



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**Uso de los recursos espaciales y temporales de la comunidad herpetológica  
de Mina de Cascabel y Arcos del Sitio, Tepetzotlán, Estado de México.**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**Biologo**

**PRESENTA**

Rangel Camacho Rodrigo Salvador

**DIRECTOR DE TESIS**

M. en C. Tizoc Adrián Altamirano Alvarez



Tlalnepantla, Estado de México. 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

## Índice

1. Introducción.....	4
2. Antecedentes.....	10
3. Objetivo General.....	12
4. Objetivos Particulares.....	12
5. Metodología.....	13
5.1 Area de Estudio.....	13
5.2 Trabajo de Campo.....	17
5.3 Trabajo de Laboratorio.....	18
6. Resultados.....	20
6.1 Uso de Microhabitats.....	21
6.2 Amplitud de nicho (Sustrato).....	24
6.3 Solapamiento de nicho (Sustrato).....	26
6.4 Actividad diaria.....	27
6.5 Amplitud de nicho (Tiempo).....	28
6.6 Solapamiento de nicho (Tiempo).....	32
6.7 Actividad durante el año.....	34
7. Discusión.....	38
8. Conclusiones.....	47
9. Bibliografía.....	48
10. Anexo.....	54

## Figuras y Tablas.

### Figuras.

Figura 1.....	14
Figura 2. ....	14
Figura 3. ....	15
Figura 4. ....	29
Figura 5. ....	30
Figura 6. ....	30
Figura 7. ....	31
Figura 8. ....	35
Figura 9. ....	36
Figura 10.....	36
Figura 11. ....	37
Figura 12. ....	54
Figura 13. ....	54
Figura 14. ....	55
Figura 15.....	55
Figura 16. ....	56
Figura 17. ....	56
Figura 18. ....	57
Figura 19. ....	57
Figura 20. ....	58
Figura 21. ....	58
Figura 22. ....	59
Figura 23. ....	59
Figura 24. ....	60
Figura 25. ....	60

### Tablas.

Tabla 1. ....	20
Tabla 2. ....	20
Tabla 3. ....	21
Tabla 4. ....	24
Tabla 5.....	26
Tabla 6.....	27
Tabla 7. ....	28
Tabla 8. ....	32
Tabla 9. ....	34

## Introducción

México es uno de los países con la mayor diversidad de flora y fauna en el mundo, así también, cuenta con gran variedad de ecosistemas, los cuales fueron originados por su topografía compleja, con relieves variados y a su posición geográfica que lo ubica entre las regiones neártica y neotropical. Esta posición en el planeta lo perfila como un corredor biológico (Vite-Silva *et al.*, 2010). Por esta situación en dicha área las especies de ambas zonas geográficas pueden transitar de una a otra, e inclusive permanecer y desarrollarse como población en esta franja, debido a la gran cantidad de nichos y microhábitats que en esta se forman.

Debido a toda esta enorme riqueza biológica, se han realizado trabajos desde los años 90's, donde se trata de conocer y entender dicha variedad para encaminar los esfuerzos a una preservación de la biodiversidad y a conservar los recursos que abarcan tanto el país, como el planeta. Esto desbordó una serie de conceptos y formas de medir, así como entender los patrones de esta biodiversidad (Toledo, 1994).

En la actualidad se continúan haciendo trabajos para conocer la riqueza, diversidad y otras características de las comunidades faunísticas de muchas zonas, estados y municipios, sin embargo, aún quedan muchos lugares sin ser estudiados y peor aún zonas donde se han modificado las condiciones naturales antes de siquiera conocer la biodiversidad que ahí se encuentra.

Una de las zonas que ha recibido mayor afección por parte del hombre es todo el corredor del eje Neovolcánico y sus alrededores por ser aquella con más concentración de seres humanos y amplio desarrollo de sus actividades, tanto sociales, económicas, así como de esparcimiento. A pesar de esto es uno de los lugares más importantes en cuanto a biodiversidad y endemismos, por lo antes mencionado en cuanto a su posición y topografía (Jiménez-Velázquez, 2014). Sin embargo, para dicha conservación resulta necesario no solo conocer las diferentes especies, sino también conocer los hábitos, comportamientos y el nicho que ocupan dichas poblaciones en el ecosistema. Esto se puede entender como el uso de los recursos, el cual se divide en tres categorías dimensionales, el hábitat, el alimento y

el tiempo, esto con el fin de facilitar el entendimiento y su estudio, para que sea posible comprender mejor cada una de las variables que afectan en el desarrollo de dichas poblaciones (Santoyo-Brito *et al.*, 2010).

Cada dimensión además, tiene una importancia específica para cada población, donde radica la necesidad de conocer estas en general para cada especie y en particular para cada población en los diferentes lugares de su zona de su distribución, entendiéndose zona de distribución como: el área en la que los organismos de una especie en particular se encuentran distribuidos en la actualidad (Sarmiento, 2000).

Dentro de las dimensiones mencionadas anteriormente se encuentra el espacio, que a pesar de tener un área de distribución o un hábitat cada especie, los organismos no se encuentran en todos los espacios y sustratos disponibles en dicha zona, sino que únicamente hacen uso de algunos microhábitats, por lo que resulta el más relevante debido a que es en éste, donde los organismos realizan todas sus actividades, inclusive donde las demás dimensiones tienen efecto (Gelover, 1997).

El tiempo al ser un concepto polifacético con muchas definiciones y conceptos que dependen del nivel y medio en el que se hablen de él, es difícil establecer un marco sobre el cual se hable de éste, sin embargo para fines prácticos del presente trabajo se le definirá como: el periodo en el que al organismo se le puede encontrar realizando alguna o varias actividades determinadas, como puede ser el forrajeo, asoleo, defensa del territorio, cortejo y apareamiento. Éste, a su vez se puede cuantificar en diferentes unidades, de magnitudes muy diversas, que pueden ir desde fracciones de segundo hasta cúmulos de años. A pesar de ser tan ampliamente cuantificable, los seres vivos son capaces de percibir únicamente la cantidad de tiempo que va de un segundo a unos cuantos años. Entre estas unidades se encuentran las horas del día y meses del año, pues en ambos se pueden observar ciertos cambios en el comportamiento y el desarrollo de los organismos en su hábitat (Ridderbos, 2002).

Por último, se encuentra la dimensión más acotada y la cual es afectada por el espacio y el tiempo; la alimentación, que se refiere a la actividad del organismos de consumir energía a través de la ingestión, en este caso al ser los reptiles y los anfibios

consumidores secundarios o terciarios, la ingestión es únicamente de otros animales, ya sean vertebrados o invertebrados, según el caso.

El reparto de recursos a su vez es uno de los tópicos más intensamente estudiados por la ecología desde los años 1900's, por la importancia que tiene en la dinámica de las comunidades, sin embargo, a pesar de su relevancia este tema no ha sido ampliamente estudiado en los diferentes grupos de animales, pues los estudios en general se realizan enfocados principalmente en vegetales y comunidades de hábitats acuáticos (Luiselli, 2008). Aunado a esto, se puede recalcar la falta de estudios en las diferentes localidades, pues es sabido que el uso de recursos cambia según la zona y la disponibilidad de éstos, a pesar de ser la misma especie, situación que se ha demostrado en diferentes grupos de organismos, como mamíferos en el caso de Aranda, M., et al. (2002), insectos en Cuadrado, (2005) y reptiles en Mociño-Deloya, (2016).

En el medio ambiente existen métodos para evitar traslapes entre las diferentes especies, debido a que un traslape significa competencia directa, a pesar que no se puede evitar del todo, hay ciertas características que los organismos han desarrollado a los largo de su historia evolutiva que evitan dicho solapamiento, como: las diferencias de morfología, el tipo de alimentación, los lugares y el tiempo de forrajeo e inclusive las épocas del año con mayor actividad en las que les resulta más eficiente el desarrollo a cada especie (Lawlor, 1980). Entonces, el reparto de recursos es una estrategia de las poblaciones para ocupar los recursos disponibles en su ecosistema, lo que implica coexistencia interespecífica (Zárate, 2002). Lo que ha conducido a una constante presión ecológica y evolutiva entre las diferentes especies que conforman una comunidad, lo que moldeó una separación de nichos y especialización (Pianka, 1982).

Debido a esta presión interespecífica y competencia por los nichos, se ha dado origen a especies generalistas y especialistas, las primeras son aquellas que ocupan diferentes recursos para sus procesos biológicos, este tipo de organismos por lo general se desarrollan mejor en ambientes cambiantes o inestables, mientras tanto, las especialistas, son dependientes totalmente o en su mayoría de algún tipo de

recurso en particular para desarrollar sus funciones, teniendo ventaja en ambientes con mayor estabilidad o en estadios maduros (Pianka, 1969).

El objetivo de estos mecanismos es la supervivencia de las especies, la cual se vuelve más compleja cada día, debido a las interacciones con el ser humano y las modificaciones que estos generan en el entorno, por ejemplo: el desarrollo de nuestra sociedad, crecimiento y aparición de pueblos y ciudades, aprovechamiento inadecuado de los recursos naturales, el cual es excesivo y no sustentable, transforman el paisaje ocasionando un cambio en el clima, generando condiciones diferentes a las originales con una velocidad mayor a la que sucedería sin dichas actividades (SEMARNAT, 2006).

Estas modificaciones en el ambiente por lo general provocan que los microhabitats disminuyan en número, cambien de lugar o se modifiquen sus características, lo que beneficia a un número de especies pequeño, que se sienten cómodas con los nuevos cambios, que por lo regular son generalistas, por su mayor capacidad de adaptarse a diferentes situaciones y poder utilizar diferentes recursos para sus necesidades biológicas (Ramírez, 2005). Sin embargo, muchas otras especies se ven afectadas y tienen que adaptarse o desaparecer, debido al entorno cambiante, propiciando la disminución en la diversidad.

Para entender los procesos de adaptación de una especie, ya sea generalista o especialista, es necesario comprender cuando el ambiente le da ventajas a una o a la otra, para esto, es necesario entender en primer lugar, lo que significa sucesión ecológica. Margalef la define como: “un proceso de autoorganización que conlleva una disminución gradual de la entropía paralela a la paulatina disminución de la influencia del ambiente y al progresivo aumento de las interacciones bióticas. Donde la cantidad de información, viva e inanimada, incrementa durante dicha sucesión.” La información puede ser definida como energía, biomasa o estructura, y es transferida desde estadios iniciales de la sucesión a estadios posteriores a través de un proceso que Margalef llamó explotación. “La explotación se produce porque las fases tardías de la sucesión acumulan una mayor cantidad de información, gracias a un menor nivel de perturbación, que las iniciales. Paradójicamente, las fases tardías son más resistentes a la perturbación gracias al flujo de energía o transferencia de información.



Dicha sucesión entonces sigue un sentido lógico que va de comunidades menos complejas denominadas estadios tempranos o inmaduros, hacia estadios cada vez más complejos denominados estadios maduros, hasta llegar al clímax o estabilidad” (Walker, 2005).

En los procesos de sucesión es necesaria la sustitución de especies, esto se puede explicar mediante la facilitación entre especies, lo que sucede cuando las especies pioneras o de estadios primarios modifican el ambiente para facilitar la llegada de otros organismos, que pueden ocupar nuevos nichos disponibles o recursos que han sido recientemente generados, como suelo, alimento, escondites, entre otros. Estos últimos pueden ser organismos con características particulares para un tipo de sustrato, humedad o temperatura, factores afectados por las plantas u otros organismos como los líquenes (Zamora, *et al.* 2004).

Por otra parte, en la actualidad se han originado zonas donde se busca la conservación del medio ambiente mediante el empleo del ecoturismo y la conservación ambiental, sin embargo por dichas actividades estos espacios también son alterados por el hombre, modificando el entorno, dicho fenómeno genera una competencia de organismos dentro de estos por los nuevos microhábitats generados y los que se conservan similares o iguales a como eran antes, sin embargo esta situación puede ser medianamente controlada o el impacto mitigado, mediante la correcta planeación de dichas zonas, lo que conlleva un entendimiento previo de la zona y la comunidad de organismos allí presentes. (Coppin *et al.*, 1992).

Para facilitarnos el estudio de dichas zonas, se ha recurrido a la utilización de especies bioindicadoras, que tienen un espectro de tolerancia muy limitado a los cambios ambientales, o muy afines a algún recurso es decir; organismos especialistas. Entonces la presencia o ausencia de estos nos indica algún grado de perturbación, por el cambio acelerado en las condiciones de la zona de distribución original (Vásquez *et al.*, 2006).

Así pues es necesario aplicar los conceptos de solapamiento y amplitud de nicho para determinar la magnitud de las interacciones entre las poblaciones que conforman una comunidad de reptiles y anfibios (Altamirano-Alvarez, 1990). De esta forma, podemos

conocer el aprovechamiento que le da cada población a un recurso determinado o a alguna dimensión del nicho, que además nos ayuda a hacer aportaciones de conocimientos de la historia natural y la biología de diferentes poblaciones (Fitch, 1982).

Al aplicar dichos conceptos nos es posible entender la situación de competencia entre organismos en la zona de estudio y posiblemente el impacto que ha tenido, o no el hombre, en el sitio de estudio, comparando estos datos con otras zonas parecidas, o la misma zona en un tiempo diferente.

## Antecedentes

- Fitch en 1982, Trabajó con una comunidad de serpientes en las praderas del noreste de Kansas, donde especifico los hábitats, la densidad de población y la dieta, entre otros factores de las diferentes especies encontradas en dicha zona de estudio, sin embargo, lo más relevante del trabajo para este caso es lo referido al microhábitat que ocupan las especies como *Crotalus horridus*, que prefiere en especial lugares abiertos, secos y rocosos o de terreno irregular y *Thamnophis sirtalis* la cual se distribuye principalmente en las orillas de los bosques y los prados con poca vegetación, además se observó clara afinidad por los cuerpos de agua, como estanques, riachuelos y charcas temporales, en especial *Diadophis punctatus*, especie que se distribuye tanto en bosques como pastizales, pero principalmente en el borde entre ambos.
- Ortega *et al.* en 1982, en la reserva de La Michilía en la Sierra Madre Occidental, encontraron que diferentes organismos de la Familia Phrynosomatidae presentan valores de amplitud de nicho (Ds) cercano a cero, lo que los convierte en especialistas.
- Amaya en 1987, realizó un trabajo muy similar en la vertiente oriental del volcán Iztaccihuatl dónde encontró que la herpetofauna de la zona, especialmente *S. grammicus* y *S. aeneus*, son especialistas en cuanto al sustrato, pero en diferentes grados, además, en cuanto al solapamiento se observó la presencia de dicho fenómeno en diferentes grados, sin embargo reconoce que los métodos para medir el solapamiento sobre estiman la importancia de cada recurso en cuanto a la estimación de dicho fenómeno. En el recurso tiempo encontró que los meses de mayor diversidad son aquellos que van de Junio a Septiembre, cuando la temperatura disminuye y la precipitación aumenta.
- Gelover en 1997, observó el uso de recursos en una comunidad de anfibios en Meztitlán, Hidalgo donde encontró que la ahora *Lithobates spectabilis*, solo se le pudo encontrar en el borde de cuerpos de agua, nunca se le encontró en algún sustrato lejos de estos, siendo a la orilla del canal el más común y la

orilla de la laguna el lugar donde menos organismos fueron encontrados. Además, menciona que evita el solapamiento mediante el reparto de actividad en diferentes horas del día y meses del año, siendo octubre el mes con mayor actividad de esta especie, todo esto de entre las 2 y las 4 pm.

- Alvarez *et al.*, en 2006, Realizaron el listado de los anfibios y reptiles de en tres localidades de la Sierra de Tepetzotlán, donde encontraron un total de 30 especies, siendo 9 anfibios, de los cuales 3 son Caudata y 6 Anura, 21 reptiles en total con 9 especies de Saurios y 12 Serpentes.
- Zárate en 2002, realizó un trabajo muy similar en Isidro Fabela, otro municipio del Estado de México, donde encontró mayor actividad de organismos en el mes de Octubre, además todos los organismos obtuvieron valores de Ds menores a 5, siendo *C. triseriatus* el valor más alto y *S. grammicus* fue el menor. Dicho fenómeno coloca a las especies registradas como organismos especialistas, con diferentes niveles de especialización.
- Valencia en 2006, describe las características de las diferentes especies del género *Crotalus* y su zona de distribución dentro en Hidalgo, con su posible zona de distribución en la república mexicana, en este estudio se recopiló información para describir la altitud a la que se distribuyen las diferentes especies, además de los ecosistemas dentro de los cuales se han reportado, donde *C. molossus* se encontró a 1640- 2580 msnm en bosques de pino-encino, matorral xerofilo, mezquiales y pastizales, chaparrales, bosques espinosos, desiertos, entre otros y *C. aquilus* desde los 2000 a los 2900 msnm, en matorral xerofilo, bosque de pino-encino, Bosque mesofilo de montaña, Bosque de Abies y Mezquiales.
- Canseco-Márquez *et al.* en 2008, reportaron que *S. torquatus*, en general prefiere como sustrato principal las zonas rocosas.
- Balderas-Valdivia *et al.* en 2009, trabajó con *C. molossus* y determinaron que la especie tiene un periodo de letargo a lo largo del año que en este caso fue en los meses que comprenden de Diciembre a Febrero, con actividades a

diferentes horas del día dependiendo la latitud las cuales incluyen comportamiento diurno, crepuscular y nocturno.

- Fernández-Badillo *et al.*, (2010) realizaron un trabajo en el Valle del Mezquital, Hidalgo, donde mencionan que en zona secas el microhábitat favorito para anfibios es “bajo rocas”, mientras que los lacertilios fueron el grupo que ocupa el mayor número de microhábitats y por último en el caso de serpientes mencionan que fueron difíciles de encontrar debido a sus hábitos esquivos, haciendo difícil determinar los microhabitats.
- Altamirano-Álvarez *et al.* en 2015, observaron la Distribución y el uso de microhábitats de *Sceloporus grammicus* en el área que comprende la Facultad de Estudios Superiores Iztacala en Tlanepantla, estado de México, donde encontraron que dicha especie prefiere principalmente las zonas áridas, por el contrario, sus microhábitats menos utilizado fueron los troncos de pirul y los troncos muertos.

### **Objetivo general**

- Determinar la distribución temporal y espacial de herpetofauna en dos localidades de Tepetzotlán (Arcos del Sitio y Mina de Cascabel), Estado de México.

### **Objetivos particulares**

- Determinar el uso de los distintos microhábitats por las diferentes especies de herpetofauna.
- Determinar el período de actividad durante el día de las diferentes especies de herpetofauna.
- Determinar las épocas del año en las que las diferentes especies de herpetofauna muestran mayor actividad.

- Determinar la amplitud de nicho de cada especie de la herpetofauna en la localidad.
- Determinar el solapamiento de nichos de las diferentes especies de reptiles y anfibios.

## **Metodología**

### *Área de estudio*

En el Estado de México existen 84 áreas naturales protegidas que abarcan cerca del 45% del territorio estatal con un millón de hectáreas, que en su conjunto integran el Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas, a cargo de la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF), el cual es un organismo auxiliar de la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México. La importancia de estas radica en la belleza escénica, valor científico, educativo, de recreo, histórico y su aptitud para el desarrollo del turismo (Ramírez, C. P., et al, 2010).

Una de estas áreas protegidas es el Parque Estatal Sierra de Tepetzotlán donde se encuentran el Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental “Arcos del Sitio” y el centro recreativo “Mina de Cascabel”. Se localizan geográficamente en la parte norte de la cuenca del Valle de México y en el sur de la cuenca del Río Tula, abarcando parte de los límites entre el Estado de México e Hidalgo; el límite continúa sobre el borde norte de la carretera Tepetzotlán-Puente de Arcos del Sitio.

El Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental “Arcos del Sitio” recibe en promedio anual a más 450 mil visitantes, en un horario de 9:00 a 18:00 horas, los cuales tienen la posibilidad de realizar diferentes actividades y estar en contacto con la naturaleza (PEEM, 2004).

Localizado a 29 km al noroeste de la cabecera municipal de Tepetzotlán, en las coordenadas 19°76'69" latitud norte y 99°34'05" longitud oeste a una altura de 2352 msnm.



Figura 1. Mapa de la República Mexicana.

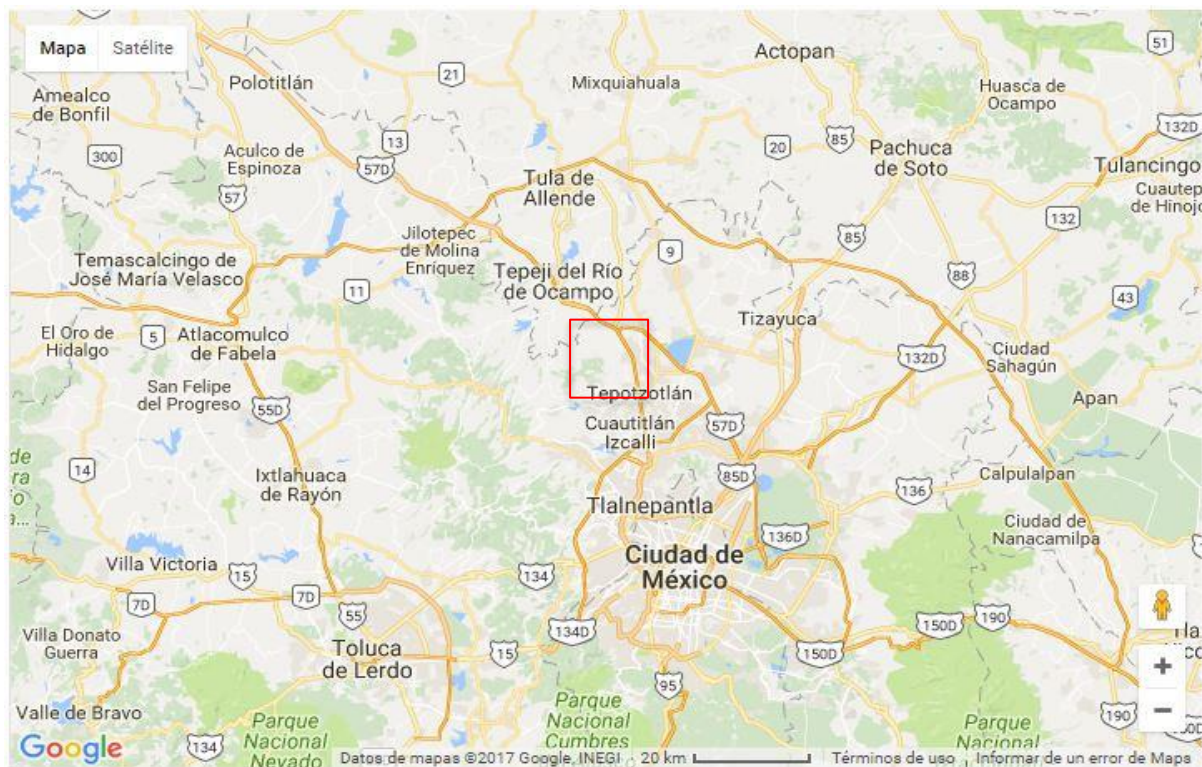


Figura 2. Mapa para la ubicación de la zona Metropolitana.

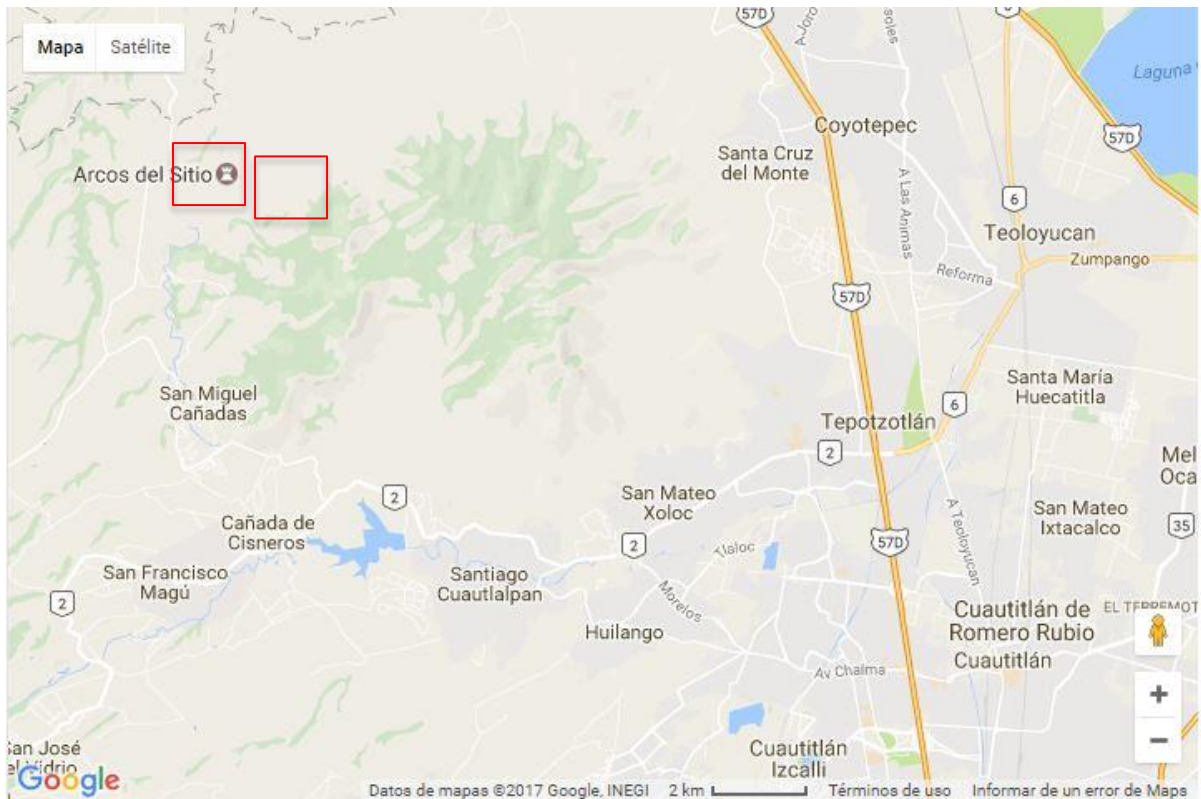


Figura 3. Ubicación de la zona de estudio.

### *Clima.*

En base a la clasificación de Köpen, el clima del parque estatal corresponde a C (W) (W'), templado subhúmedo con lluvias en verano, al localizarse en una zona de transición, tiene dos subtipos climáticos: C (W<sub>0</sub>) (W') b (i'), con precipitación media anual de 600 a 700 mm para la parte donde empieza el clima semiárido del país, siendo donde se encuentran el Centro Ecoturístico y de Educación Ambiental "Arcos del Sitio" y el centro recreativo "Mina de Cascabel" y C (W<sub>1</sub>) (W') b (i'), de precipitación media anual de 700 a 800 mm en la parte sur donde aún se conservan características de humedad del Valle de México (PEEM, 2004).

### *Topografía.*

La Sierra de Tepotzotlán corresponde al segundo sistema orográfico de la Sierra madre Occidental, la tofoforma que le corresponde es la de "Sierra", con pendientes medias pronunciadas con un rango de inclinación que va del 25 al 30% (PEEM, 2004).



### *Suelos.*

Se reconocen en el parque siete tipos diferentes de suelos, los cuales son: Feozem, Vertisol, Cambisol, Litosol, Regosol, Luvisol y Fluvisol.

Los de mayor abundancia con un 90% de la superficie total del área protegida entre los tres son: Feozem, Vertisol, Cambisol.

El 53.27% de los suelos del parque estaban erosionados para el 2004 con una pérdida de 5 ton/ha/año. Mientras que el 46.73% restante, presentaba erosión hídrica en diferentes medidas (PEEM, 2004).

### *Hidrología superficial.*

Se encuentra en la Región Hidrológica No. 26 "Alto Pánuco", dentro de la cuenca del Río Moctezuma y la Subcuenca Lago de Texcoco - Laguna de Zumpango, desde donde descarga directamente al manto acuífero del Valle de México (PEEM, 2004).

### *Vegetación.*

Se localiza en la región Xerófito mexicana del Reino Neotropical. La vegetación corresponde tanto a la provincia del "Altiplano Mexicano", así como la de las "Serranías Meridionales".

En el área se encuentran 4 tipos de vegetación, dos de origen nativo: Bosque esclerófilo caducifolio y matorral crasicaule; con dos de origen antropogénico: Pastizal inducido y Matorral bajo esclerófilo caducifolio (PEEM, 2004).

### *Tepetzotlán.*

El municipio de Tepetzotlán por su parte limita al norte con los municipios de Huehuetoca y Coyotepec, al sur con los municipios de Cuautitlán Izcalli y Nicolás Romero; al oriente con Coyotepec, Teoloyucan y Cuautitlán Izcalli; al oeste con Villa del Carbón, presenta un clima templado subhúmedo con lluvias principalmente en verano y heladas en invierno, la temperatura media es de 16°C, pero fluctúan a lo largo del año desde los 3°C en las épocas invernales hasta los 33°C en las épocas de verano. La precipitación anual es de 703.2mm (Altamirano-Álvarez *et al*, 2006).

La agricultura hasta el 2010 continuó siendo la principal actividad económica de la región, aún cuando se manifestó una transición hacia el ramo de servicios, comercio, transporte y turismo. Respecto al sector secundario, en el municipio se han establecido distintas factorías dedicadas a la transformación metalúrgica, embutidos, autopartes, textiles y tintorería; no obstante, se considera que la economía municipal es dependiente en buena medida de otros municipios de la región como Huehuetoca, Zumpango, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli (INAFED, 2005). Finalmente, se reconoce la importancia que ha adquirido en las últimas décadas el sector terciario, considerando un amplio porcentaje de la Población Económicamente Activa, empleada en la prestación de servicios turísticos. (Ramírez, et al, 2010).

### *Trabajo en campo*

El estudio se realizó en dos zonas diferentes; una fue el centro ecoturístico de arcos del sitio y la otra el área denominada "Mina de Cascabel":

Se llevaron a cabo recorridos aleatorios de 9:00 a.m. a 11:00 p.m. en ambos sitios de estudio durante las 24 salidas que se realizaron durante un año, de Noviembre del 2015 a Noviembre del 2016.

Se capturaron y se identificaron organismos mediante el uso de guías de campo en el sitio de captura. En casos en los que el organismo no pudo ser capturado o la identificación no fue posible en campo, se tomaron fotografías con una cámara modelo Nikon D3300 y Nikon Coolpix AW120 para una posterior identificación en laboratorio (Behler, *et al*, 1979; Conant *et al.*, 1998; Stebbins, 2003; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

Para identificar los recursos de la zona y su uso por parte de las diferentes poblaciones, se observó y registró el sustrato, microhábitat ocupado, hora del día y la época del año en el que el organismo hace uso de dicho recurso (Altamirano-Alvarez, 1990).

*Laboratorio.*

*Amplitud de Nicho.*

Se elaboraron tablas con las anotaciones de campo, donde se tomó en cuenta la distribución espacial, es decir el microhábitat ocupado por cada organismo, la dimensión temporal, dada por la hora en la que se encontraron los organismos y la época del año en la que fueron registrados.

A estos datos se les aplicó el índice de Simpson modificado (por Levin, 1968) donde se buscaron valores del 0 al 1.

Siendo los organismos más cercanos a 0 los más especializados y a 1 los mayormente generalistas. Entonces contemplando esto, los organismos se ubican a lo largo de este gradiente, donde los generalistas representan aquellos organismos con afinidad a diferentes tipos de recursos en proporciones semejantes; mientras que los especialistas son aquellos organismo que presentan afinidad a un solo recurso o aprovechan en mayor proporción alguno de estos.

$$D_s = \frac{(\sum P_i^2)^{-1} - 1}{N - 1}$$

Donde:

P<sub>i</sub>= Proporción de individuos que utilizan el recurso i

N= Número de recursos ocupados por la población en una dimensión.

### *Solapamiento de nicho.*

Con las mismas anotaciones se utilizó el índice de Pianka (1982), para determinar el solapamiento entre poblaciones de las diferentes especies. Así entonces cuando tiende a 0 las dos especies comparadas no se solapan y a 1 cuando del par de especies se solapan por completo.

$$O_{jk} = \frac{\sum P_{ij} P_{ik}}{\sqrt{\sum P_{ij}^2 \sum P_{ik}^2}}$$

Donde:

$P_{ij}$ : Proporción de individuos de la especie J que aprovechan el recurso i.

$P_{ik}$ : proporción de individuos de la especie k que aprovechan el recurso i.

Por último se elaboraron gráficas de amplitud y solapamiento de nicho por grupo, para sustrato, horas del día en la que se encuentran a los organismos y época del año en la que se encuentran activos, para comparar cada especie de dichos grupos.

## Resultados

En ambas localidades se encontraron un total de 22 especies diferentes, de las cuales una permaneció identificada únicamente como el género *Crotalus*. Mientras que en el caso de: *Sceloporus scalaris*, *Barisia imbricata*, *Pituophis deppei*, *Crotalus aquilus*, *Lampropeltis triangulum* y *Storeria storerioides*, únicamente se logró encontrar un ejemplar de cada una, por lo que fueron excluidas para los resultados de reparto de sustrato, hora de actividad y época del año con mayor actividad.

Sin embargo se mantienen en el trabajo, como registros para la zona.

Así pues, contemplando estos organismos se encontraron un total de 212 reptiles y 73 anfibios, dando un total de 286 organismos capturados para su identificación, de los cuales únicamente se tomaron en cuenta 279.

Tabla 1. Cantidad de organismos encontrados de cada especie de reptiles.

<i>Thamnophis eques</i>	26
<i>Storeria storerioides</i>	1
<i>Sceloporus aeneus</i>	14
<i>Sceloporus grammicus</i>	87
<i>Barisia imbricate</i>	1
<i>Thamnophis melanogaster</i>	4
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	16
<i>Sceloporus torquatus</i>	33
<i>Crotalus molossus</i>	7
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	5
<i>Conopsis nasus</i>	3
<i>Diadophis punctatus</i>	2
<i>Lampropeltis triangulum</i>	1
<i>Sceloporus spinosus</i>	6
<i>Crotalus sp.</i>	3
<i>Pituophis deppei</i>	1
<i>Sceloporus scalaris</i>	1
<i>Crotalus aquilus</i>	1

Tabla 2. Cantidad de organismos encontrados de cada especie de anfibios.

<i>Hyla eximia</i>	53
<i>Incilius occidentalis</i>	12
<i>Lithobates spectabilis</i>	4
<i>Hyla arenicolor</i>	4

Uso de microhabitats.

Tabla 3. Distribución en los microhabitats.

Especie	Microhabitat	Bajo roca	Sobre roca	Tronco de árbol	Pasto	Tierra	Hojarasca	Hueco en árbol	Sobre cactaceas	construcción	Pasto seco	Madriguera	Ssendero /camino	charca temporal
<i>Thamnophis eques</i>		18	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	1	0
<i>Thamnophis melanogaster</i>		2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>		4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crotalus molossus</i>		1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0
<i>Crotalus sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>Crotalus aquilus</i>		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conopsis nasus</i>		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diadophis punctatus</i>		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Storeria storerioides</i>		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lampropeltis triangulum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pituophis deppei</i>		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus grammicus</i>		15	40	12	2	0	0	1	15	2	0	0	0	0
<i>Sceloporus aeneus</i>		9	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus torquatus</i>		7	22	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Sceloporus spinosus</i>		1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus scalaris</i>		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phrynosoma orbiculare</i>		0	3	0	1	11	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Barisia imbricata</i>		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla eximia</i>		17	1	0	13	1	0	0	0	0	0	0	5	16
<i>Incilius occidentalis</i>		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
<i>Lithobates spectabilis</i>		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hyla arenicolor</i>		0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Como se observa en la Tabla 3, la especie que ocupó el mayor número de microhábitats fue *S. grammicus*, con siete diferentes, desde diversos tipos vegetales, sobre y bajo roca hasta construcciones hechas por el ser humano. Siendo sobre las rocas su lugar preferido, seguido de estar en la superficie de las cactáceas y bajo las rocas, los sustratos que menos ocuparon fueron: el Pasto y las construcciones humanas.

La segunda especie de la herpetofauna y la primera en cuanto a anfibios en ocupar el mayor número de microhábitats fué, *H. eximia*, con seis diferentes sustratos, siendo bajo rocas, en especial húmedas y charcas temporales los predilectos por esta población, seguido por el pasto y siendo sobre rocas y la tierra los menos preferidos.

En cuanto a serpientes, la que ocupó el mayor número fue *T. eques*, siendo bajo las rocas el microhábitat ampliamente predilecto, especialmente aquellas rocas cercanas a zonas inundadas o lugares que se encuentran inundados en la época de lluvias seguido por el pasto seco y por último en senderos y hojarasca los menos recorridos con apenas un ejemplar.

*S. torquatus* es la segunda población de saurios en ocupar mayor número de microhábitats, sin embargo muy poco versátil, debido a que ocupa preferentemente la superficie de diferentes rocas. Apenas ocupando espacios en el pasto, bajo las rocas y construcciones humanas.

*S. aeneus* prefiere los microhábitats relacionados a las rocas en especial bajo estas, y apenas dos organismos se encontraron alejados a dichas rocas en el pasto.

Los mismos espacios fueron ocupados por *S. spinosus*, sin embargo en diferente proporción. Siendo sobre las rocas, en especial agrupaciones rocosas, el espacio predilecto de la población.

La población que mostró mayor afición por un tipo de sustrato en cuanto a lagartijas fue *P. orbiculare*, pues la mayor parte de los organismos se encontraron en la tierra,

con algunos organismos sobre rocas, en particular rocas de lugares que permanecieron sin vegetación la mayor parte del año, en el pasto y pasto seco.

En el caso de los saurios *S. scalaris* y *B. imbricata* se encontró un organismo únicamente de cada especie, por lo que la información es de registro, éstos ejemplares se encontraron en hojarasca y pasto respectivamente.

En cuanto a las serpientes, la que mostró mayor especialización fue *C. nasus*, debido a que todos los individuos encontrados, se encontraban bajo rocas.

*C. molossus*, mayoritariamente ocupó el pasto seco como microhábitat, con únicamente un organismo bajo roca y otro dentro de una madriguera.

*T. cyrtopsis* y *T. melanogaster* se encontraron con una distribución muy restringida a bajo rocas ambas, sin embargo, *T. melanogaster* prefirió en especial aquellas cerca de cuerpos de agua, mientras que *T. cyrtopsis* prefirió aquellas alejadas de los cuerpos de agua y la humedad. Estas únicamente presentaron un organismo sobre roca y otro en el sendero la primera y un organismo sobre el pasto la segunda únicamente, lo que la hace más afín a su hábitat predilecto.

*D. punctatus*, únicamente se encontraron dos organismos uno bajo roca al lado de un lago y otro en un sendero a lado del río por lo que no se puede decir nada con respecto a esta población como en el caso de *P. deppei*, *C. aquilus*, *L. triangulum*, *S. storerioides* que únicamente se encontró un organismo de cada una, en hojarasca, bajo roca, en construcción y bajo roca respectivamente, por lo que no son dato que únicamente sirven como registro para estudios posteriores.

Igual que lo antes mencionado según los resultados plasmados en la Tabla 3, en el caso de anfibios, sobre todo el orden anura, se encontró que la mayoría de las especies se encuentran en pocos microhabitats o inclusive se mostraron prácticamente especialistas. Así entonces *Incilius occidentalis*, se encontraron la mayoría de sus organismos bajo rocas y los demás en senderos con muchas rocas y charcas temporales. *Lithobates spectabilis* se distribuyó tanto en charcas temporales,



como en el pasto al lado de un lago y en senderos con alto número de charcas temporales, por lo que se le asocia a cuerpos de agua.

Por último *H. arenicolor* se encontró en lugares más secos, aunque no alejados del todo de cuerpos de agua como sobre rocas, donde se encontraron la mayoría de estos organismos y uno más en una construcción.

#### *Amplitud de Nicho.*

En cuanto a la amplitud de nicho se formuló una tabla con los respectivos *Ds* de cada población para determinar qué tan amplio o no es cada uno (Tabla 4).

Tabla 4. *Amplitud de Nicho (sustrato).*

<b>Población</b>	<b><i>Ds</i></b>
<i>Thamnophis eques</i>	0,072
<i>Thamnophis melanogaster</i>	0,138
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	0,039
<i>Crotalus molossus</i>	0,067
<i>Conopsis nasus</i>	0
<i>Diadophis punctatus</i>	0,083
<i>Sceloporus grammicus</i>	0,202
<i>Sceloporus aeneus</i>	0,090
<i>Sceloporus torquatus</i>	0,083
<i>Sceloporus spinosus</i>	0,130
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	0,078
<i>Hyla eximia</i>	0,244
<i>Incilius occidentalis</i>	0,066
<i>Lithobates spectabilis</i>	0,138
<i>Hyla arenicolor</i>	0,05

En la Tabla 4 se observó que prácticamente la comunidad herpetofaunística se encuentra formada por poblaciones especialistas, sin embargo hay poblaciones que son más especialistas en cuanto al espacio que otras. Siendo *C. nasus* la que se mostró totalmente especialistas a estar bajo rocas, pues no se le encontró en ningún otro microhábitat.

Por el contrario *H. eximia* (0.244) mostró ser la menos especialista, aunque a pesar de desarrollarse en gran número de microhábitats, la mayor proporción de la población se desarrolla en dos en particular. La segunda población menos especialista es *S. grammicus* con 0. 202, por el número de microhábitats que utiliza, el cual es el mayor entre todas las especies.

Las otras especies que no resultaron tan especialistas como la mayoría son: *L.spectabilis*, *T. melanogaster* y *S. spinosus* con valores de Ds de 0.138, 0.138 y 0.130, respectivamente.

Las demás poblaciones son casi totalmente especialistas, debido a que ocupan muy poca cantidad de sustratos y se distribuyen principalmente en uno de estos, por lo que los valores son menores a 0.1.

Tabla 5. Solapamiento de Nicho (sustrato).

Ojk	<i>T. eques</i>	<i>T. melanogaster</i>	<i>T. cyrtopsis</i>	<i>C. molossus</i>	<i>Crotalus sp.</i>	<i>C. aquilus</i>	<i>C. nasus</i>	<i>D. punctatus</i>	<i>S. grammicus</i>	<i>S. aeneus</i>	<i>S. torquatus</i>	<i>S. spinosus</i>	<i>P. orbiculare</i>	<i>H. eximia</i>	<i>I. occidentalis</i>	<i>L. spectabilis</i>	<i>H. arenicolor</i>
<i>Thamnophis eques</i>	1.000	0.794	0.918	0.486	0.315	0.946	0.946	0.706	0.302	0.878	0.284	0.253	0.027	0.600	0.870	0.386	0.000
<i>Thamnophis melanogaster</i>	0.794	1.000	0.792	0.157	0.000	0.816	0.816	0.866	0.609	0.884	0.631	0.546	0.107	0.600	0.913	0.333	0.387
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	0.918	0.792	1.000	0.187	0.000	0.970	0.970	0.686	0.320	0.951	0.323	0.389	0.021	0.722	0.868	0.495	0.000
<i>Crotalus molossus</i>	0.486	0.157	0.187	1.000	0.962	0.192	0.192	0.136	0.062	0.179	0.058	0.051	0.084	0.120	0.172	0.079	0.000
<i>Crotalus sp.</i>	0.315	0.000	0.000	0.962	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>Crotalus aquilus</i>	0.946	0.816	0.970	0.192	0.000	1.000	1.000	0.707	0.320	0.928	0.300	0.267	0.000	0.625	0.894	0.408	0.000
<i>Conopsis nasus</i>	0.946	0.816	0.970	0.192	0.000	1.000	1.000	0.707	0.320	0.928	0.300	0.267	0.000	0.625	0.894	0.408	0.000
<i>Diadophis punctatus</i>	0.706	0.866	0.686	0.136	0.000	0.707	0.707	1.000	0.226	0.656	0.212	0.189	0.000	0.571	0.949	0.289	0.000
<i>Sceloporus grammicus</i>	0.302	0.609	0.320	0.062	0.000	0.320	0.320	0.226	1.000	0.569	0.908	0.791	0.226	0.251	0.286	0.148	0.822
<i>Sceloporus aeneus</i>	0.878	0.884	0.951	0.179	0.000	0.928	0.928	0.656	0.569	1.000	0.598	0.606	0.099	0.690	0.830	0.463	0.294
<i>Sceloporus torquatus</i>	0.284	0.631	0.323	0.058	0.000	0.300	0.300	0.212	0.908	0.598	1.000	0.906	0.258	0.284	0.269	0.175	0.909
<i>Sceloporus spinosus</i>	0.253	0.546	0.389	0.051	0.000	0.267	0.267	0.189	0.791	0.606	0.906	1.000	0.256	0.452	0.239	0.327	0.761
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	0.027	0.107	0.021	0.084	0.087	0.000	0.000	0.000	0.226	0.099	0.258	0.256	1.000	0.086	0.000	0.036	0.248
<i>Hyla eximia</i>	0.600	0.600	0.722	0.120	0.000	0.625	0.625	0.571	0.251	0.690	0.284	0.452	0.086	1.000	0.641	0.930	0.035
<i>Incilius occidentalis</i>	0.870	0.913	0.868	0.172	0.000	0.894	0.894	0.949	0.286	0.830	0.269	0.239	0.000	0.641	1.000	0.365	0.000
<i>Lithobates spectabilis</i>	0.386	0.333	0.495	0.079	0.000	0.408	0.408	0.289	0.148	0.463	0.175	0.327	0.036	0.930	0.365	1.000	0.000
<i>Hyla arenicolor</i>	0.000	0.387	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.822	0.294	0.909	0.761	0.248	0.035	0.000	0.000	1.000

Según lo mostrado en la table anterior, se observa un efecto espejo en la tabla de valores de solapamiento de sustrato por la comparación de las diferentes poblaciones, siendo el número uno la parte media de la tabla, donde se compara cada población consigo misma y representa un máximo de solapamiento.

En esta tabla sobresalen los valores de solapamiento nulo que se dan tanto en especies del mismo grupo, como en especies de diferente grupo, por ejemplo: entre *H. arenicolor* y *L. spectabilis* para el primer caso, como en *I. occidentalis* y *P. orbiculare* para el segundo caso.

Pero también hay especies que se solapan en lo que respecta al uso de los mismos sustratos, como es el caso de: *T. cyrtopsis* y *T. eques*.

Actividad diaria.

Tabla 6. Horas de actividad diaria de cada especie.

	9-10 am	10-11am	11-12am	12-1pm	1-2pm	2-3pm	3-4pm	4-5pm	5-6pm	6-7pm	7-8pm	8-9pm	9-10pm	10-11pm
<i>Thamnophis eques</i>	0	6	2	5	0	1	6	4	0	1	1	0	0	0
<i>Thamnophis melanogaster</i>	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Crotalus molossus</i>	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Crotalus sp.</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crotalus aquilus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conopsis nasus</i>	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diadophis punctatus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Storeria storerioides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lampropeltis triangulum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pituophis deppei</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus grammicus</i>	1	17	34	13	1	5	10	5	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus aeneus</i>	2	0	2	1	0	2	3	3	1	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus torquatus</i>	1	9	7	1	0	2	10	3	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus spinosus</i>	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus scalaris</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	0	0	2	1	1	3	8	1	0	0	0	0	0	0
<i>Barisia imbricata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla eximia</i>	0	22	8	0	0	4	13	4	0	1	1	0	0	0
<i>Incilius occidentalis</i>	0	6	0	0	0	0	3	2	0	1	0	0	0	0
<i>Lithobates spectabilis</i>	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla arenicolor</i>	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

En la Tabla 6 se observan las horas de actividad las diferentes especies encontradas, siendo de 10 de la mañana a 12 del día el horario con mayor número de organismos encontrados en general, aunque de 3pm a 4pm se observó un segundo periodo de actividad.

Por el Contrario de 8pm a 11pm fue imposible encontrar organism alguno en cualquiera de las diferentes 24 salidas. El segundo horario que menos organismos presento fue de 7 pm a 8 pm con unicamente dos organismos, uno de *T. eques* y uno de *I. occidentalis*.

*Amplitud de Nicho Tiempo.*

Tabla 7. *Amplitud de Nicho (Tiempo).*

Espece	Ds
<i>Thamnophis eques</i>	0,3564102564
<i>Thamnophis melanogaster</i>	0,1282051282
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	0,1978021978
<i>Crotalus molossus</i>	0,1324786325
<i>Crotalus sp.</i>	0
<i>Crotalus aquilus</i>	0
<i>Conopsis nasus</i>	0,06153846154
<i>Diadophis punctatus</i>	0,2692307692
<i>Sceloporus grammicus</i>	0,2527659204
<i>Sceloporus aeneus</i>	0,3942307692
<i>Sceloporus torquatus</i>	0,2649921507
<i>Sceloporus spinosus</i>	0,06153846154
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	0,1692307692
<i>Hyla eximia</i>	0,2217556079
<i>Incilius occidentalis</i>	0,1446153846
<i>Lithobates spectabilis</i>	0,1282051282
<i>Hyla arenicolor</i>	0,1282051282

En la Tabla anterior (Tabla 7), se observa el valor de la amplitud de nicho con respecto al tiempo, en esta no se obtuvo ningun valor de Ds por encima de 0. 356, lo que sugiere que las poblaciones encontradas en la zona son especielaistas.

El género *Thamnophis* (Figura 4), mostró solapamiento en una gráfica trimodal, de 10:00 am a 11:00 am, donde se solapan *T. eques* y *T. cyrtopsis*. De 12:00 pm a 1:00 pm, cuando se solapan las tres especies. El tercer pico que mostró solapamiento fué de 2:00 a 6:00 pm donde *T. eques* mostró su principal pico de 3 a 4 pm, mientras que, *T. melanogaster* y *T. cyrtopsis*, no mostraron un pico como tal, pero sí un periodo de actividad estable de 1a 4pm y de 2 a 6 pm respectivamente.

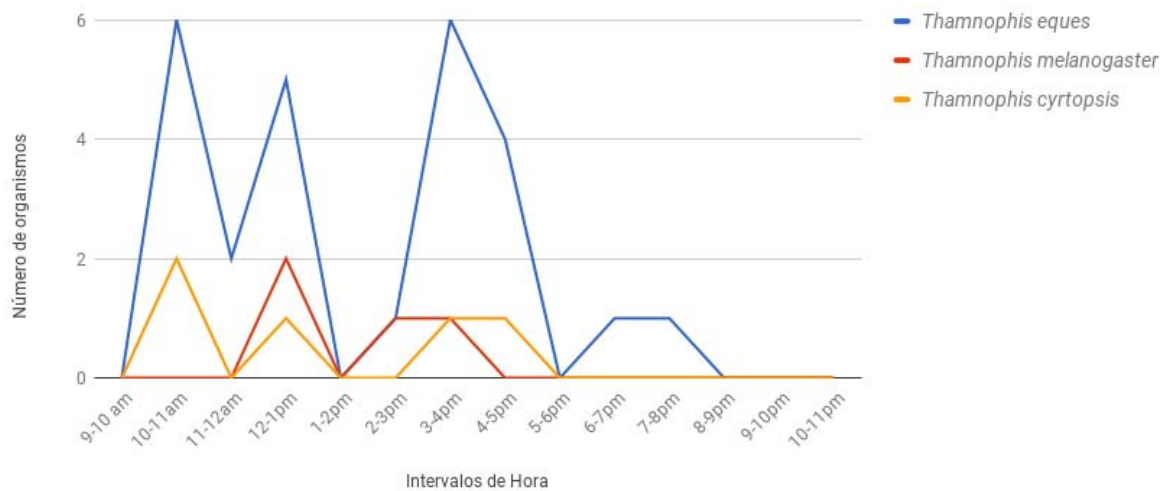


Figura 4. Actividad durante el día del género *Thamnophis*.

En el caso de las lagartijas (Fig. 5), donde se mezcló el género *Sceloporus* con el género *Phrynosoma*, debido que son todas las especies de saurios. En este gráfico se comportó de manera bimodal, donde se solapan la mayoría de las especies. El primero se observó de 11:00 am a 12:00 pm, cuando se solapan *S. grammicus*, *S. spinosus* y *P. orbiculare*, en el caso de *S. torquatus*, entra dentro del pico de actividad más grande de *S. grammicus*, sin embargo cuando este último comienza a crecer, el de *S. torquatus* llega su máximo, así mismo se desfasa de *S. spinosus* y *P. orbiculare*. En el caso de *S. aeneus*, solo presentó algunos organismos a diferentes horas, sin formar un patrón de actividad.

El segundo pico de actividad se observa muy marcado de 3 a 4 pm, donde se solapan las 5 especies, mostrando que tienen actividad entre 1 y 6 pm. Aunque *S. aeneus* no mostró un pico de actividad como tal si mostró una distribución temporal uniforme de organismos en este mismo horario.

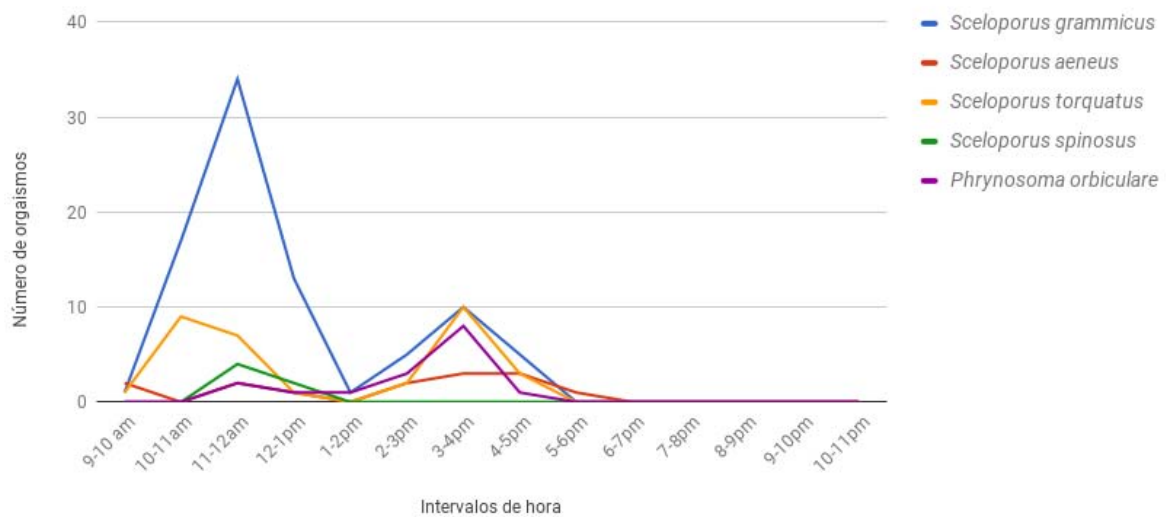


Figura 5. Actividad diaria de Saurios.

En cuestión de anfibios (Fig. 6). Se observó un gráfico bimodal, donde el primer pico se encontró de 10 a 11 de la mañana, donde interactúan *H. eximia*, *I. occidentalis* e *H. arenicolor*. El segundo se observa a de 3 a 4 pm donde muestran una marcada actividad, *H. eximia*, *I. occidentalis* y *L. spectabilis*. Sin embargo, bajo este mismo pico de actividad, de 1 a 6 pm, aunque no se en su punto más alto también se encuentra actividad de 2 a 3 pm de *H. arenicolor*. Por lo que se puede decir que es en este horario cuando las 4 especies encontradas solapan sus horario de actividad. Además de estas dos horas de actividad intensa, se observa que *H. arenicolor* tiene actividad de 12 a 1 pm. Mientras que de 6 a 7 y de 7 a 8 pm, *Incilius occidentalis* e *Hyla eximia* presentan baja actividad respectivamente.

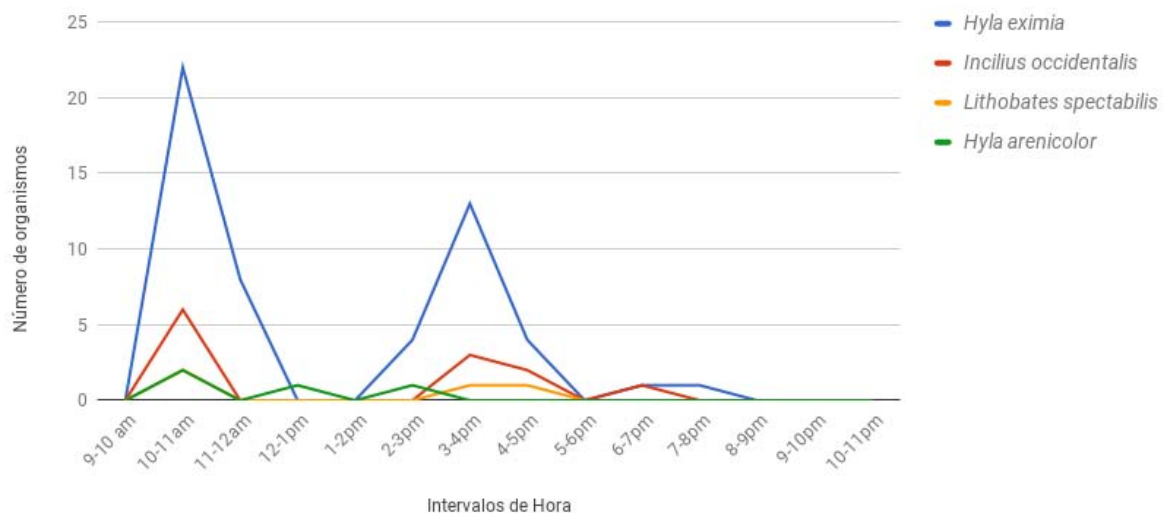


Figura 6. Actividad diaria de Anfibios.

En el caso de los crotálidos (Fig. 7), no se tomó en cuenta a *C. aquilus*, debido a que un organismo no es lo suficiente para determinar la hora de actividad, sin embargo, sí se pudo observar que el género tiene una marcada hora de actividad de 10 a 11 am, además, en el caso de *C. molossus* tiene dos picos de actividad de 2 a 1 pm y de 4 a 5 pm en el caso de *C. molossus*.

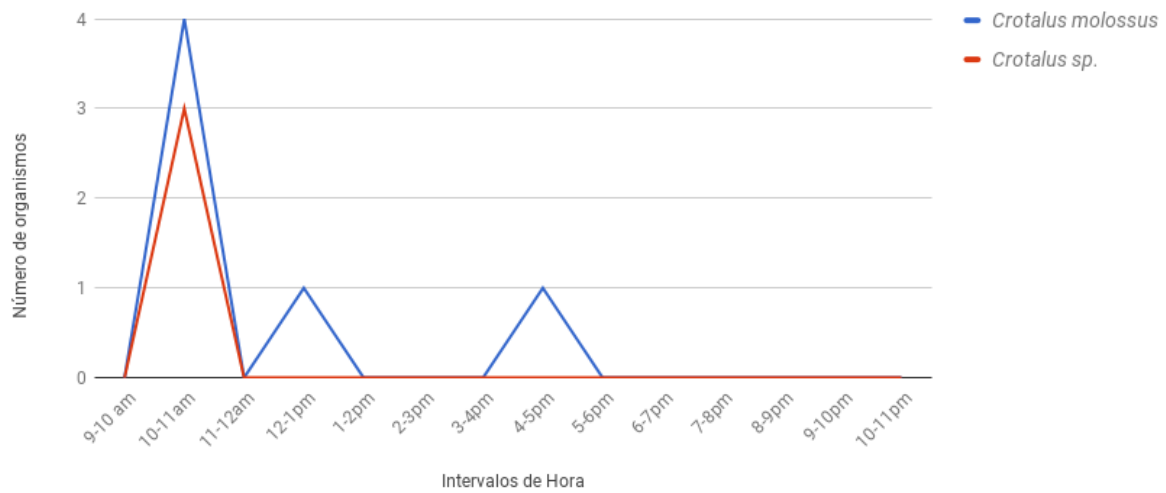


Figura 7. Actividad diaria género *Crotalus*.



Solapamiento de nicho (tiempo).

Tabla 8. Solapamiento de nicho (tiempo).

Ojk	<i>T. eques</i>	<i>T. melanogaster</i>	<i>T. cyrtopsis</i>	<i>C. molossus</i>	<i>Crotalus sp.</i>	<i>C. aquilus</i>	<i>C. nasus</i>	<i>D. punctatus</i>	<i>S. grammicus</i>	<i>S. aeneus</i>	<i>S. torquatus</i>	<i>S. spinosus</i>	<i>P. orbiculare</i>	<i>H. eximia</i>	<i>I. occidentalis</i>	<i>L. spectabilis</i>	<i>H. arenicolor</i>
<i>Thamnophis eques</i>	1.000	0.634	0.932	0.710	0.548	0.456	0.572	0.387	0.695	0.662	0.857	0.367	0.653	0.826	0.813	0.820	0.671
<i>Thamnophis melanogaster</i>	0.634	1.000	0.463	0.192	0.000	0.816	0.365	0.866	0.398	0.505	0.365	0.365	0.593	0.253	0.173	0.167	0.500
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	0.932	0.463	1.000	0.891	0.756	0.378	0.338	0.267	0.558	0.468	0.773	0.169	0.423	0.841	0.909	0.926	0.772
<i>Crotalus molossus</i>	0.710	0.192	0.891	1.000	0.943	0.236	0.000	0.167	0.482	0.167	0.602	0.105	0.053	0.791	0.867	0.866	0.866
<i>Crotalus sp.</i>	0.548	0.000	0.756	0.943	1.000	0.000	0.000	0.000	0.405	0.000	0.575	0.000	0.000	0.803	0.849	0.816	0.816
<i>Crotalus aquilus</i>	0.456	0.816	0.378	0.236	0.000	1.000	0.000	0.707	0.309	0.177	0.064	0.447	0.112	0.000	0.000	0.000	0.408
<i>Conopsis nasus</i>	0.572	0.365	0.338	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.575	0.632	0.771	0.400	0.900	0.555	0.379	0.365	0.000
<i>Diadophis punctatus</i>	0.387	0.866	0.267	0.167	0.000	0.707	0.000	1.000	0.303	0.375	0.136	0.316	0.316	0.103	0.000	0.000	0.577
<i>Sceloporus grammicus</i>	0.695	0.398	0.558	0.482	0.405	0.309	0.575	0.303	1.000	0.581	0.806	0.862	0.484	0.709	0.478	0.476	0.505
<i>Sceloporus aeneus</i>	0.662	0.505	0.468	0.167	0.000	0.177	0.632	0.375	0.581	1.000	0.678	0.395	0.751	0.484	0.375	0.433	0.217
<i>Sceloporus torquatus</i>	0.857	0.365	0.773	0.602	0.575	0.064	0.771	0.136	0.806	0.678	1.000	0.429	0.743	0.942	0.813	0.809	0.548
<i>Sceloporus spinosus</i>	0.367	0.365	0.169	0.105	0.000	0.447	0.400	0.316	0.862	0.395	0.429	1.000	0.250	0.261	0.000	0.000	0.183
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	0.653	0.593	0.423	0.053	0.000	0.112	0.900	0.316	0.484	0.751	0.743	0.250	1.000	0.555	0.411	0.411	0.183
<i>Hyla eximia</i>	0.826	0.253	0.841	0.791	0.803	0.000	0.555	0.103	0.709	0.484	0.942	0.261	0.555	1.000	0.929	0.909	0.715
<i>Incilius occidentalis</i>	0.813	0.173	0.909	0.867	0.849	0.000	0.379	0.000	0.478	0.375	0.813	0.000	0.411	0.929	1.000	0.981	0.693
<i>Lithobates spectabilis</i>	0.820	0.167	0.926	0.866	0.816	0.000	0.365	0.000	0.476	0.433	0.809	0.000	0.411	0.909	0.981	1.000	0.667
<i>Hyla arenicolor</i>	0.671	0.500	0.772	0.866	0.816	0.408	0.000	0.577	0.505	0.217	0.548	0.183	0.183	0.715	0.693	0.667	1.000

Según lo mostrado en la Tabla 8, se observa solapamiento, por lo menos en lo que corresponde al recurso temporal entre muchas poblaciones y solapamiento casi nulo en algunas otras.

Sin embargo, las que más llaman la atención son las del género *Thamnophis*, debido a su solapamiento mutuo, principalmente *T. eques* y *T. cyrtopsis*.

Otro caso sobresaliente se observa en anfibios con *I. occidentalis* y *L. spectabilis*, cuyo valor es de 0.98 (el más alto de todos).

Hay también poblaciones con 0 solapamiento, sobre todo en poblaciones de grupos taxonómicos diferentes, por ejemplo: *S. torquatus* con *I. occidentalis*.

Actividad durante el año.

Tabla 9. Actividad a lo largo del año de las diferentes poblaciones.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<i>Thamnophis eques</i>	0	0	0	4	7	6	0	0	1	6	0	2
<i>Thamnophis melanogaster</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	0	0	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0
<i>Crotalus molossus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4	0	0
<i>Crotalus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Crotalus aquilus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conopsis nasus</i>	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Diadophis punctatus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Storeria storerioides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lampropeltis triangulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pituophis deppei</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sceloporus grammicus</i>	0	1	2	26	8	20	4	9	9	3	0	5
<i>Sceloporus aeneus</i>	0	2	1	1	3	1	1	2	1	0	0	2
<i>Sceloporus torquatus</i>	0	2	0	4	10	8	2	3	3	0	0	0
<i>Sceloporus spinosus</i>	0	0	0	1	2	2	0	0	1	0	0	0
<i>Sceloporus scalaris</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	0	0	0	1	10	3	1	0	0	1	0	0
<i>Barisia imbricata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyla eximia</i>	0	0	0	11	8	6	14	9	2	3	0	0
<i>Incilius occidentalis</i>	0	0	0	1	0	6	4	1	0	0	0	0
<i>Lithobates spectabilis</i>	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
<i>Hyla arenicolor</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0

En cuanto a la actividad que realizan a lo largo del año (Tabla 9), se puede observar que los meses donde hay mayor actividad de herpetofauna, fueron aquellos que comprenden de Abril a Julio.

En cuanto al género *Thamnophis* se encontró según la Figura 8 que; la época de mayor actividad para las 3 especies fue de Marzo a Julio, sin embargo *T. cyrtopsis* mostró actividad en los meses que van de Julio a Octubre. Por otra parte, *T. eques*, tuvo un pico de actividad que va de Septiembre a Noviembre.

Mientras que de Enero a Marzo fue imposible encontrar algún organismos correspondiente a este grupo.

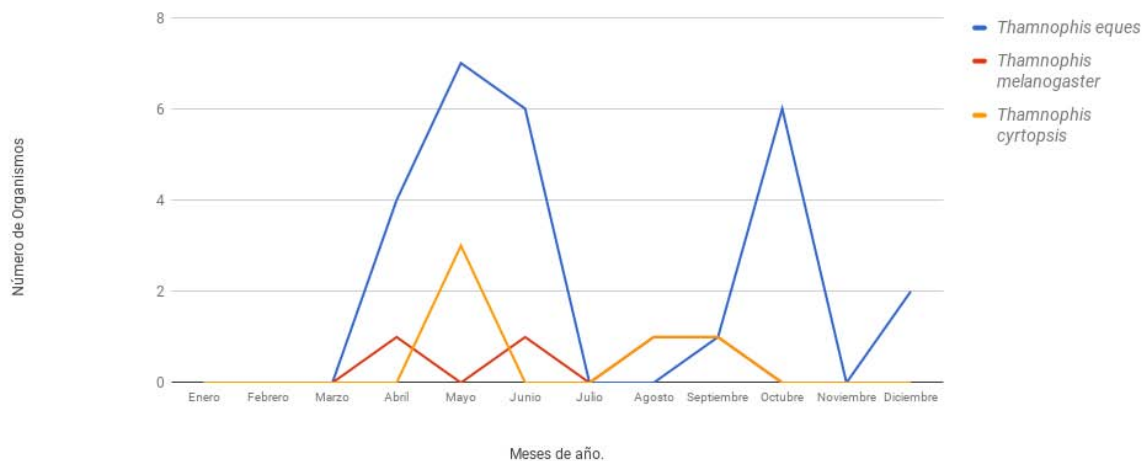


Figura 8. Actividad durante el año del género *Thamnophis*.

Para el género *Crotalus* (Fig. 9), solo se contó con dos especies, para el gráfico, una que no fue posible identificar y la segunda fué *C. Molossus*, en estas se observaron dos épocas del año de actividad, una constante de Marzo a Julio, donde se encontró un organismo por mes y otra en Octubre, cuando se lograron encontrar diversos organismos y mudad de este género.

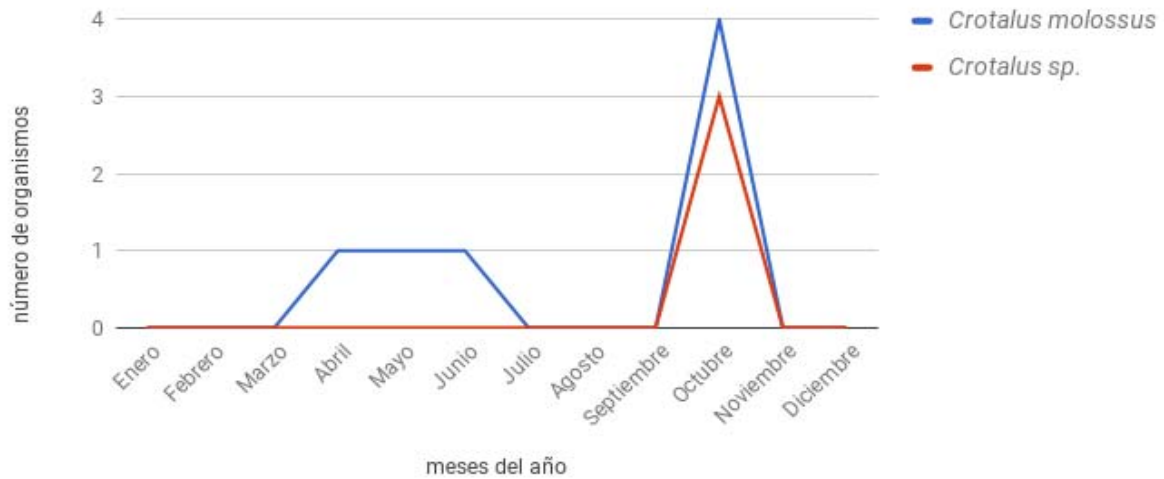


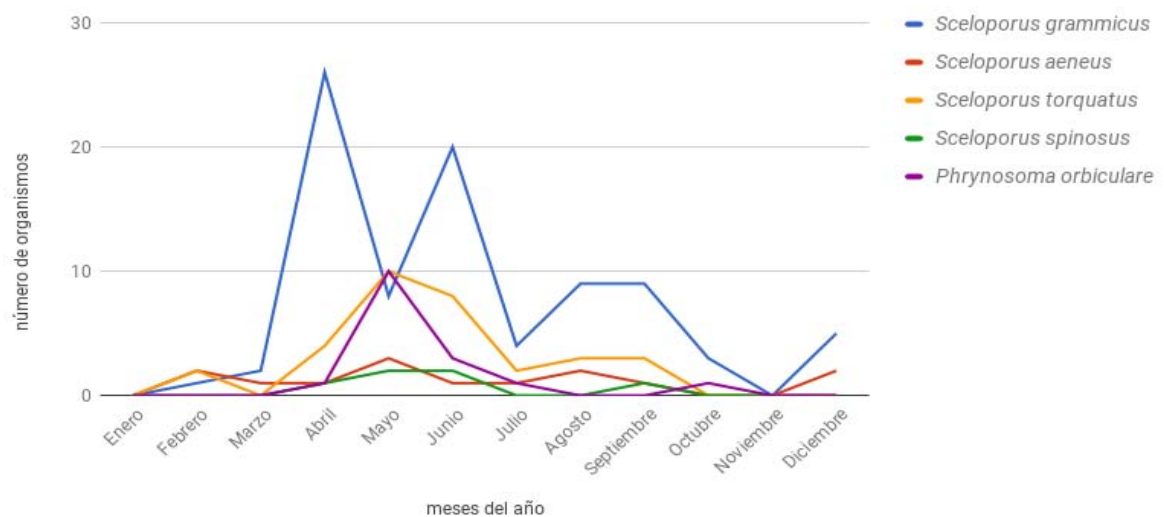
Figura 9. Actividad durante el año del género *Crotalus*.

Para el caso de lagartijas, como se muestra en la figura 10, se mostró actividad desde Enero hasta Diciembre, donde las diferentes especies tienen épocas en las que se pudo observar mayormente su actividad.

Por ejemplo: *S. grammicus*, tiene tres épocas en las que se observó gran cantidad de organismos, la primera fué en Abril, después en Junio y de Agosto a Septiembre.

Tres especies mostraron su actividad principal en Mayo, *S. torquatus*, *S. aeneus* y *P. orbiculare*, aunque cada población tuvo otras épocas en las que mostraron poca actividad, de Agosto a Septiembre, en Agosto y Octubre respectivamente.

Por último *S. spinosus* mostró su mayor actividad en Junio y un pequeño pico de actividad en Septiembre, siendo imposible encontrar organismos el resto del año.



Fiura 10. Actividad durante el año de saurios.

En lo que respecta a los anfibios, se observó (vease Fig. 11) que la época de actividad va desde Marzo hasta Noviembre, lo que deja los meses desde Diciembre hasta Marzo. Sin embargo, los meses en los que las especies tienen actividad son diferentes. Así pues, *H. eximia* por ejemplo, tiene su máxima actividad en abril y Julio, con otro pequeño pico en Octubre. *I. occidentalis*, por su parte se encuentra mayormente presente en Junio y presenta otro pequeño pico de actividad en Abril. *L. spectabilis*, presentó actividad únicamente en Junio y Julio. Por último, *H. arenicolor* presentó su mayor actividad de Julio a Septiembre.

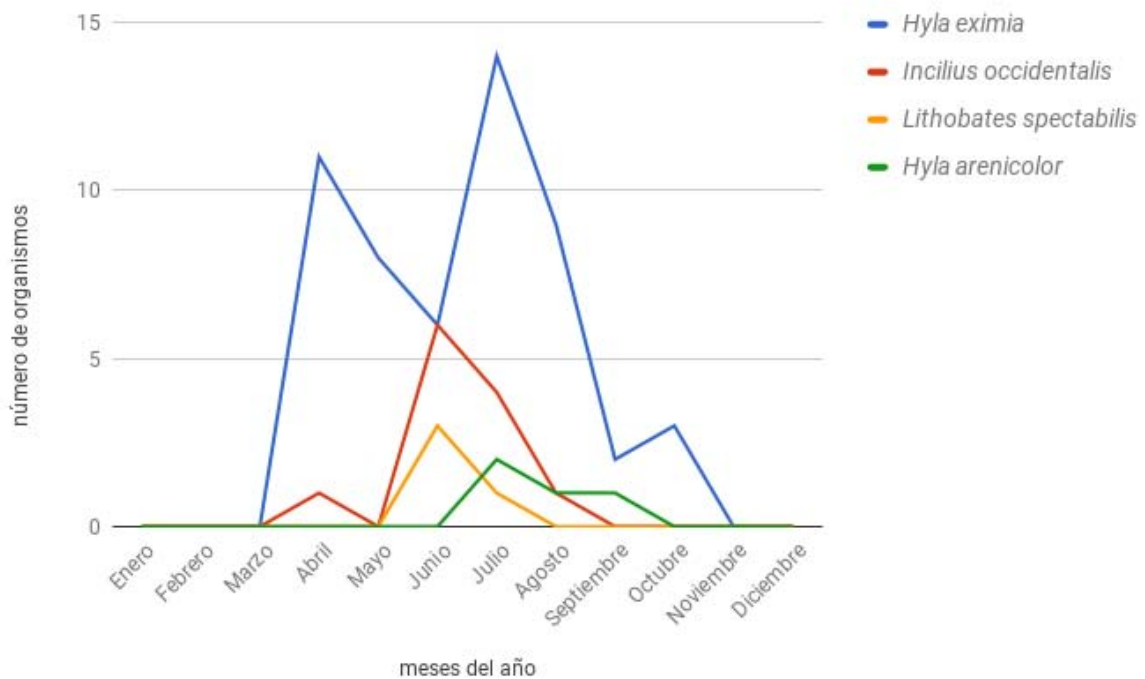


Figura 11. Actividad durante el año de anfibios.

## Discusión.

Es importante saber que para el estudio del reparto de recursos, este se divide en tres: Espacio, tiempo y alimentación, para facilitar el estudio y entender fácilmente el solapamiento de nicho (Santoyo-Brito *et al.*, 2010). Sin embargo, dados los métodos para la identificación de la alimentación en vida silvestre como el análisis de contenido de tracto digestivo, mediante la regurgitación forzada, donde puede morir el animal o sacrificando al animal y el reconocimiento de alimentación por vía fecal, lo que resulta complicado en vida silvestre (Gallina *et al.*, 2011), se tomó la decisión de excluir este factor, para no alterar la población de la zona.

Para la distribución en el tiempo, se tienen dos escalas: la mensual y la de hora de principal actividad al día. Para esto también se han desarrollado estudios tanto específicos como con respecto a los grupos.

En cuanto a la distribución de organismos se conoce que en las especies encontradas en el estudio como: *S. grammicus*, *S. scalaris* y *P. orbiculare*, se comportan también de manera especialista en otras zonas de estudio, así como otras especies de la familia Phrynosomatidae, con valores de Ds cercanos a 0. Como es el caso del estudio realizado por Ortega *et al.*, (1982) en la reserva de La Michilía en la Sierra Madre Occidental.

Para el caso particular de *S. grammicus*, Altamirano-Álvarez *et al.*, (2015) encontraron que; en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala se distribuye mayoritariamente en zonas áridas, suponiendo que prefieren estas zonas por la mayor exposición al sol y por la concentración de alimento. Lo cual corresponde a lo observado en el presente estudio, donde los sustratos preferidos fueron aquellos donde la luz del sol carece de obstáculos para irradiar de manera directa sobre el organismo, como la superficie de las rocas o de algunas plantas como cactáceas. Sin embargo, otro de los sustratos favoritos de *S. grammicus* fue bajo las rocas, lo que posiblemente se debió a hábitos alimenticios, pues bajo algunas rocas de gran tamaño donde se podía desarrollar actividad había una gran concentración de invertebrados (larvas de coleopteron, Hemipteros, Formicidos, arácnidos y algunos ejemplares adultos de coleopteros no identificados), sin embargo la presencia de esta

especie se atribuye principalmente a la protección de las horas de mayor temperatura, pues los ejemplares de esta especie se encontraron entre 11:45 y 4:00 pm (Fig. 5), por lo que se supone que fué después de la hora de asoleo que reporta Altamirano-Álvarez *et al.*, (2015), la cual finaliza a las 12:00 hrs.

*S. aeneus*, prefirió microhábitats rocosos, ya sea sobre o bajo las rocas, pero conservando el sustrato rocoso en todos los avistamientos de organismos, así entonces se corrobora con la información de la lista roja donde se hace referencia a su preferencia de hábitats boscosos y rocosos principalmente (Red List, 2016).

El mismo caso sucede con *S. torquatus*, pues prefiere ampliamente las zonas rocosas a las demás, lo cual corresponde a lo dicho por Canseco-Márquez *et al.*, (2008), donde reportan para Red List, a esta especie en zonas semi-desérticas y rocosas a gran altura principalmente. Así entonces se prueban los hábitos especialistas para micro hábitats rocosos y de elevada altitud, siendo la altitud mínima de 2326 msnm y una máxima de 2408 msnm.

*P. orbiculare*, se mostró semejante a como típicamente se observó en los estudios de: Ortega *et al.*, (1982), Castro-Franco, (2002) y en la Red List (2016), donde aunque a pesar de haber sido reportados en diferentes hábitats, incluyendo campos de cultivo y bosques, se reconoce el suelo seco y suelo con vegetación arbustiva o de pastizal como su principal área de distribución. En dichos casos se comporta ampliamente especialista con respecto al suelo sin vegetación, también mostró un período de actividad muy marcado y corto tanto en horas de actividad por día, como en los meses de principal actividad, donde el pico máximo es en mayo que se le puede atribuir a la época de nacimientos de esta especie, debido a que los organismos encontrados fueron principalmente crías. Además de esto se conoce a esta especie como especialista en la dieta al consumir principalmente pocas especies de hormigas grandes que se distribuyen en la misma zona que éstos (Castillo, 2001) y (Andreu, 2015).

Por estas cualidades en el uso de recursos por dicha población podría considerarse como un bioindicador al ser tan especialista y utilizar recursos tan acotadamente, así pues se puede decir con su desaparición o la disminución de sus poblaciones, que el medio a cambiado sus características originales y ha sido reemplazado por otro



nuevo. En el otro caso, donde la población crece, se puede sugerir que el hábitat se ha sido impactado por y ha perdido diferentes microhabitats provocando características muy similares en la zona, como en los casos donde la vegetación es removida por manos del hombre para la construcción de caminos, zonas de cultivo o campos de recreación.

En lo que respecta a las serpientes, se han hecho pocos estudios, por la complejidad que respecta, pues se las encuentra en menor número, dado su papel en la red trófica, ya que el género *Thamnophis* se alimenta principalmente de anfibios del Género *Hyla* y *Pseudoeurycea*, diferentes géneros de peces, lagartijas de diferentes géneros, roedores y serpientes incluyendo viperinas, en el caso de *T. eques* e inclusive invertebrados tales como larvas de coleópteros y acociles, colocando a estos organismos como consumidores terciarios principalmente (Manjarrez, 2007; Manjarrez, 2015; Silva *et al.*, 2015; Aurelio *et al.*, 2004).

Otro problema es que la complejidad de encontrarlas es marcada por sus hábitos esquivos y más aún complicado determinar un micro hábitat predilecto, horas de actividad y demás factores, por lo que se vuelve difícil determinar el uso de recursos de estas. Así también, se reconoce la complejidad y el riesgo de la interacción o el acercamiento a algunas especies, como es el caso del Género *Crotalus*, que representan un riesgo para la salud cuando suceden accidentes, es decir mordeduras, con ejemplares de este género, dadas sus características venenosas, por dicho motivo en algunos estudios dichos ejemplares no solamente no son contemplados, si no que en ocasiones son evitados (Mantilla Ortiz *et al.*, 2014), (Andreu *et al.*, 2015).

Otro fenómeno conocido es que las especies más afectadas por la perturbación humana son aquellas de gran tamaño, tiempos de vida largos y bajo potencial reproductivo (Urbina-Cardona *et al.*, 2008). Ésto también nos puede explicar en cierta medida porque las serpientes grandes como *C. molossus* no son tan abundantes, sin embargo, esto no nos da una explicación del porqué no se encontraron suficientes organismos de otras poblaciones de serpientes físicamente más pequeñas, como en el caso de *C. aquilus*, *Crotalus* sp., *C. nasus* o *S. storerioides*, por lo que quizá sea prudente realizar estudios futuros enfocados en estas poblaciones en específico, para

poder entender el porqué de sus bajos avistamientos, en comparación con otras serpientes.

Sin embargo, se han realizado estudios como el aquí presente, donde se encontró un micro hábitat y horarios de actividad predilecto para diferentes poblaciones y alguno otros como es el caso de las serpientes del noreste de Arizona, entre otros, donde se busca conocer tanto el uso de recursos, cómo hacer aportaciones a la Historia natural de diferentes especies (Fitch, 1982.).

En otros trabajos se encontró que en áreas de cultivo las serpientes tienden a desplazarse en menor medida que en los bosques secundarios y primarios contiguos a esta dicha zona, de modo que la vegetación afecta la distribución y abundancia de las serpientes, por eso se puede explicar el porqué en algunos puntos se encontraron tantos organismos en especial en la zona donde el terreno es utilizado para cultivar, en este caso principalmente maíz, en diferentes microhábitats a diferencia de zonas con los mismos microhábitats, pero con mayor afluencia de gente o espacios más abiertos o sin alterar.(Urbina-Cardona, et al., 2008). Esto posiblemente a que dichos cultivos proveen mayor cobertura hacia depredadores y una alta concentración de roedores, lo que proporciona mas beneficios en menor espacio.

Además a diferencia de la zona estudiada en el presente trabajo, se observó que las especies de la selva tropical aumentan la cantidad de organismos en la época de lluvia, con la única excepción de *Mastigodryas boddaerti* en el área de cultivo, situación contraria a la observada en “Arcos del Sitio” y “Mina de cascabel”, pues en la época de secas fue cuando se encontró el mayor número de serpientes, posiblemente atribuido a la falta de vegetación para que los organismos puedan esconderse.

Para el caso del género *Thamnophis* según los resultados se observa un amplio solapamiento en cuanto a microhábitat y a tiempo, pues tienen horas de actividad similares, inclusive se observó competencia directa entre las *T. eques* y *T. cyrtopsis*, en este caso se observó una posible conducta predatoria de la culebra de mayor tamaño en este caso *T. eques* hacia la de menor tamaño, pues es parte de la dieta el consumo de culebras más pequeñas. (Silva, et al. 2015). Sin embargo, a pesar de

que el microhábitat predilecto sea bajo rocas, el lugar donde estas se encontraban y la presencia o ausencia de agua cerca o bajo las rocas es diferente en cada especie, así entonces, *T. melanogaster* se encontró únicamente en zonas contiguas a cuerpos de agua y bajo rocas con agua, *T. eques* se encontró tanto en zonas cercanas a cuerpos de agua bajo piedras con tierra húmeda, cómo alejadas a varios metros de dichos cuerpos de agua, por otra parte *T. cyrtopsis* se encontró alejada únicamente de los cuerpos de agua.

Además la única especie que mostró actividad en los meses fríos del año, que van de Noviembre a Enero, fué *T. eques*, lo que le proporciona mayor oportunidad de aprovechar los nichos que dejan las otras especies del género con las que presenta un solapamiento de nicho muy marcado.

*Crotalus molossus* se ha encontrado entre 1640 y 2580 msnm, en bosques de pino-encino, matorral xerófilo, mezquiales y pastizales, chaparrales, bosques espinosos, desiertos entre otros, mientras que *Crotalus aquilus*, se localiza entre los 2000 a 2900 msnm, en matorral xerófilo, bosque de pino-encino, b. mesófilo de montaña, b. de abies, mezquiales, además se encuentra dentro de la distribución potencial marcada en el norte del Estado de México (Valencia, 2006). Así entonces se observa que entre ambas especies podría haber cierta competencia por las características de sus hábitats y distribución de las mismas que se solapa en el norte del estado de México, sin embargo, en el género *Crotalus* se evita la competencia interespecífica debido a que a pesar de que a veces comparten microhábitats y tiempo de actividad, como se observó en el área del presente estudio, el tipo de presa es diferente, cosa que podemos observar con respecto al tamaño, dado que animales más grandes cazan presas más grandes, aunque no en todos los casos, puesto que en algunas especies de ofidios se han observado organismos que consumen el 1% de su peso corporal en la presa ingerida hasta casos en los que el consumo es de 150%. Sin embargo, la situación de consumo de presas con respecto al tamaño es muy evidente dentro del género, pues *C. molossus* es de mucho mayor tamaño a las demás especies que se encuentran en la zona, como *C. aquilus*, la cual tiene un tamaño que va de 192-683 mm de longitud total y una dieta que en el caso de juveniles se compone principalmente de ratones y mamíferos muy pequeños, mientras que en adultos la alimentación se es mucho más variada y diferente pues incorporan aves a su dieta,

además de mamíferos de mayor tamaño, lagartijas y algunas serpientes, medidas y alimentación que contrastan completamente con *C. molossus* cuya longitud total va de 490-1270 mm cuya alimentación comprende principalmente vertebrados tales como mamíferos pequeños de tamaño relativamente grande como: *Rattus sp.*, *Neotoma sp.* y *Spermophilus sp.*; y probablemente también *Peromyscus sp.*, lagartijas como *Sceloporus torquatus* y *S. grammicus*, así como algunas aves pequeñas, siendo los roedores la dieta principal de las serpientes adultas, mientras que en los juveniles se detectan con más frecuencia restos de lagartijas, según lo observado por otros autores (Conabio., 2005; Balderas-Valdivia *et al.*, 2009; Mociño-Deloya, 2016).

En el caso de anfibios, solo se reviso el uso del espacio y el tiempo en etapa adulta, puesto que el estadio larval de estos es de vida acuática, situación que influyó en los muestreos y recorridos, ya que estos se dieron sobre todo fuera de los cuerpos de agua, puesto que no se contó con redes para captura de vida acuática y en las ocasiones que se incursionó dentro de los cuerpos de agua el movimiento del agua y el levantamiento de sustrato hicieron imposible encontrar algún organismos, debido a que se alertaron de la presencia humana con el movimiento antes mencionado y si no se movieron de lugar el sustrato que se levantó del fondo no permitió observar ningún organismo.

Además, la identificación de organismos fue imposible durante la noche, debido que aunque se alcanzaron a observar organismos en estos periodos de oscuridad no se pudo identificar su especie por su carácter esquivo, pues al alertarse de la presencia humana, se sumergían en los cuerpos de agua, así entonces nunca se logró capturar un organismos o identificar a distancia durante la noche. Otro problema en la identificación nocturna fue la falta de materiales de grabación, debido a que aunque se conocen métodos para identificación de la especie mediante su canto, no fue posible registrar los cantos, para obtener información de la hora o fecha de actividad y mucho menos en qué sustrato se ubicaba el organismo ( Bernal *et al*, 2004).

Las etapas adultas antes mencionadas si fueron posibles de identificar al encontrarlas a orillas de los cuerpos de agua, en charcas temporales e inclusive en zonas alejadas por varios metros y alturas diferentes a los cuerpos de agua, encontrándose

organismos de *H. eximia* a 2402 msnm lo que representa 69 más alto que el cuerpo de agua más cercano, lo que también representó cerca de 500 metros alejada de este.

Parecido a lo encontrado en cuanto a lacertilios y serpientes se encontró a la población de anfibios como organismos especializados, de modo que la diferencia entre estos radicó en que tan especialistas o no tan especialistas se comporta cada especie en particular.

Dentro de este grupo se observó a *H. eximia* como la especie menos especialista de las presentes en área, sin embargo, conservó su carácter especialista al ocupar principalmente los microhabitats formados bajo las rocas o en charcas temporales, así mismo, mostró su movilidad al encontrarla en repetidas ocasiones sobre el pasto o caminos de tierra esto aunado a lo antes mencionado de la distancia a la que se encontró de cuerpos de agua, nos indicó que este organismo es en general más versátil que otras especies de anfibios encontradas en el área de estudio, puesto que en estudios previos se ha afirmado que en zonas áridas estos organismos pueden encontrar refugio principalmente bajo las rocas, situación que se corrobora con lo antes mencionado en el presente trabajo, mostrando a esta población con un carácter resistente a cambios (Fernández-Badillo *et al.* 2010), (Nieto Montes de Oca *et al.*, 1999).

Con esto se puede pensar en que al aumentar esta población y disminuir la población de otras especies de anfibios, el área donde este fenómeno está sujeta a cierto grado de perturbación pues es una especie que; como se mencionó antes es capaz de tolerar los cambios más que las otras del orden, que por el contrario se mostraron altamente especializadas. Tal es el caso de *L. spectabilis* y *H. arenicolor*, las cuales se encontraron en muy pocos sustratos, siendo junto o en cuerpos de agua para el caso de la primera, haciéndolos muy especialistas y dependientes de cuerpos de agua, mientras que para el caso de *H. arenicolor* se le encontró principalmente en terreno seco pero no muy lejos de cuerpos de agua, haciendo a esta población también muy especializada para vivir en estos microhábitats, siendo especies que ejemplifican lo antes mencionado, pues en otros estudios si la población de esta

disminuye es claro indicador de perturbación o modificación del hábitat (Nieto Montes de Oca et al., 1999).

Por último *I. occidentalis*, mostró un comportamiento muy inusual, debido a que se le encontró en la mañana y en la tarde siendo el sustrato predilecto “bajo rocas” y solamente en pocos casos “sendero y camino” el otro sustrato donde se les encontró, con ningún organismo durante las horas de oscuridad. Situación que es muy diferente a la reportado en otros trabajos, donde se le encuentra principalmente con actividad nocturna, cuando se le encontró sobre hojarasca, las orillas de los ríos y charcas, caminos de terracería, calles y piso de cemento, con organismos bajo las rocas durante el día en menor medida. Para esto se recomienda realizar estudios posteriores para comprobar este fenómeno y determinar el motivo de este (Santos-Barrera, et al., 2010).

Por otra parte, se le define como una especie que es capaz de vivir tanto en zonas preservadas como perturbadas en diferentes grados, esto debido a su capacidad de ocupar diferentes sustratos, situación que también se aconseja realizar estudios posteriores debido a los pocos sustratos donde se encontró en el área, particularmente en Arcos del Sitio (Nieto Montes de Oca et al., 1999).

Otro aspecto dentro de la población de anfibios que resultó muy evidente fue la falta de competencia entre las poblaciones, pues a pesar de tener actividad a las mismas horas del día y estar presentes prácticamente en la misma época del año, es decir los meses que van de Marzo a Noviembre y según la literatura tener una alimentación muy parecida basada principalmente en insectos. (Canseco Márquez, et al., 2010).

Esto se observó en las diferentes poblaciones debido a que algunas ocupan sustratos muy diferentes y en el caso de organismos que comparten dichos microhábitat, son de tamaño diferente lo que permite a especies de mayor tamaño como *Incilius occidentalis* que comparte el microhábitat en gran medida con *Hyla eximia*, ingerir insectos de mayor tamaño como coleópteros a comparación de la anterior mencionada y por el contrario poblaciones que bibliográficamente comparten ciertos grupos de organismos en alimentación como *Incilius occidentalis* y *Lithobates spectabilis*, se distribuyen microhábitats diferentes, puesto que *Lithobates spectabilis*

se encontró ampliamente asociada a cuerpos de agua, mientras que *I. occidentalis* se le pudo encontrar en zonas no tan cercanas a los cuerpos de agua, pues no se les encuentra tan fácil en las orillas de estos. Dichos aspectos prueban que las diferentes poblaciones evitan la competencia mediante el uso de los diferentes recursos en diferente modo o en diferente horario (Canseco Márquez *et al.*, 2010).

En los valores de solapamiento entre las poblaciones del recurso tiempo se observa un efecto de espejo en la comparación entre poblaciones con los números 1 en medio de dicha tabla, marcando la relación de cada especie y su solapamiento con ella misma, así se puede entender que contemplando únicamente los recursos tiempo y espacio existe cierta competencia entre las poblaciones, sin embargo según lo antes mencionado, se deduce que utilizan alguno de los recursos de las tres dimensiones en ese caso: el alimento, para evitar la competencia.

Aunque también en esta tabla se puede observar que los valores de solapamiento son más a 0 que a 1 en la mayoría de los casos, por lo que se puede sugerir que la competencia es muy poca entre las especies de la zona.

## Conclusiones.

- Se logró determinar el uso de los recursos espacio y tiempo para cada población que conforman la herpetofauna en el área de estudio; Arcos del Sitio y Mina de Cascabel en la Sierra de Tepetzotlán, Estado de México.
- Las diferentes especies comparten microhabitats en ciertos casos, pero en la mayoría el uso es diferencial según las necesidades de la población.
- La época del año con mayor actividad por parte de la comunidad herpetofaunística es de Marzo a Julio, con un segundo pico de actividad en Agosto para *H. eximia* y una tercera para anfibios y segunda época para reptiles de Septiembre a Noviembre.
- La amplitud de nicho para las especies de la zona fue pequeña, pues todas las poblaciones se mostraron especialistas en diferentes grados.
- Existe cierto grado de solapamiento de nicho en algunos casos, sin embargo este se evita mediante el aprovechamiento diverso de los demás recursos presentes en la zona.
- Las poblaciones de la herpetofauna de Arcos del Sitio y Mina de Cascabel se mostrarán como especialistas tanto en cuanto a sustrato, como en lo que corresponde a tiempo, aunque en diferentes grados.
- En cuanto a sustrato, las poblaciones más especializadas fueron: *C. nasus*, *T. cyrtopsis* y *H. arenicolor*. Mientras que las que presentaron menor grado de especialización fueron: *H. eximia*, *S. grammicus*, *L. spectabilis* y *T. melanogaster*.
- En el caso de tiempo, las poblaciones más especialistas son: *C. nasus* y *S. spinosus*, mientras que las menos especializadas resultan: *T. eques*, *D. punctatus* y las especies del género *Sceloporus*.



## Bibliografía.

- Aguirre-León, G. (2011) Capítulo 3: Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En Gallina Tessaro, S., & López González, C. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. *Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC México*. 61-85 pp.
- Altamirano-Alvarez, T., Vidal, R., García-Collazo, R., Ferris, N. (1990). Analisis del nicho trófico y espacial de algunas especies de anfibios y reptiles de Alvarado, Veracruz. *Revista de Zoología, ENEP Iztacala UNAM* (2): 3-13.
- Altamirano Alvarez, T. A., Soriano Sarabia, M., & Torres Reyes, S. (2006). Anfibios y reptiles de Tepetzotlán, Estado de México *Revista de Zoología*, núm. 17, 2006, pp. 46-52 Universidad Nacional Autónoma de México Tlalnepantla, México. *Revista de Zoología*, (17), 46-52.
- Alvarez, T. A. A., Sarabia, M. S., & Reyes, S. T. (2006). Anfibios y reptiles de Tepetzotlán, Estado de México. *Revista de Zoología*, (17), 46-52.
- Amaya, J. (1987). Repartición de recursos en una comunidad de anfibios y reptiles de la vertiente oriental del volcán Iztaccihuatl (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Andreu, G. C. (2015). Mitos, leyendas y realidades de los reptiles en México. *CIENCIA ergo-sum*, 7(3), 286-291.
- Aranda, M., Rosas, O., Ríos, J. D. J., & García, N. (2002). Análisis comparativo de la alimentación del gato montés (*Lynx rufus*) en dos diferentes ambientes de México. *Acta zoológica mexicana*, (87), 99-109.
- Aurelio, R. B., & Xóchitl, H. I. (2004). *Thamnophis scaliger* (Jan, 1863).
- Balderas-Valdivia, C. J., Barreto-Oble, D., & Madrid-Sotelo, C. A. (2009). Contribución a la historia natural de *crotalus molossus*. *Biodiversidad del Ecosistema del Pedregal de San Ángel*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 363-369.
- Behler, J. L., & King, F. W. (1979). *Audubon Society field guide to North American reptiles and amphibians*. Knopf: Distributed by Random House.
- Bernal, M. H., Montealegre, D. P., & Páez, C. A. (2004). Estudio de la vocalización de trece especies de anuros del municipio de Ibagué, Colombia.

*Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 28(108), 385-390.

- Canseco Márquez, L., & Gutiérrez Mayén, M. G. (2010). *Anfibios y reptiles del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. México, DF: CONABIO: Fundación para la Reserva de la Biósfera Cuicatlán; Puebla, Pue. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. pp. 41-43, 62, 71-73.
- Castillo, J. (2015). *Guía de cuidados del lagarto cornudo (Phrynosoma) Versión económica*. Lulu. comp. p. 16.
- Castro-Franco, R. (2002). *Historia Natural de Lagartijas de Morelos* (Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias), UNAM, México.
- Conant, R., & Collins, J. T. (1998). *A field guide to reptiles & amphibians: eastern and central North America* (Vol. 12). Houghton Mifflin Harcourt.
- Coppin, L., & Asociados, D. K. V. (1992). Ecoturismo y América Latina: una aproximación al tema. *Revista Estudios y Perspectivas en Turismo*, 1.
- Cuadrado, G. A. (2005). Alimentación de *Anthonomus grandis* B. (Coleoptera, Curculionidae) en la provincia de Misiones, Argentina. *Análisis Palinológico. Natura Neotropicalis*, 30, 43-50.
- Fernández-Badillo, L., & Goyenechea-Mayer Goyenechea, I. (2010). Anfibios y reptiles del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 3, 705-712.
- Fitch, H. S. (1982). Resources of a snake community in prairie-woodland habitat of northeastern Kansas. *Herpetological communities*, 83-97.
- Gelover, A. (1997). *Reparto de recursos en Hyla miotympanum, Bufo valliceps y Rana spectabilis en Mezquitlan, Hidalgo*. Tesis de Licenciatura para alcanzar el grado de Biólogo. UNAM. Estado de México, México.
- Jiménez Velázquez, G. (2014). *Estructura y composición de la herpetofauna asociada a humedales en un paisaje urbano-agrícola del eje neovolcánico* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Querétaro.
- Lawlor, L. R. (1980). Overlap, similarity, and competition coefficients. *Ecology*, 61(2), 245-251.
- Levins, R. (1968). *Evolution in changing environments: some theoretical explorations* (No. 2). Princeton University Press.
- Luiselli, L. (2008). Resource partitioning in freshwater turtle communities: a null model meta-analysis of available data. *acta ecologica*, 34(1), 80-88.

- Manjarrez, J., Venegas-Barrera, C. S., & García-Guadarrama, T. (2007). Ecology of the Mexican alpine blotched garter snake (*Thamnophis scalaris*). *The Southwestern Naturalist*, 52(2), 258-262.
- Manjarrez, J. (2015). Posible invasión de un nicho alimentario nuevo y microevolución en una especie mexicana de serpiente. *CIENCIA ergo-sum*, 12(3), 275-281.
- Mantilla Ortiz, A. M., & Ostos Rodriguez, K. (2014). Evaluación de los factores de riesgo de accidente ofídico en los últimos 5 años en Colombia y sus posibles intervenciones. Universidad La Salle. Bogotá, Colombia. pp. 14-17, 23-28.
- Nieto Montes de Oca A. y E. Pérez Ramos. (1999). Anfibios y reptiles del estado de Querétaro. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H250. México, D.F. pp.21-25, 41-42.
- Ortega, A., Maury, M. E., & Barbault, R. (1982). Spatial organization and habitat partitioning in a mountain lizard community of Mexico. *Acta Oecologica/Oecologia Generalis*, 3, 323-330.
- PEEM (Poder Ejecutivo del Estado de México) (2004) Programa de Manejo del Parque Estatal "Sierra de Tepotzotlán". Gaceta del Gobierno 17 de febrero de 2004. Toluca, Méx.
- Pianka, E. R. (1969). Habitat specificity, speciation, and species density in Australian desert lizards. *Ecology*, 50(3), 498-502.
- Pianka, E. R., & Ayala, J. (1982). *Ecología evolutiva* (Vol. 365). Barcelona: Omega.
- Ramírez, A. (2005). Ecología aplicada: diseño y análisis estadístico. Universidad de Bogotá, Colombia. Dinámica de poblaciones. pp 17-20.
- Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., García-Vázquez, U. O., Leyte-Manrique, A., & Canseco-Márquez, L. (2009). Herpetofauna del Valle de México: diversidad y conservación. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 213.
- Ramírez, C. P., Jiménez, G. C., & Torres, A. C. (2010). Análisis del aprovechamiento turístico del parque estatal Sierra de Tepotzotlán, México desde la perspectiva de la sustentabilidad. *El Periplo Sustentable*, (19), 35-68.
- Ridderbos, K. (2002). Time. Cambridge, UK. Cambridge University Press. pp. 7-30.

- Santoyo-Brito, E., & Lemos-Espinal, J. A. (2010). Reparto de recursos de los gremios de lagartijas en el Cañón de Chínipas, Chihuahua, México. *Acta zoológica mexicana*, 26(2), 435-450.
- Sarmiento, F. O. (2000). *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Editorial Abya Yala. p. 31.
- Stebbins, R. C. (2003). *A field guide to western reptiles and amphibians*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Toledo, V. M. (1994). La diversidad biológica de México. Nuevos retos para la investigación de los noventa. *Ciencias*, 034.
- Torres-Mura, J. C., & Contreras, L. C. (1989). Ecología trófica de la Lechuza Blanca (*Tyto alba*) en los Andes de Chile Central. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 24(2), pp. 97-103.
- Urbina-Cardona, J. N., Londoño-Murcia, M. C., & García-Ávila, D. G. (2008). *Dinámica Espacio-Temporal en la diversidad de serpientes en cuatro habitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiana*. *Caldasia*, 479-493.
- Valencia, A. (2006). *Taxonomía y Distribución del Género Crotalus (Linneo, 1758) en el Estado de Hidalgo*. Tesis para obtener el grado de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.
- Vásquez, G., Castro, G., González, I., Pérez, R., & Castro, T. (2006). Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua. *Depto. El Hombre y su Ambiente, UAM-X*.
- Vite-Silva, V. D., Ramírez-Bautista, A., & Hernández-Salinas, U. (2010). Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(2), 473-485.
- Walker, L. R. (2005). Margalef y la sucesión ecológica. *Revista Ecosistemas*, 14(1).
- Zamora, R., García-Fayos, P., & Gómez-Aparicio, L. (2004). Las interacciones planta-planta y planta animal en el contexto de la sucesión ecológica. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Zárate, J. (2002). *Uso de los recursos espaciales y temporales por una comunidad de anfibios y reptiles del municipio de Isidro Fabela, Estado de*

México. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Iztacala UNAM, Los Reyes Iztacala, Estado de México, México.

### *Páginas de Internet.*

- Altamirano Álvarez, T. A., Keer García, K., & Soriano Sarabia, M. (2015). Distribución y uso de microhábitats de *Sceloporus grammicus* Wiegmann (Sauria: Phrynosomatidae) en la FES Iztacala. *Revista de Zoología*, núm. 26, Universidad Nacional Autónoma de México. 30/01/2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49843223004>.
- Canseco-Márquez, L., Mendoza-Quijano, F. & Ponce-Campos. (2008). *Sceloporus torquatus*. The IUCN Red List of Threatened Species, 30/01/2017. Disponible en: <file:///C:/Users/Rodrigo/Downloads/10.2305-IUCN.UK.2007.RLTS.T64155A12749796.en.pdf>.
- Conabio. (2005). Cascabel oscura de querétaro (*Crotalus aquilus*). 22/03/2017. Disponible en: <http://bios.conabio.gob.mx/especies/8000992.pdf>.
- Enciclopedia de Municipios y Delegaciones de México, Estado de México. (sf.). 10/11/2015. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15121a.html>.
- Gallina, S., López, C. (2011). Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna.[en línea]. México, Querétaro. Instituto de Ecología. 27/01/2017. Disponible en: [http://www.uaq.mx/FCN/Investigacion/MANUAL\\_DE\\_TECNICAS\\_PARA\\_EL\\_ESTUDIO\\_DE\\_LA\\_FAUNA.pdf](http://www.uaq.mx/FCN/Investigacion/MANUAL_DE_TECNICAS_PARA_EL_ESTUDIO_DE_LA_FAUNA.pdf). pp. 235-247.
- Georgina Santos-Barrera, Oscar Flores-Villela, Paulino Ponce-Campos. (2010). *Incilius occidentalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T54719A11192351. 27/01/2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-2.RLTS.T54719A11192351.en>. Downloaded on 24 March 2017.
- Google maps, (s.f.). (Mapa de Arcos del Sitio, Tepetzotlan, Estado de México, México). 01/06/2017. Disponible en: <http://www.mapas.mipueblo.mx/15/1081/arcos-del-sitio/>.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal)

(2005) Enciclopedia de los Municipios de México. Estado de México. Tepotzotlán. 27/01/2017. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/mpios/15095a.htm> (consulta 02-09-2009).

- Mociño-Deloya, E. (2016). Ecología trófica de tres especies de serpientes de cascabel en México: *Crotalus aquilus*, *Crotalus polystictus* y *Crotalus willardi*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, Granada. Departamento de Zoología. 9/02/2017. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10481/43252>.
- Semarnat. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales, 2005. México. 28/01/2017. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/index-sniarn.aspx>.
- Silva, F. J. M., & Janczur Feret, M. K. (2015). MECANISMOS PRÓXIMOS DETERMINANTES DE LA ECOLOGÍA DE CULEBRAS SIMPÁTRICAS DEL VALLE DE TOLUCA. Documento en línea. 01/02/2017. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49585>.
- The IUCN Red List of Threatened Species 2016- 3 (2016). *Sceloporus aeneus* 30/01/2017. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/64084/0>.
- The IUCN Red List of Threatened Species 2016- 3 (2016). *Phrynosoma orbiculare* 30/01/2017. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/details/64079/0>.

## Anexo



Figura 12. *T. melanogaster*. Encontrada bajo roca húmeda en los alrededores del lago artificial en Arcos del Sitio, durante la época de secas.



Figura 13. *C. molossus*. Encontrada entre huecos de rocas en Mina de Cascabel en época de secas, cerca del río que recorre Arcos del Sitio y Mina de Cascabel .



Figura 14.



Figura 15. *S. grammicus*. Ambos organismos de la especie antes mencionada, la primera encontrada en Mina de Cascabel y la segunda de Arcos del Sitio, ambas sobre cuerpo de vegetación de la zona (cactaceas).





Figura 16. *S. grammicus*. Ejemplar macho encontrado en Arco del Sitio (Vista frontal)



Figura 17. *S. grammicus*. Ejemplar macho encontrado en Arco del Sitio. (Vista latero-ventral).



Figura 18. *C. molossus*. Ejemplar encontrado en zona de cultivo de maíz en arcos del sitio, se encontró en movimiento durante la tarde.



Figura 19. *P. orbiculare*. Ejemplar encontrado en Arcos del Sitio sobre pasto en época de lluvias.



Figura 20. *D. punctatus*. Ejemplar encontrado a un lado del sendero en Mina de Cascabel en la época de lluvias.



Figura 21. *L. spectabilis*. Ejemplar encontrado sobre roca dentro de una estructura humana.



Figura 22. *C. aquilus*. Encontrada en sendero de Mina de cascabel bajo una roca rodeada de hojarasca.



Figura 23. Río y Cañada de Arcos del Sitio.



Figura 24. . Arcos representativos de la zona de estudio.



Figura 25. Arcos representativos de la zona de estudio, formaron parte de un acueducto que data de la época colonial con objetivo de llevar agua de la sierra a la Hacienda de Xalpa.