



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Preferencia de hábitat por *Crotalus molossus nigrescens* en el Parque
Ecológico de la Ciudad de México

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

FRANCO PACHECO RAFAEL EMMANUEL

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. GABRIEL GUTIÉRREZ GRANADOS

CIUDAD DE MÉXICO

2021





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.

“Lo importante no es ser mejor que otros. Sino ser mejor que ayer.”

Jigoro Kano.

Esta tesis está dedicada a mi mamá quien con su tiempo y esfuerzo ha sabido sacar adelante mis estudios y a mí como persona.

Además de agradecer a las personas que están y estuvieron en el proceso apoyándome de diferentes maneras, así como las personas que ya no pueden estar con nosotros.

A mis amigos de la facultad, los cuales pasamos por diferentes procesos, algunos trazando su camino a otros lugares y otros que aún siguen en aun presentes, además de los amigos que no son de ahí, pero que me han demostrado su apoyo.

Agradezco a mi asesor Gabriel Gutiérrez Granados quien me dirigió y tuvo paciencia en este proceso.

A todas las personas las cuales no digo nombres porque cada una sabe que ha sido importante en mis progresos tanto profesionales, además de los procesos personales les agradezco de todo corazón y les dedico estas palabras.

Quiero agradecer a mis asesores por el apoyo que me brindaron y la ayuda en este recorrido la MTRA. Ortiz Burgos Gabriela Selene, el MTRO. Cervantes Sandoval Armando, a él DR. Méndez Méndez Alberto y la MTRA. Martínez Rosales María Beatriz.

Índice.

Resumen.....	- 1 -
Introducción	- 2 -
Marco Teórico	- 4 -
Características de las serpientes de cascabel.	- 4 -
Serpientes de cascabel de cola negra.	- 5 -
Preferencia de hábitat.....	- 6 -
Antecedentes.	- 8 -
Hipótesis.....	- 9 -
Objetivos.	- 9 -
General.....	- 9 -
Particulares.....	- 9 -
Justificación.....	- 10 -
Material y método.....	- 11 -
Zona de estudio.....	- 11 -
Vegetación.....	- 12 -
Fauna	- 12 -
Ubicación.....	- 12 -
Análisis de datos.....	- 13 -
Resultados	- 16 -
Preferencia entre pastizal y bosque.....	- 16 -
Comparación por meses.....	- 18 -
Preferencia entre sol o sombra.....	- 21 -
Preferencia Zona urbana 1 (entrada policía federal).	- 22 -
Preferencia Zona urbana 2.....	- 24 -
Modelo para la preferencia de hábitat.	- 25 -
Discusión	- 27 -
Comparación por meses.....	- 28 -
Comparación sol-sombra	- 29 -
Comparación por zonas urbanas.....	- 30 -
Conclusiones	- 31 -
Corolario	- 32 -
Bibliografía	- 33 -

Anexo. - 37 -

Índices de preferencia que comparan los tres meses de muestreo en el parque ecológico de la Ciudad de México..... - 37 -

Índices de preferencia para comparación entre bajo la luz de sol o bajo una sombra. - 39 -

Resumen

El estudio de la preferencia de hábitat se ha realizado desde hace algunos años. Actualmente se usa para conocer las tendencias de las poblaciones por lugares específicos, así como para hacer cambios al hábitat interfiriendo lo mínimo requerido en las actividades de algunas de las especies silvestres. La serpiente de cascabel de cola negra es una especie característica del Ajusco, que hoy en día ha tenido una disminución de su hábitat dado al crecimiento de las zonas urbanas, teniendo interacción directa con las poblaciones humanas que rodean su hábitat.

En este trabajo se hizo un estudio de preferencia de hábitat de esta serpiente de cascabel en el Parque Ecológico de la Ciudad de México. Se tuvieron 19 avistamientos, con los cuales se realizaron diferentes índices de preferencia. Se determinó la preferencia entre 1) pastizal-bosque, 2) sombra-luz de día, 3) preferencia entre pastizal y bosque en cada uno de los meses muestreados, y 4) si se encontraban cerca o lejos de las dos zonas urbanas más grandes ubicadas en los límites del parque.

Los datos mostraron que las serpientes tienen una preferencia por los pastizales cercanos a las zonas urbanas. Sin embargo, dependiendo del mes, se les encontró en diferente hábitat. Esto permitió concluir que la preferencia de hábitat de la cascabel de cola negra está influida por las condiciones ambientales naturales y las artificiales que se crean al establecerse asentamientos humanos. Estos datos permitieron conocer más sobre la dinámica de las crotalos en las zonas urbanas y así apoyar a su conservación.

Introducción

México ocupa el segundo lugar a nivel mundial en biodiversidad de reptiles con 864 especies, de las cuales el 45.5% de estos corresponden a serpientes con 159 géneros y 40 familias (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014). El género *Crotalus* lo componen alrededor de 37 especies, de las cuales 34 (92%) se distribuyen en México y 22 de éstas son endémicas (Paredes-García, Ramírez-Bautista, & Martínez-Morales, 2011) por lo que el país es considerado centro de especiación (Cervantes, 2011).

Crotalus molossus es una de las especies de crótalos con mayor distribución geográfica, va desde el sur de los Estados Unidos, hasta la región central del estado de Oaxaca en México. Hasta el momento, se reconoce que la población de *Crotalus molossus* se compone de al menos cuatro subespecies: *Crotalus molossus* que se distribuye en la zona suroeste de Estados Unidos y noroeste de México; *Crotalus molossus estebanensis* que habita la isla de San Esteban en el Golfo de California; *Crotalus molossus nigrescens* distribuida en la altiplanicie central de México y en la que se incluye la variedad que habita la Reserva del Pedregal; y finalmente, *Crotalus molossus oaxacus* que se encuentra en la zona central de Oaxaca y Puebla (Monciño-Deloya, 2015). Por lo que se ha documentado que ocupa un amplio número de ecosistemas.

La preferencia de hábitat que hacen las especies está definida como la utilización por parte de un individuo o población de los componentes físicos y biológicos del hábitat para su subsistencia en un periodo de tiempo determinado (Giraud, *et al.*, 2014). Su estudio es importante porque ayuda a identificar las necesidades de una especie infiriendo la selección y las preferencias por los recursos disponibles, lo que facilita establecer alternativas para su conservación.

Como parte de la preferencia de hábitat está la selección de hábitat que es el proceso por el cual un animal elige un recurso entre distintas alternativas disponibles. Involucra una serie de decisiones de comportamiento, innatas y aprendidas, realizadas por el animal a diferentes escalas del ambiente, desde un nivel de macro a micro hábitat (Mendez de la Cruz, Vega, & Jiménez, 2009).

Así, en el caso particular de los reptiles, las variaciones diarias de temperatura a lo largo del día y la radiación solar son factores determinantes en los ritmos de actividad, especialmente en zonas con constantes variaciones climáticas a lo largo del día (Navarrete Brambila, 2006). Asimismo, la pérdida o reducción del micro hábitat necesario para la termorregulación puede afectar en forma negativa todas las demás funciones ecológicas, debido a que la regulación de la temperatura interna determina la intensidad de todos los patrones de actividad.

La preferencia de hábitat de las serpientes está influenciada por múltiples factores intrínsecos a la especie y ambientales. En particular, por las temporadas del año, sexo, condición reproductiva, alimento, ecdisis, relaciones sociales, microclimas y elementos de hábitat (Murillo, 2009), la presencia o ausencia de presas (Woolrich-Piña et al., 2006) y extrínsecos al sistema natural como la actividad humana. Los modelos estadísticos de preferencia de hábitat son relativamente recientes. Estos ayudan a responder preguntas sobre la ecología de diferentes especies y permiten describir correlaciones entre variables (Cribb, Miller, & Seuront, 2015).

En este trabajo se abordó el estudio de la preferencia de hábitat de *Crotalus molossus nigrescens* en el Parque Ecológico de la Ciudad de México (PECDMX) y cómo ésta puede ser influida por los asentamientos humanos.

Marco Teórico

Características de las serpientes de cascabel.

Las serpientes de cascabel pertenecen a la familia Viperidae, compartiendo diferentes características morfológicas, tienen ojos de pupila vertical, las escamas cubren el dorso de su cuerpo presenta un pliegue denominado “quilla”. Además tienen un aparato venenoso que consta de un par de glándulas que producen veneno situado a cada lado de la cabeza, teniendo su característica forma triangular de la cabeza, conectado a un par de colmillos huecos y curvos que se ubican en la mandíbula superior, que funcionan como agujas para inyectar veneno (Ávila-Villegas, 2017).

El género *Crotalus* es el mejor representado en México, cuya característica principal es la presencia de un crótalo (“cascabel”) en el ápice de la cola (excepto *C. catalinensis*). Los venenos de vipéridos se encuentran compuestos por una gran cantidad de moléculas, entre las que destacan péptidos y proteínas, responsables del cuadro clínico de los pacientes envenenados. En venenos de vipéridos se han identificado más de 100 componentes proteicos distintos, lo que los hace extremadamente complejos (Egea-Serrano *et al.*, 2005).

Serpientes de cascabel de cola negra.

Las *Crotalus molossus* habitan desde los 1000 hasta los 2700 msnm, distribuyéndose en la mayor parte del territorio mexicano. Existe poca información sobre sus patrones de actividad, pero algunas especies han sido estudiadas por métodos radiotelemétricos, documentado que tienen en promedio un ámbito hogareño de 3.5 ha, se desplazan aproximadamente 43 m por día durante la temporada activa y en promedio pueden viajar hasta 15 km en una sola temporada y tienen camadas de 3 a 16 crías (Méndez, 2009).

La cascabel que habita en los pedregales de la CDMX tiene una talla mediana, con respecto a otras serpientes del género, midiendo aproximadamente 90 cm en comparación con *C. basiliscus* que alcanza los dos metros, y siendo más grandes que las *C. triseriatus* que no sobrepasan los 70 cm. Tienen en promedio 174.6 escamas ventrales, 20.8 caudales y 25 dorsales. Su dieta se basa principalmente en roedores como *Rattus sp.* *Neotoma sp.* y *Spermophilus sp.*, en ejemplares chicos predominan las lagartijas (Balderas-Valdivia, Barreto-Oble, & Madrid-Sotelo, 2009).

Las crócalos se encuentran en la categoría de carnívoros estrictos, ya que son animales que consumen presas vivas (vertebradas o invertebradas) (Ávila-Villegas, 2005). Por la diversidad de alimentación que existen en estas serpientes, es común que sus presas les transmitan enfermedades o parásitos (Herrera Ramírez, 2008).

Preferencia de hábitat.

El estudio de la preferencia de hábitat de una especie es importante para la biología, ecología y áreas relacionadas con manejo y conservación de recursos naturales. Ayuda a conocer sus hábitos, y los recursos bióticos y abióticos con los que interactúa (Montenegro & Acosta, 2008). Las decisiones que toman los animales para seleccionar el hábitat afectan las interacciones ecológicas en las que participan teniendo como consecuencia variación en la metapoblación (Davis & Stamps, 2004).

La preferencia de hábitat se establece en áreas accesibles para una población, la cual se distribuye en diferentes micro hábitats, entre los cuales las especies se mueven para poder obtener recursos. Los individuos se establecen y permanecen en hábitats con una buena calidad, lo cual determina la dinámica poblacional a través de la facilidad para obtener recursos tanto abióticos como bióticos. Esto da como resultado una preferencia, y uso diferencial de algunos recursos sobre otros con diversos propósitos como: protección, nidación, resguardo, forrajeo, reproducción y descanso (Montañez, 2009).

La preferencia de hábitat implica un proceso de selección determinado por el comportamiento del individuo que lo llevan a distinguir y hacer una selección entre los componentes del ambiente disponibles (Carrascal *et. al.*, 2002). Algunos factores que afectan la preferencia de hábitat son las limitaciones fisiológicas y morfológicas, las interacciones con otras especies y cantidad, abundancia y distribución de los recursos (Yu & Lee, 2002).

Para evaluar la preferencia de hábitat generalmente se analiza la diferencia entre los datos esperados y los datos observados, dando como resultado la preferencia de los individuos (Davis & Stamps, 2004). La preferencia de hábitat tiende a cambiar, una amplitud de nicho alta indica que existe una mayor preferencia de micro hábitats, mientras que una amplitud de nicho bajo indica que el individuo no hace un uso a los micro hábitats existentes (Martín, 2010). Así para poder cuantificar la preferencia de hábitat se han diseñado diversos índices cuya calidad depende de los siguientes criterios: 1) basarse en un modelo aleatorio; 2) tener rangos equivalentes de aceptación o rechazo de la preferencia; 3) poseer valores claros de rechazo y aceptación de la preferencia; presentándose el valor máximo cuando únicamente un hábitat es usado y el valor mínimo cuando éste no lo es; 4) relación lineal entre las variables; 5) poco sensible a errores de muestreo (baja N y errores de diseño); 6) permitir realizar comparaciones estadísticas entre subgrupos; y 7) arrojar resultados comparables independientemente del tamaño de la muestra y/o la abundancia de recursos (Montenegro J. & Acosta, 2008).

La comprensión de la preferencia de hábitat se relaciona con escalas espaciales. En un ambiente heterogéneo consistente de un mosaico de hábitats y parches de recursos en un tiempo determinado la preferencia será diferente con respecto a un hábitat homogéneo (Hodora, 1997). Este análisis ayuda a conocer cuáles son las alteraciones en las condiciones del hábitat que afectan la dinámica de las especies.

Antecedentes.

Hay trabajos con respecto a la preferencia de hábitat que documentan que existe una tendencia a hábitats específicos, así como preferencia por alguna dieta encima de otra o preferencias por épocas de lluvia o secas. (Medina-Rangel, 2013) registró un mayor número de avistamientos de reptiles en épocas de lluvia en contraste a la época de verano, observando en la época de lluvia una preferencia por el bosque seco, mientras que en la época de secas cuando la preferencia es hacia los bosques de ribera.

La preferencia de hábitat en serpientes de cascabel depende de la especie y la edad del ejemplar (Ávila-Villegas, 2005), un ejemplo son las *C. catalinensis*, que habitan en la isla de Santa Catalina, las cuales dependiendo su etapa de vida tienen cambios de preferencia en su dieta. Al igual las *C. mitchelli*, que tienen una preferencia alimenticia definida por roedores del género *Peromyscus*, *Chaetodipus* y *Neotoma*. Mientras que *C. atrox* y *C. cerastes* tienen una preferencia definida por cañadas, acantilados, zonas rocosas y de terreno áspero en colinas y cañadas, con predominancias de mezquites, paloverdes, ocotillos y cactáceas (SEMARNAT, 2018).

Monciño (2015) menciona que *C. aquilus* tiene una preferencia alimenticia por lagartijas del género *Sceloporus*, mientras que en verano su dieta cambia a roedores serpientes y conejos, y *C. polystictus* tiene preferencia por *Microtus mexicanus* y los reemplaza cuando la disponibilidad de presa es menor, teniendo un cambio de preferencia dependiendo la estación del año y la escasez de alimento, lo cual marca un cambio de hábitat por las necesidades generales. El uso de los índices de preferencia se dio para representar las dinámicas existentes en los ecosistemas, lo cual varía por diferentes factores como puede ser la falta de alimento (Abrams & Kawecki, 1999). Debido a estos antecedentes, este trabajo tuvo la siguiente hipótesis.

Hipótesis.

En el PECDMX la preferencia de hábitat de *Crotalus molossus nigrescens* estará sesgada hacia los sitios que tengan una mayor irradiación de calor, como son los lugares rocosos y con poca sombra, y dado que estos sitios están asociados a las zonas urbanas habrá una mayor presencia de serpientes cerca de éstas.

Objetivos.

General

Caracterizar y determinar la preferencia de hábitat de *Crotalus molossus nigrescens* en el parque ecológico de la Ciudad de México.

Particulares

- 1.-Determinar las preferencias de uso de hábitat de *Crotalus molossus nigrescens*
- 2.-Generar un modelo de preferencia de hábitat de *Crotalus molossus nigrescens* para el parque ecológico de la Ciudad de México en meses de lluvia.

Justificación.

Las serpientes de cascabel de cola negra se encuentran preferentemente en zonas favorables para su termorregulación. Sin embargo, las actividades del hombre pueden alterar estas zonas y con esto cambiar los lugares donde las cascabeles se asolean. Debido a esto, se buscó obtener información sobre la ecología de *Crotalus molossus nigrescens* en un sistema seminatural inmerso en la mancha urbana de la CDMX como es el Parque Ecológico de la Ciudad de México. Esta especie se encuentra protegida por la **NOM-059-ECOL 2010**.

Material y método.

Zona de estudio

El Ajusco es la última formación de la sierra de Chichinautzin, cuyo inicio ocurre en el Pleistoceno hace 700,000 años y termina en el Holoceno con la erupción del Xitle y el Xicotntle, con una antigüedad de 2000 años. La formación del Chichinautzin es el evento que cambia el comportamiento hidrológico de la zona, de un valle que vierte sus aguas al Río balsas a una cuenca donde el destino final de ésta son lagos: al este Texcoco, al sur Xochimilco y Chalco, al norte Zumpango y Xaltolcan. La sierra del Ajusco se forma tras la explosión de cuatro domos dasíticos que conforman sus cumbres con los cerros: La cruz del Marqués el Santo Tomás, el Pico del Águila y el Pipixaca.

En la zona a lo largo del año se presentan variaciones climáticas en la región, de los cuales destacan: Templado, semifrío, con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, menos de cuatro meses con temperatura mayor a 10°C, subhúmedo, precipitación anual entre 200 y 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.

Vegetación

La vegetación predominante es matorral xerófilo, aunque existe también bosque de encinos y pinos. En el matorral xerófilo predominan: *Buddleia cordata* (tepozán), *Buddleia parviflora* (tepozancillo), *Dodonaea viscosa* (chapulixtle), *Pittocaulon praecox* (palo loco). El bosque de *Quercus-Pinus* está constituido por la mezcla de *Quercus crassipes*, *Q. rugosa*, *Q. laurina* y *Pinus teocote*.

Fauna

La fauna representativa de anfibios y reptiles son: *Pseudoeurycea belli* (salamandra), *Sceloporus torquatus* (lagartija), *Crotalus molossus nigrescens* (víbora de cascabel) y la fauna representativa de aves son: *Hylocharis leucotis* (zafiro oreja blanca), *Picooides villosus* (carpintero veloso-mayor), *Contopus pertinax* (pibí tengofrío), *Pheucticus melanocephalus* (picogordo trigrillo) (PAOT, 2009).

Ubicación

El Parque se localiza al sur de la Ciudad de México, en la zona norte de la Delegación Tlalpan (Figura 1). se declaró con una superficie de 727.61 hectáreas, otorgándole la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (PAOT, 2009).

En la zona a lo largo del año se presentan variaciones climáticas en la región, de los cuales destacan: Templado, semifrío, con verano fresco largo, temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, menos de cuatro meses con temperatura mayor a 10°C, subhúmedo, precipitación anual entre 200 y 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.

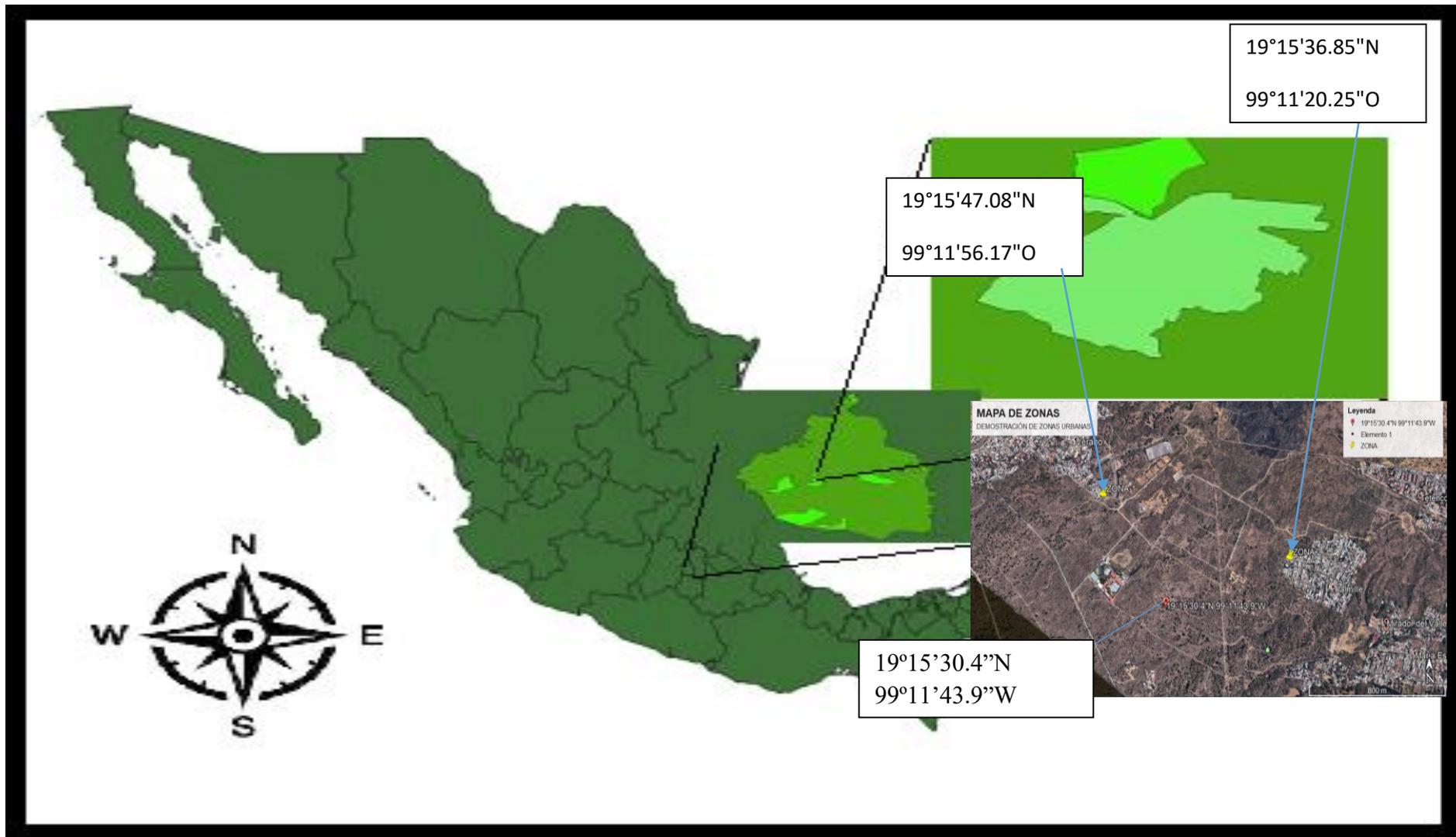


Figura 1. Parque Ecológico de la Ciudad de México

Para obtener los datos de la preferencia de hábitat se realizaron recorridos entre dos personas en los tipos de vegetación principales: matorral y bosque de pino. Realizando búsquedas exhaustivas hasta encontrar a los individuos de *Crotalus molossus nigrescens*, además con el apoyo de las brigadas de prevención de incendios del parque se obtuvieron datos. Los recorridos realizados fueron equivalentes en esfuerzo de muestreo en ambos tipos de vegetación para evitar un sesgo.

Se siguieron de forma sistemática los siguientes pasos:

1) Búsqueda de ejemplares:

En épocas de lluvias se realizaron búsquedas intensivas de los organismos debajo de rocas, en madrigueras y oquedades en la base de árboles. Estos recorridos fueron semanales y con un lapso de búsqueda de 2 horas. Cuando no se encontraron ejemplares se tomó un descanso y se continuó con el recorrido hasta completar tres periodos (6 horas).

Así se hicieron recorridos en diferentes puntos dentro del parque con el fin de cubrir la mayor superficie de los dos tipos de vegetación ya mencionados que se tiene en el Parque Ecológico de la Ciudad de México.

2) Toma de datos ecológicos, biológicos y climáticos.

Cada que se encontró un ejemplar se documentaron las condiciones en que se encontró, así como el lugar en dónde estaba posado. Se anotó si se encontraba en la sombra o bajo la luz de día, además de también si se encontraba en zona pedregosa o en bosque, tomando en cuenta la cercanía a las zonas urbanas establecidas. También se tomaron coordenadas del lugar donde fueron encontradas y diferenciación si el ejemplar era juvenil o adulto. Con los datos tomados, generaron los estadísticos para determinar la preferencia por un tipo de vegetación (bosque o pastizal).

3) Caracterización de hábitat.

Para la caracterización del hábitat, se registraron los diferentes elementos del ambiente que rodean al individuo observando, por ejemplo, si estaba posado sobre roca, vegetación, hojarasca o suelo directamente. Además de los elementos vegetales que lo rodeaban.

Los datos de hábitat se registraron de acuerdo a la siguiente tabla:

Núm. de ejemplar	Fecha y hora	Coordenadas geográficas	Zona en la cual se ubicó (pastizal-bosque)	Tipo de estrato en el cual se encontraba	Ejemplar juvenil-adulto	Lugar donde estaba posado (roca, sustrato, etc.)	El ejemplar estaba bajo la sombra o bajo la luz solar	Distancia a zonas habitacionales.

Análisis de datos

Los análisis se realizaron en havistat (Montenegro & Acosta, 2008). Este software permite obtener datos de preferencia de hábitat a través de distintos índices (Cuadro 1) adecuados al tipo de datos (N baja en el caso de este trabajo) ver Cuadro 2. Se realizaron diferentes comparaciones las cuales fueron: bosque y pastizal; diferencia en los 3 meses de muestreo; comparativa entre luz de día y sombra; preferencia hacia dos zonas urbanas. En este caso se tomaron las dos zonas urbanas más grandes cercanas al parque. Se consideró como cerca a todos los registros que estaban por debajo de la distancia promedio y lejanos a los que estuvieron por arriba.

Cuadro 1. Muestra los índices utilizados en los análisis de preferencia y de amplitud de nicho, indica los criterios considerados para determinar la preferencia de hábitat en *Crotalus molossus nigresces*.

INDICES USADOS	CRITERIOS TOMADOS EN CUENTA
Jacob II (1974).	Sí el valor del índice es mayor que 0 prefiere, sí es menor evita.
Ivlev (1961).	Sí el valor del índice es mayor que 0 prefiere, sí es menor evita.
Manly (1972)	Sí el valor del índice es mayor que 0,5 prefiere, sí es menor evita.
Vanderploeg y Scavia (1979)	Sí el valor del índice es mayor que 0,5 prefiere, sí es menor evita.
Lasern (1936)	Sí el valor del índice es mayor que 1 prefiere, sí es menor evita.
Gabriel (1978)	Sí el valor del índice es mayor que 0 prefiere, sí es menor evita.
Thomas y Elmes (1998)	Sí el valor del índice es mayor que 1 prefiere, sí es menor evita.
Baltz (1990)	Sí el valor del índice es mayor que 0,2 prefiere, sí es menor evita.
Grobler y Charsley (1978)	Sí el valor del índice es mayor que (promedio de "GC") prefiere, sí es menor evita.
Manly Estandarizado (1973)	Sí el valor del índice es mayor que 0,5 prefiere, sí es menor evita.
Byers et al., (1984)	Sí el uso esperado > intervalo mayor entonces prefiere.
Smith E.P. y Zaert T.M. 1982	El índice va de 0 – 1 siendo menor y mayor uniformidad de uso.
Levin's (1968)	El índice va de 0 – 1 siendo menor y mayor uniformidad de uso.
Hurlbert (1978)	El índice va de 1/(# de categorías de hábitat) a 1 siendo menor y mayor uniformidad de uso.
Cherry (1996)	Sí el uso esperado > intervalo mayor entonces prefiere.
Scott (1920) Forage Ratio	Sí el valor del índice es mayor que 1 prefiere, sí es menor evita.
Ready et al., (1985)	Sí el valor del índice es mayor que 0 prefiere, sí es menor evita
Chesson (1978)	Sí el valor del índice es mayor que 0,5 prefiere, sí es menor evita.
Galaktionov & Sergeev (1979)	Sí el valor es "-" no prefiere y "+" tiene una preferencia.
Krueger (1972)	Sí el valor es menor a 0.5 prefiere y sí es mayor no tiene preferencia.
Duncan (1983)	Sí el valor es mayo a 0.3 hay una preferencia sí es menor no prefiere.
Bowyer and Bleich (1984)	Sí el valor es menor al intervalo no prefiere y sí es mayor prefiere.
Murdoch (1969)	Sí el valor del índice es mayor que 0 prefiere, sí es menor evita.

Cuadro 2. Muestra los índices utilizados en los análisis de preferencia y de amplitud de nicho, indica las características que cumple cada uno de los índices de preferencia de hábitat que se usaron en este trabajo.

Jacob II (1974).	Este índice se basa en la tasa de decrecimiento de los recursos, los cuales son independientes a su disponibilidad.
Ivlev (1961).	La ventaja es que va desde el valor de -1 a 1, tomando en cuenta la disponibilidad de las especies.
Manly (1972)	Este índice ve la independencia de las observaciones, la disponibilidad y uso de los recursos, suponiendo que son constantes en todos los casos.
Vanderploeg y Scavia (1979)	Se basa en la cantidad de recursos constante, además contempla el error en muestreo.
Larsen (1936)	Este índice trabaja con un crecimiento de población.
Gabriel (1978)	Se basa en los valores porcentuales, de las frecuencia de observación.
Thomas y Elmes (1998)	Basada en la frecuencia de avistamientos.
Baltz (1990)	Este índice es usado para hacer análisis de especies nativas.
Grobler y Charsley (1978)	Se basa en el porcentual de los datos de observados.
Manly Estandarizado (1973)	Variación del índice de Manly de (1972).
Byers et al., (1984)	Este índice se maneja por intervalos.
Smith E.P. y Zaert T.M. 1982	Índice para medir la amplitud de nicho.
Levin's (1968)	Ve la amplitud de nicho, con parámetros uniformes.
Hurlbert (1978)	Ve la preferencia con recursos constantes.
Cherry (1996)	Se basa en intervalos de confianza. Pudiéndose usar con 5 muestras.
Scott (1920) Forage Ratio	Este fue el primer índice, siendo el primer intento de cuantificar la preferencia.
Ready et al., (1985)	Compara datos observados, denotando una preferencia.
Chesson (1978)	Este es el único índice que contempla el tiempo transcurrido, siendo si el consumo es menor a la tasa de crecimiento.
Galaktionov & Sergeev (1979)	Introduce la preferencia hacia un hábitat específico.
Krueger (1972)	Este índice maneja las medidas porcentuales de frecuencia, es utilizado mayoritariamente en situaciones de pastoreo.
Duncan (1983)	Este índice está basado tanto en observaciones, como en disposición del ambiente.
Bowyer and Bleich (1984)	Contempla la reducción de recursos por diferentes factores que lo alteran.
Murdoch (1969)	Usa comparativa con dos o más agrupaciones de datos.

Resultados

Preferencia entre pastizal y bosque.

Se registraron 19 individuos de cascabel de cola negra. Se obtuvieron registros en el pastizal (58%) y en el bosque (42%), teniendo una preferencia por los pastizales de acuerdo al índice de Manly (Cuadro 3). Los valores de amplitud de nicho indican que hay una mayor amplitud en los bosques (Cuadro 4).

En cuanto a la frecuencia de uso, el valor observado es menor con respecto al uso potencial en el caso del bosque, mientras que en el caso de pastizal se da de manera contraria, siendo menor el uso potencial al observado ($X^2 = 4.41$; $P < 0.05$). En la figura 2 se muestra la gráfica de los ejemplares observados en pastizal y en bosque, teniendo más datos en la parte de pastizal, contra el bosque.

Cuadro 3. Índice de preferencia para comparación de pastizal y bosque en los tres meses de muestreo.

Índices de preferencia.

Manly (1972)	
Pastizal	Prefiere
Bosque	No prefiere

Cuadro 4. Índices de amplitud para comparación de pastizal y bosque en los tres meses de muestreo.

Índice	Valor de pastizal	Valor de bosque
Levins versión H (1968)	1.03	1.56
Levins estandarizado (1968)	0.3	0.89
Levins modificado en Li-Qin (2010)	0.44	0.91
Smith & Zaret (1982)	0.94	0.97

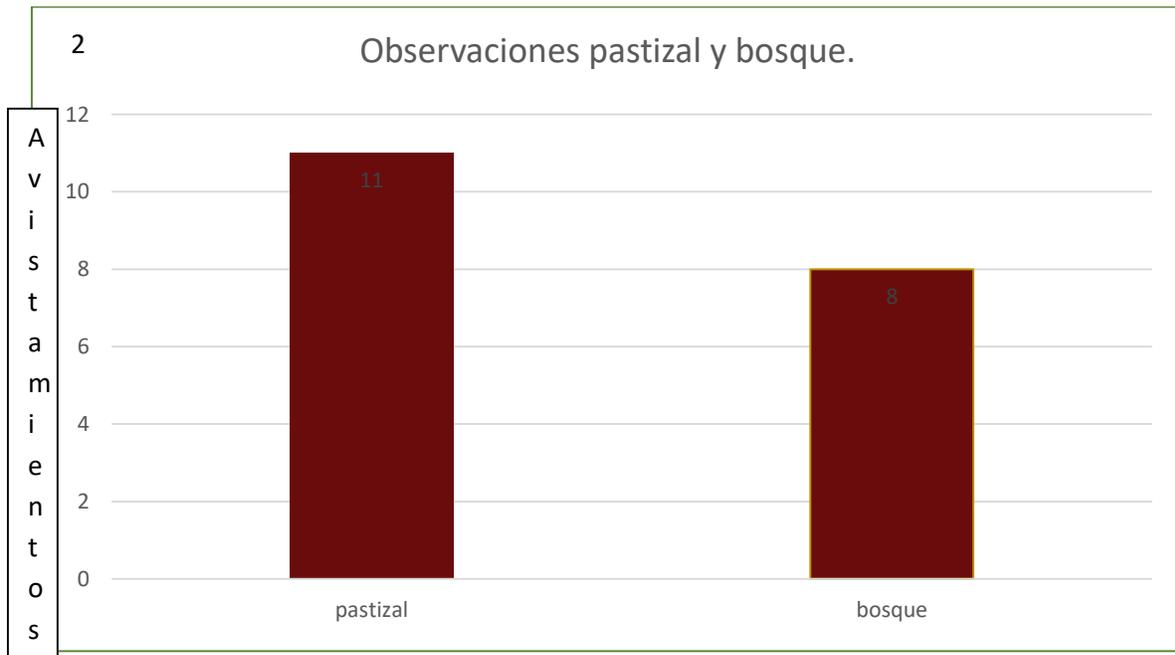


Figura 2. Muestra los datos obtenidos en los meses de muestreo de serpiente de cascabel de cola negra, comparando el pastizal con el bosque.

Comparación por meses

En la comparación por meses (agosto, septiembre y octubre), se observó una preferencia en el mes de agosto por los pastizales, mientras que en septiembre y octubre la preferencia es hacia los bosques (Cuadro 5).

Para la amplitud de nicho se realizaron siete índices distintos, los cuales en agosto se obtuvo mayor amplitud en tres índices y menor amplitud en cuatro índices distintos. En el mes de septiembre se tiene menor amplitud en un índice, mientras que mayor amplitud en tres índices, el mes de octubre la menor amplitud se da en dos índices, y la mayor amplitud se da en tres índices (Cuadro 6).

En cuanto a la frecuencia de uso, el valor observado es similar con respecto al uso potencial en todos los meses, ($X^2 = 0.53$; $P > 0.05$). En la figura 3 se muestran los datos obtenidos en tres meses de muestreo, comparando en cada uno de ellos pastizal y bosque, teniendo que septiembre es el mayor número de ejemplares observados, así mismo teniendo el mismo valor tanto en pastizal como en bosque.

Cuadro 5. Índices de preferencia de Grobler y Charsley para comparación de 3 meses.

Índice de preferencia.	Pastizal	Bosque
Grobler & Charsley (1978)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere

Cuadro 6. Índices de amplitud para comparación de 3 meses. De color rojo se señalan los valores con mayor amplitud y de azul los que tienen menor amplitud

Amplitud de nicho/índice	Agosto	Septiembre	Octubre
Hurlbert (1978)	0.56	0.16	-0.02
Ivlev, 1961	0.38	0.07	0.16
Levins (1968); Versión H	0.056	0.69	0.69
Levins Estandarizado (1968)	0.6	0.98	1
Levins Est. (1968) Modificado en Li-Qin (2010)	0.8	0.99	1
Schoener PS Modif. por Feinsinger et al.(1981)	0.83	0.97	0.92
Smith & Zaret (1982)	1	1	.98

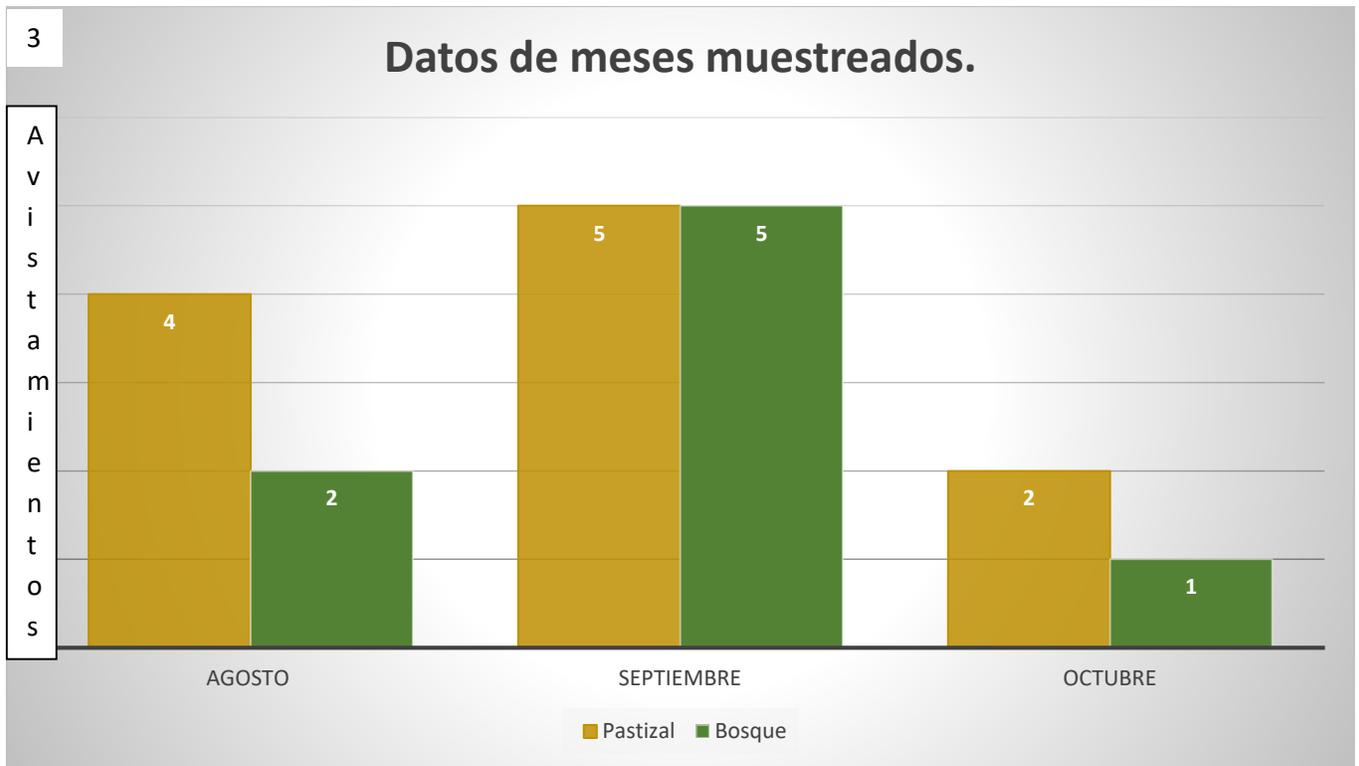


Figura 3. Avistamientos obtenidos en los tres meses de muestreo de serpiente de cascabel de cola negra, comparando el pastizal con el bosque en cada uno de los meses.

Preferencia entre sol o sombra.

No se registró alguna preferencia entre sol y sombra. Haciendo el análisis con diez diferentes índices de preferencia (ver anexo), dando valores iguales para las dos situaciones.

En cuanto a la frecuencia de uso, el valor observado es menor con respecto al esperado en el caso de estar bajo la luz del día y en la sombra ($X^2 = 5.66$; $P < 0.05$). Mientras que, en la gráfica de los datos observados tanto bajo la luz del día como en la sombra, y separando el pastizal del bosque, teniendo más avistamientos bajo la luz de día en pastizal, y como menor en la oscuridad en el bosque.

Cuadro 7. Índices de preferencia de Bailey, para comparación entre bajo la luz de sol o bajo una sombra.

Manly (1972)	
Sombra	Prefiere
Luz de día	Prefiere

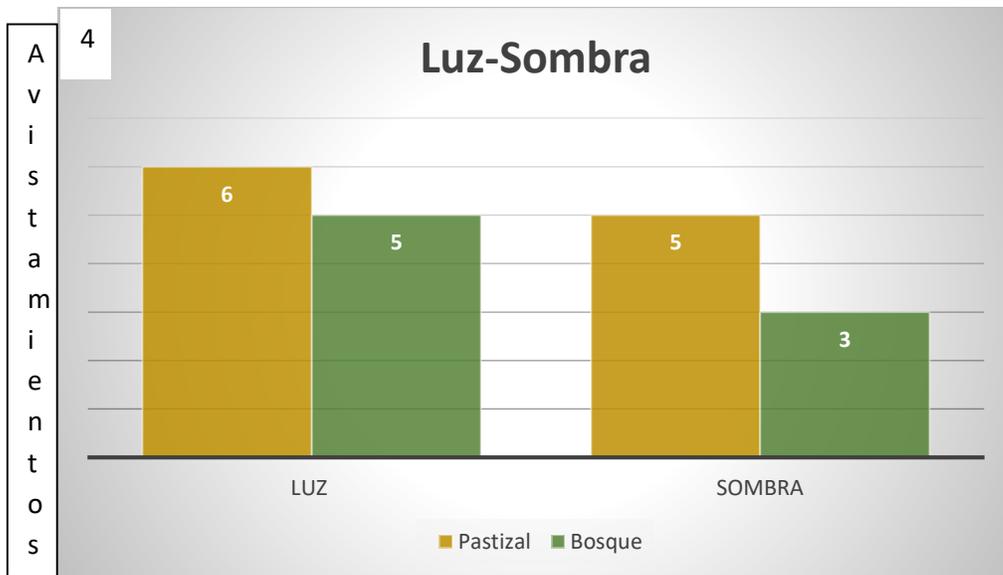


Figura 4. Avistamientos obtenidos en los tres meses de muestreo de serpiente de cascabel de cola negra, observando si se encontraban bajo la luz del sol o en la sombra.

Preferencia Zona urbana 1 (entrada policía federal).

Del total de registros de serpientes de cascabel de cola negra, se documentó que un 37% está lejano y el 63% cercano a la zona urbana 1, teniendo una preferencia a estar cerca de la zona urbana.

En cuanto a la frecuencia de uso, el valor observado es menor con respecto al uso potencial en el caso de estar cerca o lejos de la zona urbana 1, ($X^2 = 4.79$; $P < 0.05$). En la figura 6 se muestra los datos observados cerca y lejos con respecto a la zona urbana 1, contrastando pastizal contra bosque, teniendo más datos en bosque cerca y siendo menos en pastizal, lejos de la zona urbana.

Cuadro 8. Preferencia comparando los avistamientos cercanos y lejos de la zona urbana 1.

Preferencia Cerca- Lejos	Cerca	Lejos
Duncan (1983)	prefiere	no prefiere
Ivlev (1961)	prefiere	no prefiere
Baltz (1990)	prefiere	no prefiere
Bailey (1980)	usa	usa

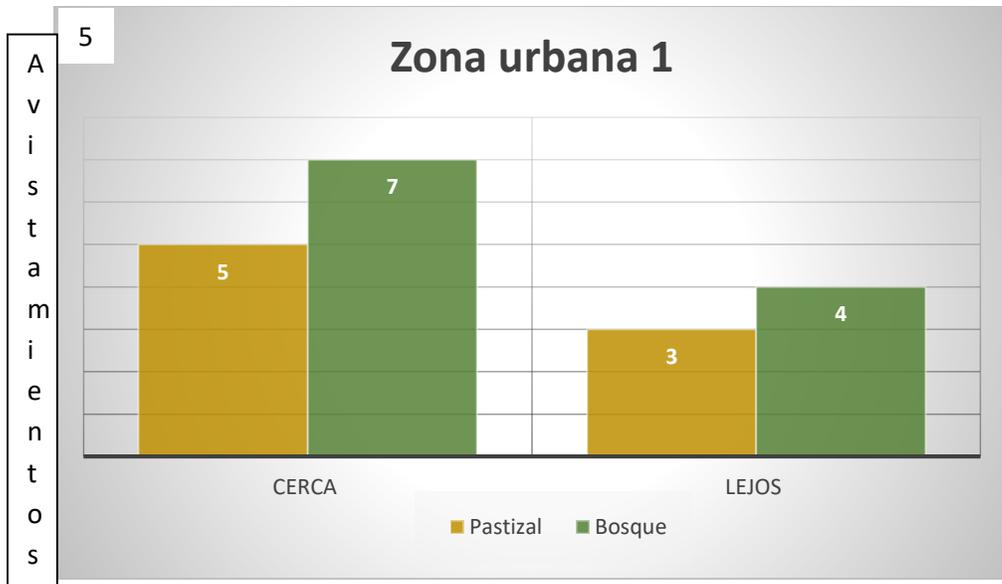


Figura 5. Avistamientos obtenidos en los tres meses de muestreo de serpiente de cascabel de cola negra, observando si se encontraban cerca o lejos de la zona urbana 1.

Preferencia Zona urbana 2

En los cálculos realizados con 19 registros de serpientes de cascabel de cola negra, se obtuvo que el 43% está lejano y el 57% está cercano a la zona urbana 2, teniendo una preferencia a estar cerca de la zona urbana.

En cuanto a la frecuencia de uso, el valor observado es menor con respecto al uso potencial en el caso de estar cerca o lejos de la zona urbana 1, ($X^2 = 4.79$; $P < 0.05$).

Cuadro 9. Preferencia comparando entre los avistamientos cerca o lejos de la zona urbana 2.

Preferencia Cerca-Lejos	Cerca	Lejos
Duncan (1983)	prefiere	no prefiere
Ivlev (1961)	prefiere	no prefiere
Baltz (1990)	prefiere	no prefiere
Bailey (1980)	usa	usa
Chesson (1978)	prefiere	no prefiere

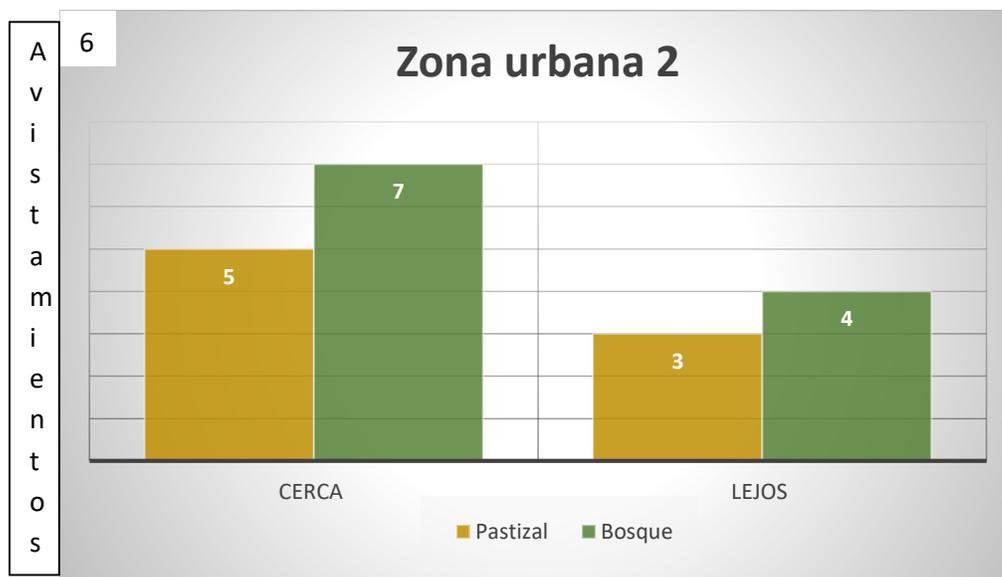


Figura 6. Muestra los avistamientos obtenidos en los tres meses de muestreo de serpiente de cascabel de cola negra, observando si se encontraban cerca o lejos de la zona urbana 2.

Modelo para la preferencia de hábitat.

En el cuadro 10 se muestra un resumen de un modelo inicial, donde se sacó el porcentaje de cada uno de los casos siendo en el mes de agosto el mayor porcentaje, con el 52.6%, en zona urbana hay un 63.2% de casos cercanos, hay una mayor preferencia a la radiación, con el 57.9% y en el pastizal con 57.9% de casos. Se tiene un modelo general:

Crotalus molossus nigrescen =meses~luz+pastizal+zona urbana

		N	Porcentaje marginal
Mes	1(agosto)	5	26.3%
	2(septiembre)	10	52.6%
	3(Octubre)	4	21.1%
Zona_Urbana	1(cerca)	12	63.2%
	2(lejos)	7	36.8%
Luz_Sombra	1(luz)	11	57.9%
	2(sombra)	8	42.1%
hábitat	1(pastizal)	11	57.9%
	2(bosque)	8	42.1%
Válidos		19	100.0%
Perdidos		0	
Total		19	

Cuadro 10. Modelo inicial para modelo de regresión logística multinomial.

Al correr el análisis de regresión logística para determinar la influencia de las variables se obtuvo un modelo significativo ($X^2 = 15.196$; $P=0.019$). Con una desviación ($X^2 = 6.315$; $P=0.612$) que demuestra que los datos no tienen una sobredispersión. El análisis mostró que el mes, hábitat y exposición son las variables que determinan la preferencia de la cascabel con un 55.1% - 63.3% de veracidad.

El modelo final para *C. m. Nigrescen* fue:

Crotalus molossus nigrescen = zona urbana~mes+pastizal

Discusión

Los resultados permitieron identificar que hay una preferencia de hábitat de la serpiente de cascabel de cola negra hacia el pastizal en el PECDMX. Esto apoya la hipótesis propuesta en este trabajo, la cual establece que las serpientes tienen preferencias a lugares con mayor irradiación solar.

El modelo generado, dio como resultado que la variable con más influencia es la cercanía a las zonas urbanas. Esto se puede deber a diferentes factores, por un lado, las zonas urbanas tienen una sobreabundancia de roedores (nativos y oportunistas) y por el otro al cambiar la composición del paisaje pueden cazar con mayor facilidad (OPS, 2009). El mes en el que más se observaron las cascabel fue septiembre, en general, hay una mayor disponibilidad de presas, las serpientes se alimentan para prepararse para entrar en periodo de brumación. Siendo un periodo donde bajan su tasa metabólica a niveles basales (Rodda, *et. al.*, 1999).

En la zona de estudio *Crotalus molossus nigrescens* tuvo una preferencia a los pastizales, donde además de existir zonas de abundante irradiación solar, podrían tener fácil acceso a su alimento en cuanto a especies nativas. En el PECDMX la vegetación predominante es el pastizal (matorral xerófilo) seguido de los bosques de pino-encino (CONABIO & SEDEMA, 2016), la cascabel al tener preferencia por este tipo de hábitat, participa en diferentes interacciones, cumpliendo uno esencial, fungiendo como controladores de poblaciones de vertebrados de talla pequeña como lo son roedores, aves y algunas lagartijas (Ávila-Villegas, 2017).

Los datos obtenidos en el PECDMX mantienen un patrón de preferencia por hábitats, donde pueden realizar fácilmente otras actividades como es la alimentación y el refugio, Estos resultados concuerdan con lo documentado por Murillo (2009), quien señala que *Crotalus ruber* tiene una preferencia en refugios marcada hacia *Condalia sp.*, pero ésta cambia a diferentes tipos de vegetación dependiendo los meses del año. Asimismo, en *Crotalus muertensis* se registró que su distribución es a lo largo de toda la isla “El Muerto”, a excepción de la “meseta del maistrote”, esta distribución estuvo asociada a la disponibilidad de alimento, por ejemplo, el mayor número de ejemplares se documentó en “playa gaviotas”, donde se tiene presencia de anidación y polluelos, que sirven como alimento para las serpientes (García-Padilla, 2010). Serpientes no venenosas mantienen este mismo patrón como es el caso de *Thamnophis elegans* y *thamnophis sirtalis* en las que su variación micro geográfica se asocia a la disponibilidad de alimento (Kephart & Arnold, 1982).

Comparación por meses

Con respecto a los meses se observó una preferencia en el mes de agosto hacia los matorrales, mientras que en los meses de septiembre y octubre al bosque. En particular en el periodo de muestreo hubo fuertes lluvias e inundaciones que pudieron obligar a las cascabeles a desplazarse, dado que éstas se refugian en concavidades, y en épocas de lluvia se inundan obligándolas a desplazarse a las zonas altas, en donde se encuentra el bosque. El año en que se realizó el muestreo (2018) ha sido uno de los que han presentado precipitaciones arriba del promedio anual (Servicio Meteorológico Nacional, 2018).

Asimismo, esta variación en las observaciones de serpientes por mes, está determinada por una repartición de los recursos de manera óptima (SEMARNAT, 2018). También se ha documentado que las variaciones en su comportamiento, está determinado por los diferentes rituales de apareamiento, así como la época en que nacen las camadas (Hoodora, 1997). Igual diversas especies de serpientes y otros vertebrados se desplazan a zonas favorables tanto para encontrar alimento, así como para que sus crías no sean presas fáciles ante depredadores en las diversas zonas protegidas de la CDMX (CONABIO-SEDENA, 2016).

Asociada a los meses está la época del año, que también dicta un cambio de comportamiento en las serpientes de cascabel, teniendo una época de brumación en los meses fríos, mientras que en los meses secos y calurosos estos tienen mayor actividad, en el norte de la república, *Crotalus viridis* tiene una hibernación que dura hasta siete meses (Ávila-Villegas, 2017; Madsen & Shine, 1999).

Comparación sol-sombra

No se observaron diferencias entre la preferencia por sombra o bajo los rayos solares (ver cuadro 6), Murillo (2009) documentó que existe una relación entre el sustrato y la irradiación solar, en las serpientes el calor no se obtiene por los rayos directos del sol, sino por la irradiación del sustrato donde se posa, en un análisis que se hizo respecto a la temperatura de sustrato se encontró en el caso de *Crotalus ruber* no tienen una preferencia a posarse bajo los rayos solares directos, tomando la temperatura del sustrato que la rodea, y no específicamente de los rayos solares.

La *Crotalus catalinensis* de la isla Santa Catalina es una especie nocturna, busca temperaturas bajas en la noche, esperando a salir cuando la temperatura del suelo con y sin cobertura vegetal sean similares (Arnaud, 2015). Grismer (2002) menciona que *Crotalus muertensis* que habita en la isla “El Muerto” es diurna en verano y nocturna el resto del año. Si bien, la cobertura de sombra natural se puede ver disminuida por la urbanización, provocando que los reptiles tengan una menor actividad y desplazamiento dado al aumento de calor (French, 2018), alterando no sólo el comportamiento de los reptiles, pero a su vez aumenta la disponibilidad de alimento como ya se mencionó. Esto puede estar cambiando el comportamiento de las *C. m. nigrescens* y es necesario analizarlo con más detalle. Puesto que las serpientes al ser ectotermas, requieren temperaturas ambientales específicas, es decir, en un rango determinado, para poder llevar sus actividades eficientemente (Beaupre, 1995, Scott, *et al.* 1982).

Comparación por zonas urbanas.

En los resultados obtenidos para *C. m. Nigrescens* en el PECDMX se mostró una preferencia hacia las zonas urbanas. En general se ha documentado que los reptiles son afectados de manera diferencial por el aumento de la urbanización (Hamer & McDonnell, 2008). Lo que puede estar asociado a diferentes factores. Por ejemplo, Simon y colaboradores (2009) mencionan que las zonas urbanas favorecen a algunas especies que se alimentan otras conocidas como plaga para el hombre como son los roedores oportunistas tales como *Ratus ratus* y *Mus musculus*.

La urbanización altera, no solamente el hábitat de los animales, sino también modifica sus ciclos de vida, French y colaboradores (2018) mencionan que no siempre existe una respuesta negativa a las áreas urbanas, sino que en algunos casos se ve un aceleramiento en la incubación. Esto requiere de un análisis más detallado en el PECDMX para poder determinar a detalle las consecuencias de este cambio en las áreas naturales y sus áreas de influencia, ya que puede traer consigo no sólo una alteración al ecosistema, sino también, una sobrepoblación e invasión de nuevos ecosistemas como es el urbano (Bastos et al., 2005).

En el PECDMX, no se tiene un registro de los accidentes ofídicos, sin embargo, al aumentar las probabilidades de contacto entre las cascabel y el humano, estos pueden aumentar, como ha ocurrido en otras áreas con una urbanización en desarrollo (Schuett, et. al., 2016; COSEWIC, 2015). Además de las consecuencias lógicas para el humano, las crotalo enfrentan un mayor riesgo de morir, ya que al momento de desplazarse se cruzan con carreteras, las cuales resultan en muerte para estos ejemplares (Schuett, et. al., 2016, Bastos et al., 2005; Gonçalves et al., 2014).

Conclusiones

En conclusión, la cascabel de cola negra en el PECDMX tienen una preferencia de hábitat dependiendo del mes del año en que se encuentre. En el mes donde no hay lluvias, esta se encontró predominante en el pastizal, mientras que en los meses lluviosos hubo un mayor número de avistamientos en el bosque que se ubica en la zona alta del parque. No se documentó una preferencia específica entre si se encuentran posadas bajo los rayos de la luz del sol y la sombra. Las serpientes de cascabel tienen una preferencia a la zona de pastizal, estando cerca de las zonas urbanas, generando así que las serpientes tengan una mayor probabilidad de encuentro con las personas.

Hace falta iniciar un programa de educación ambiental entre los vecinos de la zona, ya que la interacción cascabel-humano se da frecuentemente y puede tener consecuencias graves para ambos interactuantes.

Las cascabeles se ven afectadas directamente por el ambiente que las rodea, siendo un factor que los limita a que sus poblaciones sean reducidas debido a la pérdida de su hábitat.

Corolario

Uno de los principales motivos por lo que han disminuido las poblaciones de serpientes de cascabel es la urbanización, así como la reputación cultural y supuestos beneficios medicinales que se le otorgan, lo cual es causado por la desinformación, lo que ha hecho que exista un descenso de sus poblaciones (Martínez-Vaca León & Medellín, 2019).

Las cascabeles dan servicios ecológicos, biológicos, culturales, medicinales comprobados científicamente, como en el caso de las *Crotalus terrificus*, del cual se usa su veneno para generar faboterápicos para el tratamiento de personas que fueron atacadas por algún vipérido (Fuentes-Mascorro, 2004).

Si bien el parque ecológico de la ciudad de México es una zona protegida, existe mal uso dentro de este, como es la presencia de gente que captura animales y recolecta vegetación. También hay cultivos y ganadería dentro de este, además que existen aún lugares habitados por gente, esto ha causado que gradualmente las especies silvestres, entre ellas las cascabeles, reduzcan sus áreas de actividad e incursionen en las zonas habitacionales; Debido a esto y a que las serpientes, en particular las cascabel a lo largo del tiempo han cargado con una mala reputación, lo cual ha causado que la gente tenga falsa información, siendo cazadas desmedidamente.

Bibliografía

Abrams, P.A., Kawecki T.J. (1999). Adaptative preference and the dynamics of host-parasitoid interactions. Theoretical Population Biology. 56 (3): 307-324.

Arnaud, G. (2015). Conservación de la serpiente de cascabel sin cascabel *Crotalus catalinensis*, de la isla Santa Catalina, Golfo de California. Recursos naturales y sociedad. Vol I (5), 51-61

Ávila-Villegas, H. (2005). Aspectos ecológicos de la serpiente de cascabel de la Isla Catalina *Crotalus catalinensis*, Golfo de California, México.

Ávila-Villegas, H. (2017). Serpiente de cascabel, CONABIO, Ciudad de México.

Balderas-Valdivia, C. J. Barreto-Oble, D. & Madrid-Sotelo, C. A. (2009). Contribución a la historia natural de *Crotalus molossus*. Biodiversidad del Pedregal de San Ángel.

Bastos, E. G. D. M., de Araújo, A. F., & Silva, H. R. D. (2005). Records of the rattlesnakes *Crotalus durissus terrificus (Laurenti) (Serpentes, Viperidae)* in the State of Rio de Janeiro, Brazil: a possible case of invasion facilitated by deforestation. Revista Brasileira de Zoologia, 22(3), 812-815.

Beaupre, S. J. 1995. Effects of geographically variable thermal environment on bioenergetics of mottled rock rattlesnakes. Ecology.

Carrascal, L. M. Palomino, D. & Lobo, J. M. 2002. Patrones de preferencias de hábitat y de distribución y abundancia invernal de aves en el centro de España. Análisis y predicción del efecto de factores ecológicos. Animal Biodiversity & Conservation. 25: 7-40.

Cervantes, J. (2011). Análisis de la estructura y diversidad genética de cuatro poblaciones de *Crotalus molossus nigrescens*. Instituto de Biología. México.

CONABIO, & SEDEMA. (2016). La Biodiversidad en la Ciudad de México Volumen II.

COSEWIC. (2015). COSEWIC. Assessment and status report on the Western Rattlesnake *Crotalus oreganus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa.

Cribb, N. Miller, C. & Seuront, L. (2015). Towards a standardized approach of cetacean habitat: Past achievements and future directions. Open journal of Marine Science, 335–357. <https://doi.org/10.4236/ojms.2015.53028>

- Davis, J. M., & Stamps, J. A. (2004). The effect of natal experience on habitat preferences. *Trends in Ecology and Evolution*, 19:411–416.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.04.006>.
- Egea-Serrano, A. Oliva-Paterna, F. J. Miñano, P. A. Verdiell, D. De Maya, J. A. Andreu, A. Tejedo, M. & Torralva, M. (2005). Actualización de la distribución de los anfibios de la región de murcia (se península ibérica).
<https://revistas.um.es/analesbio/article/view/27981>
- Flores-Villela, O. & García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 467–475.
<https://doi.org/10.7550/rmb.43236>
- French, S. S. Webb, A. C. Hudson, S. B. & Virgin, E. E. (2018). Town and country reptiles: A review of reptilian responses to urbanization. *Integrative and comparative biology*. 58(5):948-966 <https://doi.org/10.1093/icb/icy052>
- Fuentes-Mascorro, Gisela. (2014). La serpiente de cascabel como recurso zoogenético rattlesnake as genetic resource. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 4:303-304.
- García-Padilla, E. (2010). Caracterización del hábitat, distribución y abundancia de la víbora de cascabel *Crotalus muertensis* (Grismer, 1999), microendémica de la isla El Muerto, Golfo de California, México. Universidad autónoma de Nuevo León.
- Giraudó, Alejandro R., Arzamendia, Vanesa, Bellini, Gisela P., Bessa, Carla A., & Costanzo, M. B. (2014). Ecología de una gran serpiente sudamericana, *Hydrodynastes gigas* (*Serpentes: Dipsadidae*). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 1206-1216.
- Gonçalves, R. C., Faleiro, J. H., Lima, G. M., Malafaia, G., & da Silva Castro, A. L. (2014). The epidemiology of snakebite accidents in the cities of southeast Goiás from 2007 TO 2011. *Bioscience Journal*, 30(5).
- Grismer, L. 2002. Amphibians and reptiles of Baja California, including its pacific islands and tha islands in the Sea of Cortéz. University of California Press.
- Hamer A.J. & McDonnell M.J. 2009. The response of herpetofauna to urbanization; inferring patterns of persistence from wildlife databases. *Austral Ecology*, 35: 568-580.
- Herrera Ramírez. (2008). Estudio patológico retrospectivo de mortalidad en reptiles del zoológico Jaime Duque entre el año 1991 y el 2006.
https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/145
- Hodora, K. (1997). Preferencias de hábitat y densodependencia en dos especies de roedores (*Akodon azarae* y *Calomys laucha*) de agroecosistemas pampeanos.

(Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.). Recuperado de http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n2969_Hodara

Kephart, O. G. & Arnold, S. (1982). Garter snake diets in a fluctuating environment: a seven-year study. *Ecology*, 63: 1232-1236.

Madsen, T. & Shine, R. (1999). The adjustment of reproductive threshold to prey abundance in a capital breeder. *Journal of Animal Ecology*, 68: 571-580.

Martin, T. E. (2010). Are microhabitat preferences of coexisting species under selection and adaptive?. *Ecological society of america*. 656–670.
[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1998\)079\[0656:AMPOCS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[0656:AMPOCS]2.0.CO;2)

Martínez-Vaca León, O. I. & López Medellín, X. (2019). Serpientes, un legado ancestral en riesgo. *CIENCIA ergo sum*, 26: 1–10.
<https://doi.org/10.30878/ces.v26n2a10>

Medina-Rangel, G. F. (2013). Cambio estacional en el uso de los recursos de la comunidad de Reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa. Departamento del Cesar (Colombia). *Caldasia*.35:103–122.

Méndez-de-la-Cruz, Fausto & Díaz de la Vega-Pérez, Anibal & Jiménez-Arcos, Victor. (2009). Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel-Herpetofauna. Departamento de Zoología. México., 243- 260.

Mociño-Deloya, E. (2015). Ecología trófica de tres especies de serpientes de cascabel en México: *Crotalus aquilus*, *Crotalus polystictus* y *Crotalus willardi*. Granada: Universidad de Granada .

Montañez Paola. (2009). Preferencia y selección de hábitat y microhábitat de mamíferos pequeños terrestres en la finca “el Prado” del municipio de Jesús María, Santander, Colombia. 1–56.

Montenegro, J. & Acosta, A. (2008). HaviStat v 1.0 Aplicación para evaluar uso y preferencia de hábitat. *Pan-American journal of aquatic sciences*, II–VI.

Montenegro, Javier, & Acosta, A. (2008). Programa innovador para evaluar uso y innovative program for habitat use and preference evaluation. *Universitas Stuttgart*. 208–217.

Murillo, R. (2009). Uso de hábitat de la víbora de cascabel (*Crotalus ruber*) en un matorral xerófilo de La Paz, Baja California Sur, México. centro de investigaciones biológicas del noreste. México: Programa de estudios de posgrado.

Navarrete Brambila. (2006). “Metodos y tecnicas de manejo y conservación para anfibios y reptiles en campo: análisis, evaluación y aprovechamiento sustentable en México”. México.

OPS. (2009). Manual para la identificación, prevención y tratamiento de mordeduras de serpientes venenosas en Centro América. Guatemala. 1:2-110.

PAOT. (2009). Estudio sobre la superficie ocupada en áreas naturales protegidas en el Distrito Federal. México.

Paredes-García, D. Ramirez-Bautista, A. & Martinez-Morales, M. (2011). Distribución y representatividad de las especies del género *Crotalus* en las áreas naturales protegidas de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82: 689-700.

Rodda, G. H., Sawai, Y., Chiszar, D. & Tanaka, H., 1999. Problem Snake Management: the Habu and the brown treesnake. Cornell University Press. Ithaca.

Schuett, G. Repp, R. Spencer, C. Carol. Beaman, K. & Painter, C. (2016). Rattlesnakes of Arizona -Western diamond- backed rattlesnake (*Crotalus atrox*). : ECO Publishing, 333–394.

Semarnat, 2018. Programa de Acción para la Conservación de las Especies: Serpientes de Cascabel (*Crotalus spp.*). Semarnat/Conanp, México.

Servicio Meteorológico Nacional. (2018). Resumen del clima en México 2017-2018. <https://www.gob.mx/smn/acciones-y-programas/resumen-del-clima-en-mexico-2017-2018>.

Simon, J.A. Snodgrass J. W. Casey R.R.O. & Sparling D.W. 2009. Spatial correlation amphibian uses of constructed wetlands in an urban landscape. Landscape Ecology, 4:361-373.

Woolrich-Piña, G. A. Lemos-Espinal, J. A. Oliver-López, L. Calderón-Méndez, M. E. González-Espinoza, J. E. Correa-Sánchez, F. & Montoya-Ayala, R. (2006). Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatinae) que ocurre en la zona centro-oriente de la ciudad de México. Acta Zoológica Mexicana, 22: 137–150.

Yu, S. L., & Lee, T. W. (2002). Habitat preference of the stream fish, *Sinogastromyzon puliensis* (Homalopteridae). Zoological Studies, 41: 183–187.

Anexo.

Índices de preferencia que comparan los tres meses de muestreo en el parque ecológico de la Ciudad de México.

Índice de preferencia.	Pastizal	Bosque
Baltz(1990)		
Agosto	Selección fuerte	Evasión
Septiembre	Indiferencia	Selección neutral
Octubre	Indiferencia	Selección neutral
Bowyer & Bleich (1984)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	Prefiere	No prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Duncan (1983)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	No prefiere
Octubre	No prefiere	No prefiere
Galaktionov & Sergeev (1979)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	Prefiere	No prefiere
Octubre	No prefiere	No prefiere
Jacobs II (1974)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Jacobs (1974)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Vanderploeg & Scavia (1979)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	Prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Ivlev (1961)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	No prefiere

Octubre	No prefiere	Prefiere
Larsen (1936)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Chesson (1978)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	No prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Murdoch (1969)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Forage Ratio (FR)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Ready et al (1985)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	No prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere
Thomas & Elmes (1998)		
Agosto	Prefiere	No prefiere
Septiembre	No prefiere	Prefiere
Octubre	No prefiere	Prefiere

Anexo.

Índices de preferencia para comparación entre bajo la luz de sol o bajo una sombra.

Cherry, 1996	
Sombra	Uso
Bajo la luz	Uso
Byers et al. (1984)	
Sombra	Uso
Bajo la luz	Uso
Duncan (1983)	
Sombra	Prefiere
Bajo la luz	Prefiere
Gabriel (1978)	
Sombra	No prefiere
Bajo la luz	No prefiere
Vanderploeg & Scavia	
Sombra	Prefiere
Bajo la luz	Prefiere
Krueger (1972)	
Sombra	Prefiere
Bajo la luz	Prefiere
Manly (1972)	
Sombra	Prefiere
Bajo la luz	Prefiere
Manly (1973; 1974)	
Sombra	Prefiere
Bajo la luz	Prefiere
Chesson (1978)	
Sombra	No prefiere
Bajo la luz	No prefiere
Goodman (1965)	
Sombra	Usa
Bajo la luz	Usa