



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Universidad Nacional Autónoma De México
Facultad de Estudios Superiores Iztacala

Estudio de la comunidad de anuros riparios en el Parque Estatal
"Sierra de Guadalupe", Municipio de Coacalco, Estado de México.

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

ELISA PAMELA MENDOZA ARGUETA

Directora de tesis:

M. en C. Sandra Fabiola Arias Balderas

Los Reyes Iztacala, Estado de México, 2014





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**“Lo único que le pido a la naturaleza es
que nunca, nunca se muera mi espíritu
aventurero, tenaz, risueño y soñador”**

Ranis rock

Mi vida es una canción

**"Dicen, que de todos los animales de la Creación, el hombre es el único que
bebe sin tener sed, come sin tener hambre y habla sin tener nada que decir...
por eso, es mejor forjar el alma, que amueblarla”**

Txus di Fellatio

Dedicatoria

A la memoria de mi querido ángel, Manuel Carrillo Armenta, mi mejor amigo, sé que me está esperando en algún lugar mientras yo sigo viviendo. Dedicada también a la memoria de mi Abue Felisa y mis abuelos, viven en mi memoria y duermen en mi corazón.

Especialmente dedicada a los pequeños grandes motorcitos que me impulsaron a estudiar esta carrera que amo, los animales....y por supuesto... ¡a las ranitas!

Agradecimientos

Primero que nada quiero agradecerle a la naturaleza por su gran belleza, que junto con la música son mis dos grandes pasiones e inspiraciones día con día. A mi guitarra y mi batería por ser de lo mejor en mi vida, cuando ya no quede nada...habrá música, siempre, gracias por caminar junto a mi gran parte de mi carrera.

A mi amada Universidad, siempre estaré orgullosa de pertenecer a la UNAM.

A mi directora de tesis Sandra Arias, por compartir sus conocimientos conmigo, por el apoyo, tiempo y paciencia, más que una asesora puedo decir con orgullo que es una gran amiga con quien compartí momentos inolvidables, quien fue mi luz y guía en este camino, gracias Sandriux. A mis sinodales (Biol. Marisela Soriano, Biol. Tomas Villamar, Biol. Raúl Rivera, M en C. Felipe Correa) por sus grandes aportaciones, y por siempre recibirme con una gran sonrisa y estar dispuestos a ayudarme.

A la persona más importante en mi vida y la única incondicional, mi hermano Mau, mi líder y capitán en todo momento, gracias por todo tu apoyo y por hacerme reír aún en los momentos lúgubres. A mi mami Yola, por su amistad, entrega, dedicación y empeño para formar a este, su par de hijos, y más que nada gracias por el hermano que me diste. A mi papi Mau por todas sus enseñanzas y platicas inolvidables, y por ser mi cómplice audaz en campamentos y todo tipo de salidas. Gracias a ambos por enseñarme a respetar y amar a la naturaleza.

A toda mi familia, en especial a mi primo Marco por ser mi confidente y aquel con el que crecimos, a mis sobrinos por llenarme de vida con su inocencia y su capacidad tan grande de asombro.

Gracias a esos seres que me hacen más feliz que cualquier otro ser, mis animales, una compañía única: Sabrina, Rocky, Xena, Lorien, Rauros, Imladris, Radagast, Belegost, Roy y demás, soy su humana y también a los que se adelantaron (Wero, Pelusa, Leviatan), les di lo mejor que pude.

Al vivario por ser mi lugar favorito, en especial a mi amigo Raúl, Bety, Felipe y el MVZ Lalo. A mis grandes amigos que vivieron esta carrera como una gran aventura conmigo: Flaca, Armando (Gracias por "salir al mundo" conmigo, somos dos en contra de la gravedad), Jimmy, Marisol, Elías, gracias "Rocks". A esa "herpetobandirri" en especial a Atrox, Sofí, George, Pau y a esa persona que me mostró una forma de amor imperecedero, gracias herpetobandirri por compartir ese amor por la herpetofauna, A todos mis grupos de amigos, agradezco a la vida por su amistad y compañía, definitivamente mi vida sería muy aburrida sin ustedes: Los biolocos (en especial a Chris por ser mi compañero inigualable en los muestreos), pitufines (Wally, Eddie, Lee), al club Rotaract de Metepec (Avrilita, Ari, Derek), a los amigos de Toluca (Mariela, Flor, Cheque), a los ccheros (Mariel, Karlita, Bocho), a Albert, Orlando y a los de volibol jeeeh Iztacala!

A todos ellos (y a los que ahora escapan de mi cabezota) de corazón gracias por brindarme un pedacito de su vida, con todos seguiré compartiendo risas y disfrutando los grandes momentos.

Índice

Portada	1
Índice	5
Resumen	6
Introducción	7
Antecedentes	10
Justificación	11
Objetivos	12
General	
Particulares	
Descripción del Área de Estudio	13
Localización	13
Topografía	13
Edafología	13
Hidrología	14
Clima	14
Flora	14
Fauna	15
Material y Métodos	17
Resultados	20
Discusión	30
Conclusiones	39
Referencias	40
Apéndice	46

Resumen

Mundialmente se conocen cerca de 7 mil 220 especies de anfibios, de las cuales 384 están presentes en México, ocupando los primeros sitios en diversidad de éstos. Entre las características de los anfibios se encuentran la dependencia al agua y humedad, ciclos de vida complejos y sensibilidad fisiológica a condiciones ambientales debido a su piel permeable. La deforestación, fragmentación y contaminación de cuerpos de agua son las principales causas por las cuales las poblaciones de anfibios se ven afectadas. Resulta importante conocer la presencia y relaciones ecológicas de estos organismos dentro de sus sitios de distribución puesto que son elementos clave en las cadenas alimentarias por ser depredadores, presas e indicadores de salud ambiental, por lo que el objetivo principal de este trabajo fue conocer la situación actual de la comunidad de anuros en la Sierra de Guadalupe, particularmente la fracción que corresponde al municipio de Coacalco, así como determinar proporción de sexos y observar la distribución espacio-temporal. Se encontraron tres especies de anuros (*Hyla arenicolor*, *Hyla eximia* y *Spea multiplicata*), en cuatro cuerpos de agua. La baja riqueza de especies puede deberse a la poca variación de vegetación en la zona de estudio. En cuanto a la abundancia, las tres especies son consideradas abundantes, sin embargo, *Hyla eximia* es la que contó con un menor número de registros y comparando los datos de las poblaciones con años anteriores, se tiene que los avistamientos de esta especie han disminuido con el paso del tiempo. El microhábitat más explotado por *S. multiplicata* fue “sobre suelo”, mientras que *Hyla arenicolor* prefirió posarse en las rocas. Se encontró mayor cantidad de hembras en el caso de *Hyla eximia*, en las dos especies restantes se encontraron mayor cantidad de machos. Durante las primeras lluvias se registró la presencia de *Spea multiplicata* (Junio-Julio), apareciendo después *Hyla arenicolor* (Julio-Agosto) y por último *H. eximia* cuando las charcas estuvieron en la capacidad máxima (finales de Julio).

En cuanto a la densidad poblacional, se realizó un experimento en laboratorio con distintas densidades de renacuajos obteniéndose que, el tiempo aproximado de metamorfosis fue de dos a tres semanas, y en densidades elevadas, la competencia interespecifica es mucho mayor y los renacuajos tardan menos tiempo en realizar metamorfosis.

PALABRAS CLAVE: anuros, distribución, microhábitat, abundancia, Sierra de Guadalupe.

Introducción

México se encuentra entre los cinco países llamados “mega diversos”, los cuales en conjunto albergan entre el 60% y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. En este país se encuentra representado el 12% de la diversidad terrestre del planeta, ocupando el segundo lugar en mamíferos, el primer lugar en riqueza de reptiles y el cuarto en anfibios (CONABIO, 2000). De estos últimos a nivel mundial se conocen cerca de 7 mil 220 especies y México cuenta con aproximadamente 384 (Frost, 2014), de las cuales cerca del 65% son consideradas endémicas.

La distribución de anfibios y reptiles se presenta en variadas formas, ya sea en diferentes tipos de microhábitats (saxícola, terrestre, acuático, arborícola) que se encuentran en un hábitat determinado, en los diferentes tipos de vegetación y en una amplia distribución que puede ocupar diversas regiones biogeográficas (Flores, 1993). En particular, el grupo de los anfibios se distribuye en todos los ambientes terrestres y de agua dulce, pero están ausentes en los hábitats más fríos o secos del planeta (Frost *et al.*, 2006). Entre las características de los anfibios se encuentra la dependencia al agua y humedad, ciclos de vida complejos y la sensibilidad fisiológica a condiciones ambientales por medio de su piel extremadamente permeable (Angulo, 2002).

Estos organismos desempeñan un papel importante en el ecosistema ya que son elementos clave en las cadenas alimentarias por ser depredadores y a su vez presas (Blaustein y Wake, 1995). Son un enlace trófico esencial entre sus diminutas presas invertebradas y los grandes vertebrados que, a su vez, se los comen a ellos. De igual manera en los hábitats acuáticos, los renacuajos no solo son consumidores importantes de algas unicelulares, si no que, al sufrir metamorfosis y convertirse en adultos terrestres, contribuyen al flujo de nutrientes desde los hábitats acuáticos hacia los terrestres (Halliday & Adler, 2007).

La densidad de una población de anfibios, particularmente anuros, depende de la probabilidad de éxito de la metamorfosis en las larvas antes de que éstas mueran por las condiciones ambientales desfavorables, tales como el secado de los estanques, el hambre debido a la escasez de alimentos o los estragos de la

depredación y la enfermedad (Dash & Hota, 1980). Así mismo, la fenología reproductiva es uno de los factores determinantes en la supervivencia de este grupo de vertebrados, de este modo el estudio de aspectos relacionados con el momento en el que tiene lugar la reproducción y con el desarrollo larvario son imprescindibles para el desarrollo de adecuadas estrategias de gestión que garanticen la supervivencia de este grupo (Egea *et al.*, 2005).

En ranas y sapos la metamorfosis es más dramática que en otros organismos porque los renacuajos son muy diferentes de los adultos carnívoros. Por ejemplo, tienen colas propulsoras grandes, que se reabsorben totalmente en la metamorfosis. Se desprenden los “dientes” larvales (en realidad no son auténticos dientes sino dentículos queratinosos) y la boca se hace mucho más grande. Las extremidades posteriores, que después se convierten en el principal medio de locomoción, son diminutas y no funcionales en los renacuajos hasta un poco antes de terminar la metamorfosis. Las extremidades anteriores no se pueden ver externamente por que se encuentran en el interior de una cámara que se forma creciendo una capa de piel (el opérculo) que alberga a las branquias. Internamente, las diferencias entre la rana en fase de larva y la adulta son igual de extremas, especialmente en el aparato digestivo (Halliday & Adler, 2007).

En la metamorfosis, el intestino largo y enrollado del renacuajo (característica que es necesaria por su dieta vegetariana) se acorta en gran medida, y en algunas especies disminuye hasta convertirse en un 15% de la longitud original. La metamorfosis es el momento de mayor vulnerabilidad a los depredadores, ya que en esta fase no pueden nadar de un modo tan eficaz como los renacuajos y tampoco pueden saltar como las ranas (Halliday & Adler, 2007).

Además, la metamorfosis se controla hormonalmente. Entran en acción las hormonas producidas en las glándulas pituitaria (prolactina) y tiroideas (tiroxina). El aumento de la cantidad de tiroxina y el cambio de sensibilidad de los tejidos a la tiroxina, hacen estallar la metamorfosis y se puede causar por factores medioambientales tales como el apiñamiento, oxígeno bajo u otros factores de angustia (Halliday & Adler, 2007).

La duración de la metamorfosis puede variar enormemente. En algunas especies de ranas y salamandras las larvas se aletargan y no pueden transformarse hasta el verano siguiente, o incluso más tarde, mientras que los renacuajos de algunos sapos de espuelas que habitan en el desierto se pueden transformar en tan solo ocho días (Halliday & Adler, 2007).

A diferencia de las larvas de salamandra y de cecilia, los renacuajos de rana han sacrificado la reproducción, aparentemente, a favor de la alimentación y de un ritmo de crecimiento rápido. Literalmente son máquinas de comer, el esqueleto de la cabeza y el enorme conducto alimentario están adaptados a la forma de vida herbívora (Halliday & Adler, 2007).

Desafortunadamente, la deforestación, la creación de barreras que impiden la dispersión de los anfibios, la contaminación de cuerpos de agua, la lluvia ácida, el tráfico de especies, entre otras, son las principales causas por las cuales las poblaciones de anfibios se ven afectadas (Sá, 2005). Sin embargo, lo mas importante es la pérdida de un hábitat apropiado, especialmente lugares de cría, los cuales resultan vitales para estos organismos (Halliday & Adler, 2007).

Habitualmente, los estudios poblacionales de anfibios y los programas de conservación se desarrollan en ambientes naturales. El medio urbano y su fauna asociada, aunque también son objeto ocasional de estudio, quedan relegados a un nivel de aceptación muy inferior, puesto que las especies indicadoras de los hábitats de mayor calidad, y más necesitadas de protección, se encuentran en el medio natural. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las ciudades ocupan espacios naturales en su origen, que esos espacios estuvieron colonizados por poblaciones naturales, y que algunas han sobrevivido a la edificación. Los parques urbanos pueden albergar ecosistemas donde los anfibios desarrollan su ciclo vital y la metamorfosis (Gosá & Arias, 2009).

Antecedentes

De la diversidad y distribución espacio temporal

En épocas recientes, distintos autores han analizado la diversidad de anfibios concerniente a la Faja Volcánica Transmexicana, (Castro *et al.*, 2006) estudiaron la diversidad y distribución de anfibios en el Estado de Morelos registrando ocho especies de anfibios. (Vite *et al.*, 2010) estudiaron la diversidad de anfibios y reptiles de la reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán Hidalgo en cuatro tipos de vegetación reportando 7 especies de anfibios. De igual manera, (Fernández & Goyenechea, 2010), registraron 5 familias, 6 géneros y 7 especies de anfibios en el Valle del Mezquital, Hidalgo.

En el caso del Estado de México, se han realizado estudios de los anfibios como el de Keer (2003) para el municipio de Chapa de Mota el cual reportó 4 especies de anuros de las familias *Hylidae*, *Ranidae* y *Pelobatidae*. Por otra parte (Casas & Aguilar, 2005), reportaron para el Parque Sierra de Nanchititla, Estado de México, un total de 20 especies de anfibios. (Altamirano *et al.*, 2006), realizaron un listado de anfibios y reptiles en el municipio de Tepetzotlán reportando nueve especies de anfibios, seis de ellos del orden Anura.

En la Sierra de Guadalupe (Méndez *et al.*, 1992), realizaron un listado faunístico de anfibios y reptiles registrando 7 especies de anfibios en dicha zona.

Por otro lado, Barbosa (2008), describió los factores bióticos y abióticos de las pozas asociadas al Río Salado en Puebla encontrando que la salinidad, la profundidad y la temperatura de las charcas son los factores más relevantes en la distribución de los renacuajos de las especies *Exerodonta xera*, *Hyla arenicolor*, *Lithobates spectabilis*, y *Ollotis occidentalis*.

Del tipo de hábitat y microhábitat

En lo que se refiere a cuestiones de reparto de recursos y uso de microhábitat, se han elaborado trabajos como el de Geolover (1997), quien estudió el reparto de recursos de una comunidad de anuros en el Valle de Metztitlan, Hidalgo, concluyendo que el reparto de los recursos espacio temporales entre los anfibios es

interespecífico y por lo tanto evita la competencia, por otro lado, encontró que la actividad reproductiva es la que determina la mayor actividad de las especies, mientras que en su actividad diaria, son las horas nocturnas las más empleadas.

Urbina & Pérez (2002), describieron la dinámica y preferencias de microhábitat de dos especies del género *Eleutherodactylus* del Bosque andino, llegando a la conclusión de que los anuros pueden desaparecer de áreas que a pesar de tener buena cobertura vegetal y disponibilidad de alimento, no proporcionan hábitats óptimos para reproducirse.

Del efecto de la densidad poblacional

Wilbur (1976), trabajó con larvas de dos especies de salamandra (*Ambystoma* sp.) y con renacuajos de *Rana sylvatica*, afirmando que solo pocos individuos sobreviven en altas densidades ya que los recursos no son suficientes para todos, mientras que en bajas densidades poblacionales, los renacuajos crecen rápidamente y pueden llegar a retrasar la metamorfosis.

Aquino (2010), estudió el efecto de la salinidad y densidad poblacional en el desempeño de las larvas del sapo de los pinos *Ollotis occidentalis*, obteniendo que la interacción de los factores salinidad y densidad poblacional no influye significativamente en el desempeño de las larvas.

Hernández (2010), estudió también el efecto de la salinidad y densidad poblacional pero en las larvas de *Hyla xera*, concluyendo que la salinidad tiene un efecto negativo en la duración del periodo larval y la longitud a la metamorfosis, y que la densidad poblacional por si sola no presentó un efecto significativo.

A pesar de la gran riqueza de especies en el país, el conocimiento de grupos como los anfibios es poco, así como la noción del impacto que han tenido sobre ellos las actividades humanas.

Aunado al problema de la falta de generación de conocimiento, el país se enfrenta a la grave situación del deterioro del ambiente por la acelerada expansión de las fronteras agrícolas, ganaderas y asentamientos humanos, lo que se ha manifestado en una notable reducción de la biodiversidad. No hay duda que es necesario

proteger y conservar los recursos naturales, incluidos en estos la fauna local, de no ser así, la pérdida de diversidad conducirá a un ambiente carente de especies cuyas funciones son vitales para la estabilidad del ecosistema (Ramírez *et al.*, 2009).

Dado que las poblaciones de anfibios son sumamente sensibles a los cambios desfavorables del ambiente, en el presente trabajo se pretende conocer un poco más acerca de ellos y algunos aspectos ecológicos importantes para el establecimiento de éstos, como son el reparto de recursos y el efecto de la densidad poblacional en su desarrollo, dentro del Parque Estatal Sierra de Guadalupe.

Objetivos

General: Conocer algunos aspectos ecológicos de la comunidad de anuros en la Sierra de Guadalupe, municipio de Coacalco.

Particulares:

- Caracterizar físicamente (diámetro, profundidad, altitud) los cuerpos de agua.
- Observar la diversidad y riqueza de anuros.
- Analizar la distribución espacio-temporal de los anuros presentes en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe.
- Determinar la proporción de sexos y estadios relativos (edad) de los anuros presentes en la zona.
- Determinar el tipo de hábitat y microhábitat preferido por cada especie.
- Examinar en cautiverio el efecto de la densidad poblacional en el tiempo a la metamorfosis y el crecimiento en las larvas.

Área de Estudio

Localización

El Parque Estatal Sierra de Guadalupe, se localiza al norte de la Ciudad de México, en los límites entre el Distrito Federal y el Estado de México. Geográficamente se ubica entre los 19°37'00" y 19°37'20" de latitud norte y a los 99°11'20" y 99° 03'00" de longitud oeste. Posee cerca de 7,000 hectáreas (Cedillo *et al.*, 2007).

Esta Sierra esta conformada por una agregado de domos y volcanes de alturas variadas, con elevación máxima de 3,000 y 2,930 m.s.n.m. que presentan los Picos Tres Padres y Moctezuma respectivamente (Gómez *et al.*, 2010).

Topografía

El relieve de la fracción estudiada se eleva a partir de la cota 2,300 hasta los 2,350 m.s.n.m. La disección se manifiesta por barranco, circos de erosión y valles. Las laderas convexas son las mejor conservadas y bien expuestas en la periferia de la Sierra, son la forma dominante en la zona de estudio, se encuentran en etapa de intemperismo y erosión por procesos de ladera y fluviales, que han removido un volumen considerable de material rocoso (Cedillo *et al.*, 2007).

Edafología

Los suelos de la zona, como la mayoría de los suelos desarrollados sobre rocas eruptivas en un clima templado seco, son poco profundos y contienen muchos restos de rocas originales (Andesitas), siendo ricos en minerales como hierro y magnesio con abundantes feldespatos (plagioclasas de calcio y sodio), que se intemperizan con rapidez produciendo una elevada cantidad de arcilla y hierro libre, mientras perduran esos minerales se mantiene alto el contenido de bases.

El producto de la intemperización es la arcilla por lo cual los horizontes del suelo de la localidad son arcillosos en lo general (Cedillo *et al.*, 2007).

Los suelos tienden a ser de color café a pardo por el contenido de hierro libre. El contenido de bases y el pH son relativamente altos y los niveles de aluminio intercambiable son bajos o inexistentes. El tipo de material arcilloso depende del relieve, drenaje y de una estación seca definida.

Hidrología

La serranía se caracteriza por una red hidrológica de tipo exorreico (zona terrestre con abundante circulación de agua de superficie), con dominancia de corrientes estacionales, sujetas al régimen de la temporada de lluvias.

Esta zona presenta un coeficiente de escurrimiento superficial de la precipitación media anual de 10 a 20%, lo que indica que sólo este porcentaje del volumen es transportado y por lo tanto, se tiene una disponibilidad de agua superficial muy limitada.

En lo que se refiere a la hidrología subterránea, las características de impermeabilidad de la litología existente, que son de poca capacidad de infiltración, no permiten la formación de acuíferos, sin embargo el fracturamiento hace posible la filtración de pocas cantidades de agua en temporada de lluvia (Cedillo *et al.*, 2007). En el caso del municipio de Coacalco, la mayor parte del agua es conducida por los arroyos, hasta la presa de Xolo, donde se almacena gran cantidad de agua en época de lluvias, en sus cercanías se forman también pequeñas charcas temporales de menor tamaño.

Clima

El clima de la zona es templado subhúmedo C (w0) (w) b (i') g, con lluvias durante el verano y un porcentaje de precipitación invernal menor al 5% del promedio anual. El régimen pluvial medio anual oscila entre los 699 y 800 mm y la temperatura media anual fluctúa entre los 12 y 16°C. El mes de mayor precipitación es Junio y la menor precipitación se observa en Febrero (Cedillo *et al.*, 2007).

Flora

Actualmente, la vegetación en el área de estudio está caracterizada principalmente por una comunidad arbórea basada en plantaciones, con eucalipto *Eucalyptus* sp; casuarina *Casuarina equisetifolia*; cedro blanco *Cupressus lindleyi*; ciprés panteonero *Cupressus sempervirens* y diversas especies de pinos, entre las que se encuentran el *Pinus cembroides*, *P. montezumae*, *P. patula* y *P. radiata*.

En la localidad el *Schinus molle* o pirul es muy frecuente, tanto así que se le puede considerar como una especie subdominante en algunas zonas, particularmente se encuentra formando parte de algunas cercas de piedra y/o linderos de parcelas agrícolas, al igual que diversas especies de Agaves.

La vegetación nativa del parque ha desaparecido casi en su totalidad pero aún existen algunos ejemplares de encinos como *Quercus deserticola*, *Q. rugosa*, huizache *Acacia farnesiana*, tepozán *Buddleia americana*, cuajilote amarillo *Bursera* sp., membrillo cimarrón *Cotoneaster* sp., palo dulce o palo cuate *Eysenhardtia polystachya*, yerba del negro *Gaudichaudia cynanchoides*, palo de muerto *Ipomea murucoides*, casahuate *Ipomea* sp., sangregado o torote *Jatropha spathulata*, biznaga *Mammillaria* sp., nopales como *Opuntia imbricata*, *O. lasiacantha* y *O. streptacantha*, chilillo *Poligonum glabrum*, mezquite *Prosopis juliflora*, cholla *Puntia cholla* y yuca *Yucca filifera* (Cedillo et al., 2007).

En el municipio de Coacalco las mayores superficies están ocupadas por pastizales inducidos, matorrales y áreas con bosquetes plantados, teniendo menos cobertura los bosques naturales de encino y las nopaleras, fenómeno indicador de que las formaciones de vegetación primaria se han reducido sensiblemente dando lugar a asociaciones vegetales derivadas de las perturbaciones y la introducción de especies exóticas, mediante plantaciones forestales con fines de restauración y conservación.

Los sembradíos de maíz han influido mucho en el cambio fisonómico de la Sierra, al igual que el pastoreo excesivo, ya que ha exterminado plantas o facilitado el crecimiento de otras, particularmente de las gramíneas, mismas que se han establecido en pequeñas planicies o pendientes poco pronunciadas, donde cubren el suelo totalmente.

Fauna

Los mamíferos, se restringen a organismos pequeños (los grandes ya desaparecieron de la zona) que se refugian en las zonas de matorral y pequeños bosquetes, encontrándose las siguientes especies: *Didelphis virginiana* "tlacoache", *Linx rufus* "gato montés", *Liomys irratus alleni* "ratón", *Mephitis macroura* "zorrillo", *Pappogeoins tylosiinus* "tuza", *Scirurus aureogaster* "ardilla" y *Sylvilagus floridanus* "conejo castellano" (Reyes & Halffter, 1976).

Algunos ejemplos de aves son: *Buteo jamaicensis* "aguililla colirrufa", *Cyanthus latirostris* "colibrí", *Cyrtonyx montezumae* "codorniz", *Falco sparverius* "halcón cernícalo", *Geococcyx californianus* "correcaminos", *Otus asio* "tecolotito", *Parabuteo uncinctus* "aguililla rojinegra", *Spizella atrogularia* "gorrión", *Thyromanes bewickii* "satapared", *Tyto alba* "lechuza" y *Zenaida macroura* "paloma huilota".

En las zonas pedregosas, con pastizales o matorrales se encuentran las siguientes especies de reptiles: *Barisia imbricata imbricata* "escorpión", *Crotalus aquilus* "víbora fina", *Crotalus molossus nigrescens* "cascabel de cola negra", *Crotalus ravus* "hocico de puerco", *Phrynosoma orbiculare* "camaleón", *Pituophis deppei deppei* "cincuate", *Salvadora bairdi* "culebra rayada", *Sceloporus torquatus* y *S. grammicus* "lagartija de collar y de barda" respectivamente y *Thamnophis scalaris* "culebra". Las especies de anfibios en la zona son: *Hyla arenicolor* "rana gris", *Hyla eximia* "rana verde", *Lithobates tlaloci* "rana", *Spea multiplicata* "sapo excavador" y *Tomodactylus grandis* "rana silvadora". Cabe mencionar que las especies *C. molossus nigrescens* y *C. ravus* se encuentran bajo el estatus de protección especial mientras que *Lithobates tlaloci* está en peligro de extinción (Méndez *et al.*, 1992).

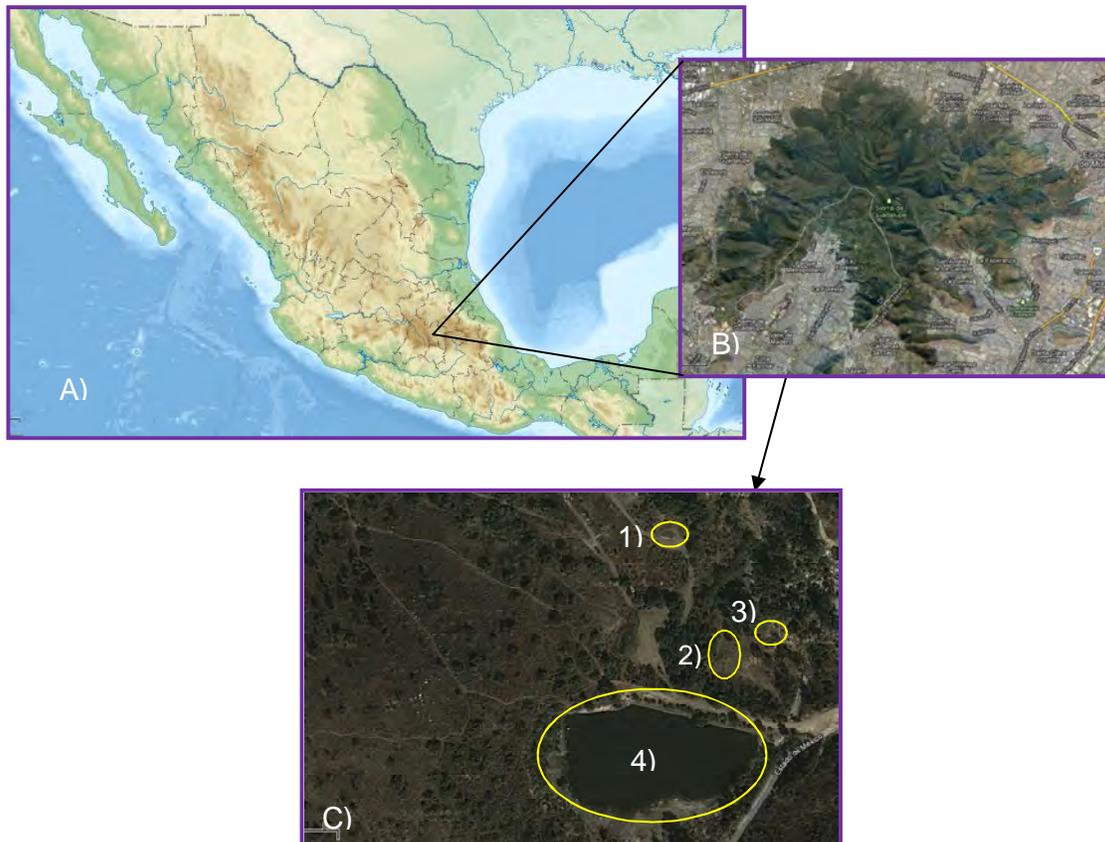


Figura. 1.0 A) Valle de México, B) Parque Estatal Sierra de Guadalupe, C) Zona de estudio, Municipio de Coacalco, 1) Primer cuerpo de agua, 2) Segundo cuerpo de agua, 3) Tercer cuerpo de agua, 4) Presa Xolo.

Material y Método

Se realizaron salidas a campo cada quince días con una duración de dos a tres días durante los meses de Agosto de 2011 a Septiembre de 2012. Se identificaron cuatro cuerpos de agua en la zona y se tomaron medidas físicas (largo, ancho y profundidad) con una cuerda marcada cada metro para estimar el área total de cada charca. Así mismo, se tomó la temperatura del agua con un termómetro digital marca Fluke thermocouple (0.05% + 0.3°C) para responder al objetivo de la caracterización de charcas y otros cuerpos de agua.

Para obtener la diversidad y riqueza de anuros de la zona de estudio se compilaron los registros de distribución de las diversas especies de anuros de la región, considerando especímenes colectados y registros reportados en la literatura y en colectas anteriores realizadas por otros miembros del laboratorio. Esta información se complementó con los resultados de salidas al campo.

Con el objetivo de obtener datos cualitativos, observaciones generales de historia natural, medir la composición de especies, asociación de hábitats y la actividad de los anuros se utilizaron los transectos para inspección por encuentro visual (Lips *et al.*, 2000), se realizaron caminatas tanto en el día como en la noche, el método consistió en que dos o más personas caminaron lentamente a lo largo de un transecto y cuidadosamente se buscaron anuros descansando sobre el suelo o posados en rocas. Las caminatas de día se iniciaron aproximadamente a las 9:00 a.m. terminando a la 1:00 p.m., y por la tarde a partir las 5:00 p.m. hasta las 12:00 a.m. Cada animal capturado fue medido (longitud hocico-cloaca, largo del fémur, diámetro del tímpano, ancho y alto de la cabeza) con una regla transparente y una precisión de 0.1mm, se tomó el peso con una balanza de precisión Pesola® con una tolerancia de $\pm 0.3\%$. Posteriormente se colectaron dos individuos de cada especie encontrada y se le tomaron fotografías con el fin de determinarlas mediante las claves de James & Lemos (2010), se anotó el número de organismos observados, la hora y la actividad que realizaban. Fueron puestos en libertad después del registro.

La abundancia relativa de las poblaciones se obtuvo a partir del total de registros (organismos observados, colectados y no colectados), siguiendo los mismos criterios

empleados por Fernández & Goyenechea (2010), donde una especie se considera rara (R) cuando se registran uno o 2 ejemplares; moderadamente abundante (M) si se observan de 3 a 5 ejemplares, y abundante (A) cuando se encuentran más de 5 ejemplares.

Para obtener la abundancia relativa se utilizó la siguiente fórmula (García & Cabrera, 2008)

$$AR = \frac{\text{Número de organismos de una especie}}{\text{Número de organismos de todas las especies}} \times 100$$

Se rastrearon los cantos de los organismos y se colectaron de forma manual, se realizaron inspecciones en los diferentes cuerpos de agua para identificar las áreas potenciales de ocupación de las especies. Se registraron datos geográficos con un GPS etrex-Garmin, hora de captura y distancia a los cuerpos de agua. Se hicieron inspecciones en sitios de apareamiento que consistieron en buscar huevos, renacuajos y parejas de anuros en amplexo que se encontraran en cuerpos de agua, esto con el fin de obtener información de la actividad reproductiva y fenológica. Para conocer el sexo de cada organismo se siguieron las descripciones de acuerdo a James & Lemos (2010), quienes describen las diferencias morfológicas entre ambos.

Para determinar el uso de microhábitat de los anuros se elaboró una tabla donde se consignó el número de individuos encontrados para cada microhábitat (Martínez, 2011).

Se colectaron renacuajos de las especies *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia* y *Spea multiplicata* con una red de acuario chica, fueron transportados en envases de plástico y/o vidrio al laboratorio de Herpetología de la FES Iztacala, UNAM. Ya en el laboratorio fueron depositados en un contenedor de vidrio con suministro constante de oxígeno y temperatura muy similar a la de su ambiente natural ($18 \pm 2^\circ\text{C}$), ello con el fin de evitar el estrés y someterlos a un proceso de aclimatación.

Para conocer la relación entre el tiempo para realizar la metamorfosis y la densidad poblacional, los renacuajos se sometieron a cuatro densidades distintas (3, 6, 12 y 24 organismos) asignados aleatoriamente con tres repeticiones cada una, se dispusieron en recipientes experimentales con 500ml de agua mantenidos a

temperatura de $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Se limpiaron los contenedores y los renacuajos fueron alimentados *ad libitum* cada tercer día con alimento procesado para conejos y gallinas. Fueron revisados semanalmente para determinar el estadio en el que se encontraron de acuerdo a Gosner (1960), se registró el número de individuos y su talla (LHC, Longitud hocico-cloaca). Los organismos metamorfoseados (etapas mayores a 42) fueron removidos y colocados en un terrario para su posterior liberación, ya que la metamorfosis es completa en esta etapa según Gosner (1960). Se retiraron de los contenedores a los organismos muertos anotándose la fecha y recipiente correspondiente para obtener datos acerca de la sobrevivencia.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, método no paramétrico, para saber si existieron diferencias en la longitud promedio (hocico-cloaca) entre los organismos expuestos a las distintas densidades ($P < 0.001$) y posterior a eso se utilizó el método de Dunn para realizar una comparación entre pares en la que se observó entre que grupos existió dicha diferencia ($P < 0.05$) .

En el caso de la sobrevivencia y tiempo a la metamorfosis, se utilizó nuevamente la prueba de Kruskal-Wallis, con el fin de conocer si existieron diferencias entre los organismos expuestos a las densidades, posteriormente la prueba de Tukey mostró entre que densidades se daban dichas diferencias ($P < 0.05$). Todos estos estadísticos fueron empleados mediante el programa SigmaPlot.

Resultados

Durante la búsqueda por encuentro visual en la zona de estudio (municipio de Coacalco), se registraron 3 especies de anuros (Apéndice 1) y un total de 410 organismos considerando larvas, jóvenes y adultos, siendo la especie *Hyla arenicolor* la de mayor abundancia con 202 organismos registrados, seguida por *Spea multiplicata* con 166 individuos y finalmente *Hyla eximia* con tan solo 42 organismos (Fig. 9.0).

CLASE: AMPHIBIA

ORDEN: ANURA

FAMILIA: HYLIDAE

Hyla arenicolor (Cope, 1866)

Hyla eximia (Baird, 1854)

FAMILIA: SCAPHIOPODIDAE

Spea multiplicata (Cope, 1863)

Figura 2.0. Sistemática de los anfibios presentes en la fracción de la Sierra de Guadalupe correspondiente al municipio de Coacalco, Estado de México.

Las tres especies de anuros presentes en la zona son consideradas abundantes, sin embargo *Hyla eximia* es considerada la de menor abundancia relativa (10%) en comparación con *Hyla arenicolor* quien cuenta con el 49 %, seguida por *S. multiplicata* con 41% (Fig. 3.0).



Figura 3.0 Porcentaje de cada especie de acuerdo a la abundancia relativa

Caracterización física de los cuerpos de agua

En época de secas se tomaron medidas de todos los cuerpos de agua, siendo la presa de Xolo la que contaba con mayor profundidad y diámetro (Tabla 1.0), seguida por el cuerpo de agua número uno.

	Coordenadas	Altitud m.s.n.m	Profundidad (cm)		Diámetro (mts.)		Perímetro (metros)	Vegetación adyacente
			(Centro)	(Orilla)	(Largo)	(Ancho)		
1er cuerpo de agua	19°37'18.1"N 99°06'49" O	2350	55	50	24.97	18.45	82	Matorral espinoso
2do cuerpo de agua	19°37'09" N 99°06'34.7" O	2316	50	50	16.88	12.8	45	Matorral espinoso
3er cuerpo de agua	19°37'10.8" N 99°06'34.4" O	2308	110	100	2.31	7.33	19	Matorral espinoso
Presa Xolo	19°37'06.7" N 99°06'32.5" O	2319	245	20	146.5	77.56	447	Matorral espinoso

Tabla 1.0 Caracterización física de los cuerpos de agua muestreados en el área de estudio.



Figura 4.0 Presa de Xolo, cuerpo de agua más grande de la zona de estudio.

Proporción de sexos

Se encontró que en *Hyla eximia* la proporción de sexos es similar (46% machos y 54% hembras), mientras que en las otras dos especies restantes la cantidad de machos observados fue mayor (Fig. 5.0).

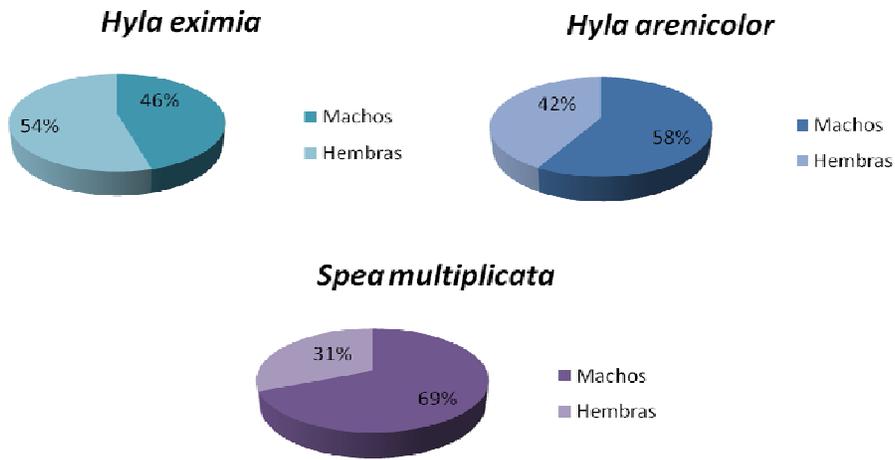


Figura 5.0 Proporción de sexos de las especies muestreadas en Sierra de Guadalupe.

Las tres especies presentaron dimorfismo sexual, en el caso de los hilidos, la zona gular de los machos se ve ennegrecida (Fig. 6.0), marcado sobre todo en la época reproductiva (lluvias), mientras que en *Spea multiplicata* la diferencia se nota en los miembros anteriores ennegrecidos (Fig 8.0).



Figura 6.0 Individuo macho de *Hyla arenicolor* encontrado en el primer cuerpo de agua, se observa claramente el color oscuro en la zona gular.



Figura 7.0. Macho de *Hyla arenicolor* emitiendo canto a orillas del cuerpo de agua temporal, se observa su zona gular inflada.



Figura 8.0 Del lado izquierdo se observa una hembra de *Spea multiplicata*, del lado derecho un macho, con los dedos de los miembros anteriores ennegrecidos.

Distribución espacio-temporal de los anuros

La temporada de avistamientos de *Spea multiplicata* abarca desde Junio a Octubre, encontrándose larvas durante Junio y Julio, jóvenes durante todo el periodo y adultos en Junio, así como en Septiembre y Octubre.

Los avistamientos de organismos jóvenes de *Hyla arenicolor* abarcan de Junio a Noviembre, las larvas aparecen en Julio poco después que *S. multiplicata*, los adultos fueron encontrados en Junio, Julio y Octubre.

En el caso de *Hyla eximia* en ningún momento pudieron observarse larvas y se observaron muy pocos jóvenes, los adultos estuvieron presentes gran parte de la temporada de lluvias (Junio, Julio, Agosto y Septiembre) (Fig. 9.0 y 10.0).

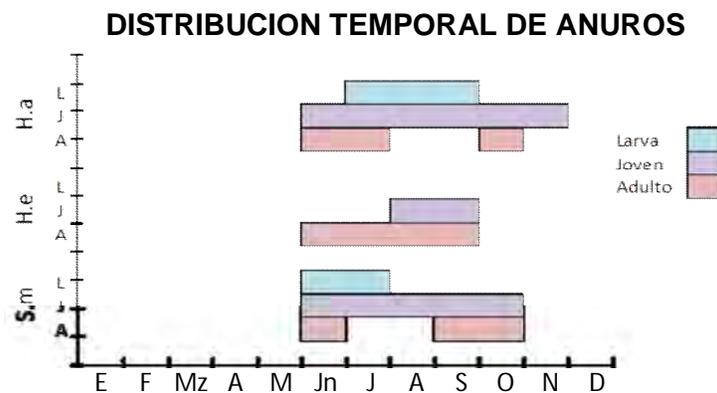


Figura 9.0. Distribución temporal de los anuros, H.a= *Hyla arenicolor*, H.e= *Hyla eximia*, S.m= *Spea multiplicata*. E (Enero), F (Febrero), Mz (Marzo), A (Abril), M (Mayo), Jn (Junio), J (Julio), A (Agosto), S (Septiembre), O (Octubre), N (Noviembre), D (Diciembre).

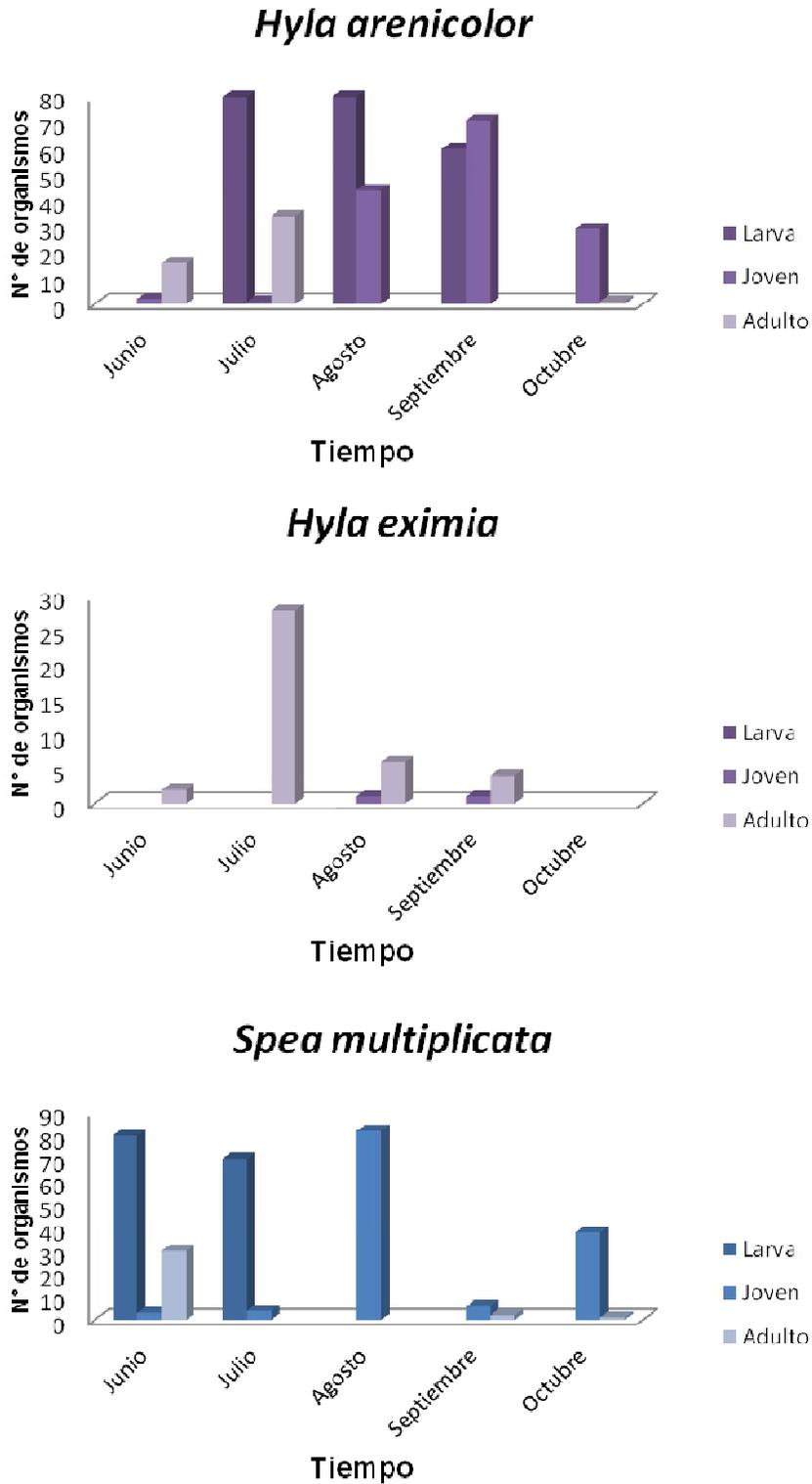


Figura 10.0 Distribución temporal de los individuos de *Hyla arenicolor*, *Hyla eximia* y *Spea multiplicata*, en sus diferentes estadios a lo largo del muestreo.

Hábitat y Microhábitat

Las tres especies se encontraron en el matorral xerófilo y solo *Hyla arenicolor* fue encontrada en el Bosque de encino (3 organismos) y en Bosque de eucalipto (2 organismos). La comunidad estudiada fue registrada en 5 diferentes microhábitats (Fig. 11.0), *Hyla arenicolor* fue encontrada con mayor frecuencia sobre rocas (134 organismos). El lugar donde se encontró frecuentemente a *Spea multiplicata* fue bajo rocas (18) y en el suelo (140), y en el caso de *Hyla eximia*, ésta prefirió la vegetación (16) y las orillas de los cuerpos de agua (25 organismos).

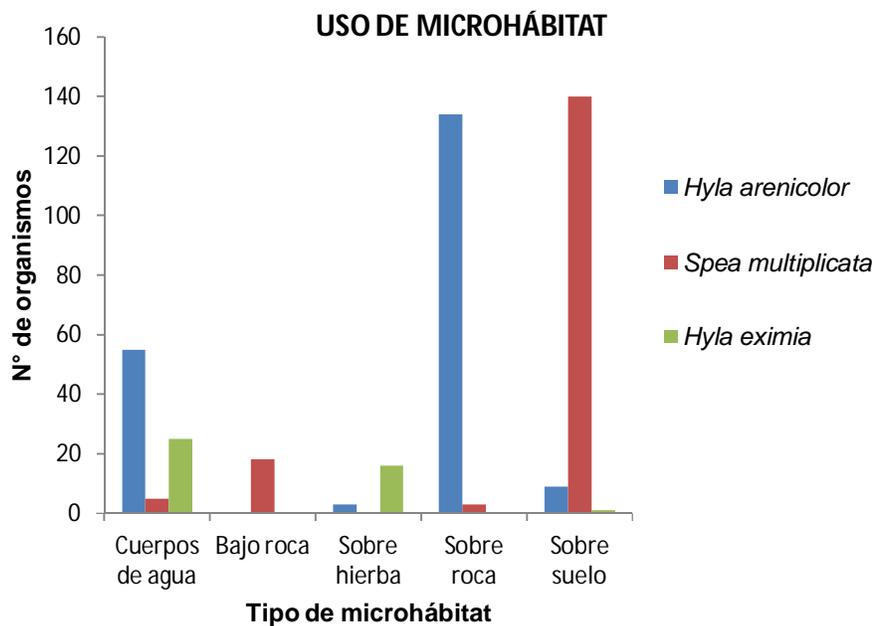


Figura 11.0 Se exponen los distintos microhábitat ocupados por las especies.

En el primer cuerpo de agua se observaron las tres especies estudiadas, en el segundo cuerpo de agua solamente se observaron organismos de *Hyla eximia*, puesto que en esta charca el pasto era más elevado y la vegetación abundante, en el tercer cuerpo de agua solamente se encontraron *Hyla eximia* e *Hyla arenicolor*. Por último, en la presa Xolo pudieron observarse nuevamente las tres especies (Tabla 2.0).

	Presa Xolo	Cuerpo de agua 1	Cuerpo de agua 2	Cuerpo de agua 3
<i>Hyla arenicolor</i>	o	o	x	o
<i>Hyla eximia</i>	o	o	o	o
<i>Spea multiplicata</i>	o	o	x	x

Tabla 2.0 Presencia (o) y ausencia (x) de las especies en los distintos cuerpos de agua.

Se registraron varios tipos de actividades realizadas por los anuros (Figura 7.0), entre las que destacan la huída, canto, alimentación y percha, una de las actividades comunes, es decir, el organismo permanecía sin movimiento pudiendo así confundirse con el sustrato. El canto fue la actividad predominante en la especie *Hyla eximia* la cual, en el caso de sentirse acosada recurría a escapar introduciéndose dentro de la vegetación o el cuerpo de agua.

De la densidad poblacional

Se midió el crecimiento y desarrollo de renacuajos mantenidos en cautiverio. En las distintas densidades experimentales (3, 6, 12, y 24 organismos por encierro) la longitud hocico-cloaca disminuyó con el paso del tiempo.

La figura 12.0 muestra la longitud promedio de cada especie, la cual disminuye con densidades altas. El análisis estadístico indicó que sí existen diferencias significativas ($N = 180$, $H = 65.974$ con 3 grados de libertad, $P < 0.001$) entre las distintas densidades de *Spea multiplicata*, excepto entre las densidades 3 y 6, y entre las densidades 12 y 24 organismos (Método de Dunn, $P > 0.05$).

Para el caso de *H. arenicolor* ($H = 146.147$ con 3 grados de libertad, $P < 0.001$) también existe diferencia significativa, la densidad 3 comparada con la de 12 organismos no mostró diferencias significativas (Método de Dunn, $P > 0.05$). En el experimento de *Hyla eximia* las densidades que mostraron nula diferencias entre si fueron 12 y 24 organismos, en todas las demás si existió dicha diferencia ($H = 113.824$ con 3 grados de libertad, $P < 0.001$).

Por otro lado, el tiempo en que la mayoría de las larvas de *Spea multiplicata* realizaron la metamorfosis fue de 13 días en promedio (Tabla 3.0), mientras que las especies *Hyla arenicolor* e *Hyla eximia* tuvieron periodos de desarrollo larval prolongados en comparación con *S. multiplicata*. El análisis estadístico (prueba de Kruskal-Wallis) mostró que si existen diferencias significativas ($H = 25.00$ con 12 grados de libertad, $P = 0.015$) entre las distintas densidades experimentales, así como entre especies.

Tiempo a la metamorfosis								
	3		6		12		24	
	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ	\bar{x}	σ
<i>H.a</i>	60.3	2.4	59.8	1.3	21.3	0.5	15.5	1.3
<i>H.e</i>	61.5	2.6	58.8	2.4	21.3	3.3	17.0	1.6
<i>S.m</i>	21.7	12.7	12.9	12.5	10.8	6.5	9.7	5.5

Tabla 3.0 Tiempo que tardan los renacuajos en realizar la metamorfosis de acuerdo a la densidad. Se presenta la desviación estándar (σ) para cada caso.

La sobrevivencia (Figura 13.0) entre los cuatro grupos de densidades para *Spea multiplicata* fue estadísticamente diferente ($H = 103.638$ con 3 grados de libertad, $P < 0.001$), el único caso donde no existió dicha diferencia fue en la comparación entre las densidades 12 y 6 con una $P > 0.05$ (prueba de Tukey). La prueba estadística indicó que las únicas densidades que no fueron significativamente diferentes entre sí en los casos de *Hyla arenicolor* ($H = 91.25$ con 3 grados de libertad, $P < 0.001$) e *Hyla eximia* ($H = 66.57$ con 3 grados de libertad, $P < 0.001$) fueron las de 12 y 6 organismos ($P > 0.05$).

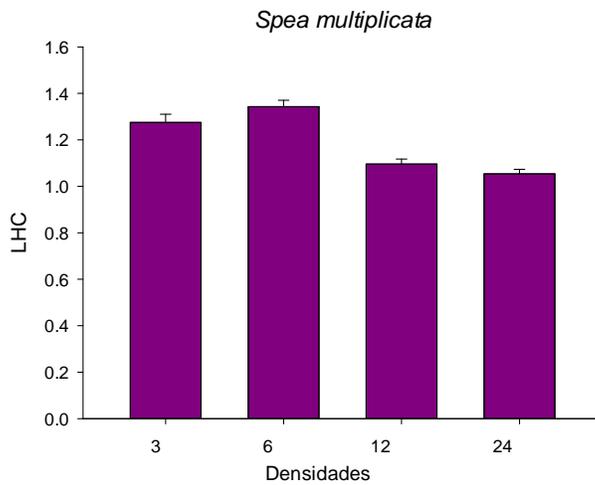
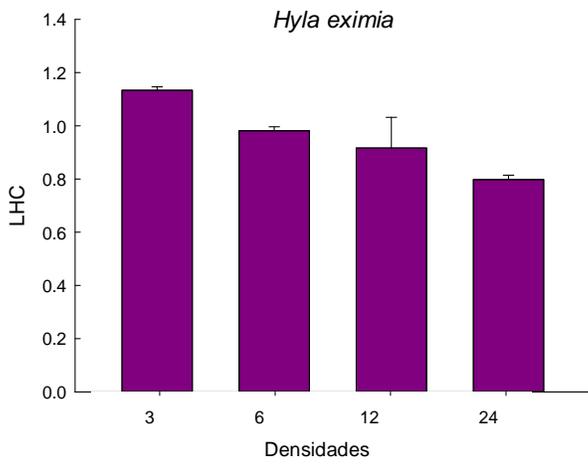
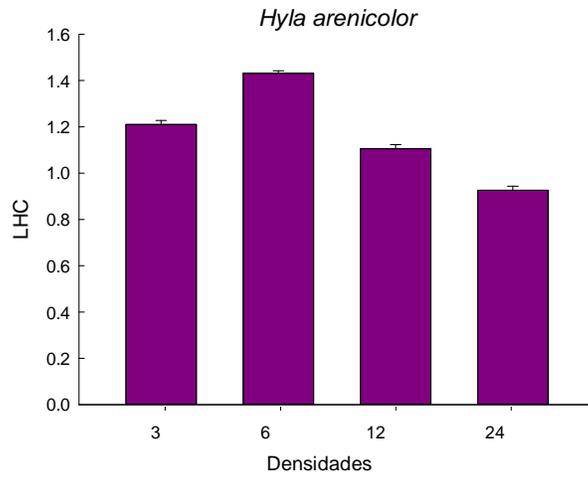


Figura 12.0 Relación de la densidad (eje horizontal) y la longitud hocico-cloaca en renacuajos de las tres especies.

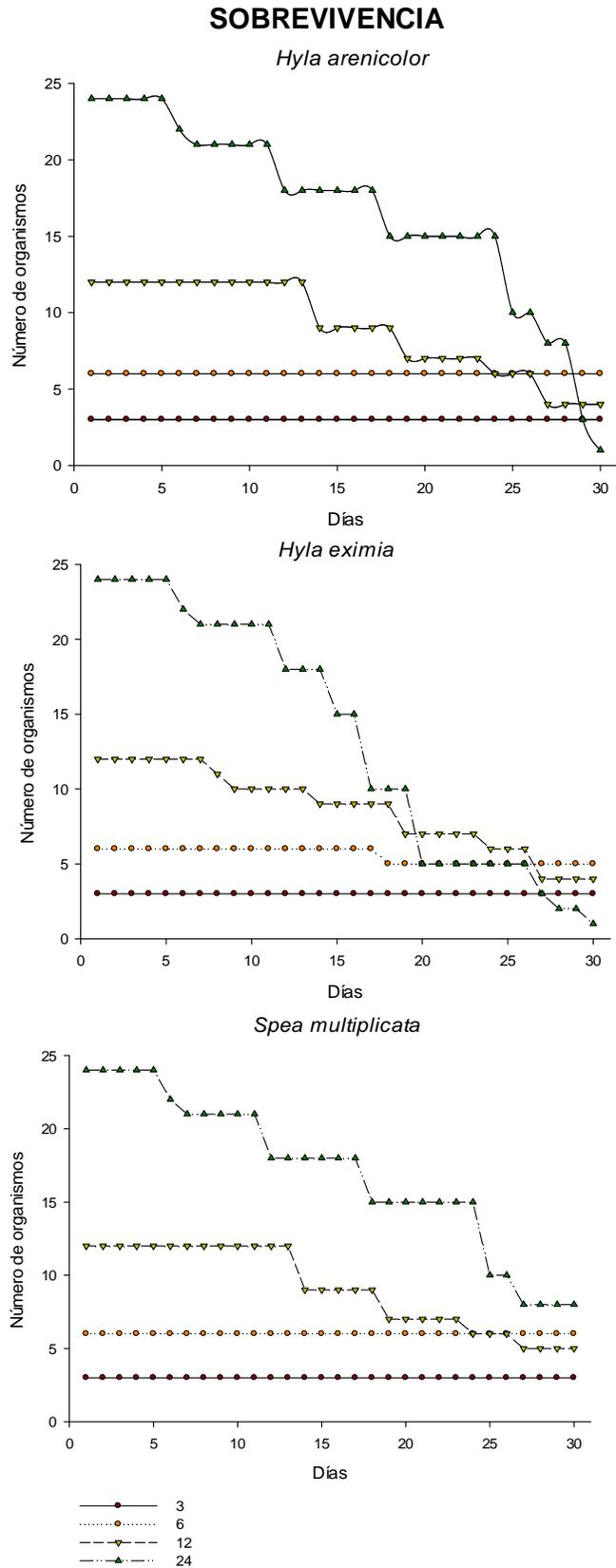


Figura 13.0 Sobrevivencia de los renacuajos durante el experimento, cada línea representa las distintas densidades experimentales.

Discusión

Es importante notar que los hábitats de algunas especies han sido más afectados que otras, tal es el caso de los anfibios que debido a la falta de vegetación arbórea, se ha reducido la capacidad de retención de humedad en algunas áreas, afectando el volumen y periodicidad de los arroyos existentes en la Sierra (Cedillo, 2007).

La zona estudiada coincide con la descrita por Martínez *et al.* (2011), ya que es continua y puede notarse un área donde se encuentra vegetación propia de los dos tipos (bosques de encino y matorral xerófilo). Se ve interrumpida ocasionalmente por pequeños parches donde se establece actividad antrópica, paso del sendero principal y caminos secundarios que recorren toda el área y otras actividades de bajo impacto para la zona.

Hay que considerar al igual que Espinosa (2011), que al no revisar la totalidad de las comunidades presentes en la Sierra de Guadalupe, algunas especies pueden estar refugiadas en distintos lugares o posiblemente su distribución sea distinta.

Se identificaron cuatro cuerpos de agua efímeros ocupados por las especies estudiadas (Tabla 1.0) el cuerpo de agua número uno y la presa de Xolo fueron los únicos donde se presentaban las tres especies, por lo que se puede inferir que reúnen las condiciones óptimas para el desarrollo de los anuros, aunque es la presa de Xolo la que brinda las mejores condiciones dado sus características como el tamaño, con un diámetro aproximado de 146.5 metros y una profundidad de 2.44 metros, también presenta gran cantidad de rocas grandes en las cuales se encontraron la mayoría de organismos de *Hyla arenicolor* en la temporada en que la presa estaba totalmente seca, pero fue el comienzo de las lluvias (Junio-Julio) donde se encontraron en el área que dicha presa ocupa, organismos adultos de *Spea multiplicata* refugiándose bajo rocas de diversos tamaños. Duellman & Trueb (1994) aseguran que las pozas efímeras son preferidas que las pozas permanentes para el desarrollo de huevos y larvas por la ausencia de peces depredadores. Una manera de incrementar la sobrevivencia en pozas temporarias es la producción de múltiples puestas, de esta manera los anuros no ponen toda su energía reproductiva en una sola puesta grande que puede desecarse.

Según Barbosa (2008), en algunos casos, la distribución de los organismos en dichas pozas parece estar condicionada por las características químicas y físicas de la misma, así como por los factores extrínsecos e intrínsecos, por ejemplo, la temperatura afecta cuando la tasa de evaporación del agua es muy alta y las larvas necesitan desarrollarse rápidamente, a menor cantidad de agua la temperatura sube. Es por ello que los factores ambientales que afectan la tasa de secado de las pozas son los más importantes mecanismos que controlan el tamaño de la población larval.

Las condiciones climáticas variables también afectan a los adultos. Durante los inviernos severos las pozas poco profundas pueden enfriarse hasta el fondo y esto resulta en la muerte de los anuros que están hibernando ahí, también las inundaciones pueden devastar a los adultos (Duellman & Trueb, 1994).

Por otro lado, en el área de estudio se encontraron tres especies de anuros, lo que representa el 25% de las especies registradas para el Valle de México según Ramírez *et al.* (2009).

Revisando los datos obtenidos en años anteriores, los avistamientos de *Hyla eximia* han disminuido año con año, considerando que en 2008 se registraron 30 avistamientos y en 2012 tan solo 7 organismos fueron encontrados. Probablemente la diferencia tan grande que existe en las abundancias relativas de *Hyla arenicolor* y *Spea multiplicata* con respecto a *Hyla eximia* puede deberse a que la aparición de ésta última especie está limitada a la época de reproducción. Fue común escuchar coros conformados por varios individuos de día y de noche; estos se silencian ante un estímulo externo como la luz o el ruido de origen antrópico.

Otro aspecto importante es que no siempre la especie más abundante es la más frecuente, esto debido a que podemos encontrar con poca frecuencia o en periodos de tiempo cortos a una especie, sin embargo se encuentran muchos individuos en la misma zona, tal es el caso de *Spea multiplicata*, que se considera la especie más frecuente, sin embargo, la de mayor abundancia fue *Hyla arenicolor* al encontrarse en un solo lugar muchos ejemplares.

La riqueza de anuros depende en gran medida de la estructura y cobertura vegetal del microhábitat (Urbina & Pérez 2002), y ésta representa simplemente las diferentes especies encontradas en una comunidad y se incrementa en relación directa con el

número de individuos, el área y la variación de hábitats (Aguilar *et al.*, 2009). En el presente trabajo se encontraron tres especies de anuros, la baja riqueza de especies puede deberse a la poca variación de hábitat en la zona de estudio, teniéndose vegetación similar en los tres cuerpos de agua muestreados, el matorral espinoso compuesto de especies como *Acacia farnesiana*, *Acacia shaffneri*, *Eysenhardtia polystachya*, *Mimosa biuncifera*, *M. acanthocarpa* y *Prosopis juliflora*, resultó ser la vegetación dominante. Este tipo de vegetación es considerada de tipo secundario según el plan de manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe (1999) debido a que este matorral se dio por una sucesión natural. El valor ecológico de esta comunidad es alto, como consecuencia de la convergencia de diferentes especies de flora que ahí se encuentran. Este matorral espinoso por su gran cobertura representa un importante medio para que la fauna se extienda y diversifique. El principal problema de este tipo de vegetación es la gran probabilidad de causar incendios y con ello afectar las poblaciones de anfibios.

Los estudios realizados en municipios cercanos a la zona revelan una mayor riqueza de especies como el caso de Tepetzotlán estudiado por Altamirano *et al.*, en 2006, quienes reportan seis especies de anuros, tres de los cuales están presentes en la Sierra de Guadalupe. La vegetación encontrada en Tepetzotlán es Matorral xerófilo y Bosque de encino así como zonas de transición entre ambos tipos. A pesar que Tepetzotlán y Sierra de Guadalupe comparten características como el tipo de vegetación, altitud y clima, el primero alberga una riqueza de anfibios mayor, esto puede deberse a que la Sierra de Guadalupe, a pesar de ser considerada Área Natural protegida se encuentra sumamente perturbada y en constante contacto con la población humana, y los esfuerzos por reforestar el lugar no son suficientes o son inadecuados ya que las especies con las que se reforesta no suelen ser las existentes en el lugar, tal es el caso de las especies *Cupressus lindleyi*, *Eucalyptus* sp y *Pinus radiata*, (Secretaría de Ecología, 1999) y con ello se afecta quizás la retención de humedad en el suelo. Por otro lado, Halliday & Adler (2007) mencionan que la pérdida de hábitat es responsable de los declives en muchas partes del mundo, donde los anfibios se encuentran amenazados por las consecuencias del crecimiento de la población humana, como en el caso de la deforestación, la agricultura industrializada y la contaminación. Un claro ejemplo de lo anterior son los compuestos químicos creados por el hombre, que liberan al medio ambiente en

forma de herbicidas, pesticidas y fertilizantes, ó además en forma de subproductos de procesos industriales. La lista de compuestos que se sabe que dañan a los anfibios es muy larga en realidad, de especial preocupación son los nitratos, utilizados de fertilizantes agrícolas, que se acumulan en las charcas y corrientes de agua, y también una variedad de compuestos conocidos por los trastornos endocrinos que producen y que interfieren en las hormonas naturales de los anfibios. En muchas partes del mundo la actividad industrial genera una lluvia ácida, que puede caer a cientos de kilómetros de distancia de la fuente inmediata de contaminación. La acidificación del agua tiene un efecto negativo sobre el huevo y en las etapas embrionarias de los anfibios, y pueden causar el declive de la población en zonas extensas. Muchos anfibios dependen en gran medida de las charcas o de las corrientes efímeras para poder alimentarse y el tamaño corporal de los individuos de las poblaciones también puede ser alterado debido a la modificación del hábitat, pudiendo ser menor en las áreas perturbadas ya que puede haber una restricción en la disponibilidad o la calidad de la dieta que resulta en individuos más pequeños, o verse afectado por cambios en los procesos de desarrollo y crecimiento que usualmente promueven un crecimiento simétrico entre los individuos (Delgado & Restrepo, 2008). Los datos obtenidos en el presente estudio coinciden con los autores antes mencionados, pues el promedio del tamaño corporal para todas las especies fue mucho menor (49.3 mm. *Spea multiplicata*, 40.5 mm *Hyla arenicolor* y 31 mm. *Hyla eximia*) que lo reportado por James & Lemos (2010), por lo que se deduce que posiblemente la modificación del hábitat esté afectando en la talla de los organismos.

En lo que se refiere a la distribución espacio-temporal, a lo largo del período de este estudio se observó que las formas adultas de *Hyla eximia* e *Hyla arenicolor* resultaron ser más abundantes en el mes de Julio, mientras que los adultos de *Spea multiplicata* se encontraron con mayor frecuencia en Junio, por lo que se afirma que esta especie aparece primero, pues al ser considerada una especie oportunista, aprovecha las primeras lluvias para comenzar a reproducirse y dada la naturaleza de sus larvas, éstas pueden sobrevivir fácilmente en las pequeñas charcas temporales que comienzan a formarse, teniendo la capacidad de un rápido desarrollo para llegar a joven en tan solo unas semanas (James & Lemos, 2010), además, de este modo se evita la competencia por recursos con las demás especies.

Se registró una gran cantidad de larvas de *Spea multiplicata*, prácticamente en todas las charcas temporales muestreadas, reduciendo su número poco a poco hasta dejar de encontrarse en Agosto. Solo fue posible encontrar adultos en las primeras lluvias, mientras que los jóvenes fueron encontrados toda la temporada de lluvias.

Por otro lado, los requerimientos de humedad y un cuerpo de agua con mayor volumen son necesarios para la puesta de huevecillos de *Hyla arenicolor* e *Hyla eximia*. En el caso de *Hyla arenicolor*, se observa en la figura 9.0 que las larvas predominan mayor tiempo (Julio, Agosto y Septiembre) en comparación con *Spea multiplicata* y al igual que esta especie, los adultos solo se observan en temporada de reproducción (Junio-Julio).

En especies de anuros tropicales en los cuales el lapso de vida de un adulto es corto y la temporada de reproducción ocurre a lo largo del año, las poblaciones siempre contienen un alto porcentaje de jóvenes. Sin embargo Duellman & Trueb (1994) afirman que en especies que tienen cortas temporadas de reproducción, los jóvenes están ausentes durante parte del año pero tienden a incrementar su porcentaje en la población después del periodo de metamorfosis, tal es el caso de los anuros presentes en la zona.

Estudios en otras especies han demostrado que existen picos de abundancia de algunas ranas durante la época seca cuando existe mayor cantidad de artrópodos (Allmon, 1991), sin embargo, la mayor parte de los estudios han registrado que los anfibios son mucho más abundantes durante la estación húmeda cuando es poco probable la desecación, las presas son abundantes, y ocurren los eventos reproductivos (Vonesh, 2001).

Al no observarse larvas, jóvenes y adultos durante todo el tiempo, puede inferirse que la reproducción es estacional, contrastando así con el estudio realizado por Martínez *et al.* (2011), quienes describen que encontraron individuos de todos los tamaños durante todo el estudio e infirieron una reproducción no estacional para especies colombianas del género *Geobatrachus*, sin embargo, las diferencias en el tipo de vegetación entre la zona descrita por dichos autores (Bosque de pino) y la zona del presente estudio pueden determinar la reproducción.

En cuanto a la proporción de sexos, *Hyla eximia* presentó una proporción similar entre machos y hembras. Para las especies *Spea multiplicata* e *Hyla arenicolor* se

registró mayor cantidad de machos que hembras, la mayoría fueron encontrados cercanos a cuerpos de agua, posiblemente se encontraban en competencia emitiendo su llamado para las hembras (Figura 5.0), coincidiendo con Duellman & Trueb (1994) quienes afirman que el número de machos de los anuros es mucho mayor que el de las hembras en los sitios de reproducción.

El dimorfismo sexual en las tres especies fue físicamente evidente, ya que en el caso de los Hylidos, en temporada reproductiva la zona gular de los machos toma una coloración negra, y en el caso de *Spea multiplicata* existe una coloración negra en los dedos de las patas anteriores de los machos (James & Lemos, 2010).

Hábitat y Microhábitat

El hábitat y microhábitat son las primeras dimensiones divididas o repartidas en anfibios. Según Blanco (2009), la utilización de microhábitats específicos es uno de los mecanismos que hace posible mantener una alta densidad de población y una explotación óptima de los recursos disponibles, desarrollando nichos muy estrechos que atenúan los grados de competencia. Conocer el tipo de microhábitat, así como las interacciones intra e interespecíficas son factores importantes para ampliar los conocimientos sobre la estructura de la comunidad.

Se identificaron cinco microhábitat explotados por los anuros de la zona, cabe mencionar que con las primeras lluvias se produce una migración de las especies hacia nuevos microhábitats posibilitando los procesos reproductivos (Blanco, 2009). En el caso de *Hyla eximia*, ésta se encontró solo por las noches en los cuerpos de agua emitiendo vocalizaciones, y sobre la hierba, puesto que ésta le permite confundirse y facilita su huida de ser necesario. *Hyla arenicolor* prefirió posarse sobre las rocas por las mañanas y fue la que se encontró en mayor cantidad en los cuerpos de agua. En cuanto al hábitat se encontró generalmente en Matorral Xerófilo, sin embargo, se contaron algunos ejemplares en el Bosque de Encino y de Eucalipto, tomando en cuenta lo escrito por Martínez *et al.* (2011), el uso del hábitat y microhábitat pueden estar relacionados con las estaciones climáticas determinadas por la precipitación (estaciones de lluvia y sequía). *Spea multiplicata* se encontró mayoritariamente sobre suelo y bajo las rocas. James & Lemos (2010)

afirman que esta especie pasa la mayor parte de su tiempo enterrado en el suelo, y solo sale en las noches durante los períodos de lluvias de verano para alimentarse de los insectos y reproducirse.

Los anuros logran establecerse en nuevos microhábitats creados a partir de las lluvias, es así como los microhábitats húmedos y permanentes son un refugio para los anuros en época de estrés hídrico y los microhábitats inundables de gran extensión permiten el establecimiento de un alto número de individuos de todos los estadios en épocas de lluvias (Blanco, 2009). Los avistamientos de estas tres especies fueron mayores en los cuerpos de agua durante la temporada de lluvias, esto sugiere un incremento en el uso de este microhabitat durante esta época, de esta manera el presente trabajo coincide con lo descrito por Muñoz *et al.* (2007), quienes afirman que son las lluvias y no el nivel del cuerpo de agua las que parecen estar directamente relacionadas con la reproducción en especies de hylidos. También, al ser las charcas el único microhábitat compartido, en particular la presa de Xolo y el primer cuerpo de agua, se infiere que en época no reproductiva los anuros de la zona se reparten en distintos microhábitats para, como afirma Blanco (2009) disminuir la competencia por espacio y optimizar la supervivencia.

Por otro lado, Muñoz *et al.* (2007), señalan que las especies de tamaño corporal pequeño ocupan microhábitats diferentes a los de las especies más grandes, así los tamaños corporales tienen una relación con el uso del microhábitat. Las tres especies aquí estudiadas muestran un tamaño corporal relativamente parecido, y aunque no compartían microhábitat a excepción de los cuerpos de agua, posiblemente influya más la fisiología de cada especie en el uso de los microhábitats.

Densidad poblacional

Los renacuajos que se desarrollan en hábitats impredecibles e inestables, como es el caso de charcas efímeras, generalmente muestran una variación grande tanto en el periodo de desarrollo larvario como en el tamaño del cuerpo durante la metamorfosis (Thompson *et al.*, 1998). El tamaño de la larva se ve afectado por la densidad poblacional, la figura 12.0 muestra que a menor densidad las larvas de

todas las especies tienen un tamaño mayor, esto es debido a que se disminuye la competencia interespecífica por alimento y espacio, sin embargo en altas densidades solo algunos organismos son capaces de obtener los recursos suficientes para llevar a cabo la metamorfosis. Wilbur (1976) obtuvo los mismos resultados en especies del género *Ambystoma* y *Rana*, agregando además que, el efecto de la densidad produce un desarrollo temprano y las pocas larvas que sobreviven son capaces de explotar el suministro de alimentos y crecer rápidamente. Los mismos resultados que el autor citado anteriormente pueden observarse en la tabla 3.0, pues a mayor densidad, las larvas de *Hyla arenicolor* e *Hyla eximia* tardan menos tiempo en desarrollarse, en el caso de *Spea multiplicata* el promedio de tiempo que tardan en realizar la metamorfosis en las distintas densidades son 13 días aproximadamente, pues como se menciona antes, es una especie de crecimiento acelerado.

En el caso de la mortalidad, en altas densidades es muy evidente, esto puede estar relacionado con el mismo hecho de la competencia por recursos y espacio, además de que Duellman & Trueb (1994) afirman que existe solo un 5% de sobrevivencia a la metamorfosis, sin embargo, los mismos autores mencionan que la sobrevivencia no es dependiente de la densidad en el género *Ambystoma* y un aumento de la densidad resultó en un mayor número de supervivientes sin un mayor porcentaje de supervivencia, pero las larvas fueron más pequeñas y se requiere un tiempo más largo para llegar a la metamorfosis. Pero no todas las especies responden de la misma manera a densidades mayores ya que en el presente estudio se observa que la sobrevivencia en altas densidades si se ve afectada.

La competencia intraespecífica dependiente de la densidad es un factor determinante de sobrevivencia de las larvas (Duellman & Trueb, 1994), muchas veces se detectó canibalismo, principalmente en las densidades altas de *Spea multiplicata*, resultado del amontonamiento y/o limitados recursos alimenticios

Cabe mencionar que la sobrevivencia es mucho más baja en los trópicos que en las zonas templadas. Por supuesto en los trópicos húmedos los anfibios son activos durante todo el año y por lo tanto más susceptibles a continua presión de depredación. Mientras que en zonas templadas la actividad se reduce a seis meses o menos cada año (Duellman & Trueb, 1994).

Los renacuajos mantenidos en el laboratorio sobrevivieron durante muchas semanas (más de 4 semanas), a pesar de que no crecieron. Coincidiendo con lo descrito anteriormente por Duellman & Trueb, 1994, quienes además afirman que los renacuajos que viven en densidades de hasta cien veces lo normal pueden sobrevivir y crecer debido a la ausencia de depredadores. Por lo tanto, se puede inferir que la principal causa de mortalidad en el hábitat es la depredación.

Hacen falta investigaciones mucho más detalladas sobre la vida de los anuros existentes en ambientes urbanos, sin embargo, estudios como el presente trabajo pueden dar la pauta para realizar investigaciones que abarquen los ciclos de vida de estos importantes organismos y su relación con el medio en el que se desarrollan, así como con el ser humano.

Conclusiones

- Dadas las condiciones biológicas de cada especie se puede concluir que *Spea multiplicata* es una especie oportunista que aparece con las primeras lluvias y sus larvas tienen un desarrollo sumamente rápido que les permite aprovechar prácticamente cualquier charca, *Hyla eximia* e *Hyla arenicolor* necesitan un volumen de agua estable para un óptimo desarrollo de sus larvas.
- Al parecer, los cuerpos de agua que cumplen con la mayoría de las condiciones para las tres especies debido a sus características físicas son el cuerpo de agua número uno y la presa de Xolo, donde se encontraron las tres especies.
- En época reproductiva el número de machos es mayor que el de las hembras en las especies *Hyla arenicolor* y *Spea multiplicata* debido a la competencia que existe entre dichos individuos por lograr la reproducción. Pero resultó menor en *Hyla eximia*.
- El microhábitat que comparten las tres especies son los cuerpos de agua en época reproductiva, mientras que en otras épocas del año suelen encontrarse en sitios donde puedan camuflarse con su entorno, *Hyla arenicolor* sobre rocas, *Hyla eximia* sobre hierba y organismos de *Spea multiplicata* enterrados en el suelo.
- El tiempo de la metamorfosis, la variabilidad del crecimiento individual, la competencia por la alimentación, la sobrevivencia y mortalidad se relacionan directamente con la densidad inicial, y el tamaño de los individuos está inversamente relacionado con la densidad de renacuajos.

Referencias

Aguilar M. X., Casas A. G., Cárdenas R. P., Cantellano de R. E. 2009. Análisis espacial y conservación de los anfibios y reptiles del Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*. Universidad Autónoma del Estado de México. 16 (2): 171-180.

Altamirano A. T., Soriano S. M., Torres R. S., 2006. Anfibios y reptiles de Tepotzotlán, Estado de México. *Revista de Zoología*. Universidad Nacional Autónoma De México. 17: 46-52.

Allmon W. 1991. A plot study of forest floor litter frogs, central Amazon, Brazil. *Journal Trop. Ecol*. 7: 503-522.

Angulo A. 2002. Anfibios y paradojas: perspectivas sobre la diversidad y las poblaciones de anfibios. *Ecología aplicada*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 1 (1): 105-109.

Aquino C. E. 2010. Efecto de la salinidad y densidad poblacional en el desempeño de las larvas del sapo de los pinos *Ollotis occidentalis* (Anura: Bufonidae), provenientes de las pozas asociadas al Río salado, Puebla. Tesis de licenciatura. Director de tesis Lemos Espinal Julio Alberto. Universidad Nacional Autónoma De México. Facultad De Estudios Superiores Iztacala. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. 38p.

Barbosa M. M. 2008. Caracterización de las pozas asociadas al Río salado, Puebla, México (Larvas de anfibios y factores abióticos). Tesis de licenciatura. Director de tesis Lemos Espinal Julio Alberto. Universidad Nacional Autónoma De México. Facultad De Estudios Superiores Iztacala. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. 39 p.

Blanco T. A. 2009. Repartición de microhábitats y recursos tróficos entre especies de bufonidae y leiuperidae (amphibia: anura) en aéreas con bosque seco tropical de la región caribe-colombia. Tesis de Maestría en Biología. Director de tesis Bonilla

María Argenis. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Bogotá Colombia. 113 p.

Blaustein A. R. & Wake D. B. 1995. The puzzle of declining amphibian populations. *Scientific American*, 272(4): 56-61

Casas A. G. & Aguilar M. X. 2005. Herpetofauna del parque Sierra de Nanchititla, Estado de México, lista, distribución y conservación. *Ciencia ergo sum*. Universidad Autónoma del Estado de México. 12: 44-53.

Castro F. R., Vergara G. G., Bustos Z. G., Mena A. W. 2006. Diversidad y distribución de anfibios en el Estado de Morelos, México. *Acta zoológica mexicana*. Instituto de Ecología. Xalapa, México. 22: 103-117

Cedillo A. O., Rivas S. M., Rodríguez C. F. 2007. El área natural protegida sujeta a conservación ecológica "Sierra de Guadalupe". *Revista Sistemas Ambientales*. 1: 1-14.

CONABIO. 2000. Estrategia nacional sobre la biodiversidad en México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, México.

Dash M. C., Hota A. K. 1980. Density Effects on the Survival, Growth Rate, and Metamorphosis of *Rana tigrina* Tadpoles. *Ecology*. 61 (5): 1025-1028.

Delgado A. J. & Restrepo C. 2008. The contribution of habitat loss to changes in body size, allometry, and bilateral asymmetry in two *Eleutherodactylus* frogs from Puerto Rico. *Conservat. Biol*. 22: 773-782.

Duellman W. E. & Trueb L. 1994. *Biology of Amphibians*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 670 p.

Egea A., Oliva F., Torralba M. 2005. Fenología reproductiva de la comunidad de anfibios del Noroeste de la Región de Murcia (SE Península Ibérica). *Zoología baetica*. 16: 59-72

Espinosa P. Hugo E. 2011. Contribución al conocimiento de la comunidad de anfibios de Palo Grande, Municipio de Miacatlán, Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 56p.

Fernández B. L. & Goyenechea M. G. I. 2010. Anfibios y reptiles del valle del Mezquital, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. 81 (3): 705-712.

Flores V. O. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. Publicación especial No. 17. Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh, USA.

Flores V. O. & Canseco L. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana. 115-144 p.

Frost D. R., Grant T., Faivovich J., Bain R., Haas A., Lio Haddad, C., De Sa´ R., Channing A., Wilkinson M., Donnellan S., Raxworthy C., Campbell J., Blotto B., Moler, P., Drewes R., Nussbaum R., Lynch L., Green D. y W. C. Wheeler. 2006. The amphibian tree of life. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 297:1- 370 p.

Frost D. R. 2014. Amphibian Species of the World: Referencia electrónica. Version 6.0 (Marzo, 2014). The American Museum of Natural History, New York, USA.

García A. & Cabrera R. A. 2008. Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana 24:91-115.

Geolover A. A. 1997. Reparto de recursos en *Hyla miotympanuym*. *Bufo valliceps* y *Rana spectabilis* (Amphibia; Salientia) en Metztlán, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Director de tesis Altamirano Álvarez Tizoc. Universidad Nacional Autónoma De México. Facultad De Estudios Superiores Iztacala. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla.47p.

Gómez S. G., Cristiani U. E., Villegas G. T. 2010. Establecimiento de protocolos para la propagación *in vitro* de plantas de *Acourtia cordata* (cerv.) turner (compositae), colectadas en la Sierra de Guadalupe. Paleobotánica. Instituto Politécnico Nacional. México. 30: 89-110p

Gosá A. & Arias A. 2009. Estado de las poblaciones de anfibios en un parque urbano de Pamplona. Munibe Ciencias Naturales. 57: 169-183

Gosner K. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. Herpetological. 16: 183-190.

Halliday T. & Adler K. 2007. La gran enciclopedia de los anfibios y reptiles. Editorial LIBSA. Madrid, España. 240 p.

Hernández R. A. 2010. Efecto de la salinidad y densidad poblacional en las larvas de *Hyla xera* que habitan en el valle de Zapotitlán de Salinas, Puebla, México. Tesis de licenciatura. Director de tesis Lemos Espinal Julio Alberto. Universidad Nacional Autónoma De México. Facultad De Estudios Superiores Iztacala. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 47 p

James D. & Lemos E. J. 2010. Anfibios y reptiles del estado de Querétaro, México. UNAM. CONABIO. 20-48 pp.

Keer K. G. 2003. Contribución al conocimiento de la herpetofauna del municipio Chapa de Mota, Estado De México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 40p

Lips R. K., Rehacer K. J., Young E. B., Ibáñez R. 2000. Monitoreo de anfibios en América Latina: Manual de protocolos. Society for the study of amphibians and reptiles.

Martínez B. V., Pacheco F. V., Ramírez P. M. P. 2011. Abundancia relativa y uso de microhábitat de la rana *Geobatrachus walkeri* (Anura: Strabomantidae) en dos

hábitats en Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Rev. Biol. Trop. Vol. 59 (2): 907-920.

Méndez C. F., Camarillo R. J., Villagrán S. C., Aguilar C. R. 1992. Observaciones sobre el status de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México). Anales del Instituto de Biología. Serie zoológica. Universidad Nacional Autónoma de México. 63(2): 249-256.

Muñoz G., Serrano V., Ramírez P. M. 2007. Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (anura: Hylidae). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. Caldasia. 29(2):413-425.

Ramírez B. A., Hernández S. U., García V. O., Leyte M. A., Canseco M. L. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. CONABIO. México. 213 pp.

Reyes C. P. & Halffter G. 1976. Fauna de la Cuenca del Valle de México. Vol. 1:135-180. In Memorias Conmemorativas de las Obras del Drenaje Profundo del Distrito Federal. México

Sá R.O. 2005. Crisis global de la biodiversidad: importancia de la diversidad genética y extinción de anfibios. Agrociencia. 9 (1-2): 513-522.

Secretaría de Ecología. 1999. Programa de manejo del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. Gaceta del gobierno. Toluca de Lerdo, México. Núm. 26. 36 pp.

Thompson W.L., White G.C. & Gowan C. 1998. Monitoring vertebrate populations. San Diego, CA: Academic Press. 365 p.

Urbina C. J. & Pérez T. 2002. Dinámica y preferencias de microhábitat en dos especies del género *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) de bosque andino, p. 278-288. In C.A. Jaramillo, C.A. Castaño-Urbe, F.A. Hincapié, J.V. Rodríguez &

C.L. Durán (eds.). Memorias del Congreso Mundial de Páramos. Gente Nueva, Bogotá, Colombia.

Vite S, V, Ramírez B. A, Hernández S, U. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 473- 485.

Vonesh J. 2001. Patterns of Richness and Abundance in a Tropical African Leaf-litter Herpetofauna. Biotropica 33: 502-510.

Wilbur H. 1976. Density-Dependent Aspects of Metamorphosis in *Ambystoma* and *Rana Sylvatica*. Ecology. 57 (6): 1289- 1296.

APENDICE 1

Descripción de las Especies de Estudio (James & Lemos, 2010)

Familia Hylidae (Ranas arborícolas)

Presentan una distribución casi cosmopolita, la cual está representada con mayor abundancia en el hemisferio occidental. Los miembros de esta familia se distinguen fácilmente del resto de los anuros por dos características anatómicas. Una es la presencia de un cartílago intercalar pequeño insertado sobre cada dedo entre la última y penúltima falange. Correlacionado con este cartílago intercalar está la usual presencia de una ventosa adhesiva en la parte ventral de la punta de los dedos. Hay un surco delgado a través de cada uno de los dedos (visible solo con aumento) entre la ventosa terminal adhesiva y la punta digital mas dorsal. Estas ranas son por lo general de hábitos arborícolas, y el cartílago intercalar les permite cambiar de posición y dirección de movimientos sin separar patas traseras y delanteras del sustrato, los cuales se encuentran firmemente adheridos a éste a través de las ventosas. Son relativamente delgadas con una gran habilidad para saltar.

Hyla arenicolor

Nombre común: Ranita de las rocas

Los machos alcanzan aproximadamente 57mm de largo de hocico a cloaca, las hembras son un poco más pequeñas. La piel dorsal no es lisa, sino que tiene numerosas pústulas o gránulos esparcidos; el vientre es ligeramente granular. El tímpano tiene aproximadamente la mitad de la anchura del ojo y tiene un pliegue de piel en su orilla superior. Los dedos de las patas delanteras no tienen membrana interdigital y las patas traseras presentan una membrana interdigital en aproximadamente la mitad de su longitud; ambos tienen tubérculos subarticulares prominentes. Los organismos que están asoleándose son de coloración clara. Esta especie se distribuye desde las montañas al sur de Colorado, oeste de Nuevo México y el sur de Arizona extendiéndose hacia el sur hasta Guerrero y el norte de Oaxaca a altitudes de 300 a 3000 m.s.n.m. Ocupa hábitats riparios; se le encuentra cerca de arroyos en paredes rocosas, desde desiertos y pastizales con mezquites hasta bosques de pino-encino. Durante el día permanecen bajo los rayos del sol, su piel resiste la pérdida de agua mucho mejor que la mayoría de los anfibios,

posiblemente esto se deba a su piel verrugosa. Se alimentan en las noches principalmente de invertebrados pequeños. La reproducción ocurre durante la época de lluvias. Los huevos requieren de 50 a 60 días de desarrollo antes de transformarse. Su coloración críptica y hábitos escondidizos minimizan su depredación



Figura 14.0. *Hyla arenicolor*

Hyla eximia

Nombre común: Ranita de montaña

Es una especie pequeña, los machos alcanzan 36mm de largo de hocico a cloaca, las hembras 45mm. No hay membrana interdigital en los dedos de las patas anteriores y la membrana de las patas traseras cubre aproximadamente 2/3 de los dedos. Su coloración es verde brillante con una raya lateral café oscura a lo largo del costado desde detrás del ojo hasta la ingle. La superficie dorsal del cuerpo es lisa con el abdomen granular.

Estos organismos se encuentran en zonas montañosas del sur de Durango, Nayarit, Zacatecas, Jalisco, Aguascalientes, Michoacán, México, Morelos, Guerrero, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, San Luís Potosí, suroeste de Tamaulipas y el Distrito Federal. Ocupa principalmente bosques de pino-encino, también se les encuentra en matorral xerófilo a altitudes entre 900 y 3400 m.s.n.m.

La reproducción tiene lugar durante el verano, comenzando durante la lluvia a principios de Julio con la metamorfosis que generalmente ocurre a finales de Agosto. Renacuajos recién nacidos miden de 49 a 52 mm. de largo, con colas que componen aproximadamente la mitad a dos terceras partes de sus cuerpos. Los huevos son depositados en pequeños grupos unidos a la vegetación.



Figura 14.1. *Hyla eximia*

Familia Scaphiopodidae (Sapos pies de pala)

Especies con patas traseras lisas con un tubérculo metatarsal interno alargado, negro y libre. Tienen pupila vertical. Organismos terrestres que se desplazan a través de saltos cortos. Los miembros de esta familia limitan su distribución a Norteamérica y México. El nombre de la familia se deriva de la palabra griega *scaphio* que significa “pala” y *poda* que significa “pie”.

Spea multiplicata

Nombre común: Sapo de espuelas mexicano

Cuenta con un tubérculo metatarsal negro y cornificado en sus patas traseras que les permiten excavar en suelos arenosos.

Tiene un cuerpo redondo, con patas relativamente cortas. Los dedos de las patas anteriores no presentan membrana interdigital y los machos tienen los dedos de estas agrandados, cornificados y ennegrecidos.

Son de color verde, gris, marrón, por lo general refleja el color del suelo de su hábitat natural, a menudo con motas de colores negros, naranja o rojizos en la espalda, y una parte inferior blanca. Tienen ojos grandes con pupilas verticales.

Se distribuyen en la mayor parte de Nuevo México hacia el oeste hasta Arizona, hacia el este hasta el oeste de Texas, hacia el sur hasta el norte de Sonora y a través del desierto de Chihuahua, hasta el eje Transvolcánico, también habita desde la Sierra Madre Occidental del centro-oeste de Chihuahua hacia el sur hasta la región montañosa de Oaxaca.

Pasa la mayor parte de su tiempo enterrado en el suelo, sale en las noches durante los períodos de lluvias de verano para alimentarse de los insectos y reproducirse. Los jóvenes habitan en charcas temporales dejadas por la lluvia, el desarrollo es muy rápido, como una adaptación a la naturaleza efímera de las charcas, puede ser tan corto como dos semanas.



Figura 14.3. *Spea multiplicata*