



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL

ÁREA: FAUNA SILVESTRE Y ANIMALES DE LABORATORIO

TESIS

“COMUNIDADES DE PARÁSITOS DE TRES ESPECIES DE ANFIBIOS DEL ORDEN ANURA DE CHAMELA CUIXMALA, JALISCO”

PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

PRESENTA

MÓNICA JACINTO MALDONADO

TUTOR: GERARDO SUZÁN AZPIRI FMVZ-UNAM

COMITÉ TUTORAL: ANDRÉS GARCÍA AGUAYO IB UNAM

GUILLERMO SALGADO MALDONADO IB UNAM



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

AGRADECIMIENTOS INTITUCIONALES

Al Posgrado en Ciencias de la Salud y la Producción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por brindar la Maestría en ciencias Biológicas de la Salud y la Producción Animal.

Al consejo Nacional de Ciencia y tecnología (CONACyT-México), por otorgar la beca de estudios en maestría.

Al Comité Tutorial: Dr. Gerardo Suzán Azpiri, Dr. Guillermo Salgado Maldonado y Dr. Andrés García Aguayo, con quienes satisfactoriamente logramos integrar un equipo multidisciplinario, muchas gracias por sus acertados comentarios y enseñanzas.

Al Dr. Ricardo Paredes León, por permitirme trabajar en la Colección de Acarología, capacitarme y por la colaboración de los escritos que surgieron a partir de este proyecto.

A mis Padres:

Dolores Maldonado Aguilar

José Antonio Jacinto López

*Por enseñarme a trabajar,
por amarme incondicionalmente
y por darme la vida.*

A mi hermano:

Julio Alberto Jacinto Maldonado

*Por ser mi fortaleza y fuerza cuando lo he necesitado
por impulsarme a luchar por lo que quiero siempre.*

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mi tutor Gerardo Suzán Azpiri por aceptarme como asesorada, por la transmisión de sus conocimientos, por dedicar un tiempo para mi proyecto, por el apoyo y la motivación constante. Por atreverse a dirigir a una gran cantidad de alumnos en temas tan importantes y tan poco estudiados en México.

A mi tutor Guillermo Salgado Maldonado por aceptar ser su alumna, por estar al pendiente en todos los detalles, por apoyarme y orientarme personal y profesionalmente, por el entrenamiento en el Laboratorio de Helminología, Instituto de Biología, UNAM.

A mi tutor Andrés García Aguayo por la dedicación al proyecto, por su atención y disponibilidad para trabajar, por aceptar ser mi tutor.

Al sínodo revisor de este trabajo: Dr. Gerardo Suzán, Dr. Ricardo Paredes León, Dra. Evanguelina Romero Callejas, Dr. Tiziano Santos Morin, Dr. Juan Pablo Martínez Labat por la revisión, comentarios y críticas que mejoraron el manuscrito.

Al Dr. Juan Manuel Caspeta Mandijano (Lab. Parasitología, UAEM) y al MC. Jorge Luis Peralta Rodríguez por su valioso tiempo y colaboración en la identificación de los nematodos.

A mis compañeros y amigos del grupo de ecología de enfermedades por todo el apoyo, los comentarios y el fomento al trabajo en equipo, gracias!!

A mi familia no consanguínea (Ivette, Miriam, Daniel, Emmanuel, Adolfo, Arturo y Marti).

A mis papás y hermano por el apoyo y cariño incondicional.

A mis abuelos (Agustina, Ernestina, Esteban y Agustín) tíos (Martina, Carmen, Cande, José, Guillermo, Leti y Lourdes) y primos (Tania, Montse, Juan, Rosita, Ricardo, Vanessa y Jaz).

ÍNDICE

I	ABSTRACT	I
II	RESUMEN	II
1	INTRODUCCIÓN	1
2	HIPÓTESIS	5
3	OBJETIVOS	6
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	6
3.2	OBJETIVOS PARTICULARES.....	6
4	MATERIAL Y MÉTODOS	7
4.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	7
4.2	CLASIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.....	8
4.3	CAPTURA DE ANFIBIOS.....	8
4.4	EXAMEN MORFOMÉTRICO.....	9
4.5	EXAMINACIÓN EXTERNA.....	9
4.6	MÉTODO DE EUTANASIA.....	10
4.7	PROCESAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE ÁCAROS.....	10
4.8	EXAMEN INTERNA.....	11
4.8.1	Fijación y conservación de los ejemplares.....	11
4.8.2	Procesamiento e identificación de las especies de helmintos.....	11
4.9	ANÁLISIS DE DATOS.....	12
4.9.1	ANÁLISIS DE LAS POBLACIONES.....	12
4.9.1.1	Descripción de las poblaciones de parásitos.....	12
4.9.1.2	Especies raras y comunes.....	12
4.9.2	COMUNIDADES DE PARÁSITOS.....	12
4.9.2.1	Estudio a nivel componente de comunidad.....	12
4.9.2.2	Curvas de acumulación de especies.....	13
4.9.2.3	Estimadores no paramétricos de riqueza.....	14
4.9.2.4	Análisis de distribución de abundancias de las especies de parásitos ..	15
4.9.2.5	Diversidad y equidad.....	15
4.9.2.6	Medida de diversidad de Whittaker.....	17
4.9.2.7	Estudio a nivel de infracomunidad.....	17
5	RESULTADOS	17
5.1	ANÁLISIS DE POBLACIONES.....	17
5.1.1	Descripción de las poblaciones de parásitos.....	17
5.1.2	Especies raras y comunes.....	18
5.2	COMUNIDADES DE PARÁSITOS.....	19
5.2.1	Riqueza.....	19
5.2.2	Estimadores no paramétrico de riqueza.....	20
5.2.3	Análisis de distribución de abundancias de las especies de parásitos ..	21
5.2.4	Medida de diversidad de Whittaker.....	21
5.2.5	Diversidad y equidad.....	21
5.2.6	Similitud.....	23
6	DISCUSIÓN	24

6	DISCUSIÓN	24
7	CONCLUSION	32
8	ÍNDICE DE CUADROS	33
	Cuadro 1 Prevalencia y abundancia de parásitos de 3 especies de anuros recolectados en tres sitios de muestreo en Chamela, Jalisco, México.....	33
	Cuadro 2 Riqueza de especies, y parámetros del modelo de Clench.....	33
	Cuadro 3 Riqueza de especies de helmintos con relación a la talla y peso promedio de sus hospederos.....	34
	Cuadro 4 Parásitos de <i>Gastrophysa usta</i> en la Estación de BCCJ.....	34
	Cuadro 5 Parásitos de <i>Incilius marmoreus</i> en la Estación de BCCJ.....	34
	Cuadro 6 Parásitos de <i>Leptodactylus melanonotus</i> Río Cuixmala.....	35
	Cuadro 7 Parásitos de <i>Leptodactylus melanonotus</i> Arroyo Chamela.....	35
9	ÍNDICE DE FIGURAS	36
	Figura 1. Sitios de muestreo (Google earth).....	36
	Figura 2. Sitios de muestreo (Arc view).....	37
	Figura 3. Especies raras y abundantes en las comunidades de parásitos	38
	Figura 4. Curvas acumulativas de especies por sitio de muestreo.....	39
	Figura 5. Riqueza de especies de parásitos	40
	Figura 6. Curvas de Whittaker o de rango-abundancias.....	41
	Figura 7. Índices de Diversidad Shannon y Simpson de las comunidades de parásitos.....	42
	Figura 8. Índice de Diversidad Simpson y valores de Equidad de las comunidades de las comunidades de parásitos.....	43
	Figura 9. Similitud cualitativa entre el coeficiente de Jaccard y las comunidades de parásitos.....	44
10	LITERATURA CITADA	45
11	ANEXOS	
11.1	DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE ANFIBIOS ESTUDIADAS.....	55

ABSTRACT

Mexico is a country with a great richness and endemism of amphibians; however, in recent decades there has been a dramatic reduction in their populations. The study of parasite communities has been used as a biological indicator of ecosystem. Recently studies mentioned that anthropogenic activity may influence the natural changes in transmission dynamics of different parasite species. There are many links between anthropogenic disturbance and the emergence of particular parasites causing amphibian morbidity and mortality. Moreover, few studies to date have examined the parasite communities of amphibians inhabiting disturbed environments. To obtain information about amphibian populations in relation to their parasites in different habitats in Chamela-Cuixmala México, we chose two sites designed as disturbed and one as preserved. In those sites we studied three species of amphibians abundant in the area. We analyzed the characteristics of richness of parasite communities and changes in the taxonomic composition of diversity, heterogeneity and degree of similarity between communities. Of 80 amphibians captured 2563 parasites were collected (484 in *Leptodactylus melanonotus*, 1636 in *Incilius marmoratus* y 443 in *Gastrophryne usta*), of which belong to six species of parasites of 6 families and 6 genera. Showed parasite's community of *L. melanonotus* in Cuixmala River (disturbed site) was comparatively more diverse with to the other locations studied. In addition, all communities were dominated by two generalist species (*Cosmocerca podicipinus* y *Oswaldocruzia* sp.). This research also presents an inventory of parasites of amphibian's species listed above which were obtained 7 new records for host: *Contracaecum* sp. in *L. melanonotus*, *Cosmocerca podicipinus*, *Parapharyngodon* sp. and *Oswaldocruzia* sp. in *I. marmoratus*, *Cosmocerca podicipinus* and *Oswaldocruzia* sp. in *G. usta* and the mite, *Hannemania hylae* in *I. marmoratus*. The similarity analysis of our data suggested that parasite communities of anurans studied are structured by phylogenetic and ecological factors. Generally, less diversity has been reported in disturbed sites but we found the higher diversity in disturbed sites. Finally, we recommend studies that include a larger number of biotic and abiotic variables for host-parasite interactions as normally occurs in the ecosystem and thereby propose strategies for the protection and conservation of amphibians.

Keywords: amphibian, parasitic helminth, biodiversity, communities, richness, similarity.

RESUMEN

México es un país con una gran riqueza y endemismo de anfibios, sin embargo, en las últimas décadas se han reducido dramáticamente sus poblaciones. El estudio de las interacciones anfibio-parásitos puede brindar información relevante tanto para la conservación de anfibios como para el estudio de perturbaciones humanas en ambientes naturales, se sabe que en sitios perturbados la diversidad de especies es menor y se ha reportado que las comunidades de parásitos pueden ser indicadores biológicos de ecosistemas. En la región de Chamela-Cuixmala Jalisco el conocimiento de las interacciones anfibio-parásitos es escasa, por lo que el objetivo de este estudio fue obtener información sobre las comunidades de parásitos de anfibios habitantes de áreas conservadas y perturbadas en esta región. Se estudiaron parámetros comunitarios (riqueza, diversidad, heterogeneidad y similitud) de parásitos de 3 especies de anfibios abundantes de la región (*Incilius marmoreus*, *Gastrophryne usta* y *Leptodactylus melanonotus*). De un total de 80 anfibios capturados, se recolectaron 2563 parásitos los cuales pertenecen a 6 especies de 6 géneros y 6 familias. Se obtuvieron 7 nuevos registros por hospedero: *Contracaecum* sp. en *L. melanonotus*, *Cosmocerca podicipinus*, *Parapharyngodon* sp. y *Oswaldocruzia* sp. en *I. marmoreus*, *C. podicipinus* y *O.* sp. en *G.usta* y el ácaro, *Hannemania hylae* en *I. marmoreus*. Las comunidades se encontraban dominadas por dos especies parásitas generalistas (*C.podicipinus* y *Oswaldocruzia* sp.). La comunidad de parásitos de *L. melanonotus* en el Río Cuixmala (sitio perturbado) fue comparativamente más diversa con respecto a las otras localidades estudiadas. Este patrón se ha observado en pocos estudios, lo que puede ser debido a que no existen muchas investigaciones que contemplen las características de perturbación del hábitat. El análisis de similitud de nuestros datos sugirió que las comunidades de helmintos de los anuros estudiados se estructuran mediante factores filogenéticos y ecológicos. Para confirmar lo anterior, sugerimos en futuros estudios aumentar el número de sitios estudiados con el fin de entender mejor las diferencias de parasitismo entre ambientes conservados y perturbados.

Palabras clave: anfibio, parásito, helminto, biodiversidad, comunidades, riqueza, similitud.

1. INTRODUCCIÓN

La riqueza de especies de anfibios en México es una de las más importantes a nivel mundial, consiste en 361 especies que representan aproximadamente el 10% del total registrado en el planeta (García, 2006; Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006). El endemismo de anfibios en el país es alto y alcanza el 60%. De estas especies el 80% presentan rangos geográficos de distribución reducidos (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006; Ceballos et al., 2009) por lo anterior su conservación en México es una prioridad.

La distribución de las especies de anfibios en México no es homogénea y las tierras del Pacífico Mexicano y valles adyacentes están entre las zonas más ricas del país, en las que se registra aproximadamente el 30% de la diversidad nacional de este grupo (Flores-Villela y Goyenechea, 2003; García, 2006), así como de las especies de vertebrados terrestres en general (Ceballos y García, 1995). El Bosque Tropical Caducifolio (BTC) es el principal tipo de vegetación en estas áreas, sin embargo se considera entre los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico, debido a las altas tasas de deforestación, fragmentación y transformación del hábitat (Janzen, 1988).

En México, donde se concentra la mayor superficie de BTC, la situación de conservación de este bioma es crítica; ya que la superficie que lo cubría originalmente se ha reducido en más de un 70% registrando la segunda tasa más alta de deforestación anual en el país (Trejo-Vázquez y Dirzo, 2000; García, 2006). Por lo tanto, proteger el BTC y su diversidad asociada debe ser prioritario.

En la actualidad existe una creciente preocupación con respecto al estado de conservación de las poblaciones de anfibios a nivel mundial. En este grupo de vertebrados la disminución global de las poblaciones ha sido un fenómeno de gran interés, debido a que en las dos últimas décadas se han reducido más del 40%; en muchos casos sin razón aparente (Stuart et al., 2004; Corey y Waite, 2008). Entre los factores propuestos como responsables de esta declinación se incluye la destrucción y perturbación del hábitat, la sobreexplotación, el uso de pesticidas, la contaminación, la introducción de especies exóticas, la radiación ultravioleta, el surgimiento de enfermedades, el cambio climático y la filogenia (Blaustein et al., 1990; Kiesecker et al., 2001; Stuart et al., 2004; Corey y Waite, 2008).

Algunos factores pueden actuar sinérgicamente, por ejemplo, el cambio climático el cual ha provocado marcadas fluctuaciones en el ambiente y estas se han ligado, al surgimiento de enfermedades en los anfibios. La principal enfermedad emergente en anfibios asociada

a dichos factores ha sido la Quitridiomycosis causada por un hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd), sin embargo, a pesar de las altas mortalidades que se le han atribuido a éste, existen investigaciones que sustentan que no todas las declinaciones en anfibios son explicadas por dicho agente.

Diversas investigaciones argumentan que en lugares perturbados donde hay destrucción o perturbación del hábitat por diferentes factores como degradación, fragmentación, aplicación de pesticidas o de fertilizantes; la riqueza de especies de anfibios es menor comparativamente con hábitats conservados o inalterados (Findlay y Houlahan 1997; Semlitsch 2000; Hecnar 1995; Bridges y Semlitsch 2000; Davidson et al. 2001).

La crisis de la pérdida de biodiversidad actual ha llegado al punto en que muchas especies de organismos se ven amenazadas o llegan a extinguirse sin que se pueda detectar su presencia, y mucho menos estudiar su biología o proponer estrategias para su protección y manejo; siendo los parásitos, agentes clave en esta crisis (Daszak et al., 2000; Epstein et al., 2003), ya que al estudiar a los parásitos podemos obtener información acerca de los hospederos. Cada especie de vida libre alberga, al menos, una especie de parásito, es decir, más del 50% de las especies del mundo son parásitas (Price, 1980).

Por otra parte, la mayoría de las especies de parásitos, son altamente dispersadas por especies dominantes de hospederos (invasivas y generalistas); siendo estos, densodependientes. Es decir, a mayor densidad de hospederos mayor probabilidad de transmisión y de infección a otros individuos (Suzán y Ceballos, 2005; Suzán et al., 2008).

Los patrones de diversidad de las especies de hospederos y de sus parásitos han sido documentados en diferentes estudios y se ha observado que suelen coincidir, encontrándose que en las zonas con mayor diversidad de especies hospederas también se encuentran las zonas de mayor diversidad de parásitos (Guernier et al., 2004).

Las comunidades de parásitos han sido utilizadas como indicador biológico, ya que los cambios en el ambiente están asociados, por lo general, a la riqueza de las especies que conforman dichas comunidades. Al disminuir la cantidad de hospederos, disminuye la riqueza y abundancia de las comunidades de parásitos afectando negativamente su tasa de transmisión o algún estadio de su desarrollo (Marcogliese, 2004, 2005).

El estudio de las relaciones evolutivas y ecológicas de los parásitos y de sus hospederos puede tener implicaciones en la restauración de los ecosistemas y en la preservación de la biodiversidad por diversos factores, como lo son la complejidad en sus ciclos de vida, la especificidad que tienen por algún hospedero, la influencia en el comportamiento, en el

crecimiento, en las tasas de reproducción, en las fluctuaciones de las poblaciones y en la estructura de la comunidad (Albon et al., 2002; Holmstead et al., 2005; Marcogliese, 2005; Hudson et al., 2006).

La información sobre la relación de los parásitos con sus hospederos, puede contribuir a determinar el grado de perturbación de los ecosistemas, como se ha presentado al encontrar en las comunidades nativas de anfibios, parásitos introducidos por especies de anfibios no nativos, lo cual ha llegado a provocar el desplazamiento de las especies nativas de parásitos o como el caso del hongo Bd el cual se piensa que fue introducido y al cual se le han atribuido mortalidades masivas, lo anterior convierte a algunos de estos sistemas parásito-hospedero en “centinelas” de las condiciones ambientales (Brooks et al., 2001; Hudson et al., 2006).

Por estas razones es de fundamental importancia la elaboración de inventarios de las especies de parásitos. El estudio de la relación diversidad hospedero-parásito es escaso en anfibios y mucho más en comunidades del Bosque Tropical Caducifolio.

En México la biodiversidad de parásitos es poco conocida, especialmente en anuros silvestres, ya que de estos, sólo se han estudiado 51 de las 361 especies presentes en el país, y se han registrado 151 especies de helmintos y 51 de ácaros (Paredes-León et al., 2008).

Considerando la gran riqueza y endemismo del bosque tropical caducifolio mexicano, a las especies de anfibios que habitan en él, a los graves problemas de conservación que enfrentan (entre otras causas por efectos del cambio climático y la perturbación del hábitat), a la importancia que tiene el estudio de los parásitos y a que en México no existe un análisis que contemple dichos aspectos, el objetivo de la presente investigación fue describir la diversidad de parásitos de los anuros: *Gastrophryne usta* (sapo huasteco boca angosta), *Leptodactylus melanonotus* (rana del sabinal) e *Incilius marmoreus* (bufo marmoreus) en sitios de muestreo conservados y perturbados en el BTC de Chamela-Cuixmala, Jalisco, con el propósito de contribuir al reconocimiento de la biodiversidad de parásitos presentes en las poblaciones de anfibios de México.

JUSTIFICACIÓN

Diversas investigaciones sustentan que en zonas perturbadas donde habitan anfibios, se presenta una menor diversidad de parásitos que en sitios conservados, y además se ha demostrado que en zonas con menor diversidad de especies presentan una menor diversidad de parásitos (Findlay y Houlihan 1997; Semlitsch 2000; Hecnar 1995; Bridges y Semlitsch 2000; Davidson et al. 2001; Guernier et al., 2004). Para obtener información al respecto esta investigación se desarrolló en Chamela-Cuixmala estudiando los parásitos de tres de las especies de anfibios más abundantes, en el área (*Gastrophryne usta*, *Leptodactylus melanonotus* e *Incilius marmoratus*) de las cuales hay muy pocos estudios en torno a sus parásitos.

Es oportuno generar información científica que contribuya a la conservación de las especies de anfibios de México, considerando la importancia que tienen a nivel mundial, al gran endemismo que existe en México, a que el bosque tropical caducifolio es un bioma fuertemente amenazado y que concentra la mayor proporción de anfibios.

El estudio y la comparación de las comunidades de parásitos, nos permitirá entender los patrones de distribución, riqueza, similitud y diversidad de las tres especies de anuros estudiados en Chamela, Cuixmala, Jalisco, mediante índices de diversidad y equidad, estimadores no paramétricos de riqueza, análisis de similitud, prevalencia, abundancia, y curvas acumulativas de especies.

2. HIPÓTESIS

- Las perturbaciones ambientales constituyen una de las principales causas de pérdida de biodiversidad. Esperamos que las comunidades de parásitos de anfibios que habitan en zonas perturbadas exhiban menor diversidad (riqueza de especies, equidad, y alta dominancia) comparativamente con las comunidades de anfibios de sitios conservados.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Describir la diversidad de parásitos en los anfibios *Gastrophryne usta*, *Leptodactylus melanonotus* e *Incilius marmoreus* en sitios de muestreo conservados y perturbados en el bosque tropical caducifolio de la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, en Jalisco.

3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir las comunidades de parásitos de *Gastrophryne usta*, *Leptodactylus melanonotus* e *Incilius marmoreus* en sitios de la Reserva de la biosfera de Chamela-Cuixmala, en Jalisco.
- Examinar las características de riqueza, diversidad, similitud y recambio de especies de las comunidades de parásitos de *Gastrophryne usta*, *Leptodactylus melanonotus* e *Incilius marmoreus*.
- Comparar las comunidades de parásitos de *Gastrophryne usta*, *Leptodactylus melanonotus* e *Incilius marmoreus* entre sitios de muestreo conservados y perturbados.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala (RBCH-C) ubicada en la costa de Jalisco. Tiene una extensión aproximada de 13,142 ha con Selva Baja Caducifolia como su vegetación dominante. Fue creada por decreto presidencial en diciembre de 1993. La Reserva tiene un total de 13,142 hectáreas.

Se localiza en la porción costera del Municipio de La Huerta en el estado de Jalisco, entre el margen norte del Río Cuixmala y el extremo sur del Arroyo Chamela (en el polígono comprendido entre los 19° 25'N y 104° 57'O hasta 19° 40'N y 105° 13'O). La altitud va de los 0 a los 500 msnm. El paisaje general está dominado por lomeríos bajos y pequeños valles cubiertos por bosque tropical caducifolio y vegetación de arroyo respectivamente.

El clima de acuerdo a la clasificación de Köppen, es cálido subhúmedo, con una larga temporada seca, con una temperatura media anual de 24.6 °C (período 1978-2000). El promedio anual de la temperatura máxima es de 30°C con una oscilación mensual de 3 °C. El promedio de la temperatura mínima anual es de 19.5 °C con una oscilación mensual de 6.8 °C. La precipitación media anual es de 788 mm (1977-2000) (García-Oliva *et al.*, 1995). El 85% de la precipitación anual ocurre entre julio y octubre. Se presentan cuatro estaciones: la primavera seca que abarca parte de marzo hasta mayo, el inicio de lluvias que ocurre entre junio y julio, la época de lluvias propiamente dicha desde agosto hasta octubre y por último, la temporada de invierno que incluye de noviembre hasta parte de marzo (García- Oliva *et al.*, 2002).

El bosque tropical caducifolio presenta una fauna muy abundante que incluye el 33% de las especies de vertebrados conocidos en México. De las 796 especies endémicas de México, el 31% se encuentran en este bioma y el 11% se distribuyen exclusivamente en este bosque (Ceballos y García, 1995). La fauna de anfibios de la estación de biología

Chamela está constituida por 19 especies, 12 géneros y 5 familias, lo que representa el 6.6% de anfibios registrados para México. (Ramírez-Bautista y García, 2002). Esta región es considerada por la CONABIO como una región terrestre prioritaria (No. 63 Chamela-Cabo Corrientes).

4.2 CLASIFICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO

Se clasificó a los sitios de muestreo denominados como PERTURBADOS (Arroyo Chamela y Río Cuixmala) cuando presentaban algún tipo de perturbación antropogénica (cultivos, casas, espacios frecuentados por animales domésticos o ganado) y en los que se encontraba una vegetación alrededor del cuerpo de agua menor al 40% del total de la superficie dentro de un perímetro de 200 metros a la redonda y se consideró CONSERVADOS (Dentro de la Estación de Biología Chamela-Cuixmala Jalisco) a los sitios que no presentaron perturbaciones antropogénicas y donde la vegetación alrededor del cuerpo de agua fue mayor al 40% de la superficie total. Los valores para calcular dicho porcentaje se calcularon con apoyo de imágenes satelitales y del programa computacional Google Earth Pro.

4.3 CAPTURA DE ANFIBIOS

El trabajo de campo se realizó del 7 al 11 de septiembre de 2012, la estimación para el tamaño de muestra se basó en Thrusfield (2007), se recolectaron y examinaron 80 anfibios de 3 especies: *Gastrophryne usta* (Cope, 1866), *Incilius marmoreus* (Wiegmann, 1833) y *Leptodactylus melanonotus* (Hallowell, 1861), de 3 localidades: la primera sobre el curso del Arroyo Chamela (19°31'38.6"N, 105° 04'11.8"O), la segunda sobre el curso del Río Cuixmala (19°24'39"N, 104°57'32.8"O) y la tercera dentro de la Estación de Biología Chamela (19° 29'49"N y 105° 02'26"O) (Figuras 1 y 2).

Los especímenes se recolectaron según lo establecido en el apartado 5.5 de la norma oficial mexicana NOM-126-SEMARNAT-2000, bajo el amparo del permiso de colector científico SEMARNAT-FAUT0056 a nombre de Gerardo Suzán Azpiri.

La colecta de anfibios se realizó durante las noches (21 p.m.- 2 a.m.) mediante captura manual y con el uso de redes de malla grande, en los sitios seleccionados. Los anfibios capturados se transportaron al laboratorio individualmente, dentro de recipientes (tipo tupper, del doble del tamaño del anfibio), humedecidos y con pequeños orificios que permitieron cierta aireación. El examen parasitológico se realizó entre 2 y 8 horas posteriores a su captura (más adelante se describe detalladamente el procedimiento).

4.4 EXAMEN MORFOMÉTRICO

Previo al examen parasitológico se tomaron datos biométricos de cada hospedero: longitud hocico-cloaca, largo miembro pélvico derecho, peso y se sexaron por inspección de las gónadas durante la disección.

4.5 EXAMINACIÓN EXTERNA (Extracción de ácaros)

Para el examen externo de los hospederos se utilizó un microscopio estereoscópico y se inspeccionó todo cuerpo del anfibio incluyendo la unión entre articulaciones, miembros torácicos, pélvicos, falanges, superficie dorsal y ventral. Cuando el anfibio presentó ácaros éstos fueron recolectados por disección microscópica de la parte afectada, cuando fue necesario se incidió en la piel para extraer a los parásitos que se encontraban alojados en la epidermis, se retiró al ácaro con agujas y pinzas de disección para no perder las estructuras de importancia taxonómica del parásito. Posteriormente los ácaros se colocaron en un vial con alcohol al 95% y en ese medio fueron transportados a la Colección Nacional de ácaros para su posterior identificación.

4.6 MÉTODO DE EUTANASIA (Sacrificio)

Los individuos se anestesiaron con Tricaína metanesulfurato (MS222) 10 g/L agua anestésico de elección en anfibios (Hadfield y Whitaker, 2005) o con Ketamina y Xilacina a 50 y 5 mg/Kg IM respectivamente, una vez insensibilizados se procedió a su eutanasia mediante una sobredosis intracerebral de pentobarbital sódico (50 mL/Kg de peso).

Cabe señalar que este método de eutanasia (sacrificio) está calificado con un puntaje de 4 de un máximo de 5, para los métodos más humanitarios para el sacrificio de anfibios, según la Federación de Universidades para el Bienestar Animal (UFAW) y la Sociedad Internacional Protectora de Animales (WSPA) (Close et. al., 1997).

4.7 EXAMINACIÓN INTERNA (Extracción de helmintos)

El examen interno se realizó bajo microscopio estereoscópico. Cada hospedero se disectó iniciando por una incisión en línea media, sus órganos internos se separaron en cajas de Petri con solución salina al 0.65%, se mantuvieron humedecidos hasta el momento de su inspección, el intestino se examinó desgarrándolo con ayuda de agujas de disección; en tanto que el hígado, corazón, pulmones, riñones, vejiga y bazo se examinaron comprimiéndolos entre dos vidrios de tamaño apropiado para la visualización de los parásitos. La presente investigación no contempló el estudio de hemoparásitos. La manipulación y extracción de los helmintos se realizó con pinces finos (número 000).

4.7.1 Fijación y conservación de los ejemplares

Los helmintos recolectados se separaron por hábitat (según el órgano donde se encontraron), colocándolos en cajas de petri con solución salina 0.65% para su observación y posterior fijación (Lamothe-Argumedo, 1997; Salgado-Maldonado, 2009). Los trematodos fueron colocados en viales con alcohol etílico al 70% para su posterior tinción e identificación. En general, todos los nematodos recolectados se fijaron con formol al 4% caliente (casi a punto de ebullición) (Salgado-Maldonado, 2009).

Para su conservación los helmintos se depositaron en frascos de 15-20 ml en alcohol etílico al 70%, etiquetándolos con los datos de colecta, el número de colecta, órgano parasitado, localidad, fecha de colecta, grupo taxonómico del helminto o bien su nombre científico si se logró identificar en campo (Salgado-Maldonado, 2009).

4.7.2 Procesamiento e identificación de las especies de helmintos

Los trematodos recolectados y fijados en el campo se procesaron con tinción Paracarmín de Meyer y el montaje fue con bálsamo de Canadá para elaborar preparaciones permanentes para microscopio óptico (Lamothe-Argumedo, 1997 y Salgado-Maldonado, 2009), sobre las cuales se basó el estudio morfométrico para la determinación taxonómica de los especímenes, utilizando claves taxonómicas de cada grupo. El Dr. Guillermo Salgado Maldonado del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México confirmó la identificación de las especies de trematodos. El método de fijación de los nematodos consistió en el aclarado gradual por evaporación de la solución formulada a base de glicerina y agua (rango 1:20-1:1). El Dr. Juan Manuel Caspeta Mandujano de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Biológicas, Cuernavaca, Morelos confirmó la identificación de las especies de nematodos. Algunos ejemplares fueron identificados hasta a nivel de género por insuficiencia de material (identificación de la especie con organismos adultos o identificación basada en hembras y machos con los que no siempre, se contó).

4.8 PROCESAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DE ÁCAROS

Los ácaros se trataron por medio de la técnica mencionada en Krantz y Water (2009): se aclararon con lactofenol y se montaron entre portaobjetos y cubreobjetos con líquido hoyero, se esperó a que secan de 8-12- horas y se procedió a su identificación mediante las claves taxonómicas incluidas en Hoffmann (1990), con la colaboración del Dr. Ricardo Paredes León. Los ácaros recolectados quedan depositados en la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) del Instituto de Biología de la UNAM.

4.9 ANÁLISIS DE DATOS

4.9.1 ANÁLISIS DE POBLACIONES

4.9.1.1 *Descripción de las poblaciones de parásitos*

La prevalencia (porcentaje de hospederos parasitados por una especie), la abundancia (promedio de parásitos por hospedero examinado) y la intensidad promedio (promedio de parásitos por hospedero parasitado) se calcularon de acuerdo con Bush et al. (1997). El cociente varianza / promedio (coeficiente de agregación) se usó como una medida de agregación de la población de parásitos (Ludwing y Reynolds, 1988).

4.9.1.2 *Especies raras y comunes*

Se distinguió entre especies comunes y raras en cada localidad mediante el análisis gráfico de percentiles de Gaston (1994). Graficamos la prevalencia y la abundancia (transformada como logaritmo natural del valor de abundancia más 1) de cada especie de parásito registrada y en la gráfica trazamos la mediana de la distribución de cada variable. Esto resultó en la división del área de trazado gráfico en cuatro cuadrantes, dos de estos cuadrantes nos interesaron para este análisis, el que identificó a las especies con más alta prevalencia y abundancia (especies abundantes, frecuentes que denominamos especies comunes), y el que identifica a las especies raras (con baja prevalencia y abundancia).

4.9.2 COMUNIDADES DE PARÁSITOS

4.9.2.1 *Estudio a nivel componente de comunidad*

Considerando que las comunidades de parásitos son jerárquicas (Holmes y Price, 1986; Kennedy, 1990) la siguiente sección de este análisis se hizo a nivel de componente de comunidad. Este nivel incluye a todas las infracomunidades (todas las especies de parásitos en cada anfibio individual) en una localidad y fecha determinada, es decir,

analizamos todos los parásitos obtenidos de todos los hospederos individuales examinados en una localidad y fecha.

4.9.2.2 *Curvas de acumulación de especies*

Para evaluar la calidad de los muestreos (qué tan completos están los inventarios de especies de parásitos que logramos en cada localidad con las muestras de anfibios que examinamos) se trazaron curvas de acumulación de especies ajustándolas al modelo de Clench. Para lo cual se construyeron matrices de datos anotando en las filas las especies de parásitos y en las columnas cada ejemplar de los hospederos (*Leptodactylus melanonotus*, *Incilius marmoratus* y *Gastrophryne usta*) como unidades de muestreo.

Trazamos curvas acumulativas de especies a partir de estas matrices usando el Programa EstimateS versión 7.5.2. Se calcularon los promedios estadísticos de adición de especies; es decir; el orden de las unidades de muestreo y el número de especies acumulado por cada unidad de muestreo examinado (Mao Taou), utilizando 100 aleatorizaciones e intervalos de confianza de 95%.

Para determinar si las curvas de acumulación de especies generadas con 100 aleatorizaciones se aproximaron a la asíntota, se ajustaron al modelo de Clench ($S_n = agn / (1 + bgn)$), para modelar la relación entre la unidad de esfuerzo del muestreo ("samples") y el número de especies promedio acumulado ("Mao Taou") siguiendo las indicaciones de Jiménez-Velarde y Hortal (2003) mediante el programa STATISTICA versión 7.

Las curvas acumulativas de especies generadas a partir de las matrices de datos se ajustaron al modelo de Clench mediante la función:

$$V2 = [a * V1] / (1 + (b * V1))$$

donde:

V2 = número de especies observadas

V1 = número de anfibios examinados

a = la tasa de incremento de nuevas especies al inicio del muestreo

b = parámetro relacionado con la forma de la curva

El programa arrojó el coeficiente de determinación, que establece el ajuste de los datos con el modelo, los parámetros a y b (a, es la tasa de incremento de nuevas especies y b, se encuentra relacionado con la forma que adquiere la curva) y los gráficos de las curvas de acumulación de especies. Los parámetros se utilizaron para calcular la función $a/(1+bgn)^2$, que establece el valor de la pendiente en el último punto de la curva acumulativa de especies. Se asumió como regla de decisión una pendiente con valores menores a 0.1, lo que indicaría que está próxima a la asíntota y que se ha alcanzado a muestrear el mayor número de especies o la totalidad que existen en el medio (Jiménez-Velarde y Hortal, 2003).

El modelo de Clench permitió además estimar de la riqueza de especies en cada localidad mediante la función $S_c=(a/b)$ y calcular la proporción de especies registrada en la localidad mediante la función $S_{obsv} / (a/b)$, donde (S_{obsv}) es el número de especies observadas en la localidad mediante el muestreo.

4.9.2.3 Estimadores no paramétricos de riqueza

Alternativamente se estimó el número de especies que faltan por registrar en cada una de las localidades, mediante los cálculos de índices no paramétricos de riqueza basados en la incidencia de los datos, atendiendo al número de especies que se presentan solamente una vez (singletons) o exactamente dos veces en la localidad (doubletons). Calculé el estimador Bootstrap usando la siguiente ecuación:

$$S_{Boot} = S_{obsv} + \sum_{k=1}^{S_{obsv}} (1 - P_k)^2$$

Donde (S_{obsv}) es el número de especies observadas en los datos originales, (P_i) es la proporción de (n) cuadrantes Bootstrap que tienen (k) especies presentes (Poulin, 1998; Magurran, 2004).

4.9.2.4 *Análisis de distribución de abundancias de las especies de parásitos*

Se analizó la distribución de las abundancias de las especies de parásitos calculando y graficando el valor de la proporción del número de individuos de cada especie respecto del total de individuos de todas las especies de parásitos recolectados (P_i) (proporción de cada especie), en cada una de las localidades. El cálculo se realizó con el número total de individuos de cada especie recolectada dividido por la suma total de individuos recolectados para la localidad. Posteriormente se ordenaron los valores obtenidos (P_i), en función del rango; es decir, se ordenó primero el (P_i), más alto y así sucesivamente hasta el valor de P_i más bajo de cada localidad. Finalmente se realizó un gráfico que indica visualmente la riqueza, equidad y dominancia de las especies en cada una de las localidades de recolecta.

4.9.2.5 *Diversidad y equidad*

Para obtener una forma cuantitativa de las características de la riqueza y distribución de abundancias de las especies de parásitos en los componentes de comunidad, se estimaron dos índices de diversidad Simpson (D_s) y Shannon-Wiener (H') y los índices de equidad (E) y (J') de cada componente de comunidad.

Se calculó el índice de Simpson porque concede mayor importancia a las especies frecuentes de la comunidad. Se expresó como el recíproco $D_s = \frac{1}{\sum_{i=1}^S p_i^2}$, donde los valores varían de 0 (poca diversidad) hasta un máximo de (S) que es el número de especies colectadas. Se interpretó este valor como el número de especies requeridas para generar

la heterogeneidad observada. (P_i) es la proporción que tienen la especie (i) (Poulin, 1998; Magurran, 2004).

El cálculo del índice de Shannon se realizó con la función
$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\ln P_i).$$

El índice reflejó la heterogeneidad de la comunidad con base en dos factores, el número de especies recolectadas y la abundancia relativa. Por lo tanto entre más alto sea el valor de (H') más diversa es la comunidad.

Asociadas con estas medidas de diversidad se calcularon los

índices de equidad, en el caso del índice $J' = \frac{H'}{\ln S}$ de Shannon la función $E = \frac{D_s}{S}$

para el índice de Simpson. Los resultados varían de 0 a 1 entre más cercano sea a 1 la heterogeneidad es mayor y por lo tanto es más diversa la comunidad.

Donde (H') es el valor del índice de Shannon y ($\ln S$) logaritmo natural de las especies observadas.

Para comparar los valores de diversidad entre los componentes de comunidades estudiados, aplicamos una prueba de t Hutchenson, utilizando los valores de Shannon-Wiener (H'). La prueba fue unilateral, se asumió que una localidad es más diversa que la otra y se realizó a un nivel de significancia de 0.05 de acuerdo a Magurran (1998).

Calculamos el valor de t con la ecuación,

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\left(\frac{VarH'_1 + VarH'_2}{2} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

la varianza y
$$H' = \frac{\sum_{i=1}^n P_i (\ln P_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i \right)^2}{N} - \frac{S-1}{2N^2}$$

los grados de libertad
$$df = \frac{(VarH'_1 + VarH'_2)^2}{\left[\frac{(VarH'_1)^2}{N_1} \right] + \left[\frac{(VarH'_2)^2}{N_2} \right]}$$

Donde (H') es el índice de diversidad Shannon-Wiener, (1 o 2) se refiere a la comunidad, (Var) es la varianza, (N) es el número de la muestra total y (P_i) es la proporción que tiene la especie (i) (Poulin, 1998; Magurran, 2004).

4.9.2.6 Medida de diversidad Whittaker

Para examinar la diferencia entre las localidades en relación con su riqueza de parásitos, es decir, el recambio de especies entre las localidades, se estimó la beta diversidad $\beta_w \frac{S}{\bar{\alpha}} - 1$ entre los sitios, calculando el índice de Whittaker (Magurran, 2004).

Donde (S) se refiere al número total de especies recolectadas en los sitios y ($\bar{\alpha}$) es el promedio de la diversidad de los sitios a comparar. Los valores de (β_w) van de 0 a 1, cercanos a 0 corresponden a sitios con mayor similitud, por el contrario un valor de 1 significa una máxima β diversidad; es decir; no se comparte ninguna especie entre los sitios. Se asumió que valores mayores a 0.5 representan un alto recambio de especies.

4.9.2.7 Estudio a nivel de infracomunidad

Para describir la riqueza de las infracomunidades se calculó el promedio aritmético de especies de parásitos por hospedero (\bar{s}) examinado en cada localidad y el promedio de parásitos individuales.

5. RESULTADOS

5.1 ANÁLISIS DE POBLACIONES

5.1.1 Descripción de las poblaciones de parásitos

Se examinaron un total de 80 ejemplares de anfibios pertenecientes a 3 especies *Gastrophryne usta* (Cope, 1866), *Incilius marmoratus* (Wiegmann, 1833) y *Leptodactylus melanonotus* (Hallowell, 1861), de 3 localidades (Cuadro 1). De estos hospederos se recolectaron un total de 2563 parásitos, 484 de *L. melanonotus* (92 de Arroyo Chamela, y

392 de Río Cuixmala), 1636 de *I. marmoreus* y 443 de *G. usta* los dos últimos capturados en la Estación de Biología Chamela.

Se identificaron en total 6 especies de parásitos de 6 géneros y familias del intestino de las tres especies de hospederos; se recolectaron los nematodos: *Cosmocerca podicipinus* (Cosmocercidae) y *Oswaldocruzia* sp. (Strongylidae), y en los hospederos que se indican en el cuadro 1, *Rhabdias* sp. (Rhabdiasidae) en pulmones, *Parapharyngodon* sp. (Pharyngodonidae) y *Rauschiella tineri* (Plagiorchiinae) del intestino, larva de *Contraecaecum* (Anisakidae) de cavidad celómica, y el ácaro *Hannemania hylae* (Trombiculidae) de tejido subcutáneo de zona ventral del miembro pélvico izquierdo. Los nematodos *Cosmocerca podicipinus* y *Oswaldocruzia* sp. se registraron en todos los hospederos y en las 3 localidades, también fueron las especies que alcanzaron los máximos valores de prevalencias y abundancias durante este estudio (Cuadro 1).

Las poblaciones de especies de parásitos se encontraron ampliamente distribuidas, es decir, en varias localidades. Estas poblaciones también resultaron con mayores prevalencias, abundancias e intensidad promedio; *Cosmocerca podicipinus* se registró en las tres localidades con prevalencias que variaron de 100% dentro de la Estación con el hospedero *Incilius marmoreus* a 54.28% en Arroyo Chamela con el hospedero *Leptodactylus melanonotus*, *Oswaldocruzia* sp. se colectó en las tres localidades con prevalencias que variaron de 2.85% en Arroyo Chamela con el hospedero *Leptodactylus melanonotus* a 57% en la Estación con el hospedero *Incilius marmoreus* (Cuadros 4, 5, 6 y 7).

5.1.2 Especies raras y comunes

Se analizaron los datos de prevalencia y abundancia por el método de percentiles de Gaston (1994). Reconociendo en un análisis general qué poblaciones de parásitos se comportan como abundantes o como raras en las diferentes localidades.

La Figura 1 permite reconocer a las especies de parásitos más características por su frecuencia y abundancia en los anuros de Chamela que hemos estudiado. El nematodo *Cosmocerca podicipinus* se presenta en todas las localidades, y es abundante en todas ellas. Este nematodo tiene un ciclo de vida directo y es generalista (es decir, se encuentra en una gran variedad de hospederos, no se liga en particular a alguna de ellas). También *Oswaldocruzia* sp. se presentó en todas las localidades y es una especie abundante en todas ellas, con excepción de Arroyo Chamela donde aparece como especie rara; *Oswaldocruzia* sp. tiene también un ciclo de vida directo.

El resto de las especies, *Parapharyngodon* sp., *Hannemania hylae*, *Rauschiella tineri*, la larva de *Contracaecum* y *Rhabdias* sp. se consideran como especies raras, con baja prevalencia (es decir, afectando a pocos anuros de cada muestra) y baja abundancia (es decir, con pocos parásitos por anuro parasitado). Todas estas especies desarrollan ciclos de vida indirectos, necesitan de hospederos intermediarios para completar su ciclo de vida (Figura 3).

5.2 COMUNIDADES DE PARÁSITOS

La riqueza de especies de parásitos observada en cada una de las localidades varió, 5 especies fueron identificadas en el hospedero *Leptodactylus melanonotus* en Río Cuixmala, 4 especies en el hospedero *Incilius marmoreus* dentro de la Estación y 2 especies de parásitos en los hospederos *Leptodactylus melanonotus* en Arroyo Chamela y *Gastrophryne usta* recolectada esta última, dentro de la Estación.

5.2.1 Riqueza

El análisis de curvas acumulativas de especies (Figura 4) y su ajuste al modelo de Clench sugiere que logramos un inventario completo de las especies de parásitos en las tres especies de hospederos examinados en las localidades y fechas de la presente investigación. La distribución de nuestros datos se ajustó bien al modelo de Clench (Cuadro 2, valores de $R^2 > 0.93$), y en todos los casos el valor calculado de la pendiente de

las curvas acumulativas de especies fue < 0.1 lo que indica que logramos registrar la mayor parte, sino el total, de las especies que parasitan a cada especie de anuro en las localidades muestreadas. De acuerdo con el valor de riqueza estimada mediante el modelo de Clench (Cuadro 2), en todas las localidades se recabó el total de especies que parasitan a los anuros en dichas localidades. El inventario de especies que aportamos fue completo.

5.2.2 Estimadores no paramétricos de riqueza

Para responder a la pregunta ¿Cuántas especies de parásitos faltan por detectar en cada localidad?, se calculó un estimador no paramétrico (Bootstrap).

El valor del estimador no paramétrico de riqueza índice de Bootstrap confirmó la bondad de nuestro muestreo: *L. melanonotus* $S_b = 2.36$ y $S_o = 2$ en Arroyo Chamela; *L. melanonotus* $S_b = 6.08$ y $S_o = 5$ en Río Cuixmala; *Incilius marmoreus* $S_b = 4.68$ y $S_o = 4$ y *Gastrophryne usta* $S_b = 2.1$ y $S_o = 2$ en la Estación de Biología Chamela (Figura 5).

Bootstrap y la riqueza estimada mediante el modelo de Clench sugieren que el tamaño de muestreo fue favorable para alcanzar a registrar casi la totalidad de las especies de parásitos que componen cada localidad (Figura 5).

La riqueza observada (S_o) presentó una correlación positiva con la talla de los hospederos ($r = 0.676$ $p > 0.05$) y con su peso ($r = 0.544$ $p > 0.05$), sin embargo, no presentó correlación con el tamaño de la muestra (número de hospederos examinados en cada localidad) ($r = -0.084$ $p > 0.05$). El valor de riqueza estimado mediante el modelo de Clench (S_c) no se correlacionó con el número de hospederos examinados ($r = -0.172$ $p > 0.05$), pero sí se correlacionó con el peso ($r = 0.618$ $p > 0.05$) y con la talla del hospedero ($r = 0.744$ $p > 0.05$). De la misma forma, el valor del estimador de riqueza de Bootstrap (S_b) no se correlacionó con el número de hospederos examinados ($r = -0.024$ $p > 0.05$), pero sí se correlacionó con el peso ($r = 0.515$ $p > 0.05$) y con la talla del hospedero ($r =$

0.641 $p > 0.05$) (Cuadro 3). Ninguna correlación fue significativa en todos los casos $P > 0.05$.

Las regresiones lineales mostraron que la riqueza observada, la riqueza de Clench y la riqueza de Bootstrap se explicaron principalmente por la talla del hospedero LHC-So ($R^2 = 0.45$, $p = 0.32$); LCH-Sc ($R^2 = 0.55$, $p = 0.25$); LCH-Sb ($R^2 = 0.41$, $p = 0.35$); a diferencia del peso y el tamaño de muestra. Peso-So ($R^2 = 0.29$, $p = 0.45$); Peso-Sc ($R^2 = 0.38$, $p = 0.3$); Peso-Sb ($R^2 = 0.26$, $p = 0.48$); TM-So ($R^2 = 0.007$, $p = 0.91$); TM-Sc ($R^2 = 0.029$, $p = 0.82$); TM-Sb ($R^2 = 0.001$, $p = 0.97$).

5.2.3 *Análisis de distribución de abundancias de las especies de parásitos*

El análisis de distribución de abundancias mediante curvas de Whittaker permitió observar de manera gráfica la riqueza observada y la distribución de especies en cada localidad. Identificando a las localidades más ricas y diversas y a las especies dominantes en cada componente de comunidad.

Las localidades más ricas y diversas fueron (Río Cuixmala con el hospedero *L. melanonotus* y la Estación con el hospedero *I. marmoreus*) y las localidades más pobres fueron Arroyo Chamela con el hospedero *L. melanonotus* y la Estación con el hospedero *G. usta* dominadas estas últimas por una especie (Figura 3).

5.2.4 *Medida de diversidad whittaker*

Las curvas de Whittaker denotan que las especies de parásitos en las tres especies de anfibios estudiadas constituyen componentes de comunidad muy dominados y poco equitativos, es decir las especies de parásitos no se encuentran en porcentajes similares en la comunidad; lo que implica que independientemente del tipo de hospedero y de la cercanía con los cuerpos de agua, la especie dominante de parásito va a ser la que presente un ciclo de vida directo, posiblemente debido a que es más fácil completar su

ciclo en comparación con parásitos de ciclo de vida indirecto. En todos los casos la especie dominante fue *Cosmocerca podicipinus* (Figura 6).

5.2.5 Diversidad y equidad

Tomando únicamente el valor de H' (Shannon) con los hospederos recolectados en las diferentes localidades, lo que esta gráfica nos dice es que el hospedero *L. melanonotus* en Río Cuixmala, presentó una comunidad más rica de especies de parásitos que la misma especie de hospedero recolectada en otra localidad y que otras especies de anfibios recolectados en las otras localidades (Figura 7).

Las comparaciones pareadas mediante la prueba t de Hutcheson denotan diferencias significativas entre las siguientes localidades: Chamela-Cuixmala con el mismo hospedero *L. melanonotus* ($t=2.8186= 1.96$, $p < 0.05$), *I. marmoreus* con *G. usta* los dos recolectados en la Estación ($t=0.2218= 1.96$, $p = < 0.05$), *L. melanonotus* recolectado en Chamela e *I. marmoreus* recolectado en la Estación ($t=0.2758= 1.98$, $p = < 0.05$), *L. melanonotus* en Chamela con *G. usta* recolectado en la Estación ($t=0.1593= 1.97$, $p < 0.05$) son similares, mientras que *L. melanonotus* en Cuixmala con *I. marmoreus* recolectado en la Estación ($t=4.5393= 1.96$, $p = < 0.05$) son diferentes, los hospederos *L. melanonotus* en Cuixmala y *G. usta* recolectado en la Estación ($t=4.0831= 1.96$, $p < 0.05$) también son diferentes.

Los índices de diversidad (D_s y H') y de equidad (E y J') coincidieron de manera cuantitativa con lo observado en el análisis de distribución de abundancias, que la comunidad más diversa fue Río Cuixmala seguida de la Estación con el hospedero *Incilius marmoreus* después Arroyo Chamela y la Estación con el hospedero *Gastrophryne usta* y mediante la prueba pareada con la t Hutchenson con el índice Shannon-Wiener (H') se fortalecieron los resultados antes mencionados, que la comunidad Río Cuixmala es la más diversa comparada con las otras localidades (Figura 6 y 8).

L. melanonotus en la localidad de Río Cuixmala tuvo la diversidad más alta (0.097) y equitatividad (2.63), seguido de Arroyo Chamela diversidad (0.02) y equitatividad (0.75), *Gastrophryne usta* dentro de la Estación diversidad (0.01) y equitatividad (0.19) y por último *Incilius marmoreus* también dentro de la Estación diversidad (0.01) y equitatividad (0.09).

5.2.6 Similitud

El ordenamiento de las comunidades mostró similitudes bajas (<30%) entre las diferentes especies de hospederos. Fue visible que *L. melanonotus* agrupó (40% de similitud) en las dos localidades en las que fue muestreado, *I. marmoreus* con *G. usta* agrupó (50% de similitud) en ambas muestras de la misma localidad, la Estación (Figura 9).

Lo que estos resultados nos indicaron fue que la especie de anuro *L. melanonotus* tuvo una constitución similar en las dos localidades muestreadas (denominadas como perturbadas) y por otra parte las otras dos especies de anfibios (*G. usta* e *I. marmoreus*) presentaron una similitud aún mayor en el mismo sitio de muestreo, denominado como conservado.

6. DISCUSIÓN

Este es el primer trabajo sobre los parásitos de *Gastrophryne usta* en el estado de Jalisco. En México sólo existe un estudio en Veracruz donde se describe exclusivamente a la especie *Gorgoderina festoni* de *Gastrophryne usta* (Mata-López y León-Regagnon, 2005).

Los anuros *Incilius marmoreus* y *Leptodactylus melanonotus* ya habían sido examinados para helmintos en Jalisco en estudios anteriores. Galicia-Guerrero et al., (2000), estudió la parasitología del *I. marmoreus*, compartiendo con la presente investigación el registro del nematodo *Rhabdias* sp., las tres especies restantes registradas por Galicia-Guerrero et al., (2000) no fueron registradas en la presente investigación a pesar de que el mes de recolecta fue el mismo, la posible causa puede deberse a los constantes cambios a través de los años de cuerpos de agua y de la presencia o ausencia de hospederos intermediarios. La dinámica de las comunidades implica por lo general el cambio de especies entre períodos, sin embargo, en este caso el número de especies no registradas asciende a tres lo cual implicaría un recambio muy extenso.

En tanto que Martínez-Salazar (2008), examinó las especies *L. melanonotus* e *I. marmoreus*, su registro también comparte una sola especie con la presente investigación, al nematodo *Rhabdias* sp.

En una tesis de licenciatura no publicada (Velarde, 2011) se registra la presencia de *Rauschiella tineri*, *Cosmocerca podicipinus*, *Oswaldocruzia* sp., y *Rhabdias* sp. en *L. melanonotus* y de *Rhabdias* sp. en *I. marmoreus* en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala. Los sitios muestreados en esta tesis de licenciatura indican que se trata de las mismas comunidades de hospederos que hemos examinado para esta investigación, pero muestreadas 2 años antes. Lo cual señala una consistencia temporal en la estructura de las comunidades, estos datos sugieren que las comunidades conservan su estructura en periodos más o menos cortos.

En la presente investigación estudiamos a los anuros *G. usta* e *I. marmoreus*, ambos de hábitos terrestres y a *L. melanonotus* con hábitos semiacuáticos; el análisis demostró que todos los componentes de comunidad se encontraron dominados por la misma especie de nematodo, (*Cosmocerca podicipinus*) que tiene un ciclo de vida directo. Estos resultados difieren con estudios previos (Bolek y Cooggins, 2003 y Brooks et al., 2006) donde señalan que los anuros terrestres por lo general presentan comunidades dominadas por parásitos generalistas de ciclo de vida directo, en contraparte con anfibios de hábitos acuáticos o semi acuáticos donde las comunidades son dominadas por parásitos de ciclo de vida indirecto.

La relación entre las poblaciones de anfibios y sus parásitos se ha abordado en relación a las características del hábitat como el tipo de vegetación, la temperatura, la calidad del agua, los nutrientes en el suelo y el efecto de borde (Andreson et al., 1999; Houlahan y Findlay 2003; Contreras-Lozano et al., 2012; Urbina-Carmona et al., 2006). El presente es el primer estudio en México en el que se analizó la estructura de la comunidad de parásitos de anfibios asociada a la perturbación del hábitat (cobertura de vegetación y actividades antropogénicas).

En la presente investigación se observó una mayor riqueza de especies de parásitos en hábitats perturbados. Los datos deben tomarse como preliminares. No podemos concluir que los hábitats perturbados alberguen mayor riqueza de especies, porque carecemos de antecedentes sobre la variabilidad de la riqueza en estas especies de anfibios. Aunado a lo anterior, comparamos anfibios de distintas especies, de forma que los patrones pueden también tener una variación asociada con cada especie de anfibio (Albon et al., 2002; Holmstead et al., 2005; Marcogliese, 2005). Puede ponerse a consideración que el grado de perturbación del ambiente, contribuya a una mayor riqueza de parásitos probablemente debido a una mayor interacción con otros hospederos intermediarios. Pero esta propuesta deberá considerar los dos aspectos anteriores.

También es necesario tomar en cuenta más variables bióticas y abióticas que expliquen mejor los resultados; así como utilizar un método más preciso para determinar el grado de perturbación de los sitios de estudio.

El análisis de nuestros datos sugiere que las comunidades de helmintos de anuros se estructuran mediante factores filogenéticos y ecológicos. En efecto, el agrupamiento que incluyó las dos muestras de *Leptodactylus melanonotus* sugiere que una especie de hospedero tendrá una constitución similar en la comunidad de sus parásitos en varias localidades ver figura 9, es decir, la especie de hospedero es la que determina la constitución de la comunidad de parásitos pudiendo ser la causa la especificidad que tienen los parásitos por su hospedero, el tipo de alimentación y hábitos del anfibio. Desde este punto de vista la filogenia es determinante de la estructura de la comunidad.

Lo anterior concuerda con el estudio de Brooks et al., (2006), en el cual concluyen que la estructura de la comunidad de parásitos está determinada por el tipo de hospedero, por la historia natural de éste, por su movilidad y por la amplitud de su dieta.

Zelmer et al., (2004), también menciona que debido a adaptaciones ecológicas los parásitos están asociados con el taxón de su hospedero.

Sin embargo, las otras dos especies de hospederos analizadas se separan y constituyeron otro agrupamiento, con mayor similitud entre ellas, lo que sugiere que lo que determina la constitución de sus comunidades de parásitos es la disponibilidad de especies de parásitos en la localidad, que cualquier especie de anuro las va a capturar, no una especie en particular, lo anterior refuerza la importancia que tiene el hábitat y las condiciones ecológicas de cada sitio de estudio.

Lo anterior concuerda con el estudio de Muzzall et al., (2001) el cual hace hincapié en la importancia que tienen las condiciones ecológicas locales, en la estructura de la comunidad de helmintos.

En el estudio de Brooks et al., (2006), comentan que la estructura de la comunidad de parásitos está determinada por el hábitat principalmente con la cantidad de tiempo que pasan los hospederos en asociación con ambientes acuáticos.

Nuestros datos contribuyen a un conocimiento más completo de la fauna parasitaria de los anuros de México, ya que aportan 7 nuevos registros de hospederos: *Contracaecum* sp. en *Leptodactylus melanonotus*, *Cosmocerca podicipinus*, *Parapharyngodon* sp., *Oswaldocruzia* sp. y el ácaro *Hannemania hylae* en *Incilius marmoreus* y *Cosmocerca podicipinus* y *Oswaldocruzia* sp. en *Gastrophryne usta*.

El tremátodo *Rauschiella tineri* en México se ha registrado en *Leptodactylus melanonotus* y en *Rhinella marina* en Tabasco y en Guerrero (Razo-Mendevil et al., 2006), el presente registro se comparte con el de Velarde, 2011 en la Tesis de licenciatura no publicada, quien registró a esta especie antes en *Leptodactylus melanonotus* en Jalisco.

Cosmocerca podicipinus es una especie de amplia distribución, se ha registrado en la zona de Chamela parasitando a *Leptodactylus melanonotus* (Velarde, 2011), *Lithobates forreri* en Guerrero (Cabrera-Guzman et al., 2007), en *Leptodactylus melanonotus* en Sonora (Goldberg y Bursey, 2002) y *Lithobates forreri* en Sinaloa (Goldberg y Bursey, 2002) en Sonora en *Leptodactylus melanonotus* (Goldberg y Bursey, 2002), en *Craugastor rhodopis*, *Smilisca cyanostrigata*, *Leptodactylus melanonotus* y *Craugastor rhodopis* en Veracruz (Goldberg et al., 2002).

Cosmocerca podicipinus también se ha registrado en otros hospederos en otros países de Centro y Sudamérica: en Brasil en *Pseudis platensis* (Magalhães et al., 2010) en Argentina en *Pseudopaludicola falcipes* (González y Hamann, 2004); *Rhinella schneideri* en Argentina (González y Hamann, 2008) en Costa Rica en *Agalychnis annae*, *Agalychnis callidryas*, *Agalychnis spurreli*, *Dendropsophus ebraccatus*, *Isthmohyla pictipes* y en *Isthmohyla tica* (Goldberg y Bursey, 2008).

En tanto que *Oswaldocruzia* sp. se ha registrado en México en *Leptodactylus melanonotus* en Veracruz (Goldberg et al., 2002) en Jalisco (Velarde, 2011) y en Sonora *Oswaldocruzia pipiens* (Goldberg y Bursey, 2002).

Y también se ha registrado en otros hospederos en México en *Rhinella marina* (Espinoza-Jiménez et al., 2007); en *Rana forreri* (Cabrera-Guzmán et al., 2007); en *Lithobates* sp. (Cabrera-Guzmán et al., 2010); en *Rana tarahumarae* (Bursey y Goldberg, 2001); en tesis en *Rhinella marina* (Martínez-Villarreal, 1969) y en tesis en *Rhinella marina* (Guillén-Hernández, 1992).

En otros hospederos en otros países en Brasil en *Leptodactylus fuscus* (Goldberg et al., 2007); en Brasil en *Leptodactylus fuscus* y *L. ocellatus* (Goldberg et al., 2009); en Costa Rica en los anfibios *Craugastor gollmeri*, *Craugastor fitzingeri*, *Craugastor ranoides*, *Craugastor Taurus* (Goldberg y Bursey, 2008); en Japón en *Rana japónica* Japanese brown frog (Goldberg y Bursey, 2002); en Brasil en *Chaunus marinus* (Santos et al., 2008); en Turkia en *Bufo bufo* (Yildirimhan y Karadeniz, 2007); en Venezuela en *Rhinella marina* (Badreddine Ben, 1996); en Turkia en *Pelodytes caucasicus* (Yildirimhan et al., 2009); en Taiwan en *Fejervarya limnocharis* (Norval et al., 2013); en Brasil en *Leptodactylus podicipinus* (Campia et al., 2009); en Nueva Guinea en *Lechriodus melanopyga* (Goldberg et al., 2007); en Turquía en *Rana ridibunda* (Dusen y Oguz, 2010); en costa Rica en *Bolitoglossa subpalmata* (salamandra) (Bursey y Goldberg, 2011); en Estados Unidos en *Pseudacris fouquettei* (McAllister et al., 2013); en Costa Rica en *Incilius coccifer*, *Incilius luetkenii*, *Rhaebo haematiticus*, *Rhinella marina*, *Craugastor fitzingeri*, *Scinax boulengeri*, *Trachycephalus venulosus*, *Leptodactylus fragilis*, *Leptodactylus melanonotus*, *Leptodactylus pentadactylus*, *Leptodactylus poecilochilus*, *Lithobates forreri*, *Lithobates taylori*, *Lithobates vaillanti*, *Lithobates warszewitschii*, (Bursey y Brooks, 2010); en Perú en *Rhinella marina* (Guerrero, 2013); en Perú en *Rhinella marina* (Guerrero, 2013); en Polonia en *Pelophylax esculentus*, *P. lessonae* y *P. ridibundus* (Popiolek et al., 2011); en Estados Unidos en *Bufo americanus* (Hanna y Joy et al., 2003); en Costa Rica en *Rana*

forreri (Burse y Goldberg et al., 2005); en Turquía en *Rana macrocnemis* (Yildirimhan et al., 2006); en Nueva Zelanda en *Sylvirana supragrisea* y *Callulops stictogaster* (Burse et al., 2008); en turkia en *Rana dalmatina* (Dusen et al., 2009); en Estados Unidos en *Eurycea l. guttolineata* (salamandra) (McAllister y Bursey, 2004); en Serbia en *Pelophylax kl. esculentus* (Bjelic-Čabrilo et al., 2009); en Turquía en *Rana camerani* (Yildirimhan et al., 2006) y en Argentina en *R. schneideri* (Gonzalez y Hamann, 2008).

En el estado de Jalisco, específicamente, en la región de Chamela, se ha registrado la presencia de *Rhabdias fuellerborni* en *Incilius marmoreus* (Galicia-Guerrero et al., 2000), *R. mazatlanensis* en *Craugastor occidentalis* (Martinez-Salazar, 2008) y *Rhabdias sp.* en *L. melanonotus* (Martínez Salazar, 2008; Velarde, 2011 en tesis).

Los nematodos del género *Rhabdias* son muy frecuentes como parásitos de anuros. En los anuros de México se han registrado varias especies del género, en particular en la vertiente del Pacífico por mencionar algunos en *Lithobates forreri* en Guerrero (Cabrera-Guzman et al., 2007); *R. americanus* en *Anaxyrus kellogi*, *Incilius mazatlanensis*, *Smilisca baudini* y *R. ranae* en *L. melanonotus* en Sonora (Golberg y Bursey, 2002); *R. americanus* en *Rhinella marina* en Oaxaca (Espinoza-Jimenez et al., 2007); *R. fuellerborni* en *Rhinella marina* en Jalisco (Galicia-Guerrero et al., 2002) y en Oaxaca (Espinoza-Jimenez et al., 2007); y *R. kuzmini* en *Olloris occidentalis* en Guerrero (Martinez-Salazar y León-Regagnon, 2007).

En otros hospederos en otros países como Brasil *Rhabdias sp.* en *Pseudis platensis* (Magalhaes, 2010); *Rhabdias elegans*, *Rhabdias fuellerborni* y *Rhabdias sphaerocaphala* en *Bufo ictericus* (Luque et al., 2005).

En tanto que *Contraecum sp.* se ha reportado en Guerrero en *Lithobates forreri* y en Michoacán en *Lithobates megapoda* (Cabrera-Guzman et al., 2007), en Guerrero *Rana forreri* (García-prieto, 2007), en Oaxaca en *Rhinella marina* (Espinoza-Jimenez et al., 2007), y en Veracruz en *Lithobates vaillanti* y *Smilisca baudini* (Paredes-Calderon et al., 2004).

Contracaecum sp. en otros países se ha descrito, en Costa Rica en *Leptodactylus melanonotus* (Burse y Brooks, 2010) y en *Lithobates vaillanti* (Golbert y Bursey, 2007) y en el hospedero *Xenopus laevis* en Chile (Hill et al., 2010).

Todos los parásitos registrados en el presente estudio son típicos de anuros a excepción de las larvas de *Contracaecum* sp. Los adultos de estas especies parasitan comúnmente el tracto digestivo de aves piscívoras y mamíferos marinos, en tanto que sus larvas se registran en peces y crustáceos (Huizinga, 1966; Koie y Fagerholm, 1995; Anderson, 2000; Moravec, 2009; Shamsi et al., 2009; Garbin et al., 2007, 2008). El registro de las larvas de *Contracaecum* sp. en anfibios es esporádico, y accidentalmente también se ha reportado en el hombre (Couture et al., 2003), debido a la ingesta de peces o mamíferos marinos infectados, con un insuficiente proceso de cocción.

En el presente estudio se obtuvo solamente a una hembra grávida (L6) que presentó las características propias del género *Parapharyngodon* sp. Lo cual es congruente con lo establecido en el trabajo de Velarde (2011), en el cual se colectó a la misma especie de anuro *L. melanonotus* y a otro hospedero *Diaglena spatulata* y en los cuales se identificó al nematodo antes mencionado. En Costa Rica solamente existe un registro de *Parapharyngodon duniae* en *Phrynohyas venulosa* (Goldberg y Bursey, 2004).

Es escaso el conocimiento de los ácaros que afectan a los anfibios y es prácticamente nulo, lo que se sabe acerca de las consecuencias que en ellos provocan; recientemente (Jacinto-Maldonado et al., En prensa) han registrado la presencia de *Hannemania hylae* (Leeuwenhokiidae) en *Incilius marmoratus* en Chamela. Esta especie fue reportada anteriormente en Argentina en *Hypsiboas Curupi* (Alzuet y Mauri, 1987). Y en los Estados Unidos de Norteamérica, en Arizona y Utah en *Hyla arenicolor*, California en *Pseudacris cadaverina* y Texas en *Hyla arenicolor* y *Eleutherodactylus guttillatus* (Loomis y Welbourn, 1969); en México se había registrado en Baja California en *Pseudacris cadaverina* (Loomis y Welbourn 1969), en Morelos en *Lithobates berlandieri* y *Eleutherodactylus* sp. (Hoffmann, 1969), en San Luis Potosí en *Lithobates* sp. (Hoffmann y

López-Campos 2000), en Sonora en *Scaphiopus couchi* (Hoffmann, 1969) e *Incilius mazatlanensis* (Goldberg et al., 2002) y en Querétaro en *Eleutherodactylus longipes* (Espino del Castillo et al., 2011).

7. CONCLUSIÓN

Esta investigación sugiere que las comunidades de parásitos de anfibios son muy dinámicas, y que su consistencia estructural no permanece durante mucho tiempo. A pesar de que el inventario de parásitos que obtuvimos fue bastante completo, como lo demuestran los análisis de curvas acumulativas de especies y estimadores no paramétricos de riqueza, es necesario seguir analizando a los parásitos de las diferentes especies de anuros ya que existen diferentes micro hábitats donde la dinámica parásito-hospedero es variable.

Nuestros datos sugieren que la diversidad de parásitos incrementa en ambientes perturbados, lo cual puede deberse a que en dichos sitios, un mayor número de interacciones entre hospederos intermediarios se estén presentando, sin embargo; es necesario realizar estudios que contemplen un mayor número de variables bióticas y abióticas para conocer las interacciones hospedero-parásito de forma más completa y con ello generar un conocimiento más exacto sobre los patrones y los procesos que los generan. Y en su momento, con dicha información proponer zonas de protección y conservación de anfibios.

Los análisis de similitud cualitativa nos permitieron identificar la importancia que tiene la especie de anfibio (hospedero) y el hábitat, en la estructura de las comunidades de parásitos de anfibios; examinamos los determinantes filogenéticos y ecológicos de la biodiversidad. Sin embargo, es preciso realizar estudios mediante el uso de técnicas más específicas y actuales como análisis de filogenia, para conocer de forma más exacta la influencia que tienen dichos factores en la estructura de la comunidad de parásitos.

Falta mucho por conocer acerca de la helmintofauna de los anuros mexicanos, está investigación aportó un inventario de parásitos de los anfibios anuros *Gastrophryne usta*, *Leptodactylus melanonotus* e *Incilius marmoreus* en el estado de Jalisco compuesto primordialmente por nematodos, trematodos y ácaros.

8. CUADROS

Cuadro 1. Prevalencia y abundancia de parásitos de 3 especies de anuros recolectados en tres sitios de muestreo en Chamela, Jalisco, México; n, número de hospederos examinados; LHC, longitud hocico-cloaca.

	<i>Leptodactylus melanonotus</i>		<i>Incilius marmoreus</i>	<i>Gastrophryne usta</i>
	Arroyo Chamela n=35	Río Cuixmala n=27	Estación n=7	Estación n=11
LHC	1-3.8 cm (2 ± 0.75)	1.3-4.9 cm (3.73 ± 0.81)	3.7-6.5 cm (5.5±1)	2.1-3.6 cm (2.88 ± 0.49)
Peso	0.2-7.3 gr (2 ± 1.88)	1.7-11.2 gr (6.47±1.98)	5.3-31.8 gr (18.7 ± 10.2)	1.1 a 4.8 gr (3.38 ± 1.11)
TREMATODA				
<i>Rauschiella tineri</i>		3.7% (0.03±0.19)		
NEMATODA				
<i>Contracaecum larva</i>		3.7% (0.03±0.19)		
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	54.28% (3.37±3.85)	92% (13.74±9.18)	100% (232.14±274.57)	90.9% (39.9±28.06)
<i>Pharyngodon sp.</i>			14.28% (0.42±1.13)	
<i>Rhabdias sp.</i>		3.7% (0.03±0.19)		
<i>Oswaldocruzia sp.</i>	2.85% (0.02±0.16)	40% (0.66±0.91)	57% (0.14±1.41)	18.18% (0.36±0.92)
ARTHROPODA				
<i>Hannemania hylae</i>			14.28% (0.14±0.37)	

Cuadro 2. Riqueza de especies, y parámetros del modelo de Clench.

	Hospederos examinados	Especies de parásitos registrados	R ²	a	b	Pendiente	Riqueza estimada de Clench
<i>L. melanonotus</i> Arroyo Chamela	35	2	0.93607	0.445223	0.219303	0.0059	2.03
<i>L. melanonotus</i> Río Cuixmala	27	5	0.95208	0.821858	0.143502	0.0345	5.72
<i>I. marmoreus</i> Estación	7	4	0.98174	2.497271	0.512153	0.1187	4.87
<i>G. usta</i> Estación	11	2	0.98519	1.776321	0.802519	0.0183	2.21

Cuadro 3. Riqueza de especies de parásitos en tres especies de anuros de Chamela con relación a la talla y peso promedio de sus hospederos (N, número de hospederos examinados; LHC, longitud hocico cloaca promedio; P, peso promedio; So, número de especies de parásitos registrado; Sc, riqueza estimada mediante el modelo de Clench; Sb, valor del estimador de riqueza Bootstrap).

	N	LCH	P	So	Sc	Sb
<i>L. melanonotus</i>						
Chamela	35	2	2	2	2.03	2.36
<i>L. melanonotus</i>						
Cuixmala	27	3.73	6.47	5	5.72	6.08
<i>I. marmoreus</i>						
Estación	7	5.52	18.71	4	4.87	4.68
<i>G. usta</i>						
Estación	11	2.88	3.38	2	2.21	2.1

Cuadro 4. Parásitos de *Gastrophysne usta* en la Estación durante Septiembre 2012.

Parásito	Prevalencia	Abundancia	Int. Promedio
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	90.90%	39.9±28.06	43.9±26.09
<i>Oswaldocruzia sp.</i>	18.18%	0.36±0.92	2±1.41

Cuadro 5. Parásitos de *Incilius marmoreus* en la Estación durante Septiembre 2012.

Parásito	Prevalencia	Abundancia	Int. Promedio
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	100%	232.14±274.57	232.14±274.57
<i>Oswaldocruzia sp.</i>	57%	0.14±1.41	1.75±1.5
<i>Hannemania hylae</i>	14.28%	0.14±0.37	1±0
<i>Pharyngodon sp.</i>	14.28%	0.42±1.13	3±0

Cuadro 6. Parásitos de *Leptodactylus melanonotus* en Río Cuixmala durante Septiembre 2012.

Parásito	Prevalencia	Abundancia	Int. Promedio
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	92%	13.74±9.18	14.84±8.62
<i>Oswaldocruzia sp.</i>	40%	0.66±0-91	1.63±0.67
<i>Contraecum sp.</i>	3.70%	0.03±0.19	1±0
<i>Rauschiella tineri</i>	3.70%	0.03±0.19	1±0
<i>Rhabdias sp.</i>	3.70%	0.03±0.19	1±0

Cuadro 7. Parásitos de *Leptodactylus melanonotus* en Arroyo Chamela durante Septiembre 2012.

Parásito	Prevalencia	Abundancia	Int. Promedio
<i>Cosmocerca podicipinus</i>	54.28%	3.37±3.85	6.21±4.13
<i>Oswaldocruzia sp.</i>	2.85%	0.02±0.16	1±0

9. FIGURAS

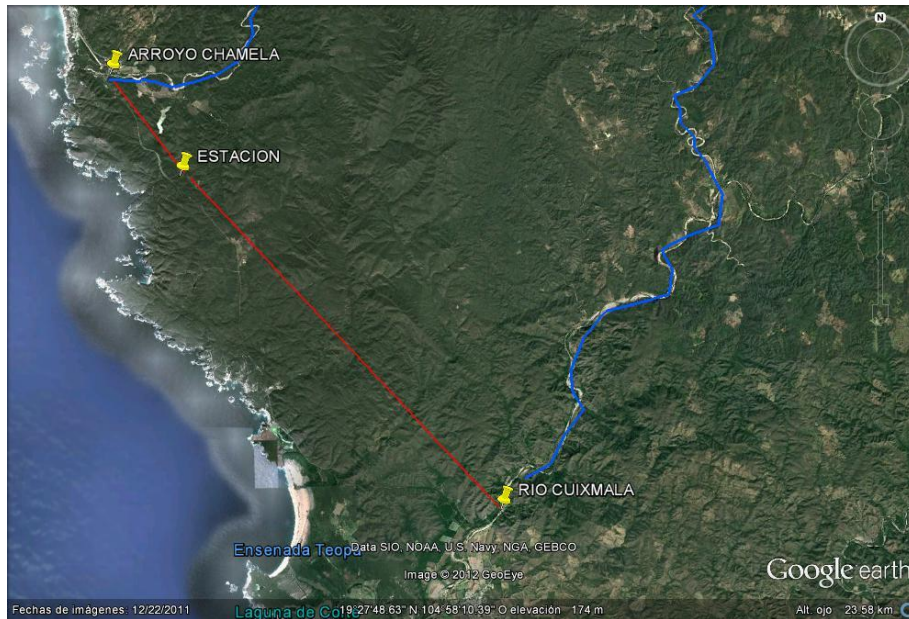


Figura 1. Sitios de muestreo y distancia entre los tres sitios: en línea recta entre el sitio 1 y el 2, 17.32 Km; distancia entre el sitio 1 y el 3, 3.74 Km; distancia entre el sitio 2 y el 3, 13.39 Km.

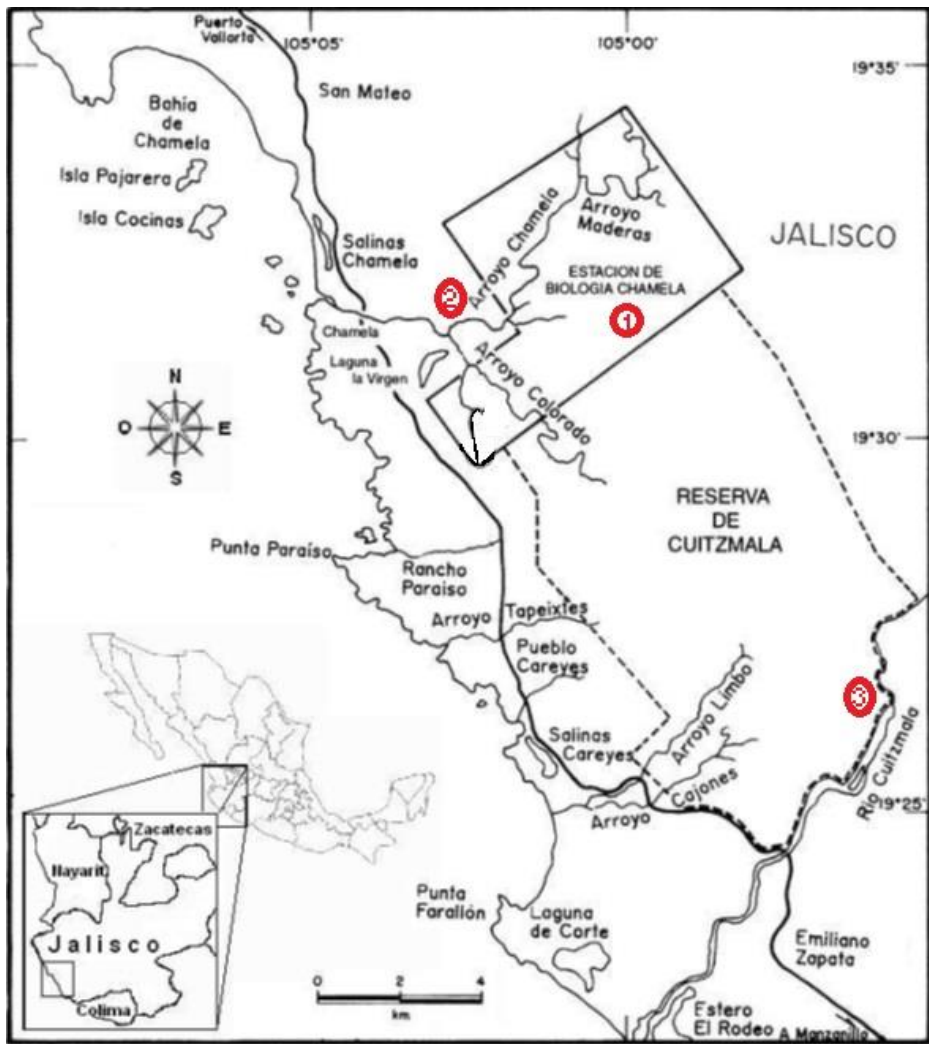


Figura 2. Sitios de muestreo y distancia entre sitios: Sitio 1 Dentro de la Estación de Biología Chamela Cuixmala, Jalisco. Sitio 2 Arroyo Chamela. Sitio 3 Río Cuixmala. En línea recta entre el sitio 1 y el 2, 17.32 Km; distancia entre el sitio 1 y el 3, 3.74 Km; distancia entre el sitio 2 y el 3, 13.39 Km

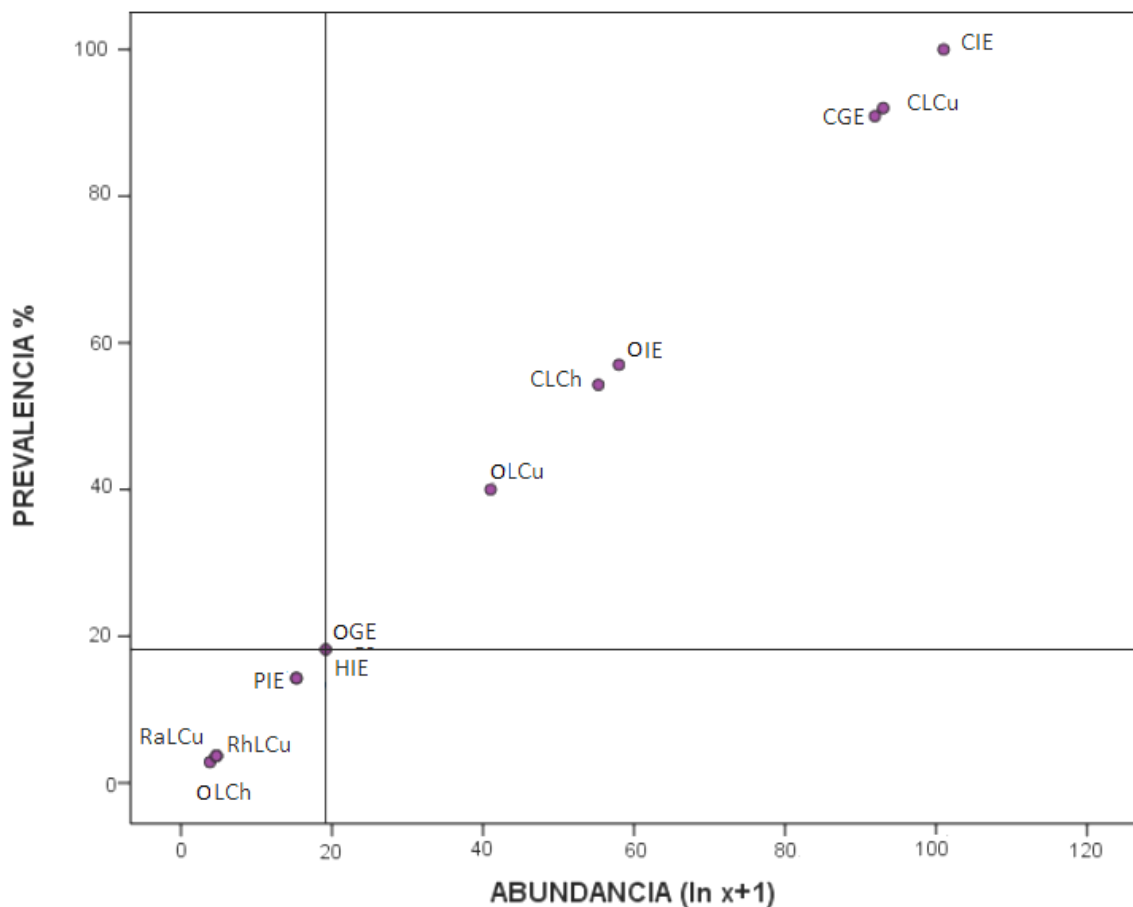


Figura 3. Especies raras y abundantes en base a la prevalencia y abundancia de las comunidades de parásitos de las tres especies de anuros estudiados en Jalisco.

Análisis de percentiles Gaston (1994) para prevalencia y abundancia de las especies de parásitos de *Leptodactylus melanonotus*, *Incilius marmoreus* y *Gastrophryne usta* en 3 localidades. Abreviaturas: (CIE) *Cosmocerca podicipinus*, *Incilius marmoreus* Estación; (CLCu) *Cosmocerca podicipinus*, *Leptodactylus*, Cuixmala, (CGE) *Cosmocerca podicipinus*, *Gastrophryne*, Estación, (OIE) *Oswaldocruzia*, *Incilius*, Estación, (CLCh) *Cosmocerca podicipinus*, *Leptodactylus*, Chamela, (OLCu) *Oswaldocruzia*, *Leptodactylus*, Cuixmala, (OGE) *Oswaldocruzia*, *Gastrophryne*, Estación, (HIE) *Hannemania hylae*, *Incilius*, Estación, (PIE) *Parapharyngodon*, *Incilius*, Estación, (RhLCu) *Rhabdias*, *Leptodactylus*, Cuixmala, (RaLCu) *Rauschiella tineri*, *Leptodactylus*, Cuixmala, (CoLCu) *Contraecaecum larva*, *Leptodactylus*, Cuixmala), (OLCh) *Oswaldocruzia*, *Leptodactylus*, Chamela).

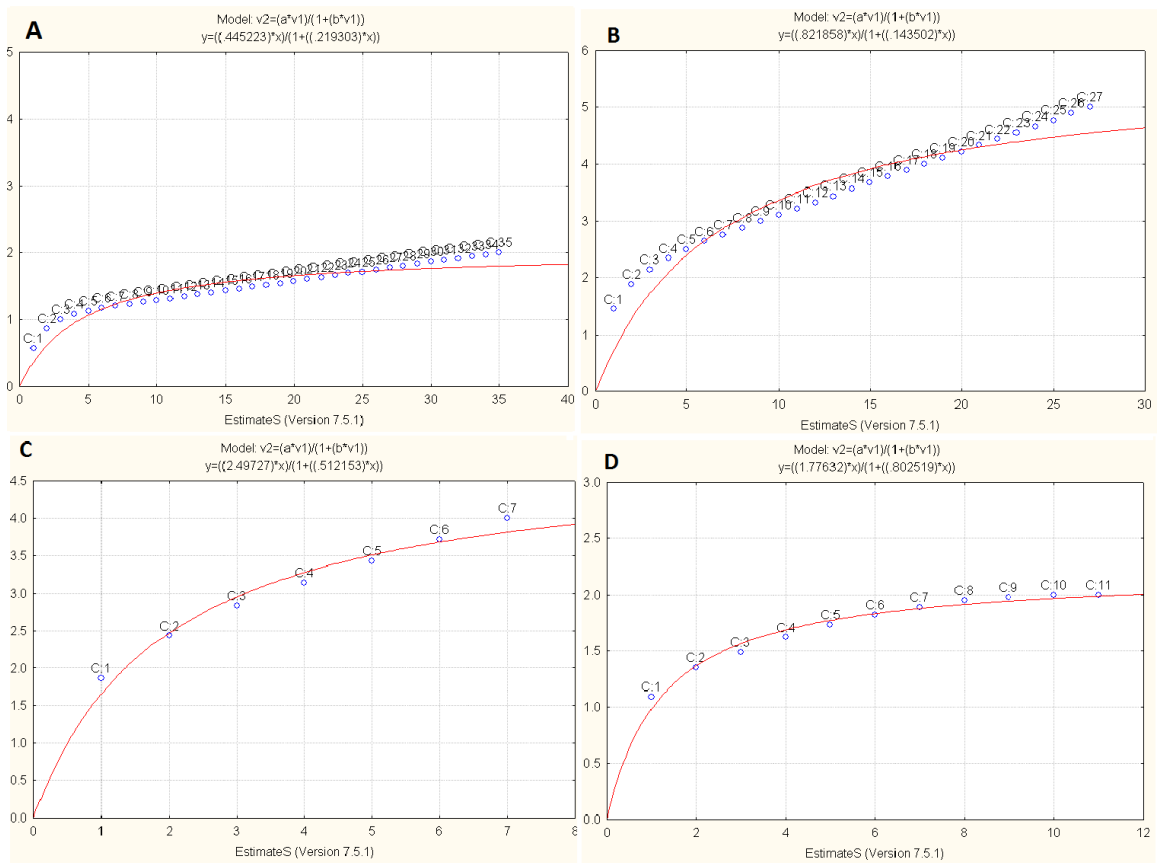


Figura 4. Curvas acumulativas de especies por sitio de muestreo: A, *L. melanonotus* Arroyo Chamela; B, *L. melanonotus* Río Cuixmala; C) *I. marmoreus* Estación; D, *G. usta* Estación.

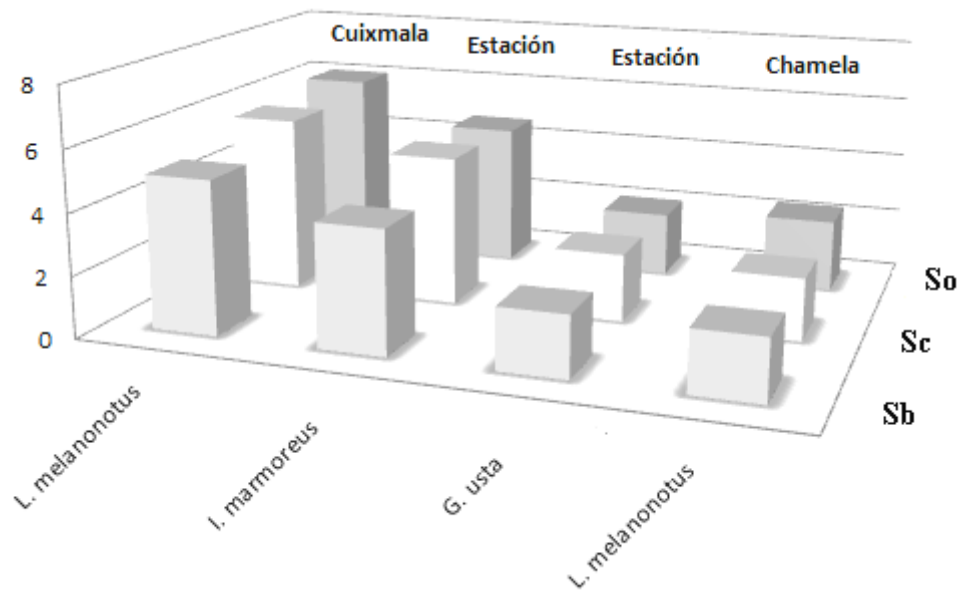


Figura 5. Riqueza específica de parásitos en tres especies de anuros de Chamela: So, número de especies de parásitos registrado, Sc riqueza estimada mediante el modelo de Clench, Sb, valor del estimador no paramétrico de riqueza Bootstrap.

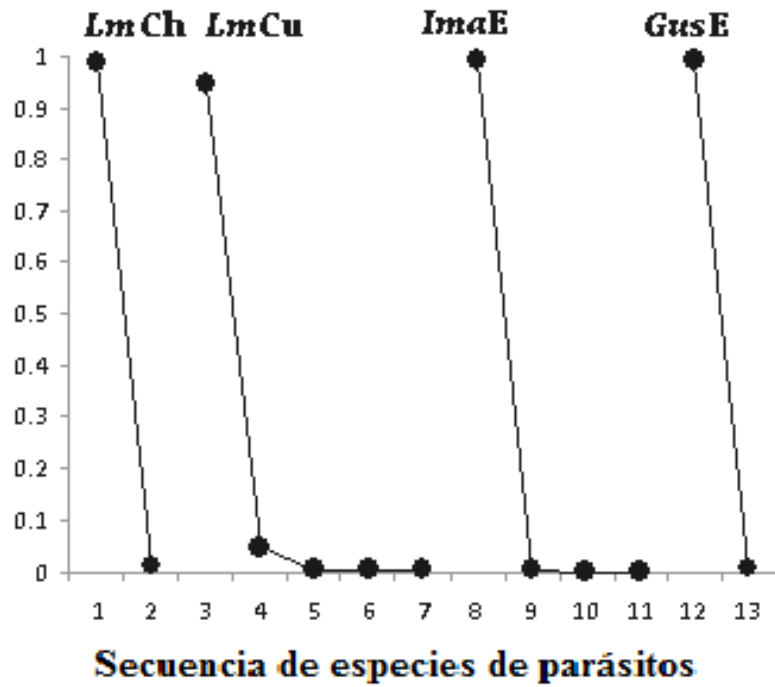


Figura 6. Curvas de Whittaker o de rango-abundancias, de las comunidades de parásitos de tres especies de anuros en Chamela (*LmCh*, *Leptodactylus melanonotus* de Arroyo Chamela; *LmCu*, *Leptodactylus melanonotus* de Río Cuixmala; *ImαE*, *Incilius marmoreus* de la Estación; *GusE*, *Gastrophryne usta* de la Estación).

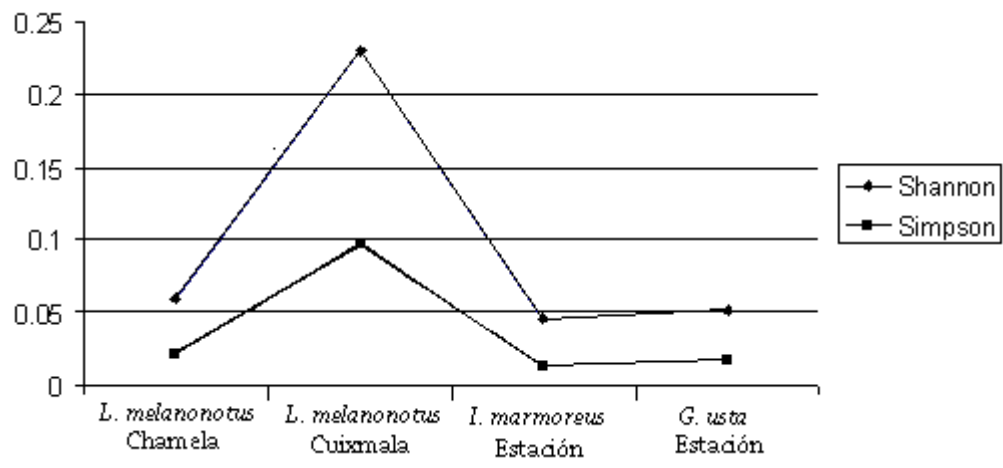


Figura 7. Índices de Diversidad Shannon y Simpson (1-D), de las comunidades de parásitos de tres especies de anuros.

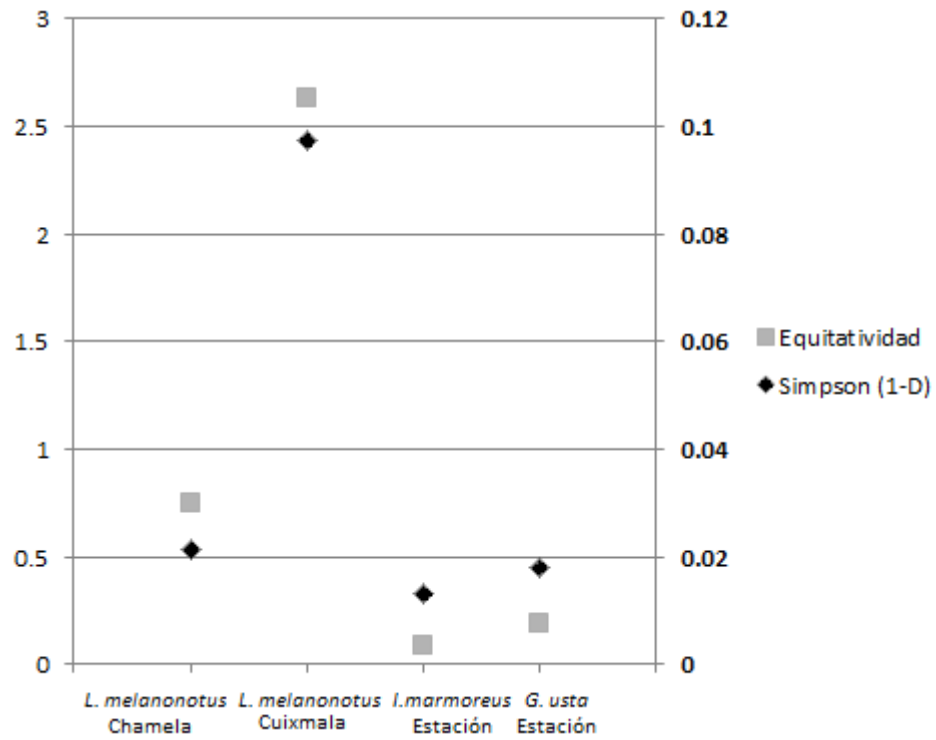


Figura 8. Índice de Diversidad Simpson (1-D) y valores de Equidad (D/Dmáx), de las comunidades de parásitos de las tres especies de anuros.

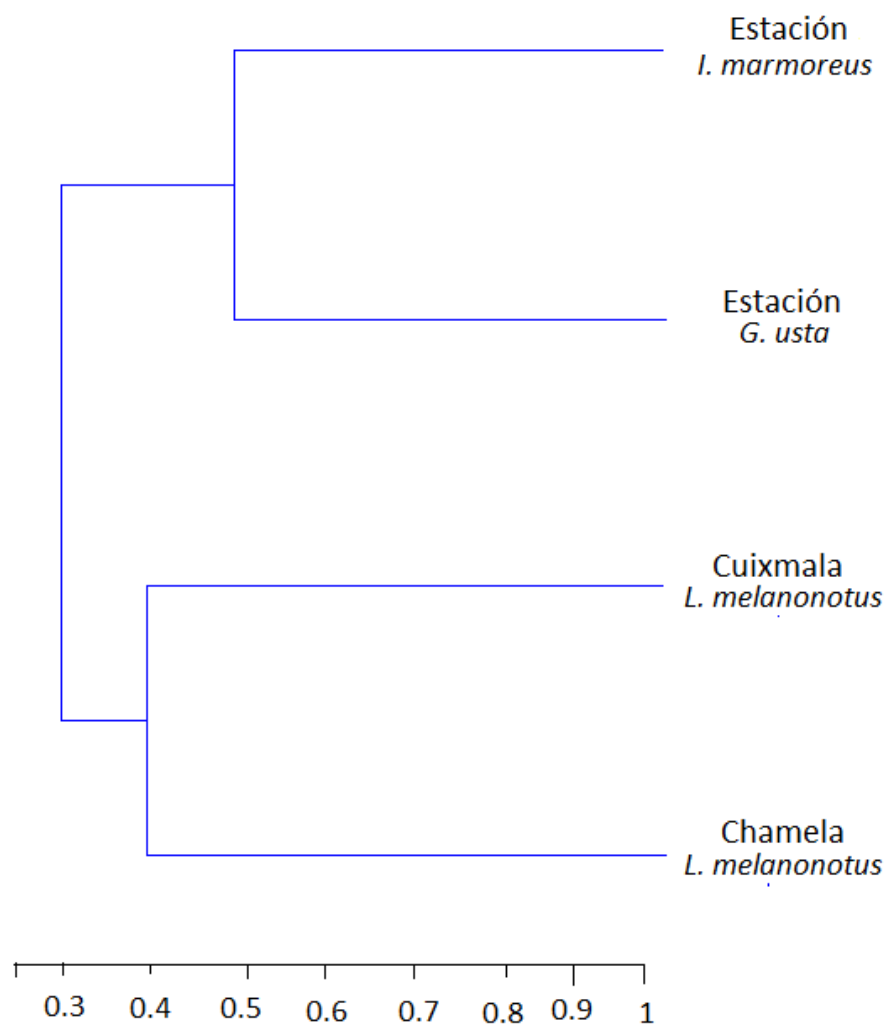


Figura 9. Similitud cualitativa entre el coeficiente de Jaccard y las comunidades de parásitos de tres especies de anuros de Chamela.

BIBLIOGRAFÍA

- Albon SD, Stien A, Irvine RJ, Langvatn R, Ropstad E, Halvorsen O. The role of parasites in the dynamics of a reindeer population. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*. 2002; 269: 1625–1632.
- Alzuet, A. D. B. y R. A. Mauri. Ácaros Trombiculidae del género *Hannemania* Oudemans, endoparásitos de anfibios. *Rev. Soc. Entomol. Argentina*. 1985 (1987); 44(2): 111–116.
- Anderson A. M, Haukos D. A, Andreson J. T. Diet composition of three anurans from the playa wetlands of Northwest Texas. *Wildlife Society Bulletin*. 1999. Vol. 27, No. 3 pp. 759-769.
- Anderson, R. C. Nematode parasites of vertebrates, their development and transmission (2nd Edit.) Wallingford, UK: CAB International. 2000: 650 pp.
- Bjelić-Čabrilo O., Popović E. y Paunović A. Helminthofauna of *Pelophylax kl.esculentus* (Linne, 1758) from Petrovaradinski Rit Marsh (Serbia). *Helminthologia* 2009; Vol 46: Issue 2, pp 107-111.
- Bolek, M. G. y Coggins J. R. Helminth community structure of sympatric Eastern american toad, *Bufo americanus americanus*, northern leopard frog, *Rana pipiens*, and blue-spotted salamander, *Ambystoma laterale*, from southeastern Wisconsin. *Journal of Parasitology* . 2003; 89: 673-680.
- Brooks, D. R., León-Régagnon, V. y Pérez-Ponce de León, G. Los parásitos y la biodiversidad. En: Hernández, H. M., García, A. N., Álvarez, A. F. y Ulloa, M., editores, *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad*. Instituto de Biología, UNAM, Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 2001: p 245-289.
- Brooks, D. R. y Hoberg, E. Triage for the Biosphere: The Need and Rationale for Taxonomic Inventories and Phylogenetic Studies of Parasites. *Comparative Parasitology* 2000; 67: 1-25.
- Brooks, D. R., León-Régagnon, V., McLennan, D. A. y Zelmer, D. Ecological fitting as a determinant of the community structure of platyhelminth parasites of anurans. *Ecology (Suppl)*. 2006; 87: S76-S85.
- Bush, A. O., K. D. Lafferty, J. M. Lotz, and A. W. Shostak. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology* 1997; 83: 575-583.
- Burse C. R. y Goldberg S. R. *Falcaustra lowei* n. sp. and other helminths from the tarahumara frog, *Rana tarahumarae* (Anura: Ranidae), from Sonora, México. *Journal of Parasitology* 2001; Vol. 87: No. 2, pp. 340-344.

- Bursey C. R. y Brooks D. R. *Parapharyngodon duniae* n. sp. (Nematoda: Pharyngodonidae) in *Phrynohyas venulosa* (anura: hylidae) from the area de conservación Guanacaste, Guanacaste, Costa Rica. *Journal of Parasitology* 2004; Vol. 90: No. 1, pp. 137-139.
- Bursey C. R. y Brooks D. R. Nematode Parasites of 41 Anuran Species from the Area de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Comparative Parasitology* 2010; 77: (2), 221-231.
- Bursey C. R. y Goldberg S. R. New species of *Oswaldocruzia* (nematoda: molineoidae), new species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae), and other helminths in *rana* cf. *forreri* (Anura: Ranidae) from Costa Rica. *Journal of Parasitology* 2005; Vol. 91: No. 3, pp. 600-605.
- Bursey C. R. y Goldberg S. R. New Species of *Oswaldocruzia* (Nematoda: Molineidae) and Other Helminths in *Bolitoglossa subpalmata* (Caudata: Plethodontidae) from Costa Rica. *Journal of Parasitology* 2011; Vol. 97: No. 2, pp. 286-292.
- Cabrera-Guzmán, E., León-Règagnon, V. & García-Prieto, L. Helminth parasites of the Leoprad frog *Rana* cf. *forreri* (Amphibia: Ranidae) in Acapulco, Guerrero, Mexico. *Comparative Parasitology* 2007; 74: 96–107.
- Cabrera-Guzmán E., Garrido-Olvera L. y León-Règagnon V. Helminth Parasites of the Leopard Frog *Lithobates* sp. Colima (Amphibia: Ranidae) from Colima, Mexico. *Journal of Parasitology* 2010; Vol. 96, No. 4, pp. 736-739.
- Campião K. M., Silva R. J. y Ferreira V. L. Helminth parasites of *Leptodactylus podicipinus* (Anura: Leptodactylidae) from south-eastern Pantanal, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Journal of Helminthology* 2009; Volume 83: Issue 04. pp 345-349.
- Ceballos, G. y García, A. Conserving neotropical biodiversity: the role of dry forest in western Mexico. *Conservation Biology* 1995; 9: 1349-1356.
- Ceballos, G., Díaz-Pardo, E., Espinosa, H., Flores-Villela, O., García, A., Martínez, L., Martínez-Meyer, E., Navarro, A., Ochoa, L., Salazar, I., y G. Santos-Barrera. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad en México, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, 2009: pp. 575-600.
- Close, B., Banister, K., Baumans, V., Erhardt, W., Flecknell, P., Gregory, N., Hackbarth, H., Morton, D. y Warwick, C. Recommendations for euthanasia of experimental animals. *Laboratory Animals* 1997; 31: 1-32.
- Contreras-Lozano J. A., Lazcano D., Contreras-Balderas A. J. Herpetofauna of the Cerro El Potosi Natural Protected Area of Nuevo Leon, Mexico: Status of the Ecological and Altitudinal Distribution *Natural Areas Journal* 2012; 32: (4), 377-385.

- Corey, S.J. y T.A. Waite. Phylogenetic autocorrelation of extinction threat in globally imperilled amphibians. *Diversity and Distributions* 2008; 14: 614–629.
- Couture C., Measures L., Gagnon J. y Desbiens C. Human intestinal anisakiosis due to consumption of raw salmon. *American Journal OF Surgical Pathology* 2003; Volume: 27 Issue: 8 Pages: 1167-1172.
- Daszak, P., A. A. Cunningham, y A. D. Hyatt. Emerging infectious diseases of wildlife - threats to biodiversity and human health. *Science* 2000; 287: 443-449.
- Düşen S., Uğurtaş I. H., Aydoğdu A. y Oğuz M. C. The helminth community of the agile frog, *Rana dalmatina* Bonaparte, 1839 (Anura: Ranidae) collected from Northwest of Turkey. *Helminthologia* 2009; Volume 46: Issue 3, pp 177-182.
- Düşen S. y Oğuz M. C. Metazoan endoparasites of three species of anurans collected from the Middle Black Sea Region of Turkey. *Helminthologia* 2010; Volume 47: Issue 4, pp 226-232.
- Epstein, P. R., E. Chivian, y K. Frith. Emerging diseases threaten conservation. *Environmental Health Perspectives* 2003; 111: 506-507.
- Espino del Castillo A., Paredes-León R. y Morales-Malacara J. Presence of intradermal chigger mite *Hannemania hylae* (Ewing, 1925) (Acari: Leeuwenhoekidae) in the troglophile frog *Eleutherodactylus longipes* (Anura: Brachycephalidae) at Los Riscos Cave, Querétaro, Mexico, *International Journal of Acarology* 2011; 37: 5, 427-440.
- Espinoza-Jiménez, A.F., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia D. y León-Règagnon, V. Checklist of helminth parasites of the cane toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) from Mexico. *Journal of Parasitology* 2007; 93: 937–944.
- Flores-Villela O., y Canseco-Márquez. L. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zool. Mex.* 2004; 20:115-144.
- Flores-Villela O. y Goyenechea M.G. Patrones de distribución de anfibios y reptiles en México. 2003. p. 289-296. En: *Una perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía*. Morrone, J.J y J. Llorente Bousquets (eds.). Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias UNAM.
- Galicia-Guerrero, S., Burseley, C.R., Goldberg, R.S. & Salgado-Maldonado, G. Helminths of two sympatric toad species, *Bufo marinus* (Linnaeus) and *Bufo marmoratus* Wiegmann, 1833 (Anura: Bufonidae) from Chamela, Jalisco, Mexico. *Comparative Parasitology* 2000; 67: 129–133.

- Garbin, L. E., Navone, G. T., Diaz, J. I., y Cremonte, F. Further study of *Contraecum pelagicum* (Nematoda: Anisakidae) in *Spheniscus magellanicus* (Aves: Spheniscidae) from Argentinean coasts. *Journal of Parasitology* 2007; 93: 143–150.
- Garbin, L. E., Diaz, J. I., Cremonte, F., y Navone, G. T. A new anisakid species parasitizing the imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps* from the North Patagonian coast, Argentina. *Journal of Parasitology* 2008; 94: 852–859.
- García-Oliva, F., Maass, J. M. y Galicia, L. Rainstorm analysis and rainfall erosivity of a seasonal tropical región with strong cyclonic influence on the Pacific coast of Mexico. *Journal of Applied Meteorology* 1995; 34: 2491-2498.
- García-Oliva, F., Camou, A. y Maass, J. M. El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano 2002: 4-10 pp. En: Noguera, F. A., Vega-Rivera, J. H., García-Aldrete, N. y Avendaño-Quesada, M., editores. *Historia Natural de Chamela*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- García A. Using ecological niche modelling to identify diversity hotspots for the herpetofauna. *Biological Conservation* 2006; 130:25-46.
- Gaston, K. J. *Rarity*. Chapman and Hall. London, Reino Unido. 1994: 205 pp.
- Goldberg S. y Bursey C. Helminth parasites of seven anuran species from North Western México. *Western North American Naturalist* 2002; 62: (2) 160-169.
- Goldberg S. R y Bursey C. R. Helminths of two species of Frogs, *Lithobates taylori* and *Lithobates vaillanti* (Ranidae), from Costa Rica. *Caribbean Journal of Science*. 2007; Vol. 43: No. 1, 65-72.
- Golberg S. R. y Bursey C. R. Helminths from fifteen species of frogs (Anura, Hylidae) from Costa Rica. *Phyllomedusa* 2008; 7: (1): 25-33.
- Goldberg S. R. y Bursey C. R. Helminths from 10 Species of Brachycephalid Frogs (Anura: Brachycephalidae) from Costa Rica. *Comparative Parasitology* 2008; 75: (2), 255-262.
- Goldberg, S.R., Bursey, C.R. y Gergus, E.W.A. Helminth communities of subpopulations of the Pacific Tree frog, *Pseudacris regilla* (Hylidae), from Baja California, Mexico. *Southwest Naturalist* 2001; 46: 223–230.
- Goldberg, S.R., Bursey, C.R., Salgado-Maldonado, G., Báez-Valé, R. y Cañeda-Guzmán, C. Helminth parasites of six species of anurans from Los Tuxtlas and Catemaco Lake, Veracruz, México. *Southwestern Naturalist* 2002; 47: 293–299.

- Goldberg S. R., Bursey C. R., Caldwell J. P., Vitt L. J. y Costa G. C. Gastrointestinal Helminths from Six Species of Frogs and Three Species of Lizards, Sympatric in Pará State, Brazil. *Comparative Parasitology* 2007; 74: (2), 327-342.
- Goldberg S. R., Bursey C. R., Caldwell J. P. y Shepard D. B. Gastrointestinal Helminths of Six Sympatric Species of *Leptodactylus* from Tocantins State, Brazil. *Comparative Parasitology* 2009; 76 (2):258-266.
- Goldberg S. R., Bursey C. R. y Kraus F. First Report of Gastrointestinal Helminths from the Wokan Cannibal Frog, *Lechriodus melanopyga* (Amphibia: Limnodynastidae), from Papua New Guinea. *Pacific Science* 2007; 61(3):429-432.
- González, C. E. y Hamann, M. I. Primer registro de *Cosmocerca podicipinus* Baker y Vaucher, 1984 (Nematoda: Cosmocercidae) en *Pseudopaludicola falcipes* (Hensel, 1867) en Corrientes, Argentina. *Facena* 2004; 20: 65-72.
- González C. E y Hamann M. I. Nematode parasites of two anuran species *Rhinella schneideri* (Bufonidae) and *Scinax acuminatus* (Hylidae) from Corrientes, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 2008: vol.56 no.4.
- Guernier, V., M.E. Hochberg, y J.F.O. Guegan. Ecology drives the worldwide distribution of human diseases. *Plos Biology* 2004; 2:740-746.
- Guerrero R. Two new species of *Oswaldocruzia* (Nematoda: Trichostrongylinae: Molineoidea) parasites of the cane toad *Rhinella marina* (Amphibia: Anura) from Peru. *Acta Parasitologica* 2013; Volume 58: Issue 1, pp 30-36.
- Guillén-Hernández, S. Comunidades de helmintos de algunos anuros de “Los Tuxtles”, Veracruz. M.C. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México 1992: 90 pp.
- Hadfield, C.A., and B.R. Whitaker. Amphibian emergency medicine and care. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 2005; 14(2):79-89.
- Hanna A. A. y Joy J. E. *Oswaldocruzia pipiens* (Nematoda: Trichostrongyloidea) from the Eastern American Toad, *Bufo americanus americanus* (Salientia: Bufonidae), in West Virginia, U.S.A. *Comparative Parasitology* 2003; 70(1):92-96.
- Hill W. A., Newman S. J., Craig L., Carter C., Czarra J. y Brown J. P. Diagnosis of *Aeromonas hydrophila*, *Mycobacterium* species, and *Batrachochytrium dendrobatidis* in an African Clawed Frog (*Xenopus laevis*). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 2010; 49(2): 215–220.
- Hoffmann, A. Ácaros parásitos de batracios y reptiles en México. *Revista latinoamericana de Microbiología y Parasitología* 1969; 11: 209–216.

- Hoffmann, A. Los Trombicúlidos de México (Acarida: Trombiculidae). Publicaciones Especiales del Instituto de Biología, UNAM 1990; 2: 1-275.
- Hoffmann, A. y López-Campos, G. Biodiversidad de los ácaros en México. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México City 2000: 230 pp.
- Holmes, J. C. y Price, W. P. Communities of parasites. In *Community ecology: Pattern and process*, Kikkawa J. y Anderson D. J (eds.) Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1986: 187-213 pp.
- Holmstead P.R., Hudson P.J., Skorpning A. The influence of a parasite community on the dynamics of a host population: A longitudinal study on willow ptarmigan and their parasites. *Oikos* 2005; 111:377–391.
- Houlahan J. E, Findlay C. S. The effects of adjacent land use on wetland amphibian species richness and community composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2003; 60: 1078-1094.
- Hudson PJ, Dobson AP, Lafferty KD. Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *Trends in Ecology & Evolution* 2006; 21:381–385.
- Huizinga, H. W. Studies on the life cycle and development of *Contraecaecum spiculigerum* (Rudolphi, 1809) (Ascaroidea: Heterocheilidae) from marine piscivorous birds. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society* 1966; 82: 181–195
- Janzen, D. H. Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. 1988: pp. 130-137. En: E. O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press. Washington, D. C.
- Jiménez- Valverde. A. y Hortal. J. Las curvas acumulativas de especies y la necesidad de evaluar la cantidad de los inventarios biológicos. *Revista Aracnología* 2003; 8:151-161.
- Kennedy, C. R. Helminth communities in freshwater fish: Structured communities or stochastic assemblages? In *Parasite communities: Patterns and processes*, Esch, G. W., Bush, A. O. y Aho J. M. (Eds.). Chapman and Hall, London, Reino Unido 1990: 131-156 pp.
- Kiesecker, J.M., Blaustein, A.R. y Belden, L.K. Complex causes of amphibian population declines. *Nature* 2001; 410: 681–684.
- Krantz, G. W. *A Manual of Acarology*. Oregon St. Univ. Book Store, Corvallis. 1970: 335 p.
- Krantz, G. W. y Walter D. E (eds.). *A manual of Acarology*. Thrid edition. Texas Tech University Press, Lubbok, Texas. 2009: 807 p.

- Krebs, C. J. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper y Row, Publishers, New York. Ecology 1985: 800 pp.
- Krebs C. J. Ecological methodology. Harper Collins Publ. 1989: 654 pp.
- León-Règagnon, V., Martínez-Salazar, E.A., Lazcano-Villarreal, D. y Rosas-Valdéz, R. Helminth parasites of four species of anurans from Nuevo León, Mexico. Southwestern Naturalist 2005; 50: 251–258.
- Loomis, R.B. y Welbourn, W.C. A new species of *Hannemania* (Acarina, Trombiculidae) from *Bufo punctatus* of Western North America, with comments on *Hannemania hylae* (Ewing). Bulletin of the Southern California Academy of Sciences 1969; 68: 160–168.
- Ludwig, J. A. y Reynolds. Statistical Ecology. John Wiley and Sons, Nueva York 1988: 337p.
- Luque J. L., Martins A. N. y Tavares L. E. R. Community structure of metazoan parasites of the yellow Cururu toad, *Bufo ictericus* (Anura, Bufonidae) from Rio de Janeiro, Brazil. Acta Parasitologica 2005; 50(3): 215–220.
- Kjøie, M., y Fagerholm, H.-P. The life cycle of *Contracaecum osculatum* (Rudolphi, 1802) sensu stricto (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae) in view of experimental infections. Parasitology Research 1995; 81: 481–489
- Magalhães C. K., Silva R. J., Ferreira V. L. Helminth component community of the paradoxal frog *Pseudis platensis* Gallardo, 1961 (Anura: Hylidae) from south-eastern Pantanal, Brazil. Parasitology Research 2010; Volume 106: Issue 3, pp 747-751.
- Magurran, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton University, Princeton, Nueva Jersey 1998: 179 pp.
- Magurran A. E. Measuring biological diversity. Brackwell publishing, Reino Unido 2004: 256 pp.
- Magurran A. E. Ecological Diversity and measurement. Princeton University Press New Jersey 2005: 179pp.
- Marcogliese D.J. Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? International Journal for Parasitology 2005; 35:705–716.
- Martínez-Salazar, E.A. A new Rhabdiasid species from *Craugastor occidentalis* (Anura: Brachycephalidae) from Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 2008; 79: 81–89.

- Martínez-Salazar E. A. y León-Règagnon V. New species of *Rhabdias* (Nematoda: Rhabdiasidae) from *Bufo occidentalis* (Anura: Bufonidae) from Sierra Madre del Sur, México. *Journal of Parasitology* 2007; Vol. 93: No. 5, pp. 1171-1177.
- Martínez-Villarreal, J.M. Parásitos de algunos anfibios colectados en diferentes áreas de los municipios de Escobedo, Pesquería y Santiago, Nuevo León, México. B.S. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México 1969: 53 pp.
- Mata-López, R. y León-Règagnon, V. *Gorgoderina festoni* n. sp. (Digenea:Gorgoderidae) in anurans (Amphibia) from México. *Systematic Parasitology* 2005; 62: 185-190.
- Mata-López, R., Guillén-Hernández, S. y León-Règagnon, V. A new species of *Cosmocercella* parasite of *Diaglena spatulata* and *Tripriion petasatus* (Anura:Hylidae) from Mexico, bases on a new morphological information for the genus. *Zootaxa* 2008; 1940: 16-24.
- McAllister C. T. y Bursey C. R. Endoparasites of the Dark-Sided Salamander, *Eurycea longicauda melanopleura*, and the Cave Salamander, *Eurycea lucifuga* (Caudata: Plethodontidae), from Two Caves in Arkansas, U.S.A. *Comparative Parasitology* 2004; 71(1):61-66.
- McAllister C. T., Bursey C. R., Robison H. W. y Connior M. B. Parasites of the Ozark Zig-Zag Salamander, *Plethodon angusticlavius* (Caudata: Plethodontidae), from Northern Arkansas. *Comparative Parasitology* 2013; 80(1):69-79.
- Moravec, F. Experimental studies on the development of *Contraecaecum rudolphii* (Nematoda: Anisakidae) in copepod and fish paratenic hosts. *Folia Parasitologica* 2009; 56: 185–193.
- Muzzall P. M., Gilliland M. G., Summer C. S. y Mehne C. J. Helminth communities of green frogs *Rana clamitans latreille*, from Southwestern Michigan. *Journal of Parasitology* 2001; Vol. 87(5): 962-968.
- Norval G., Bursey C. R., Goldberg S. R., Arreola J., Huang S. y Mao J. Gastrointestinal Helminths of the Marshland Frog, *Fejervarya limnocharis* (Anura: Ranidae), from Taiwan, R.O.C. *Comparative Parasitology* 2013; 80(1):138-140.
- Ochoa-Ochoa, L.M. y Flores-Villela, O. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. UNAM-CONABIO, México, D.F. 2006: 211pp.
- Paredes-Calderón, L., León-Règagnon, V. y García-Prieto, L. Helminth infracommunities of *Rana vaillanti* Brocchi (Anura: Ranidae) in Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Journal of Parasitology* 2004; 90: 692–696.

- Paredes-León, R., García-Prieto, L. Guzmán-Cornejo, C. León-Règagnon, V. y Pérez, T. M. Metazoan parasites of Mexican amphibians and reptiles. *Zootaxa* 2008; 1904: 1-166.
- Pearse, A. S. Parasites from Yucatán. Publication of the Carnegie Institution of Washington 1936; 457: 45-59.
- Popiołek M., Rozenblut-Kościsty B., Kot M., Nosal W. y Ogielska M. Endoparasitic helminths of water frog complex in Poland: do differences exist between the parental species *Pelophylax ridibundus* and *Pelophylax lessonae*, and their natural hybrid *Pelophylax esculentus*?. *Helminthologia* 2011; Volume 48: Issue 2, pp 108-115.
- Poulin, R. Comparison of three estimators of species richness in parasite component communities. *Journal of Parasitology* 1998; 84: 485-490.
- Price, P. W. Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 1980: 237 pp.
- Ramírez-Bautista, A. y García A. Diversidad de la herpetofauna de la región de Chamela 2002: 251-252 pp. En: Noguera, F. A., Vega-Rivera, J. H., García-Aldrete, A. N. y Avendaño-Quesada, M., editores. Historia Natural de Chamela. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Razo-Mendivil, U., León-Règagnon, V. y Pérez-Ponce de León, G. Monophyly and systematic position of *Glypthelmins* (Digenea), based on partial 1srDSD sequences and morphological evidence. *Organisms, Diversity and Evolution* 2006; 6: 308-320.
- Salgado-Maldonado, G. Manual de prácticas de Parasitología con énfasis en helmintos parásitos de peces de agua dulce y otros animales silvestres de México. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.
(http://www.ibiologia.unam.mx/directorio/s/salgado/salgado_manual/propuesta_salgado.htm 01/07/2013)
- Santos J. N., Giese E. G., Maldonado A. Jr. y Lanfredi R. M. A New Species of *Oswaldocruzia* (Molineidae: Nematoda) in *Chaunus marinus* (Amphibian: Bufonidae) (Linnaeus, 1758) from Brazil. *Journal of Parasitology* 2008; Vol. 94: No. 1, pp. 264-268.
- Shamsi, S., Norman, R., Gasser, R., y Beveridge, I. Genetic and morphological evidence for the existence of sibling species within *Contracaecum rudolphii* Hartwich, 1964 (Nematoda: Anisakidae) in Australia. *Parasitology Research* 2009; 105: 529–538.
- Slimane B. B. y Durette-Desset M-C. Four new species of *Oswaldocruzia* (Nematoda: *Trichostrongylina*, *Molineoidea*) Parasitizing amphibians and lizards from Ecuador. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 1996; vol.91: no.3.

- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., Fischman, D.L. y Waller, R.W. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 2004; 306: 1783-1786.
- Suazo-Ortuño I., Alvarado-Díaz J., Raya-Lemus E., and Martínez-Ramos M. Diet of the mexican marbled toad (*Bufo marmoratus*) in conserved and disturbed tropical dry forest. *The southwestern naturalist* 2007; 52: 2, 305-309.
- Suzán, G., y G. Ceballos. The role of feral mammals on wildlife infectious disease prevalence in two nature reserves within Mexico City limits. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 2005; 36:479-484.
- Suzán, G., Armien A., Mills J.N., Marce E., Ceballos G., Ávila M., Salazar-Bravo J., Ruedas L., Armien B., y Yates T.L. Epidemiological considerations of rodent community composition in fragmented landscapes in Panama. *Journal of Mammalogy* 2008; 89:684-690.
- Trejo-Vazquez, I. y R. Dirzo. Deforestation of seasonally dry forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 2000; 94: 133-142.
- Velarde Aguilar M. Códigos de barras genéticos de los helmintos de cinco especies de anuros de la Reserva de la Biosfera Chamela Cuixmala, Jalisco, México. Universidad de Colima. Tesis de licenciatura 2011.
- Yildirimhan H. S. y Karadeniz E. Helminth Parasites of the Common Toad, *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) (Anura: Bufonidae) from Northeast Turkey. *Comparative Parasitology* 2007; 74(1):176-178.
- Yildirimhan H. S., Bursey C. R. y Goldberg S. R. Helminth Parasites of the Taurus Frog, *Rana holtzi*, and the Uludag Frog, *Rana macrocnemis*, with Remarks on the Helminth Community of Turkish Anurans. *Comparative Parasitology* 2006; 73(2):237-248.
- Yildirimhan H. S., Bursey C. R. y Goldberg S. R. Helminth Parasites of the Caucasian Parsley Frog, *Pelodytes caucasicus*, from Turkey. *Comparative Parasitology* 2009; 76(2):247-257.
- Zelmer D. A., Paredes-Calderón L., León-Règagnon V., García-Prieto L. Nestedness in colonization-dominated systems: helminth infracommunities of *Rana vaillanti brocchi* (anura: ranidae) in los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Journal of Parasitology* 2004; Vol. 90: No. 4, pp. 705-710.
- AmphibiaWeb2012 provides access to information on amphibian declines, natural history, conservation, and taxonomy. <http://amphibiaweb.org/index.html> (Consulta: Septiembre 2012).
- In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2011.2. www.iucnredlist.org

10. ANEXOS

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DE LOS HOSPEDEROS

Sapo huasteco boca angosta (*Gastrophryne usta*) (Cope, 1866).

Familia Microhylidae, miden aproximadamente 30 mm LHC, tienen hábitos nocturnos es terrestre, se alimenta de hormigas. Deposita sus huevos en estanques y charcas. Se encuentran en la categoría de riesgo de preocupación menor. Se distribuye desde el sur de Sinaloa hacia el sur hasta el Istmo de

Tehuantepec, en la vertiente del Pacífico y del centro de Veracruz al sur y al este de Oaxaca hasta Guatemala y El Salvador, en elevaciones de 0-1000 msnm. Los países nativos son El Salvador, Guatemala y México. Esta especie se puede encontrar en las tierras bajas, en los bosques tropicales húmedos y secos. Se reproduce en estanques temporales y permanentes, pueden tolerar la perturbación del hábitat (www.iucnredlist.org). Respecto a su helmintofauna en México únicamente ha sido reportado el trematodo monogéneo *Gorgoderina festoni* en los estados de Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Colima (León-Regagnón et al., 2005).



Bufo marmoratus (*Incilius marmoratus*) (Wiegmann, 1833)

Pertenece a la familia Bufonidae, mide de largo hocico cloaca LHC 76 mm. Es nocturno, terrestre, ripario e insectívoro. Se reproduce por huevos depositados en charcos y estanques. Categoría de riesgo preocupación menor.



Se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico de México desde el sur de Sonora hasta el norte de Chiapas. También se registra en la cuenca del Balsas en Michoacán y en las costas atlánticas de Veracruz. Esta especie habita en el Bosque Tropical Caducifolio y en el bosque tropical semideciduo en las tierras bajas. Habita en hábitats perturbados. Se alimenta de diferentes tipos de insectos entre ellos hormigas, escarabajos y termitas (Suazo-Ortuño et al., 2007), en cuanto a su helmintofauna en México sólo existe un estudio realizado en Jalisco donde describen 3 especies de nematodos (*Aplectana incerta*, *Rhabdias fuellerboni* y *Physocephalus* sp.) y un acantocéfalo (*Centrorhynchus* sp.) por Galicia-Guerrero et al., 2000.

Rana del Sabinal (*Leptodactylus melanonotus*) (Hallowell, 1861).

Familia Leptodactylidae, es pequeño LHC 50 mm, es nocturno, ripario e insectívoro. Se reproducen por medio de huevos en nidos de espuma depositados sobre o cerca del agua. Categoría de riesgo preocupación menor. Se distribuye a lo largo desde el sur de Tamaulipas en la vertiente atlántica de México



y del sur de Sonora en la vertiente del Pacífico de México, hacia el sur a través de América Central hasta América del Sur al oeste de los Andes, hasta el sur de la provincia de Ríos Ecuador. Esto ocurre desde el nivel del mar hasta los 1.550 msnm. Países nativos Belice, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá. Habita en tierras húmedas bajas y bosque de montaña, pero también sobrevive en los manglares, zonas verdes abiertas, pastizales inundados, áreas perturbadas de crecimiento secundario, tierras agrícolas y urbanas (www.iucnredlist.org). Respecto a su helmintofauna se han reportado cestodos, nematodos y trematodos en México en los estados de Veracruz, Sonora, Colima, Guerrero y Tabasco (Golberg et al.,2002; Burse y Brooks, 2010; Golberg y Burse, 2002; Martínez Salazar, 2008; Razo-Mendevil et al., 2006; Razo-Mendevil y León Régagnon, 2001; Mata-López y León Régagnon, 2005).