.N.A.M. 95 págs.
- PEREZ-PONCE DE LEON, G. 1986. *Posthodiplostomum minimum* (Mac
Callum, 1921) Dubois, 1936 (Trematoda: Diplostomidae) en el
"pescado blanco" *Chirostoma* *estors* del Lago de Pátzcuaro,
Mich. México. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. U.N.A.M.
111 págs.
- PEREZ-PONCE DE LEON G. 1992. Sistemática del género
Posthodiplustomum Dubois, 1936 y algunos aspectos
epizootiológicos de la postodiplostomiasis en el lago de
Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis Doctorado. Facultad de
Ciencias U.N.A.M.: 181 págs.
- PETROCHENKO, V.I., 1958. Acantocéphala of domestic and wild
animals. Vol. I-II. Acad. Sci. U.S.S.R., Moscow. Trans to
eng. Israel Program for Scientific Translations;
Jerusalem, 1971. Vol. I: 456 págs.
- PIELOU, E.C.; 1975. Ecological diversity. J. Wiley and sons, New
York. 165 págs.
- PORTER, K.R. 1972. Herpetology. W. R. Saunders, Co;
Philadelphia: 524 Págs.
- PRUDHOE, S. and BRAY, R.A. 1982. Plathelminth parasites of the
amphibia. British Museum (Natural History) Oxford
University Press. New York. 135 págs.
- PULIDO, F.G. 1992. Helmintos de *Rana dunni* Zweifel, 1957;
especies endémica del Lago de Pátzcuaro, Mich, México.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM: 72 págs.
- RAMIREZ, C.L.P. 1987. Helmintofauna de la "Lobina", *Micropterus salmoides* Lacepede, en el Lago de Pátzcuaro Mich. Tesis Profesional E.N.E.P. Iztacala U.N.A.M.:102 págs.
- RAMOS, R.P. 1989. Estado Taxonómico de algunos tremátodos de vertebrados de la presa Presidente Miguel Alemán en Temazcal, Oaxaca, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M. 112 págs.
- RAMOS, R.P., GARCIA, P.L. y PEREZ PONCE DE LEON G. 1991. Helmintofauna de la "garza blanca" *Egretta thula* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Resúmenes. XI Congreso Nacional de Zoología. Mérida, Yucatán, México.
- ROSAS, M.M. 1976. Datos biológicos de la ictiofauna del Lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Memorias del simposio sobre pesquerías en aguas continentales: 294-365.
- SALGADO, M.G.; 1980. Acantocéfalos de aves I. Sobre la morfología de *Arhythmorhynchus brevis* Van Cleave, 1916 (Acanthocephala: Polymorphidae). An. Inst. Biol. Univ. Nal. Auton Méx. Ser. Zool. 51(1):85-94.
- SALGADO, M.G. y OSORIO, S.D. 1987. Helmintos de algunos peces del Lago de Pátzcuaro. Ciencia y Desarrollo. 74: 41-57.
- SALGADO M. G. 1991. Riqueza numérica de especies de helmintos parásitos de *Cichlasoma urophthalmus* en Yucatán y comparación con comunidades de helmintos de peces de latitudes templadas. XI Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología. Mérida, Yucatán: 143 págs.
- SCHMIDT, G.D. 1986. Handbook of tapeworm Identification. CRC Press, Boca Ratón, Florida: 675 págs.
- SMITH, H.M. and TAYLOR, E.H. 1966. Herpetology of México. Edit. Eric Lunderberg Ashton, Maryland: 108 págs.
- SPALL, D.R. and SUMMERFELT, C.R. 1970. life cycle of the white grub *Posthodiplostomum minimum* (Mac Callum, 1921) (Trematoda: Diplostomatidae) and observations on host-parasite relationships of the metacercaria in fish.

- In: Snieszko, S.F.(Ed.) A symposium on diseases of fishes and shellfishes. Spec. Publ. Am. Fish. Soc. 5: 218-230.230.
- SMYTH J., D. and M.M. SMYTH. 1980 . Frog as host Parasite systems I. The Mac.Millan Press LTD. Hong Kong. 112 págs.
- STEEL, D.G.R. y TORRIE, H.J. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. Mc. Graw Hill. México: 622 págs.
- STOCK, T.M. and J.C. HOLMES. 1987. Host specificity and exchange on intestinal helminths among four species of grebes (Podicipedidae). Can. J. Zool. 65: 669-676.
- TUCKEY, J.W. 1977. Exploratory data Analisis. Aderson Wesley R.B. Co. Massachussets. 688 págs.
- VIDAL, M.V.M. 1988. Caracterización de la infracomunidad de helmintos del tubo digestivo de *Cichlasoma urophthalmus* Gunther, 1863 (Pisces: Cichlidae) en el estero de Celestún, Yucatán. Tesis Profesional Facultad de Ciencias U.N.A.M.: 90 págs.
- VIDAL, M.V.M. 1990. Comunidades de helmintos intestinales de *Cichlasoma uopthalmus* (Günther, 1862) Patrones de distribución en algunas localidades del Sureste de México. Tesis Maestría. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N. Mérida, Yucatán: 151 págs.
- VILCHIS DEL OLMO, R. 1985. Contribución al conocimiento de helmintos endoparásitos del pescado blanco, *Chirostoma estor*, del Lago de Pázcuaro Mich. Tesis Profesional Fac. Ciencias. U.N.A.M., México:87 págs.
- WHITFIELD, P.J. 1979. The biology of parasitism. Ed. Edward Arnold. London. 277 págs.
- YAMAGUTI, S. 1959. Systema Helminthum: Céstodos (II). Interscience Publishers, Inc. New York: 860 págs.
- YAMAGUTI, S 1961. Systema Helminthum: Nematodes. Vol III. Interscience Publishers, Inc. Ney York: 1261 págs.
- YAMAGUTI. S. 1971. Synopsis of digenetic trematodes of vertebrates. (I) Keikagu Publishing Company, Tokio. 348-351 págs.
- YAMAGUTI. S. 1971 . Synopsis of digenetic trematodes of

- vertebrates. (II) Keikagu Publishing Company, Tokio. 160-161 págs.
- YAMAGUTI, S. 1975. A synoptical review of life histories of digenetic trematodes of vertebrates. Keigaku Publishing Co. Tokyo. 1261 págs.
- ZAR, J.H. 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, New York: 620 págs.
- ZWEIFEL, G. R. 1957. A new frog of the genus Rana from Michoacán, México. Copeia. 2 : 78-83.