



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ANFIBIOS Y REPTILES EN

EL SUELO DE CONSERVACIÓN EN LA CIUDAD DE

MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

QUE PRESENTA:

BRUNO FRÍAS MORALES

DIRECTOR DE TESIS:

DR. URI OMAR GARCÍA VÁZQUEZ



Ciudad de México

Mayo, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por proporcionarme las mejores herramientas y recursos a mi disposición, para mi desarrollo académico y profesional.

Del mismo modo a mi Alma Mater, la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, mi segunda casa, por haberme permitido estudiar en sus aulas y laboratorios.

Mi agradecimiento especial a los integrantes y colaboradores del laboratorio de sistemática molecular de la FES Zaragoza, especialmente a su responsable y director de esta tesis, el Dr. Uri Omar García Vázquez por sus consejos, enseñanzas, críticas y consejos personales que han sido bien recibidos para mejorar en el ámbito académico.

A mis sinodales Dr. Espinosa Organista David Nahum, Dr. Feria Ortiz Manuel, Dr. Gutiérrez Granados Gabriel, Dr. Valdivia Anistro Jorge Antonio por sus valiosos comentarios y sugerencias para mejorar este trabajo.

Agradezco al Dr. Joan Gastón Zamora Abrego, Dr. Andrés Alberto Mendoza Hernández y Dr. Uri Omar García Vázquez por facilitarme la información para la elaboración de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Quiero agradecer al Dr. Uri Omar García Vázquez quien sin su apoyo, paciencia y consejos esta tesis no habría sido posible.

Gracias a mis progenitores, Guadalupe Morales Ortiz y Raúl Frías Morales por su apoyo, confianza y amor que siempre me han brindado, para seguir siempre adelante. Gracias por todo.

También a mi familia que siempre ha estado ahí en los momentos más difíciles, los quiero mucho.

A Laura Barrón Gudiño quien me ha brindado un cariño sincero y hemos vivido maravillosas experiencias.

Quiero agradecer a la Dra. Patricia Rivera García quien desempeño como mi tutora a lo largo de la carrera, siempre brindándome los mejores consejos. Sin duda un ejemplo a seguir.

Del mismo modo a las profesoras Alejandra González López y Julieta Sierra Mondragón por su amabilidad, confianza y cariño, de las cuales he aprendido mucho para desarrollarme profesionalmente.

Al coach del equipo de lucha olímpica y sambo de la FES-Z, Fausto García Álvarez a quien le tengo una gran admiración por su manera de liderar para motivarnos aun en los momentos más difíciles.

A mis amigos, porque cada uno de ellos me apoyo en diversos momentos de mi vida y de distintas maneras.

Del mismo modo al Dr. Aaron García Rosales por brindarme un panorama más amplio sobre la herpetofauna, además del tiempo que me brindo para realizar comentarios y sugerencias bien recibidas para mejorar este trabajo .

It is an admirable feature of herpetologists that they are able to cross the boundaries between different aspects of their subject, which remains, perhaps more than other branches of zoology, a single coherent discipline.

Bellair & Cox, 1976

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MARCO TEÓRICO	4
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
OBJETIVOS	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
MATERIAL Y MÉTODOS	8
Área de estudio	8
Clima	10
Vegetación	10
Bosque de coníferas	10
Bosque de oyamel	11
Bosque mixto	11
Matorral xerófilo	12
Vegetación acuática y subacuática	13
Trabajo de campo	14
Análisis de datos	16
Riqueza, abundancia y composición herpetofaunística	16
Diversidad beta	18
RESULTADOS	19
Riqueza y composición herpetofaunística	19
Tipos de vegetación	21
Análisis por preferencia de tipo de microhábitats	23
Estimadores no paramétricos riqueza de especies	23
Abundancia	28
Índices de diversidad similitud y recambio	29
Diversidad Beta	30
DISCUSIÓN	32
CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS	39
ANEXOS	56

RESUMEN

El suelo de conservación (SC) de la Ciudad de México comprende comunidades ecológicas importantes por su diversidad biológica. En este trabajo se presenta una caracterización de la herpetofauna en el SC donde la clase Amphibia fue constituida por dos órdenes, cinco familias, ocho géneros y 11 especies. Por su parte, la clase Reptilia representada por un orden en dos subórdenes, siete familias, 12 géneros y 28 especies. De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059 y la lista roja de la IUCN, 18 y seis especies respectivamente, se encuentran en alguna categoría de riesgo. Las curvas de rango abundancia indicaron que los tipos de vegetación muestreados están integrados por pocas especies raras y muchas especies abundantes. Los estimadores no paramétricos Chao 1 y ACE indicaron una completitud del inventario desde 88 hasta 100% en los cinco tipos de vegetación. La diversidad alfa evaluada por el índice de Shannon- Wiener (H') para el SC fue de 1.8. Existe una baja similitud entre las comunidades evaluadas por requerimientos ecológicos que limitan su distribución.

Este trabajo contribuye al conocimiento sobre la riqueza, abundancia, distribución y diversidad de anfibios y reptiles del SC, por lo que puede ser referido como antecedente para el desarrollo de estrategias futuras de conservación de la biodiversidad y en particular de la herpetofauna en el SC.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica (biodiversidad) se refiere a toda la variabilidad entre organismos vivos, no se limita al número de especies que han existido en la historia, sino también se incluyen diversos niveles de organización como diversidad genética, especies, ecosistemas, entre otros. Por otra parte la uniformidad de su distribución, las diferencias en sus rasgos funcionales y sus interacciones forman parte importante dentro de la diversidad biológica (Wilson & Frances, 1988; Díaz & Cabido, 2001; Swingland, 2001; Hooper et al., 2005; Díaz et al., 2015).

El término biodiversidad se usa en múltiples disciplinas y de innumerables maneras, esto ocasiona que sea un concepto más complejo, pero es referido para conceptualizar la heterogeneidad que existe en múltiples niveles de la biología (organismos, poblaciones, comunidades y biomas), así como para definir la cantidad de especies que habitan en un sitio (riqueza de especies) (Haila & Kouki, 1994; Swingland, 2001; Krishnamurthy, 2003; Anderson & Valenzuela, 2014).

El 70% de la biodiversidad actual se concentra en 16 países, razón por la cual estos son denominados países megadiversos. México forma parte de estos países, ya que posee 10% de la diversidad terrestre mundial, su biodiversidad se ve favorecida por la accidentada topografía y la orografía del país, que da como resultado múltiples ecosistemas que presentan una alta diversidad florística y faunística. El contacto que mantienen las biotas neártica y neotropical aportan altos niveles de diversidad, riqueza y endemismo que le confieren el título de megadiverso (Paknia et al., 2015; Aguirre-Muñoz, 2016; Guzmán-León, 2016).

La pérdida de la biodiversidad ha sido catalogada como un problema crítico, por tal motivo se han realizado acciones globales para abordar este fenómeno (Butchart, 2010; Gustafsson, 2013). Dentro de los factores que representan una amenaza para la biodiversidad en México se encuentra la pérdida de hábitats por cambios en la cobertura del suelo, el incremento en la tasa de deforestación, la extracción por coleccionistas de ciertos grupos de animales y plantas, el tráfico ilegal de vida silvestre, la polución junto con la reducción de los cuerpos de agua dulce, la contaminación de los mares así como la profunda degradación de decenas de lagunas costeras, el incremento en la introducción de especies exóticas, de igual manera el cambio climático y por último las enfermedades emergentes (Martínez-Meyer et al., 2014; Canals, 2019).

La Ciudad de México (CdMx) es la demarcación territorial que posee el índice más alto de urbanización a nivel nacional, su paisaje se encuentra fragmentado por la actividad antrópica como lo es el cambio de uso de suelo, la extracción ilegal de madera, el suelo de monte, las plantas nativas de interés medicinal u ornamental, semillas, hongos comestibles, por último la extracción y cacería ilegal de fauna silvestre (Palomino & López, 2015; Castellanos et al., 2017; INEGI, 2020).

La CdMx se divide en dos grandes zonas administrativas las cuales son, el suelo urbano y el suelo de conservación (SC). El SC hace referencia a las zonas que, por sus características ecológicas posibilita la permanencia de un patrimonio biológico y socioeconómico al proveer de servicios ecosistémicos tales como la retención del agua, la recarga de acuíferos para la entidad, la regulación del clima, la captura de CO₂ y la estabilidad de suelos al evitar la erosión (Cantoral et al., 2009; Artasu, 2016; Isunza-Vizuet et al., 2021).

Ante esta situación, la CdMX presenta una gran cantidad de factores estresantes que interactúan y coinciden con el paisaje propio de la urbe, esto genera un recambio del paisaje natural mediante carreteras y, en mayor medida, el establecimiento de infraestructura urbana, a pesar del efecto negativo que provoca sobre las poblaciones biológicas, como de anfibios y reptiles. Aunque, en ciertos casos, puede resultar un hábitat apropiado para algunas especies, esto depende de la susceptibilidad que presenta cada especie ante la urbanización (Anderson & Burgin, 2002; Prosser et al., 2006 González-García et al., 2009, Simón et al., 2009).

El conocimiento sobre la composición y distribución de la herpetofauna es una herramienta esencial para la planificación de estrategias y acciones de conservación (Medina-Aguilar et al., 2011). Por lo que, el presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer parte de la composición y riqueza herpetofaunística en el SC de la CdMx.

MARCO TEÓRICO

La herpetofauna consta de dos grupos sensibles a perturbaciones ecológicas, es por ello que el monitoreo de las comunidades de anfibios y reptiles, resulta práctico para diseñar e implementar políticas de conservación, manejo de ecosistemas, así como hábitats para su aplicación en el uso, manejo y conservación de los recursos. Sin olvidar que la declinación de especies de anfibios se considera como una emergencia ecológica, es por ello que son un grupo prioritario para la investigación y la conservación (McDairmid, 1994; Lips et al., 2001; Villareal et al., 2004; Marichal-Arbona & López-Hernández, 2012).

El SC comparte gran parte de su diversidad herpetológica con la cuenca del valle de México y con la Faja Volcánica Transmexicana, esta última es la región de mayor

importancia herpetofaunística por su alta riqueza de especies al tener 249 de las 1,165 especies que hay en México (Ramírez-Bautista, et al., 2009; Nájera-Alvarado, 2021). El estudio de la riqueza de anfibios y reptiles en suelos de conservación es fundamental para comprender la dispersión, el hábitat, la ecología, la fisiología y la historia de vida de las especies que habitan en el SC (McKinney, 2008; Allen et al., 2017; Lemos-Espinal & Smith, 2020). Ambos grupos son indicadores ambientales, ya que son sensibles ante contaminantes por ello permiten predecir el impacto ambiental en esta zona de gran valor ambiental para la CdMx (Gibbs & Karraker, 2006; Kerby et al., 2011).

Bajo una perspectiva histórica y faunística, existen algunas publicaciones que contemplan un enfoque faunístico y taxonómico dentro del valle de México puesto que casi toda la superficie de la CdMx se encuentra dentro de esta cuenca hidrográfica. El trabajo pionero de Dugès (1888, 1889) registra tres anfibios y once reptiles en donde abarco gran parte de la CdMx, posterior a este trabajo hubo un incremento de trabajos que se enfocan en la herpetofauna del valle de México y regiones colindantes (Smith & Taylor, 1945, 1948, 1950; Smith & Smith, 1993; Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006; Flores-Villela & Canseco-Márquez, 2007; Ramírez-Bautista, 2009; Cruz-Elizalde et al., 2018).

Diversos trabajos han enriquecido la lista de especies para la CdMx (Sánchez-Herrera, 1980b; Méndez de la Cruz et al., 1992, 2006, 2007, 2009; Uribe-Peña et al., 1999; Díaz de la Vega-Pérez et al., 2016; García-Vázquez & Méndez de la Cruz, 2016; García-Vázquez et al., 2016) por mencionar algunos trabajos; una de las publicaciones más recientes, realizada por Lemos-Espinal & Smith (2020) resaltan que la CdMx, comparte 59 especies con el Estado de México y 49 con el estado de Morelos.

A pesar de que la mayor parte del territorio que comprende la CdMx está urbanizado, aún persiste una vasta porción conformada por el SC y porciones a las que le son aplicables las disposiciones de esta ley, por lo que su observancia resulta un factor de suma importancia para la preservación de la biodiversidad (Reygadas, 2016).

Los usos de suelo de la CdMx (antes Distrito Federal) se regulan desde la creación de la Ley de Desarrollo Urbano de Distrito Federal (1976) y el Plan Director de Desarrollo Urbano (1978). Ambos sirvieron para establecer las bases del Primer Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, programa donde se estableció en 1982 la división del territorio del Distrito Federal en dos zonas primarias: Área de Desarrollo Urbano y Área de Reserva Ecológica (SGDS, 1992).

En un principio se contemplaron 85,554 hectáreas del Área de Conservación Ecológica (ACE) y en 1990 se integraron 1,220 hectáreas de la Sierra de Guadalupe. Para 1996 sumaban 86,774 ha de SC (LDU, 1994). Esta cantidad contemplaba más de la mitad de la superficie del Distrito Federal y tenía un uso con potencial agrícola y forestal de alto valor ambiental. Posterior a ello el Decreto del Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal (PGOEDF) en respuesta a la problemática existente en las áreas rurales de la CdMx se implementó dicho programa para la preservación de tierras y bosques, a su vez el fomento al desarrollo de actividades productivas de pueblos propios de estos sitios (SMADF, 2000).

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los sitios con mayor grado de conservación coinciden con el SC, no obstante gran parte de las zonas catalogadas como SC dentro de la CdMx mantienen cierto grado de perturbación ambiental, por este motivo es preciso reconocer la herpetofauna catalogada en alguna

categoría de riesgo para dar prioridad a sitios que ofrezcan zonas de crecimiento y protección para la creación de programas enfocados a la preservación de estas especies. Si bien la herpetofauna de la CdMx ha sido estudiada en su mayoría contemplada como parte del valle de México se requieren más estudios específicos en zonas con potencial de sitios de conservación. Mediante este trabajo se pretende dar a conocer parte de la riqueza y diversidad los anfibios y reptiles del SC.

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar la herpetofauna del suelo de conservación de la Ciudad de México en términos de su estructura y composición.

Objetivos específicos

- Determinar la riqueza específica de anfibios y reptiles en el suelo de conservación de la Ciudad de México.
- Cuantificar la abundancia relativa de anfibios y reptiles en el suelo de conservación de la Ciudad de México.
- Elaborar una lista taxonómica con las especies registradas en el suelo de conservación de la Ciudad de México.
- Estimar la similitud y la diversidad herpetofaunística por cada comunidad vegetal encontrada en el suelo de conservación de la Ciudad de México.
- Determinar el estado de conservación de las especies de acuerdo con la IUCN y NOM-059-SEMARNAT-2010.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La CdMx se localiza a 19° 36' N y 99° 03' S de latitud norte, y a 98° 57' E y 99° 22' O de longitud oeste; colinda al norte, este y oeste con el Estado de México y al sur con el estado de Morelos. Ocupa una extensión aproximada de 148,500 ha, que representan 0.08% de la superficie total del país (INEGI, 2000). La mitad sur de la CdMx está comprendida por grandes extensiones de bosques de clima templado-frío entre los que destacan el Bosque de encino que se localiza en las alcaldías de Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta y Gustavo A. Madero; Bosque de oyamel con representación con mayor presencia al poniente del Distrito Federal, en las alcaldías de Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras; Bosque de pino, es el tipo de vegetación más extenso de la CdMx, se ubica en las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan y Milpa Alta.

En particular, el SC se ubica en las serranías que delimitan al valle de México: hacia el sur, la Sierra del Chichinautzin y la Sierra del Ajusco; hacia el suroeste, la Sierra de las Cruces; por último, la parte del noroeste representada por la Sierra de Santa Catarina y Sierra de Guadalupe (Fig. 1). El resto es definido por el origen lacustre de la CdMx donde se encuentra vegetación acuática y subacuática en Xochimilco y Tláhuac (Jáuregui, 2000; Lemos-Espinal & Smith, 2020).

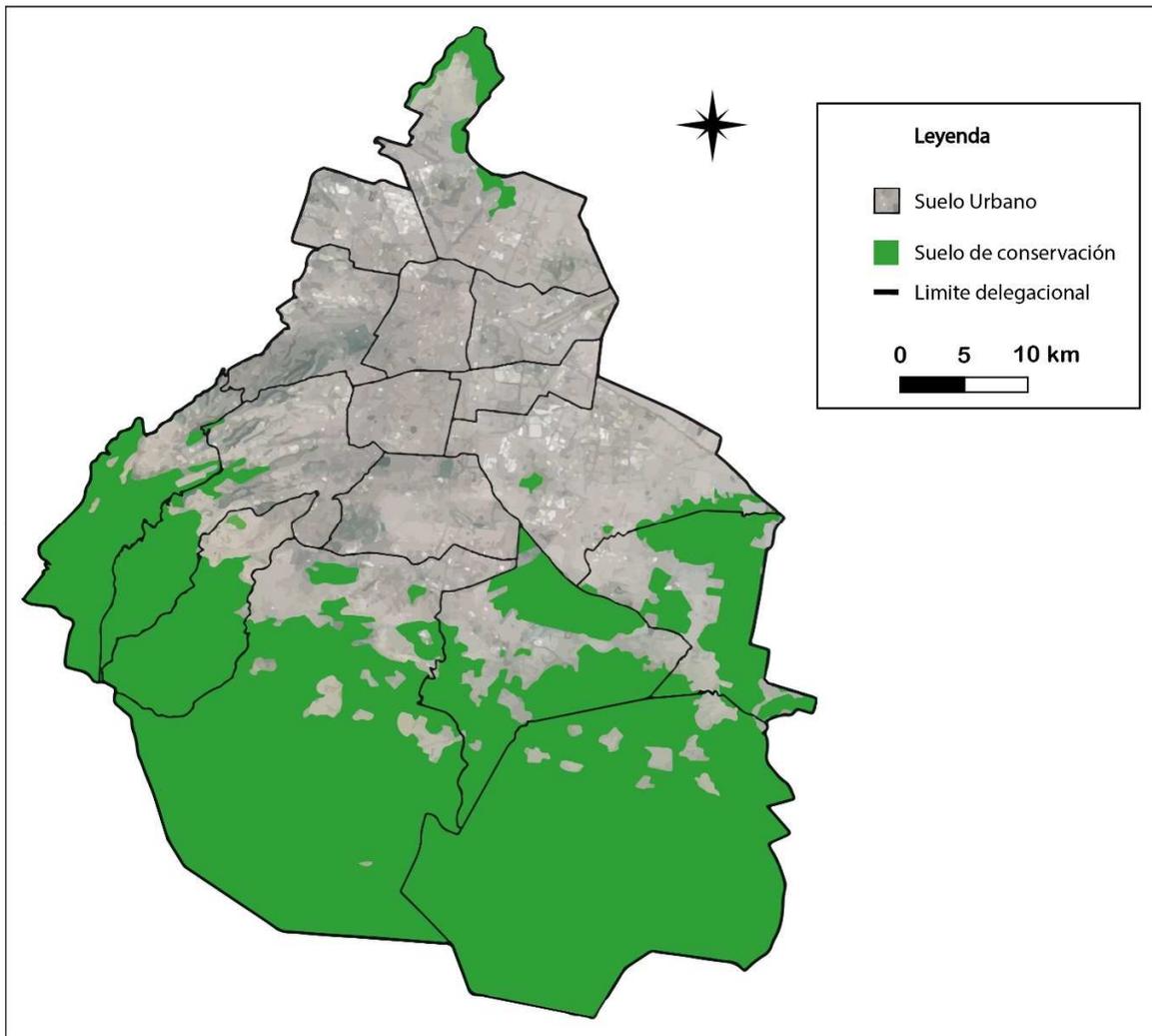


Figura 1. Regionalización del suelo de conservación de la Ciudad de México (Elaboración propia).

Si bien la altitud del SC varía de 2,200 a casi 4,000 m.s.n.m., la mitad (48%) se ubica por arriba de los 3,000 m.s.n.m. Con excepción de la agricultura temporal y de riego, así como el pastizal inducido la CdMx está comprendida por seis ecosistemas con características climáticas diferentes, las cuales promueven una gran variedad de especies (PAOT, 2010).

Clima

De acuerdo con la propuesta de clasificación climática de Köppen (1948), modificada por García (1981), el clima del SC es templado subhúmedo con lluvias en verano (Cw) no obstante la zona noreste además de coincidir con la zona urbana, mantiene características semiáridas de tipo estepa (BS). Además son distinguibles dos estaciones climáticas por un lado, la época de secas abarca los meses de noviembre a abril y la época de lluvias que ocurre de mayo a octubre (Jauregui, 2000; Ospina et al., 2014).

Vegetación

El SC de la CdMx mantiene dos grandes comunidades vegetales bien representadas, de acuerdo con Rzedowski (1978), templado-frío (bosques) y zonas áridas (árido y semiárido), los cuales corresponden a: bosque de coníferas (bosque de pino, bosque de oyamel y vegetación de cañadas), bosque de encino, matorral xerófilo, pastizal y vegetación acuática y subacuática.

Bosque de coníferas

El bosque de coníferas incluye dos comunidades: el bosque de pino compuesto en su mayoría por las especies de *Pinus montezumae*, *P. hartwegii*, *P. rudis*, *P. teocote* y *P. lehiophylla* y el bosque de oyamel, integrado por *Abies religiosa*. La comunidad de pinos cubre 12,885 ha. (8.7% del territorio de la CdMx y 14.8% del suelo de conservación) de las cuales 40% presenta algún grado de perturbación o deterioro observable a simple vista, con árboles viejos y con poca regeneración natural (SMA, 2009).

Bosque de oyamel

El bosque de oyamel se caracteriza por tener un estrato arbóreo en donde el elemento dominante y con frecuencia único es *Abies religiosa*, un estrato arbustivo escaso en el que predomina *Roldana angulifolia* (senecio), en ocasiones acompañado de *Ribes ciliatum* (sarahuache), *Cestrum anagyris* (huele de noche), *Solanum cervantesii* (hierba del zopilote, quelite morado), y un estrato herbáceo compuesto principalmente por *Arracacia otropurpurea* (hierba del borrego, acocote), *Sigesbeckia jorullensis* (pega ropa) y *Euphorbia furcillata* (hierba del coyote) (Rivera & Espinosa 2007). Los bosques de oyamel de la sierra de Las Cruces y la sierra del Ajusco presentan diferentes estratos. El estrato arbóreo se puede presentar en dos asociaciones: *A. religiosa-Quercus spp.* y *A. religiosa-Alnus firmifolia*. La primera asociación ocurre en altitudes superiores a los 3 000 m.s.n.m., en donde los estratos arbóreo y arbustivo llegan a sumar en conjunto más de 90 especies. La segunda asociación se localiza por debajo de los 3000 m.s.n.m.; su estrato arbustivo está representado por *S. macrophyllum*, *S. elegans*, *Cinna poaeformis* (cabezuela), *Cirsium pinetorum*, *Pernettya ciliata* (pernetia), *Siegesbeckia orientalis* (hierba de San Juan), *Arbutus xalapensis* (madroño) y *Salix cana* (sauce). El número de especies dentro de esta asociación supera las 120 (SMA, 2009). Se localiza principalmente al poniente de la región Bosques y Cañadas, en las alcaldías de Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras; aunque también existen pequeños manchones en las alcaldías de Tlalpan y Milpa Alta (Reygadas, 2016).

Bosque mixto

El bosque mixto ocupa una superficie de 19,083 ha. (12.9% del territorio de la CdMx), de las cuales 39% se encuentra perturbado. Se desarrolla entre los 2,300 y los 3,600 m.s.n.m., en suelos rocosos (Leptosoles líticos) o volcánicos (Andosoles húmicos o mólicos) (SMA, 2009). La principal asociación que conforma el bosque mixto es la integrada por pino-encino-aile. Las especies de pino que con mayor frecuencia se observan en este bosque mixto son *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. leiophylla* y *P. rudis*, mientras que los encinos que se presentan son *Q. rugosa*, *Q. laurina*, *Q. crassipes* y *Q. obtusata*, mientras que para el caso del aile es *Alnus firmifolia*. Es frecuente encontrar dentro de este bosque manchones de cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), introducidos por programas de reforestación, así como de individuos de madroño (*Arbutus sp.*) de manera aislada (SMA, 2009).

Matorral xerófilo

El matorral xerófilo es característico de las condiciones de malpaís del sur de la cuenca de México y de algunas elevaciones del centro y norte de la CdMx, que presentan climas secos (SMA, 2009). Se extiende hasta los 2,500 m.s.n.m., en donde se mezcla con algunos árboles aislados. Por lo general, el clima del malpaís es cálido-seco, con precipitación promedio de 700 mm, el substrato rocoso y la estructura del matorral es abierta y heterogénea. Ocupa una superficie de 2,391 ha. y está presente con mayor incidencia en las regiones Sierra de Guadalupe, Sierra de Santa Catarina y Serranías de Xochimilco y Milpa Alta, dentro de las alcaldías Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Tláhuac, Tlalpan, Xochimilco y Milpa Alta. Resalta en importancia el matorral de *Pittocaulon praecox*, ya que se trata del matorral en mejor estado de conservación, que convive con *Buddleja cordata* y *Schinus molle*, las cuales conforman un estrato arbóreo muy disperso y abierto (Reygadas, 2016)

Vegetación acuática y subacuática

Este tipo de vegetación se encuentra en los cuerpos de agua como canales, lagos y humedales. Ocupa una superficie de alrededor de 851 ha. y se localiza en la región Humedales de Xochimilco y Tláhuac dentro de las alcaldías de Xochimilco y Tláhuac. Los tipos más notables de comunidades arraigadas y emergidas son los “tulares”, que alcanzan de 2 a 3 m de alto con las especies *Typha latifolia* y *Schoenoplectus tabernaemontani*. En la vegetación flotante las especies predominantes son *Lemna minuscula*, *Wolffia columbiana* y *Eichhornia crassipes* (Rivera & Espinosa, 2007).

La superficie total del área que corresponde al SC en la CdMx abarca una extensión de 87,000 ha., que representa el 60% de la superficie total de la CdMx (SMA-GDF & SAGARPA, 2006). A pesar de que gran parte del territorio está declarado como SC, solo el 14% del total se encuentra dentro de alguna categoría de área natural protegida, es decir espacios dedicados a la protección de la diversidad biológica (Eguiarte et al., 2002). La sección más grande del SC se extiende por toda la Sierra del Chichinautzin, la Sierra de las Cruces, la Sierra del Ajusco, el Cerro de la Estrella y la Sierra de Santa Catarina, así como en las planicies lacustres de Xochimilco-Tláhuac y Chalco. Asimismo, la porción más pequeña del SC está localizada al norte de la CdMx, en la Sierra de Guadalupe y el Cerro del Tepeyac estos conjuntos montañosos se encuentran en las estribaciones septentrionales de la Faja Volcánica Transmexicana, (Ceballos et al., 2005; Suárez-Mota & Téllez-Valdés, 2014; Nájera-Alvarado, 2021).

Trabajo de campo

Los muestreos se realizaron a lo largo de las cuatro estaciones, desde otoño de 2008 hasta finales del verano de 2009. Se muestrearon cinco tipos de vegetación por su representatividad y extensión de acuerdo a INEGI bosque de coníferas (BCO), bosque de oyamel (BOY), bosque mixto (BMI), matorral (MAT) y vegetación acuática y subacuática (VAS).

Para los muestreos se realizaron recorridos en cada tipo de vegetación, de acuerdo con la técnica descrita por Heyer et al., (1994, 2001), elegida no solo porque es estandarizada, sino también porque es flexible y pueden adaptarse a la topografía y apoyo logístico de cualquier área (Heyer et al., 1994, 2001) Se realizaron visitas continuas a diversas localidades en todo el SC (Fig. 2). El horario de muestreo para especies con actividad diurna y nocturna, fue de 09:00 a 15:00 y de 17:00 a 23:00 horas.

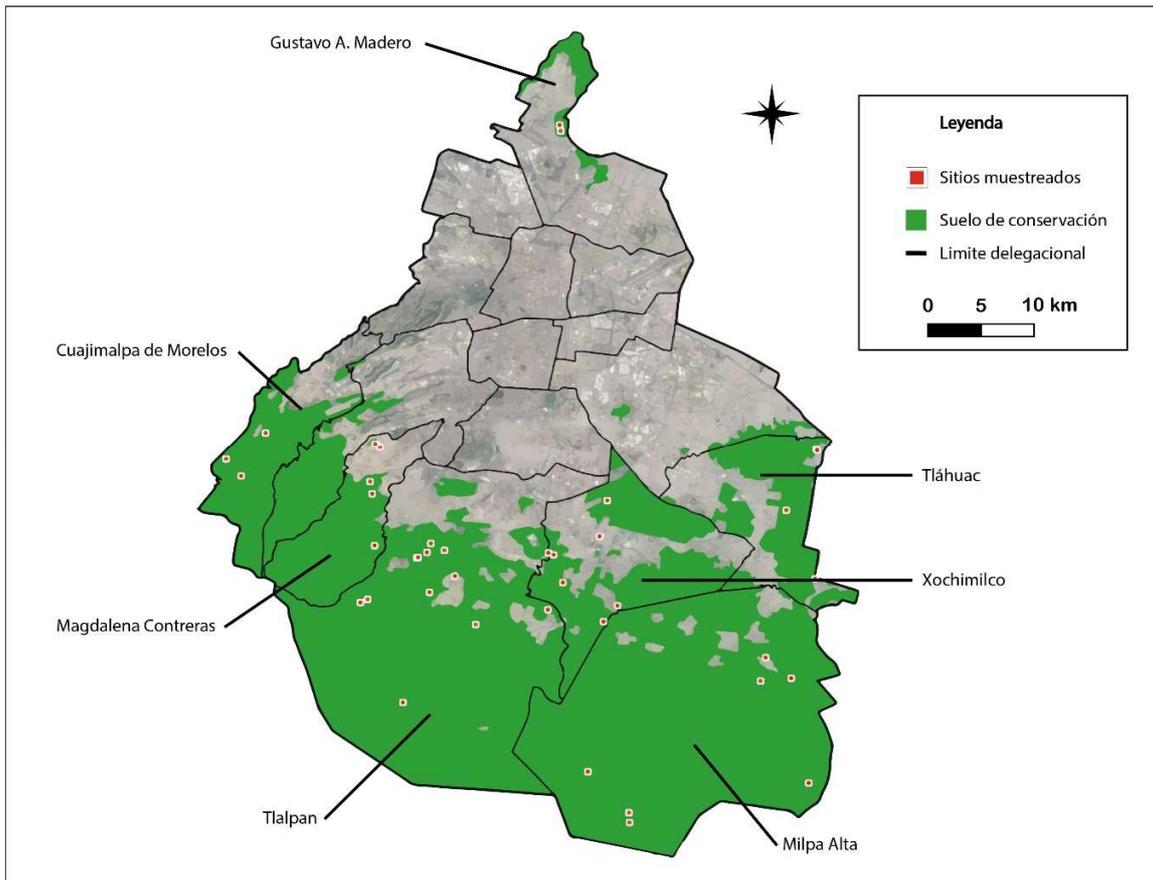


Figura 2. Ubicación específica de los sitios de muestreo en el suelo de conservación de la Ciudad de México.

La captura de anfibios se efectuó con guantes estériles de látex para evitar la infección por quitridiomycosis entre organismos capturados para su determinación *in situ*. Las lagartijas con ayuda de ligas de hule para inmovilizarlas, lanzadas y capturadas con la mano; del mismo modo las serpientes no venenosas fueron capturadas con guantes y las venenosas con se hizo uso de ganchos herpetológicos (Ramírez–Bautista, 1994; Heyer et al., 1994, 2001; Sutherland, 1996; Uribe–Peña et al., 1999; Poug et al., 2001; McDiarmid et al., 2012).

Para cada captura de un organismo se registró su coordenada geográfica, fecha y hora de recolecta u observación, tipo de vegetación, altitud, nivel de pendiente, porcentaje de

cobertura vegetal, el espesor en centímetros de la hojarasca en casa sitio muestreado y de manera cualitativa se tomó en cuenta el nivel de degradación de un rango entre alto a bajo (Gadsden et al., 2003).

La determinación taxonómica se realizó a nivel de especie, con base en claves taxonómicas (Flores-Villela et al., 1995; Ramírez-Bautista et al., 2009; Köhler 2008, 2011). El ordenamiento sistemático de las especies de anfibios se realizó de acuerdo AmphibiaWeb (2021) y Frost, (2020) mientras que para las especies de reptiles se siguió el arreglo de Uetz & Hošek (2019). Para identificar especies endémicas, así como las que se encuentran en alguna categoría de riesgo se cotejaron las listas propuestas por IUCN y la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Análisis de datos

Riqueza, abundancia y composición herpetofaunística

Se estandarizaron los hábitos con base en los microhábitats explotados por la herpetofauna registrada, a partir del trabajo de Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca (1997) se ajustaron en dos categorías:

Terrestre. Esta categoría incluye organismos encontrados en troncos en estado de descomposición, hoyos, hojarasca, debajo de piedras, entre vegetación, bajo troncos y otros.

Acuático. Incluye organismos encontrados en cuerpos de agua tales como charcos, arroyos, lagunas y ríos.

Con la finalidad de evaluar la eficiencia del muestreo para la determinación de la riqueza de especies se realizó una curva de acumulación de especies por grupo taxonómico, a través del programa EstimateS 9.1.0 (Moreno, 2001, Colwell, 2013), por medio de dos estimadores no paramétricos ACE y Chao 1, con 100 aleatorizaciones para comparar la riqueza observada y esperada de especies (Escalante-Espinosa, 2003). Estos estimadores determinan el número de especies posibles de incorporarse en el universo de la muestra con base en el esfuerzo de recolecta (Gotelli & Colwell, 2001). Se incluyeron logaritmos que evalúan las especies que están representadas por 1 o 2 individuos (singletons o doubletons) (Colwell y Coddington, 1994). Las comparaciones en las curvas de acumulación de especies están dadas con base en intervalos de confianza del 95% determinado por el programa EstimateS y se obtuvieron las gráficas mediante el software STATISTICA ver. 10 (Statsoft, 2011).

Para evaluar la abundancia de anfibios y reptiles en las comunidades vegetales, se elaboró una curva de rango - abundancia (Magurran, 1998; Feinsinger, 2003) a partir de la formula:

$$P_i = \frac{n_1}{N}$$

Donde P_i es la proporción individual de la muestra obtenida de la comunidad, al dividir el número de individuos de cada especie (n_1) entre el número total de individuos de todas las especies (N). Se calculó y se representó en escala logarítmica base 2 de cada valor de P_i obtenido. La gráfica fue construida con el software GraphPad Prism v. 8.0.1 con base en un gráfico de ejes, donde el eje “x” representa el rango de las especies, presentadas desde las más abundantes a las menos abundantes, mientras que, el eje “y” representa el valor Log_2 (P_i) para cada especie.

La diversidad alfa se calculó, para cada tipo de vegetación mediante el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 2004) que considera tanto la riqueza específica como la abundancia proporcional de cada especie, es decir la estructura y el valor de importancia de cada especie en la comunidad (Moreno, 2001). Se calculó a partir de la ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde H' = índice de diversidad de Shannon-Wiener, p_i es la proporción de individuos hallados en la especie i -ésima (se calcula mediante la relación n_i/N , n_i es el número de individuos o cobertura de la especie i y N es la suma del número total de individuos o de las coberturas de todas las especies) y \ln es el logaritmo natural (Moreno, 2001).

Además, se utilizó el orden $q = 1.0$, es decir, donde se considera la abundancia proporcional de cada especie (Jost, 2006). La ecuación se representa como :

$${}^1D = \exp(H')$$

1D es la diversidad verdadera, y $\exp(H')$ es el exponencial del índice de entropía de Shannon (Jost, 2006; Moreno et al., 2011).

Diversidad beta

La diversidad beta o recambio de especies para cada unidad vegetal se estimó a través de un análisis clúster basado en el índice de similitud de Morisita-Horn, el análisis agrupa sucesivamente sitios similares hasta que se construye un solo dendrograma (Magurran, 2013). Se realizó un análisis de agrupamiento de los ensambles de anfibios y reptiles registrados en tipos de vegetación, a partir de los valores del índice de similitud de Bray-Curis (Magurran, 2004). La diversidad beta (recambio de especies) se evaluó mediante el

índice de Whittaker (WI), tanto en escala temporal en todos los tipos de vegetación se compararon mediante el índice global de Whittaker. Ambos dendrogramas fueron generados a partir del programa PAST v.4.10 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS

Riqueza y composición herpetofaunística

Se registro un total de 3,107 individuos de los cuales, para reptiles fueron 2,624 (84.45%) y para anfibios fueron 483 (15.55%). De la herpetofauna registrada en SC, la clase Amphibia está constituida por dos órdenes, cinco familias, ocho géneros y 11 especies. Por su parte, la clase Reptilia está representada por un orden en dos subórdenes, siete familias, 12 géneros y 28 especies (Fig. 3).

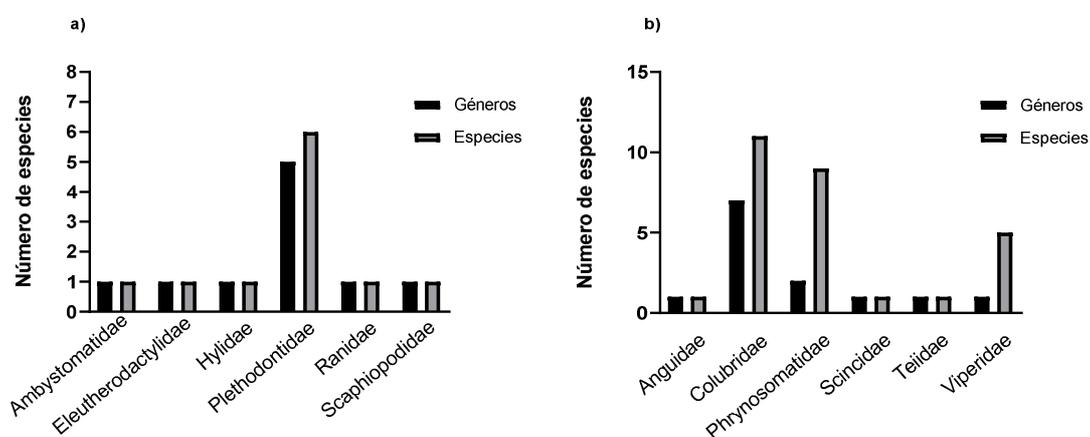


Figura 3. Riqueza de familias de a) anfibios y b) reptiles

Entre ambos grupos, 18 especies están dentro de la NOM-059-SEMARNAT por lo que comprenden el 46% de las especies registradas; por otro lado, se refieren seis especies en

una categoría de riesgo por parte de IUCN lo que corresponde al 15% de las especies de este estudio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Anfibios y reptiles registrados en este estudio y su categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 (A = Amenazado, Pr = Protección especial) e IUCN (EN = En peligro de extinción, VU = Vulnerable).

Clase	Orden	Familia	Especies	NOM-059	IUCN
Amphibia	Caudata	Ambystomatidae	<i>Ambystoma altamirani</i>		
			<i>Dugès, 1895</i>	A	EN
			<i>Chiropterotriton orculus</i>		
			<i>(Cope, 1865)</i>	—	VU
			<i>Pseudoeurycea</i>		
		<i>altamontana (Taylor, 1939)</i>	Pr	EN	
		<i>Isthmura bellii (Gray,</i>			
		<i>1850)</i>	A	VU	
		Plethodontidae	<i>Aquiloerycea cephalica</i>		
			<i>(Cope, 1865)</i>	A	—
		<i>Pseudoeurycea leprosa</i>			
		<i>(Cope, 1869)</i>	A	—	
		<i>Pseudoeurycea tlilicxtil</i>			
		<i>(Lara-Góngora, 2003)</i>	—	EN	
		<i>Eleutherodactylus grandis</i>			
<i>(Dixon, 1957)</i>	Pr	EN			
Anura	Hylidae	<i>Dryophytes plicatus</i>			
		<i>(Brocchi, 1877)</i>	A	—	
	<i>Rana catesbeiana</i>				
	<i>Shaw, 1802</i>	—	—		
	Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>			
		<i>(Cope, 1863)</i>	—	—	
	Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>			
		<i>(Baird & Girard, 1852)</i>	—	—	
	Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>			
		<i>(Wiegmann, 1828)</i>	—	—	
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>				
	<i>(Linnaeus, 1758)</i>	A	—		
Reptilia	Squamata (Lacertilia)	Scincidae	<i>Plestiodon copei</i>		
			<i>(Taylor, 1933)</i>	—	—
			<i>Sceloporus aeneus</i>		
		<i>Wiegmann, 1828</i>	—	—	
		<i>Sceloporus anahuacus</i>			
		<i>Lara-Góngora, 1983</i>	—	—	
		<i>Sceloporus grammicus</i>			
		<i>Wiegmann, 1828</i>	—	—	
		<i>Sceloporus mucronatus</i>			
		<i>Cope, 1885</i>	—	—	
		Phrynosomatidae	<i>Sceloporus palaciosi</i>		
			<i>Lara-Góngora, 1983</i>	—	—
			<i>Sceloporus scalaris</i>		
			<i>Wiegmann, 1828</i>	—	—
			<i>Sceloporus spinosus</i>		
<i>Wiegmann, 1828</i>	—		—		
<i>Sceloporus torquatus</i>					
			—	—	

Squamata (Serpentes)	Colubridae	Wiegmann, 1828			
		<i>Conopsis biserialis</i> (Taylor y Smith, 1942)	A	—	
		<i>Conopsis lineata</i> (Kennicott, 1859)	—	—	
		<i>Conopsis nasus</i> (Günther, 1858)	—	—	
		<i>Diadophis punctatus</i> (Linnaeus, 1766)	—	—	
		<i>Pituophis deppei</i> (AMC Duméril, 1853)	A	—	
		<i>Rhadinaea laureata</i> (Günther, 1868)	—	—	
		<i>Salvadora bairdi</i> Jan & Sordelli, 1860)	Pr	—	
		<i>Storeria storerioides</i> (Cope, 1866)	—	—	
		<i>Thamnophis cyrtopsis</i> (Kennicott, 1860)	A	—	
		<i>Thamnophis eques</i> (Reuss, 1834)	A	—	
		<i>Thamnophis scalaris</i> Cope, 1861	A	—	
		<i>Crotalus molossus</i> Baird & Girard, 1853	Pr	—	
		<i>Crotalus polystictus</i> (Cope, 1865)	Pr	—	
		Viperidae	<i>Crotalus ravus</i> Cope, 1865	A	—
			<i>Crotalus transversus</i> Taylor, 1944	Pr	—
	<i>Crotalus triseriatus</i> (Wagler, 1830)		—	—	

Tipos de vegetación

Para el bosque de coníferas se registraron 19 especies y dos especies únicas, *Ambystoma altamirani* e *Isthmura bellii*. Mientras que el bosque de oyamel presenta 20 especies, *Diadophis punctatus* fue la única especie que no comparte con los demás tipos de vegetación. De igual manera, para el bosque mixto solo se reporta a *Pseudoeurycea tlilicxtil* como única especie no compartida con las demás comunidades vegetales de las 21 especies que lo conforman.

Pese a tener el menor número de sitios muestreados, la comunidad de vegetación acuática presenta dos especies únicas, *Crotalus polystictus* y *Rana catesbeiana* de un total de ocho especies. Para la comunidad de matorral dentro de las 27 especies reportadas, las especies únicas son: *Aspidoscelis gularis*, *Conopsis biserialis*, *Crotalus transversus*, *Rhadinaea laureata*, *Sceloporus spinosus*, *Thamnophis cyrtopsis* y *T. eques*. Cabe destacar que *C. lineata* es la especie que se reporta en los cinco tipos de vegetación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de anfibios y reptiles en los tipos de vegetación registrados marcados con una x su presencia en BCO: bosque de coníferas, BOY: bosque de oyamel; BMI: bosque mixto; MAT: matorral y VAS: vegetación acuática y subacuática.

Especies	BCO	BOY	BMI	MAT	VAS
<i>Ambystoma altamirani</i>	x				
<i>Aquiloerycea cephalica</i>	x	x	x	x	
<i>Aspidoscelis gularis</i>				x	
<i>Barisia imbricata</i>	x		x	x	x
<i>Chiropterotriton orculus</i>	x	x	x	x	
<i>Conopsis biserialis</i>				x	
<i>Conopsis lineata</i>	x	x	x	x	x
<i>Conopsis nasus</i>		x		x	
<i>Crotalus molossus</i>		x		x	x
<i>Crotalus polystictus</i>					x
<i>Crotalus ravus</i>		x	x	x	
<i>Crotalus transversus</i>				x	
<i>Crotalus triseriatus</i>	x	x	x	x	
<i>Diadophis punctatus</i>		x			
<i>Dryophytes plicatus</i>	x				
<i>Eleutherodactylus grandis</i>		x	x	x	
<i>Isthmura bellii</i>	x				
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	x	x	x	x	
<i>Pituophis deppei</i>				x	x
<i>Plestiodon copei</i>	x		x		
<i>Pseudoeurycea altamontana</i>	x	x	x		
<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	x	x	x		
<i>Pseudoeurycea tillicxiti</i>			x		
<i>Rana catesbeiana</i>					x
<i>Rhadinaea laureata</i>				x	

<i>Salvadora bairdi</i>				X	X
<i>Sceloporus aeneus</i>	X	X	X	X	
<i>Sceloporus anahuacus</i>	X	X	X	X	
<i>Sceloporus grammicus</i>		X	X	X	X
<i>Sceloporus mucronatus</i>	X		X		
<i>Sceloporus palaciosi</i>	X	X	X	X	
<i>Sceloporus scalaris</i>		X	X	X	
<i>Sceloporus spinosus</i>				X	
<i>Sceloporus torquatus</i>	X	X	X	X	
<i>Spea multiplicata</i>				X	
<i>Storeria storerioides</i>	X	X	X		
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>				X	
<i>Thamnophis eques</i>				X	
<i>Thamnophis scalaris</i>	X	X	X	X	

Análisis por preferencia de tipo de microhábitats

El microhábitat terrestre fue donde se encontraron la mayoría de especies correspondientes a anfibios y reptiles, con un 94.69% del total de organismos observados (n=2942.02), seguido de acuático que es representado por un 5.30%. Por otro lado, la única especie que fue registrada en ambos microhábitats corresponde a *Ambystoma altamirani* que del total de individuos muestreados solo un individuo se registró en un microhábitat terrestre.

Estimadores no paramétricos riqueza de especies

Para los estimadores ACE y Chao 1 predijeron 19.5 especies cada uno (Fig. 4) que representa un nivel de completitud del 97%.

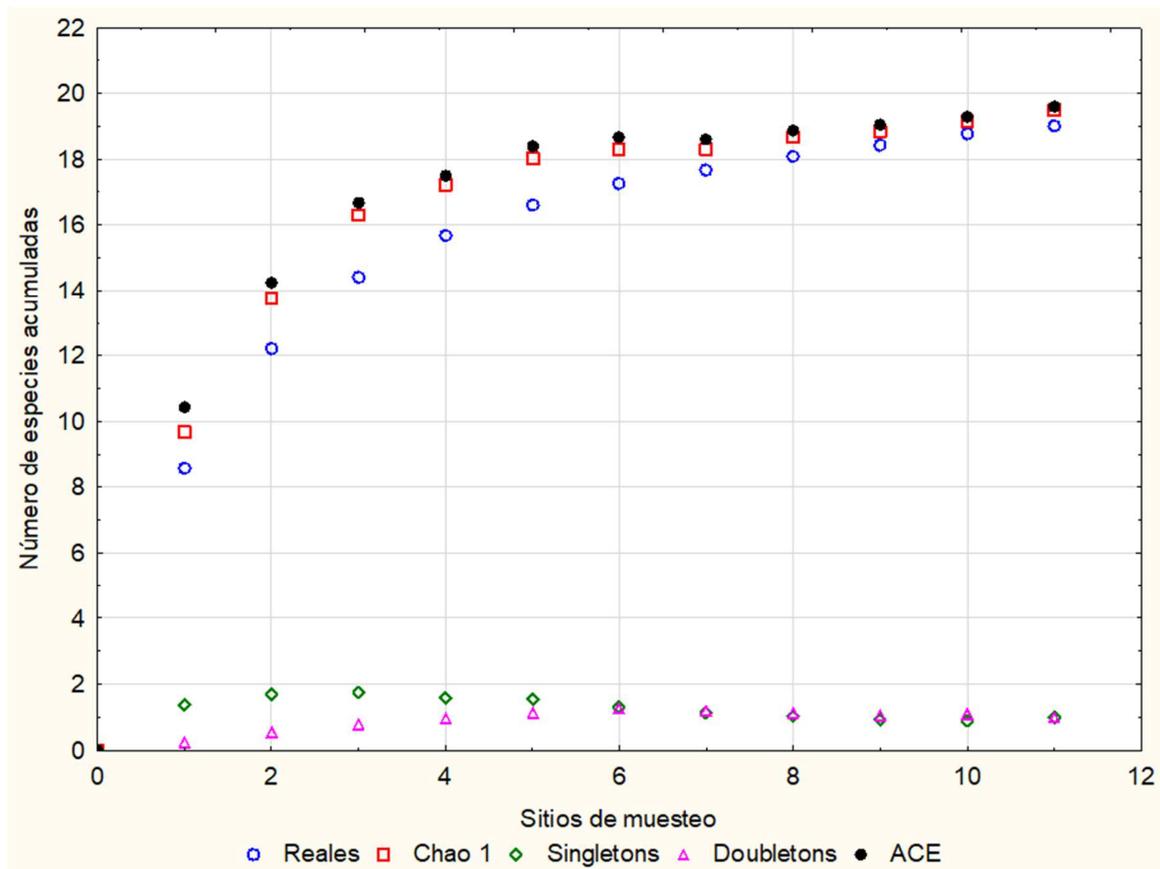


Figura 4. Curva de acumulación de especies de reptiles y anfibios en el bosque de coníferas (BCO). Riqueza observada, especies representadas por un solo individuo (singletons), especies con dos individuos (doubletons) y especies estimadas (ACE y Chao 1).

Para el caso de la herpetofauna registrada en el BOY los estimadores registran 20.25 especies para Chao 1 y 20.47 en ACE, por lo que las especies registradas representan el 98% y 97% respectivamente (Fig. 5).

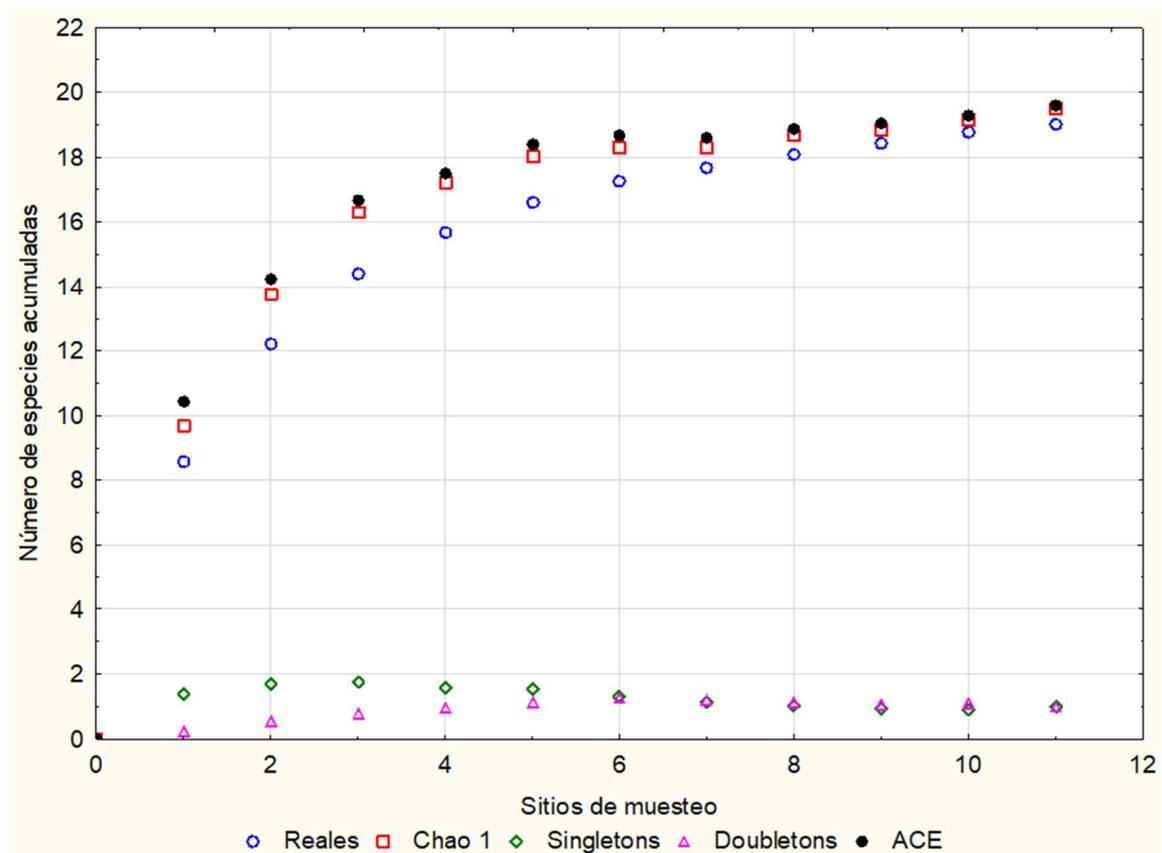


Figura 5. Curva de acumulación de especies de reptiles y anfibios en el bosque de oyamel (BOY). Riqueza observada, especies representadas por un solo individuo (singletons), especies con dos individuos (doubletons) y especies estimadas (ACE y Chao 1).

Los estimadores no paramétricos ACE y Chao 1 predijeron un total de 21 especies, con un 100% de la completitud en BMI (Fig. 6).

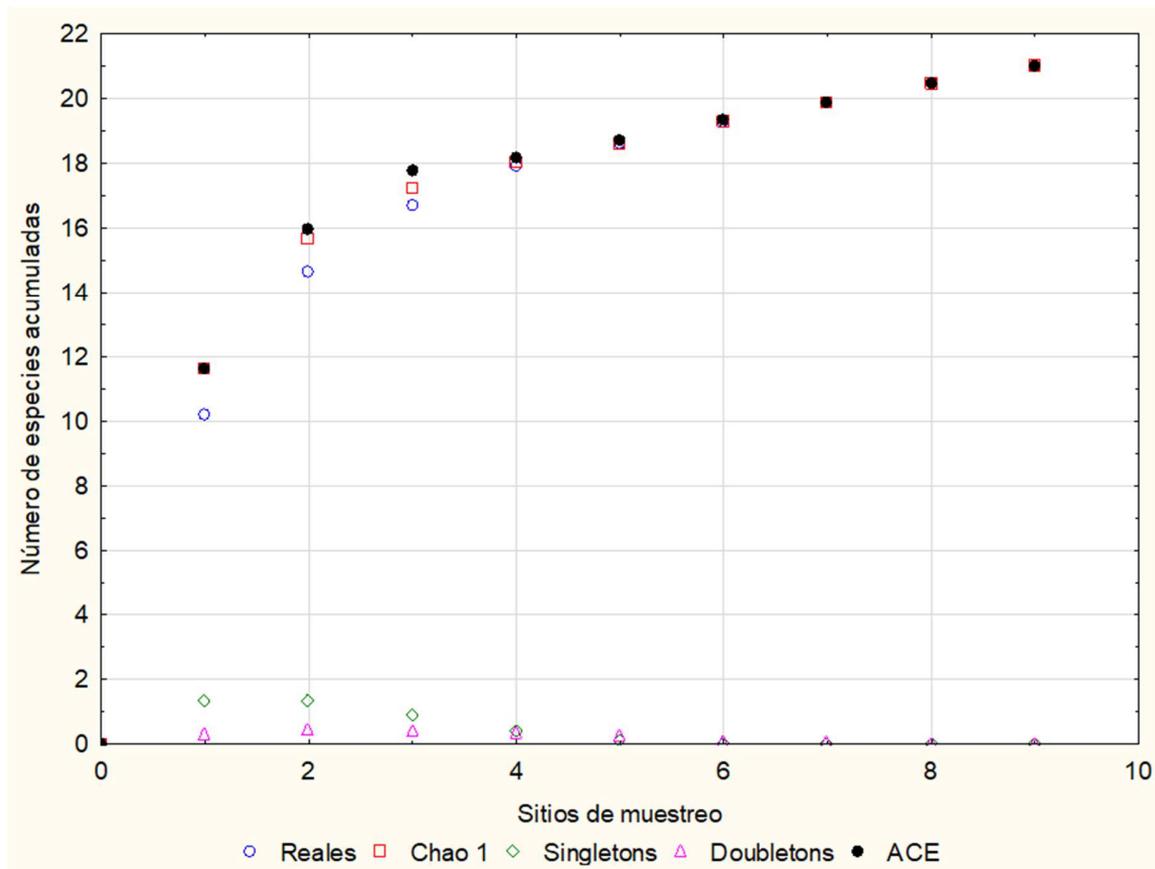


Figura 6. Curva de acumulación de especies de reptiles y anfibios en el bosque mixto (BMI). Riqueza observada, especies representadas por un solo individuo (singletons), especies con dos individuos (doubletons) y especies estimadas (ACE y Chao 1).

En el caso de MAT la curva de acumulación de especies estimó una completitud del 100% para ambos estimadores con un total de 27 especies registradas para esta comunidad vegetal (Fig. 7).

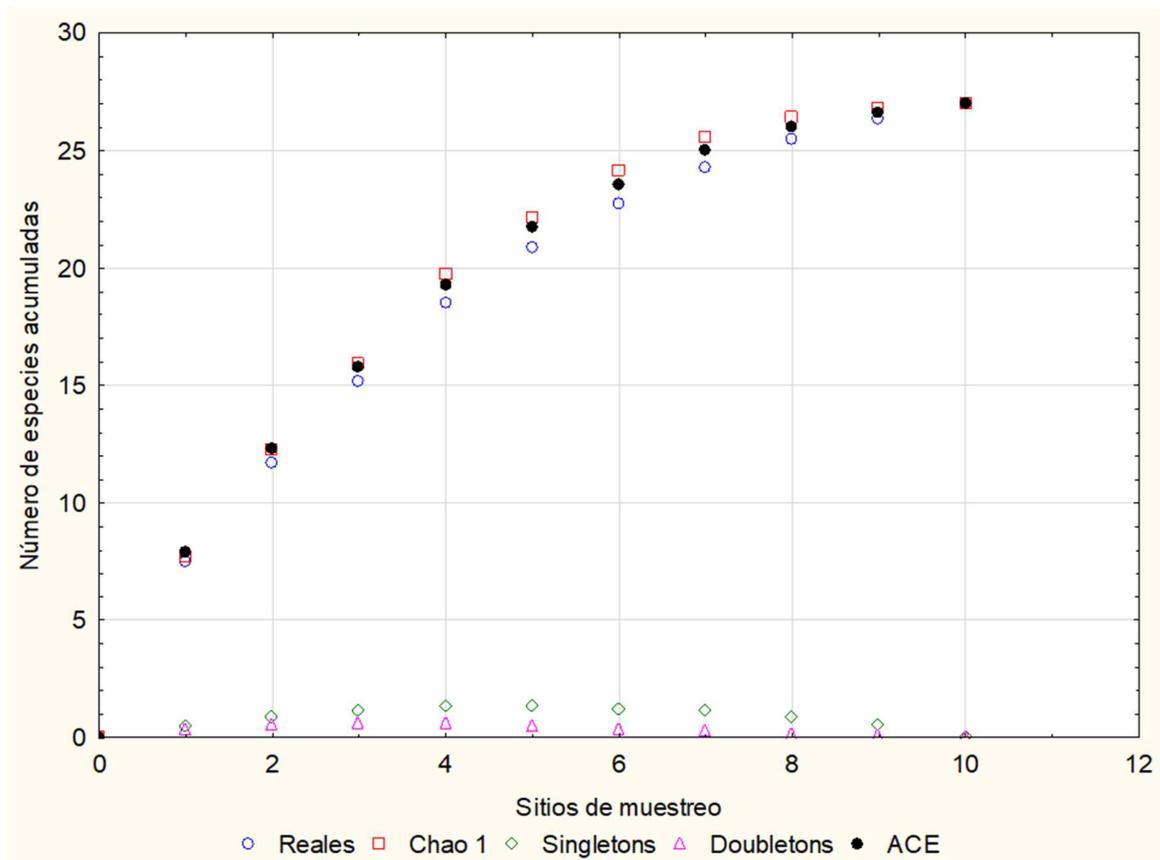


Figura 7. Curva de acumulación de especies de reptiles y anfibios en matorral (MAT). Riqueza observada, especies representadas por un solo individuo (singletons), especies con dos individuos (doubletons) y especies estimadas (ACE y Chao 1).

En VAS se encontraron ocho especies de las nueve esperadas por ambos estimadores, lo que falta registrar solo una especie (88.8%) para completar el inventario (Fig. 8).

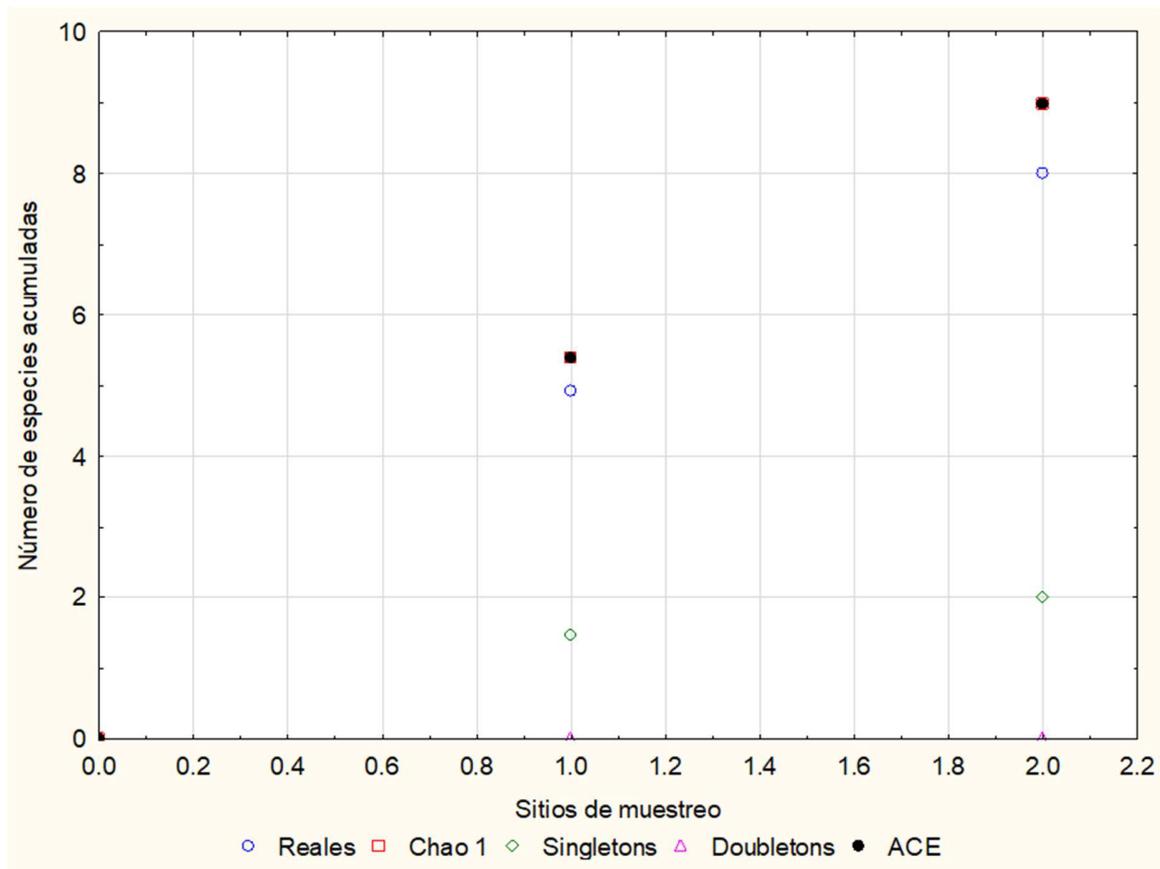


Figura 8. Curva de acumulación de especies de reptiles y anfibios en vegetación acuática y subacuática (VAS). Riqueza observada, especies representadas por un solo individuo (singletons), especies con dos individuos (doubletons) y especies estimadas (ACE y Chao 1).

Abundancia

Las curvas de rango – abundancia estuvieron representadas por pocas especies dominantes. Para el BCO la especie más abundante fue *Sceloporus anahuacus*, mientras que *S. aeneus* es la especie con más abundancia en BOY, en BMI se obtuvo que *Chiropterotriton orculus* fue la especie más abundante, además de que fue el anfibio con mayor abundancia entre los distintos tipos de vegetación y por último en VAS, *S. grammicus* fue la especie con mayor registro de abundancia (Fig. 8). Por otro lado, estas especies de lacertilios mencionadas (*S.*

anahuacus, *S. aeneus*, *S. grammicus* y *C. orculus*)junto con *S. torquatus* tuvieron una alta abundancia en la mayoría de comunidades vegetales (Anexo 1).

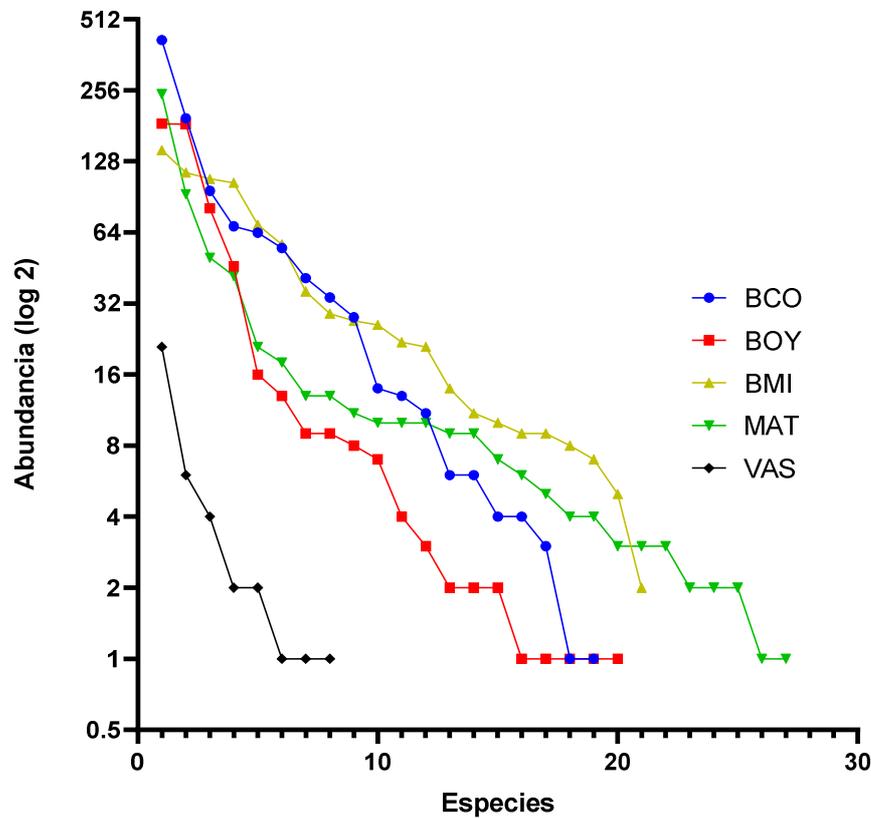


Figura 8. Curvas de rango-abundancia. Se evalúa la composición de las comunidades herpetofaunísticas por tipos de vegetación (BCO, bosque de coníferas; BOY, bosque de oyamel; BMI, bosque mixto; MAT, matorral; VAS, vegetación acuática y subacuática). En el eje de las X se encuentran las especies observadas, además en Y el logaritmo de la proporción de cada especie.

Índices de diversidad similitud y recambio

El índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') fue de: 1.73 en BCO, 1.52 en BOY, 2.32 en BMI, 2.07 en MAT y 1.36 en VAS. Un comportamiento similar tuvo el índice de diversidad verdadera (1D), al considerar la diversidad de especies que se encontraron en cada unidad de vegetación (Fig. 9).

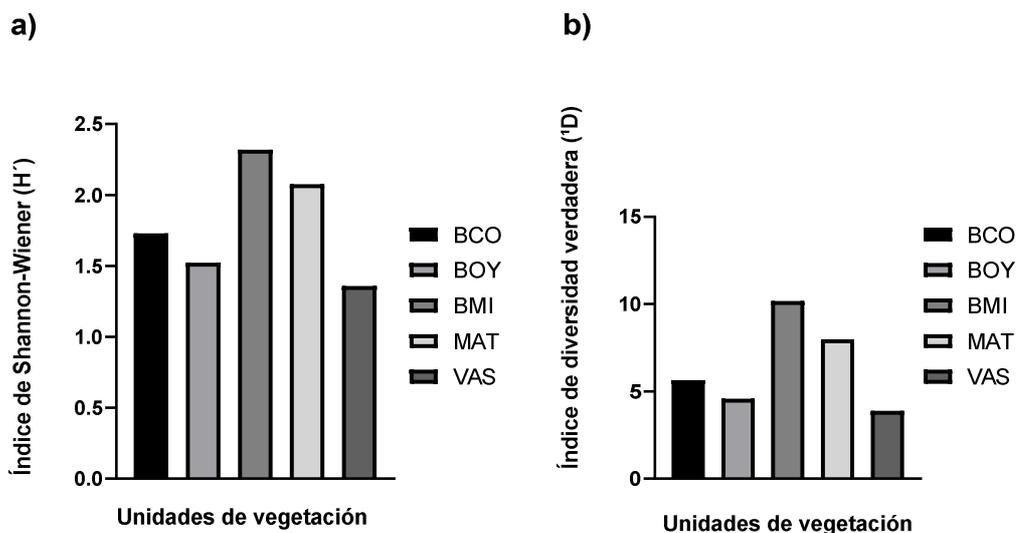


Figura 9. a) Índice de Shannon-Wiener y b) Índice de diversidad verdadera o números de Hill con respecto a las comunidades de anfibios y reptiles en los tipos de vegetación.

Diversidad Beta

El remplazo de especies entre comunidades vegetales oscila entre 17 a 52% cuyo promedio se ubica en 32%, por otro lado la comparación de BMI con BCO y BOY dan el porcentaje más bajo, 20% y 17% de manera respectiva. Mientras que el valor más alejado del promedio y a su vez más alto, fue la comparación de BCO-VAS 52% (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores de diversidad beta de Whittaker entre tipos de vegetación.

	BCO	BOY	BMI	VAS
BCO	0	33%	20%	52%
BOY	—	0	17%	32%
BMI	—	—	0	38%
VAS	—	—	—	0

La similitud de los muestreos entre las comunidades vegetales a través de los índices Morisita – Horn y Bryan – Curtis, generaron valores semejantes, la similitud entre cualquier combinación de comunidades fue menor al 50%, cabe destacar que los tipos de

vegetación más similares fueron BOY y BMI con 43.2% (Morisita – Horn) y 42.8 (Bryan – Curtis)(Fig. 10 y 11).

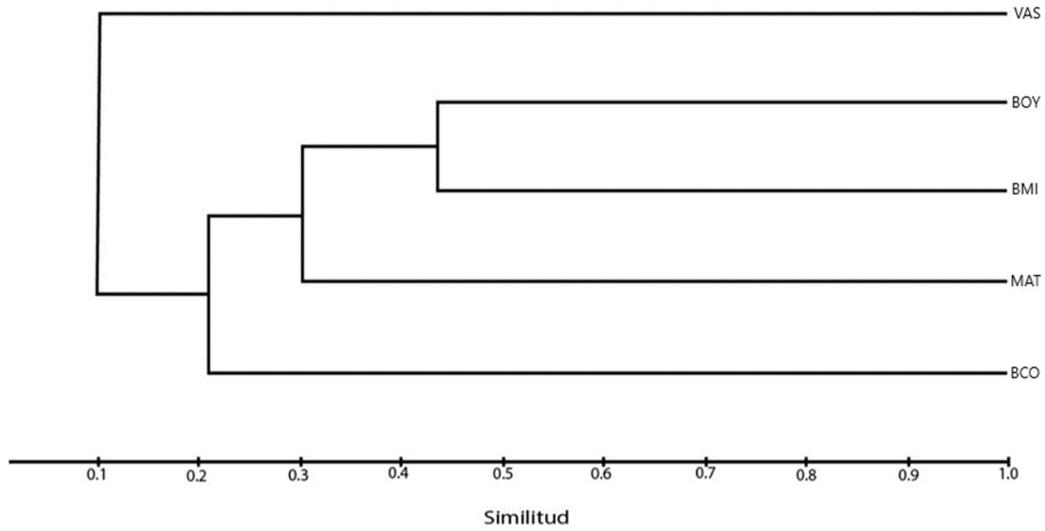


Figura 10. Dendrograma de similitud Morisita – Horn entre las diferentes comunidades vegetales, las especies fueron tomadas como unidades muestrales.

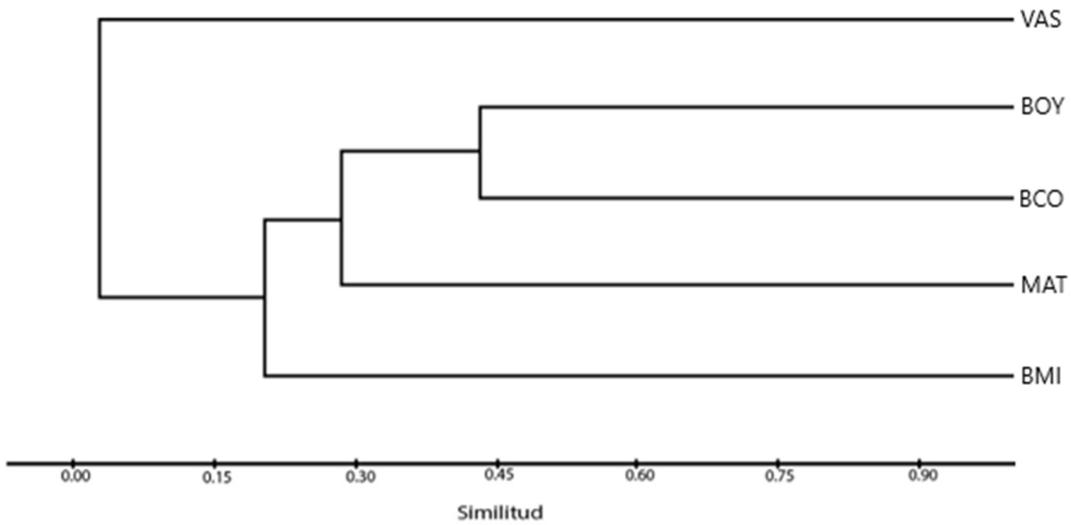


Figura 11. Dendrograma de similitud Bryan – Curtis entre las diferentes comunidades vegetales, las especies fueron tomadas como unidades muestrales.

DISCUSIÓN

La evaluación de la diversidad herpetofaunística mediante inventarios de especies es reconocida como una manera efectiva para medir la diversidad entre comunidades ecológicas, además de que se ha sugerido a ambos grupos como modelos para evaluar la degradación ambiental (Pielou, 1975, Hopkins, 2000; Mitchell & Brown, 2008).

En este estudio, la herpetofauna registrada fue de 39 especies, lo que representa el 61.9% de las especies registradas para la CdMx (Lemos-Espinal & Smith, 2020). La riqueza y diversidad de los reptiles frente a los anfibios fue mayor, por lo que coincide con los resultados posteriores, obtenidos por García-Vázquez y Méndez-de la Cruz (2016) y García-Vázquez et al., (2016) donde este patrón de incidencia se debe a que, en la región, la riqueza de reptiles es mayor que la de los anfibios. Además la diversidad de anfibios se ve amenazada con el efecto antrópico que sufren en la actualidad, para ambientes templados *Dryophytes eximius* y en ambientes áridos como *Ambystoma velasci* y *Spea multiplicata*, presentan poblaciones que se encuentran en riesgo de desaparecer por efecto de actividades relacionadas con el humano (agricultura, cambio de uso de suelo, extracción de individuos en poblaciones naturales, entre otros (Magno-Benítez et al., 2016; Cruz-Elizalde et al., 2018).

Con este trabajo se adiciona a *Rana catesbeiana* a la herpetofauna de la CdMx, que es una especie introducida, con alta tolerancia a contaminantes por lo que suele ser dominante en los ambientes que coloniza, se tienen registros de que depreda en gran abundancia especies nativas de vertebrados e invertebrados (Ávila-Villegas et al., 2007). Su invasión se relaciona con la dispersión del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* ya que puede desplazar zoosporas por lo que se pueden considerar como un vector negativo en estudios

ecológicos ya que es responsable de la enfermedad emergente conocida como quitridiomycosis, que en los últimos años ha sido considerada como una de las mayores amenazas para los anfibios a nivel mundial (Young et al., 2004; Daszak et al., 2004; CONABIO, 2017).

Las especies registradas y ubicadas en alguna categoría de riesgo son en su mayoría anfibios, ya que a nivel mundial son el grupo de vertebrados más amenazado debido a la urbanización, la fragmentación o eliminación completa de ciertos hábitats, la contaminación de ambientes naturales, la introducción de especies exóticas así como el efecto del cambio climático y las enfermedades infecciosas emergentes (Parra-Olea et al., 1999; Collins & Storfer, 2003; Daszak et al., 2003; Langone & de Sá, 2005; Singh & Agrawal, 2007; Lips et al., 2008;) estas amenazas afectan con mayor rigor a este grupo ya que presentan piel permeable sensible a contaminantes, a su vez puede desecarse con facilidad en algunas especies, dentro de su biología poseen una baja vagilidad, una alta especialización en hábitats y tienden a la filopatría, lo que los hace vulnerables a los efectos de estos factores antes mencionados (Blaustein et al., 1994; Groom et al., 2006). La importancia de los anfibios radica en su rol como controladores biológicos eficientes, además forman parte del reciclaje de nutrientes, bioturbación, flujo de materia y energía, como presas y depredadores (eg. serpientes especializadas) (Jennings et al., 1992; Reagan & Waide, 1996; Beard et al., 2002, 2003; Cortes-Gómez et al., 2015).

En cuanto a las estimaciones de riqueza obtenidas con los estimadores no paramétricos ACE y Chao 1, las curvas de acumulación presentaron una tendencia asintótica, lo que indica una buena representatividad del muestreo, observándose entre 89 y 100% de las especies esperadas, por lo que en cuanto a términos biológicos el SC cuenta con una

notable riqueza herpetofaunística. El presente trabajo constituye un aporte sustancial para la herpetofauna que se distribuye en el SC, si bien no se muestrearon todas áreas del SC se obtuvieron valores que pueden contribuir con futuros trabajos referentes para programas de conservación y preservación de la integridad de las comunidades ecológicas y su biodiversidad, es imprescindible realizar nuevos muestreos para dar seguimiento a las regiones donde aún ocurren estas especies, de modo que se puedan establecer en conjunto la provisión de servicios ecosistémicos, así como el desarrollo de condiciones que procuren la sustentabilidad del SC.

La alta abundancia de *Chiropterotriton orculus* puede ser indicador para mejorar el estatus de conservación de especies con menor incidencia, pero con historias de vida similares como *Pseudoeurycea leprosa*, *Aquiloerycea cephalica* y *Eleutherodactylus grandis* (Serrano et al., 2017; Serrano et al., 2022).

Esta salamandra habita en las montañas del sur y oriente de la Ciudad de México, desde el Desierto de los Leones, hasta el Ajusco y el Pedregal, donde es el anfibio más abundante.

Los valores en las curvas de rango-abundancia pueden estar influenciados por las limitaciones metodológicas junto con los factores ecológicos en especial para VAS donde se realizaron menos muestreos en comparación con los demás tipos de vegetación, no obstante a pesar de dichas limitantes se observa un patrón similar al de otros trabajos donde se persisten más especies raras y una alta abundancia para lagartijas del género *Sceloporus*.

Los tipos de vegetación BCO, BOY y BMI mantuvieron una riqueza de entre 19 y 21 especies, estos tipos de vegetación se encontraban en zonas perturbadas pero se sabe que estos tipos de vegetación resguardan una alta riqueza y diversidad, se consideran ambientes estables ya que sus cambios de temperatura y de humedad no son tan variables como lo son

en ambientes áridos, dentro de esta perturbación se describe la tala de árboles que de acuerdo con Fredericksen y Fredericksen (2002) la herpetofauna se incrementa en áreas taladas por la apertura del dosel, la cual es aprovechada por especies generalistas como las lagartijas del género *Sceloporus*, por lo que aumenta su abundancia poblacional debido al incremento de la temperatura, no obstante esta práctica limita el establecimiento y permanencia de anfibios por su baja vagilidad, filopatría y la necesidad específica de un mínimo de humedad ambiental, también se ven afectadas especies con menor susceptibilidad y de requerimientos específicos de hábitat (Pearman, 1997; Vitt et al., 1998; Fredericksen et al., 2000; García-R et al., 2005; Aldape-López & Santos-Moreno, 2016).

En contraste con otros estudios, en MAT se registró la mayor riqueza y diversidad de especies, el grupo de reptiles se ven favorecidos por ambientes áridos y semiáridos (Leyte-Manrique et al., 2005).

En cuanto a los microhábitats utilizados por la herpetofauna del SC, el tipo terrestre tuvo una mayor predominancia. Los anfibios se encontraron en altitudes menores en comparación con los reptiles, esto debido a la humedad requerida, los anuros *A. velasci* y *R. catesbeiana* fueron las únicas especies encontradas en cuerpos de agua (López, et al., 1992). Ante la falta de cuerpos de agua, gran parte de los anfibios y en su totalidad los reptiles (eg. *Plestiodon*, *Conopsis*, *Pituophis*) se encontraron cerca o debajo de hojarasca, troncos, cortezas, rocas y madrigueras, por lo que funcionan como sitios de refugio y protección contra la desecación (Edgar, et al., 2010; Miller, et al., 2012; Monterrubio, 2016). Mientras que los lacertidios se ha observado que la altitud está relacionada con el tipo de microhábitat terrestre, al ser heterogéneo proporciona una mayor disponibilidad de microhábitats disponibles (Pianka, 1966, 1967; Adolph, 1990).

Las serpientes también siguen un patrón consistente explicado por su ecología, los tipos de hábitos, de alimentación y los microhábitats que utilizan por lo que en algunas especies se utilizan técnicas de muestreo especializadas. Si bien muestran una elevada riqueza de especies, su abundancia no fue tan alta e incluso se registraron varias especies con uno o dos individuos lo que es habitual en estudios con objetivos similares (e.g. Manzilla & Péfaur, 2000; Ryan et al., 2002; Urbina-Cardona & Reynoso, 2005).

El índice de Shannon-Wiener (H') y número de Hill 1D indicó que BMI fue la comunidad vegetal que presentó la mayor diversidad, mientras que VAS la menor diversidad. Se denota que MAT pese a tener más especies que BMI no muestra un valor tan alto, esto es porque las especies son incluidas con un peso proporcional a su abundancia, por lo que al no tener especies únicas y presentar pocas especies con baja abundancia, puede mantener el valor más alto (Jost, 2006; Moreno et al., 2011). El índice Shannon-Wiener (H') para el SC fue de 1.8 lo que indica un valor por debajo del valor normal, por lo que se puede inferir que existe una riqueza baja.

La baja similitud en la composición de la herpetofauna registrada entre los cinco tipos de vegetación, si se toma en cuenta el recambio espacial. Las diferencias en riqueza, se pueden explicar por requerimientos ecológicos de cada grupo, la disponibilidad de microhábitats, las características morfológicas propias para cada grupo, lo que limita su vagilidad y a su vez denota la presencia de especies exclusivas y endémicas al encontrarse como parte de la FVT, un centro importante de endemismos y diversificación (Jones, 1981; Arita, 1997; Arita & Rodríguez, 2002; Ramírez-Bautista et al., 2009).

Si bien la composición de especies no refleja la dinámica, ni las relaciones espaciales semejantes entre las comunidades muestreadas, al observar la composición

herpetofaunística persisten distintos aspectos que pueden reflejar su estructura como los fenómenos ecológicos, biogeográficos e históricos (Halffter & Moreno, 2005; Flores-Villela & Martínez-Salazar, 2009).

Debido al gran declive y a las amenazas mencionadas, se requiere mayor énfasis en cuanto a divulgación científica en las zonas cercanas al SC y a los habitantes de la CdMx con la finalidad de promover la conservación de ambos grupos tal y como ha sucedido con *A. mexicanum* considerado como especie bandera para encabezar estrategias de conservación en Xochimilco (Bride et al., 2008). Del mismo modo conocer la distribución de las poblaciones en función de áreas de protección como puede ser el SC y de manera específica analizar el tipo de vegetación en el que se distribuyen estos grupos para conocer los factores que afectan su estatus de conservación (Quintero-Vallejo & Ochoa-Ochoa, 2022).

CONCLUSIONES

- Las familia con mayor riqueza para anfibios fue Plethodontidae, mientras que para reptiles fue Colubridae, seguido de Phrynosomatidae. Dentro de los tipos de vegetación BMI presentó mayor riqueza específica, ya que es la comunidad vegetal con menos especies únicas.
- Los hábitats más perturbados presentan una mayor abundancia, por especies generalistas, como *Sceloporus anahuacus*, *S. aeneus*, *S. grammicus*. Por otro lado, ambientes conservados mantienen con alta abundancia a especies como *Chirotrotitron orculus*.
- En base a las curvas de acumulación, los estimadores indican que solo falta por registrar una especie en VAS. Las curvas de acumulación poseen una tendencia asintótica de 89 y 100%. Dentro de la similitud entre todos los tipos de vegetación, fue menor al 50% donde BOY y BMI fueron las comunidades vegetales con mayor similitud.
- El listado taxonómico muestra cierta similitud con trabajos similares, por lo que se sugiere continuar evaluando sitios no muestreados.
- El estado de conservación de las especies de acuerdo con la IUCN, se tienen cuatro especies en peligro de extinción y dos en estado vulnerable. Mientras que dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010, 12 especies amenazadas y seis especies sujetas a protección especial

REFERENCIAS

- Adolph, S. C. (1990). Influence of behavioral thermoregulation on microhabitat use by two *Sceloporus* lizards. *Ecology*, 71(1), 315-327.
- Aguirre-Muñoz, A., Samaniego-Herrera, A., Luna-Mendoza, L., Ortiz-Alcaraz, A., Méndez-Sánchez, F., Hernández-Montoya, J., Ceccon, E. y Martínez-Garza, C., 2016. La restauración ambiental exitosa de las islas de México: una reflexión sobre los avances a la fecha y los retos por venir. Experiencias mexicanas en la restauración de los ecosistemas, pp.487-512.
- Aldape-López, C. T., & Santos-Moreno, A. (2016). Effect of forest management on the herpetofauna of a temperate forest of western Oaxaca, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 931-943.
- Allen, W. L., Street, S. E., & Capellini, I. 2017. Fast life history traits promote invasion success in amphibians and reptiles. *Ecology Letters*, 202, 222-230.
- Anderson, C. B., & Valenzuela, A. E. 2014. Do what I say, not what I do. Are we linking research and decision-making about invasive species in Patagonia? *Ecología Austral*, 242, 193-202.
- Anderson, L., & Burgin, S. 2002. Influence of woodland remnant edges on small skinks (Richmond, New South Wales). *Austral Ecology*, 27(6), 630-637.
- Arita, H. T. (1997). The non-volant mammal fauna of Mexico: species richness in a megadiverse country. *Biodiversity & Conservation*, 6(6), 787-795.
- Arita, H. T., & Rodríguez, P. (2002). Geographic range, turnover rate and the scaling of species diversity. *Ecography*, 25(5), 541-550.

- Artasu, M. C. 2016. Las áreas verdes en la Ciudad de México. Las diversas escalas de una geografía urbana. *Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*.
- Ávila-Villegas, H., Rodríguez-Olmos, L. P., & Lozano-Román, L. F. (2007). Rana toro (*Lithobates catesbeianus*): anfibio introducido en Aguascalientes, México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 15(1), 16-17.
- Beard, K. H., Eschtruth, A. K., Vogt, K. A., Vogt, D. J., & Scatena, F. N. (2003). The effects of the frog *Eleutherodactylus coqui* on invertebrates and ecosystem processes at two scales in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*, 19(6), 607-617.
- Beard, K. H., Vogt, K. A., & Kulmatiski, A. (2002). Top-down effects of a terrestrial frog on forest nutrient dynamics. *Oecologia*, 133(4), 583-593.
- Bishop, J. & Landell-Mills, N. 2002. Forest Environmental Services: An Overview. En: *Selling Forest Environmental Services*. Pagiola, S., Landell-Mills, N. y Bishop, J. (Eds.) Earthscan Publications, London, United Kingdom. Págs.: 43– 77.
- Blaustein, A. R., Wake, D. B., & Sousa, W. P. (1994). Amphibian declines: judging stability, persistence, and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation biology*, 8(1), 60-71.
- Bride, I. G., Griffiths, R. A., Meléndez-Herrada, A., & McKay, J. E. (2008). Flying an amphibian flagship: conservation of the Axolotl *Ambystoma mexicanum* through nature tourism at Lake Xochimilco, Mexico. *International Zoo Yearbook*, 42(1), 116-124.

- Butchart, S. H., Walpole, M., Collen, B., Van Strien, A., Scharlemann, J. P., Almond, R. E., ... & Watson, R. 2010. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, 328(5982), 1164-1168.
- Canals, M. 2019. Cambio climático, biodiversidad y enfermedades emergentes. El cambio climático y la biología funcional de los organismos.
- Cantoral, E., Almeida, L., Cifuentes, J., León, L., Martínez, A., & Nieto, A. 2009. La biodiversidad de una cuenca en la ciudad de México. *Ciencias*, 94(094).
- Castellanos Vargas, I., García Calderón, N. E., & Cano Santana, Z. 2017. Procesos físicos del suelo en la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria: atributos para su conservación. *Terra Latinoamericana*, 351, 51-64.
- Ceballos, G., & Oliva, G. 2005. *Los mamíferos silvestres de México* (Vol. 986. México: Fondo de Cultura Económica.
- Collins, J. P., & Storfer, A. (2003). Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and distributions*, 9(2), 89-98.
- CONABIO (2017). Análisis de riesgo rápido de *Lithobates catesbeianus*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México DF.
- Cortéz-Gómez, A. M. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A., & Ladle, R. J. (2015). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: a review. *Universitas Scientiarum*, 20(2), 229-245.

- Cruz-Elizalde, R., Ramírez-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Magno-Benítez, I., & García-Rosales, A. 2018. Riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en algunas Áreas Naturales Protegidas del Valle de México. *Ecología y conservación de fauna en ambientes antropizados*. REFAMA, CONACYT, UAQ, México, 5-17.
- Díaz de la Vega-Pérez, AH, Jiménez-Arcos, VH, Méndez-de la Cruz, FR, CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) y SEDEMA (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal), 2016. Herpetofauna en el derrame del Xitle. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad), SEDEMA (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal). *La biodiversidad en la Ciudad de México* , 2 , pp.398-403.
- Díaz, S., & Cabido, M. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem functioning. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(646655, 02283-2).
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., ... & Zlatanova, D. 2015. The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current opinion in environmental sustainability*, 14, 1-16.
- Dugès, A.A.D. 1889 Adición a los reptiles del Valle de México. *Naturaleza* 2:206-207
- Ecological monographs, 751, 3-35. Dugès, A.A.D. 1888 Erpetología del Valle de México. *La Naturaleza*. Serie 2. México 1: 97–146.
- Edgar, P., Foster, J., & Baker, J. (2010). *Reptile habitat management handbook*. Bournemouth: Amphibian and Reptile Conservation.

- Eguiarte, AF, Cruz, FU, del Razo, IR, de Jesús Apolinar, B. y Márquez, AV 2002. Evaluación del avance de la mancha urbana sobre el área natural protegida de la Cañada de los Dinamos. *Gaceta Ecológica*, (62), 56-67.
- Espinosa, G.R.J. de. 1979. Fagaceae (Quercus). En: Flora fanerogámica del Valle de México. Vol. 1. J. Rzedowski y G.C. de Rzedowski y G. C. de Rzedowski (eds.), México, cecsa.
- Flores-Villela, O., & Canseco-Márquez, L. 2007. Riqueza de la herpetofauna. *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana*, 407-420.
- Flores-Villela, O., & Martínez-Salazar, E. A. (2009). Historical explanation of the origin of the herpetofauna of Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(3), 817-833.
- Fredericksen, N. J., & Fredericksen, T. S. (2002). Terrestrial wildlife responses to logging and fire in a Bolivian tropical humid forest. *Biodiversity & Conservation*, 11(1), 27-38.
- Fredericksen, T. S., Ross, B. D., Hoffman, W., Ross, E., Morrison, M. L., Beyea, J., ... & Johnson, B. N. (2000). The impact of logging on wildlife: A study in northeastern Pennsylvania. *Journal of Forestry*, 98(4), 4-10.
- Gadsden, H., Estrada-Rodríguez, J. L., & Garza-Torres, R. 2005. Herpetofauna del Río Chuvistar en Chihuahua. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 13(1), 1.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 256 pp.
- García-R, J. C., Castro-H, F., & Cárdenas-H, H. (2005). Relación entre la distribución de anuros y variables del hábitat en el sector la Romelia del parque nacional natural

- Munchique (CAUCA, COLOMBIA)/Relationship among anurans distribution and habitat variables at La Romelia, Munchique National Park (Cauca, Colombia). *Caldasia*, 299-310.
- García-Vázquez UO, Méndez de la Cruz F. 2016 Reptiles. In: La Biodiversidad de la Ciudad de México, Vol. 2. CONABIO/SEDEMA, México, 390–397.
- García-Vázquez UO, Trujano-Ortega M, Casas-Andreu G. 2016 Anfibios. In: La Biodiversidad de la Ciudad de México, Vol. 2. CONABIO/SEDEMA, México, 383–389.
- Garza, G. 2000. “Delegación La Magdalena Contreras”, en Garza, G. (coord.). La Ciudad de México en el fin del segundo milenio. Ed. Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México, México, D. F., 768 pp.
- Gibbs, J. P., & Karraker, N. E. 2006. Effects of warming conditions in eastern North American forests on red-backed salamander morphology. *Conservation Biology*, 20(3), 913-917.
- González-García, A., Belliure, J., Gómez-Sal, A., & Dávila, P. 2009. The role of urban greenspaces in fauna conservation: the case of the iguana *Ctenosaura similis* in the ‘patios’ of León city, Nicaragua. *Biodiversity and Conservation*, 18(7), 1909-1920.
- Groom, M. J., Meffe, G. K., Carroll, C. R., & Andelman, S. J. (2006). *Principles of conservation biology* (No. Sirsi) i9780878935185). Sunderland: Sinauer Associates.
- Gustafsson, K. M. 2013. Environmental discourses and biodiversity: the construction of a storyline in understanding and managing an environmental issue. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 101, 39-54.

- Guzmán-León, A. 2016. Climate Change Governance in Megadiverse Countries: The Case of REDD+ in Latin America. *International Journal of Climate Change: Impacts & Responses*, 8: 61-80
- Haila, Y., & Kouki, J. 1994. The phenomenon of biodiversity in conservation biology. In *Annales Zoologici Fennici* (pp. 5-18. Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica.
- Halffter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. In *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*, vol. 4. G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Diversitas/ Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, Zaragoza. p. 5–18
- Hammer, Ø., Harper, D., & Ryan, P. (2001). PAST: paquete de programas de estadística paleontológica para enseñanza y análisis de datos. *Palaeontol. Electrón*, 4(1), 4.
- Hooper, D. U., Chapin Iii, F. S., Ewel, J. J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., ... & Wardle, D. A. 2005. Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge.
- Hopkins, W. A. (2000). Reptile toxicology: challenges and opportunities on the last frontier in vertebrate ecotoxicology. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 19(10), 2391-2393.

- Hopkins, W. A. (2000). Reptile toxicology: challenges and opportunities on the last frontier in vertebrate ecotoxicology. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 19(10), 2391-2393.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2020. *Inventario Nacional de Vivienda*. México: INEGI.
- Isunza-Vizuet, G., Castro, E., & Munévar, C. 2021. La plusvalía como sistema de financiación urbana: estudio comparativo en Ciudad de México y Manizales, Colombia. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 47142.
- Jáuregui, E. 2000. *El clima de la ciudad de México* (Vol. 1. Plaza y Valdés.
- Jennings, W. B., Bradford, D. F., & Johnson, D. F. (1992). Dependence of the garter snake *Thamnophis elegans* on amphibians in the Sierra Nevada of California. *Journal of Herpetology*, 26(4), 503-505.
- Jones, K. B. (1981). Effects of grazing on lizard abundance and diversity in western Arizona. *The southwestern naturalist*, 107-115.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375.
- Kerby, J. L., Hart, A. J., & Storfer, A. 2011. Combined effects of virus, pesticide, and predator cue on the larval tiger salamander (*Ambystoma tigrinum*). *EcoHealth*, 81, 46-54.
- Krishnamurthy, K. V. 2003. *Textbook of biodiversity*. Science Publishers.
- Langone, J. A., & de Sá, R. O. (2005). Redescrición de la morfología larval externa de dos especies del grupo *Leptodactylus fuscus* (Anura, Leptodactylidae). *Phyllomedusa* 4: 49-59.

- LDU 1994. Ley de Desarrollo Urbano. Editorial SISTA S.A. de C.V. México D.F. 1994, p. 41
- Lemos-Espinal, J. A., & Smith, G. R. 2020. A conservation checklist of the amphibians and reptiles of Mexico City, with comparisons with adjoining states. *ZooKeys*, 951, 109.
- León, A. G. 2016. Climate Change Governance in Megadiverse Countries: The Case of REDD+ in Latin America. *International Journal of Climate Change: Impacts & Responses*, 8(3).
- Leyte-Manrique, A., Hernández-Salinas, U., Chávezcalzada, E., Sánchez, M., Marshall, J. C., & Ramírez-Bautista, A. (2006). El complejo *Sceloporus grammicus*, un grupo de lagartijas en especiación. *Boletín de la Sociedad Herpetología Mexicana*, 14, 18-24.
- Lips, K. R., Diffendorfer, J., Mendelson III, J. R., & Sears, M. W. (2008). Riding the wave: reconciling the roles of disease and climate change in amphibian declines. *PLoS Biol*, 6(3), e72.
- Lips, K. R., Reaser, J. K., Young, B. E., & Ibañez, R. 2001. Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual/Monitoreo de anfibios en América Latina: manual de protocolos. Herpetological Circular 30. Society for the Study of Amphibians and Reptiles [SSAR].
- López, V., Angel, A., & Castañeda, S. T. A. (1992). La herpetofauna de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl. *Acta Zoológica Mexicana* (ns), (51), 1-128.
- Manzilla, J. y J. E. Péfaur. (2000). Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista de Ecología Latinoamericana* 7:17–30.

- Marichal-Arbona, E. y D. López-Hernández. 2012. Reptiles terrestres de los cayos de la región central de Ana María Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* 32:73-77.
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante, J. E., & Álvarez, F. 2014. El estudio de la biodiversidad en México:¿ una ruta con dirección?. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85, 1-9.
- McDiarmid, R. 1994. Amphibian Diversity and Natural History: an overview. Pp:5 En: Heyer,R., M. Donnelly, R. McDiarmid. L. Hayek & M. Foster (Eds). *Measuring and Monitoring Biological Diversity standars Methods for amphibians*. Smithsonian Institution press. Washington and London.
- McKinney, M. L. 2008. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban ecosystems*, 112, 161-176.
- McVaugh, R. 1974. Fagaceae. I: Flora Nueva-Galiciana. Contributions of University of Michigan Herbarium Ann Arbor, Michigan. 1(3):1-93.
- Méndez de la Cruz F.R., O. Flores-Villela, V.H. Jiménez-Arcos, et al., 2006. Inventario biológico del área de la Reserva territorial suroriente. Informe técnico. unam, México.
- Méndez de la Cruz FR, Camarillo-Rangel JL, Villagrán-Santa Cruz M, Aguilar-Cortéz R. 1992 Observaciones sobre el estatus de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal – Estado de México). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 63: 246–256.
- Méndez de la Cruz FR, Díaz de la Vega Pérez AH, Jiménez-Arcos VH. 2009 Herpetofauna. In: Lot A, Cano-Santana Z. (Eds) *Biodiversidad del Pedregal de San Ángel*.UNAM, Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel y Coordinación de la Investigación Científica, D.F. México, 243–260.

- Méndez de la Cruz FR, Zúñiga-Vega JJ, Díaz de la Vega Pérez AH, Lara-Reséndiz RA, Martínez-Méndez N. 2007 Anfibios y reptiles. In: Lot A. (Ed.) Guía ilustrada de la Cantera Oriente. Caracterización ambiental e inventario biológico. Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM., D.F. México, 203–219.
- Méndez de la Cruz, F. R. 1992. Observaciones sobre el status de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México). Anales del Instituto de Biología serie Zoología, 63(002). Padilla, V. J. A., Martínez, E. E., Ortega-Rubio, A., Miranda, R. P., & Hernández, A. R. G. 2014. Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal. *Investigación y ciencia*, 22(60), 37-49.
- Mitchell, J. C., & Brown, R. J. (2008). Urban herpetology: global overview, synthesis, and future directions. *Herpetological Conservation*, 3, 1-30.
- Mitchell, J. C., & Brown, R. J. (2008). Urban herpetology: global overview, synthesis, and future directions. *Herpetological Conservation*, 3, 1-30.
- Monterrubio, T. (2016). Aspectos de la historia natural de *Conopsis lineata* (Kennicott, 1859) en el Área Comunitaria de Conservación Ecológica Santiago Tepalcatlalpan, Distrito Federal. Tesis para obtener el grado de Biólogo. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.

- Nájera-Alvarado, V. E., Gutiérrez-Granados, G., Borja-Jiménez, J. M., Rodríguez-López, B., & Becerra-López, J. E. 2021. 16. Pérdida de conectividad funcional como indicador de la disminución poblacional de la herpetofauna del Eje Neovolcánico Transversal. *Biodiversidad y ecología mexicana*, 103.
- Ochoa Ochoa, L.M., Villela, F. and Albertocoaut, O., 2006. Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana (No. C/597.80972 O2). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (México).
- Ospina, JE, García, C. y Conde, A., 2014. Historia del clima de la ciudad de México: efectos observados y perspectivas. *Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México en colaboración con el Instituto de Ciencias y Tecnología del Gobierno Federal, ahora Secretaría de Ciencias, Tecnología e Innovación* .
- Paknia, O., Sh, H. R., & Koch, A. 2015. Lack of well-maintained natural history collections and taxonomists in megadiverse developing countries hampers global biodiversity exploration. *Organisms Diversity & Evolution*, 15(3), 619-629.
- Palomino Villavicencio, B., & López Pardo, G. 2015. Ecoturismo y conservación del patrimonio natural y sociocultural de Ciudad de México. *Cuadernos de RSO*, 2, 101-112.
- PAOT. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del d.f. 2010. Presente y Futuro de las Áreas Verdes y del Arbolado de la Ciudad de México. México.
- Parra-Olea, G., García-París, M., & Wake, D. B. (1999). Status of some populations of Mexican salamanders (Amphibia: Plethodontidae). *Revista de Biología Tropical*, 47(1-2), 217-223.

- Pearman, P. B. (1997). Correlates of Amphibian Diversity in an Altered Landscape of Amazonian Ecuador: Correlaciones de la Diversidad de Anfibios en un Paisaje Alterado de la Amazonía Ecuatoriana. *Conservation Biology*, 11(5), 1211-1225.
- Perovic, P., Trucco, C., Tálamo, A., Quiroga, V., Ramallo, D., Lacci, A., ... & Mohr, F. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad-Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provincial Copo, y Zona de Amortiguamiento. *APN/GEF/BIRF. Salta, Argentina*, 74.
- Pianka, E. R. (1966). Convexity, desert lizards, and spatial heterogeneity. *Ecology*, 47(6), 1055-1059.
- Pianka, E. R. (1967). On lizard species diversity: North American flatland deserts. *Ecology*, 48(3), 333-351.
- Pielou, E. C. (1975). *Ecological Diversity* Wiley & Sons. *New York*.
- Pough, F. H., Andrews, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. y Wells, K. D. (2001). *Herpetology*, Second Edition. United States of America: Prentice Hall.
- Prosser, C., Hudson, S., & Thompson, M. B. 2006. Effects of urbanization on behavior, performance, and morphology of the garden skink, *Lampropholis guichenoti*. *Journal of herpetology*, 40(2), 151-159.
- Quintero-Vallejo, D. E., & Ochoa-Ochoa, L. M. (2022). Priorización y distribución de los anfibios en las áreas naturales protegidas de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 93, e933939-e933939.
- Ramírez-Bautista, A., & de Oca, A. N. M. 1997. Ecogeografía de anfibios y reptiles. *González-Soriano, E, R. Dirzo & RC Vogt*, 523-532.

- 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-Bautista, A., Hernández-Salinas, U., Mendoza-Quijano, F., Cruz-Elizalde, R., Stephenson, B. P., Vite-Silva, V. D., & Leyte-Manrique, A. 2010. Lista anotada de los anfibios y reptiles del estado de Hidalgo, México.
- Reagan, D. P., & Waide, R. B. (Eds.). (1996). The food web of a tropical rain forest. University of Chicago Press.
- Reygadas, P. D. 2016. Delimitación del área de estudio y regionalización. *La biodiversidad en la Ciudad de México*, 1, 30-35.
- Rivera-H., J.E. y A.H. Espinosa. 2007. Flora y Vegetación del Distrito Federal. Pp. 231-253. En: Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana. V.J. Luna., J.J. Morrone y D. Espinosa O. (eds.). conabio/unam
- Ryan, T. J., Philippi, T., Leiden, Y. A., Dorcas, M. E., Wigley, T. B., & Gibbons, J. W. (2002). Monitoring herpetofauna in a managed forest landscape: effects of habitat types and census techniques. *Forest Ecology and Management*, 167(1-3), 83-90.
- Sánchez-Herrera, O., 1980. Herpetofauna del Pedregal de San Ángel, DF, México. Boletín de la Sociedad Hepetológica de Maryland , 16 , págs. 9-18.
- Secretaria de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMADF). 2000. Decreto del programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal. Gaceta Oficial del Distrito Federal (1 de agosto del 2000) ;México. 90 p.

Secretaría de Medio Ambiente/Gobierno del Distrito Federal y SAGARPA 2006. Atlas de Vegetación y uso del suelo. Suelo de conservación del Distrito Federal. SMA /GDF y SAGARPA, México.

Serrano, J. M., Sandoval-Comte, A., Tapia-Ramírez, G., Monteverde, M. J., & Vázquez-Corzas, F. G. (2022). TERRESTRIAL AMPHIBIANS INHABITING AN URBAN XERIC ECOSYSTEM: AN ASSESSMENT OF FROGS AND SALAMANDERS IN PROTECTED AREAS FROM MEXICO CITY. *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 5(1), 179-193.

Serrano, J. M., Tapia, G., Vázquez-Corzas, F. G., & Sandoval-Comte, A. (2017). Promoting Conservation of Amphibians at El Pedregal in Mexico City, Mexico.

SGDS 1992. Secretaría General de Desarrollo Social. Acuerdo por el que se aprueba la nueva Versión del Programa General del Programa Director para el Desarrollo Urbano del Distrito Federal (reimpresión), 5 de octubre de 1992, p. 27

Simon, J. A., Snodgrass, J. W., Casey, R. E., & Sparling, D. W. 2009. Spatial correlates of amphibian use of constructed wetlands in an urban landscape. *Landscape Ecology*, 24(3), 361-373.

Singh, A., & Agrawal, M. (2007). Acid rain and its ecological consequences. *Journal of Environmental Biology*, 29(1), 15.

SMA. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. 2009. Memoria técnica de la Actualización del Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal.

SMA-GDF 2006. Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal.

- Smith, H. M., & Smith, R. B. 1993. Synopsis of the Herpetofauna of México. Vol VII (Bibliographic addendum and Index, bibliographic addenda II-IV 1979-1991 John Johnson, U.S.A (North Benington, Ut)
- Smith, H. M., & Taylor, E. H. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum.*
- Smith, H. M., & Taylor, E. H. 1948. An annotated checklist and key to the Amphibia of Mexico. *Bulletin of the United States National Museum.*
- Smith, Hobart M., and Edward H. Taylor. 1950. "Type localities of Mexican reptiles and amphibians." 313-380.
- Suárez-Mota, M. E., & Téllez-Valdés, O. 2014. Red de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad del Eje Volcánico Transmexicano analizando su riqueza florística y variabilidad climática. *Polibotánica*, (38, 67-93.
- Swingland, I. R. 2001. Biodiversity, definition of. *Encyclopedia of biodiversity*, 1, 377-391.
- Urbina-Cardona, J. N., & Rosales, V. H. R. (2005). Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México. In *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma* (pp. 191-207). GORFI.
- Uribe-Peña, Z., 1999. Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, México (No. Sirsi) i9789683679277).
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt

- Vitt, L. J., Avila-Pires, T. C., Caldwell, J. P., & Oliveira, V. R. (1998). The impact of individual tree harvesting on thermal environments of lizards in Amazonian rain forest. *Conservation Biology*, 12(3), 654-664.
- Wilson, E. O., & Frances, P. M. 1988. Biodiversity Washington DC: National Academy. *Sciences*.
- Young, B. E., Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., & Boucher, T. M. (2004). Joyas que están desapareciendo: el estado de los anfibios en el Nuevo Mundo.
- Zavala Chávez, F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. *Polibotánica* 8:47-64.

ANEXOS

Anexo 1. Abundancia de especies para cada tipo de vegetación junto con su abundancia.

BCO		BOY		BMI		MAT		CAG	
<i>Sceloporus anahuacus</i>	4	<i>Sceloporus aeneus</i>	185	<i>Sceloporus palaciosi</i>	143	<i>Sceloporus torquatus</i>	247	<i>Sceloporus microlepidotus</i>	21
<i>Sceloporus palaciosi</i>	195	<i>Sceloporus torquatus</i>	184	<i>Chiropterotriton orculus</i>	115	<i>Sceloporus microlepidotus</i>	93	<i>Barisia imbricata</i>	6
<i>Ambystoma altamirani</i>	96	<i>Conopsis lineata</i>	81	<i>Sceloporus aeneus</i>	108	<i>Eleutherodactylus grandis</i>	50	<i>Conopsis lineata</i>	4
<i>Sceloporus mucronatus</i>	68	<i>Sceloporus palaciosi</i>	46	<i>Sceloporus torquatus</i>	104	<i>Sceloporus anahuacus</i>	42	<i>Pituophis deppei</i>	2
<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	64	<i>Sceloporus anahuacus</i>	16	<i>Sceloporus anahuacus</i>	69	<i>Sceloporus spinosus</i>	21	<i>Crotalus polystictus</i>	2
<i>Sceloporus aeneus</i>	55	<i>Crotalus ravus</i>	13	<i>Barisia imbricata</i>	57	<i>Conopsis lineata</i>	18	<i>Rana catesbeiana</i>	1
<i>Barisia imbricata</i>	41	<i>Aquiloerycea cephalica</i>	9	<i>Plestiodon copei</i>	36	<i>Chiropterotriton orculus</i>	13	<i>Salvadora bairdi</i>	1
<i>Sceloporus torquatus</i>	34	<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	9	<i>Pseudoeurycea leprosa</i>	29	<i>Aspidoscelis gularis</i>	13	<i>Crotalus molossus</i>	1
<i>Plestiodon copei</i>	28	<i>Sceloporus microlepidotus</i>	8	<i>Aquiloerycea cephalica</i>	27	<i>Sceloporus palaciosi</i>	11		
<i>Crotalus triseriatus</i>	14	<i>Pseudoeurycea altamontana</i>	7	<i>Pseudoeurycea altamontana</i>	26	<i>Aquiloerycea cephalica</i>	10		
<i>Aquiloerycea cephalica</i>	13	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	4	<i>Sceloporus scalaris</i>	22	<i>Sceloporus scalaris</i>	10		
<i>Pseudoeurycea altamontana</i>	11	<i>Eleutherodactylus grandis</i>	3	<i>Sceloporus mucronatus</i>	21	<i>Conopsis nasus</i>	10		
<i>Chiropterotriton orculus</i>	6	<i>Storeria storeioides</i>	2	<i>Conopsis lineata</i>	14	<i>Pituophis deppei</i>	9		
<i>Thamnophis scalaris</i>	6	<i>Thamnophis scalaris</i>	2	<i>Crotalus triseriatus</i>	11	<i>Salvadora bairdi</i>	9		
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	4	<i>Crotalus triseriatus</i>	2	<i>Eleutherodactylus grandis</i>	10	<i>Sceloporus aeneus</i>	7		
<i>Storeria storeioides</i>	4	<i>Chiropterotriton orculus</i>	1	<i>Storeria storeioides</i>	9	<i>Crotalus ravus</i>	6		
<i>Dryophytes plicatus</i>	3	<i>Sceloporus scalaris</i>	1	<i>Thamnophis scalaris</i>	9	<i>Conopsis biserialis</i>	5		
<i>Isthmura belli</i>	1	<i>Conopsis nasus</i>	1	<i>Sceloporus microlepidotus</i>	8	<i>Thamnophis eques</i>	4		
<i>Conopsis lineata</i>	1	<i>Diadophis punctatus</i>	1	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	7	<i>Crotalus molossus</i>	4		
		<i>Crotalus molossus</i>	1	<i>Pseudoeurycea tlilicxitl</i>	5	<i>Spea multiplicata</i>	3		
				<i>Crotalus ravus</i>	2	<i>Barisia imbricata</i>	3		
						<i>Crotalus transversus</i>	3		
						<i>Phrynosoma orbiculare</i>	2		
						<i>Rhadinaea laureata</i>	2		
						<i>Crotalus triseriatus</i>	2		
						<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	1		
						<i>Thamnophis scalaris</i>	1		