

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



RELACIONES ESPACIALES DEL ENSAMBLAJE DE REPTILES EN ZACATAL
SEMIDESÉRTICO, MATORRAL ROSETÓFILO Y BOSQUE DE PINO EN EL
RANCHO "LOS ÁNGELES", COAHUILA, MÉXICO.

Tesis

Que presenta EBER GABRIEL CHÁVEZ LUGO

como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN
CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Torreón, Coahuila

Mayo 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



RELACIONES ESPACIALES DEL ENSAMBLAJE DE REPTILES EN ZACATAL-
SEMIDESÉRTICO, MATORRAL ROSETÓFILO Y BOSQUE DE PINO EN EL
RANCHO "LOS ÁNGELES", COAHUILA, MÉXICO.

Tesis

Que presenta EBER GABRIEL CHAVEZ LUGO

como requisito parcial para obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

Director UAAAN

Dra. Patricia Galina Tessaro

Director externo (CIBNOR)

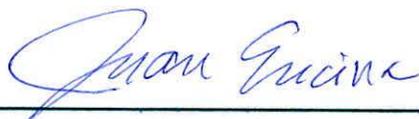
Torreón, Coahuila.

Junio 2022

RELACIONES ESPACIALES DEL ENSAMBLAJE DE REPTILES EN ZACATAL
SEMIDESÉRTICO, MATORRAL ROSETÓFILO Y BOSQUE DE PINO EN EL
RANCHO "LOS ÁNGELES", COAHUILA, MÉXICO.

Tesis

Elaborada por EBER GABRIEL CHAVEZ LUGO como requisito parcial para
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la
supervisión y aprobación del Comité de Asesoría.



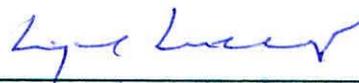
Dr. Juan Antonio Encina Domínguez
Asesor Principal



Dra. Patricia Galina Tessaro
Asesor



Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez
Asesor



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque
Asesor



Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Subdirector de Postgrado

Agradecimientos

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** y al programa de **Producción Agropecuaria**, por la oportunidad brindada para realizar mis estudios de Maestría en Ciencias.

Al **CONACYT**, por el apoyo económico al realizar los estudios de Maestría.

Un especial agradecimiento al **Dr Juan Antonio Encina Domínguez**, por la confianza, apoyo y asesorías, las cuales siempre se enfocaron a mejorar mi desarrollo académico y profesional.

A la **Dra. Patricia Galina Tessaro**, por su disponibilidad y asesoría dirigida al correcto desarrollo del proyecto de investigación.

A mis asesores, **Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez** y el **Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque**, por sus valiosos comentarios en la revisión de la tesis, los cuales ayudaron a la mejora del presente documento.

Al **Dr. Juan Manuel Pech Canché**, por su apoyo para la realización de la estancia académica y su asesoría en los análisis estadísticos. Además de siempre brindarme su amistad.

Dedicatoria

A mis Padres

Porque cada regaño o plática, cada abrazo o castigo, siempre tuvieron un objetivo, ser una mejor persona cada día. Por esto y por siempre darme su apoyo es que hoy obtengo un logro más.

Todo esto es gracias a Ustedes, mis padres.

A ti

Mi amiga, mi compañera, mi amor, Erika...

Por siempre estar conmigo, apoyarme, quererme y ser parte de mi día a día. Este y todos los demás logros son por y para ti.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.2. Importancia de los reptiles	4
2.3. Ensamblajes: conceptos y estudios realizados sobre este tema	5
2.4. Diversidad Alfa, Beta y Gama	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1. Área de estudio	10
3.2. Métodos	12
3.3. Análisis estadísticos	14
3.3.1. Diversidad Alfa	14
3.3.2. Diversidad Beta	14
3.3.3. Diversidad Gamma.....	15
4. RESULTADOS	16
4.1. Diversidad Alfa	16
4.2. Diversidad Beta	19
4.3. Diversidad Gamma	22
5. DISCUSIÓN	23
6. CONCLUSIONES	25
7. REFERENCIAS	26

8. ANEXOS**38**

Índice de cuadros

Cuadro 1. Análisis de diversidad beta a nivel de comunidad vegetal, utilizando el índice de Complementariedad de Colwell y Coddington..... 19

Cuadro 2. Análisis de diversidad beta a nivel de microhabitat, utilizando el índice de Complementariedad de Colwell y Coddington. 20

Cuadro 3. Partición mutiplicativa de las especies que conforman el paisaje 22

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.	10
Figura 2. Curvas de rarefacción de acumulación de especies e individuos de las comunidades vegetales estudiadas.	16
Figura 3. Intervalos de confianza de las curvas de acumulación de especies de las comunidades vegetales estudiadas.	17
Figura 4. Diversidad verdadera de las comunidades vegetales estudiadas.; q0: riqueza de especies, q1: diversidad de Shannon, q2: inverso de Simpson	18
Figura 5. Rango-abundancia de las especies registradas en las comunidades vegetales estudiadas.	19
Figura 6. Especies aportadas por cada comunidad vegetal a la riqueza del paisaje	21
Figura 7. Especies aportadas por cada microhábitat a la riqueza del paisaje ..	22

Resumen

RELACIONES ESPACIALES DEL ENSAMBLAJE DE REPTILES EN ZACATAL SEMIDESÉRTICO, MATORRAL ROSETÓFILO Y BOSQUE DE PINO EN EL RANCHO “LOS ÁNGELES”, COAHUILA, MÉXICO.

EBER GABRIEL CHAVEZ LUGO

Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Director de tesis:

Dr. Juan Antonio Encina Domínguez

La riqueza de reptiles de México, ocupa el segundo lugar a nivel mundial. Debido a su composición de ambientes y microambientes que dan origen a diversas zonas biogeográficas. Coahuila se encuentra dentro de la ecorregión del desierto Chihuahuense, a pesar de ser una zona biogeográfica con gran diversidad biológica, presenta escaso conocimiento de los reptiles. El objetivo del presente estudio fue identificar la distribución espacial de reptiles en tres tipos de vegetación en el rancho “Los Ángeles” en el sureste de Coahuila. Se realizaron muestreos mensuales a partir de abril a noviembre de 2020. Se aplicó el método de colecta oportunista por caminatas libres cronometradas. Se realizaron curvas de rarefacción, análisis de diversidad verdadera, recambio de especies con el índice de disimilitud y análisis de adición multiplicativa. Se registraron 11 especies, de los cuales cinco son ofidios (2 colúbridos y 3 vipéridos) y seis saurios (un ánguideo y 5 phrynosomátidos). El matorral aportó la mayor riqueza con 8 especies, sin embargo, en el análisis de diversidad verdadera en el zacatal se registró mayor equitatividad. El recambio de especies es mayor entre el zacatal y el bosque, a nivel de microhábitat la mayor disimilitud es entre el fosorial y el

arborícola. Los resultados obtenidos indican que la heterogeneidad es importante para la diversidad de reptiles, ya que cada componente del paisaje beneficia la presencia de diversas especies con alta especificidad de hábitat.

Palabras Clave: Diversidad, Comunidad vegetal, Ensamblaje, Microhabitat,
Reptiles

Abstrac

SPATIAL RELATIONSHIPS OF THE ASSEMBLY OF REPTILES IN SEMI-DESERT ZACATAL, ROSETOPHYL SCRUB AND PINE FOREST IN "LOS ÁNGELES" RANCH, COAHUILA, MEXICO

EBER GABRIEL CHAVEZ LUGO

MASTER IN AGROPECUARIAN PRODUCTION SCIENCE
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Adviser:

Dr: Juan Antonio Encina Domínguez

The richness of reptiles in Mexico ranks second in the world. Due to its composition of environments and microenvironments that give rise to various biogeographic zones. Coahuila is located within the Chihuahuan desert ecoregion, despite being a biogeographic zone with great biological diversity, it presents little knowledge of reptiles. The objective of the present study was to identify the spatial distribution of reptiles in three types of vegetation in the "Los Angeles" ranch in southeastern Coahuila. Monthly sampling was carried out from April to November 2020. The opportunistic collection method was applied by timed free walks. Rarefaction curves, true diversity analysis, species replacement with the dissimilarity index and multiplicative addition analysis were performed. 11 species were recorded, of which five are snakes (2 colubrids and 3 viperids) and six saurians (one anguid and 5 phrynosomatids). The thicket provided the greatest richness with 8 species, however, in the analysis of true diversity in the grassland, greater evenness was recorded. The exchange of species is greater between the zacatal and the forest, at the microhabitat level the greatest

dissimilarity is between the fossorial and the arboreal. The results obtained indicate that heterogeneity is important for the diversity of reptiles, since each component of the landscape benefits from the presence of diverse species with high habitat specificity..

Key words: Assemblage, diversity, reptile, microhabitat, plant community.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existen 11,050 especies de reptiles (Uetz *et al.*, 2019). De esta riqueza, México posee el segundo lugar con 898 especies (Johnson *et al.*, 2017). Flores-Villela *et al.* (2005) lo atribuye a la combinación de la topografía accidentada y variaciones climáticas, lo cual resulta en un mosaico diverso de condiciones ambientales y microambientales que, combinadas con una historia geológica compleja, se conoce como una zona biogeográficamente compuesta.

Las zonas áridas de México son de gran importancia al proporcionar variados servicios ecosistémicos (Abbott, 2006), sin embargo, son regiones vulnerables al cambio climático (Guzmán-Aranda, 2012). A pesar de su importancia, existe escasa información sobre la riqueza y ecología de las especies de fauna silvestre (Hoth, 2012).

En el estado de Coahuila la investigación sobre fauna silvestre de los pastizales se ha enfocado en las aves, además de especies en estatus de conservación como el gorrión de Worthen (Heredía-Pineda *et al.*, 2017) y el perrito de la pradera (Scott *et al.*, 2004; González *et al.*, 2012). Sin embargo, los reptiles han sido poco estudiados, considerando que son importantes en el ecosistema, debido a que son depredadores y/o presas, además de que actúan en la dispersión de semillas (Guzmán-Guzmán, 2011). Son especies sensibles a variaciones ambientales, por lo cual pueden ser utilizados como indicadores de bienestar del ecosistema (Blaustein y Wake, 1990; Young *et al.*, 2004; Toledo *et al.*, 2007; Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona, 2008).

En Coahuila el conocimiento sobre los reptiles es escaso, Lazcano *et al.* (2019) reporta 119 especies de las 898 especies citadas para México por Johnson *et al.* (2017). Las exploraciones científicas más intensas se han realizado en el bolsón de Cuatro Ciénegas y la sierra de Arteaga y son escasas para otras áreas, sin

embargo, si se exploraran estas regiones es probable que el número de especies podría aumentar (Lemos-Espinal y Smith, 2008).

La rápida expansión de las actividades humanas ha transformado grandes extensiones de vegetación natural en fragmentos, lo que ha causado la extinción acelerada de especies y pone en riesgo la funcionalidad y estabilidad a nivel global (Ehrlich y Ehrlich, 1981).

Por lo anterior, la presente investigación aporta información sobre la riqueza de especies de reptiles en el zacatal, matorral xerófilo y bosque de pino, con lo cual se tendrá mayor conocimiento de la calidad del ambiente, ya que por sus características biológicas los reptiles son considerados indicadores de calidad de hábitat (Tuberville *et al.*, 2005). Con las técnicas de campo utilizadas se podrán identificar las áreas con mayor importancia con respecto a la riqueza y diversidad de reptiles, se incrementará la información sobre los reptiles del sureste del estado de Coahuila, la cual es una de las limitantes en el manejo y conservación de los recursos naturales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ecorregión del Desierto Chihuahuense

El Desierto Chihuahuense forma parte de los pastizales de América del Norte, se extienden desde el centro-sur de Canadá hasta el centro de México (Gauthier *et al.*, 2003), ocupa una extensión de 629,000 km², se localiza en los estados de Chihuahua, Sonora, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí (PMARP, 2012).

Esta ecorregión se localiza entre México y Estados Unidos de América, es considerada de importancia en la conservación, debido a su riqueza biológica, donde domina el matorral xerófilo y pastizal semidesértico, dentro de los cuales se distribuyen 110 especies de peces de agua dulce, 180 especies de herpetofauna, 130 especies de mamíferos y 500 especies de aves (Dinerstein *et al.*, 2000). Los zacatales de esta ecorregión presentan diversos grados de perturbación, causados por las actividades como la ganadería y agricultura, lo que ha modificado su composición y estructura y la afectación directa a las especies de fauna silvestre (Guzmán-Aranda, 2012). Aunque se aplican estrategias para la conservación, existen vacíos de información sobre los efectos de la fragmentación del hábitat, condiciones que limitan las poblaciones de especies, métodos de identificación atributos para la detección temprana de la degradación del paisaje (Hoth, 2012).

Dentro de esta ecorregión, se tiene registro de varias especies de fauna silvestre, destacan grandes mamíferos como bisonte (*Bison bison*) y berrendo (*Antilocapra americana*), además de una gran riqueza de aves de pastizal, sin embargo, en la actualidad la situación es diferente debido a que es una de las zonas con el índice más bajo de protección, por lo que las poblaciones de varias especies han disminuido hasta casi el borde de la extinción los lobos (*Canis lupus*) y oso pardo (*Ursus americanus*) (Basurto y Hadley, 2006).

El Desierto Chihuahuense es una de las ecorregiones con mayor diversidad biológica en el mundo (Dinerstein *et al.*, 2000), sin embargo, las poblaciones de varias especies que ahí habitan se encuentran amenazadas por factores, como la destrucción y fragmentación del hábitat (Pacheco *et al.*, 2006). En la actualidad los estudios están centrados en especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como el perrito de las praderas (*Cynomys mexicanus*) y gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) (Heredia-Pineda *et al.*, 2017) o el hurón de patas negras (*Mustela frenata*) (Manzano y List, 2006).

2.2. Importancia de los reptiles

El término reptil corresponde a especies que reptan, es decir, que al momento de desplazarse, se arrastran. Este grupo de vertebrados es rico en especies e incluye cuatro grupos: Tortugas (orden Testudines), lagartijas y serpientes (orden Squamata), cocodrilos (orden Crocodylia), y tuatara (orden Rhynchocephalia) (Canseco y Gutiérrez, 2010).

La termorregulación es un proceso importante en los organismos ectotermos, ya que por medio de la tigmotermia (absorción de calor a través del sustrato) o la heliotermia (absorción del calor por medio del aire o directamente del sol), regulan su actividad y procesos fisiológicos (Lara *et al.*, 2014). A consecuencia de esta característica, el aumento de la temperatura por el cambio climático afecta los patrones de distribución de especies de ectotermos (Deutsch *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 2011; López y Macip, 2011).

Sinervo *et al.* (2010) menciona que la sensibilidad de los reptiles al aumento de temperatura los obliga a adaptarse de dos formas: pueden migrar hacia ambientes con condiciones térmicas más favorables o adecuarse a estos cambios mediante procesos de plasticidad conductual, fisiológica, o bien, por nuevas adaptaciones. Sin embargo, si no ocurre de manera exitosa la adaptación ambiental, causará disminuciones demográficas e incluso extinciones locales.

La calidad de un hábitat es la capacidad que posee el ambiente de proveer las condiciones necesarias para asegurar la sobrevivencia de un individuo y de la población que forma parte (Hall *et al.*, 1997) y está influenciado por factores bióticos (interacciones intra e interespecíficas como el tipo de vegetación o la cantidad de presas y depredadores) y abióticos o físicos (sitios de percha, porcentaje de rocas, pendiente de terreno, disponibilidad de refugios, pH, salinidad, temperatura). Para los reptiles el factor térmico es determinante, debido a la dependencia que tienen hacia la calidad térmica (Huey, 1991; Díaz, 1997; Angilleta, 2009) influyendo en múltiples rasgos fisiológicos y ecológicos, como el comportamiento termorregulador, rendimiento fisiológico y periodo de actividad (Huey *et al.*, 2003; Ibarquengoytia *et al.*, 2007; Aguilar y Cruz, 2010; Fernández *et al.*, 2011; Kubisch *et al.* 2011; Lara *et al.*, 2013).

Los reptiles son importantes en varios procesos del ecosistema como el flujo de energía y el ciclo de nutrientes, además de que proporcionan servicios ecosistémicos como de regulación (control biológico y dispersión de semillas), apoyo (ciclo de nutrientes), aprovisionamiento (fuentes de alimento y materias primas) e incluso culturales (en el caso de rituales y medicina tradicional) (Guzmán, 2011; Valencia *et al.*, 2013).

Además de su función en el ecosistema, las asociaciones que presentan los reptiles con los diferentes microhábitats son de gran ayuda para entender los procesos biológicos y evolutivos resultantes de la especiación (Raxworthy *et al.*, 2008). Por lo anterior, los reptiles son un grupo susceptible a la influencia humana, por lo tanto, se consideran importantes dentro de la biología de la conservación (Böhm *et al.*, 2013), sin embargo, a pesar de su importancia y la disminución de sus poblaciones, son un grupo que ha recibido poca importancia en la investigación científica (Gibbons *et al.*, 2000; Gardner *et al.*, 2007).

2.3. Ensamblajes: conceptos y estudios realizados sobre este tema

En el área de la ciencia se utilizan conceptos y enfoques para referirse a las agrupaciones que presentes en la naturaleza y en algunas ocasiones se utilizan de manera errónea. Con el objetivo de facilitar su entendimiento se describen algunos conceptos utilizados en este proyecto (comunidad, ensamble y ensamblaje).

Krebs (2001) describe que “una comunidad se define como un conjunto de poblaciones que interactúan en un espacio y tiempo determinado”. En pocos estudios sobre ecología de comunidades, se trabaja una comunidad completa, estudiando algunos componentes de la comunidad (Ramírez y Gutiérrez-Fonseca, 2016).

Por su parte Fauth *et al.* (1996) propone el concepto de taxa (filogenético), como “un conjunto de organismos relacionados genealógicamente considerando jerarquías taxonómicas (género, familia y orden)”. Por lo anterior, al trabajar con un grupo en una comunidad, el cual ha sido seleccionado desde un punto de vista taxonómico, se trata de un ensamblaje (reptiles, hongos, mamíferos, entre otros). Cuando una taxa, compite o explota un recurso similar dentro de una comunidad se le denomina ensamble.

El estudio de ensamblajes con frecuencia es combinado con la técnica de complementariedad y son utilizados para analizar la diversidad y los patrones de distribución de cualquier taxa. Estos datos pueden ser utilizados para determinar áreas prioritarias de conservación a partir de la identificación de los sitios de mayor diversidad, asegurando la protección de los reptiles y/o cualquier otro grupo taxonómico (Goretta, 2011).

La investigación sobre ensambles de herpetofauna se han realizado en otros países de América Latina como Argentina, donde Curi *et al.* (2014) estudiaron diversos factores de interacción de un ensamble de anuros en la región del Chaco Oriental. En Colombia se han desarrollado diversos estudios relacionados a este

tema, Angarita-Sierra (2014) realizó un diagnóstico del nivel de conservación de herpetofauna en zacatles cercanos del río Pauto en. En el mismo país Medina-Rangel y Cárdenas-Arévalo (2015) estudiaron el uso de hábitats y cadena trófica de especies de reptiles en humedales, del departamento del Cesar.

En México se han realizado estudios de ensambles con diferentes enfoques. Calderón-Mandujano *et al.* (2008) estudiaron el uso de hábitats de reptiles en diferentes categorías de perturbación en selvas de Campeche, encontraron que la abundancia de individuos de los ensambles cambia dependiendo de la edad de recuperación del hábitat. Lara-Reséndiz *et al.* (2014) evaluaron la calidad térmica a distintos niveles de altitud para lagartijas en dos sitios del estado de México, donde sus resultados muestran que la altitud y la vegetación son variables que influyen calidad térmica y además concluyen que “la investigación sobre las relaciones de factores térmicos con las especies se deben considerar su realización a distintas escalas de paisaje para entender las variables involucradas en el nicho térmico y en el procesos de regulación de temperatura corporal”.

Los ensambles también sirven para medir o evaluar los efectos de desastres naturales o siniestros que afecten la calidad del ambiente, por ejemplo, Carrera *et al.* (2016) evaluaron los efectos de un huracán en las poblaciones de varias especies de herpetofauna en el estado de Jalisco, los resultados indican que después del paso del fenómeno meteorológico se mostró una disminución en el número y tamaño de cuerpos de agua intermitentes donde la mayoría de los anfibios hiovopocitan, causando un crecimiento menor en el número de individuos.

Los estudios de los reptiles en el estado de Coahuila inician en el año 1852 (Lemos-Espinal y Smith, 2008) y se han enfocado en la descripción de la diversidad de las regiones como los trabajos de McCoy (1984) sobre anfibios y reptiles en el bolsón de Cuatrociénegas, y Gadsden *et al.* (2006) con un listado de anfibios y reptiles de la Comarca Lagunera. Lemos-Espinal y Smith (2008)

realizaron una publicación sobre la herpetofauna presente en el territorio estatal, reporta un total de 129 especies de las cuales 107 son reptiles. Más reciente Lemos-Espinal y Smith (2016) listan para el estado 133 especies de anfibios y reptiles de Coahuila, de estos 129 son reptiles. Además de realizar una comparación de los estados adyacentes.

Lemos-Espinal y Smith (2008) mencionan que la mayoría de la investigación se ha realizado en dos zonas, en el bolsón de Cuatro Ciénegas y la sierra de Arteaga, sin embargo, al explorar regiones donde anteriormente no se hayan realizado exploraciones científicas es probable que el número de especies aumente.

2.4. Diversidad Alfa, Beta y Gama

La finalidad de medir la biodiversidad es tener un indicador de comparación de la productividad o estabilidad entre comunidades (Pielou, 1975), con información sobre su estructura permite tomar decisiones sobre la protección de especies amenazadas y para el monitoreo del efecto del impacto al ambiente (Moreno, 2001). Para medir estos cambios en la diversidad Whittaker (1972) hace la propuesta de dividir los componentes en diversidad alfa, beta y gama.

Vista desde la geografía, la diversidad alfa mide el número de especies dentro de un área en particular (riqueza específica), siendo la manera más sencilla de medir la diversidad de un solo sitio, la cual es información necesaria para el entendimiento de procesos ecológicos (Halffter *et al.*, 2001).

Por ejemplo, Flores-Villela y García-Vázquez (2014) presentan el número de especies de reptiles presentes para cada entidad de la República Mexicana, donde Oaxaca es el estado con mayor riqueza aportando poco más del 30 % de las especies presentes en el país.

La diversidad beta es el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre unidades de muestreo adyacentes (Lennon *et al.*, 2001). México no solo es uno de los países más ricos en diversidad biológica, sino que es altamente beta diverso debido a su gran variedad de ecosistemas (Flores-Villela *et al.*, 2005).

La diversidad gamma se entiende como el resultado de la combinación de la diversidad alfa (el número de especies en un sitio) y la diversidad beta (recambio de especies entre dos o más sitios) (Moreno, 2001; Halffter *et al.*, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el rancho “Los Ángeles”, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Con una superficie de 7,000 ha y localizado a 34 km al sureste de la ciudad de Saltillo (Figura 1) entre las coordenadas 25.112360° N y -100.987910° W, con una altitud media de 2,150 m s.n.m. (Heredia-Pineda *et al.*, 2017).

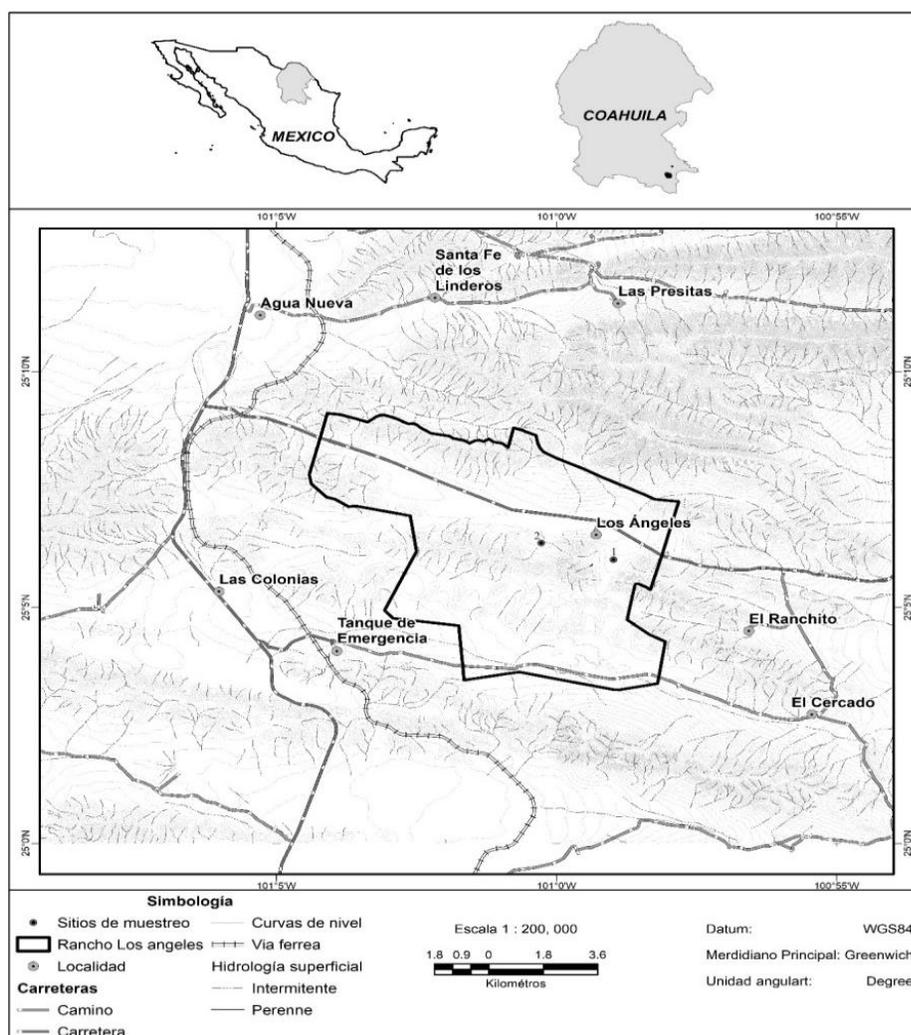


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

El clima es seco árido, semicálido, con temperatura media anual que fluctúa entre 18 y 22 °C, la precipitación promedio anual de 450 a 550 mm, que ocurre en verano e invierno (Roque, 2015). El predio está dividido por sierras, lomeríos bajos de cima redondeada y valles (Vásquez, 2011) lo cual influye en la distribución de la vegetación. En el área del valle los suelos son aluviales, donde dominan los zacatales naturales combinados con matorral desértico micrófilo; en las laderas de la sierra domina la vegetación de matorral desértico rosetófilo asociado con izotal y en las partes altas de la sierra se encuentra bosque de pino piñonero asociado con chaparral (Domínguez, 2019).

Para la presente investigación se tomaron en cuenta las siguientes comunidades vegetales descritas por Encina-Domínguez *et al.* (2018).

- **Matorral Rosetófilo:** Presente en todas las subprovincias fisiográficas de Coahuila ocupan un tercio del territorio estatal. Se localiza en diferentes altitudes que entre los 1,000 a 2,500 m, sobre lomas y laderas de montañas expuestas a más luz del sol y áreas expuestas de cañones. Presente en áreas con suelos pocos profundos, rocosos y con buenas condiciones de drenaje. Dominan arbustos de hojas agrupadas en forma de roseta, con espinas y perennes como “*Agave lechuguilla*, *A. striata*, *Dasyllirion cedrosanum*”. Además, presenta una alta riqueza de especies de cactáceas.
- **Zacatal Semidesértico:** Incluye comunidades dominadas por gramíneas y ocupan 5.9 % de la superficie del estado. Se desarrolla entre los 800 y 2, 500 m de altitud en valles con suelos profundos y en laderas y mesetas.

Se presenta en valles en la subprovincia Sierras Transversales y en asociación con arbustos xerófilos. Las gramíneas que se encuentran son *Bouteloua gracilis*, *B. curtipendula*, *B. dactyloides*, con algunos nopales y

Xoconostles, y arbustos de *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua* y palmas del género *Yucca*.

- **Bosque de Pino:** Encina-Domínguez *et al* (2018) mencionan que “Tiene una distribución del 1.3 % de la entidad, se distribuye sobre laderas húmedas y partes altas montañas en altitudes entre los 1,200 hasta los 3,000 m de clima templado sub-húmedo. La comunidad estudiada es bosque de pino piñonero (*Pinus cembroides*), mezclado con arbustos xerófilos de las familias Agavaceae y Cactaceae. Es un bosque con árboles bajos, copas redondeadas, ramas nudosas y troncos con un diámetro menor a 30 cm, asociados con herbáceas como *Chrysactinia mexicana*, *Piptochaetium fimbriatum*, *Bouteloua hirsuta* y *B. dactyloides*”

3.2. Métodos

Los muestreos se realizaron desde abril hasta octubre de 2020, abarcando las temporadas de sequía y de lluvias, periodo considerado como el de mayor actividad de herpetofauna por su naturaleza exotérmica (Lemos-Espinal, 2015). Los muestreos se realizaron al final de cada mes, cada uno con una duración de 4 días. El muestreo consistió en recorridos a través de las comunidades vegetales, aplicando una colecta oportunista, de acuerdo con Aguirre (2011) y mediante un diseño aleatorio de caminatas, que consiste en la búsqueda no sistemática de especies a diferente hora del día, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas adecuadas para el registro de especies. Lo anterior para observar y/o capturar la mayor cantidad de individuos. Para identificar las especies se utilizó la guía “Anfibios y reptiles del estado de Coahuila” (Lemos-Espinal y Smith, 2008).

La captura de ejemplares fue manual para especies de lento desplazamiento, con cañas de pescar con nudo corredizo en el extremo para otras lagartijas y con gancho herpetológico para serpientes. Durante los recorridos se registró la fecha,

sitio, especie, microhábitat (georreferenciado con GPS), número de individuos y hora de observación.

La clasificación de microhábitat se realizó de acuerdo con Ramírez y Nieto (1997), donde se considerarán las siguientes categorías:

- **Terrestre.** Especies encontradas en troncos en estado de descomposición, hoyos, hojarasca, debajo de piedras, entre vegetación, bajo los troncos y otros en la superficie.
- **Fosorial.** Incluye especies encontradas dentro de troncos enterrados o en oquedades.
- **Arborícola.** Son especies presentes por encima del nivel del suelo, entre ramas, sobre hojas y tronco de árbol.

Cada recorrido se cronometró a tres horas y se identificaron los microhábitats. El transecto fue de un ancho de banda de dos metros, durante las horas de mayor actividad en el día (10:00-14:00 h), además durante la noche (19:00-22:00 h).

3.3. Análisis estadísticos

3.3.1. Diversidad Alfa

La representatividad del muestreo se calculó de acuerdo al porcentaje que representa la riqueza de especies observada en cada hábitat, con la riqueza máxima esperada, utilizando el estimador Jackknife 1, utilizando datos de abundancia e incidencia (presencia-ausencia) (Magurrán, 2004; Hortal *et al*, 2006).

Para la riqueza total de las especies se realizaron curvas de rarefacción, que de acuerdo con Moreno (2001) “permiten hacer comparaciones de números de especies entre comunidades cuando el tamaño de las muestras no es igual, con intervalos de confianza al 95 %, aleatorizando 1000 veces las muestras para evitar un efecto del orden en el que los muestreos fueron realizados”. Los estimadores de riqueza fueron calculados con el programa EstimateS, versión 9.1 (Colwell, 2013).

Para determinar el comportamiento del ensamble en cada una de las comunidades vegetales estudiadas, se realizó una gráfica con los tres niveles de diversidad (q_0 , q_1 , q_2), utilizando los datos de riqueza (q_0), índice de Shannon (q_1) y el inverso del índice de Simpson (q_2). Para obtener la estructura y la composición de las especies en los sitios de muestreo se realizó una gráfica de rango-abundancia. Todas las gráficas y curvas se realizaron con el programa Microsoft Excel 2016.

3.3.2. Diversidad Beta

Para medir el cambio de la composición de especies entre comunidades vegetales se utilizó el índice de Whittaker (1960), éste resulta de la división de diversidad alfa promedio entre el número de total de especies registradas (γ). Donde 0 indica sitios completamente iguales (anidamiento) y el valor máximo es dado por γ , con sitios completamente diferentes (reemplazo).

Para determinar el recambio de especies entre comunidades vegetales y microhábitats se realizaron pruebas pareadas para medir el grado de disimilitud. Para esta medida se utilizó el índice de complementariedad de Colwell y Coddington (1994). Moreno (2001) menciona que “este índice varía desde cero, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta uno, cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas”.

A manera de entender mejor como es que cada una de las comunidades vegetales aportan especies de reptiles nuevas al paisaje se realizó un análisis de complementariedad con base en datos de presencia y ausencia dentro de una matriz en el programa Excel. Esto permitió seleccionar en primer lugar el sitio con la mayor riqueza de especies, seguido de los sitios que aporten nuevas especies al listado en general, siendo éstos los más complementarios a nivel paisaje. Este análisis se realizó mediante un algoritmo que seleccionó las áreas mediante su importancia en el aporte de especies nuevas, con la finalidad de tener representadas todas las especies (Ceballos, 1999).

3.3.3. Diversidad Gamma

Se utilizó el método de partición multiplicativa propuesto por Chao *et al.* (2012), esta forma de medir la diversidad se le conoce como “número efectivo de comunidades” (Jost, 2007) o Tuomisto (2010) lo denominó como el “número de unidades de composición”. Mide que tanto es más diversa la región que el promedio de las áreas de las cuales está compuesta (Pereyra y Moreno, 2013).

4. RESULTADOS

4.1. Diversidad Alfa

Se registraron 11 especies de reptiles. El matorral es la comunidad vegetal que presentó mayor riqueza de reptiles con ocho especies y 25 individuos, seguido por el zacatal con 7 especies y 15 individuos (Figura 2).

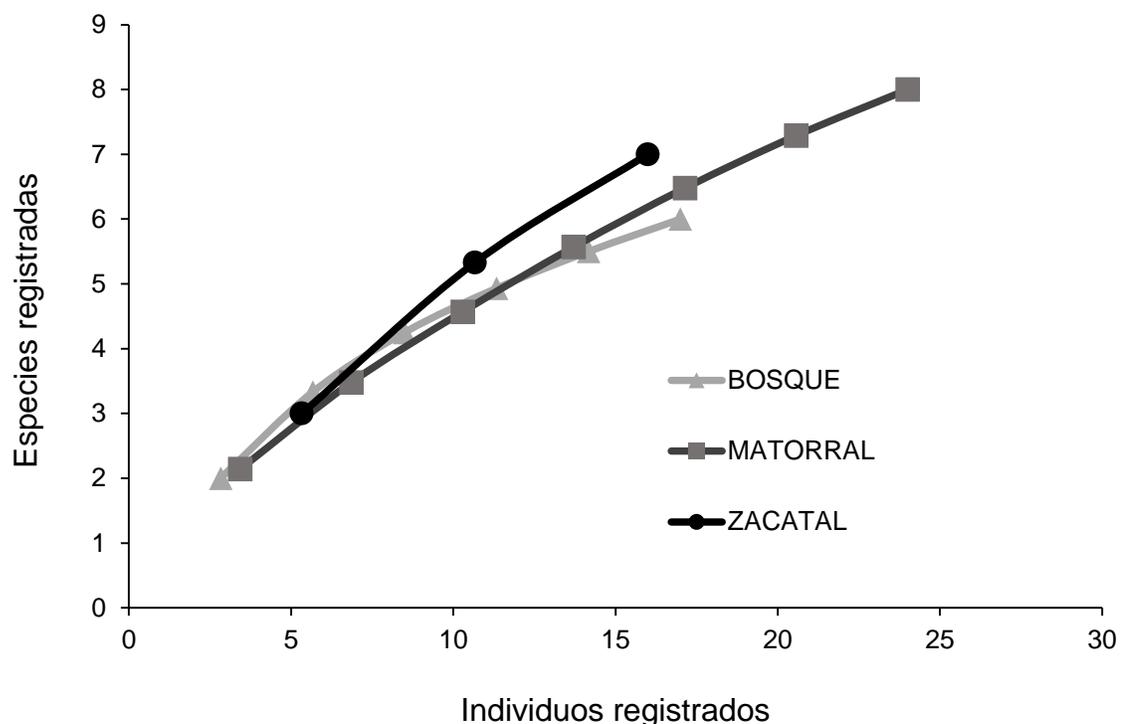


Figura 2. Curvas de rarefacción de acumulación de especies e individuos de las comunidades vegetales estudiadas.

De acuerdo con los intervalos de confianza, no existen diferencias significativas entre sitios y combinado con el 71 % de representatividad de muestreo del estimador Jackknife 1 (Hortal *et al.*, 2006), por lo cual se sugiere incrementar el esfuerzo de muestreo para lograr un comportamiento asintótico en las curvas de acumulación de especies (Figura 3).

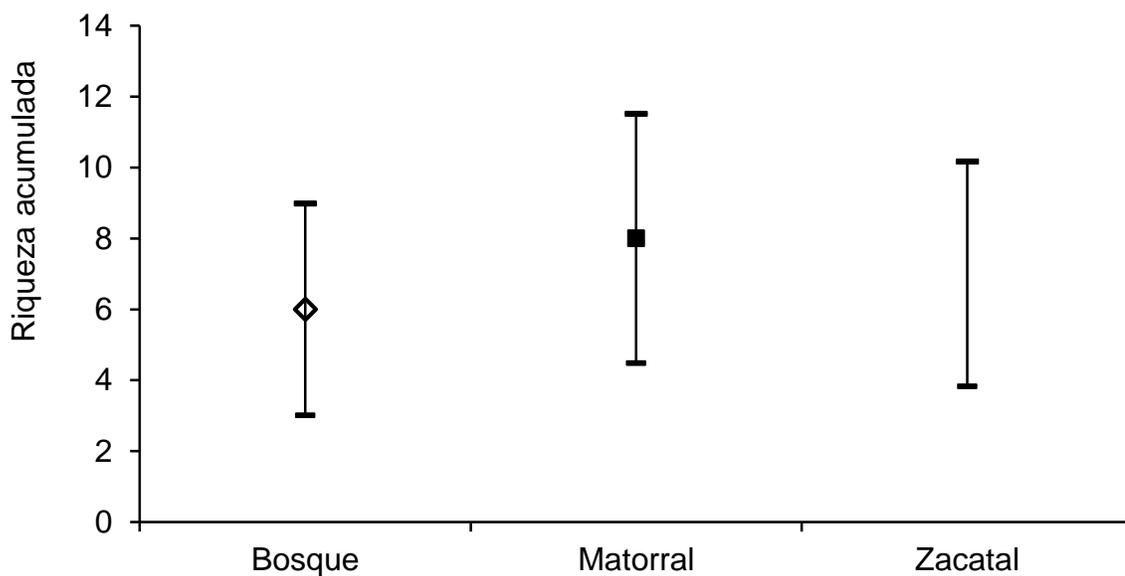


Figura 3. Intervalos de confianza de las curvas de acumulación de especies de las comunidades vegetales estudiadas.

En diversidad verdadera, el valor de la riqueza de especies (q_0) es más alto en el matorral, sin embargo, la diversidad con el índice de Shannon (q_1) el zacatal es el mejor representado, por último, el inverso del índice de Simpson (q_2) las tres comunidades se observan en cero. Tanto en q_0 como en q_1 , el bosque presenta diferencias significativas en comparación a los otros sitios (Figura 4).

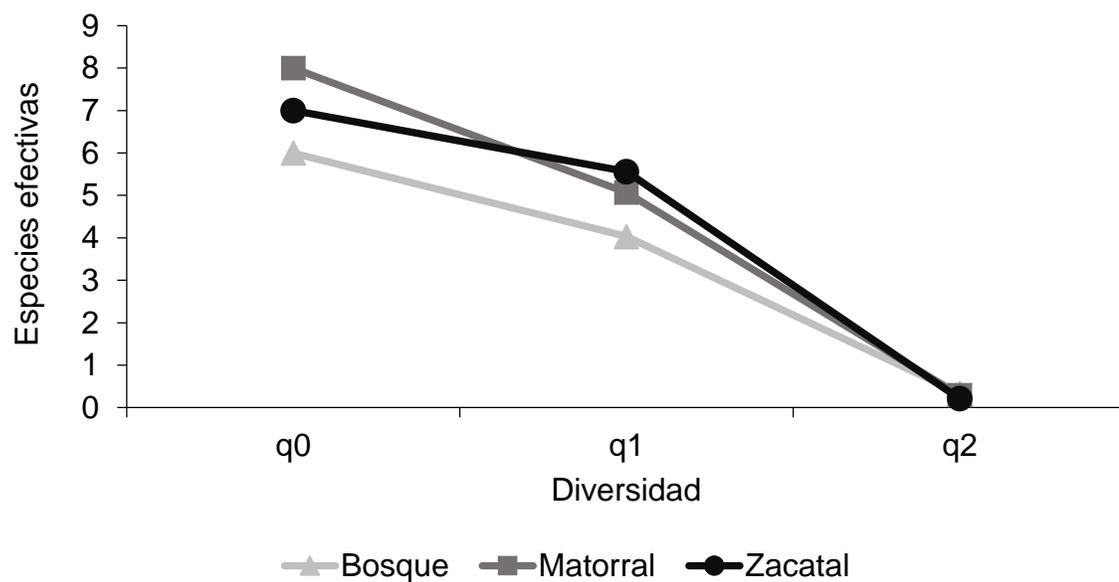


Figura 4. Diversidad verdadera de las comunidades vegetales estudiadas.; q0: riqueza de especies, q1: diversidad de Shannon, q2: inverso de Simpson

En el análisis realizado de rango-abundancia se observa que las especies dominantes en los sitios de muestreo son diferentes: *Sceloporus grammicus* para el bosque, *Sceloporus spinosus* para el matorral y *Crotalus scutulatus* para el zacatal.

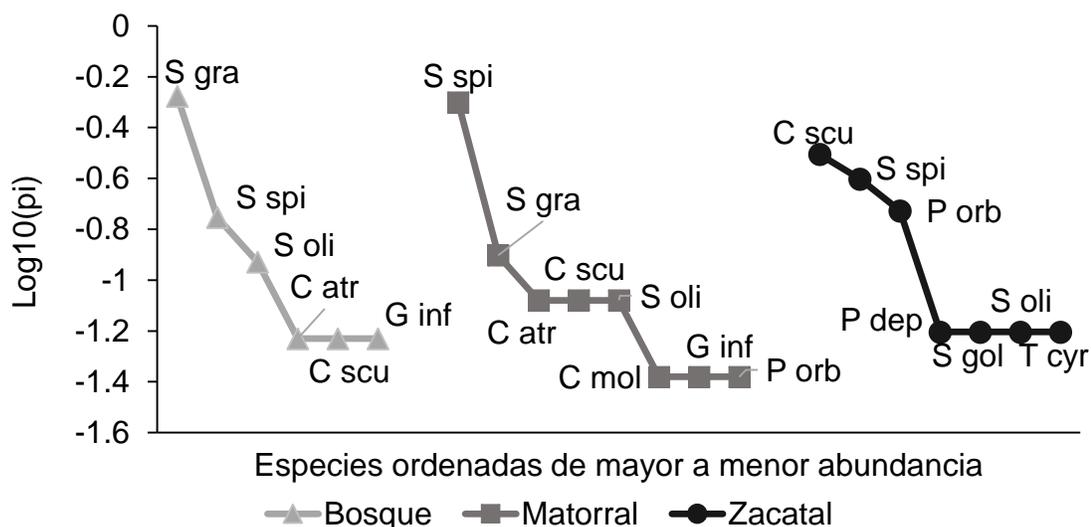


Figura 5. Rango-abundancia de las especies registradas en las comunidades vegetales estudiadas.

4.2. Diversidad Beta

El recambio de especies entre comunidades del índice de Whittaker (1960), registra un valor de beta de 1.6, valor que indica un comportamiento de anidamiento de especies entre las distintas comunidades vegetales. Es decir, las especies registradas en una comunidad se pueden encontrar dentro de los otros dos sitios.

En el análisis de diversidad beta con las ecuaciones propuestas para complementariedad por Colwell y Coddington (1994) (Cuadro 1), se registró el porcentaje del recambio de especies entre dos comunidades vegetales. Este recambio es mayor entre el zacatal y el bosque, debido a que se presentó la menor cantidad de especies compartidas.

Cuadro 1. Análisis de diversidad beta a nivel de comunidad vegetal, utilizando el índice de Complementariedad de Colwell y Coddington.

	Bosque	Matorral	Zacatal
Bosque		25%	70%

Matorral	6		64%
Zacatal	3	4	

En la parte superior derecha se muestra el porcentaje de disimilitud entre comunidades vegetales y en el lado inferior izquierdo se muestran las especies compartidas.

Con el índice de complementariedad propuesto por Colwell y Coddington (1994) a nivel de microhábitat, el recambio de especies es mayor entre las fosoriales contra los arborícolas con un 88 % y cuatro especies compartidas.

Cuadro 2. Análisis de diversidad beta a nivel de microhábitat, utilizando el índice de Complementariedad de Colwell y Coddington.

	Terrestre	Arborícola	Fosorial
Terrestre		67%	70%
Arborícola	4		88%
Fosorial	5	4	

En la parte superior derecha se muestra el porcentaje de disimilitud entre microhábitats y en el lado inferior izquierdo se muestran las especies compartidas.

La complementariedad entre comunidades vegetales, el matorral es el sitio con mayor número de especies dentro del paisaje, con ocho especies. El zacatal aporta tres especies más, con una riqueza de 11 especies. El bosque no aporta ninguna especie nueva (Figura 6).

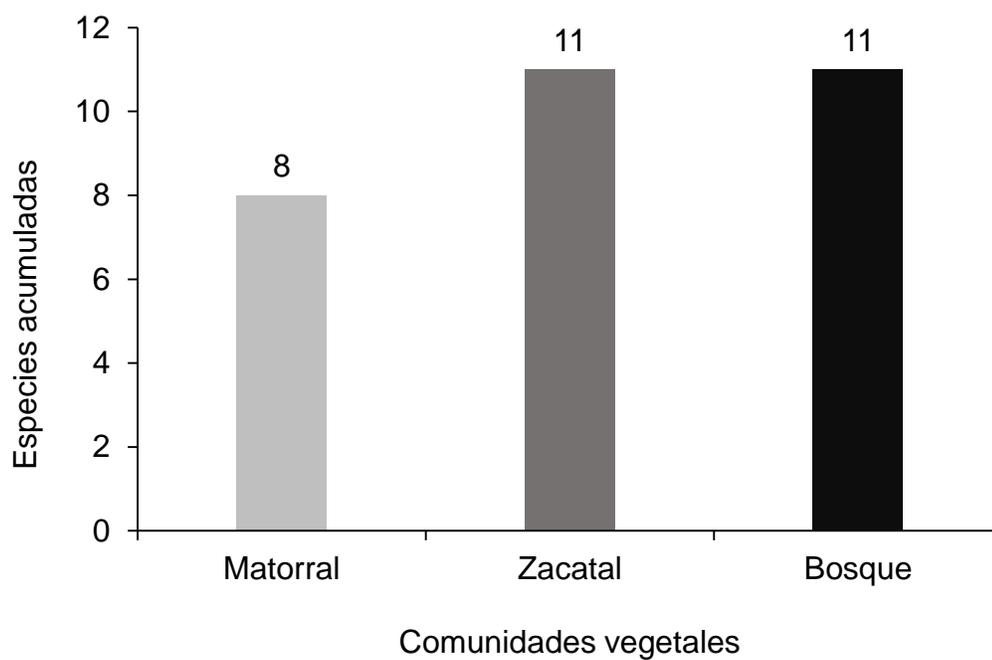


Figura 6. Especies aportadas por cada comunidad vegetal a la riqueza del paisaje

Para el caso de microhábitats, terrestre es el que aporta la mayor cantidad de especies, con ocho, le sigue el fosorial con dos especies más y por último se adiciona una especie arborícola (Figura 7).

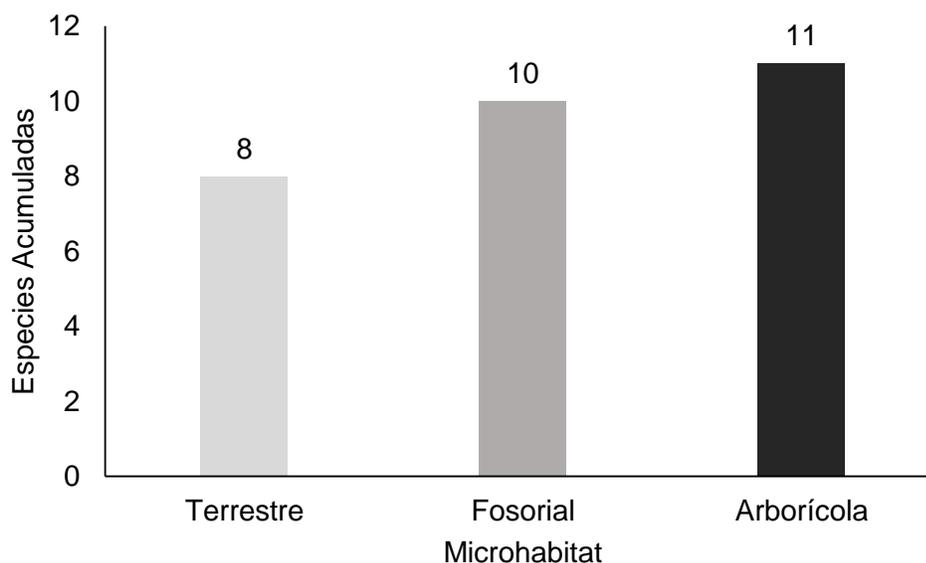


Figura 7. Especies aportadas por cada microhábitat a la riqueza del paisaje

4.3. Diversidad Gamma

A nivel de paisaje se registraron 11 especies de reptiles. Con el modelo de partición multiplicativa (Chao *et al.*, 2012) se registró un valor de $y=21$. Sin embargo, este dato al ser de una escala mayor, en el presente estudio, no se tiene algún sitio con el cual se pueda comparar. No obstante, sirve como referencia para futuros estudios en la región estudiada.

Cuadro 3. Partición mutiplicativa de las especies que conforman el paisaje

a	7
b	3
y	21

a: promedio del número de especies registradas en las tres comunidades vegetales; b: número de sitios muestreados; y: valor del índice de gamma.

5. DISCUSIÓN

Se registraron 11 especies de reptiles, lo que corresponde el 1.23% de lo reportado a nivel nacional y 13.09% estatal. Sin embargo, sería complicado mencionar si estos datos son representativos, debido a que la mayoría de los trabajos de investigación sobre reptiles se han realizado a una escala mayor, como la Serranía del Burro, el bolsón de Cuatrociénegas, pliegues Saltillo-Parras y demás ecorregiones estatales (Lemos y Smith, 2016; Johnson *et al.*, 2017; Lazcano *et al.*, 2019).

Las curvas de acumulación de especies no se muestran asintóticas y al observarlas con los intervalos de confianza, donde se indica que no existen diferencias significativas entre las comunidades vegetales, se considera que estadísticamente, si se continua con el muestreo, es posible que se registren más especies, que por diversos factores no se hayan registrado durante los recorridos en campo. De acuerdo con Lara-Reséndiz *et al.* (2014), la heterogeneidad de un ambiente proporciona mayor número de microhábitats disponibles, que beneficia la riqueza de reptiles. Por lo anterior, el matorral es el que proporciona distintos sitios de refugio, percha, alimento, registra el mayor número de especies.

La presencia de madrigueras de *Cynomys mexicanus* es un factor importante en el zacatal, debido a que dan protección a *Phrynosomatidos* de hábitos terrestres (Santos-Barrera *et al.*, 2008) como *Phrynosoma orbiculare* y *Sceloporus goldmani*, en especial éste último, cuyas poblaciones han sido afectadas por actividades agropecuarias (Carbajal-Márquez y Quintero-Díaz, 2016).

De acuerdo con Lara-Reséndiz *et al.* (2014), las áreas abiertas del zacatal y matorral presentan condiciones térmicas favorables para especies de hábitos terrestres, como serpientes y lagartijas como *Phrynosoma orbiculare* y *Sceloporus goldmani*, con registros únicos en estas comunidades vegetales. Sin embargo, la presencia de árboles beneficia a especies como *Sceloporus*

grammicus y *S. spinosus*, ambas dominantes en el bosque de pino y el matorral, donde a través de las ramas de los pinos y las hojas de *Yucca carnerosana*, obtienen una mayor exposición al sol.

Al comparar los resultados obtenidos contra los de zonas tropicales es evidente que las diferencias de los factores bióticos y abióticos son determinantes en las estrategias de conducta. Medina-Rangel y Cárdenas-Arévalo (2015) encontraron que en el complejo cenagoso de Zapatosá, Colombia, hay mayor diversidad en zonas con más estratos y cobertura vegetal más alta, a diferencia de lo registrado en este estudio, donde los sitios con menor número de estratos y una cobertura vegetal baja son los más diversos.

En cuanto al resultado de diversidad beta, el aporte de distintos atributos de cada comunidad vegetal son necesarios para la sobrevivencia de reptiles, los cuales modifican los niveles térmicos del ambiente, característica importante para los procesos fisiológico de organismos ectotérmicos (Lara-Reséndiz *et al.*, 2014).

El análisis de complementariedad muestra que la mayoría de las especies se localizaron en el microhábitat terrestre (ocho especies) y el fosorial aportó dos especies, esto probablemente se debe a que al estar sobre el suelo son más visibles en comparación a buscarlos dentro de huecos donde encuentran resguardo contra alguna especie depredadora.

6. CONCLUSIONES

La lagartija de Goldman (*Sceloporus goldmani*), es una especie que a través de varios años sus poblaciones han disminuido por actividades de desmonte y sobrepastoreo. En el presente estudio se incrementaron los datos sobre la distribución y tamaño poblacional de esta especie, que pueden ser utilizados para la actualización de información e implementar estrategias de conservación de esta especie.

Los reptiles registrados mostraron una alta especificidad de microhábitat, ya que de las 11 especies registradas, seis se observaron en un microhábitat (*Sceloporus goldmani*, *S. grammicus*, *Crotalus atrox*, *C. molossus*, *Pituophis deppeii* y *Thamnophis cyrtopsis*), cuatro especies en dos tipos de microhábitat (*Gerrhonotus infernalis*, *Phrynosoma orbiculare*, *Sceloporus spinosus* y *Crotalus scutulatus*) y solo una especie (*Sceloporus olivaceus*) fue registrada en los tres microhábitat identificados.

La heterogeneidad del paisaje fue relevante a nivel de microhábitat, ya que cada componente de la estructura de vegetación y paisaje aportaron características que beneficiaron a la permanencia de especies de reptiles. De igual manera se considera de importancia la interacción de los reptiles con el hábitat, por lo cual se sugiere conservar cada una de las comunidades vegetales que conforman el ecosistema.

7. REFERENCIAS

- Abbott, L. B.** 2006. Grassland Ecology and Diversity (Ecología y diversidad de pastizales). En: Basurto, Xavier; Hadley, Diana (Eds.) Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Volumen (40): Pp 11-13.
- Aguilar, R., Cruz, F. B.** 2010. Refuge use in a Patagonian nocturnal lizard, *Homonota darwini*: the role of temperatura. Journal of Herpetology. Volumen (44): Pp 236-241.
- Aguirre, L. G.** 2011. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. En Gallina, S. y López, C. (Eds.) Manual de Técnicas para el estudio de la Fauna. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A.C. Querétaro. Pp 61-85.
- Angarita, S. T.** 2014. Diagnosis del estado de conservación del ensamble de anfibios y reptiles presentes en los ecosistemas de sabanas inundables de la cuenca del río Pauto, Casanare, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Volumen 38 (146): 53-78.
- Angilleta, M. J.** 2009. Thermal adaptation: a theoretical and empirical synthesis. Oxford University Press, New York. 285 p.
- Basurto, X., Hadley, D.** 2006. Hacia la conservación de pastizales en tierras fronterizas. En: Basurto, X.; Hadley, D. (Eds.) Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: US

Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Volumen 40: Pp. 31-32.

Blaustein, A. R., Wake, D. B. 1990. Declining amphibian populations: A global phenomenon. *Trends in Ecology and Evolution*. Volumen 5: Pp 203-204.

Böhm, M., Collen, B., Baillie, J. E., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Rhodin, A. G. 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation*. Volumen 157: Pp 372-385.

Calderón, M. R. R., Galindo-Leal, C., Cedeño-Vázquez, J. R. 2008. Utilización de hábitat por reptiles en estados sucesionales de selvas tropicales de Campeche, México. *Acta Zoológica Mexicana*. Volumen 24(1): 95-114.

Canseco, M., L., Gutiérrez M. M. G. 2010. Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Fundación para la Reserva de la Biósfera Cuicatlán A.C.; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. 292 p.

Carbajal, M. R. A., Quintero, D. G. E. 2016. Poblaciones nuevas de *Sceloporus goldmani* (*Squamata: Phrynosomatidae*), especie considerada extinta. *Revista mexicana de biodiversidad*. Volumen 87(4), 1395-1398.

Carrera, V. G., de Verano Delfín, P., Aguayo, A.G. 2016. Abundancia de un ensamble de anfibios y reptiles después del huracán Patricia en la Reserva de la Biosfera Chamela, Jalisco, México. *Tlamati sabiduría*, Volumen 7 (2).

Carvajal, C. J., Urbina, C.N. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco y tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science*. Volumen 4: Pp 397-416.

Ceballos, G. (1999). Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México. *Biodiversitas*. Volumen 27(5), 1-8.

- Chao, A., Chiu, C. H. y Hsieh, T. C.** 2012. Proposing a resolution to debates on diversity partitioning. *Ecology*. Volumen 93(9), 2037-2051.
- Chen, I. C., Hill, J. K., Ohlemüller, R., Roy, D. B., Thomas, C. D.** 2011. Rapid range shifts of species associated with high levels of climate warming. *Science*. Volumen 333: Pp 1024-1026.
- Colwell, R. K.** 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R. K., Coddington, J. A.** 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*. Volumen 345: Pp 101-118.
- Curi, M. L., Céspedes, J. A., Álvarez, B. B.** 2014. Composición, distribución espacial y actividad de vocalización de un ensamble de anuros dentro de la región fitogeográfica del Chaco Oriental. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Volumen 85: 1197-1205.
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Huey, R. B., Sheldon, K. S., Ghalambor, C. K., Haak, D. C., Martin, P. R.** 2008. Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Volumen (105): Pp 6668-6672.
- Díaz, J. A.** 1997. Ecological correlates of the thermal quality of an ectotherm's habitat: a comparison between two temperate lizard populations. *Functional Ecology*. Volumen (11): Pp 79-89.
- Dinerstein, E., Olson, D., Atchley, J., Loucks, C., Contreras, B. S., Abell, R., Castilleja, G.** 2000. Ecoregion-based conservation in the Chihuahuan Desert: A biological assessment. World Wildlife Fund and others. 376 p.

- Domínguez, A. A. A.** 2019. Evaluación de la infiltración final y la producción de sedimentos en cinco tipos de vegetación, bajo tres intensidades de lluvia, en la microcuenca “Los Ángeles” Saltillo, Coahuila. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Ehrlich, P.R., Ehrlich, A.H.** 1981. Extinction: The causes and consequences of the disappearance of species. Random House, New York. 305 p.
- Encina-Domínguez, J. A., Valdés, R. J., Villarreal, Q. J. A.** 2018. Tipos de vegetación y comunidades vegetales. En: La biodiversidad en Coahuila. Estudio de Estado, CONABIO/Gobierno del Estado de Coahuila de Zaragoza, México. Volumen (2): Pp. 89-110.
- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits Jr. W. J., Van Buskirk, J., McCollum, S. A.** 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *The American Naturalist*. Volumen (147) 2: Pp 282-286.
- Fernández, J. B., Smith, J., Scolaro, A., Ibargüengoytia, N. R.** 2011. Performance and thermal sensitivity of the southernmost lizard in the world, *Liolaemus sarmiento* and *Liolaemus magellanicus*. *Journal of Thermal Biology*. Volumen 36: Pp 15-22.
- Flores, V. O., Ochoa, O. L., Moreno, C. E.** 2005. Variación latitudinal y longitudinal de la riqueza de especies y la diversidad beta de la herpetofauna mexicana. Monografías tercer milenio. SEA, CONABIO, Grupo Divesitas and Conacyt, Zaragoza. Pp 143-152.
- Flores, V. O., García, V. U. O.** 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista mexicana de biodiversidad*. Volumen 85: Pp 467-475.
- Gadsden, H., Estrada-Rodríguez, J. L., Leyva-Pacheco, S. V.** 2008. Checklist of amphibians and reptiles of the Comarca Lagunera in Durango-Coahuila,

Mexico. Bulletin of the Chicago Herpetological Society. Volumen 41(1): 2-9.

Gauthier, D., Lafont, T. A., Hoth, J., Wikend, E. 2003. Pastizales: hacia una estrategia de conservación para los pastizales de américa del norte. Comisión para la cooperación ambiental de américa del norte. Montreal, Canadá. 99 p.

García, M. R., Moreno, C. E., Bello, G. J. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de 39 especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya*. Volumen 2(3): 205-215.

Gardner, T. A., Barlow, J., Peres, C. A. 2007. Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: the importance of habitat change for amphibians and reptiles. *Biological conservation*. Volumen 138(1-2): Pp 166-179.

Gibbons, J. W., Scott, D. E., Ryan, T. J., Buhlmann, K. A., Tuberville, T. D., Metts, B. S., Winne, C. T. 2000. The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. *BioScience*. Volumen 50(8): Pp 653-666.

González, D. U., Estrada, E., Cantú, A. C. 2012. Análisis de fragmentación en colonias del perrito llanero mexicano (*Cynomys mexicanus*). *Ciencia-UANL*. Volumen 15(57): Pp 43-49.

Goretta, J. 2011. Complementariedad y ensamblaje, dos técnicas para la preservación ambiental. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Revista electrónica. www.argentinainvestiga.edu.ar.

- Guzmán, A. J. C., Hoth, J., Berlanga, H.** 2012. Plan maestro de la alianza regional para la conservación de los pastizales del Desierto de Chihuahua (2011-2016).
- Guzmán, G. S.** 2011. Anfibios y reptiles de Veracruz. Guía ilustrada. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico. Xalapa, México. 231 p.
- Halffter, G., Moreno, C. E., Pineda, E. O.** 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de la biosfera. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Zaragoza (España). Servicio de Evaluación Ambiental, Santiago (Chile); UNESCO, Santiago (Chile). Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y El Caribe, Zaragoza (España). Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza (España). 82 p.
- Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P., Melic, A.** 2005. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades: alfa, beta y gamma. m3m-monografías 3er Milenio. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS y CONACYT, Zaragoza. Volumen (4): 242 p.
- Hall, L. S., Krausmann, P. R., Morrison, M. L.** 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. Wildlife Society Bulletin. Volumen 25: Pp 173-182.
- Heredia, P. F. J., Lozano, C. E. A., Romero, F. G., Alanís, R. E., Tarango, A. L. A., Ugalde, L. S.** 2017. Interspecific foraging relationships of the Worthen's sparrow (*Spizella wortheni*) during the non-breeding season in Coahuila, Mexico. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. Volumen 16(2): Pp 23-36.

- Hortal**, J., Borges, P., Gaspar, C. 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. *Journal of Animal Ecology*. Volumen (75): Pp 274-287.
- Hoth**, J. 2012. Buenas prácticas ganaderas en México/Beneficial Livestock Management Practices in Mexico. Comisión para la Cooperación ambiental de América del Norte (CCA). 34 p.
- Huey**, R. B., Hertz, P. E., Sinervo, B. 2003. Behavioral drive versus behavioral inertia in evolution: a null model approach. *American Naturalist*. Volumen (161): Pp 357-366.
- Huey**, R. B. 1991. Physiological consequences of habitat selection. *The American Naturalist*. Volumen (137): Pp S91-S115.
- Ibargüengoytia**, N. R., Renner, M. L., Boretto, J. M., Piantoni, C., Cussac, V. E. 2007. Thermal effects on locomotion in the nocturnal gecko *Homonota darwini* (Gekkonidae). *Amphibia-Reptilia*. Volumen (28): Pp 235-246.
- Johnson**, J. D., Wilson, L. D., Mata, S. V., García, P. E., DeSantis, D. L. 2017. The endemic herpetofauna of Mexico: organisms of global significance in severe peril. *Mesoamerican Herpetology*. Volumen (4): Pp 544–620.
- Jost**, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*. Volumen 113(2): Pp 363-375.
- Jost**, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*. Volumen 88(10), 2427-2439.
- Krebs**, J.C.H. 2001. Estudio de la distribución y la abundancia. Universidad de Columbia Británica. Segunda edición. Editorial Harla, México D.F. Pp 199-227.
- Kubisch**, E. L., Fernández, J. B., Ibargüengoytia, N. R. 2011. Is locomotor performance optimized at preferred body temperature? A study of

Liolaemus pictus argentinus from northern Patagonia, Argentina. Journal of Thermal Biology. Volumen (36): Pp 328-333.

Lara, R. R. A., Díaz de la Vega, P. A. H., Jiménez, A. V. H., Gadsen, H., Méndez, De la C. F. R. 2014. Termorregulación de dos poblaciones de lagartijas simpátridas: *Sceloporus lineolateralis* y *Sceloporus poinsetii* (Squamata: Phrynosomatidae) en Durango, México. Volumen (85): Pp 875-884.

Lara, R. R. A., Larraín, B. B. C., Díaz de la Vega, P. A. H., Méndez, De la C. F. R. 2014. Calidad térmica a través de un gradiente altitudinal para una comunidad de lagartijas en la sierra del Ajusco y el Pedregal de San Ángel, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Volumen 85: 885-897.

Lara, R. R. A., Arenas, M. R. A., Méndez, De la C. F. R. 2013. Termorregulación diurna y nocturna de la lagartija *Phyllodactylus bordai* (Gekkota: Phyllodactylidae) en una región semiárida del centro de México. Revista Chilena de Historia Natural. Volumen (86): Pp 127-135.

Lazcano, D., M. Nevárez-de los Reyes, E. García-Padilla, J.D. Johnson, V. Mata-Silva, D. L. DeSantis y L. D. Wilson. 2019. The herpetofauna of Coahuila, Mexico: composition, distribution, and conservation status. Amphibian and Reptile Conservation. Volumen 13(2), 31-94.

Lemos, E. J. A., H. M. Smith. 2008. Anfibios y reptiles del estado de Coahuila, México/Amphibians and Reptiles of the State of Coahuila, México. CONABIO, México. 563 p.

Lemos, E. J. A., G. R. Smith. 2016. Amphibians and reptiles of the state of Coahuila, Mexico, with comparison with adjoining states. Zookeys. Volumen 593: 117-137.

Lemos, E. J. A. 2015. Anfibios y reptiles de las regiones 30 (Parque Natural Sierra Maderas del Carmen); 31 (Sierra El Burro-Río San Rodrigo); 36

(Sierra La Encantada); y 37 (Sierra El Pino), Coahuila. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto No. JF001. México, D.F.

Lennon, J. J., Koleff, P., Greenwood, J. J., Gaston, K. J. 2001. The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology*. Volumen 70(6), 966-979.

López, A. S., Macip, R. R. 2011. Effects of climate change in amphibian and reptiles. En: *Biodiversity loss in changing planet*. Grillo, O., Venora, G. (eds.) InTech, Rijeka. Pp 163-184.

Magurrán, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. Great Britain. 256 p.

Manzano, P., List, R. 2006. Los pastizales del Norte de México: Una Perspectiva Para Su Conservación. En: Basurto, Xavier; Hadley, Diana, eds. *Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings*. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Volumen (40): Pp 31-32

McCoy, C. 1984. Ecological and zoogeographic relationships of amphibians and reptiles of the Cuatro Ciénegas basin. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*. Volumen 19(1): 49-59.

Medina, R. G. F., Cárdenas, Á. G. 2015. Relaciones espaciales y alimenticias del ensamblaje de reptiles del complejo cienagoso de Zapatosa, departamento del Cesar (Colombia). *Papéis Avulsos de Zoología*. Volumen 55 (10): 143-165.

Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M & T – Manuales y Tesis Sociedad Entomologica Aragonesa, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., Pavón, N. P.** 2011. Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Volumen 82: Pp 1249- 1261.
- Pacheco, J., Ceballos, G., Santos, G., List, R., Manzano, P., Cruzado, J.** 2006. Vertebrate diversity in northwestern Chihuahua, Mexico (Diversidad de vertebrados del noroeste de Chihuahua, México). En: Basurto, Xavier; Hadley, Diana (Eds.) *Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings*. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Volumen 40: Pp 31-32.
- Pereyra, L. C., Moreno, C. E.** 2013. Divide y vencerás: revisión de métodos para la partición de la diversidad regional de especies en sus componentes alfa y beta. *Revista Chilena de Historia Natural*. Volumen 86: 231-239.
- Pielou, E. C.** 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, New York, viii + 165 p.
- Ramírez, A. y Nieto, A.** 1997. Ecografía de Anfibios y Reptiles. En: Gonzáles, E., Vogt, R. (Eds.), *Historia Natural de los Tuxtlas*. Instituto de Biología, Instituto Ecología y CONABIO, México. Pp 523-532.
- Ramírez, A., Gutiérrez, F. P. E.** 2016. Sobre ensambles y ensamblajes ecológicos-respuesta a Monge-Nájera. *Revista de biología tropical*. Volumen 64(2): Pp 817-819.
- Raxworthy, C. J., Pearson, R. G., Zimkus, B. M., Reddy, S., Deo, A. J., Nussbaum, R. A., Ingram, C. M.** 2008. Continental speciation in the tropics: contrasting biogeographic patterns of divergence in the *Uroplatus* leaf-

tailed gecko radiation of Madagascar. *Journal of Zoology*. Volumen 275(4): Pp 423-440.

Roque, J. S. 2015. Caracterización estructural del hojaseñ (*Flourensia cernua*) y especies asociadas como sustrato de anidación del gorrión de Worthen (*Spizella wortheni*) en el Rancho Los Ángeles, Saltillo, Coahuila, México. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

Santos B., G., Pacheco-Rodríguez, J. 2006. Diversity of amphibians and reptiles associated with grasslands of Janos-Casas Grandes, Chihuahua, Mexico. In: Basurto, Xavier; Hadley, Diana, eds. 2006. Grasslands ecosystems, endangered species, and sustainable ranching in the Mexico-US borderlands: Conference proceedings. RMRS-P-40. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Volumen. 40. pp. 33-34.

Scott, M. L., Estrada, E., Chávez, R. F., Cotera, M. 2004. Continued decline in geographic distribution of the Mexican prairie dog (*Cynomys mexicanus*). *Journal of Mammalogy*. Volumen 85(6): Pp 1095-1101.

Sinervo, B., Méndez, de la C. F., Miles, D. B., Huelin, B., Bastians, E., Villagrán, M., Lara, R. R., Martínez, M. N., Calderón, E. M. L., Meza, L. R. N., Gadsden, H., Ávila, L. J., De la Riva, I. J., Sepúlveda, P. V., Rocha, C. F. D., Iburgüemgoytia, N., Puntriano, C. A., Massot, M., Lepetz, V., Oksanen, T. A., Chapple, D. G., Bauer, A. M., Branch, W. R., Clobert, J., Sites, J. W. 2010. Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science*. Volumen (328): Pp 894-899.

Toledo, L. F., Ribeiro, R. S., Haddad, C. F. B. 2007. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. *Journal of Zoology*. Volumen (271): Pp 170-177.

- Tuomisto**, H. 2010 A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*. Volumen 33: 2 - 22.
- Uetz**, P., Freed, P., Hošek, J. (Eds.). 2019. The reptile database, <http://www.reptile-database.org>, consultado el 30 de marzo de 2020. Última actualización 22 de diciembre de 2019.
- Valencia**, A. A., Cortés, G. A. M., Ruíz, A. C. A. 2013. Ecosystems services provided by amphibians and reptiles in Neotropical ecosystems. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystems Services and Management*. Volumen (06): Pp 01-17.
- Vásquez**, A.R. 2011. Descripción del rancho Los Ángeles. Memoria del Herradero 2011. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. Pp 1-6.
- Whittaker**, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. Volumen 21(2-3): Pp 213-251.
- Whittaker**, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*. Volumen 30: 280-338.
- Tuberville**, T.D., Willson, J.D., Dorcas, M.E., Gibbons J.W. 2005. Herpetofaunal species richness of southeastern national parks. *Southeastern Naturalist*. Volumen (4): Pp 537-569.
- 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. Nature-Serve. Arlington. Virginia. 53 p.

8. ANEXOS



Anexo 1. *Gerrhonotus infernalis*, especie registrada en el rancho "Los Ángeles"



Anexo 2. *Phrynosoma orbiculare*, especie registrada en el rancho "Los Ángeles"



Anexo 3. *Sceloporus grammicus*, especie registrada en el rancho “Los Ángeles”



Anexo 4. *Sceloporus goldmani*, especie registrada en el rancho “Los Ángeles”



Anexo 5. *Sceloporus olivaceus*, especie registrada en el rancho "Los Ángeles"



Anexo 6. *Sceloporus spinosus*, especie registrada en el rancho "Los Ángeles"



Anexo 7. *Pituophis deppei*, especie registrada en el rancho “Los Ángeles”



Anexo 8. *Thamnophis cyrtopsis*, especie registrada en el rancho “Los Ángeles”



Anexo 9. *Crotalus molossus*, especie registrada en el rancho "Los Ángeles"



Anexo 10. *Crotalus scutulatus*, especie registrada en el rancho "Los Ángeles"



Anexo 11. Zacatal semidesértico, comunidad vegetal muestreada en el rancho “Los Ángeles”



Anexo 12. Matorral rosetófilo, comunidad vegetal muestreada en el rancho “Los Ángeles”



Anexo 13. Bosque de pino, comunidad vegetal muestreada en el rancho “Los Ángeles”



Anexo 14. Manejo de serpientes durante los muestreos en el rancho “Los Ángeles”

932 22