



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

**COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE  
ANUROS ASOCIADA A CHARCAS GANADERAS EN  
CHAPALA, JALISCO**

**Tesis**

**que para obtener el grado de**

**Maestro en Ciencias en Biosistemática y Manejo de  
Recursos Naturales y Agrícolas**

**Presenta**

**José Luis Barragán Ramírez**

**DIRECTOR**

**Dr. José Luis Navarrete Heredia**

**Zapopan, Jalisco.**

**26 de noviembre de 2013**



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias**

## COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE ANUROS ASOCIADA A CHARCAS GANADERAS EN CHAPALA, JALISCO

Por

**MVZ José Luis Barragán Ramírez**

**Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos  
Naturales y Agrícolas**

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
**Dr. José Luis Navarrete Heredia**  
Director de tesis e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Ramón Rodríguez Macias**  
Asesor del comité particular e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
**M. en C. Pedro Macedonio García López**  
Asesor del comité particular e integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Sergio Guerrero Vázquez**  
Integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Miguel Vasquez Bolaños**  
Integrante del jurado

\_\_\_\_\_  
**Fecha**

## DEDICATORIA

A mi familia quienes siempre han creído en mí y son mi principal motivo para continuar superándome.

*“Escribir es fácil. Lo único que hay que hacer es mirar fijamente la hoja de papel en blanco hasta que se empieza a sudar gotas de sangre”*

Gene Fowler

## AGRADECIMIENTOS

Antes que nada doy gracias a Dios por haberme permitido culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mi familia, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A mi director de tesis, el Dr. José Luis Navarrete Heredia por su dedicación, tiempo, enseñanzas y todo lo que me ha apoyado como profesor y amigo en estos años, siempre dando buenos consejos y alentándome para seguir adelante. Al Dr. Sergio Guerrero Vázquez, por sus comentarios, consejos y valiosas sugerencias para mejorar este trabajo. También agradezco a mis asesores el Dr. Miguel Vasquez Bolaños, el Dr. Ramón Rodríguez Macías, y al Dr. Pedro Macedonio García López por sus correcciones, comentarios y valiosas sugerencias hechas hacia este trabajo.

A la Universidad de Guadalajara por todo cuanto he recibido de ella, así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico para llevar a cabo mis estudios de maestría.

A todos mis compañeros y amigos del Centro de Estudios en Zoología: Ana Laura González, Daniel Aceves, Benjamín “Benja”, Marta Anguiano, Pablo Antonio y Georgina A. Quiroz “Gina”, con quienes he compartido estrechamente el desarrollo de este trabajo así como muchas otras actividades.

Al Dr. Oscar A. Flores Villela por permitirme realizar una estancia académica en la colección de anfibios y reptiles del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Universidad Nacional Autónoma de México. Al M. en C. Edmundo Pérez Ramos por su apoyo y enseñanzas.

Un agradecimiento especial a José de Jesús Ascencio Arrayga “Pelí”, Fidel Rodríguez Ramírez, Fernando Rodríguez Ramírez y Armando “El Chico Pay” por su amistad, apoyo y arduo trabajo durante los muestreos nocturnos.

Finalmente, agradezco a la delegación de policía y autoridades ejidales del poblado de Chapala por su apoyo y permisos correspondientes para la realización de este trabajo.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ANEXOS.....	vi
1. RESUMEN .....	1
2. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	5
4. ANTECEDENTES.....	7
5. HIPÓTESIS .....	10
6. OBJETIVOS.....	11
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
8. RESULTADOS.....	23
9. DISCUSIÓN.....	39
10. CONCLUSIONES .....	41
11. ASPECTOS DE HISTORIA NATURAL DE LAS ESPECIES DE ANUROS ASOCIADAS A CHARCAS GANADERAS .....	43
12. LITERATURA CITADA.....	65
13. ANEXOS.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de los sitios de estudio en el municipio de Chapala, Jalisco.....	12
<b>Figura 2.</b> Parque Ecológico El jagüey, sitio I (A y B).....	13
<b>Figura 3.</b> Parque Ecológico El jagüey, sitio I-A .....	14
<b>Figura 4.</b> Parque Ecológico El jagüey, sitio I-B.....	14
<b>Figura 5.</b> Parque Ecológico El jagüey, sitio II .....	15
<b>Figura 6.</b> Parque Ecológico El jagüey, sitio III.....	16
<b>Figura 7.</b> Esquema básico de las bandas de muestreo, sitio II.....	18
<b>Figura 8.</b> Especies registradas en los sitios de estudio.....	24
<b>Figura 9.</b> Riqueza de especies (diversidad de orden 0) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey.....	25
<b>Figura 10.</b> Curvas de acumulación de especies de los estudio .....	26
<b>Figura 11.</b> Gráficos de rango-abundancia de los sitios de estudio.....	27
<b>Figura 12.</b> Abundancia relativa (%) de cada especie de anuro en los sitios de estudio.....	28
<b>Figura 13.</b> Diversidad de especies (diversidad de orden 1) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey.....	29
<b>Figura 14.</b> Riqueza mensual de especies (diversidad de orden 0) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey. ....	30
<b>Figura 15.</b> Comportamiento de las variables climáticas (temperatura, humedad y precipitación) durante el periodo de muestreo .....	30
<b>Figura 16.</b> Diversidad mensual de la anurofauna (diversidad de orden 1) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey.....	31
<b>Figura 17.</b> Abundancia mensual de las especies de anuros en los sitios de estudio.....	33
<b>Figura 18.</b> Diagrama de ordenamiento del análisis de correspondencia canónica.....	37
<b>Figura 19.</b> Diagrama de ordenamiento del análisis de correspondencia canónica (ACC) entre las variables ambientales y los sitios de muestreo .....	38
<b>Figura 20.</b> <i>Lithobates neovolcanicus</i> .....	45
<b>Figura 21.</b> <i>Hypopachus variolosus</i> .....	48
<b>Figura 22.</b> <i>Smilisca fodiens</i> .....	51
<b>Figura 23.</b> <i>Hyla eximia</i> .....	54
<b>Figura 24.</b> <i>Hyla arenicolor</i> .....	57
<b>Figura 25.</b> <i>Spea multiplicata</i> .....	61
<b>Figura 26.</b> <i>Craugastor occidentalis</i> y <i>Eleutherodactylus nitidus</i> .....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Caracterización de los sitios de estudio .....	16
<b>Cuadro 2.</b> Composición y abundancia de anuros en los sitios de estudio durante el periodo noviembre 2011 – octubre 2012.....	23
<b>Cuadro 3.</b> Completitud del muestreo en los sitios de estudio.....	26
<b>Cuadro 4.</b> Presencia/ausencia de eventos de actividad reproductiva, sitio I.....	34
<b>Cuadro 5.</b> Presencia/ausencia de eventos de actividad reproductiva, sitio II .....	35
<b>Cuadro 6.</b> Presencia/ausencia de eventos de actividad reproductiva, sitio III.....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Hojas de campo utilizadas durante el muestreo en los sitios de estudio.....	76
<b>Anexo 2.</b> . Especies y sus abundancias registradas para cada sitio durante un año de muestreo en el municipio de Chapala, Jalisco .....	79
<b>Anexo 3.</b> Ficha descriptiva de la superficie del sitio I.....	80
<b>Anexo 4.</b> Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio I.....	81
<b>Anexo 5.</b> Ficha descriptiva de la superficie del sitio II.....	83
<b>Anexo 6.</b> Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio II.....	84
<b>Anexo 7.</b> Ficha descriptiva de la superficie del sitio III.....	86
<b>Anexo 8.</b> Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio III .....	87
<b>Anexo 9.</b> Análisis de correspondencia canónica (ACC).....	89
<b>Anexo 10.</b> Publicaciones generadas durante el trabajo de tesis .....	91



## RESUMEN

Las charcas ganaderas son ecosistemas acuáticos temporales asociados a prácticas agropecuarias tradicionales que funcionan como pequeños humedales. Trabajos recientes han puesto de manifiesto su importancia como hábitats alternativos para la reproducción y mantenimiento de poblaciones de anfibios, destacando su uso en paisajes donde los humedales naturales son escasos.

Se analizó la composición y estructura de la comunidad de anuros asociada a charcas ganaderas, así como su relación con algunas variables ambientales (precipitación, temperatura, humedad, superficie del agua, profundidad y pH del agua), durante un ciclo anual. El trabajo de campo se realizó en la zona ejidal Parque Ecológico El Jagüey, en el municipio de Chapala, Jalisco (20°17'36''N, 103°11'23''O) a 1530 msnm. Se eligieron tres sitios de estudio, cada uno constituido por al menos una charca ganadera o "jagüey". Se realizaron muestreos mensuales desde noviembre 2011 a octubre de 2012, durante tres noches consecutivas, una noche por sitio, empleando el método de Encuentro por Inspección Visual (VES por sus siglas en inglés) a través de bandas ubicadas en la periferia de cada charca. Se registró el número de individuos por especie en cada una de las bandas, así como aspectos de actividad reproductiva.

Se encontró un total de 8 especies (7 géneros, 6 familias). Por su abundancia y estrecha relación con ambientes acuáticos para su reproducción, sólo están asociadas a las charcas: *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia*, *Smilisca fodiens* (Hylidae); *Hypopachus variolosus* (Microhylidae); *Lithobates neovolcanicus* (Ranidae) y *Spea multiplicata* (Scaphiropodidae). *Eleutherodactylus nitidus* (Eleutherodactylidae) y *Craugastor occidentalis* (Craugastoridae) se reproducen en ambientes terrestres. De acuerdo con los estimadores ACE y Chao 1, se tiene entre el 80-100% de las especies estimadas. La especie dominante en los tres sitios fue *L. neovolcanicus*, mientras que las especies raras fueron *Hypopachus variolosus*, *Eleutherodactylus nitidus*, *Craugastor occidentalis* y *Smilisca fodiens*. En cuanto a riqueza, el sitio I presentó el mayor número de especies (diversidad  $q = 0$ ) con ocho especies, mientras que los sitios restantes (II y III) tuvieron seis especies cada uno. Los valores más altos de diversidad de orden 1 ( $q = 1$ ) los presentó el sitio II con  ${}^1D = 3.196$ , seguido muy de cerca por el sitio I ( ${}^1D = 2.972$ ). Mientras que el sitio III presentó el valor más bajo ( ${}^1D = 2.387$ ) con apenas el 74.69% de la diversidad que tiene el sitio II. Ambos ordenes de diversidad (orden 0 y orden 1) muestran un comportamiento distinto cuando se analizan en una escala de tiempo mensual, destacando los meses asociados con la época de lluvias y un par de meses previos a la misma por sus altos valores de diversidad. Se encontró relación entre algunas de las variables ambientales evaluadas y la anurofauna mediante el

Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) en los sitios, destacando la precipitación como una de las variables principales que definen el periodo de actividad de las especies, particularmente de *S. fodiens* y *S. multiplicata*. *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia* e *Hypopachus variolosus* están relacionadas con la temperatura. Mientras que la especie *Lithobates neovolcanicus* muestra asociación con la profundidad máxima y la superficie del agua.

Cinco especies utilizaron las charcas ganaderas para su reproducción: *L. neovolcanicus*, *H. arenicolor*, *H. eximia*, *Hypopachus variolosus* y *Spea multiplicata*. A pesar de esto, la abundancia de las especies en cada uno de los sitios fue distinta, aparentemente influenciada por las condiciones bióticas y abióticas que caracterizan a cada uno. Finalmente, se resalta la importancia de las charcas ganaderas como sitios de mantenimiento, actividad reproductiva y cría de anfibios con fines para su conservación.

## ABSTRACT

Farm ponds are temporal aquatic ecosystems associated with traditional agricultural practices that work as small wetlands. Recent studies have demonstrated its importance as alternative habitats for reproduction and maintenance of amphibian populations, highlighting its use on landscapes where natural wetlands are scarce.

We analyzed structure and composition of anuran community associated with farm ponds, and its relation to some environmental variables (precipitation, temperature, humidity, water surface, water deep and Ph) during an annual cycle. Fieldwork was conducted in the municipality of Chapala, Jalisco (20°17'36''N, 103°11'23''O) at 1530 m elevation. We chose three study sites, each one with farm pond or "jagüey". We made monthly samples from november 2011 to october 2012, for three consecutive nights, one night per site, using the method of Visual Encounter Survey (VES) through bands located on the periphery of each pond. We recorded the number of individuals per species in each sample bands, as well aspects of reproductive activity.

We recorded eight species (7 genera, 6 families). But only six have a close relationship with aquatic environments because their reproductive habits: *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia*, *Smilisca fodiens* (Hylidae); *Hypopachus variolosus* (Microhylidae); *Lithobates neovolcanicus* (Ranidae) and *Spea multiplicata* (Scaphiopodidae). *Eleutherodactylus nitidus* (Eleutherodactylidae) and *Craugastor occidentalis* (Craugastoridae) breed in terrestrial environments. According to the richness estimators ACE and CHAO 1, it has completeness between 80-100% of the estimated species. The dominant species in the three sites was *Lithobates neovolcanicus*, while rare species were *Hypopachus variolosus*, *Eleutherodactylus nitidus*, *Craugastor occidentalis* y *Smilisca fodiens*. The site I had the highest diversity ( $q = 0$ ) with eight species, while the remaining sites (II and III) had six species each. The highest values of diversity ( $q = 1$ ) occurred at the site II with  ${}^1D = 3.196$ , followed closely by the site I ( ${}^1D = 2.972$ ). While the site III presented the lowest value ( ${}^1D = 2.387$ ) with only 74.69% of the diversity that owns the site II. Both diversity orders (order 0 and order 1) show a different behavior when analyzed on a monthly time scale, emphasizing the months of the rainy season and a pair of months before it for its high diversity values. There was a relationship between some of the environmental variables and anurofauna evaluated by a Canonical Correspondence Analysis (CCA) at the sites, highlighting the precipitation as one of the variables that define the activity period of the species, particularly *S. fodiens* and *S. multiplicata*. *H. eximia*, *H. arenicolor* and *H. variolosus* were related to temperature. *L. neovolcanicus* showed an apparent association with the maximum depth and water surface.

Five species used farm ponds as breeding sites: *L. neovolcanicus*, *H. arenicolor*, *H. eximia*, *Hypopachus variolosus* y *Spea multiplicata*. Despite this, the abundance of each species was different at each site, apparently influenced by specific biotic and abiotic conditions of each site. Finally, we reiterate the importance of farm ponds as maintenance sites, for reproductive activity and raise amphibians for conservation purposes.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una notable reducción de las poblaciones de anfibios a nivel mundial (Houlahan *et al.*, 2000; Lips *et al.*, 2004; Stuart *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2004; Wake, 2012) y en algunos casos la extinción de especies (Stuart *et al.*, 2008). Dicho declive ha sido documentado con gran intensidad en los últimos 30 años, especialmente en zonas montañosas neotropicales (Stuart *et al.*, 2004; Lips *et al.*, 2005). En México, aunque es poco lo que se conoce del status de las poblaciones de anfibios, se tiene la certeza de su disminución (Lips *et al.*, 2004; Cheng *et al.*, 2011).

Las causas de la declinación de anfibios son diversas, algunos de los factores implicados son el impacto de las actividades antropogénicas, cambio climático (Wake, 2012), introducción de especies exóticas (Pearl *et al.*, 2004), contaminación química (Lascano *et al.*, 2011), enfermedades por patógenos (ej. *Batrachochytrium dendrobatidis*, y ranavirus) (Longcore *et al.*, 2007; Pearl *et al.*, 2007; Picco y Collins, 2007), entre otros. Sin embargo, muchos autores coinciden en que la pérdida de hábitat, consecuencia de las actividades antropogénicas, es uno de los principales factores implicados en la desaparición de anfibios en el mundo (Young *et al.*, 2001; Lips *et al.*, 2004; Young *et al.*, 2004; Lips *et al.*, 2005; Becker *et al.*, 2007; Moreira *et al.*, 2008).

El rápido crecimiento de actividades como la agricultura y ganadería están ocasionando la transformación del paisaje natural, provocando la reducción y desaparición de especies locales; especialmente en hábitats de gran complejidad estructural y heterogeneidad espacial donde se concentra una gran diversidad de especies, muchas de ellas con preferencias muy particulares (Suazo-Ortuño *et al.*, 2008). A pesar de esto, hay elementos para creer que las prácticas agropecuarias pueden tener un impacto positivo en la fauna local con un manejo adecuado, por ejemplo en regiones con sequías estacionales prolongadas donde los humedales naturales son escasos, la implementación de charcas agropecuarias puede representar una fuente importante de agua y alimento para el abastecimiento de la fauna, así como hábitats alternativos de reproducción de anfibios, promoviendo su conservación y mantenimiento (Baker y Halliday, 1999).

El uso de charcas agropecuarias suele estar asociado a prácticas de ganadería extensiva de carácter local en paisajes abiertos. Estos cuerpos de agua, también conocidos como jagüeyes o charcas ganaderas, son depresiones naturales o artificiales sobre terrenos con substratos poco

permeables como la arcilla que permiten captar, almacenar y administrar agua de manera temporal o permanente. Se llenan principalmente por la captación del agua de lluvia y pueden ser utilizados para múltiples propósitos. Ecológicamente estas charcas son sistemas dinámicos (sujetos a constantes fluctuaciones ambientales) que funcionan como pequeños humedales y contribuyen de forma significativa a la conservación y mantenimiento de la biodiversidad (Knutson *et al.*, 2004).

México ocupa el quinto lugar en el mundo en cuanto a riqueza de anfibios (Stuart *et al.*, 2006), y sin embargo, el grado de conocimiento que se tiene sobre la estructura y funcionamiento de las comunidades de este grupo es pobre, si a esto añadimos la presión que ejerce la alarmante tasa de destrucción que presentan los ecosistemas naturales, es urgente que diversos aspectos ecológicos de estos organismos sean estudiados, con el fin de comprender el papel biológico que desempeñan en los ambientes donde habitan, y las consecuencias de su potencial pérdida en la estructura y funcionamiento de los mismos. La generación de información es necesaria para proponer estrategias de conservación adecuadas, así como para detectar especies con requerimientos particulares (ej. nichos tróficos estrechos), y por lo tanto, potencialmente más sensibles a las alteraciones del hábitat (Anderson *et al.*, 1999a).

## ANTECEDENTES

### **Estudios con ensamblajes de anuros asociados a cuerpos de agua en el mundo**

Gran parte de los estudios asociados con ensamblajes de anuros en cuerpos de agua han sido realizados en la zona del neotrópico (ej. Argentina: Jofré *et al.*, 2010; Colombia: Mueses-Cisneros, 2007; Uruguay: Canavero *et al.*, 2008), particularmente en Brasil (Bertoluci *et al.*, 2007; Moreira *et al.*, 2008; Torres y Eterovick, 2010; De Souza y Eterovick, 2011), debido a que las comunidades de anuros de esa región son muy diversas. A pesar de esto, existen trabajos en otras partes del mundo correspondientes a Norteamérica (ej. EUA: Bunnell y Zampella, 1999; Knutson *et al.*, 2004), África (ej. Kenia: Vignoli *et al.*, 2010), Australia (Lemckert, 2011) y Europa (ej. España: Gómez-Rodríguez *et al.*, 2009).

Entre los trabajos que se han realizado en las distintas partes del mundo se han evaluado distintos aspectos de la estructura y funcionamiento de la comunidad, por ejemplo, Knutson *et al.* (2004) evaluaron estanques de uso agrícola como potenciales sitios de cría para anfibios al sureste de Minnesota, EUA. Destacando su uso en regiones donde los humedales naturales son escasos, lo que los convierte en importantes alternativas como hábitats de cría y mantenimiento de anfibios. En su trabajo registraron 10 especies de anfibios que utilizan los estanques como sitios potenciales de cría, además mencionan que la riqueza de especies y su éxito reproductivo están estrechamente relacionados con algunas características del cuerpo de agua y su entorno, destacando la calidad del agua, vegetación y depredadores.

Bionda *et al.* (2011) evaluaron la diversidad, abundancia, riqueza y equitatividad de anuros asociados a agroecosistemas de la región central de Argentina. En total registran siete especies asociadas a cuatro familias (Bufonidae, Leiuperidae, Cycloramphidae, y Leptodactylidae). Mediante regresiones lineales destacan la fuerte asociación positiva que hay entre la riqueza de especies y la abundancia de anuros con la lluvia y días de lluvia como variables. Además sus resultados sugieren que los anfibios pueden verse particularmente afectados por la modificación y degradación del hábitat debido a las actividades agrícolas en la región.

Maffei *et al.* (2011) evaluaron la riqueza, abundancia y distribución de anuros asociados a un estanque natural en el área protegida de Cerrado en el municipio de Borebi, en São Paulo, Brasil. Registraron 27 especies correspondientes a seis familias: Bufonidae (2 especies), Cycloramphidae (1), Hylidae (13), Leiuperidae (4), Leptodactylidae (5), y Microhylidae (2). La mayoría de las especies presentaron su mayor actividad durante la estación lluviosa. Respecto a

su distribución en el estanque, los autores señalan que el tipo de vegetación y el volumen de agua son variables que juegan un papel preponderante, sobre todo en el periodo de sequía.

Pansonato *et al.* (2011) evaluaron la riqueza y abundancia de anuros asociados a una planicie inundable estacional en la sección noroeste del Pantanal, estado de Mato Grosso, Brasil. En total registraron 34 especies correspondientes a cinco familias: Hylidae (14 especies), Leptodactylidae (8), Leiuperidae (6), Microhylidae (4), y Bufonidae (2). Utilizando parcelas de muestreo los autores encontraron que la mayor riqueza de especies se presentó en sitios asociados con cuerpos de agua; sugiriendo que para estudios futuros en el área de estudio se le dé prioridad a este tipo de ambientes.

Moreira y Maltchik (2012) evaluaron los patrones de anidamiento y concurrencia de anuros (larvas y adultos) asociados a estanques costeros en el sureste de Brasil. Registraron 17 especies de anuros, aunque sólo 13 mostraron actividad reproductiva y 11 fueron observadas como larvas. Los autores destacan que el hábitat de anidamiento así como el hidroperiodo son factores importantes en la estructuración de ensamblajes de anfibios a lo largo de las distintas fases de su ciclo de vida.

García-González y García-Vázquez (2012) evaluaron la diversidad de anfibios de un cuerpo de agua artificial dentro de la zona urbana en la ciudad de Oviedo, Asturias, España, donde encontraron tres especies para el sitio (dos anuros: *Alytes obstetricans* y *Discoglossus galganoi*, y un caudado: *Lissotriton helveticus*). Las tres especies exhibieron poblaciones abundantes y una alta diversidad en su ADN mitocondrial, comparable a los niveles encontrados en poblaciones cercanas a zonas rurales con mayor disponibilidad de cuerpos de agua.

### **Estudios con ensamblajes de anfibios en México**

A pesar de que México se encuentra entre los cinco países con mayor riqueza de anfibios en el mundo (Stuart *et al.*, 2006), son pocos los estudios que se han realizado exclusivamente sobre ensamblajes de anfibios en el país. De hecho, hasta hace unos años se empezó a incrementar el número de trabajos en relación al tema, contemplando distintos aspectos ecológicos y abatiendo la costumbre de trabajar los anfibios en conjunto con el grupo de los reptiles. Entre los pocos trabajos desarrollados en México, se encuentran el de Mata-Silva (2003) quien comparó un ensamblaje de anfibios y reptiles en tres zonas de mezquital (*Prosopis laevigata*) con distinto grado de perturbación a orillas del Río Zapotitlán en Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México, donde solo una zona de estudio (la número 2) registro la presencia de anfibios, la cual se



caracterizo por presentar un buen estado de conservación. Finalmente, el autor señala que la diversidad y la densidad de especies parecen estar asociadas con la precipitación más que por la temperatura.

Suazo-Ortuño *et al.* (2008) evaluaron el impacto que tiene la conversión de bosque seco a zonas agrícolas en la reserva de Chamela, Jalisco, México. Para ello, realizaron muestreos durante un periodo de dos años en 6 sitios (3 conservados y 3 perturbados). Registrando un total de 62 especies de anfibios y reptiles, donde solo el 11% son anuros. La diversidad y riqueza de estos últimos fue claramente menor en el bosque perturbado. Por otro lado, cuatro especies (*Exerodonta smaragdina* (Taylor, 1940), *Craugastor hobartsmithi* (Taylor, 1937), *Leptodactylus melanonotus* (Hallowell, 1861), e *Hypopachus variolosus* (Cope, 1866) fueron consideradas sensibles a la perturbación por su abundancia que fue significativamente menor respecto a los sitios conservados. Los autores asocian esta declinación en la abundancia de especies con la reducción de cobertura del dosel, de tallos leñosos, raíces y hojarasca.

Luría-Manzano (2012) evaluó la dieta, disponibilidad de alimento y sobreposición del nicho trófico de un ensamblaje de anuros riparios en San Sebastián Tlacotepec, Sierra Negra de Puebla, México. El ensamblaje está conformado por cuatro especies: *Ecnomihyla miotympanum* (Cope, 1863), *Hyalinobatrachium fleschmanni* (Boettger, 1893), *Lithobates vaillanti* (Brocchi, 1877) y *Ptychohyla zophodes* Campbell & Duellman, 2000, las cuales se encuentran en distintos tipos de microhábitats a lo largo de los arroyos de esta zona. *E. miotympanum* se alimenta de invertebrados, principalmente de arañas, ortópteros y lepidópteros (adultos). *Hyalinobatrachium fleischmann* se encontró únicamente en lluvias, alimentándose sólo de invertebrados pequeños en comparación con el resto de las especies, destacando los homópteros y dípteros (adultos). *Lithobates vaillanti* se encontró la mayor parte del año (estación seca y lluvias), respecto a su dieta; esta consistió tanto vertebrados (peces y ranas) como invertebrados, siendo las presas más importantes los ortópteros, arañas, larvas de lepidópteros y coleópteros (adultos). *Ptychohyla zophodes* se encontró sólo en la época de secas, y consumió únicamente invertebrados, destacando las arañas, ortópteros y dípteros (adultos), así como materia vegetal.

## HIPÓTESIS

La riqueza y abundancia de anuros asociados a charcas ganaderas se ve influenciada por las variables temperatura, humedad y precipitación ambiental, así como pH, profundidad y superficie del agua.

**H<sub>0</sub>.** La riqueza y abundancia de la comunidad de anuros asociada a charcas ganaderas no se modifica ante la fluctuación de las variables: temperatura, humedad, precipitación, pH, profundidad y superficie del agua.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Determinar la composición y estructura de la comunidad de anuros asociada a charcas ganaderas en el parque ecológico El Jagüey y su posible relación con algunos factores ambientales, con la finalidad de entender parte de su dinámica y contribuir a su conservación.

### **Particulares**

- i. Evaluar y comparar la riqueza y diversidad de especies de anuros asociada a charcas ganaderas.
- ii. Evaluar la distribución espacio-temporal de la comunidad de anuros en las charcas ganaderas.
- iii. Determinar si las charcas ganaderas funcionan como sitios de cría para el mantenimiento de las poblaciones de anuros.
- iv. Documentar aspectos de historia natural de las especies de anuros asociadas a charcas ganaderas, y comparar esta información con la existente en la bibliografía.

## MATERIAL Y METODOS

### Descripción de los sitios de estudio

El estudio se llevó a cabo en tres sitios, ubicados en la zona ejidal parque ecológico El Jagüey en Chapala, Jalisco (Fig. 1). Cada sitio se encuentra integrado con al menos una charca temporal, “jagüey”, de uso ganadero y tres bandas de 5m de ancho cada una (15m en total) en su periferia, en tierra.

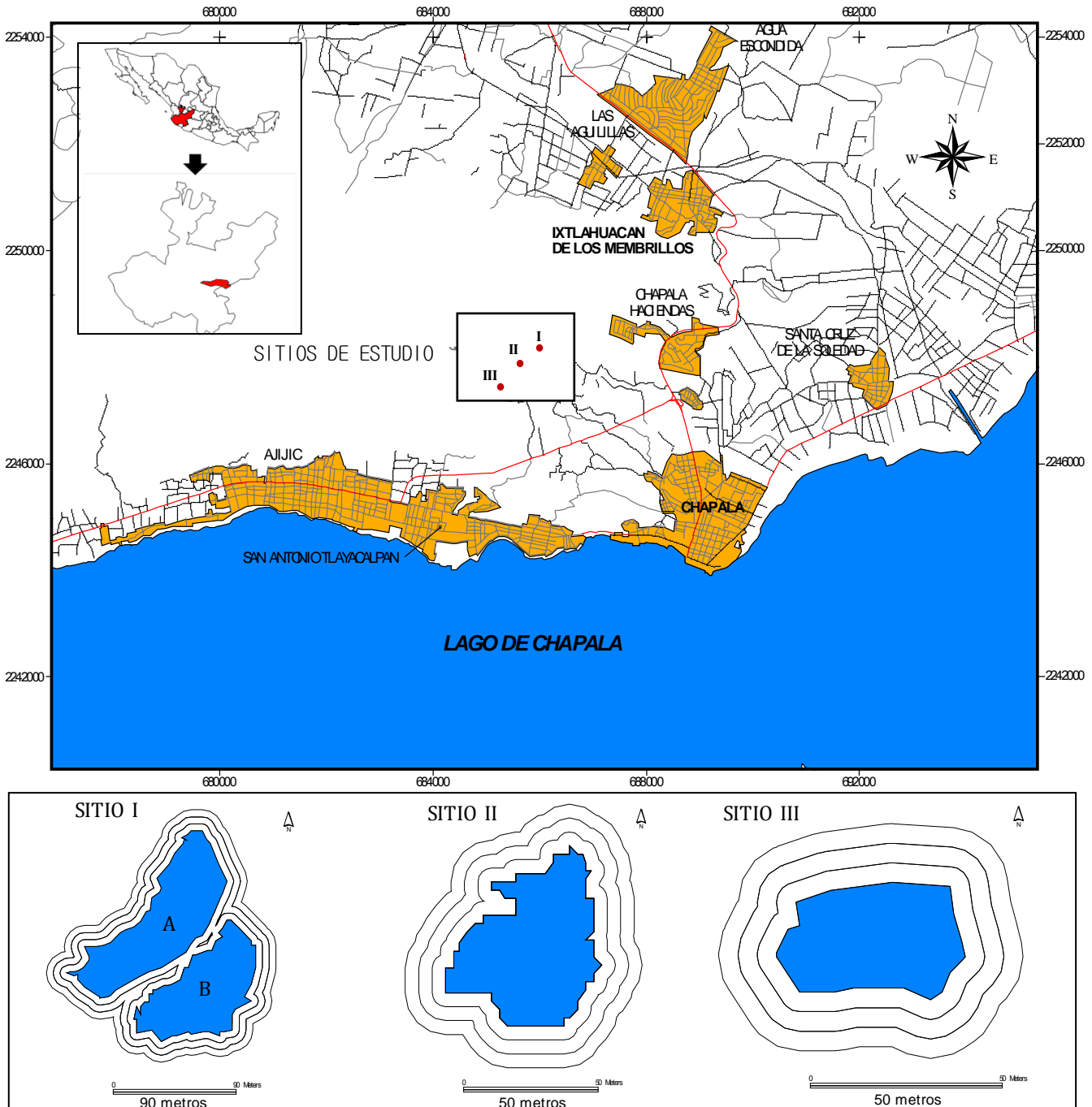


Figura 1. Ubicación de los sitios de estudio en la zona ejidal parque ecológico El Jagüey, en Chapala, Jalisco.

Estas charcas seminaturales, fueron construidas con el apoyo de maquinaria pesada aprovechando la pendiente del terreno y son utilizadas para abastecer de agua al ganado bovino, equino y caprino que ocupa el área, y que pastorea en forma extensiva.

#### Sitio I

Se localiza a 4.16 km al noroeste del poblado de Chapala, entre las coordenadas 20° 19' 28.61", 103°13'05.82" (norte) y 20° 19' 23.79", 103° 13' 06.26" (sur), a 1790 msnm. Es el sitio con mayor superficie (m<sup>2</sup>) de tierra (bandas) y espejo de agua (Cuadro 1), debido a que comprende dos charcas ganaderas (I-A y I-B) estrechamente cercanas (Figs. 2-4). La charca I-A se construyó en 1998, mientras que la I-B se construyó en 1983. Cerca de un 80% de la superficie de las bandas presenta cobertura vegetal (herbácea y arbustiva), la cual está representada por vegetación secundaria, constituida principalmente por “huizaches” *Acacia farnesiana* (L.) Willd., y otras especies como: *Aster moranensis* Kunth., *Barkleyanthus salicifolius* (Kunth) H. Rob & Brettell., *Lysiloma acapulcensis* (Kunth) Benth. (Tepehuaje), *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) (Mezquite), *Solanum ferrugineum* Jacq., *Stevia micrantha* Lag. y *Verbesina sphaerocephala* A. Gray.



Figura 2. Parque ecológico El Jagüey, sitio I (A y B).



Figura 3. Parque ecológico El Jagüey, sitio I-A.



Figura 4. Parque ecológico El Jagüey, sitio I-B.

## Sitio II

Se localiza a 4.25 km al noroeste del poblado de Chapala, en las coordenadas 20° 19' 15.66" de latitud norte y 103° 13' 21.05" de latitud oeste, a 1783 msnm. La distancia que guarda este sitio respecto al sitio I es de 425 m en línea recta, mientras que al sitio III es de 477 m. La charca de este sitio se construyó en el año de 1990. Presenta poca cobertura vegetal (alrededor de un 30%) en su superficie de las bandas; la mayor parte de esta herbácea (Fig. 5). Entre las especies asociadas al sitio están: *Acacia farnesiana*, *Solanum ferrugineum*, *Stevia micrantha* y *Verbesina sphaerocephala*.



Figura 5. Parque ecológico El Jagüey, sitio II.

## Sitio III

Se localiza a 4.44 km al noroeste del poblado de Chapala, en las coordenadas 20° 19' 05.74" de latitud norte y 103° 13' 36.24" de latitud oeste, a 1776 msnm. La charca de este sitio se construyó en el año de 1995. Es el sitio que presenta la mayor cobertura vegetal (herbácea y arbustiva), alrededor de un 90%, en la superficie de sus bandas. Además, aún conserva parte de la vegetación nativa, asociada a selva baja caducifolia (Fig. 6). Entre las especies asociadas al sitio están: *Acacia farnesiana*, *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. (Palo dulce) *Lysiloma acapulcensis*,

*Phoradendron brachystachyum* (DC) Nutt., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth (Guamúchil), *Stevia micrantha*, *Stevia viscida* Kunth (matapulgas) *Urtica urens* L. y *Verbesina sphaerocephala*.



Figura 6. Parque ecológico El Jagüey, sitio III.

Cuadro 1. Caracterización de los sitios de estudio al inicio del estudio en el parque ecológico El Jagüey.

		SITIO I	SITIO II	SITIO III
TIERRA	BANDA 1 (m <sup>2</sup> )	3486.932	1228.269	753.832
	BANDA 2 (m <sup>2</sup> )	2963.495	1257.460	902.184
	BANDA 3 (m <sup>2</sup> )	2782.829	1386.588	1054.004
	TOTAL	9233.256	3872.317	2710.020
ESPEJO DE AGUA	ESPEJO (m <sup>2</sup> )	9382.500 (5290 IA + 4092.5 IB)	2289.500	1132.000
	PROFUNDIDAD MÁXIMA (cm)	199 (IA) y 211 (IB)	138	201

IA y IB = charcas que integran el sitio I.



## **Revisión bibliográfica**

Para obtener información de la anurofauna que potencialmente puede ocurrir en la zona de estudio, se tomaron en cuenta trabajos herpetológicos referentes a las inmediaciones del municipio de Chapala, destacando los realizados por Taylor (1942), Smith y Taylor (1948), Maslin (1957), Duellman (1970), Nelson (1974), Hillis y Frost (1985) y Peterson *et al.* (1995). Posteriormente con los registros recabados y algunos datos no publicados que se tenían, se elaboró un documento con las especies que potencialmente podrían habitar el área donde se encuentran los sitios de estudio.

## **Selección, preparación y establecimiento de los sitios de estudio**

Se realizaron un par de salidas exploratorias a la zona de estudio, Parque Ecológico El Jagüey, en octubre de 2011, donde se eligieron tres sitios impactados por la actividad pecuaria, con vías de acceso y proximidad entre ellos. Los permisos correspondientes para llevar a cabo el trabajo de campo se obtuvieron por parte de la Casa Ejidal de Chapala y el Ayuntamiento Municipal de Chapala. En cada sitio de estudio se delimitaron tres bandas unidas (en tierra) de 5m de ancho cada una; partiendo del margen del espejo de agua que ocupa cada charca ganadera (Fig. 7). Las bandas se midieron y delimitaron utilizando cinta métrica, cuerdas (rafia) y estacas de madera. Esto se llevó a cabo a principios de noviembre de 2011, cuando finalizó el temporal de lluvias y se registró la capacidad máxima de agua para cada sitio.

La utilización de bandas es un método eficiente cuando se trabaja en un área extensa, la población presenta alta densidad y los individuos presentan gran movilidad (Berovides-Alvarez *et al.*, 2005). Se ha empleado en una gran variedad de vertebrados, desde aves marinas (Tasker *et al.*, 1984), mamíferos (ej. venados) (Alcalá-Galván y Enríquez-Carrillo, 1999), reptiles (lagartijas) (López-Victoria *et al.*, 2011) e incluso anfibios (Zimmerman, 2001; Gangenova *et al.*, 2012). En este método el investigador fija una longitud y anchura determinada correspondiente a la banda, que recorre registrando todos los individuos de la especie o especies que se quieren estudiar, observados dentro de la misma. El tamaño de la banda depende en gran medida de la especie que se pretende estudiar, así como el tipo de hábitat donde ocurre. Por ejemplo en zonas abiertas donde la vegetación no es muy densa las bandas pueden ser más anchas, mientras que en zonas cerradas con densa vegetación deben ser más estrechas (Berovides-Alvarez *et al.*, 2005).

Para poder muestrear las bandas simultáneamente en cada uno de los sitios de estudio, se requirió de la ayuda de voluntarios durante todo el periodo de muestreo (un año). Para este fin, se

invitó de manera personal a cinco personas interesadas en participar y semanas antes de iniciar el muestreo se les impartió una presentación donde se les dio a conocer el proyecto, sus objetivos y la metodología de muestreo en campo. Así mismo, se les proporcionó material semejante a una guía de campo, que se elaboró previamente, con información de las diferentes especies que potencialmente ocupan el área de estudio. Finalmente los días 5 y 6 de noviembre de 2011 se realizaron un par de muestreos piloto por la noche, con el fin de poner en práctica la dinámica de trabajo, valorar el desempeño del equipo y conocer algunas de las especies presentes en los sitios de estudio.

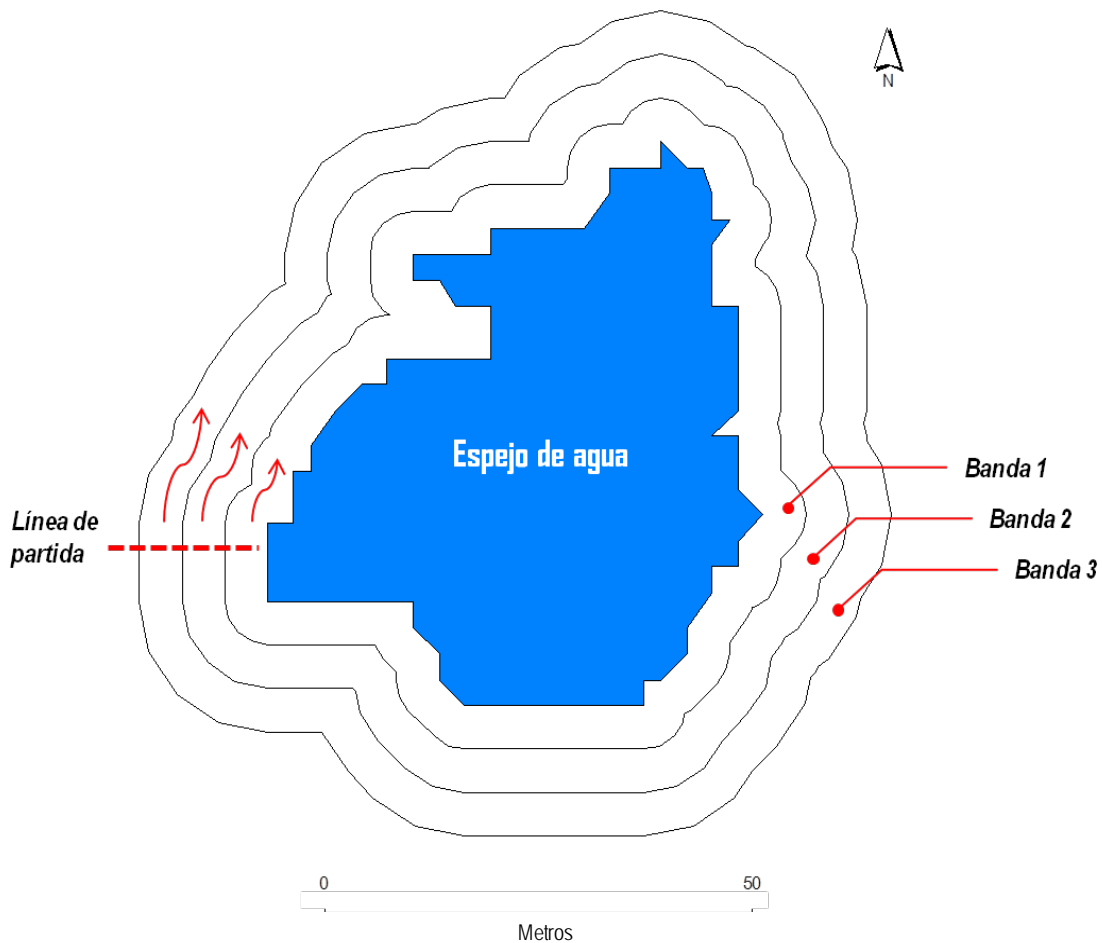


Figura 7. Esquema básico de las bandas de muestreo, sitio II.

### Muestreo y toma de datos

La búsqueda de anuros se realizó durante la noche, a través de las bandas con base en el método de Encuentro por Inspección Visual (VES por sus siglas en inglés) (Crump y Scott, 2001). El VES consiste en realizar recorridos en un área delimitada y un periodo de tiempo definido

sistemáticamente, buscando todos los organismos posibles en vegetación, rocas, hojarasca, troncos o expuestos en el substrato, y tomando los datos correspondientes al estudio.

El muestreo se realizó mensualmente (tres noches continuas por mes), una noche por sitio de estudio, durante un año (noviembre 2011 – octubre 2012). Los recorridos en las bandas se realizaron de manera simultánea a partir de la puesta de sol (ocaso), comenzando en una línea de partida constituida por una cerca de plástico de un metro de altura; la cual cortaba las bandas de manera transversal (Fig. 7). El esfuerzo de muestreo fue de una persona por banda, con tres repeticiones por noche. Debido a que la observación de anuros a través de las bandas implica un inminente sesgo por parte del observador, se propuso realizar tres recorridos por sitio a través de las bandas, los cuales funcionan como repeticiones, con una hora de tiempo muerto entre recorrido para permitir que la comunidad de anuros se estabilice y realice sus actividades. Al final sólo se tomó el valor máximo de individuos observados por especie durante los recorridos, método que se ha utilizado en otros grupos (ej. cocodrilos: García-Grajales *et al.*, 2007). Los individuos localizados en las bandas no se recolectaron ni removieron de su lugar (salvo algunas excepciones) para no alterar sus actividades. La determinación de los especímenes fue visual.

En el caso de la superficie del espejo de agua que tiene contacto con la banda 1 (Fig. 7) sólo se muestreo un metro del margen (orilla del agua). El área del espejo de agua que se fue perdiendo mensualmente a causa de la desecación también se muestreo de manera simultánea con las bandas establecidas, el muestreo se realizó mediante la generación de bandas nuevas siempre que se requirió, empleando el método VES. Sin embargo, toda esta área del espejo (zona seca + orilla de agua) se consideró como una sola entidad, denominada “*banda cero*”.

Para facilitar el manejo de la información generada durante los recorridos se utilizaron hojas de campo (Anexo 1), donde a cada individuo observado se le tomaron los siguientes datos:

- ❖ Sitio y banda donde se encontró.
- ❖ Fecha y hora de observación.
- ❖ Número de recorrido.
- ❖ Especie.
- ❖ Sexo (cuando fue posible).
- ❖ Edad: recién metamórfico (M), juvenil (J), adulto (A), No determinada (ND).
- ❖ Substrato: tierra o agua.
- ❖ Longitud hocico-cloaca (LHC), cuando fue posible.
- ❖ Número de recolecta (en caso de haber sido recolectado).

- ❖ Número de fotografía (en caso de haber sido fotografiado).
- ❖ Datos de historia natural (dieta, reproducción, comportamiento, etc.) cuando fue posible.

Adicionalmente, se realizó la medición de las siguientes variables ambientales para cada uno de los sitios:

- ❖ *Temperatura y humedad ambiental* se registraron durante cada recorrido de muestreo con apoyo de una estación climática de bolsillo Kestrel® 4000.
- ❖ *Precipitación*, los datos de esta variable se obtuvieron con apoyo de la estación meteorológica automática ubicada en el poblado de Chapala (CONAGUA) a 2 km de distancia del área de estudio.
- ❖ *pH del agua* se registró en cinco puntos fijos ubicados a lo largo y ancho del espejo de agua, con apoyo de un pHmetro portátil (Hanna waterproof, Modelo Hi 98127).
- ❖ *Superficie y profundidad máxima del agua*, la primera se midió georreferenciando el margen del espejo de agua con apoyo de un GPS y trabajando las coordenadas en el programa ArcView 3.2. Por su parte, la profundidad se obtuvo mediante la implementación de cuerdas marcadas cada 10 cm unidas a flotadores de unicel.

Durante los recorridos se registró la talla de algunos individuos cuando fue posible con apoyo de un calibrador vernier Truper® (precisión 0.02 mm), así como la presencia/ausencia de actividad reproductiva de la anurofauna, la cual se asoció con la emisión de cantos o llamados de apareamiento de los machos, observación de parejas en amplexo, puestas de huevos y presencia de larvas.

### **Recolecta y determinación de ejemplares**

Se realizó la recolecta de un par de individuos adultos por especie como referencia para ser depositados en la colección de anfibios del CZUG, Universidad de Guadalajara. La captura de los ejemplares se realizó de manera manual. En el caso de larvas la colecta se realizó de manera independiente con ayuda de una red con mango (50cm de diámetro). La determinación taxonómica de los ejemplares se realizó en el laboratorio de entomología con ayuda de un estereoscopio y material bibliográfico (Smith y Taylor, 1948; Duellman, 1970; Altig, 1987; Flores-Villela *et al.*, 1995).

La nomenclatura taxonómica presentada en este estudio está actualizada con base en los trabajos de Faivovich *et al.* (2005), Frost *et al.* (2006) y Frost (2013).

## Recopilación y ordenamiento de los datos

Una vez que se obtuvieron todos los datos de campo se recopilaron las hojas de muestreo de los diferentes sitios, a partir de los cuales se elaboró una base de datos en Excel. Con todos los datos incorporados a la base se organizó la información por sitio y recorrido, para facilitar el manejo y análisis de la misma. Copias de la base de datos serán depositadas en la colección de anfibios y reptiles del CZUG.

## Análisis de datos

*Descriptivos.* Se construyeron curvas de rango-abundancia para cada sitio. En ellas se aprecia la abundancia, diversidad y equitatividad de las especies, tomando en cuenta su identidad y secuencia. Para la construcción de estas gráficas se definió  $n_i$  como el número de individuos de la especie  $S_i$ , y  $N$  se definió como el total de individuos observados en un sitio. Para la gráfica se calcularon los valores de  $p_i$ , donde  $p_i = (n_i / N)$ , después se calculó el logaritmo en base 10 de cada valor de  $p_i$  y estos valores se ordenaron de mayor a menor (Feinsinger, 2001).

*Estimadores de riqueza.* Para poder determinar la efectividad del muestreo en cuanto al número de especies capturadas en los diferentes sitios, se utilizaron los estimadores de riqueza ACE y CHAO 1 calculados por el programa EstimateS versión 8.2.0 (Colwell, 2006). Se compararon con los datos reales finales de cada sitio los valores de ACE y CHAO 1 para evaluar el grado de integridad (Soberón y Llorente, 1993). Se eligieron los estimadores ACE y CHAO 1 debido a que son estimadores no paramétricos y se ajustan mejor a la naturaleza de los datos. Magurran (2004) recomienda su uso para estimar la efectividad del muestreo debido a que no tiende a sobrestimar los valores de riqueza.

Para evaluar la diversidad de especies para cada sitio, se utilizó el método propuesto por Jost (2006), quien reconoce la "diversidad verdadera" mediante los números de diversidad de Hill.

El número de especies efectivas se obtiene con la fórmula:

$${}^qD = \left( \sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

donde:  ${}^qD$  es la diversidad verdadera (Jost, 2006),  $p_i$  es la abundancia relativa (abundancia proporcional) de la  $i$ ésima especie,  $S$  es el número de especies, y  $q$  es el orden de la diversidad y define la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies (Jost 2006). El valor del parámetro  $q$  determina qué tanto influyen las especies comunes o las especies raras en la

medida de la diversidad, y puede tomar cualquier valor que el usuario estime apropiado (Hill 1973).

Para este trabajo consideramos dos medidas de diversidad verdadera. La primera medida es la diversidad de orden cero ( ${}^0D$ ), cuyo valor equivale simplemente a la riqueza de especies ( ${}^0D = S$ ), pues de esta manera la fórmula de la diversidad verdadera es insensible a la abundancia relativa de las especies. La segunda medida es la diversidad verdadera de orden 1 ( ${}^1D$ ), donde se considera la abundancia proporcional de cada especie (Jost, 2006). La ecuación se representa como  ${}^1D = \exp(H')$ , donde  ${}^1D$  es la diversidad verdadera, y  $\exp(H')$  es el exponencial del índice de entropía de Shannon (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011).

*Pruebas estadísticas.* Se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) (ter Braak, 1986), con el programa PC-ORD, Versión 5.10. (McCune y Mefford, 2006) para describir el efecto de las variables ambientales (temperatura, humedad, precipitación, superficie, profundidad y pH del agua) sobre las especies observadas en los sitios de estudio. En este análisis las especies y su abundancia numérica se consideraron como variables de respuesta y los factores ambientales como variables explicativas. Además, el ACC permite establecer en primer lugar, la relación (positiva o negativa) entre las variables ambientales incluidas, así como la importancia relativa de cada una de las variables ambientales en la determinación de la presencia y abundancia de las especies. Los resultados que se obtienen de este análisis son graficados en dos ejes, en donde se muestran las variables medidas como las especies incluidas, y la relación entre las variables ambientales y las especies. Esta asociación puede ser además positiva o negativa. El ACC también muestra cuanto de la variación en la composición de especies es explicado por las variables ambientales (factores canónicos). Otro de los resultados de este análisis son los coeficientes canónicos, los cuales proporcionan la fuerza o peso de cada variable en los ejes. Los valores de las variables del ACC muestran la fuerza de asociación de las especies a los ejes. Se utilizó este análisis para determinar la relación de las variables ambientales en los diferentes sitios con la presencia y abundancia de las especies, y cómo estas se distribuyen según esas variables. Se aplicó este análisis para todas las especies, con excepción de aquellas que por su pobre abundancia y hábitos reproductivos no están directamente asociadas a charcas ganaderas (*Eleutherodactylus nitidus* y *Craugastor occidentalis*).

## RESULTADOS

### Composición de anuros en los sitios de estudio

Se realizó un total de 108 recorridos a través de las bandas de muestreo, 36 recorridos por sitio, durante los meses de noviembre del 2011 a octubre 2012, donde se registraron 914 individuos en total, pertenecientes a 8 especies de seis familias (Cuadro 2; Fig. 8). Cinco especies estuvieron presentes en los tres sitios de estudio, dos especies (*Eleutherodactylus nitidus* y *Spea multiplicata*) ocurrieron solamente en un par de sitios y una especie, *Craugastor occidentalis*, sólo se presentó en el sitio I. La familia Hylidae resulto la más numerosa con tres especies, mientras que el resto de las familias solo presentó una especie cada una.

Cuadro 2. Composición y abundancia de anuros en los sitios de estudio durante el periodo noviembre 2011 – octubre 2012.

Clave	Clase AMPHIBIA	<i>Sitio I</i>	<i>Sitio II</i>	<i>Sitio III</i>	<i>Totales</i>
	Orden ANURA				
	<b>Familia: Craugastoridae</b>				
A	<i>Craugastor occidentalis</i> * (Taylor, 1941)	1	-	-	1
	<b>Familia: Eleutherodactylidae</b>				
B	<i>Eleutherodactylus nitidus</i> * (Peters, 1870)	3	-	1	4
	<b>Familia: Hylidae</b>				
C	<i>Hyla arenicolor</i> Cope, 1866	35	35	96	166
D	<i>Hyla eximia</i> Baird, 1854	54	20	2	76
E	<i>Smilisca fodiens</i> (Boulenger, 1882)	1	5	2	8
	<b>Familia: Microhylidae</b>				
F	<i>Hypopachus variolosus</i> (Cope, 1866)	5	1	9	15
	<b>Familia: Ranidae</b>				
G	<i>Lithobates neovolcanicus</i> (Hillis & Frost, 1985)	215	177	171	563
	<b>Familia: Scaphiropodidae</b>				
H	<i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863)	14	67	-	81
	<b>ABUNDANCIA</b>	<b>328</b>	<b>305</b>	<b>281</b>	<b>914</b>
	<b>RIQUEZA</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>
	<b>% DEL TOTAL DE ESPECIES</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>-</b>

\*Especies con desarrollo directo (Duellman y Trueb, 1986; Haddad y Prado, 2005); no utilizan cuerpos de agua para su reproducción.



Figura 8. Especies registradas en los sitios de estudio. A) *Craugastor occidentalis*, B) *Eleutherodactylus nitidus*, C) *Hyla arenicolor*, D) *Hyla eximia*, E) *Smilisca fodiens*, F) *Hypopachus variolosus*, G) *Lithobates neovolcanicus* y H) *Spea multiplicata*.



### Comparación de la comunidad de anuros de los tres sitios de estudio

La composición y riqueza de especies en los sitios de estudio I, II y III fueron determinadas con base en el registro de 328, 305 y 281 individuos, respectivamente. El sitio I fue el que presentó la mayor riqueza de especies (diversidad de orden 0;  $q = 0$ ) con ocho; todas las registradas durante el período de muestreo. Por su parte, los sitios II y III presentaron la misma riqueza con seis especies cada uno (Cuadro 2; Fig. 9).

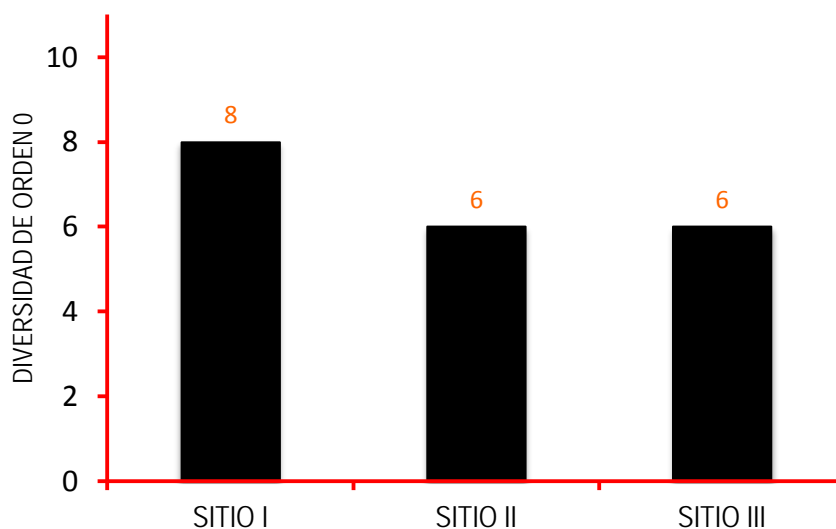


Figura 9. Riqueza de especies (diversidad de orden 0) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey.

Según los estimadores no paramétricos ACE y Chao 1, el esfuerzo de muestreo para cada uno de los sitios de estudio fue el adecuado, la representatividad del muestreo para el sitio I estuvo entre el 80% y 89%, respectivamente. Por su parte, los sitios II y III fueron los mejor representados en especies esperadas al oscilar entre el 86% (ACE) y 100% (CHAO 1) ambos. Cada estimador predice una completitud del inventario entre el 80 y 100%, lo cual muestra un porcentaje aceptable conforme al grupo biológico (Moreno y Halffter, 2001; Pineda y Halffter, 2004). El sitio III fue el único que presentó un cruce entre los singletons y doubletons, indicando que el inventario alcanzó la completitud esperada, mientras que el sitio I obtuvo los valores más bajos, sugiriendo la posibilidad de registrar una o dos especies más para alcanzar la asíntota (Cuadro 3; Fig. 10).

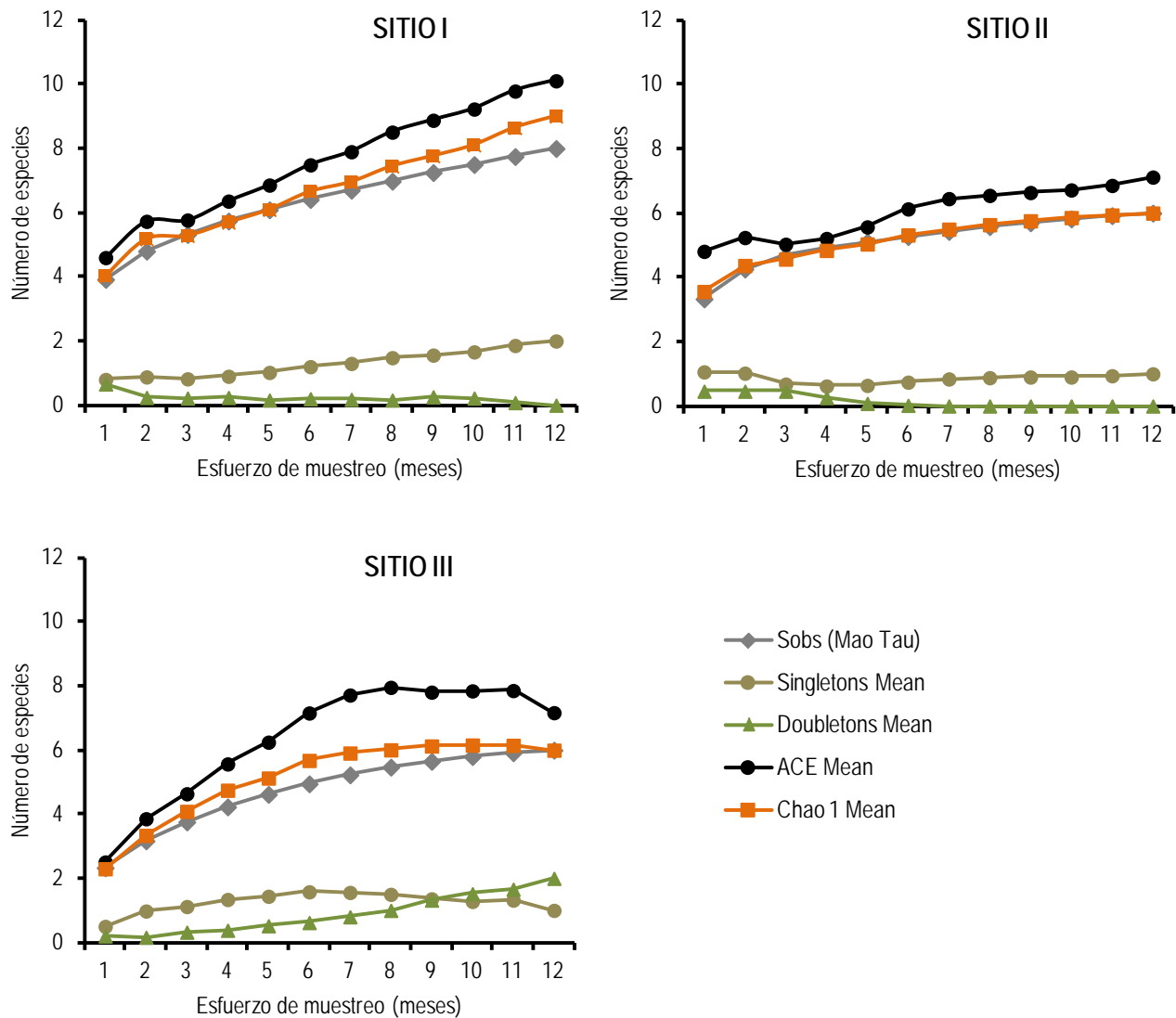


Figura 10. Curvas de acumulación de especies para los tres sitios de estudio del Parque Ecológico el Jagüey.

Cuadro 3. Completitud del muestreo en los sitios de estudio.

Sitios	Riqueza observada	Riqueza estimada		Porcentaje (%)
		ACE	CHAO 1	ACE / CHAO 1
Sitio I	8	10.11	9	80/89
Sitio II	6	7.12	6	86/100
Sitio III	6	7.17	6	86/100

De acuerdo a las gráficas de rango-abundancia (Fig. 11), los tres sitios muestran poca equitatividad a causa de la marcada dominancia de la especie *L. neovolcanicus*. En contraste, las especies catalogadas como raras por sus bajos números de registros (especies  $\leq 10$  individuos: Magurran, 2004) en cada sitio fueron: *Hypopachus variolosus*, *Eleutherodactylus nitidus*, *Craugastor occidentalis* y *Smilisca fodiens* en el sitio I; *Smilisca fodiens* e *Hypopachus variolosus* en el sitio II; e *Hypopachus variolosus*, *Hyla eximia*, *Smilisca fodiens* y *Eleutherodactylus nitidus* en el sitio III; por lo que todas ellas se ubican en las “colas” de los gráficos de rango-abundancia.

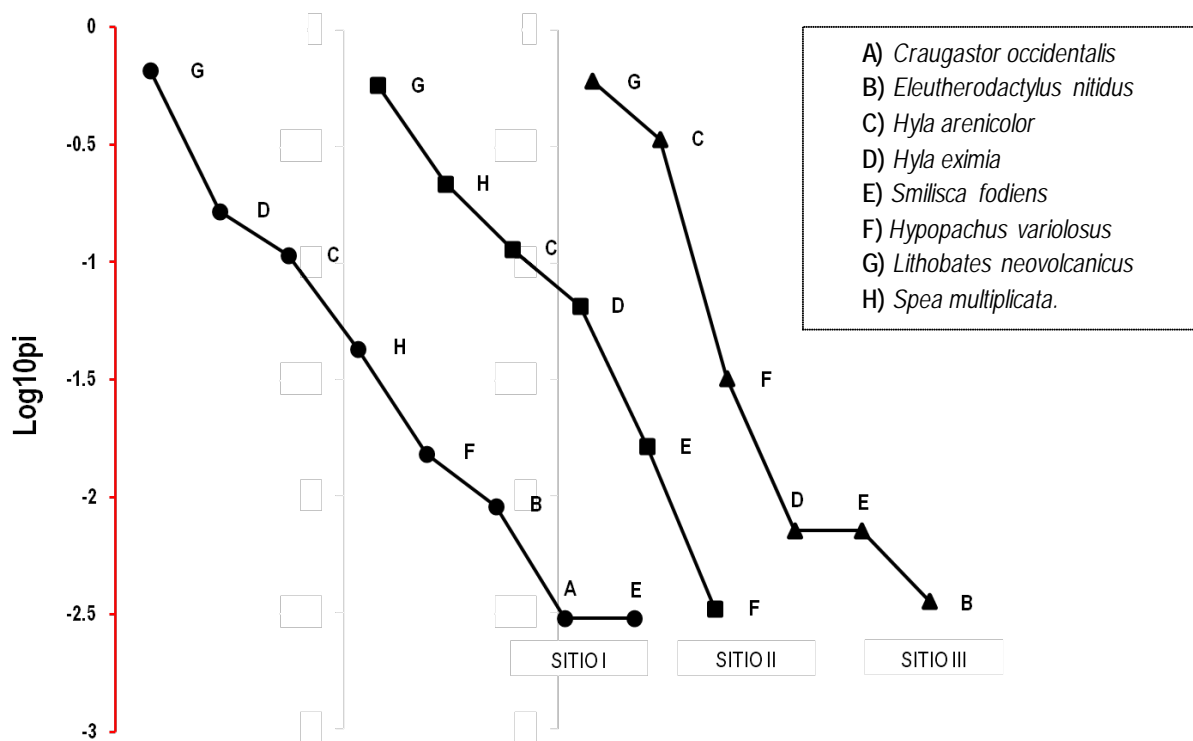


Figura 11. Gráficos de rango-abundancia donde se muestran los cambios en la composición de especies de anuros en los sitios de estudio durante el periodo noviembre 2011 – octubre 2012.

En general, la composición y abundancia de las especies de anuros fue distinta entre sitios (Fig. 12), donde *L. neovolcanicus* presentó el mayor número de individuos, 215 (65.5%) en el sitio I; 177 (58%) en sitio II y 171 (60.9%) en el sitio III, sumando un total de 563 (61.6%) individuos registrados en el estudio. Mientras, que el resto de las especies, excluyendo a *C. occidentalis* y *E. nitidus* (especies de desarrollo directo), mostraron una mayor fluctuación en sus abundancias para cada sitio, destacando el sitio I para *H. eximia*, el sitio II para *S. multiplicata* y el sitio III para *H.*

*arenicolor* por el alto número de individuos registrados. En el caso de *S. fodies* e *H. variolosus*, ambas especies mantuvieron bajos valores de abundancia en los sitios, sin embargo *H. variolosus* parecen tener mayor afinidad por los sitios I y III, al presentar su mayor abundancia en estos sitios.

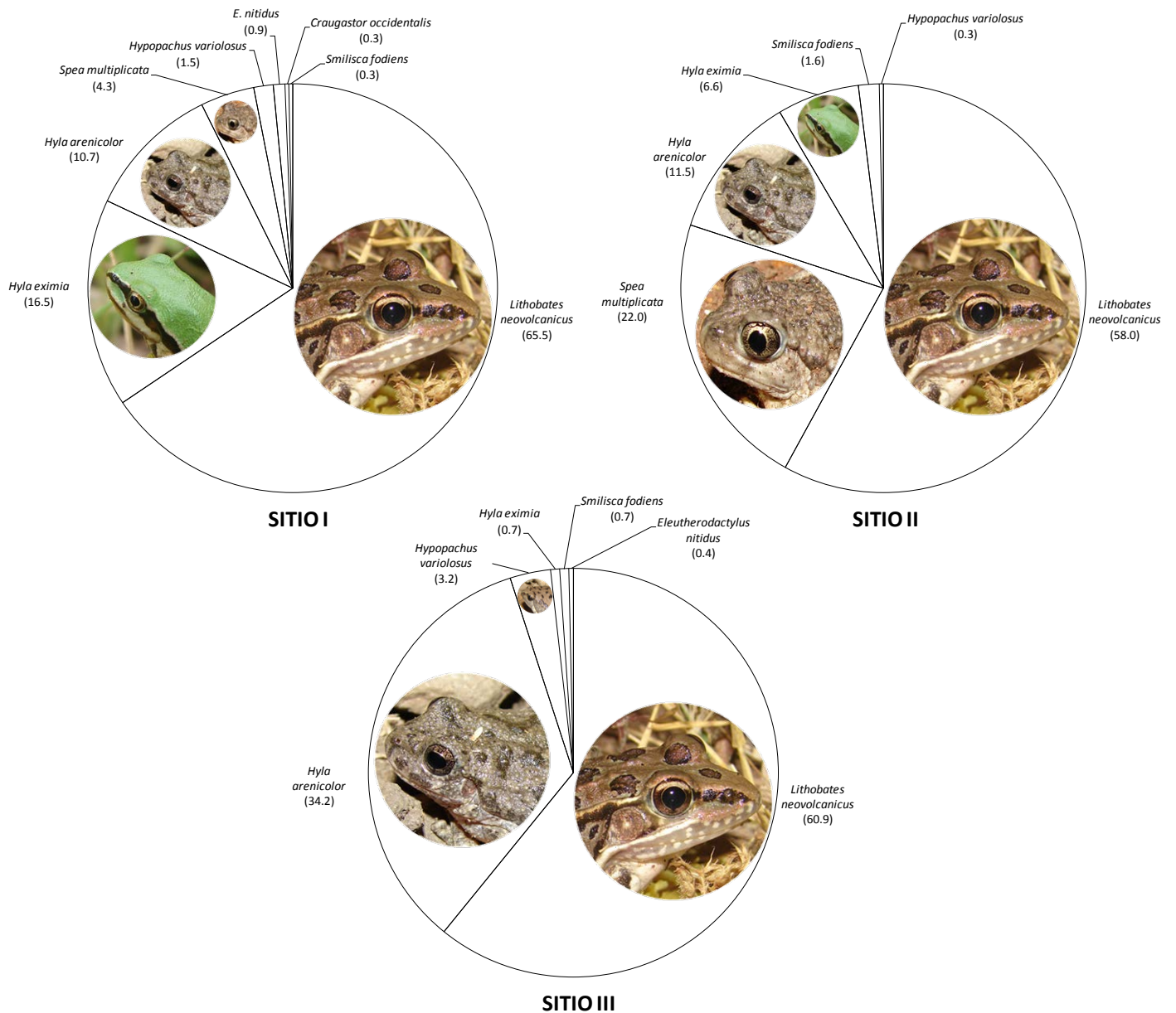


Figura 12. Abundancia relativa (%) de cada especie de anuro en los sitios de estudio en el Parque Ecológico El Jagüey durante el periodo noviembre 2011 – octubre 2012.

Al comparar la diversidad de orden 1 para cada sitio (Fig. 13), los valores de diversidad verdadera muestran que el sitio II presentó el valor más alto con  ${}^1D= 3.196$ , seguido muy de cerca por el sitio I, el cual tendría una comunidad teórica de 3 especies efectivas donde todas ellas tuvieran la misma abundancia. Mientras que el sitio III presentó el valor más bajo ( ${}^1D=2.387$ ) con apenas el 74.69% de la diversidad que tiene el sitio II. Esto muestra que en general, los tres sitios de estudio tienen valores de diversidad bajos en contraste con la riqueza de especies registrada en cada uno (Fig. 9).

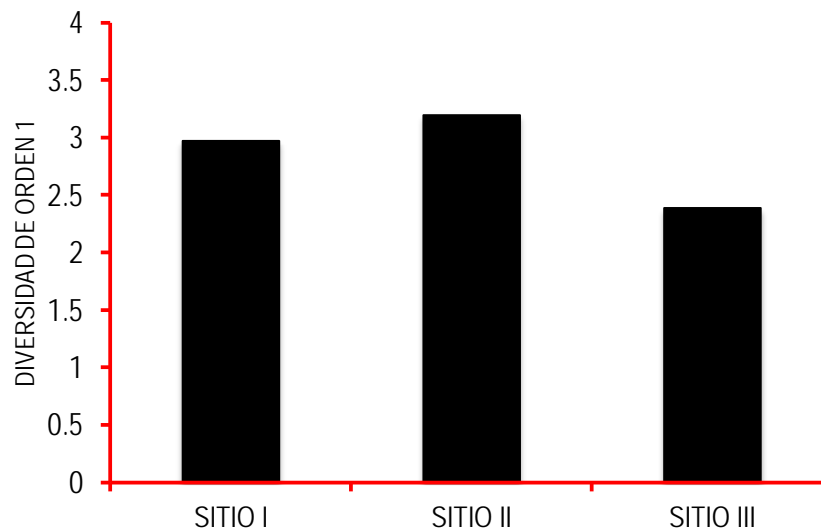


Figura 13. Diversidad de especies (diversidad de orden 1) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey.

### **Variación mensual de la anurofauna en los sitios de estudio durante el periodo noviembre 2011 – octubre 2012.**

Durante cada uno de los meses de muestreo siempre se registró al menos una especie de anuro en los sitios de estudio, la especie que siempre ocurrió mensualmente en todos los sitios fue *L. neovolcanicus*, la cual está estrechamente asociada a cuerpos de agua (Hillis y Frost, 1985; Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Los meses donde se presentó la mayor riqueza de especies fueron aquellos asociados con el temporal de lluvias, donde se presentó un incremento de la precipitación y la humedad (Figs. 14 y 15), como son: mayo (cuando comenzó el temporal), junio, julio y agosto; meses de mayor precipitación, y octubre que corresponde a la parte final del temporal.

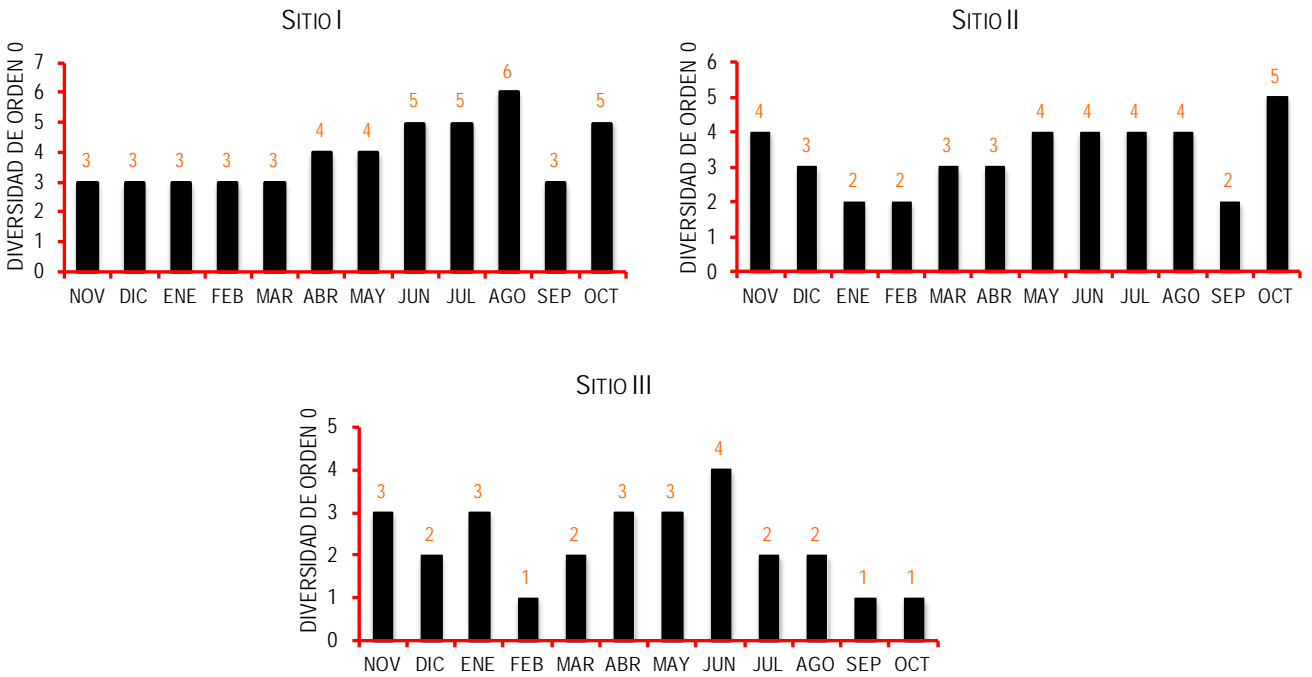


Figura 14. Riqueza mensual de especies (diversidad de orden 0) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey.

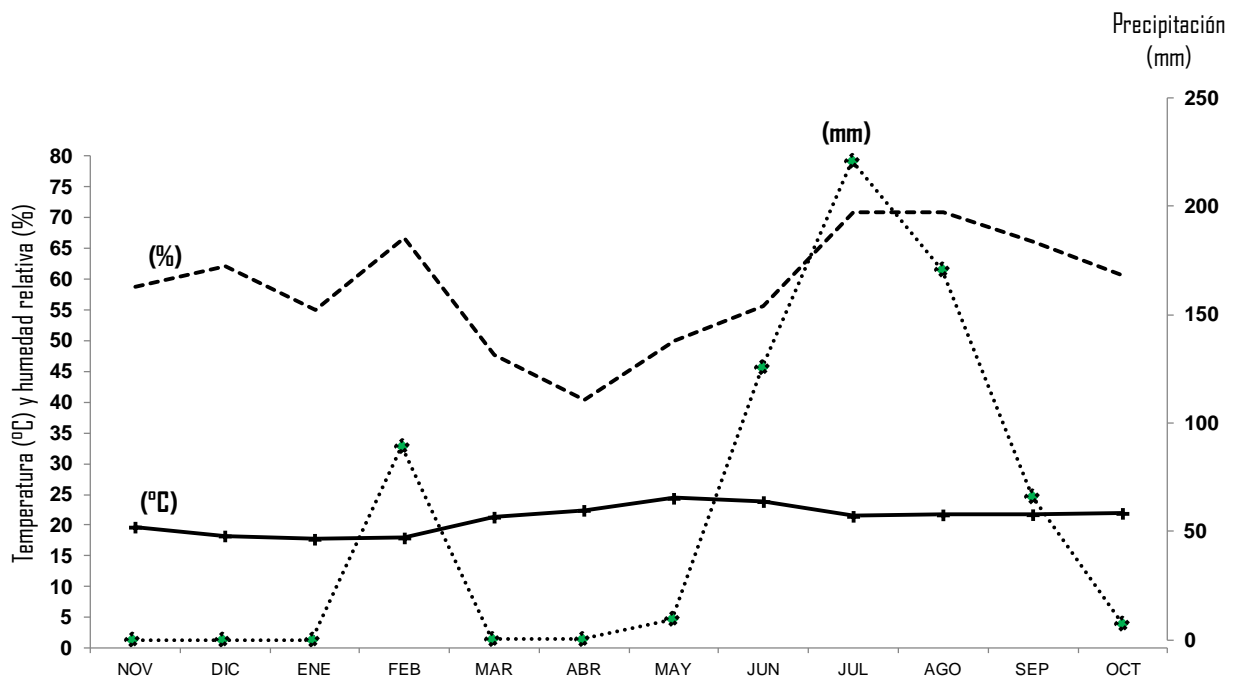


Figura 15. Comportamiento de las variables climáticas (temperatura, precipitación y humedad) en Chapala durante el periodo noviembre 2011-octubre 2012.

En contraste, los meses donde se presentó la menor riqueza en los sitios de estudio fueron diciembre, enero, febrero y marzo, los cuales están relacionados con el descenso de la temperatura (época de frío) (Fig. 15). La marcada variación mensual que se presenta en la riqueza de las especies de anuros también se refleja en su diversidad de orden 1 ( $^1D$ ) y abundancia. En el caso de la diversidad, de manera general se observa un patrón donde al inicio y durante la época de lluvias la diversidad de anuros es mayor al resto del año; destacando los meses de abril, mayo, junio, julio y agosto como los más diversos (Fig.16). De manera particular, la mayor diversidad en el sitio I se obtuvo en los meses de junio (4.69) y julio (4.35), en el sitio II fue en los meses de mayo (3.789), julio (3.155) y agosto (3.216), mientras que en el sitio III fue en los meses de enero, marzo, abril, mayo y junio; todos con 2 especies efectivas.

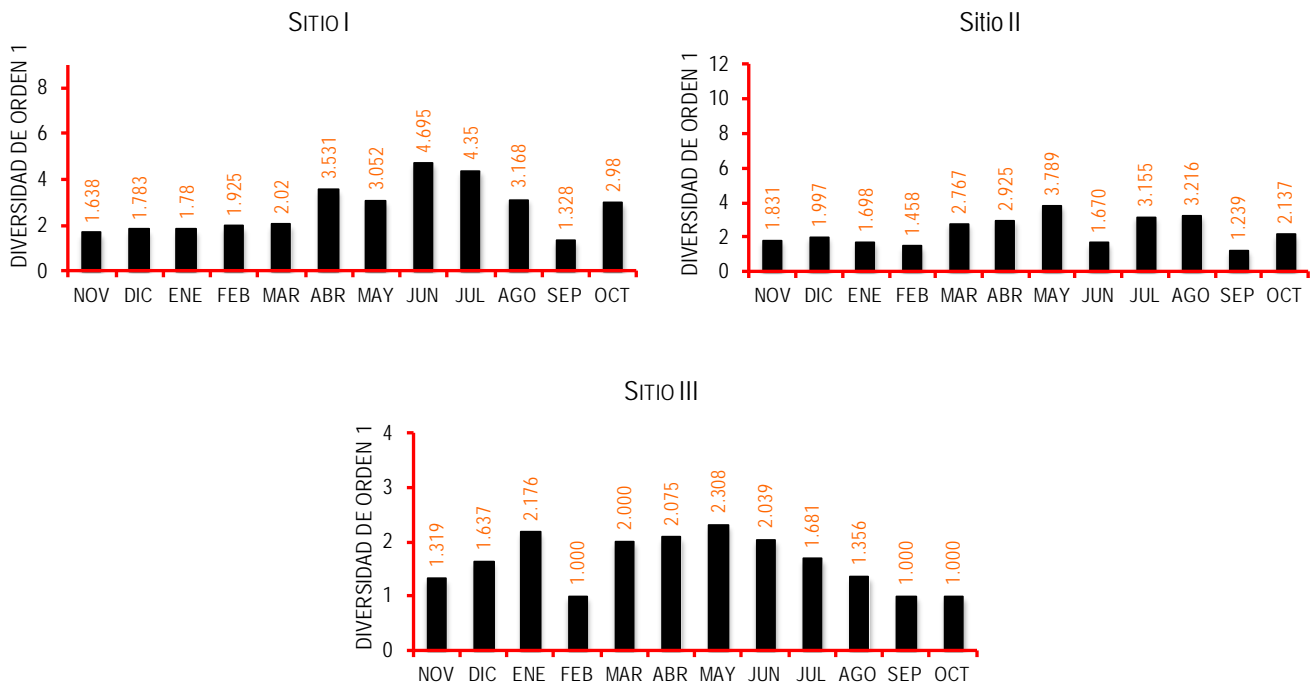


Figura 16. Diversidad mensual de la anurofauna (diversidad de orden 1) en los tres sitios de estudio del Parque Ecológico El Jagüey.

En el caso de las abundancias mensuales de las especies de anuros (Fig. 17), *L. neovolcanicus* presentó un patrón similar y bien definido en los tres sitios, donde en los meses de septiembre, octubre y noviembre se registró el mayor número de individuos de esta especie, mientras que en los meses de mayor precipitación (junio, julio y agosto) muestra una notable caída en su

abundancia. Para los Hylidos, los meses más importantes en términos de abundancia fueron aquellos que están cerca y durante el comienzo del temporal de lluvias, en el caso de *H. arenicolor* fueron los meses de enero, marzo, abril, mayo y junio. Mientras que para *H. eximia*, fueron los meses de abril, mayo y octubre. Para el resto de la comunidad de anuros (*H. variolosus*, *S. fodiens* y *S. multiplicata*) el mes de junio fue el más importante, él cual está relacionado con las primeras lluvias del temporal (Fig. 15).



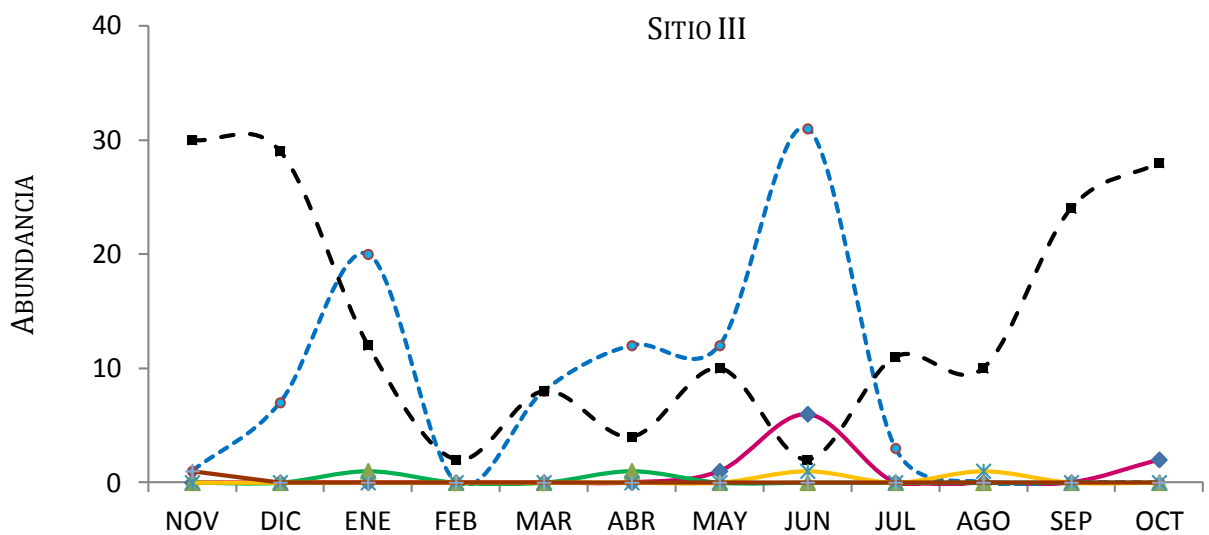
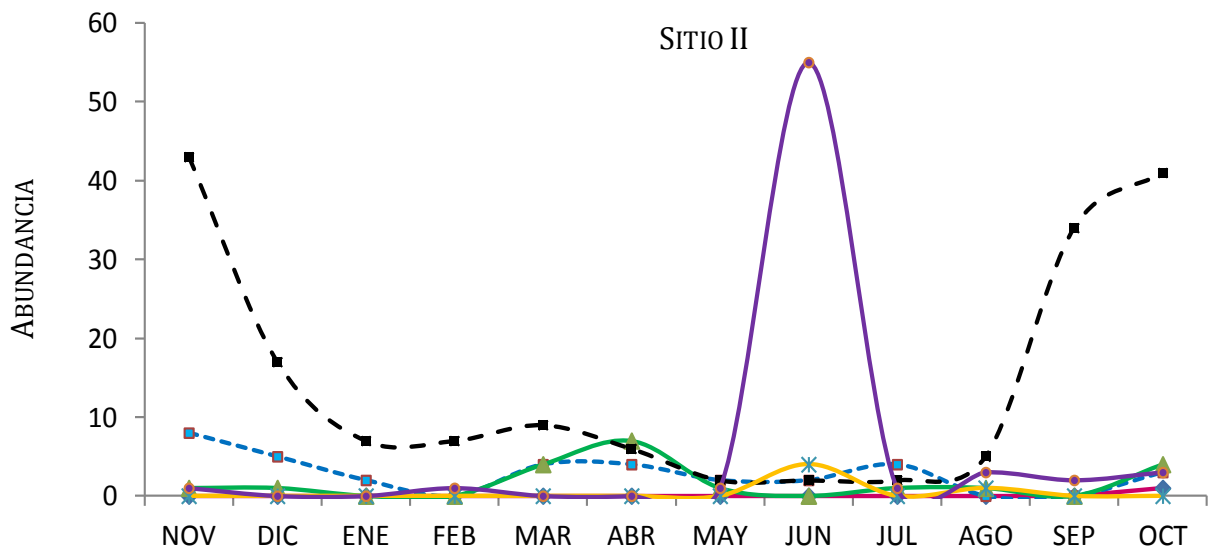
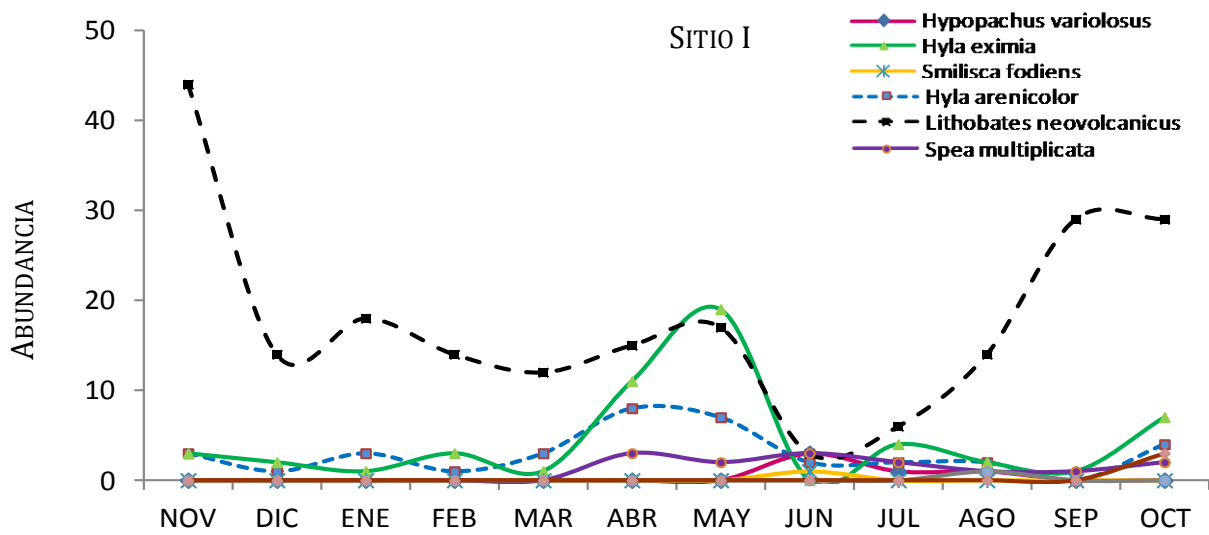


Figura 17. Abundancia mensual de las especies de anuros en los sitios de estudio.

### Actividad reproductiva de la anurofauna en los sitios de estudio

Las observaciones en campo de los individuos a través de las bandas proporcionaron información sobre la ocurrencia de eventos reproductivos. Dicha información se presenta en los cuadros 3, 4 y 5. Cabe destacar, que los meses asociados con la precipitación definieron la actividad reproductiva de la mayoría de las especies en una escala estacional, (ver gráfica de variables climáticas Fig. 15; Cuadros 3-5). La especie *L. neovolcanicus* fue la única que no presentó un patrón reproductivo estacional, lo que sugiere un período reproductivo continuo a lo largo del año.

Cuadro 4. Presencia/ausencia de eventos de actividad reproductiva, sitio I.

ACTIVIDAD DE CANTO DE LOS MACHOS												
Familia/Especie	2011		2012									
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Hylidae												
<i>Hyla arenicolor</i>												
<i>Hyla eximia</i>												
<i>Smilisca fodiens</i>												
Microhylidae												
<i>Hypopachus variolosus</i>												
Ranidae												
<i>Lithobates neovolcanicus</i>												
Scaphiopodidae												
<i>Spea multiplicata</i>												

Color negro= presencia de machos adultos cantando

PRESENCIA DE AMPLEXOS, PUESTAS (HUEVOS), LARVAS Y RECLUTAMIENTO DE INDIVIDUOS RECIÉN METAMÓRFICOS												
Familia/Especie	2011		2012									
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Hylidae												
<i>Hyla arenicolor</i>												
<i>Hyla eximia</i>												
<i>Smilisca fodiens</i>												
Microhylidae												
<i>Hypopachus variolosus</i>												
Ranidae												
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	+									*	*+	+
Scaphiopodidae												
<i>Spea multiplicata</i>												

Color negro= presencia de larvas; signo (\*)= presencia de puestas de huevos; signo (+)= presencia de individuos juveniles recién metamórficos

Cuadro 5. Presencia/ausencia de eventos de actividad reproductiva, sitio II

ACTIVIDAD DE CANTO DE LOS MACHOS												
Familia/Especie	2011		2012									
Hylidae	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
<i>Hyla arenicolor</i>			¿									
<i>Hyla eximia</i>												
<i>Smilisca fodiens</i>												
Microhylidae												
<i>Hypopachus variolosus</i>												
Ranidae												
<i>Lithobates neovolcanicus</i>												
Scaphiopodidae												
<i>Spea multiplicata</i>												

Color negro= presencia de machos adultos cantando

PRESENCIA DE AMPLEXOS, PUESTAS (HUEVOS), LARVAS Y RECLUTAMIENTO DE INDIVIDUOS RECIÉN METAMÓRFICOS												
Familia/Especie	2011		2012									
Hylidae	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
<i>Hyla arenicolor</i>												
<i>Hyla eximia</i>												+
<i>Smilisca fodiens</i>												
Microhylidae												
<i>Hypopachus variolosus</i>												+
Ranidae												
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	+									*	+	+
Scaphiopodidae												
<i>Spea multiplicata</i>								%*	+			

Asterisco (\*)= presencia de puestas de huevos; signo (%)= presencia de amplexos; signo (+)= presencia de individuos juveniles recién metamórficos.

Cuadro 6. Presencia/ausencia de eventos de actividad reproductiva, sitio III

ACTIVIDAD DE CANTO DE LOS MACHOS												
Familia/Especie	2011		2012									
Hylidae	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
<i>Hyla arenicolor</i>												
<i>Hyla eximia</i>												
<i>Smilisca fodiens</i>												
Microhylidae												
<i>Hypopachus variolosus</i>												
Ranidae												
<i>Lithobates neovolcanicus</i>												

Color negro= presencia de machos adultos cantando

PRESENCIA DE AMPLEXOS, PUESTAS (HUEVOS), LARVAS Y RECLUTAMIENTO DE INDIVIDUOS RECIÉN METAMÓRFICOS												
Familia/Especie	2011		2012									
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
Hylidae												
<i>Hyla arenicolor</i>								%				
<i>Hyla eximia</i>												
<i>Smilisca fodiens</i>												
Microhylidae												
<i>Hypopachus variolosus</i>												
Ranidae												
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	+							+			*	+

Color negro= presencia de larvas; Asterisco (\*)= presencia de puestas de huevos; signo (%)= presencia de amplexos; signo (+)= presencia de individuos juveniles recién metamórficos

### Anurofauna y su relación con las variables ambientales

El ACC (Fig. 18) muestra la correlación entre las especies observadas en los sitios de estudio y los factores ambientales. El primer eje canónico reportó un eigenvalor = 0.484, que explica 37.4 % de la variación. El eje 2 registró un eigenvalor de 0.136, que explica 10.5 % de la variación. El total de la variación explicada por ambos ejes fue de 47.9 %. La prueba de Monte Carlo muestra diferencias significativas de  $p = 0.003$  con 999 permutaciones. La profundidad es la variable ambiental que se relaciona con mayor fuerza al eje 1 (coef. de correlación -0.851), en segundo lugar le sigue la precipitación (0.540), variable que se correlaciona fuertemente y de manera positiva con las especies *Smilisca fodiens* y *Spea multiplicata*.

Con respecto a las variables ambientales que definen el eje 2, destacan la humedad de manera positiva (coef. de correlación 0.608), y la temperatura ambiental de manera negativa (-0.404). Con esta última se asocian las especies *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia* e *Hypopachus variolosus*. En el caso de la especie *Lithobates neovolcanicus* esta muestra una mayor asociación con el eje 2 donde se ven involucradas la profundidad máxima y la superficie del agua.

Al analizar la relación entre las unidades de muestreo de cada uno de los sitios mediante la herramienta “convex hulls” en PC-ORD, se observa claramente la formación de tres grupos que definen cada uno de los sitios de muestreo, donde los sitios II y III destacan por ser distintos respecto a la estructura de la comunidad. Mientras que el sitio I resultó ser un grupo intermedio entre los sitios previamente mencionados, al compartir elementos de ambos (Fig. 19).

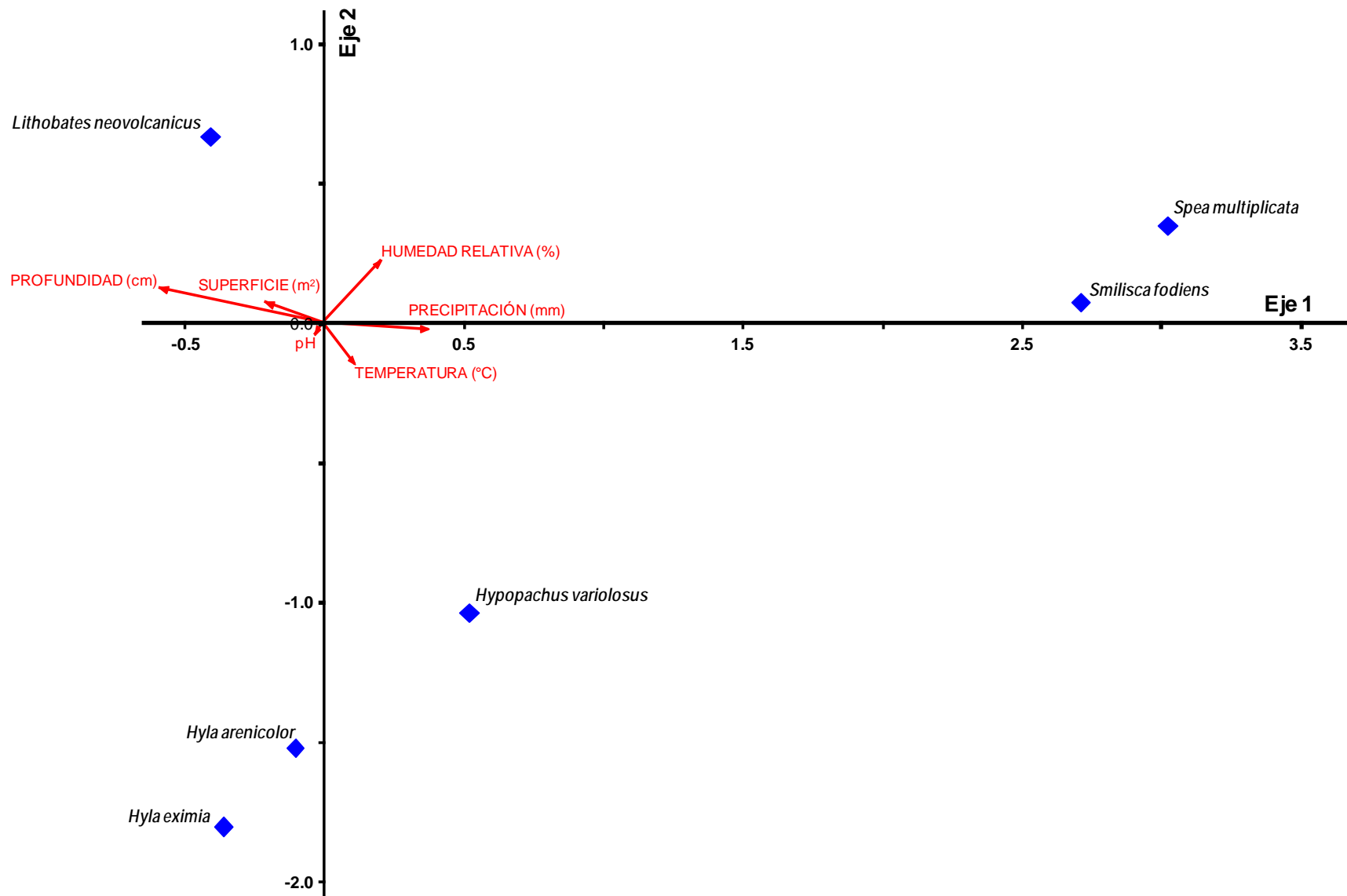


Figura 18. Diagrama de ordenamiento del análisis de correspondencia canónica (ACC) donde se muestra la ubicación de las especies de anuros con respecto a las variables ambientales.

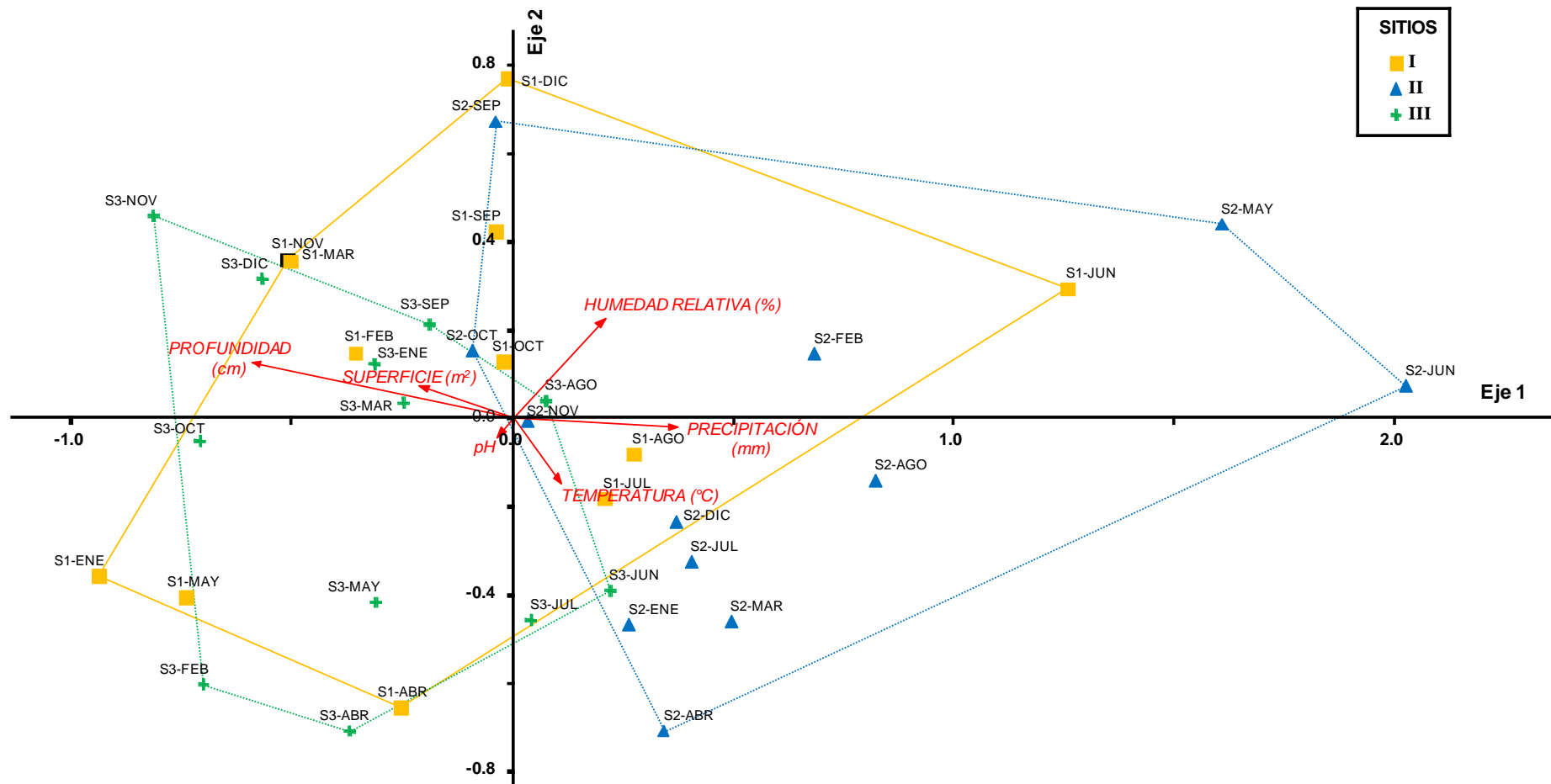


Figura 19. Diagrama de ordenamiento del análisis de correspondencia canónica (ACC) entre las variables ambientales (flechas) y los sitios de muestreo (triángulos, cuadrados y cruces) del parque ecológico El Jagüey durante todo el año de estudio, utilizando la abundancia de las especies de anuros.

## DISCUSIÓN

La riqueza de especies en los tres sitios fue distinta, en el sitio I ocurrieron todas las especies registradas en este estudio (ocho especies), mientras que los dos sitios restantes tuvieron seis especies cada uno. A pesar de esto, la eficiencia del muestreo se mantuvo entre un 80 y 100% para los tres sitios de estudio empleando los estimadores ACE y CHAO 1, porcentaje bastante aceptable considerando la presencia de especies raras registradas en cada sitio. Tomando en cuenta que a mayor número de especies representadas por uno o dos individuos, mayor la probabilidad de registrar nuevas especies (Moreno y Halffter, 2000). Sin embargo, por el conocimiento que se tiene de la zona de estudio y el trabajo de campo realizado en la misma desde años atrás, es poco probable que nuevas especies pudieran añadirse a los sitios de estudio que estén directamente relacionadas con charcas de uso agropecuario. De los tres sitios que se evaluaron, solo en el sitio I se registró la presencia de *C. occidentalis*, sin embargo, considerando los resultados obtenidos por los estimadores de riqueza es probable que las ocho especies registradas en el sitio I se compartan en su totalidad con el resto de los sitios.

Por otra parte, la abundancia de anuros fue distinta entre sitios de estudio, destacando el sitio I con la mayor cantidad de individuos observados (328) durante el año de muestreo, seguido de cerca por el sitio II (305) y al final el sitio III con 281. Es probable que este resultado pueda ser explicado por la superficie (m<sup>2</sup>) que ocupa cada uno los sitios de estudio, al ser el sitio I el que tiene la mayor superficie, mientras que el sitio III ocupa la menor área permitiéndole una menor capacidad de carga. Aunque no podemos descartar la interacción y participación de otros factores (ej. disponibilidad de alimento y microhábitats).

En cuanto a la composición de la comunidad de anuros en los tres sitios, se observó mediante las curvas de rango-abundancia que la especie dominante fue *L. neovolcanicus*, mientras que las especies raras fueron *Hypopachus variolosus*, *Eleutherodactylus nitidus*, *Craugastor occidentalis* y *Smilisca fodiens*. Por sus hábitos estrictamente terrestres, modo reproductivo y su pobre abundancia en las bandas de muestreo, *C. occidentalis* y *E. nitidus* son consideradas especies accidentales (*vagrants*) en los sitios de estudio, ya que no son habitantes recurrentes de las charcas ganaderas. Sin embargo, son elementos importantes de la biodiversidad del lugar por su resiliencia (capacidad de soportar cambios) frente a las modificaciones ambientales que presentan los sitios. Solo seis especies están asociadas directamente a los sitios de estudio por su biología y hábitos reproductivos (presentan etapa larvaria), de las cuales *Spea multiplicata*, *Lithobates neovolcanicus*, *Hypopachus variolosus*, *Hyla arenicolor* e *Hyla eximia* mostraron actividad

reproductiva dentro de las charcas en los sitios de estudio. Por su parte, mediante los resultados del ACC se demostró la relación que existe entre algunas variables ambientales y la anurofauna presente en los sitios, destacando la precipitación como una de las variables principales que definen el periodo de actividad de las especies, particularmente de *S. fodiens* y *S. multiplicata*. Otra variable que parece tener cierta influencia en la abundancia de las especies, como son: *H. eximia*, *H. arenicolor*, e *H. variolosus*, es la temperatura. En el caso de *L. neovolcanicus* esta parece estar ligeramente asociada con las variables superficie (m<sup>2</sup>) y profundidad del agua en los sitios de estudio. Sin embargo, el contraste de los valores de abundancia de cada especie en los sitios de estudio sugiere que la estructura de la comunidad de anuros está definida por las condiciones bióticas y abióticas que caracterizan al sitio. Al grado que las especies pueden llegar a ser muy representativas (abundantes) en el sitio (ej. *H. arenicolor* en sitio III; *S. multiplicata* en sitio II) o raras según sea el caso (*H. eximia* en sitio III). En el caso particular de *H. variolosus* el estudio muestra una posible relación entre su abundancia y la temperatura, sin embargo por el bajo número de individuos registrados de esta especie es difícil aseverar este resultado, y más cuando en campo presumió estar asociada a la precipitación así como a los meses más lluviosos del año. Cabe destacar que el sitio III, el cual presenta mayor cobertura vegetal, fue donde se registro el mayor numero de individuos durante todo el muestreo, lo cual coincide con Suazo-Ortuño *et al.* (2008), quienes señalan que es una especie sensible a la impacto de la conversión de bosques a mosaicos agrícolas. Otro caso totalmente distinto es el de *L. neovolcanicus*, especie generalista y dominante en los tres sitios, la cual según el ACC su abundancia parece estar relacionada con la superficie y profundidad del espejo de agua donde habita.

El método utilizado para evaluar la diversidad ( $q = 1$ ) muestra que el sitio II presentó el mayor valor de diversidad, el cual está dado por la riqueza, abundancia y equitatividad de los individuos de cada una de las especies (Stirling y Wilsey, 2001; Jost, 2006). Mientras que el sitio I y el sitio III presentaron valores menores de diversidad, respectivamente; a pesar de que el sitio I presentó el mayor número de especies ( $q = 0$ ). Sin embargo, de manera general podemos decir que estos resultados que están muy por debajo de la riqueza observada y solo son el reflejo de las diferencias en las abundancias entre las especies presentes en cada sitio; la elevada abundancia de *L. neovolcanicus* en los tres sitios disminuye de manera considerable la equitatividad en la comunidad de anuros, mostrando la dominancia de esta especie. Por otro lado, el panorama es muy distinto cuando se analiza la diversidad de orden 0 y orden 1 en una escala de tiempo (mensual), donde sobresalen los meses con mayor precipitación.



## CONCLUSIONES

La diversidad ( $q = 0$ ) mostró que el sitio I es el que presenta la mayor riqueza de especies, seguido por los sitios II y III con seis especies cada uno. Aunque cabe la posibilidad de que pueda ocurrir una o dos especies más en los sitios de estudio, según los estimadores de riqueza ACE y CHAO 1. Al analizar la riqueza de manera mensual se observa una gran fluctuación a lo largo del año destacando los meses asociados con la época de lluvias como los más ricos en especies. En el caso de la diversidad ( $q = 1$ ) de especies de anuros, está no fue muy distinta entre los sitios estudio (2.387-3.196), en contraste con los meses del año donde hubo una mayor fluctuación en los valores de diversidad (sitio I: 1.328-4.695; sitio II: 1.239-3.789; sitio III: 1.000-2.308); resaltando los meses de la época de lluvias y un par de meses previos a la misma por sus altos valores.

El grado o tipo de intervención antrópica en hábitats puede determinar la presencia/ausencia de las especies de anuros. En este caso, la actividad agropecuaria que conlleva la construcción de cuerpos de agua seminaturales (Charcas ganaderas o jagüeyes) favoreció la presencia de especies de anuros en los sitios de estudio, desempeñando un rol importante para su mantenimiento (ej. *L. neovolcanicus*, especie residente de las charcas ganaderas durante todo el año), actividad reproductiva y como sitios de cría.

Se destaca la relevancia de las variables evaluadas (precipitación, temperatura, profundidad y superficie del agua) como las que mejor explican la presencia y actividad reproductiva de algunas especies. Por su parte, las diferencias en las características estructurales de los sitios así como su estado de conservación parecen ser otro factor importante al grado de favorecer o perjudicar la presencia y abundancia de especies, sin importar que la mayoría de ellas presenten un modo reproductivo 1: huevos acuáticos (depositados en agua).

El conocimiento de la anurofauna así como el análisis de su diversidad a partir de inventarios de especies resulta una manera óptima de medir la diversidad en comunidades ecológicas (Pielou, 1975). Con los registros de especies obtenidos de la literatura, bases de datos y trabajo de campo, el presente estudio muestra un alto número de especies de anuros comparado con otros trabajos en los que se muestreó una mayor superficie de área y un mayor número de tipos de vegetación, ejemplo Canseco-Marquez y Gutierrez-Mayén (2006) registran siete especies para el Valle de

Zapotitlán, Puebla; Cruz-Sáenz *et al.* (2008) registraron nueve especies para la localidad de Arcediano, Jalisco; Ahumada-Carrillo (2010) cita nueve especies de anuros para el municipio de Atolinga, Zacatecas. Esto resalta la importancia de las charcas ganaderas como recursos potenciales para el mantenimiento y la reproducción de anuros.

## ASPECTOS DE HISTORIA NATURAL DE LAS ESPECIES ASOCIADAS A CHARCAS GANADERAS

Familia Ranidae

*Lithobates neovolcanicus* (Hillis & Frost, 1985)

**Observaciones de campo:** Es una especie común en los sitios de estudio, la cual se observó durante todo el año. Su mayor abundancia se presentó en los meses de septiembre, octubre y noviembre; periodo en el que se registró un alto número de individuos juveniles recién metamórficos.

Los cantos de los machos se escucharon la mayor parte del año, con excepción de los meses de noviembre y diciembre (2011), enero y julio (2012). Los machos emiten sus cantos en la orilla de los cuerpos de agua, procurando zonas con vegetación en el agua (Fig. 20A). Aunque no se observaron amplexos, sí fue posible observar puestas de huevos en los sitios de estudio durante los meses de junio y agosto; estas se encontraron expuestas flotando en el agua (Fig. 20B). En el caso de larvas sólo se observó su presencia en el mes de septiembre, sitio III.

Durante el trabajo de campo se observó que *L. Neovolcanicus* se resguarda debajo de rocas, entre la vegetación, en madrigueras de otros animales y dentro de huellas de ganado (Fig. 20D); principalmente durante el día y cerca de la orilla de cuerpos de agua. En las noches suele alejarse unos metros del cuerpo de agua para forrajear (Fig. 20F), especialmente en días lluviosos con altos niveles de humedad. En el caso de individuos juveniles recién metamórficos, éstos suelen congregarse en la orilla de los cuerpos de agua (sitios de estudio), permaneciendo ahí la mayor parte del tiempo; incluso durante el día en horas de máxima intensidad de los rayos solares.

El dimorfismo sexual es evidente entre machos y hembras adultos, los machos presentan un par de sacos vocales laterales casi siempre pigmentados (oscuros), acompañados de la desaparición parcial del borde supralabial en su porción posterior a la membrana timpánica, mientras que las hembras carecen totalmente de sacos vocales y el borde supralabial está bien remarcado; prolongándose por detrás de la membrana timpánica (Fig. 20C). Adicionalmente los machos adultos presentan la falange basal del primer dedo (“pulgar”) engrosada (Fig. 20E).

**Medidas:** Es la especie de mayor tamaño en los sitios de estudio, con una longitud hocico-cloaca (LHC) promedio de  $70.97 \pm 10.50$  mm,  $n=29$ . Los machos adultos presentan una LHC promedio de  $64.79 \pm 4.64$  mm ( $53.46-72.06$  mm,  $n=12$ ), mientras que las hembras son más grandes con un

promedio de  $75.32 \pm 11.38$  mm (59.88-91.34 mm, n=17). Los individuos recién metamórficos miden en promedio  $27.88 \pm 3.01$  mm (20.70-37.45 mm, n=45).

**Historia natural:** Especie semiacuática, estrechamente relacionada a cuerpos de agua intermitentes o permanentes. Es de hábitos crepusculares y nocturnos, aunque en ocasiones se le puede encontrar activa durante el día. Vive en las orillas de lagos, presas, ríos, arroyos y charcas.

La estación de cría ocurre durante la primavera y el verano (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto. Los machos emiten su canto de apareamiento en la orilla de los cuerpos de agua, principalmente durante la noche.

Los huevos son depositados en el agua formando una masa esférica, la cual puede llegar a contener cerca de 4,500 embriones; cada huevo presenta una cubierta gelatinosa de 4 mm de diámetro y sin está su diámetro es de 1.7 mm (Hillis y Frost, 1985). La presencia de renacuajos ocurre durante la mayor parte del año, sugiriendo una larga estación de cría. Dixon y Lemos-Espinal (2010) mencionan que las larvas pueden permanecer en el agua por un largo periodo de tiempo (un año o más) dependiendo de las condiciones ambientales.

No se tiene información detallada de su dieta, sin embargo se sabe que esta consiste principalmente de invertebrados y ocasionalmente de vertebrados. González-Hernández *et al.* (2010) observaron un individuo de *L. neovolcanicus* devorar un sapo *Anaxyrus punctatus*

**Categoría de conservación:** Se encuentra en categoría (A) “Amenazada” dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “Preocupación menor”.

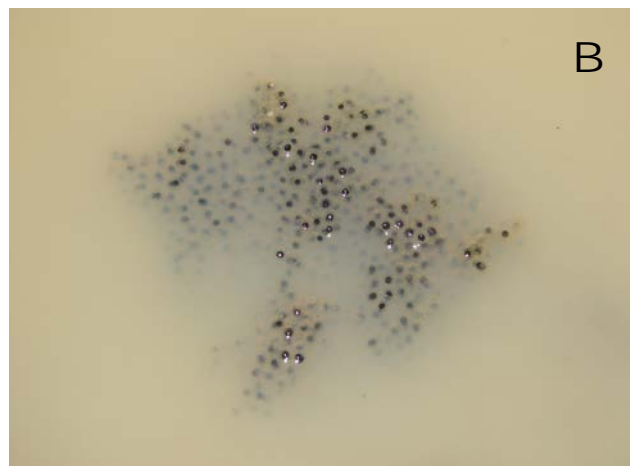


Figura 20. *Lithobates neovolcanicus*. **A)** Individuo adulto en la orilla del agua cerca de la vegetación. **B)** Masa de huevos expuesta en el margen del agua. **C)** Vista lateral de un macho adulto (arriba) y una hembra adulta (abajo). **D)** Individuo adulto resguardado en el interior de una huella de vaca. **E)** Vista palmar de la mano izquierda de una hembra adulta (izquierda) y vista palmar de la mano derecha de un macho adulto (derecha). **F)** Hembra adulta forrajeando cerca del agua.

## Microhylidae

### *Hypopachus variolosus* (Cope, 1866)

**Observaciones de campo:** Es una especie rara en los sitios de estudio, la cual se observó con mayor frecuencia durante la estación de lluvias en los meses de junio y agosto, principalmente. Su presencia en el área de estudio fue más notoria en los sitios I y III (Fig. 21A), en donde se presentó una mayor cobertura vegetal y disponibilidad de alimento (hormigas y termitas).

En junio, se escuchó a un grupo de machos (más de 4 individuos) emitir cantos mientras flotaban en la superficie del cuerpo de agua (sitio III) (Fig. 21E). No se observaron amplexos o puestas de huevos en los sitios de estudio, pero se encontraron larvas en una pequeña charca temporal (5m<sup>2</sup>) con vegetación herbácea situada entre las bandas 2 y 3 del sitio I en el mes de septiembre (Fig. 23C). En octubre, en esa misma charca, se observó una cantidad considerable de larvas moribundas de *Hyla eximia* e *Hypopachus variolosus* a causa de la desecación. Adicionalmente se observaron individuos juveniles recién metamórficos emergidos de una pequeña charca temporal (2.3m<sup>2</sup> aprox.) con cobertura herbácea e impactada por huellas de ganado en la banda 3 del sitio II (Fig. 21B, F.).

Durante el trabajo de campo se observaron tres individuos alimentándose activamente de termitas durante la madrugada (01:00-02:00hrs), las cuales se colectaron y determinaron como *Tenuirostritermes incisus* (Snyder, 1922) (Barragán y Navarrete-Heredia, 2012) (Fig. 21C, D).

**Medidas:** Dos ejemplares, un adulto con una LHC de 45.00 mm y un individuo juvenil recién metamórfico de 16.82 mm.

**Historia natural:** Especie terrestre y fosorial, de hábitos nocturnos, aunque en ocasiones se le puede encontrar activa durante el día cuando las lluvias son continuas por varios días. Vive en lugares húmedos con mucha materia orgánica, entre la hojarasca, debajo de rocas y troncos (Ramírez-Bautista, 1994), o en madrigueras ya sea de su propia construcción o de otros animales (Lee, 2000).

La temporada reproductiva ocurre de manera explosiva pocos días después de iniciar las lluvias de verano. Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto. Los machos se congregan en cuerpos de agua temporales (ej. charcas y estanques) donde emiten sus cantos activamente. Su canto es característico, suena como el balar de las ovejas, de ahí el nombre común “Sapo ovejero”. Durante el abrazo nupcial (amplexo axilar), los machos producen una

secreción adhesiva a través de glándulas especializadas en la zona del vientre que les permite fijarse al dorso de las hembras el tiempo necesario (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005).

Los huevos, entre 600-800 por puesta, son depositados en la superficie del agua como balsas flotantes; eclosionan entre 12-24 horas (Behler y King, 1979; Savage, 2002). Cada huevo presenta una cubierta gelatinosa que alcanza tallas de 2.5-4 mm de diámetro; sin está cubierta apenas alcanza un milímetro de diámetro (Savage, 2002). Por su parte, los renacuajos se transforman en alrededor de cuatro semanas (Savage, 2002; Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005).

Su dieta consiste de invertebrados, especialmente hormigas y termitas (Lee, 2000). Sin embargo, Cedeño-Vázquez *et al.* (2006) mencionan que las termitas constituyen el principal alimento en la dieta de esta especie.

**Categoría de conservación:** No se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “Preocupación menor”.



Figura 21. *Hypopachus variolosus*. **A)** Individuo adulto forrajeando entre la hojarasca. **B)** Individuo juvenil recién metamórfico. **C)** Individuo adulto alimentándose de termitas durante la madrugada (01:30 hrs.). **D)** Termitas (*Tenuirostritermes incisus*) componente de la dieta de *H. variolosus*. **E)** Macho adulto en el interior de una charca ganadera (sitio, III). **F)** Superficie inundada en el sitio II utilizada como sitio de cría.



## Hylidae

### *Smilisca fodiens* (Boulenger, 1882)

**Observaciones de campo:** Es una especie rara en los sitios de estudio, la cual se observó en pocas ocasiones, y únicamente durante la estación de lluvias en los meses de junio y agosto (Fig. 22A). Su presencia en el área de estudio fue más notoria en el sitio II, en donde se presentó menor cobertura vegetal y mayor extensión de terracería.

Los cantos de los machos se escucharon sólo en el mes de junio, con las primeras lluvias intensas del temporal; esto ocurrió durante la noche poco después de comenzar a llover (Fig. 22E, F). Los machos emiten sus cantos a pocos metros de los cuerpos de agua, en tierra (Fig. 22C). Sus cantos semejan el graznar de los patos. No se observaron amplexos, puestas de huevos y larvas en los sitios de estudio. Sin embargo, se observó que esta especie prefiere posicionarse cerca de charcas pequeñas e intermitentes originadas por la intensidad y constancia de la lluvia (Fig. 22D).

**Medidas:** Siete ejemplares, LHC promedio  $42.27 \pm 6.97$  mm (33.05-55.09 mm).

**Historia natural:** Especie terrestre y fosorial, de hábitos nocturnos. Se le encuentra principalmente durante la estación de lluvias, mientras que en época de estiaje permanece resguardada en madrigueras de su propia construcción (Fig. 22B). Para resistir la desecación utiliza un mecanismo de adaptación muy peculiar que consiste en formar un capullo epidérmico que consta de múltiples mudas del estrato corneo intercaladas con espacios subcorneales llenos de moco; lo que permite reducir la pérdida de agua de manera considerable (Ruibal y Hillman, 1981).

La temporada reproductiva ocurre durante las lluvias en verano y de manera explosiva (Sullivan *et al.*, 1996). Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto. Crían en charcas temporales que se forman por las lluvias que caen en los meses de junio a septiembre; los machos regularmente emiten sus cantos desde la base de arbustos, al borde de una roca o entre el pasto, apartados de la orilla de los cuerpos agua (Duellman, 1970; Hardy y McDiarmid, 1969). Hardy y McDiarmid (1969) registraron amplexos y renacuajos durante el mes de agosto, señalando que estos últimos miden cerca de 10 mm de longitud al nacer. Adicionalmente, Duellman (1961) reporta el avistamiento y recolecta de un par de individuos durante una lluvia intensa por la noche en el mismo mes.

Behler y Wayne (1979) mencionan que es posible que esta especie utilice el cráneo óseo como un tapón para proteger su madriguera de los depredadores (phragmosis), además de ayudar a retardar la pérdida de humedad de la misma.

Se desconocen muchos detalles de su dieta, sin embargo, Winter *et al.* (2007a) reportan el contenido estomacal de nueve individuos colectados en Valle de Tecupeto, Sonora, México; en los cuales encontraron que los Coleópteros (escarabajos) son la presa de mayor relevancia en la dieta de la especie, numérica y volumétricamente, otros grupos que estuvieron presentes en su dieta fueron Hymenoptera (hormigas), Odonata, Orthoptera y Lepidoptera.

**Categoría de conservación:** No se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “Preocupación menor”.



Figura 22. *Smilisca fodiens*. **A)** Macho adulto forrajeando en el sitio II. **B)** Individuo adulto excavando una madriguera. **C)** Macho adulto relajando su saco vocal después de emitir activamente sus llamados de apareamiento. **D)** Individuo adulto posicionado en una pequeña charca temporal. **E y F)** Individuos adultos que acaban de emerger de su madriguera momentos después de comenzar a llover.

## Hylidae

### *Hyla eximia* Baird, 1854

**Observaciones de campo:** Es una especie común en los sitios de estudio I y II, la cual se observó durante casi todo el año. Su mayor abundancia se presentó en los meses de abril, mayo y octubre; en este último la mayoría fueron individuos juveniles recién metamórficos. Sin embargo su presencia en el sitio III fue rara, pues sólo se observó un individuo en los meses de enero y abril.

Los cantos de los machos se escucharon en el mes de agosto (sitio I), cerca de charcas efímeras (Fig. 23F), producto de la lluvia. Estas charcas presentaban poca profundidad (<25 cm) con vegetación herbácea en su interior. Aunque no se observaron amplexos y puestas de huevos en los sitios de estudio, si fue posible observar larvas en una charca efímera en la banda 3 del sitio I (Fig. 23C, D), durante los meses de agosto y septiembre; éstas se encontraban expuestas e inmóviles en la orilla del agua. Al comenzar el mes de octubre, en esa misma charca, se observó una cantidad considerable de larvas moribundas de *Hyla eximia* e *Hypopachus variolosus* a causa de la desecación (Fig. 23E), además se observaron individuos juveniles recién metamórficos.

Durante el trabajo de campo se observó que *H. eximia* en el día se resguarda debajo de rocas, entre la vegetación, en huellas de ganado y dentro de grietas en el suelo (Fig. 23B); procurando no alejarse de la orilla de cuerpos de agua. En las noches es común encontrarla cerca de la orilla de cuerpos de agua, ya sea para hidratarse o buscar alimento, mientras que en días lluviosos con altos niveles de humedad es común observar individuos forrajeando lejos de los cuerpos de agua (Fig. 23A). En el caso de individuos juveniles recién metamórficos, estos suelen encontrarse en la orilla y cercanías de los sitios de cría, permaneciendo ahí hasta que el agua se termina.

En cuanto a su dieta, se observó a un individuo consumir moscas (dípteros) activamente cerca de la orilla del agua, en tierra, sitio I.

**Medidas:** Cinco ejemplares, cuatro adultos con una LHC promedio de  $29.08 \pm 6.18$  mm (22.24-37.24 mm) y un juvenil recién metamórfico de 10.94 mm.

**Historia natural:** Especie terrestre de hábitos crepusculares y nocturnos. Aunque en ocasiones se le puede encontrar activa durante el día, sobre todo después de llover continuamente. Vive en charcas temporales de poca profundidad, bajo rocas u ocultas bajo tierra, donde pueden encontrarse desde un individuo a varios grupos (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005; Uribe-

Peña *et al.*, 1999). Aunque, algunos individuos se han encontrado ocultos en bromelias (Duellman, 1970). Presenta actividad durante todo el año, principalmente en verano cuando ocurre la temporada reproductiva.

Esta especie presenta un comportamiento reproductor oportunista, al utilizar cualquier cuerpo de agua natural o artificial, temporal o permanente para reproducirse (Duellman, 1970). Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto. Los machos emiten sus llamados de apareamiento al inicio de la estación de lluvias (junio-agosto) (Duellman, 1970), generalmente desde la entrada de sus madrigueras, entre la vegetación o en zonas inundadas; llegando a congregarse en gran número (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Poco después, las hembras llegan y se realiza el amplexo, mientras que la puesta de huevos ocurre en sitios con vegetación dentro del agua. En julio-agosto se efectúa la eclosión; las larvas ocurren a finales de agosto hasta principios de octubre (Uribe-Peña *et al.*, 1999). El desarrollo de las larvas se realiza en un mes aproximadamente; concluida la metamorfosis es común observar una gran cantidad de individuos cerca de los sitios de cría (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005).

No se tiene información detallada de su dieta, sin embargo se sabe que en cautiverio llegan a consumir dípteros y ortópteros, así como gusanos y lombrices de tierra (Uribe-Peña *et al.*, 1999).

**Categoría de conservación:** No se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “Preocupación menor”.

**Importancia:** Villa-Hernández *et al.* (2009) aislaron y caracterizaron algunos péptidos presentes en secreciones de la piel de *H. eximia*, los cuales han demostrado poseer propiedades antimicrobianas, por ejemplo contra el protozoario *Plasmodium berghei* (agente causal de la malaria) en fase de ooquinetos.



Figura 23. *Hyla eximia*. **A)** Individuo adulto forrajeando en el sitio II. **B)** Individuos adultos ocultos entre las grietas del suelo durante el día. **C)** Zona inundada entre las charcas I-A y I-B utilizada como sitio de reproducción. **D)** Larvas recién eclosionadas de *H. eximia*. **E)** Larvas moribundas de *H. eximia* e *H. variolosus* a causa de la desecación entre las charcas I-A y I-B. **F)** Macho adulto emitiendo activamente sus llamados de apareamiento en una zona inundada cubierta por vegetación.

## Hylidae

### *Hyla arenicolor* Cope, 1866

**Observaciones de campo:** Es una especie común en los sitios de estudio, la cual se observó durante casi todo el año. Su mayor abundancia se presentó en los meses de enero, abril, mayo y junio; aunque su presencia fue más notoria en el sitio III. En este sitio, a un costado de la charca de estudio, se ubica un muro de tierra y rocas donde se observó la mayoría de los individuos registrados (Fig. 24B).

Los cantos de los machos se escucharon sólo en el mes de junio, sitio III, cerca de la orilla de la charca de estudio. La mayoría de los individuos emitían sus cantos posicionados en el muro de tierra y roca, alojados entre las grietas. Ahí mismo se observaron algunas parejas en amplexo, las cuales permanecieron inmóviles entre las grietas y depresiones del muro, a 50cm de altura aproximadamente (Fig. 24F). No se observaron puestas de huevos en los sitios de estudio, ni tampoco larvas. Sin embargo, en un abrevadero artificial, cerca del sitio I se observaron larvas durante los meses de Junio y Julio.

Durante el trabajo de campo se observó que *H. arenicolor* en el día se resguarda debajo de rocas y dentro de grietas en la tierra. En las noches es común encontrarla expuesta (Fig. 24C), debajo o sobre rocas (Fig. 24A), y dentro de huellas de ganado cerca de la orilla de cuerpos de agua (Fig. 24E); donde seguro aprovecha para hidratarse o buscar alimento.

**Medidas:** Diecinueve ejemplares adultos con una LHC promedio de  $31.37 \pm 3.12$  mm (24.64-35.80 mm).

**Historia natural:** Especie terrestre de hábitos crepusculares y nocturnos; aunque en ocasiones se le puede encontrar activa durante el día. Vive bajo rocas, entre grietas y en ramas de árboles cerca de cuerpos de agua, donde pueden encontrarse desde un individuo o varios (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Presenta una coloración críptica, que le permite confundirse con rocas y troncos; pasando desapercibida por sus depredadores. Tolerancia a temperaturas elevadas en ambientes áridos o adversos, debido a que presenta una tasa reducida de pérdida de agua por evaporación a través de su piel (Preest *et al.*, 1992).

La reproducción ocurre a finales de primavera, generalmente con las primeras lluvias. Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto. Los machos emiten sus cantos desde la orilla de los cuerpos de agua, entre las grietas o sobre la vegetación (Fig. 24D); llegando a

congregarse en gran número (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005). Los machos emiten su llamado de apareamiento entre mayo y julio (Duellman, 1970). Poco después, las hembras llegan y se realiza el amplexo. Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz (2005) mencionan que esta especie prefiere ovopositar en sitios con poca vegetación en el agua. La presencia de larvas se ha reportado en julio, y les lleva poco más de un mes (50-60 días) desarrollarse hasta el final de la metamorfosis (Zweifel, 1961). Concluida la metamorfosis es común observar una gran cantidad de individuos cerca de los sitios de cría.

Se desconocen muchos detalles de su dieta, sin embargo Winter *et al.* (2007b) revisaron el contenido estomacal de seis individuos colectados en la localidad de Milpillas, Municipio de Chínipas, Chihuahua, donde encontraron que numéricamente las termitas (Isoptera) y escarabajos (Coleoptera) son la presa de mayor relevancia, mientras que volumétricamente, son los escarabajos y ortópteros. Otros grupos que estuvieron presentes en su dieta fueron Dermaptera, Hymenoptera (Homóptera). Por su parte, Dixon y Lemos-Espinal (2010) señalan que se alimenta de gusanos, arañas, escarabajos, hormigas, ciempiés, neurópteros y hemípteros.

**Categoría de conservación:** No se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “Preocupación menor”.



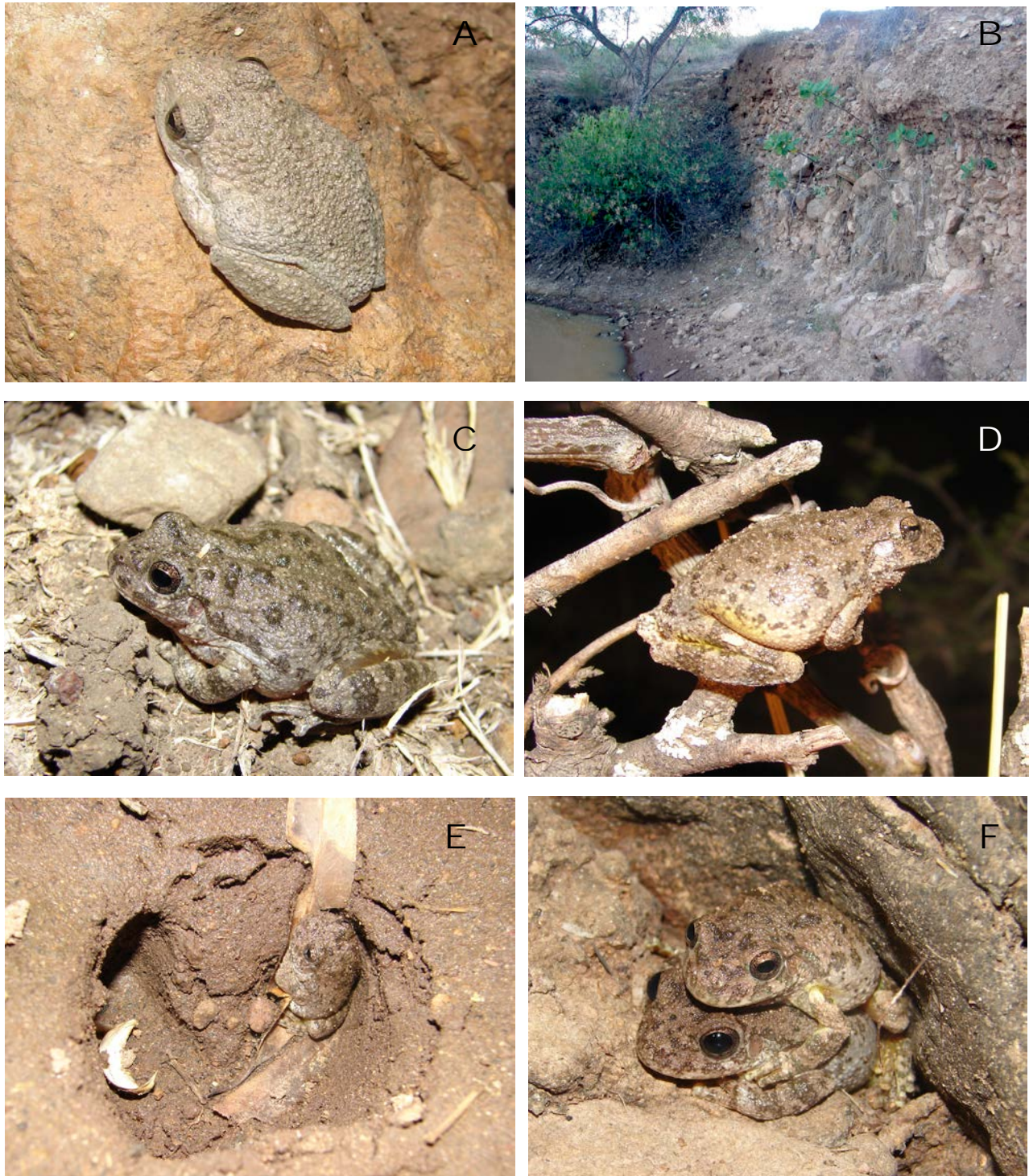


Figura 24. *Hyla arenicolor*. **A)** Individuo adulto inmóvil sobre una roca en el sitio III. **B)** Muro de rocas y tierra, sitio III. **C)** Individuo adulto forrajeando cerca del agua en el sitio III. **D)** Macho adulto emitiendo llamados de apareamiento desde una rama de huizache (*Acacia farnesiana*). **E)** Individuo adulto refugiado en el interior de una huella de cabra. **F)** Pareja en amplexo cerca del agua en muro de tierra y rocas, sitio III.

## Scaphiopodidae

### *Spea multiplicata* (Cope, 1863)

**Observaciones de campo:** Es una especie rara en los sitios de estudio, la cual se observó con mayor frecuencia durante la estación de lluvias. Su presencia sólo se registró en los sitios I y II; siendo en este último donde se observó su mayor abundancia.

Los cantos de los machos se escucharon sólo en el mes de junio, al estar realizando el muestreo en el sitio II. Esto ocurrió poco tiempo después de comenzar a llover intensamente, suceso que desencadenó la aparición de una gran cantidad de individuos en el sitio (>50); donde la mayoría de los especímenes eran machos. Estos comenzaron a emitir llamados de apareamiento cerca de la orilla del agua, mientras que otros lo hacían nadando en el cuerpo de agua. Esa noche se observaron algunos amplexos e incluso puestas de huevos en el sitio de estudio. Las parejas en amplexo que se encontraban en tierra, se desplazaban activamente en búsqueda de cuerpos de agua (Fig. 25D), algunas de ellas posicionándose en pequeñas charcas que se formaron a causa de la lluvia, así como en huellas de ganado cubiertas por agua (Fig. 25E). Las puestas de huevos se encontraron expuestas en la orilla del agua y dispuestas en forma de racimo (Fig. 25F). A pesar de que se observaron puestas de huevos, no se encontró la presencia de larvas en los meses posteriores.

Durante el trabajo de campo se observó que algunos individuos de *S. multiplicata* ocasionalmente presentan actividad fuera de su madriguera, incluso en época de estiaje (Fig. 25A, B, C).

**Medidas:** Cinco ejemplares, LHC promedio  $36.03 \pm 10.13$  mm (30.26-54.10 mm).

**Historia natural:** Especie terrestre de hábitos nocturnos y fosoriales. Vive en madrigueras de su propia construcción o de otros animales, donde permanece la mayor parte del año. Ocasionalmente emergen de sus madrigueras durante la noche en búsqueda de alimento, aunque su mayor actividad se presenta durante la estación de lluvias.

La temporada de reproducción ocurre de manera explosiva durante las lluvias en verano, en cuerpos de agua intermitentes, donde se reúne una gran cantidad de individuos. Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo indirecto. Los machos se posicionan cerca de la orilla o flotando dentro del agua donde emiten sus cantos con gran intensidad y constancia. Dixon y

Lemos-Espinal (2010) mencionan que los cantos se pueden escuchar a una distancia considerable de hasta un kilómetro.

El abrazo nupcial, amplexo, es de tipo inguinal y puede durar por varias horas. Los huevos son depositados en pequeñas masas adheridos a la vegetación acuática, o sumergidos en el agua. Cabe mencionar que gran parte de los cuerpos de agua donde son depositados se secan rápidamente antes de la eclosión y/o metamorfosis de las larvas, provocando la muerte de éstas. El desarrollo larvario ocurre en menos de un mes, alrededor de tres a cuatro semanas (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005), por su parte, Dixon y Lemos-Espinal (2010), menciona que el desarrollo es muy rápido como una adaptación a la naturaleza efímera de las charcas reproductivas y puede llegar a realizarse en tan sólo dos semanas.

Su dieta consiste de una amplia variedad de invertebrados, sujeta a la disponibilidad de presas. Canseco-Márquez y Gutierrez-Mayen (2010) señalan que se alimenta de coleópteros (escarabajos) de las familias Elateridae y Scarabaeidae, himenópteros (familia Diapriidae) e isópteros (familia Termitidae). Castañeda-Gaytan *et al.* (2006) estudiaron la dieta de esta especie en un sistema de dunas en el suroeste de Coahuila, México, donde encontraron que numéricamente las hormigas son la presa de mayor relevancia, seguido por homópteros y hemípteros. Mientras que volumétricamente, los escarabajos fueron los más importantes. Anderson *et al.* (1999b) hicieron algo semejante en los condados de Hale y Floyd en las altas planicies del noreste de Texas, donde encontraron que los escarabajos son la presa de mayor relevancia, particularmente los de la familia Carabidae. Dimmitt y Ruibal (1980) encontraron que las termitas son la presa de mayor relevancia en la dieta de esta especie, en la localidad de Whitewater Canyon, en el condado de Riverside, California. Smith *et al.* (2004) examinaron la dieta de individuos juveniles recién metamórficos (<2 semanas) en playas de los condados Castro, Hale, y Floyd en Texas, Estados Unidos; donde encontraron que la presa de mayor relevancia en la dieta son los escarabajos (Coleoptera; familias Elateridae y Carabidae, principalmente); otros grupos de menor importancia fueron Collembola, Hemiptera: Miridae, Hymenoptera: Formicidae, y Orthoptera: Acrididae.

Las larvas consumen materia vegetal, pero también pueden ser carnívoros facultativos (polifenismo), en función de las circunstancias que presente el ambiente en que crecen (Pfenning, 1992). Los renacuajos que se tornan carnívoros, se alimentan de ostrácodos, así como de otros

organismos (Pfennig *et al.*, 1991). Incluso, puede ocurrir que ciertos renacuajos canibalicen a sus coespecíficos (Dixon y Lemos-Espinal, 2010).

**Categoría de conservación:** Se encuentra en categoría (A) “Amenazada” dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “Preocupación menor”.

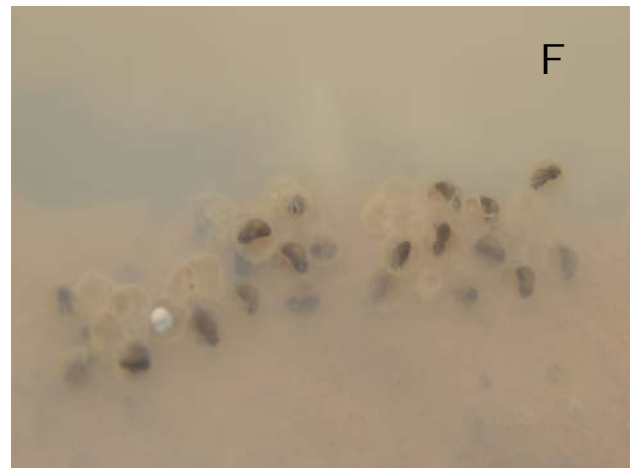
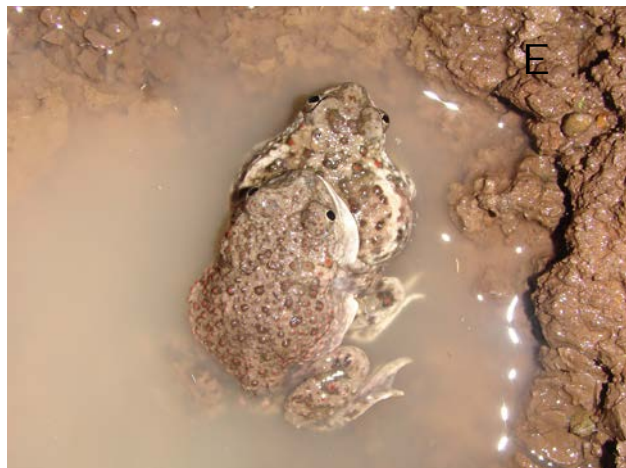


Figura 25. *Spea multiplicata*. **A y B)** Individuos juveniles desplazándose activamente cerca del margen del agua, sitio II. **C)** Individuo adulto forrajeando cerca del margen del agua, sitio II. **D)** Pareja en amplexo en búsqueda de un cuerpo de agua. **E)** Pareja en amplexo posicionados en una huella de caballo repleta de agua. **F)** Racimos de huevos ovopositados en la orilla de la charca ganadera del sitio II.

## Craugastoridae

### *Craugastor occidentalis* (Taylor, 1941)

**Observaciones de campo:** Es una especie rara en los sitios de estudio, la cual se observó sólo en el mes de agosto 2012, en el sitio I (Fig. 26C, D). A pesar de esto, su abundancia no fue relevante en el sitio de estudio.

No se escucharon cantos de los machos en los sitios de estudio, tampoco se observaron puestas de huevos y crías.

**Historia natural:** Especie terrestre de hábitos diurnos, crepusculares y nocturnos. Vive bajo rocas y troncos caídos, así como en madrigueras bajo la tierra. Es común observarla durante el día forrajeando, después de llover continuamente.

La reproducción ocurre durante el verano, en la estación de lluvias. Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo directo. Hardy y McDiarmid (1969) registraron individuos cantando en el mes de julio, durante una lluvia ligera. La puesta de huevos ocurre en el suelo, en un lugar húmedo y protegido.

Se desconocen los detalles de su dieta, aunque seguramente consiste de pequeños invertebrados.

**Categoría de conservación:** No se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “datos insuficientes”.

## Eleutherodactylidae

### *Eleutherodactylus nitidus* (Peters, 1870)

**Observaciones de campo:** Es una especie rara en los sitios de estudio, la cual se observó sólo en los meses de noviembre 2011 (sitio II) y octubre 2012 (sitio I) (Fig. 26A, B). A pesar de esto, su abundancia no fue relevante en los sitios de estudio.

No se escucharon cantos de los machos en los sitios de estudio, tampoco se observaron puestas de huevos y crías. Sin embargo, se ha observado que esta especie tiene facilidad para trepar arbustos, pues en una ocasión en la localidad de “la presa de coco”, Chapala, se observó un macho adulto cantando activamente en una rama de huizache (*Prosopis sp*), a poco más de un metro del altura.

**Medidas:** Un ejemplar juvenil con una LHC de 18.82 mm.

**Historia natural:** Especie terrestre de hábitos crepusculares y nocturnos; aunque en ocasiones se le puede observar activa durante el día, sobre todo después de llover continuamente. Vázquez-Díaz y

Quintero-Díaz (2005) mencionan que durante el día y en la época de estiaje se oculta bajo rocas y troncos caídos en descomposición, cerca de cuerpos de agua en zonas húmedas, donde pueden encontrarse desde un individuo o varios.

La reproducción ocurre en verano, durante la estación de lluvias. Su modo de reproducción es ovíparo con desarrollo directo. En los meses de junio a agosto, los machos emiten sus cantos desde rocas o troncos que guardan suficiente humedad (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010). Martín del Campo (1940) reporta una puesta de huevos a finales de junio, señala que estos se encontraban debajo de rocas, en tierra, dentro de una cavidad. La presencia de crías se ha reportado en el mes de agosto (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010).

Se desconocen muchos detalles de su dieta, sin embargo Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2010) señalan que se alimenta de escarabajos (Coleoptera: Curculionidae y Chrysomelidae), hormigas (Hymenoptera: Formicidae), avispas (Hymenoptera: Pteromalidae), pulgones (Homóptera: Aphididae), termitas (Isoptera: Termitidae) y ninfas de chapulines (Orthoptera: Acrididae). Por su parte, Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz (2005) mencionan que consume pequeños invertebrados, como escarabajos y sus larvas, así como chinches.

En cuanto a su conducta, se ha reportado que algunos individuos de esta especie presentan un comportamiento defensivo que consiste en fingir su muerte (tanatosis) (Madrid-Sotelo y Cifuentes-Ruiz, 2009).

Otros trabajos como el de Woolrich-Piña *et al.* (2006) evaluaron la temperatura cloacal ( $T_c$ ) de algunos individuos de *E. nitidus* (n=10), así como la temperatura del aire ( $T_a$ ) y la temperatura del substrato ( $T_s$ ) del microhábitat donde se encontraron; reportando que la  $T_c$  promedio es de  $16.24 \pm 0.6^\circ\text{C}$ , la  $T_a$  promedio es de  $14.02 \pm 0.2^\circ\text{C}$ , y la  $T_s$  promedio de  $14.8 \pm 0.3^\circ\text{C}$ , además señalan que existe una correlación positiva entre  $T_c$  y la temperatura del microhábitat ( $T_a$  y  $T_s$ ).

**Categoría de conservación:** No se encuentra dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, pero si dentro de la “Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN” en la categoría “Preocupación menor”.



Figura 26. *Eleutherodactylus nitidus* (A, B) y *Craugastor occidentalis* (C, D). A y B) Individuos adultos forrajeando en el sitio I. C) Individuo adulto forrajeando cerca del margen del agua, charca I-B, sitio I. D) Vista lateral de un individuo adulto.



## LITERATURA CITADA

- Ahumada-Carrillo, I. T. 2010. Herpetofauna del Municipio de Atolinga, Zacatecas. Tesis Profesional, División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco.
- Alcalá-Galván, C. H. & E. Enríquez Carrillo. 1999. Manejo y aprovechamiento de venados. INIFAP/SAGAR, Sonora.
- Altig, R. 1987. Key to the Anuran Tadpoles of Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 32(1): 75-84.
- Anderson, A. M., D. A. Haukos, & J. T. Anderson. 1999a. Habitat use by anurans emerging and breeding in playa wetlands. *Wildlife Society Bulletin*, 27(3): 759-769.
- Anderson, A. M., D. A. Haukos & J. T. Anderson. 1999b. Diet composition of three anurans from the playa wetlands of northwest Texas. *Copeia*, 1999: 515-520.
- Becker, C. G., C. R. Fonseca, C. F. B. Haddad, R. F. Batista & P. I. Prado. 2007. Habitat split and the global decline of amphibians. *Science*, 318: 1775-1777.
- Baker, J. M. R., & T. R. Halliday. 1999. Amphibian colonization of new ponds in an agricultural landscape. *Herpetological Journal*, 9: 55-63.
- Barragán-Ramírez, J. L. y J. L. Navarrete-Heredia. 2012. *Hypopachus variolosus* (Sheep Frog): Diet. *Herpetological Review*, 43(4): 632.
- Behler, J. L. & F. Wayne. 1979. The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians. Knopf, New York.
- Berovides-Alvarez, V., M. Cañizares-Morera & A. González-Rossell. 2005. Métodos de conteo de animales y plantas terrestres: Manual para la capacitación del personal técnico de las áreas protegidas de Cuba. Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP)/Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba.

- Bertoluci, J., R. A. Brassaloti, J. W. Ribeiro Jr., V. M. de F. N. Vilela & H. O. Sawakuchi. 2007. Species composition and similarities among anuran assemblages of forest sites in southeastern Brazil. *Scientia Agricola*, 64(4): 364-374.
- Bionda, C. de L., I. E. di Tada, & R. C. Lajmanovich. 2011. Composition of amphibian assemblages in agroecosystems from the central region of Argentina. *Russian Journal of Herpetology*, 18(2): 93-98.
- Bunnell, J. F. & R. A. Zampella. 1999. Acid water anuran pond communities along a regional forest to agro-urban ecotone. *Copeia*, 1999(3): 614-627.
- Canavero, A., M. Arim, D. E. Naya, A. Camargo, I. da Rosa & R. Maneyro. 2008. Calling activity patterns in an anuran assemblage: the role of seasonal trends and weather determinants. *North-Western Journal of Zoology*, 4(1): 29-41.
- Canseco-Márquez, L. & G. Gutiérrez-Mayén. 2010. Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. CONABIO, Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán A. C., Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México, D. F.
- Castañeda G., C. García-De la Peña, D. Lazcano & A. J. Contreras-Balderas. 2006. Dietary composition of the Mexican Spadefoot Toad (*Spea multiplicata*) from a sand dune habitat in Coahuila, Mexico. *Texas Journal of Science*, 58(1): 55-64.
- Cedeño-Vázquez, J. R., R. R. Calderón-Mandujano & C. Pozo. 2006. Anfibios de la región de Calakmul, Campeche, México. CONABIO, ECOSUR, CONANP, PNUD, GEF, SHM A.C., Quintana Roo, México
- Cheng, T. L., S. M. Rovito, D. B. Wake, & V. T. Vredenburg. 2011. Coincident mass extirpation of neotropical amphibians with the emergence of the infectious fungal pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108: 9502-9507
- Colwell, R.K., 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. Persistent URL at <http://purl.oclc.org/estimates>

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2013. Servicio Meteorológico Nacional. [http://  
http://smn.cna.gob.mx/emas/](http://http://smn.cna.gob.mx/emas/)

Crump, M.L. & N. J. Scott, Jr. 2001. Relevamientos por encuentros visuales. (pp. 80-87). En: Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek y M. S. Foster (Eds). *Medición y monitoreo de la diversidad biológica: Métodos estandarizados para anfibios*. Editorial Universitaria de la Patagonia, Argentina.

De Souza, A. M. & P. C. Eterovick. 2011. Environmental factors related to anuran assemblage composition, richness and distribution at four large rivers under varied impact levels in southeastern Brazil. *River Research and Applications*, 27(8): 1023–1036

Dimmitt, M. A., & R. Ruibal. 1980. Exploitation of food resources by spadefoot toads (*Scaphiopus*). *Copeia*, 1980: 854-862.

Dixon, J. R. & J. A. Lemos-Espinal. 2010. *Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México*. Texas A & M University, UNAM y CONABIO. México.

Duellman, W.E. 1961. *The amphibians and reptiles of Michoacan, Mexico*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, Number 15, Lawrence, Kansas.

Duellman, W. E. 1970. *The hylid frogs of Middle America*, 2 Volumes. Monograph of the Museum of Natural History, University of Kansas, Lawrence, Kansas.

Faivovich, J., C. F. B. Haddad, P. C. A. García, D. R. Frost, J. A. Campbell & W. C. Wheeler. 2005. Systematic Review of the Frog Family Hylidae, with special reference to Hylinae: Phylogenetic Analysis and Taxonomic Revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 294: 1-240.

Feinsinger, P. 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation*. Island Press, Washington, D.C.

- Flores-Villela, O. A., F. Mendoza-Quijano & G. González-Porter. 1995. Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 10: 1-285.
- Frost, D. R. 2013. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6 (9 January 2013). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- Frost, D. R., T. Grant, J. Faivovich, R. Bain, A. Haas, C. Haddad, R. de Sá, A. Channing, M. Wilkinson, S. Donnellan, C. J. Raxworthy, B. Blotto, P. Moler, R. Drewes, R. Nussbaum, J. D. Lynch, D. Green, & W. C. Wheeler. 2006. The amphibian tree of life. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 297: 1–370.
- Gangenova, E., A. Guzmán & F. Marangoni. 2012. Diversidad de anfibios del Parque Nacional El Palmar (Provincia de Entre Ríos, Argentina). *Cuadernos de Herpetología*, 26(1): 13-20.
- García-González, C. & E. García-Vázquez. 2012. Urban Ponds, Neglected Noah's Ark for Amphibians. *Journal of Herpetology*, 46(4): 507-514.
- García-Grajales, J., A. Buenrostro-Silva & A. H. Escobedo-Galván. 2007. Análisis de los métodos usados para estimar la abundancia de las poblaciones silvestres de cocodrilianos (Crocodylia) en México. *Ciencia y Mar*, XI(31):23-32
- Gómez-Rodríguez, C., C. Díaz-Paniagua, L. Serrano, M. Florencio & A. Portheault. 2009. Mediterranean temporary ponds as amphibian breeding habitats: the importance of preserving pond networks. *Aquatic Ecology*, 43(4): 1179-1191.
- González-Hernández, A. J., S. Reyes-Sosa & V. H. Reynoso. 2010. *Lithobates neovolcanicus*: Diet. *Herpetological Review*, 41(2): 198.

- Hardy, L., & R. W. McDiarmid. 1969. The amphibians and reptiles of Sinaloa, Mexico. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 18: 39-252.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427-432.
- Hillis, D. M. & J. S. Frost. 1985. Three new species of Leopard Frogs (*Rana pipiens* Complex) from The Mexican Plateau. *Occasional Papers of the Museum of Natural History University of Kansas*, 117: 1-14.
- Houlahan, J. E., C. S. Findlay, B. R. Schmidt, A. H. Meyer, & S. L. Kuzmin. 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.
- IUCN. 2013. IUCN Red list of threatened species. Version 2010.3. <http://www.iucnredlist.org> (Consultada el 9 de junio de 2013).
- Jofré, M. B., F. D. Cid & E. Caviedes-Vidal. 2010. Spatial and temporal patterns of richness and abundance in the anuran assemblage of an artificial water reservoir from the semiarid central region of Argentina. *Amphibia-Reptilia*, 31: 533-540
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363–375.
- Knutson, M. G., W. B. Richardson, D. M. Reineke, B. R. Gray, J. R. Parmelee & S. E. Weick. 2004. Agricultural ponds support amphibian populations. *Ecological Applications*, 14(3): 669-684.
- Lascano, C. I., A. Ferrari, L. E. Gauna, C. Cocca, A. C. Cochón, N. Verrengia & A. Venturino. 2011. Organophosphorus insecticides affect normal polyamine metabolism in amphibian embryogenesis. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 101(3): 240-247.
- Lee, J. C. 2000. A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.

- Lemckert, F. L. 2011. Managing pond-breeding anurans in the selectively harvested forests of coastal New South Wales, Australia. *Forest Ecology and Management*, 262(7): 1199-1204.
- Lips, K. R., P. A. Burrowes, J. R. Mendelson III & G. Parra-Olea. 2005. Amphibian declines in Latin America: widespread population declines, extinctions, and impacts. *Biotropica*, 37(2): 163-165.
- Lips, K. R., J. R. Mendelson III, A. Muñoz-Alonso, L. Canseco-Márquez & D. G. Mulcahy. 2004. Amphibian population declines in montane southern Mexico: resurveys of hisistorical localities. *Biological Conservation*, 119: 555-564.
- Longcore, J. R., J. E. Longcore, A. P. Pessier & W. A. Halteman. 2007. Chytridiomycosis widespread in anurans of northeastern United States. *Journal of Wildlife Management*, 71(2): 435-444.
- López-Victoria, M., P. A. Herrón & J. C. Botello. 2011. Notes on the ecology of the lizards from Malpelo Island, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 40(Supl. Esp.): 79-89.
- Luría-Manzano, R. 2012. Ecología trófica del ensamblaje de anuros riparios de San Sebastián Tlacotepec, Sierra Negra de Puebla, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Biodiversidad y Conservación, Centro de Investigaciones Biológica, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 75 p.
- Martin del Campo, R. 1940. Una observación del desarrollo de *Tomodactylus nitidus*. *Anales del Instituto de Biología*, 11: 745-746.
- Maffei, F., F. Kulaif Ubaid & J. Jim. 2011. Anurofauna em área de cerrado aberto no município de Borebi, estado de São Paulo, Sudeste do Brasil: uso do habitat, abundância e variação sazonal. *Biota Neotropica*, 11(2): 221-233.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science, Oxford.
- Maslin, T. P. 1957. *Hyla microeximia* sp. n., Hylidae, Amphibia, from Jalisco, Mexico. *Herpetologica*, 13: 81-86.

- Mata-Silva, V. 2003. Estudio comparativo del ensamble de anfibios y reptiles de Zapotitlan de las Salinas, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana*, 11(1): 9-20.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5.10. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Moreira, L. F. B., I. F. Machado, A. R. G. M. Lace & L. Maltchik. 2008. Anuran amphibians dynamics in an intermittent pond in Southern Brazil. *Acta Limnology Brasil*, 20(3): 205-212.
- Moreira, L. F. B. & L. Maltchik. 2012. Assessing patterns of nestedness and co-occurrence in coastal pond anuran assemblages. *Amphibia-Reptilia*, 33: 261-271.
- Moreno, C. E. & G. Halffter. 2001. Spatial and temporal analysis of the alpha, beta a gamma diversities of bats in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation*, 10: 367-382.
- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(4): 1249-1261.
- Mueses-Cisneros, J. J. 2007. Fauna Anura asociada a un sistema de charcos dentro de bosque en el kilómetro 11 carretera Leticia-Tarapacá (Amazonas-Colombia). *Caldasia*, 29(2): 387-395.
- Nelson, C. E. 1974. Further studies on the systematics of *Hypopachus* (Anura: Microhylidae). *Herpetologica*, 30: 250-274.
- Pansonato, A., T. Mott & C. Strüssmann. 2011. Anuran amphibians' diversity in a northwestern area of the Brazilian Pantanal. *Biota Neotropica*, 11(4): 77-86.
- Pearl, C. A., M. J. Adams, R. B. Bury & B. McCreary. 2004. Asymmetrical effects of introduced bullfrogs (*Rana catesbeiana*) on native ranid frogs in Oregon. *Copeia*, 2004(1): 11-20.

- Pearl, C. A., E. L. Bull, D. E. Green, J. Bowerman, M. J. Adams, A. Hyatt & W. H. Wente. 2007. Occurrence of the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis* in the Pacific Northwest. *Journal of Herpetology*, 41(1): 145-149.
- Peterson, H. W., H. M. Smith & D. Chiszar. 1995. Some noteworthy amphibians and reptiles from the region of Chapala, Jalisco, Mexico. *Bulletin of the Chicago Herpetological Society*, 30(5): 90-91.
- Pfennig, D. W. 1992. Proximate and functional causes of polyphenism in an anuran tadpole. *Functional Ecology*, 6: 167-174.
- Pfennig, D. W., A. Mabry y D. Orange. 1991. Environmental causes of correlations between age and size at metamorphosis in *Scaphiopus multiplicatus*. *Ecology*, 72(6): 2240-2248.
- Picco, A. M. & J. P. Collins. 2007. Fungal and viral pathogen occurrence in Costa Rican amphibians. *Journal of Herpetology*, 41(4): 746-749.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. Wiley-Interscience, Hoboken, New Jersey. 165 p.
- Pineda, E. & G. Halffter. 2004. Species diversity and hábitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation*, 117: 499-508.
- Preest, M. R., D. G. Brust & M. L. Wygoda. 1992. Cutaneous water loss and the effects of temperature and hydration state on aerobic metabolism of canyon treefrogs, *Hyla arenicolor*. *Herpetologica*, 48(2): 210-219.
- Ramírez-Bautista, A., 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Cuadernos del Instituto de Biología 23, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruibal, R. & S. Hillman. 1981. Cocoon structure and function in the Burrowing Hylid Frog, *Pternohyla fodiens*. *Journal of Herpetology*, 15(4): 403-408.



Savage, J. M. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica. The University of Chicago Press.

SEMARNAT. 2013. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de Diciembre de 2010.

Smith, H. M. & Taylor, E. H. 1948. An annotated checklist and key to the Amphibia of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum*, 194: 1-118.

Smith, L. M., M. J. Gray & A. Quarles. 2004. Diets of newly metamorphosed amphibians in west Texas playas. *Southwestern Naturalist*, 49: 257-263.

Stirling, G. & B. Wilsey. 2001. Empirical relationships between richness species, evenness and proportional diversity. *American Naturalist*, 158: 286-299.

Stuart, S., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fishman, D. L. & Waller, R. W. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*, 306: 1783-1786.

Stuart, S. N., J. S. Chanson, N. A. Cox, & B. E. Young. 2006. El estado global de los anfibios. 19-42. En: Angulo A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez-Mahecha, y E. La Marca. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Conservación Internacional Andes CBC. Bogotá, Colombia.

Stuart, S. N., M. Hoffmann, Chanson, J.S., Cox, N. A., Berridge, R.J., Ramani, P., & Young, B. E. 2008. Threatened Amphibians of the World. Lynx Edicions, Barcelona, Spain; IUCN, Gland, Switzerland; and Conservation International, Arlington, Virginia, USA.

Suazo-ortuño, I., J. Alvarado-Díaz, & M. Martínez-Ramos. 2008. Effects of Conversion of Dry Tropical Forest to Agricultural Mosaic on Herpetofaunal Assemblages. *Conservation Biology*, 22(2): 362-374.

Sullivan, B. K., R. W. Bowker, K. B. Malmos, & E. W. A. Gergus. 1996. Arizona distribution of three Sonoran desert anurans: *Bufo retiformis*, *Gastrophryne olivacea*, and *Pternohyla fodiens*. *Great Basin Naturalist*, 56(1): 38-47.

Tasker, M. L., P. H. Jones, T. J. Dixon & B. F. Blake. 1984. Counting seabirds at sea from ships: a review of methods employed and a suggestion for a standardized approach. *Auk* 101: 567-577.

Taylor, E. H. 1942. New Caudata and Salientia from Mexico. *University of Kansas Science Bulletin*, 28(14): 295-323.

Torres, P. F. & P. C. Eterovick. 2010. Anuran assemblage composition and distribution at a modified environment in Três Marias reservoir, south-eastern Brazil. *Journal of Natural History*, 44(43-44): 2649-2667.

Uribe-Peña, Z., A. Ramírez-Bautista y G. Casas-Andreu. 1999. Anfibios y reptiles de las Serranías del D.F., México. Instituto de Biología, UNAM. México, D.F

Vázquez-Díaz, J. & G. E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y reptiles de Aguascalientes. CONABIO/CIEMA, A.C. México.

Vignoli, L., F. Pau, L. Luiselli & G. M. Carpaneto. 2010. Co-occurrence of five species of anurans at a pond network in Victoria Lake, Kenya. *African Journal of Ecology*, 48(1): 275-279.

Wake, D. B. 2012. Facing Extinction in Real Time. *Science*, 335: 1052-1053.

Villa-Hernandez, O., L. Hernandez-Orihuela. M. del C. Rodríguez, F. Zamudio-Zuniga, R. Castro-Franco, V. Pando y C. V. F. Batista. 2009. Novel Antimicrobial Peptides Isolated from Skin Secretions of the Mexican Frog *Hyla Eximia*. *Protein and Peptide Letters*, 16 (11): 1371-1378.

Winter, K. E., A. Boyd, C. B. Dayer, G. R. Smith & J. A. Lemos-Espinal. 2007a. *Smilisca fodiens* (Lowland Burrowing Treefrog). Diet. *Herpetological Review*, 38(3):326.

Winter, K. E., C. J. Dibble, G. R. Smith & J. A. Lemos-Espinal. 2007b. *Hyla arenicolor* (Canyon treefrog). Diet. *Herpetological Review*, 38(3): 323.

Woolrich-Piña, G., L. Oliver-Lopez, J. A. Lemos-Espinal & H. M. Smith. 2006. *Eleutherodactylus nitidus nitidus*. Body temperature. *Herpetological Review*. 37(4): 444.

Young, B. E., K. R. Lips, J. K. Reaser, R. Ibáñez, A. W. Salas, J. R. Cedeño, L. A. Coloma, S. Ron, E. La Marca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves & D. Romo. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology*, 15(5): 1213-1223.

Young, B.E., Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A. & Boucher, T.M. 2004. Disappearing Jewels: The Status of New World Amphibians. NatureServe, Arlington, Virginia, USA.

Zimmerman, B. L. 2001. Transectos de bandas auditivas. 87-93. En: W. R. Heyer, M.A. Donnelly, R. W. McDairmid, L. A. Hayek & M. S. Foster (eds.). *Medición y monitoreo de la diversidad Biológica: Métodos estandarizados para anfibios*. Editorial Universitaria de la Patagonia, Chubut, República de Argentina.

Zweifel, R. G. 1961. Larval development of the treefrogs *Hyla arenicolor* and *Hyla wrightorum*. *American Museum Novitates*, 2056:1-19

## ANEXOS

### Anexo 1. Hojas de campo utilizadas durante el muestreo en los sitios de estudio.

#### ANUROS FICHA DE MUESTREO

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Cuerpo de agua: \_\_\_\_\_

Sp: \_\_\_\_\_ # ( ) Larva ( ) Juvenil ( ) NP ( ) Adulto ( ) ( ) ♀ ( ) ♂

Microhábitat: \_\_\_\_\_ en Tierra ( ) o Agua ( )

Observ. ( ) Cantando ( ) Colectado ( ) Fotos ( )

Observaciones (altura sobre el sustrato, vegetación, actividad, distancia del agua, protección, etc):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Cuerpo de agua: \_\_\_\_\_

Sp: \_\_\_\_\_ # ( ) Larva ( ) Juvenil ( ) NP ( ) Adulto ( ) ( ) ♀ ( ) ♂

Microhábitat: \_\_\_\_\_ en Tierra ( ) o Agua ( )

Observ. ( ) Cantando ( ) Colectado ( ) Fotos ( )

Observaciones (altura sobre el sustrato, vegetación, actividad, distancia del agua, protección, etc):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Cuerpo de agua: \_\_\_\_\_

Sp: \_\_\_\_\_ # ( ) Larva ( ) Juvenil ( ) NP ( ) Adulto ( ) ( ) ♀ ( ) ♂

Microhábitat: \_\_\_\_\_ en Tierra ( ) o Agua ( )

Observ. ( ) Cantando ( ) Colectado ( ) Fotos ( )

Observaciones (altura sobre el sustrato, vegetación, actividad, distancia del agua, protección, etc):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



**Anexo 1. Hojas de campo utilizadas durante el muestreo en los sitios de estudio (continuación).**

**MUESTREO de VARIABLES**

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Cuerpo de agua: \_\_\_\_\_ # ( )

**Estación meteorológica.**

**Parámetros Físicos y biológicos**



Parámetro	Medida	Parámetro	Medida
1. Viento		Profundidad	
2. Temperatura		Área (cuadrantes)	
3. Frío		calidad de agua (muestras)	
4. Humedad		Depredadores	
5. Índice de calor		Renacuajos (spp)	
6. Punto de rocío			
7. Punto de evaporación			
8. Barómetro			
9. Altura			
10. Alt. Densidad			

ph: \_\_\_\_\_

Temperatura del agua: \_\_\_\_\_

**Anexo 2. Especies y sus abundancias registradas para cada sitio de estudio durante el periodo noviembre 2011 – octubre 2012.**

	2011		2012										TOTAL	
	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT		
<b>SITIO I</b>														
<i>Craugastor occidentalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	<b>1</b>
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	<b>3</b>
<i>Hyla arenicolor</i>	4	1	3	1	3	8	5	2	2	2	0	4		<b>35</b>
<i>Hyla eximia</i>	3	2	1	3	1	11	19	0	4	2	1	7		<b>54</b>
<i>Hypopachus variolosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0		<b>5</b>
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	44	14	18	14	12	15	18	2	5	14	29	30		<b>215</b>
<i>Smilisca fodiens</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		<b>1</b>
<i>Spea multiplicata</i>	0	0	0	0	0	3	2	3	2	1	1	2		<b>14</b>
<b>Num. Max. Indvs. Obs.</b>	<b>51</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>37</b>	<b>44</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>46</b>		<b>328</b>
<b>Riqueza</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>		
<b>SITIO II</b>														
<i>Craugastor occidentalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<i>Hyla arenicolor</i>	8	5	2	0	4	4	2	2	5	0	0	3		<b>35</b>
<i>Hyla eximia</i>	1	1	0	0	4	7	1	0	1	1	0	4		<b>20</b>
<i>Hypopachus variolosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		<b>1</b>
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	43	17	7	7	9	6	1	2	2	5	34	44		<b>177</b>
<i>Smilisca fodiens</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0		<b>5</b>
<i>Spea multiplicata</i>	1	0	0	1	0	0	1	55	1	3	2	3		<b>67</b>
<b>Num. Max. Indvs. Obs.</b>	<b>53</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>5</b>	<b>63</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>36</b>	<b>55</b>		<b>305</b>
<b>Riqueza</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>		
<b>SITIO III</b>														
<i>Craugastor occidentalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
<i>Hyla arenicolor</i>	1	7	20	0	8	13	12	32	3	0	0	0		<b>96</b>
<i>Hyla eximia</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0		<b>2</b>
<i>Hypopachus variolosus</i>	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	2		<b>9</b>
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	30	29	12	2	8	4	11	2	11	10	24	28		<b>171</b>
<i>Smilisca fodiens</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0		<b>2</b>
<i>Spea multiplicata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		<b>0</b>
<b>Num. Max. Indvs. Obs.</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>33</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>41</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>24</b>	<b>30</b>		<b>281</b>
<b>Riqueza</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		

### Anexo 3. Ficha descriptiva de la superficie del sitio I.

#### SUPERFICIE DE LAS BANDAS

<b>Banda</b>	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>
Banda 1	3486.932
Banda 2	2963.495
Banda 3	2782.829

#### SUPERFICIE MENSUAL DEL ESPEJO DE AGUA

<b>Mes</b>	<b>ESPEJO DE AGUA</b>			
	<b>Jagüey 1<sup>a</sup></b>	<b>Jagüey 1B</b>	<b>Superficie total (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área seca total (m<sup>2</sup>)</b>
Noviembre*	5290.000	4092.500	9382.500	0**
Diciembre*	4635.000	3972.000	8607.000	775.500
Enero	4267.500	3457.000	7724.500	1658.000
Febrero	4375.500	3349.500	7725.000	1657.500
Marzo	3966.500	3020.500	6987.000	2395.500
Abril	3648.500	2832.000	6480.500	2902.000
Mayo	2321.000	2251.500	4572.500	4810.000
Junio	2285.500	2193.000	4478.500	4904.000
Julio	3796.773	2599.000	6395.773	2986.727
Agosto	4298.000	2391.000	6689.000	2693.500
Septiembre	4975.500	3299.250	8274.750	1107.750
Octubre	4500.000	2719.000	7219.000	2163.500

\*Meses del 2011.



**Anexo 4. Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio I.**

Noviembre, 2011

Diciembre, 2011

Enero, 2012

Febrero, 2012

Marzo, 2012

Abril, 2012

**Anexo 4. Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio I (continuación).**

Mayo, 2012

Junio, 2012

Julio, 2012

Agosto, 2012

Septiembre, 2012

Octubre, 2012

## Anexo 5. Ficha descriptiva de la superficie del sitio II.

### SUPERFICIE DE LAS BANDAS

Banda	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Hectáreas
Banda 1	1228.269	494.005	0.123
Banda 2	1257.460	510.715	0.126
Banda 3	1386.588	562.569	0.139

### SUPERFICIE MENSUAL DEL ESPEJO DE AGUA

Mes	ESPEJO DE AGUA			
	Superficie: agua (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Hectáreas	Área seca (m <sup>2</sup> )
Noviembre*	2289.500	250.315	0.229	0**
Diciembre*	1584.500	182.094	0.158	705.000
Enero	1286.000	192.265	0.129	1003.500
Febrero	1455.500	186.194	0.146	834.000
Marzo	1227.500	167.549	0.123	1062.000
Abril	853.000	124.254	0.085	1436.500
Mayo	614.500	137.364	0.061	1674.500
Junio	524.000	126.783	0.052	1765.500
Julio	1373.833	202.368	0.137	915.667
Agosto	1650.195	213.620	0.165	638.550
Septiembre	1934.500	232.627	0.193	355.000
Octubre	1601.500	176.292	0.160	688.000

\*Meses del 2011.

**Anexo 6. Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio II.**

Noviembre, 2011

Diciembre, 2011

Enero, 2012

Febrero, 2012

Marzo, 2012

Abril, 2012

**Anexo 6. Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio II (continuación).**

Mayo, 2012

Junio, 2012

Julio, 2012

Agosto, 2012

Septiembre, 2012

Octubre, 2012

## Anexo 7. Ficha descriptiva de la superficie del sitio III.

### SUPERFICIE DE LAS BANDAS

<b>Banda</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Hectáreas</b>
Banda 1	753.832	302.351	0.075
Banda 2	902.184	362.960	0.090
Banda 3	1054.004	424.794	0.105

### SUPERFICIE MENSUAL DEL ESPEJO DE AGUA

<b>Mes</b>	<b>ESPEJO DE AGUA</b>			
	<b>Superficie: agua (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Perímetro (m)</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>Área seca (m<sup>2</sup>)</b>
Noviembre*	1132.000	136.251	0.113	0.0
Diciembre*	1006.500	134.306	0.101	125.500
Enero	972.000	128.205	0.097	160.000
Febrero	1008.000	130.342	0.101	124.000
Marzo	885.500	122.752	0.089	246.500
Abril	781.500	114.489	0.078	350.500
Mayo	757.500	105.790	0.076	374.500
Junio	821.500	114.092	0.082	310.500
Julio	923.500	126.327	0.092	208.500
Agosto	946.000	120.532	0.095	186.000
Septiembre	1037.000	139.203	0.104	95.000
Octubre	967.000	129.741	0.097	165.000

\*Meses del 2011.

**Anexo 8. Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio III.**

Noviembre, 2011

Diciembre, 2011

Enero, 2012

Febrero, 2012

Marzo, 2012

Abril, 2012

**Anexo 8. Diagramas de la superficie mensual del espejo de agua a lo largo del año de muestreo (noviembre 2011-octubre 2012), sitio III (continuación).**

Mayo, 2012

Junio, 2012

Julio, 2012

Agosto, 2012

Septiembre, 2012

Octubre, 2012



## Anexo 9. Análisis de correspondencia canónica (ACC).

### Resumen estadístico de los ejes

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Eigenvalores	0.484	0.136	0.068
Porcentaje de varianza explicada	37.4	10.5	5.3
Porcentaje de varianza acumulado	37.4	47.9	53.2
Correlación de Pearson (especies-ambiente)	0.871	0.675	0.536

### Coefficientes canónicos

Variable	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura	-0.237	-0.094	0.081
Precipitación	-0.111	-0.193	-0.105
Humedad	0.280	0.428	0.023
Profundidad máxima	-0.935	-0.074	-0.139
Superficie del agua	0.270	0.276	0.273
pH del agua	0.109	-0.232	-0.041
<i>Hyla arenicolor</i>	-0.102871	-1.521038	-1.321209
<i>Hyla eximia</i>	-0.357989	-1.803808	2.715732
<i>Hypopachus variolosus</i>	0.519989	-1.039022	-1.296751
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	-0.408751	0.668507	0.020905
<i>Smilisca fodiens</i>	2.709833	0.073464	-1.568336
<i>Spea multiplicata</i>	3.023851	0.348270	0.409299

### Correlaciones entre variables ambientales y ejes (Intra-set correlations)

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura	0.159	-0.404	0.511
Precipitación	0.540	-0.061	-0.224
Humedad	0.303	0.608	-0.468
Profundidad máxima	-0.851	0.334	-0.025
Superficie del agua	-0.306	0.196	0.750
pH del agua	-0.050	-0.124	0.016

Correlaciones entre variables ambientales y ejes (Inter-set correlations)

	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura	0.138	-0.273	0.274
Precipitación	0.471	-0.041	-0.120
Humedad	0.264	0.411	-0.251
Profundidad máxima	-0.741	0.225	-0.013
Superficie del agua	-0.267	0.132	0.402
pH del agua	-0.044	-0.084	0.008

Resultados de la prueba de aleatorización (Prueba de Monte Carlo, 999 permutaciones)

Eje	Correlación de especies-ambiente	Datos aleatorizados			
		Promedio	Mínimo	Máximo	Valor de p
1	0.871	0.625	0.406	0.888	0.0030
2	0.675	0.493	0.223	0.786	
3	0.536	0.350	0.117	0.635	

\* El valor de “p” no se reportó para los ejes 2 y 3 porque el uso de una prueba de aleatorización simple para estos ejes pueden sesgar los valores de “p”.

**Anexo 10. Publicaciones generadas durante el trabajo de tesis.**

- **Barragán-Ramírez, J. L.** y J. L. Navarrete-Heredia. 2012. *Hypopachus variolosus* (Sheep Frog): Diet. *Herpetological Review*, 43(4): 632.
- **Barragán-Ramírez, J. L.** y J. de J. Ascencio-Arrayga. 2013. *Thamnophis eques* (Mexican Gartersnake): Mortality. *Herpetological Review*, 44(1): 158.
- **Barragán-Ramírez, J. L.**, A. Ocegüera-Figueroa, J. de J. Ascencio-Arrayga, F. Rodríguez-Ramírez y J. L. Navarrete-Heredia. 2013. *Kinosternon integrum* (Mexican mud turtle): Ectoparasites. *Herpetological Review*, 44(2): 305-306.

from the snout up to along both upper eyelids (Das 2007. A Pocket Guide: Amphibians and Reptiles of Brunei. Natural History Publications [Borneo] Sdn. Bhd. Kota Kinabalu. viii + 200 pp.; Inger and Stuebing 2005. A Field Guide to the Frogs of Borneo. 2<sup>nd</sup> ed. Natural History Publications [Borneo] Sdn. Bhd. Kota Kinabalu. viii + 201 pp.; Malkmus et al. 2002. Amphibians and Reptiles of Mount Kinabalu [North Borneo]. A.R.G. Gantner Verlag K.G. Ruggell. 424 pp.). *Hylarana picturata* has been recorded in Peninsular Thailand (Das 2007, *op. cit.*), Peninsular Malaysia (Chan et al. 2010. Russian J. Herpetol. 17[3]:202–206), Sumatra (Inger et al. 2004. *Hylarana picturata*. IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Accessed 9 May 2012; Inger and Stuebing 2005, *op. cit.*), throughout Borneo (Frost 2011. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 [31 January 2011]. Electronic database <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>. American Museum of Natural History, New York. Accessed 9 May 2012), and the Philippines (Malkmus et al. 2002, *op. cit.*). The species dwells in primary and old secondary forests from near sea level to below 1000 m elev. (Inger et al. 2004, *op. cit.*), and is closely associated with streams (Brown and Guttman 2002. Biol. J. Linn. Soc. 76:393–461; Keller et al. 2009. J. Anim. Ecol. 78[2]:305–314; Haas and Das 2012. Frogs of Borneo – The Frogs of East Malaysia and their Larval Forms: an Online Photographic Guide. Version 1.1.1. [4 May 2012]. <http://www.frogsborneo.org>. Zoological Museum Hamburg, Germany. Accessed 9 May 2012; Sheridan et al. 2012. Tropical Natural History 12[1]:1–8) as the adults breed and tadpoles develop in leaf drifts in streams before the juveniles move away to live on the forest floor until reaching maturity (ca. 25 mm SVL) and permanently return to the streams (Inger and Stuebing 2005, *op. cit.*). Herein we report the first occurrence of mature *H. picturata* away from a stream in Malaysia.

On 10 April 2012 at 2204 h, a female *H. picturata* (61 mm SVL, 14.4 g) was sampled from among unused timber within the compound of Gunung (= mountain) Kuli Research Station (5.027°N, 117.048°E; 320 m elev.), Imbak Canyon Conservation Area, Tongod District, Sandakan Division, Sabah, Bornean Malaysia. Air temperature was 20.5°C. The individual was found 40 m from the nearest running water, Sungai (= river) Kuli, which is a shallow, rocky-bottomed torrential stream with calmer side sections. The stream has an average width of 11.8 m and average depth of 115.9 mm. The pH for the stream water was 6.67. Another adult female *H. picturata* (53 mm SVL, 11.7 g) was sampled 12 April 2012 at 2250 h within the compound of the research station but from the base of a tree stump 80 m from Sungai Kuli. Air temperature was 20.9°C. The occurrence of the two individuals omits the causal factor of randomness or attempted escape from predation. No potential predators were observed throughout the duration of our fieldwork at the station. In fact, the research station houses several other forest and forest-edge anurans: *Chaperina fusca*, *Polypedates macrotis*, *P. otilophus*, and *Staurois latopalmaris*, in addition to the human commensal species: *Fejervarya limnocharis*, and *Polypedates leucomystax*. This finding is imperative to augment the natural history understanding of *H. picturata* to avoid sampling efforts of the species that only concentrate on riparian habitats for its adults, and may result in a false impression of its absence from localities. Such false information influences conservation strategies for the species. In accordance to the requirement of the management of Imbak Canyon Conservation Area, the two *H. picturata* were released on site after taking measurements and photographs. The photographic vouchers (10

April 2012: ICCA\_Anuran\_0089\_2012, and 12 April 2012: ICCA\_Anuran\_0210\_2012) are available from the first author.

We are grateful to Helpis Ismail, Simon Kuyun, Johnny Gisil, and Stevson Justin Adeh for their assistance during the fieldwork at Gunung Kuli Research Station, Imbak Canyon Conservation Area. We thank the Institute for Tropical Biology and Conservation, Universiti Malaysia Sabah, and Sabah Foundation for support.

KUEH BOON-HEE (e-mail: kbhkelvin@hotmail.com), KISHNETH PALANIVELLO (e-mail: kishneth@gmail.com), ARMAN HADI MOHMAD@FIKRI (e-mail: armanhadi@hotmail.com), YONG HUAI MEI (e-mail: huamei\_06@yahoo.com), PETHERINE JIMBAU (e-mail: ethrine@gmail.com), and R. TULASIRAMANAN RAMACHANDRAM (e-mail: tula\_father@yahoo.com), Institute for Tropical Biology and Conservation, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, AMSHAHRI AGIMIN and CHRISTIAN TAN@JOHN, Imbak Canyon Conservation Area, Rakyat Berjaya, P.O. Box 1437, Jalan Cheng Ming, 90715 Sandakan, Sabah, Malaysia, and MAHADIMENAKBAR M. DAWOOD (e-mail: menakbar@yahoo.com), Institute for Tropical Biology and Conservation, Universiti Malaysia Sabah, Jalan UMS, 88400 Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.

**HYPOPACHUS VARIOLOSUS (Sheep Frog).** DIET. *Hypopachus variolosus* is distributed on the Pacific versant of Mexico, and the Atlantic versant from southern Texas to Costa Rica (Dixon and Lemos-Espinal 2010. Amphibians and Reptiles of the State of Querétaro, Mexico. Texas A&M University, UNAM and CONABIO, México, D.F. 428 pp.). Its diet has been reported to consist of invertebrates, especially ants and termites (Lee 2000. A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World: the Lowlands of Mexico, Northern Guatemala, and Belize. Cornell Univ. Press, Ithaca, New York. 402 pp.), without specific information. Herein we report a specific termite as prey of *H. variolosus*.

On 18 Sept 2011, during fieldwork around the edge of a pond in the Municipality of Chapala, Jalisco, México (20.323975°N, 103.218219°W; 1791 m elev.), we found an adult *H. variolosus* (45 mm SVL) at 0109 h. The specimen was observed actively feeding on termites, which were collected and identified as *Tenuirostritermes incisus* (Snyder 1922) (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). Specimens are deposited at the Entomological Collection, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara (CZUG).

We thank Rudolf H. Scheffrahn for identification of termites, and Fidel Rodriguez-Ramirez and J. de J. Ascencio-Arroya for field assistance. JLB-R was supported by a CONACYT Scholarship for his Master's degree in development.

JOSÉ LUIS BARRAGÁN-RAMÍREZ (e-mail: barragan5478@yahoo.com.mx) and JOSÉ LUIS NAVARRETE-HEREDIA (e-mail: glunusma@gmail.com), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Carretera a Nogales Km. 15.5, La Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México.

**HYPHIBOAS RANICEPS (Chaco Treefrog).** ENDOPARASITES. *Hypsiboas raniceps* is a hylid frog widespread in South America (Frost 2011. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>). In Brazil, it has been found across the major biomes, such as the Cerrado, Caatinga, Atlantic Forest, and Amazon (Guimarães and Bastos 2003. Iheringia 93:149–158). Despite its huge distribution, several aspects of its natural history are lacking, such as parasitism. To the best of our knowledge, there are three helminths reported from *H. raniceps*: the nematodes

tract was found to contain a large (SVL = 11.81 cm) primarily undigested agamid lizard (*Amphibolurus temporalis*). Within its distribution, *A. temporalis* is similar in appearance to *Amphibolurus gilberti*, from which it was distinguished on the basis of dorsal scale keel orientation (Wilson and Swan 2003. A Complete Guide to Reptiles of Australia. Reed New Holland, Sydney. 480 pp.). The only species of agamid previously recorded as a prey item for *S. cucullatus* is *Diporiphora* sp. (Shine 1991. Copeia 1991:120–131). Because *S. cucullatus* is primarily nocturnal and a capable arboreal predator (Brown et al., *op. cit.*), and *A. temporalis* is diurnal and generally sleeps in trees, it is likely that *S. cucullatus* preys on these large agamids during their sleep.

**CRYSTAL KELEHEAR**, School of Biological Sciences, A08, University of Sydney, Sydney, New South Wales, 2006, Australia; e-mail: crystal.kelehear@hotmail.com.

**THAMNOPHIS EQUES (Mexican Gartersnake). MORTALITY.** Abandoned, lost, or otherwise discarded fishing gear (ALDFG) represents a growing risk to aquatic environments. The ability of ALDFG to continue to fish (often referred to as “ghost fishing”) has detrimental impacts on fish and other aquatic organisms (Macfadyen et al. 2009. Abandoned, Lost or Otherwise Discarded Fishing Gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No. 185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, No. 523. Rome, UNEP/FAO. 115 pp.). Here we report the death of two *Thamnophis eques* in abandoned fishing nets (ALDFG).

On 11 March 2012, during a visit to the shore of Lake Chapala near the pumping station in the Municipality of Chapala, Jalisco,



FIG. 1. Two dead adult *Thamnophis eques* trapped in abandoned fishing nets at Lake Chapala, Jalisco.

México (20.311377°N, 103.142034°W, datum WGS 84; elev. 1530 m), we found two dead adult *T. eques* trapped in ALDFG (Fig. 1). Both individuals were located on the edge of a canal leading to the pumping station, a site commonly visited by local fishermen who usually fish with nets. On previous visits to the site we observed other organisms killed in abandoned fishing nets, mainly fishes but also several *Thamnophis melanogaster*. Further research is needed to determine the impact of the ALDFG in the local fauna of Lake Chapala.

We thank J. L. Navarrete-Heredia for his comments on the manuscript. JLB-R was supported by a scholarship by CONACYT for his Master's degree.

**JOSÉ LUIS BARRAGÁN-RAMÍREZ** (e-mail: barragan5478@yahoo.com.mx), and **JOSÉ DE JESÚS ASCENCIO-ARRAYGA**, Centro de Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Carretera a Nogales Km. 15.5, La Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México.

**THAMNOPHIS EQUES MEGALOPS (Northern Mexican Gartersnake). PREDATION.** Documented instances of fish preying on snakes are generally rare and the extent to which these events affect local populations is unknown. Recent records including a brown trout preying on *Pituophis catenifer* in Utah, USA (Wambach and Engeman 2011. Herpetol. Rev. 42:618–619), a Rainbow Trout with a *Notechis scutatus* in its stomach in Australia (Clear 2011. Herpetol. Rev. 42:442–443), and a Longnose Gar attacking *Pantherophis spiloides* in Illinois, USA (McCallum et al. 2011. Herpetol. Rev. 42:443), demonstrate that a variety of fish species likely prey on snakes when provided the opportunity. Predators such as nonnative fishes, in combination with other threats, have undoubtedly contributed to the decline of *Thamnophis eques megalops* populations throughout all or portions of its range (U.S. Fish and Wildlife Service 2008. Fed. Reg. 73:71778–71826). One nonnative predator, *Micropterus salmoides* (Largemouth Bass), will apparently prey on “any moving thing small enough to swallow” (Minckley 1973. Fishes of Arizona. Arizona Game and Fish Dept., Phoenix, Arizona. 293 pp.), however, we are aware of few instances of bass preying specifically on gartersnakes (Hodgson and Hansen 2005. J. Freshwater Ecol. 20:793–794),



FIG. 1. Largemouth Bass (*Micropterus salmoides*), attacking an adult *Thamnophis eques megalops* at Bubbling Ponds Hatchery, Arizona, USA. The bass in the foreground is indicated with a black arrow, and has swallowed much of the posterior half of the snake, while another bass can be seen behind the snake.

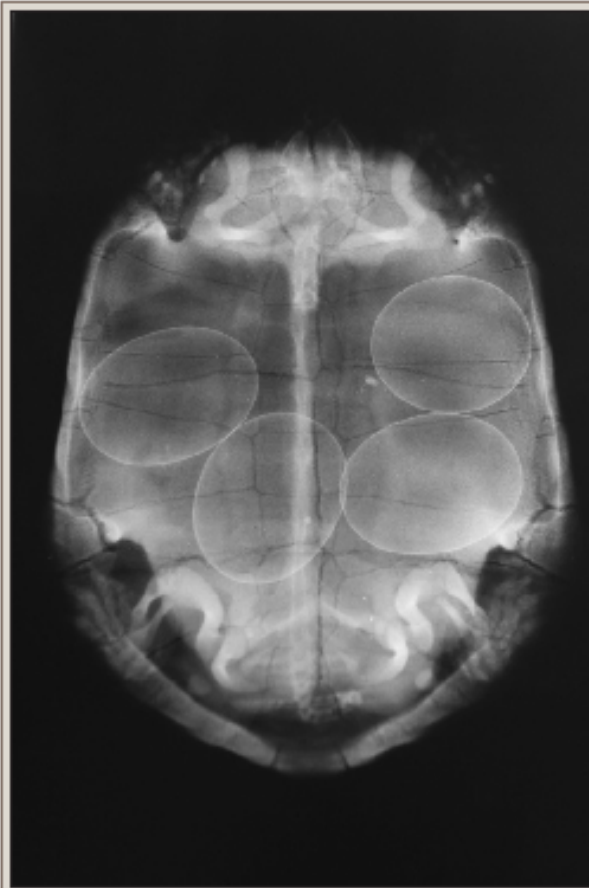


FIG. 1. Radiograph of a female *Homopus femoralis* containing four eggs.

may have been underestimated when long axes of eggs were not parallel to the film plane. The corrected EL and EW was used to estimate egg volume (EV, Loehr et al. 2004, *op. cit.*). To avoid pseudoreplication, mean dimensions for all eggs in a clutch (i.e., eggs with the same level of calcification) were treated as single samples.

Six females (SCL 116.64–137.29 mm; SV 269.15–447.86 cm<sup>3</sup>) radiographed in summer did not contain calcified eggs. In spring all three individuals that were radiographed contained calcified eggs: one female (SCL 130.54 mm; SV 392.38 cm<sup>3</sup>) contained one egg, and two others (SCL 127.36 and 133.46 mm; SV 389.18 and 393.16 cm<sup>3</sup>) each contained a clutch of four eggs (Fig. 1; Table 1). Clutch volume was 2.5–12.8% of SV.

Egg dimensions tended to fall within the range published previously, and their production did not appear to require pelvic kinesis. The recorded clutch size represents a new maximum for the species. Clutch volume relative to SV exceeded the ratio found for congener *Homopus signatus* that produces relatively large eggs (Loehr et al. 2011, *Copeia* 2011:278–284). The lack of females with calcified eggs in summer may indicate that the species' low activity level (Loehr 2012, *Afr. Zool.* 47:294–300) enables it to produce only a single clutch annually.

Thanks are extended to Beaufort West Hospital (Marcel van Wyk in particular) for radiographing the tortoises.

VICTOR J. T. LOEHR, Homopus Research Foundation, Kwikstaartpad 1, 3403ZH Usselstein, Netherlands; e-mail: loehr@homopus.org.

**KINOSTERNON FLAVESCENS FLAVESCENS (Yellow Mud Turtle). ROAD-CARRION FEEDING.** *Kinosternon flavescens flavescens* is found in almost any quiet water within its range but readily moves over land, occasionally migrating between bodies of water (Ernst et al. 1994, *Turtles of the United States and Canada*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 578 pp.). Studies from Oklahoma revealed that the diet of adult *K. flavescens* comprises, by volume, Insecta (27.8%), Crustacea (27.7%), Mollusca (23.5%), Amphibia (9.2%), aquatic vegetation (8.5%), and carrion (3.2%) (Mahmoud 1968, *Herpetologica* 24:300–305). Given that carrion is such a limited part of the diet of *K. flavescens* and no records of road scavenging were found for any species in the genus *Kinosternon*, herein I describe *K. f. flavescens* scavenging on a dead-on-road (DOR) Striped Skunk (*Mephitis mephitis*).

While driving on 3 July 2010, I noticed a small turtle near the carcass of a Striped Skunk on the shoulder of U.S. Hwy. 82, ca. 1.5 km W of Crosbyton, Crosby Co., Texas, USA. Closer examination revealed that a male *K. f. flavescens* (carapace = 135 mm; plastron = 104 mm) was feeding on the extruded organs of the recently struck Striped Skunk. The turtle and skunk were subsequently moved to the grassy bar-ditch where the turtle began to re-feed on the entrails. Heavy rains occurred in the area during the previous two weeks and probably initiated the *K. f. flavescens* to move between local playa lakes found on either side of the highway. Rainfall is known to stimulate movement in *K. flavescens* (Ernst et al. 1994, *op. cit.*), a behavior also observed in *K. subrubrum* where a mass movement and mass road mortality followed a local "deluge of rain" (Crawford and Doyle 2010, *Herpetol. Rev.* 41:71). The discovery of the skunk by the *K. f. flavescens* was probably incidental to a post rainfall migration.

Many fully aquatic turtles are known to utilize carrion (Ernst et al. 1994, *op. cit.*) but most are spatially limited to DOR scavenging, whereas tortoises and terrestrial turtles have a more direct access to scavenge DOR carrion. Examples include Gopher Tortoises (*Gopherus polyphemus*) scavenging a dry, flattened Great-horned Owl (*Bubo virginianus*) and an armadillo (*Dasyurus novemcinctus*) (Jackson and Ostertag 1999, *Herpetol. Rev.* 30:40); an Eastern Box Turtle (*Terrapene carolina*) feeding on the entrails of a DOR *Agkistrodon contortrix* (Jensen 1999, *Herpetol. Rev.* 30:95); an Ornate Box Turtle (*T. ornata*) eating the entrails of a DOR *Bufo cognatus* (Hill and Wilcoxon 2005, *Herpetol. Rev.* 36:443); and a Desert Box Turtle (*T. ornata luteola*) found on a road with a DOR *Phrynosoma modestum* in its mouth (Germano 2009, *Herpetol. Rev.* 40:80). Opportunistic scavenging of DOR vertebrates by wandering turtles and tortoises is potentially a significant dietary resource. However, it also encourages turtles to loiter along roadways and is a potential source of mortality in these situations.

STEPHEN KASPER, Lake Alan Henry Wildlife Mitigation Area, City of Lubbock, Lubbock, Texas 79457, USA; e-mail: skasper@mail.cj.lubbock.tx.us.

**KINOSTERNON INTEGRUM (Mexican Mud Turtle). ECTOPARASITES.** Leeches (Hirudinea) are common ectoparasites of aquatic reptiles, especially of turtles and crocodylians, and can cause anemia, bacterial, and protozoal infections in their hosts (Lane and Mader 1996, *In* D. R. Mader [ed.], *Reptile Medicine and Surgery*, pp. 185–203, W. B. Saunders Co., Philadelphia, Pennsylvania). In Mexico only 27 species of leeches are known, of which three belong to the genus *Placobdella* (Oceguera-Figueroa et al.

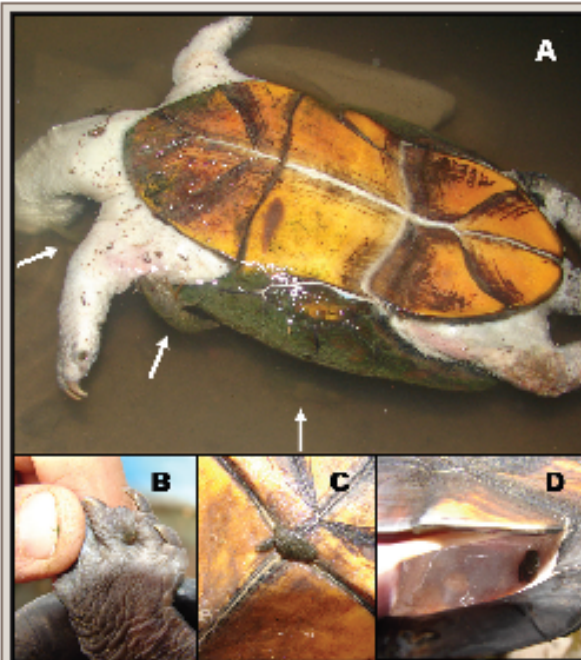


FIG. 1. A) Individuals of *Cambarellus montezumae* tearing tissue from the *Kinosternon integrum* carcass. B) A leech individual on the hind right web foot. C) Two leeches on the plastron surface. D) Leech mass individuals inside of the left hind limb cavity.

2010. Sanguijuelas. CONABIO. Biodiversitas 90:1–5). This genus is well represented in North America, with members that feed almost exclusively on freshwater turtles (Sawyer 1972. Illinois Biol. Monogr. 46:18–23).

Here we report a new host record and mean intensity data for *Placobdella mexicana*, which was previously recorded on *Kinosternon hirtipes* (Lamothe Argumedo et al. 1996. Catálogo de la Colección Nacional de Helmintos. Universidad Nacional Autónoma de México, México), and we document the first record of freshwater crayfish (*Cambarellus montezumae*) feeding on a *K. integrum* carcass.

On 18 August 2012, during fieldwork around a pond's edge in the Municipality of Chapala, Jalisco, México (20.323612°N, 103.218758°W, datum WGS 84; elev. 1790 m), we found one dead adult specimen of *K. integrum* (JLB-R022; carapace length [CL] = 138.80 mm) at 2105 h. The specimen showed a perforation between the fourth and fifth vertebral scute of the carapace, suggesting that death was caused by a gunshot. Upon examination of the carcass we observed adult individuals of crayfish feeding actively on the carcass (Fig. 1A); crayfish specimens were collected and identified as *Cambarellus montezumae* (Saussure, 1857) (Crustacea: Decapoda: Cambaridae). This feeding behavior can be related to their general and opportunistic habits, including cannibalism, previously reported (Gherardi 2002. In D. M. Holdich [ed.], *Biology of Freshwater Crayfish*, pp. 258–290. Blackwell Science, Oxford, UK). Moreover, we found two parasitic leeches on the *K. integrum* carcass, both in soft tissue on the neck; these were collected and identified as *Placobdella mexicana* Moore, 1898 (Hirudinea: Rhynchobdellida: Glossiphoniidae). Additionally, we have five records of living specimens of *K. integrum* parasitized by leeches (*P. mexicana*) found

at Chapala's lakeshore on 27 March 2012 (2 specimens) and 18 November 2012 (3 specimens) (20.314078°N, 103.135139°W, datum WGS 84; elev. 1530 m). In these five specimens the mean intensity of infection (mean number of leeches per infected turtle  $\pm$  SD) was  $11.2 \pm 16.54$  SD, range = 1–44. The affected body parts were the ventral surface of the plastron, and soft tissues of the neck, limbs (specially front and hind limb cavities), and tail (Fig. 1B, C, D).

All samples (crayfish and leeches) were deposited at the Entomological Collection, Centro de Estudios en Zoología, CUCBA, Universidad de Guadalajara (CZUG), and the Colección Nacional de Helmintos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). JLB-R was supported by a Scholarship from CONACYT for his Master degree.

JOSÉ LUIS BARRAGÁN-RAMÍREZ, (e-mail: barragan5478@yahoo.com.mx), Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Carretera a Nogales Km. 15.5, La Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México; ALEJANDRO OCEGUERA-FIGUEROA, Laboratorio de Genética Evolutiva, Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, Universidad de Valencia, España; JOSÉ DE JESÚS ASCENCIO-ARRAYGA, FIDEL RODRIGUEZ-RAMÍREZ and JOSÉ LUIS NAVARRETE-HEREDIA, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA), Universidad de Guadalajara, Carretera a Nogales Km. 15.5, La Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México.

#### *MALACLEMYS TERRAPIN* (Diamond-backed Terrapin).

**COASTAL EROSION AND NEST MORTALITY.** *Malaclemys terrapin* inhabits coastal salt and brackish marshes from Texas to Massachusetts along the Gulf and Atlantic coasts of the United States (Ernst and Lovich 2009. *Turtles of the United States and Canada*, 2<sup>nd</sup> ed. John Hopkins Univ. Press, Baltimore, Maryland, 827 pp.). Terrapins usually nest in sandy or porous substrates along coastal beaches, sand dunes, sand spits, or shell islands. In these habitats, nesting usually occurs above mean high tide levels and in areas with little erosion (Burger 1977. *Am. Midl. Nat.* 97:444–464). However, Roosenburg (1992, Ph.D. dissertation, Univ. of Pennsylvania) and Butler et al. (2004. *Am. Midl. Nat.* 152:145–155) noted that terrapin nests were sometimes “washed out” by high tides or buried by shifting sand, but nest loss due to large-scale, coastline erosion has not been reported. Herein we report on a terrapin nest that was destroyed by barrier island erosion in coastal Louisiana, with discussion on potential



FIG. 1. Evidence of coastal erosion that has encroached into the nest cavity of a Diamondback Terrapin (*Malaclemys terrapin*) nest on the island of East Grand Terre (Plaquemines Parish, Louisiana).