BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ciencias Biológicas

“Diversidad del ensamble de anfibios y reptiles en la Mixteca Baja Poblana”

Tesis que para obtener el título de

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:
ISABEL LETICIA HERNÁNDEZ AYOTLA

DIRECTORA DE TESIS:
M. EN C. GUADALUPE GUTIÉRREZ MAYÉN

PUEBLA DICIEMBRE, 2019.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en mi primer lugar a mis padres que me dieron la confianza, el tiempo, el esfuerzo, la esperanza de poder realizar cada una de las salidas a campo y de poder concluir este trabajo.

A mi abuelita y mi tía que en cada salida de algún modo estaban conmigo en sus pensamientos y rezos que indirectamente ayudaron a que ninguna catástrofe sucediera en cada salida.

A mi tutora M. en C. María Guadalupe Gutiérrez Mayen, por haberme aceptado en su laboratorio desde el inicio de la carrera y haberme tenido toda la paciencia necesaria de explicarme, corregirme y orientarme en cada momento de esta travesía. Gracias profesora por haberme hecho ver la importancia de concluir lo que uno empieza y por haberme apoyado en consejos para no caer en situaciones complicadas.

Agradezco al M. en C. Héctor Eliosa por el apoyo brindado en las salidas a campo, por haber llevado a sus alumnos a un sitio en particular (Huehutlán el Chico) y a las buenas experiencias que se aprendieron en cada una de sus salidas.

A mi amigo y asesoro M. en C. Ricardo Luría por las observaciones y comentarios realizados a este trabajo además del apoyo incondicional durante toda la carrera.

A la Doctora en C. Adriana Guevara que acpetó ser mi sinodal en el poco tiempo que se tuvo para la concliusión de este trabajo.

A mis amigos que están o que ya no están conmigo, agradezco infinitamente cada aporte que me dieron en las salidas, las caminatas inmensas que se dieron, las gotas de sudor y el cansancio en las piernas que sentimos, las ganas de comer lo que fuera porque quedábamos exhaustos y hambrientos, agradezco cada platicas, cada palabra que daban en reuniones o en ratos libres, no cabe duda que cada uno aporto algo importante a este trabajp que como lo dije alguno ya no están presentes en mi vida, donde quieran que estén les agradezco el apoyo brindado en cada día desde que inicie este trabajo, Marco Bazán, Luis Alfredo, Kuri, David, Beto, Helder, y Toño que doy gracias a la vida que aquel día en el rio nada irreversible te haya sucedido, gracias amigo, gracias por tanto.

Gracias a esa persona que ahora está en mi vida, que es mi pilar y mi calma, gracias por tantos días de paz que mes has brindado, que has sacado lo mejor de mí y que sobretodo has confiado en la culminación de este proceso, jamás podré agradecer todo lo que siempre me brindaste, amor, paz, cariño, confianza. Gracias Saulito.

DEDICATORIA

A mis padres Enrique Saldaña e Isabel Canseco

Gracias por todo el esfuerzo en trabajar para que no me faltara nada y por todo su amor.

“En el comienzo fue un sinfín no hubo principio ni final

Solo aprender a caminar en el comienzo fue sembrar”

Anónimo.

ÍNDICE

RESUMEN 5

INTRODUCCIÓN 6

ANTECEDENTES

Trabajos Nacionales 10

Trabajos Estatales 14

JUSTIFICACIÓN 17

OBJETIVOS

Objetivo general 18

Objetivos particulares 18

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 18

Medio Biótico 19

MÉTODOS

Trabajo de campo y muestreo 22

Análisis de datos 25

RESULTADOS 28

Composición herpetofaunística 28

Endemismos 29

Especies en la Norma Oficial Mexicana y UICN 29

ANFIBIOS 30

REPTILES 40

DISCUSIÓN 52

CONCLUSIONES 70

LITERATURA CITADA 72

ANEXO 1 90

RESUMEN

La diversidad biológica se define como la variedad de vida en sus diferentes niveles de organización; como son genes, poblaciones, especies y ecosistemas. La importancia de cuantificar la diversidad radica en la comprensión de los procesos ecológicos y evolutivos a los cuales los organismos se ven sometidos en su medio ambiente. Sin embargo, la pérdida y fragmentación de su hábitat afectan de manera directa a sus poblaciones, en particular, a los grupos de especies y ecosistemas más amenazados. Tal es el caso de la herpetofauna y de los Bosques Tropicales Caducifolios (BTC) respectivamente. Este tipo de vegetación actualmente ocupan 11.26 % de la superficie del país con 7.93 millones de hectáreas en condición primaria y 14.19 millones en condición secundaria. Los anfibios y reptiles son dos grupos que poseen gran diversidad y alto porcentaje de endemismo en México. Sin embargo, se han visto amenazados por múltiples factores provocando el declive poblacional de varias especies. Debido a que el país enfrenta graves problemas de conservación, el objetivo de este trabajo fue analizar las variaciones espaciales (estados de conservación de BTC: Conservada, Secundaria y Perturbada) y temporales (lluvias y secas) de la diversidad (alfa, beta y gama) de anfibios y reptiles en la Mixteca Baja Poblana. Se realizaron 10 salidas: cinco para lluvias y cinco para secas. Para la diversidad alfa se utilizó el nuevo índice a partir de números efectivos, también llamada “diversidad verdadera” con sus tres órdenes (${}^0D$, ${}^1D$ y ${}^2D$); la diversidad beta fue calculada a través del método propuesto por Carvalho y la diversidad gamma a partir de los componentes alfa, beta y la dimensión espacial. Además se realizaron curvas de acumulación y curvas de rango abundancia. Se obtuvo un total de 44 especies de anfibios y reptiles (13 anfibios y 31 reptiles) de las cuales 25 especies son endémicas al país y una para el estado de Puebla. Las curvas de acumulación de especies (global y por estados de conservación de BTC) para anfibios y reptiles no llegaron a la asíntota. Se destaca el registró por primera vez a *Drymobius margaritiferus* en la Mixteca Poblana. Las gráficas de rango abundancia global para anfibios obtuvieron 156 individuos con 13 especies, siendo *Eleutherodactylus nitudus* la especie más abundante; en el caso de los reptiles, se registraron 700 individuos con 31 especies siendo *Sceloporus ochotereneae* la especie más abundante. Las gráficas de rango abundancia por estados de conservación de BTC en anfibios y reptiles colocan a los sitios secundarios con el mayor número de individuos (97 individuos y nueve especies; 264 individuos y 22 especies

respectivamente). Las gráficas de rango abundancia por temporada arrojaron en anfibios que, la época de lluvias presentó el mayor número de individuos y de especies, siendo los sitios secundarios más abundantes con 90 individuos de ocho especies; mientras que para los reptiles, la temporada de secas registró un mayor número de individuos pero no de especies, siendo los sitios secundarios los más ricos (147 individuos con 13 especies); en contraste con la temporada de lluvias que presentó una menor abundancia de individuos pero un mayor registro de especies, siendo los sitios secundarios los que presentaron un mayor avistamiento de individuos (18 especies y 117 individuos). La diversidad verdadera por estado de conservación de BTC en anfibios se registró con valores ligeramente mayores en los sitios conservados para sus tres órdenes, aunque para el orden ^{0}D los sitios conservados y secundarios obtuvieron el mismo número de especies. Para los reptiles, los sitios secundarios fueron los más diversos en sus tres órdenes. Por temporada, en anfibios, se tiene más diversa la época de lluvias siendo los sitios conservados los que mayor diversidad registraron; en reptiles, la temporada de lluvias fue la más diversa siendo los sitios secundarios los de mayor diversidad. La diversidad beta en anfibios y reptiles fue explicada por el reemplazo de especies, tanto en los estados de conservación BTC como por temporada y la disimilitud en la composición de especies fue ligeramente semejante entre los pares de sitios con un máximo del 57%. La diversidad gamma para anfibios fue de 12.99 y 31.52 para reptiles. Los resultados muestran que la Mixteca Baja Poblana es un área rica herpetológicamente y, que los distintos estados de conservación de BTC crean mosaicos con características particulares para cada grupo analizado. Por lo que, se recomienda una continuidad en estos tipos de trabajos en los cuales el entorno ambiental (vegetación, humedad, perturbación, clima), serán claves para obtener una mayor certeza e información acerca de los efectos que las alteraciones en el paisaje causa en las comunidades de anfibios y reptiles a largo y corto plazo.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica se define como la variedad de vida en sus diferentes niveles de organización; como son genes, poblaciones, especies y ecosistemas (Gastón y

Spicer, 2004). Así mismo, cada nivel de organización exhibe un método de estudio cuando se trata de cuantificar, definir y expresarla debido a su constante empleo como indicador de alteraciones naturales o antropogénicas en un ecosistema, y de este modo conocer su grado de conservación (Magurran, 1988; Halffter y Ezcurra, 1992; Sánchez *et al.,* 2003; Gaston y Spicer, 2004). Además, nos ayuda a evaluar cuánto cambia la composición de especies entre dos o más comunidades (García-Morales, 2011).

Whittaker (1972) describió tres componentes para medir la diversidad a nivel de especies en escalas espaciales: Diversidad alfa (α), Diversidad beta (β) y Diversidad gamma (γ). La diversidad alfa, se refiere a la riqueza de especies de una comunidad (Whittaker, 1972), en donde procesos evolutivos se manifiestan en la existencia de diferentes especies dentro un hábitat particular (Moreno, 2001). Sin embargo, su cuantificación ha generado mucha polémica durante más de medio siglo, debido a que las medidas de diversidad disponibles eran simplemente respuestas para las cuales aún no se habían generado las preguntas. No obstante, por décadas se ha generalizado el uso de índices sin un adecuado entendimiento de sus significados; uno de éstos es el índice de Shannon (Moreno *et al.*, 2011), el cual mide la entropía y no necesariamente la diversidad, esta entropía puede definirse como el grado de incertidumbre en la identidad de la especie a la que pertenece un individuo seleccionado al azar de la comunidad (Moreno, *et al.*, 2011); una comunidad donde todas las especies tiene la misma abundancia tendrá alta entropía, lo que se ha traducido como una alta diversidad (Moreno, *et al.*, 2011). Posteriormente, Jost (2006) acuño el término de diversidad verdadera con base en números efectivos o números de Hill (1973), los cuales se referían a medidas que conservan las propiedades esperadas del concepto de diversidad, puesto que mide el recíproco de un promedio de las abundancias relativas de las especies, y el valor de este recíproco es el número máximo posible de especies que podrían coexistir, si todas tuvieran las mismas abundancias (Hill, 1973, Toumisto, 2010; Jost, 2006; Moreno y Rodríguez, 2011; Moreno *et al*., 2011).

Una de las ventajas de expresar la diversidad de una comunidad en número de especies efectivas, es que esta medida permite comparar directamente la magnitud de la diferencia en la diversidad de dos o más comunidades, lo cual no es posible con índices tradicionales de diversidad (Jost 2006, 2007, Jost *et al.* 2010).

La diversidad beta mide las diferencias (el recambio) entre las especies de dos puntos, tipos de comunidad o paisajes (Halffter y Moreno, 2005). Este componente es el menos estudiado y comprendido (Gaston y Blackburn, 2000) pero según Scott *et al*., (1999) es el elemento más importante para el establecimiento de estrategias eficientes tanto para la protección de áreas naturales como de especies particulares. Este concepto también fue modificado para su mejor entendimiento por Carvalho *et al*., (2012), quienes dividen la diversidad beta total (B_{cc}) en dos componentes, los cuales corresponden a fenómenos distintos: el reemplazo de especies (B_{-3}) y la diferencia en la riqueza de especies entre pares de sitios (B_{rich}).

La diversidad gamma es el número de especies del conjunto de fragmentos o comunidades que integran un paisaje, un área terrestre heterogénea pero distinguible, integrada por un conjunto de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar (Forman y Godron, 1986). Esta diversidad también ha sido modificado a partir de la diversidad alfa y beta verdadera (Jost 2006, 2007 y Jost *et al.,* 2010).

La importancia de cuantificar la diversidad radica en la comprensión de los procesos ecológicos a los cuales los organismos se ven sometidos en su medio ambiente (Moreno, 2001). Por lo que la pérdida y fragmentación de su hábitat afectan de manera directa a sus poblaciones (Collins y Storfer, 2003; Gardner *et al*., 2007). Esta reducción de hábitats es la principal amenaza para la diversidad biológica; por lo cual es prioritario realizar estudios sobre la respuesta de las especies a tal pérdida, en particular, de los grupos de especies y ecosistemas más amenazados (Sala *et al*., 2000). Tal es el caso de los anfibios y reptiles y de los Bosques Tropicales Caducifolios (BTC), los cuales actualmente ocupan el 11.26% de la superficie del país con 7.93 millones de hectáreas en condición primaria y 14.19 millones en condición secundaria (Challenger y Soberón, 2008). Adicionalmente, el

BTC presenta un componente de plantas endémico que fluctúa entre el 40 y 60 % en comparación con una Selva Tropical Húmeda (STH) con sólo el 5% (Trejo, 1999; Gibbons *et al*., 2000; Arias *et al*., 2002; Collins y Storfer 2003; Cushman 2006; Gallant *et al,.* 2007; Quesada *et al*., 2009).

A pesar de que la cobertura forestal está aumentando en varios países del mundo, a través de la regeneración de bosques secundarios y plantaciones forestales (Chazdon, 2008), la modificación del hábitat sigue siendo la principal huella ecológica de las actividades humanas (Suazo-Ortuño, 2009). Tales modificaciones son causadas por el cambio del uso de suelo, que busca aumentar la productividad primaria sin considerar los efectos negativos sobre la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas (Gascón *et al.*, 2007). Estos efectos han sido reconocidos profusamente (Gibbson *et al*., 2000; Collins y Storfer 2003; Cushman, 2006; Gallant *et al*., 2007). Sin embargo, aún existen grandes vacíos de información sobre la respuesta de los diferentes ensambles de especies a la alteración del hábitat. Estos son particularmente evidentes entre los anfibios y reptiles los cuales paradójicamente son dos de los grupos que se encuentran en mayor peligro de extinción (Gibbons *et al*., 2000; Houlahan *et al.,* 2000; Roelants *et al.,* 2007; Gascón *et al.,* 2007; Stuart *et al.,* 2004, 2008).

Los anfibios en México constituyen un grupo con una diversidad total de 376 especies, lo cual posiciona al país como el quinto en riqueza de anfibios (Parra-Olea *et al*., 2014). México cuenta con un total de 16 familias con representantes de los tres órdenes. En general, el nivel de endemismo es muy alto, ya que siete de las 16 familias presentes en México, contienen más del 50 % de especies endémicas al país. Actualmente los anfibios están sufriendo la peor crisis de extinción de toda su historia; se considera que el 43 % de las especies están amenazadas o críticamente amenazadas para el caso de México (Parra-Olea *et al*., 2014).

En cuanto a reptiles, México cuenta con una diversidad total de 864 especies descritas en 159 géneros y 40 familias, que lo ubican como el segundo país en riqueza de este grupo. El país cuenta con un total de 40 familias con representantes

de tres órdenes. En general, el nivel de endemismo es alto con 493 (57.06 %) taxones endémicos para el país (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014).

ANTECEDENTES

Trabajos Nacionales

Los trabajos sobre diversidad son cada vez más abundantes en la biología de la conservación ya que con esa información se pueden generar estrategias para minimizar los impactos causados por actividades antropogénicas en el país, de este modo, en los últimos 15 años se han realizados estudios sobre este tema con dos grupos indicadores de pérdida del hábitat: anfibios y reptiles en diferentes regiones de México. A continuación, se describen estos trabajos:

Arias-Balderas (2004) realizó un estudio herpetofaunístico en un Bosque Tropical Caducifolio y vegetación circundante del municipio de Junapeo, Michoacán. Registró un total de 32 especies (siete anfibios y 25 reptiles) de las cuales, diez se encontraron en alguna categoría de la NOM-059-ECOL-2001, y 16 especies consideradas endémicas a México. El tipo de vegetación que más especies presentó fue el Bosque Tropical Caducifolio. El análisis de abundancia indicó que 18 especies se catalogaron como raras, tres comunes y 11 abundantes. En cuanto a la diversidad, en ambas épocas (lluvias y sequía) hubo la misma proporción de especies, por lo que, se considera una diversidad equitativa. Por último, la herpetofauna del municipio de Jungapeo presentó una mayor similitud con la Sierra de Huautla.

Castro-Franco *et al*., (2006) presentaron una lista actualizada de 38 especies de anfibios para el Estado de Morelos, construida a partir de datos históricos de la Universidad Autónoma de Morelos. Los géneros con el mayor número de especies fueron *Incilius, Dryophytes* y *Lithobates*. Además, registraron que las zonas de cultivo y de Bosque Tropical Caducifolio eran los ambientes con la mayor diversidad de especies (29 y 20, respectivamente) y con faunas similares. La anfibiofauna se distribuyó en dos grandes ensambles, uno muy diverso que vive en zonas bajas subtropicales, y otro menos diverso que vive en zonas altas y frías. A nivel de

riqueza, se menciona que la anfibiofauna de Morelos comparte especies con los estados de Jalisco, Michoacán y Guerrero como componentes de la Cuenca del Río Balsas.

Aréchaga-Ocampo (2008) estimó la diversidad por hábitats y temporada, además la abundancia relativa y distribución de la herpetofauna en el Cerro “El Chumil”, Morelos, considerando cuatro zonas (selva baja perturbada, selva baja no perturbada, arroyo y encinar). Registró 12 especies de anfibios y 24 de reptiles; el sitio más diverso fue el arroyo para anfibios y la selva baja perturbada y la selva baja no perturbada para reptiles. El hábitat menos diverso fue el encinar. Los reptiles presentaron una pequeña dominancia en sus abundancias y de acuerdo a su distribución, los anfibios tuvieron una mayor afinidad hacia el arroyo, mientras los reptiles se encontraron en todos los hábitats registrados por el autor. Los resultados obtenidos sobre la diversidad herpetofaunística entre la temporada lluviosa y la seca arrojaron, que el sitio de selva baja no perturbada y el encinar presentaron la misma diversidad en las dos épocas. Sin embargo, la selva baja perturbada y el arroyo presentaron la diversidad más alta en la época lluviosa. La composición de la herpetofauna del área de estudio tuvo mayor similitud con la Sierra de Huautla, Morelos y la Mixteca Poblana.

García y Cabrera-Reyes (2008) evaluaron el efecto de la estacionalidad espacio-temporal (composición, diversidad, riqueza y abundancia relativa) en una comunidad de anfibios y reptiles en Chamela, Jalisco, donde eligieron tres fragmentos de muestreo: (Búho, Calandria y Hornitos), todos en contacto con un Bosque Tropical Caducifolio (BTC) y vegetación de arroyo (VA). Los autores obtuvieron un total de 34 especies (25 de reptiles y nueve de anfibios), siendo la riqueza de casi tres veces mayor en reptiles que en anfibios. El valor de la diversidad para los reptiles fue casi dos veces mayor que para los anfibios (H'= 1.98 y H'= 1.07 respectivamente. El análisis por abundancia mostró que existen pocas especies muy abundantes y muchas poco abundantes. Los reptiles registraron la mayor diversidad y riqueza en el Sitio 2 (Calandria; 18 especies, H'= 1.79) y una mayor equitatividad de E= 0.64 para el Sitio 3 (Hornitos). Para el grupo de los anfibios, la

riqueza y diversidad más alta la presentó el Sitio 2 (Calandria; 8 especies y H'= 1.62), y una equitatividad similar para los fragmentos 1 y 2 (E=0.77). Con respecto a la tendencia temporal, se registraron mayores fluctuaciones estacionales en anfibios que en reptiles y en el BTC que en la VA, observándose una mayor riqueza de reptiles durante la época seca (19 vs. 16) y mayor de anfibios durante las lluvias (8 vs 3); estas variaciones temporales sólo fueron estadísticamente significativas para los anfibios. Por último, se registró un recambio de especies, tanto espacial (matriz de vegetación VA-BTC) como temporal, más marcado en anfibios cuyo registro de individuos fue mínimo durante la época de secas y solo dentro de la VA.

Suazo-Ortuño (2009) evaluó los efectos del disturbio ocasionado por las actividades agrícolas y ganaderas sobre la herpetofauna en una región de Chamela, Jalisco. Durante dos años muestreó en seis cuencas pequeñas, tres conservadas y tres perturbadas en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala y áreas aledañas. Las cuencas perturbadas se caracterizaron por un mosaico de pastizales y cultivos entremezclados con parches de Bosque Tropical Caducifolio en diferentes etapas sucesionales. Como resultado obtuvo que los ensambles de anuros y tortugas disminuyen en diversidad, las serpientes tienen una respuesta neutra, mientras que las lagartijas se benefician. Los anfibios mostraron un declive en la diversidad de especies en los distintos fragmentos con perturbación antrópica pero las abundancias fueron similares en ambas condiciones. La riqueza de especies, la diversidad y la abundancia de lagartijas fueron mayores en los bosques perturbados, mientras que las tortugas respondieron de manera inversa. Las lagartijas, al igual que las serpientes, no se encuentran restringidas por requerimientos de humedad como los anuros, por lo tanto, no es sorprendente que la heterogeneidad ambiental producto de la conversión del BTC provea hábitats favorables para varias especies de lagartijas. Por último, el 22 % (4) de los anuros, el 11 % de lagartijas (2) y el 100 % (3) de tortugas fueron sensibles a la perturbación, mientras que ninguna serpiente lo fue.

Orea-Gadea (2010) realizó un estudio acerca de los efectos de las plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en Bosque Tropical Caducifolio, en la

Sierra de Huatla, Morelos, registrando un total de 19 especies (cuatro anfibios y 15 reptiles). Debido al bajo registro de anfibios, los análisis se realizaron a nivel de herpetofauna y en cuanto a la diversidad, no se encontraron diferencias significativas entre los fragmentos de muestreo (selva conservada, selva secundaria con plantaciones mixtas y selva secundaria sin plantaciones). Los fragmentos de selva secundaria con y sin plantaciones mixtas tienen una riqueza total similar pero menor a la de los fragmentos conservados. Para la época de lluvias, no hubo diferencias significativas entre los fragmentos, sin embargo, al aplicar una prueba de Tukel, los fragmentos sin plantación y con plantación resultan diferentes del sitio conservado. Para la época de secas, no hubo diferencias significativas pero el sitio con plantación resultó intermedio a los dos fragmentos restantes.

Castro-Gálvez (2011) analizó la distribución de los anfibios y reptiles de la Mixteca Oaxaqueña. Para este estudio se consultó la base de datos del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Así mismo, se agregaron los últimos registros de los especímenes recolectados en campo por investigadores de la Academia de Ciencias de California y del Museo de Vertebrados de la Universidad de Berkeley. Se mencionó que la herpetofauna de la Mixteca Oaxaqueña se encuentra constituida por 119 especies (38 anfibios y 81 reptiles). En la distribución de las especies por tipo de vegetación se encontró que el mayor número de especies ocurre en zonas destinadas para la agricultura (14 anfibios y 37 reptiles), seguida por las zonas de agricultura temporal con cultivos anuales (13 anfibios y 29 reptiles), y zonas de asentamientos humanos (13 anfibios y 26 reptiles); el Bosque Tropical Caducifolio y el Palmar fueron las comunidades con menor número de especies. Los tipos de vegetación más similares fueron los Bosques de encino y las zonas de agricultura de temporal con cultivos anuales y en segundo lugar, las zonas de agricultura de temporal con cultivos anuales y los asentamientos humanos, posiblemente por ser comunidades que se encuentran próximas unas de las otras. La Mixteca Oaxaqueña presentó un alto número de endemismos al país con 58 especies, lo cual representa el 48.3 % de la herpetofauna total de la Mixteca; así como el 12.38 % (14) especies endémicas al estado, de las cuales seis son exclusivas de la Mixteca. El 40 % de la herpetofauna de la región se encontró en

alguna categoría de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 y la lista roja de la UICN.

Rioja-Paradela *et al*., (2013) determinaron la composición anual y estacional de la diversidad de anfibios y reptiles de Montecillo Santa Cruz, Oaxaca en tres tipos de vegetación: Bosque Tropical Caducifolio, Pastizal y Vegetación Riparia. Registraron un total de 49 especies (10 de anfibios y 39 de reptiles). De éstas, 46 especies se registraron en la temporada húmeda (10 anfibios y 36 reptiles) y 37 en la temporada seca (4 anfibios y 33 reptiles). Reportaron 15 especies de anfibios y reptiles en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y una especie (*Ctenosaura oaxacana*) en peligro crítico en la lista roja de la UICN. El Bosque Tropical Caducifolio presentó la mayor diversidad alfa, mientras que el Pastizal presentó la menor. Para ambas temporadas, la mayor diversidad de especies se registró en la Bosque Tropical Caducifolio, seguida de la vegetación Riparia para la temporada húmeda y el Pastizal para la temporada de secas. Las asociaciones vegetales que compartieron mayor número de especies fueron la Bosque Tropical Caducifolio y la Vegetación Riparia coincidiendo con los resultados estacionales.

Herrera-Balcázar (2014) registró un total de 44 especies (16 anfibios y 28 reptiles) en el Cerro Frío (Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos). Se registraron 31 especies endémicas del país. Sietes especies de anfibios y reptiles se encuentraron en Pr; tres amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Norops forbesi, Ctenosura pectinata, Leptophis diplotopis diplotopis*), y una en la UICN (*Incilius perpelxus*). La estación con la mayor riqueza fue la de lluvias, encontrando que los meses con mayor diversidad fueron julio y agosto. La riqueza por tipo de vegetación arrojó que el Bosque Tropical Caducifolio albergó al 75 % de la herpetofauna seguido del ambiente urbano. El análisis de similitud mostró que Cerro Frío tiene una similitud del 84.09 % con la herpetofauna de la Mixteca Poblana por su vegetación y altitudes similares.

Trabajos Estatales

Los trabajos iniciales de herpetología para el estado de Puebla datan de los años 50′s y en ellos se mencionan nuevos registros o descripción de nuevas especies

(e.g. Smith y Van Gelder, 1955; Webb y Fugler, 1957; Chrapliwy, 1956). Posteriormente, en la década de los 90′s, además de estudios sobre registros nuevos, tales como los de: Canseco-Márquez *et al*., (2000) y Canseco-Márquez *et al*., (2002), se han realizado trabajos de inventarios herpetofaunísticos en diversas regiones del estado, (e.g Pérez-Malvaez y Feria-Ortiz (2000); Brambilia-Navarrete y Carmona-Torres (2002); Xelano-Conde (2004); Maceda-Cruz (2005); Gutiérrez-Mayén y Salazar-Arenas (2006). Como resultado de estos trabajos, Gutiérrez-Mayén *et al*., (2011), mencionan que la herpetofauna del estado de Puebla está conformada por 246 especies (81 anfibios y 165 reptiles), distribuidas en cuatro provincias bióticas.

Aurioles *et al*., (2000) llevaron a cabo un trabajo en el municipio de Huehuetlán El Chico en el cual compararon la riqueza y diversidad de la herpetofauna entre una zona perturbada y otra no perturbada obteniendo un total de 27 especies, 11 de anfibios y 16 de reptiles. Tanto la diversidad como la riqueza fueron mayores en la zona perturbada que en la no perturbada.

Mata-Silva (2000) realizó un trabajo herpetofaunístico en el que comparó tres zonas con diferente grado de alteración en Zapotitlán Salinas, para lo cual además de una revisión bibliográfica de los trabajos previos en el lugar, efectuó trabajo de campo de febrero a octubre de 1998. El autor encontró 32 especies, siete pertenecientes a la clase Amphibia y 25 a la clase Reptilia. Del total de especies, 26 fueron endémicas a México y 13 están bajo alguna categoría de la NOM-059-ECOL-1994. Los resultados de los análisis efectuados mostraron que la riqueza fue mayor en las zonas con mayor grado de conservación, la mayor diversidad y densidad se encontraron relacionadas con la precipitación; por el contrario, la dominancia alcanzó su punto máximo antes y después de la temporada de lluvias. La mayor densidad absoluta y diversidad en el uso de los diferentes microhábitats se encontraron en la zona de menor perturbación, finalmente las lagartijas diurnas presentaron una baja sobreposición en el uso del recurso espacio (excepto las estrechamente emparentadas) debido a que son especialistas en este aspecto.

Chacón-Aguayo *et al*., (2002) realizaron un estudio comparativo de la diversidad herpetofaunística entre zonas perturbadas y no perturbadas de la localidad de Tlalucingo, Puebla ubicada al suroeste del estado. Obtuvieron un total de 32 especies, 11 de anfibios y 21 de reptiles. El análisis estacional de la diversidad y riqueza mostró que en la temporada seca fueron menores y se elevaron significativamente en la temporada lluviosa.

Maceda- Cruz (2005) realizó un inventario herpetofaunístico en la localidad de San Juan de los Ríos, Chiautla de Tapia, dentro de la Mixteca Poblana, obteniendo un total de 33 especies (nueve anfibios y 24 reptiles). El grupo más abundante fue el de las lagartijas con un 37%, seguida de las serpientes con un 33%, los anuros con un 27% y por último, el grupo menos representativo fue el de las tortugas con solo el 3%. La diversidad presentó diferencias significativas entre las estaciones de verano y otoño así como entre otoño e invierno, siendo mayor en otoño. La herpetofauna de San Juan de los Ríos presentó una alta similitud con la Cuenca del Balsas en el estado de Guerrero, seguida por la de la Sierra de Huautla, Chamela en Jalisco.

García- Vázquez *et al*., (2006) registraron para la región de la Mixteca Poblana un total de 64 especies de anfibios y reptiles, siendo el grupo más abundante el de las serpientes, con un total de 28 especies, seguidos de los lacertilios con 19, anuros con 16 y por último las tortugas con una sola especie (*Kinosternon integrum*). En conjunto representan el 29.2% de la herpetofauna registrada para el estado de Puebla. Las familias de anfibios y reptiles con mayor riqueza fueron Hylidae y Colubridae respectivamente. Los géneros *Incilius, Aspidoscelis y Sceloporus* resultaron ser los más abundantes para la parte norte de la zona en los municipios de Izúcar de Matamoros, Jolalpan, Tehuitzingo y Chiautla de Tapia. Se menciona que en la zona habitan 37 especies endémicas de México que corresponden al 58.6% de la herpetofauna de la Mixteca. La cubierta vegetal que presentó esta zona actualmente se encuentra con un severo daño debido a actividades antropogénicas, poniendo en riesgo la permanencia de muchos de estos organismos en la región.

García-Vázquez *et al.,* (2009) actualizaron la herpetofauna registrada para Puebla en donde obtuvieron 245 especies en 106 géneros y 35 familias (81 anfibios y 165 reptiles). De estas, 106 se encontraron en alguna categoría de la NOM-059-ECOL-2001; 138 especies fueron endémicas al país y 11 al estado de Puebla. La Sierra Madre del Sur fue la provincia fisiográfica con mayor número de especies, en donde el tipo de vegetación predominante fue el Bosque Tropical Caducifolio, región que al presentar una temporada de estiaje presumiblemente aumenta la diversidad de los organismos.

Arcadia-Hernández (2016) analizó espacial y temporalmente la diversidad herpetofaunísta del Área Natural Protegida "Sierra del Tentzo. Tomó en cuenta seis tipos de vegetación presentes en el polígono de la reserva, estos fueron: Bosque Tropical Caducifolio (BTC), Bosque de Encino (BE), Matorral Xerófilo (MX), Bosque de Galería (BG), Palmar (Pa) y extensiones de vegetación de uso antropogénico (VUA). El autor registró un total de 47 especies (ocho anfibios y 39 reptiles). La diversidad verdadera (q=0,1 y 2) de anfibios fue mayor en el BTC y menor en el Pa y VUA. Por temporada, la diversidad mayor fue en lluvias. En cuanto a su análisis de diversidad beta, registró una mayor similitud en la composición de especies entre el BG y la VUA, mientras que el mayor reemplazo fue para el MX y el Pa. Su diversidad gamma fue de 8.01 especies. Para el grupo de los reptiles, la diversidad verdadera (q=0 y 1) fue mayor también para el BTC; para q=2 la diversidad más alta fue para el BG. La temporada de lluvias presentó la mayor diversidad de especies. Con respecto a la diversidad beta, registró una mayor similitud entre el BTC y MX, en tanto el reemplazo más alto fue para el Pa y BG. La diversidad gamma de reptiles fue de 36.26 especies.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que el país enfrenta graves problemas de conservación, es de suma importancia realizar trabajos que aporten información sobre diversidad, abundancia y distribución de las especies, ya que son el primer paso para desarrollar cualquier estrategia de conservación. Actualmente se ha incrementado el conocimiento sobre la herpetofauna del estado de Puebla; sin embargo, aún existen zonas poco

estudiadas. Tal es el caso de la Región sur de la Mixteca Poblana, donde se ubican los municipios de Teotlalco, Huehuetlán el Chico, Jolalpan y Cohetzalá, en los cuales se llevó a cabo el presente trabajo, contribuyendo así al conocimiento de la diversidad herpetofaunística del estado.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar las variaciones espaciales (por estado de conservación: conservada, secundaria y perturbada) y temporales (lluvias y secas) de la diversidad de anfibios y reptiles en la Mixteca Baja Poblana.

Objetivos particulares

- Obtener el listado actualizado de las especies de anfibios y reptiles de esta región.
- Determinar el estado de conservación de las especies de acuerdo a la NOM-059 de la SEMARNAT-2010 y a la lista roja de la (UICN).
- Obtener curvas de acumulación de las especies registradas a lo largo del estudio y por estado de conservación de BTC.
- Estimar para anfibios y reptiles la diversidad alfa verdadera (^0D, ^1D y ^2D), por temporada (secas y lluvias) y por estado de conservación de BTC (conservada, perturbada y secundaria). Además, estimar la diversidad beta total ($B_{-3=}$ reemplazo y B_{rich}= diferencia de riqueza de especies) espacial y temporalmente.
- Estimar la diversidad gamma de anfibios y reptiles para la Mixteca Baja Poblana.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La región de estudio se encuentra en la Mixteca Baja Poblana, ubicándose en el punto extremo al oeste 18°19' 40.92" N y 99° 4' 13.48" O; al este 18° 22' 16.44" N y 98° 42' 29.37" O; al sur 18° 10' 58.97" N y 98° 56' 13.42" O, y al norte 18° 30' 4.85" N y 98° 48' 59.86" O (Guízar *et al*., 2010). En esta zona hay cerca de 482 km^2 de BTC (CONAP-CIByC-UAEM, 2013). Esta área limita al noroeste con el estado de

Morelos, al oeste con el Río Amacuzac y el estado de Guerrero, al Este con la carretera federal número 23 de Puebla, al sur, en su porción central, con parte de la carretera Axochiapan (Morelos)-Huachinantla (Puebla), al suroeste con el estado de Guerrero y al sureste con la serranía de Santa María Cohetzalá. (CONAP-CIByC-UAEM, 2013). El área de estudio comprende cuatro municipios: Teotlalco, Huehuetlán el Chico, Jolalpan y Cohetzalá, (Figura 1).

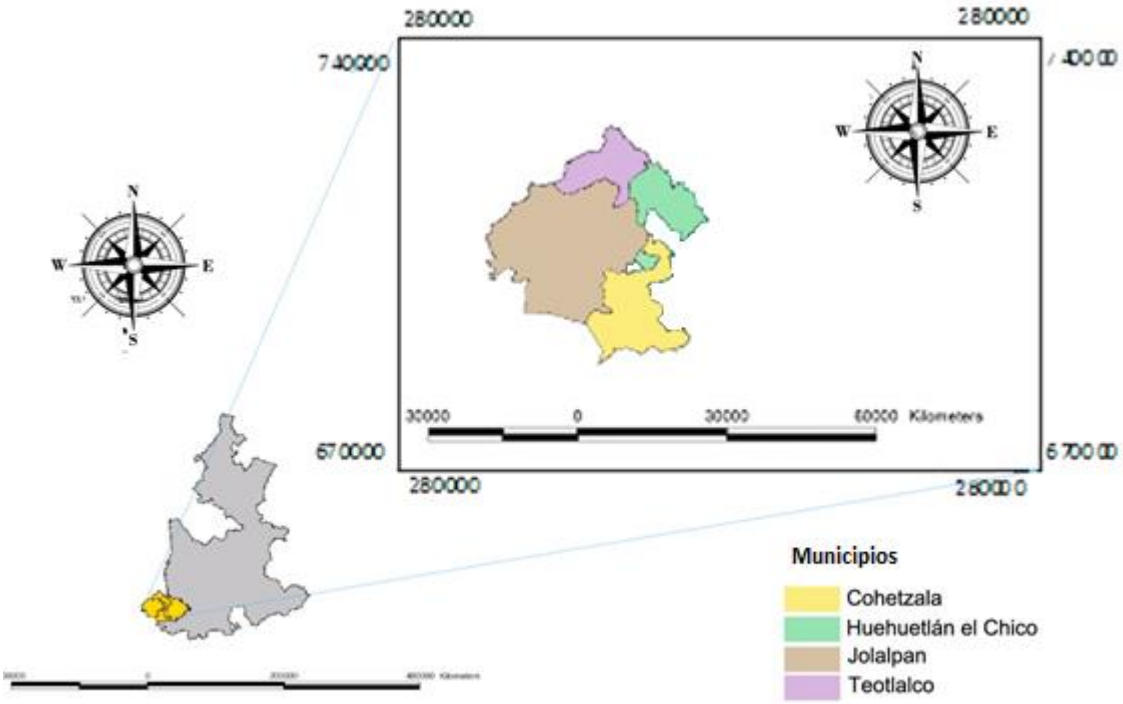


Figura 1. Localización de los municipios que abarcan parte de la Mixteca Baja Poblana en los cuales se realizó el presente estudio. Elaborado por Isabel Ayotla.

Medio Biótico

Clima

En la región podemos encontrar clima cálido subhúmedo (Aw0) con temperaturas medias anuales entre 22° y 26°C, precipitaciones totales al año que van de 700 a

1000 mm, y porcentaje de lluvia invernal menor de 5 (CONANP- CIByC-UAEM, 2013).

Hidrología

Cohetzalá: El municipio pertenece a la cuenca del río Atoyac, es regado en la parte oeste por el río Nexapa, en tanto que al sureste es recorrido por el Atoyac, que sirve de límite con Ixcamilpa y Xicotlán. Ambos ríos son los únicos permanentes, en tanto que sus tributarios, forman barrancas importantes como la denominada Cohuayote (CONANP-CIByC-UAEM, 2013).

Huehuetlán El Chico: El municipio queda comprendido dentro de la subcuenca del río Nexapa, afluente del Atoyac, uno de sus tributarios, el Tepalcingo, baña el noroeste del municipio en tanto que el Nexapa lo corta por el centro y más adelante sirve de límite con Jolalpan. Ambas corrientes son permanentes y sus afluentes son temporales (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Jolalpan: El municipio se encuentra dentro de la subcuenca del río Nexapa, afluente del Atoyac, que a su vez es tributario del Balsas; el oriente del municipio contiene en su totalidad la subcuenca del río Zinquihuila afluente del Amacuzac, que a su vez desemboca en el Balsas. Ambos ríos el Nexapa y el Zinquihuila son corrientes permanentes formadoras de los valles del municipio (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Teoltalco: El municipio pertenece a la cuenca del río Atoyac, y es bañado por el río Tepalcingo, que recorre de noreste a sureste, al norte se une al río Nexapa, afluente del Atoyac. Cuenta con numerosas corrientes intermitentes que corren entre las numerosas sierras de suroeste a noroeste para unirse finalmente al Tepalcingo (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Edafología

El suelo dominante es el Feozem, seguido por Rendzina, Litosol y Regosol Eútrico (Guízar-Nolazco *et al.,* 2010). Los feozems son suelos fértiles, ricos en materia orgánica, de textura media, buen drenaje y ventilación (FAO, 2009). En general son poco profundos, casi siempre pedregosos y muy inestables, restringiendo por ello su uso en la agricultura permanente; recomendándose se mantengan con

vegetación permanente para evitar procesos de erosión (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Los Leptosoles réndzicos son muy fértiles y superficiales, pero al estar en sierras y lomeríos, presentan un grave riesgo de erosión al desproveerlos de la vegetación original (FAO, 2009).

Los Leptosoles líticos son muy superficiales, asociados a zonas con alta pendiente. No son aptos para la agricultura (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Los Regosoles son suelos inestables, aptos para agricultura en fragmentos con poca pendiente, pero se recomienda mantener la vegetación natural cuando estos suelos se presentan en zonas montañosas (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Gran parte del área de estudio presenta suelos muy susceptibles a la erosión, dependientes en su estabilidad del mantenimiento de su cobertura vegetal nativa y con poca vocación para la agricultura, por su naturaleza inestable (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Vegetación

Actualmente se tiene un listado florístico preliminar para la Región sur de la Mixteca Poblana de 315 especies, 218 géneros y 80 familias. Las familias más abundantes en cuanto al número de especies son Fabaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Burseraceae, Rubiaceae y Cactaceae (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

Entre las especies enlistadas en la NORMA Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2010 se encuentran las siguientes: *Coryphanta elephantidens* (Amenazada), *Licania arborea* (Amenazada), *Dalbergia congestiflora* (En peligro de extinción), *Erythrina* coralloides (Amenazada) y *Sideroxylon capiri* (Amenazada) (CONAP-CIByC-UAEM, 2013).

De acuerdo a la clasificación de Rzedowski (1978), la Mixteca Poblana se encuentra dominada por el Bosque Tropical Caducifolio. Este tipo de vegetación probablemente sea más heterogéneo de lo que se conoce, con notables variaciones fisonómicas y de composición florística en el estrato arbóreo y arbustivo.

Teotlalco: El BTC cubre el 63% de su territorio, seguido por el pastizal inducido con 14% y por último el Bosque de Coníferas con el 7%. Con respecto al uso de suelo y vegetación, la agricultura ocupa el 15% y la zona urbana 1% (INEGI, 2009a).

Huehuetlán el Chico: El BTC se encuentra en el 61% de su territorio, seguido por el 1% para el Bosque de Coníferas y pastizal. Con respecto al uso de suelo y vegetación, la agricultura ocupa el 34% y la zona urbana el 3% (INEGI, 2009b).

Jolalpan: El BTC ocupa el 55% de su territorio, seguido por el pastizal inducido con el 12%, el palmar con el 6% y por último el Bosque de Coníferas con el 5%. Con respecto al uso de suelo y vegetación, la agricultura ocupa el 20.5% y la zona urbana solo el 1%(INEGI, 2009c).

Cohetzalá: El BTC cubre el 44% de su territorio, seguido por el Bosque de Coníferas con el 37%, pastizal con el 5% y, otro con el 2%|. Con respecto al uso de suelo y vegetación, la agricultura ocupa el 11% y la zona urbana el 1% (INEGI, 2009d).

MÉTODOS

Trabajo de campo y muestreo

Se realizaron diez salidas con una duración de seis días cada una. Las salidas se dividieron por temporadas: cinco para lluvias (Junio-Octubre) y cinco para secas (Noviembre-Diciembre; Enero-Febrero; Marzo a Mayo), considerando cinco meses para cada uno. Los sitios de muestreo se encuentran dentro de la Mixteca Baja Poblana comprendiendo cuatro municipios: Teotlalco, Huehuetlán el Chico, Jolalpan, y Cohetzalá.

La selección de los estados de conservación de Bosque Tropical Caducifolio (BTC) se realizó con base en el “Primer informe técnico del proyecto: Extendiendo la conservación de la Selva Seca en la Cuenca del Río Balsas: Propuesta para un Área Natural Protegida en la Mixteca Baja Poblana” (CONANP-CIByC-UAEM, 2013), en el cual las áreas de Selva Conservada, Perturbada y Vegetación Secundaria de un Bosque Tropical Caducifolio (BTC) fueron definidas considerando la densidad del arbolado, tomadas a partir de fotos satelitales; pero que además se comprobó en campo el estado de conservación de la vegetación y su accesibilidad.

La selección de las zonas se basó en que se cumpliera para cada estado de conservación de BTC las siguientes características: sitios mayores a 50 ha y en el tipo dominante de suelo (Feozem Háplico) y clima (Awo, cálido sub-húmedo) en la zona. Posteriormente, se determinó la distancia entre sitios (no más de 500 metros de algún fragmento de selva conservada), así como su distancia a poblados y vías de comunicación (brechas y carreteras). Con dicha información se delimitaron cinco áreas de muestreo y en cada uno se ubicaron tripletes (uno por estado de conservación de BTC: Selva Conservada, Perturbada y Vegetación Secundaria), cercanos entre sí (no más de 2 km) y con la mayor accesibilidad posible (no más de 3 km de una vía de comunicación, Figura 2).

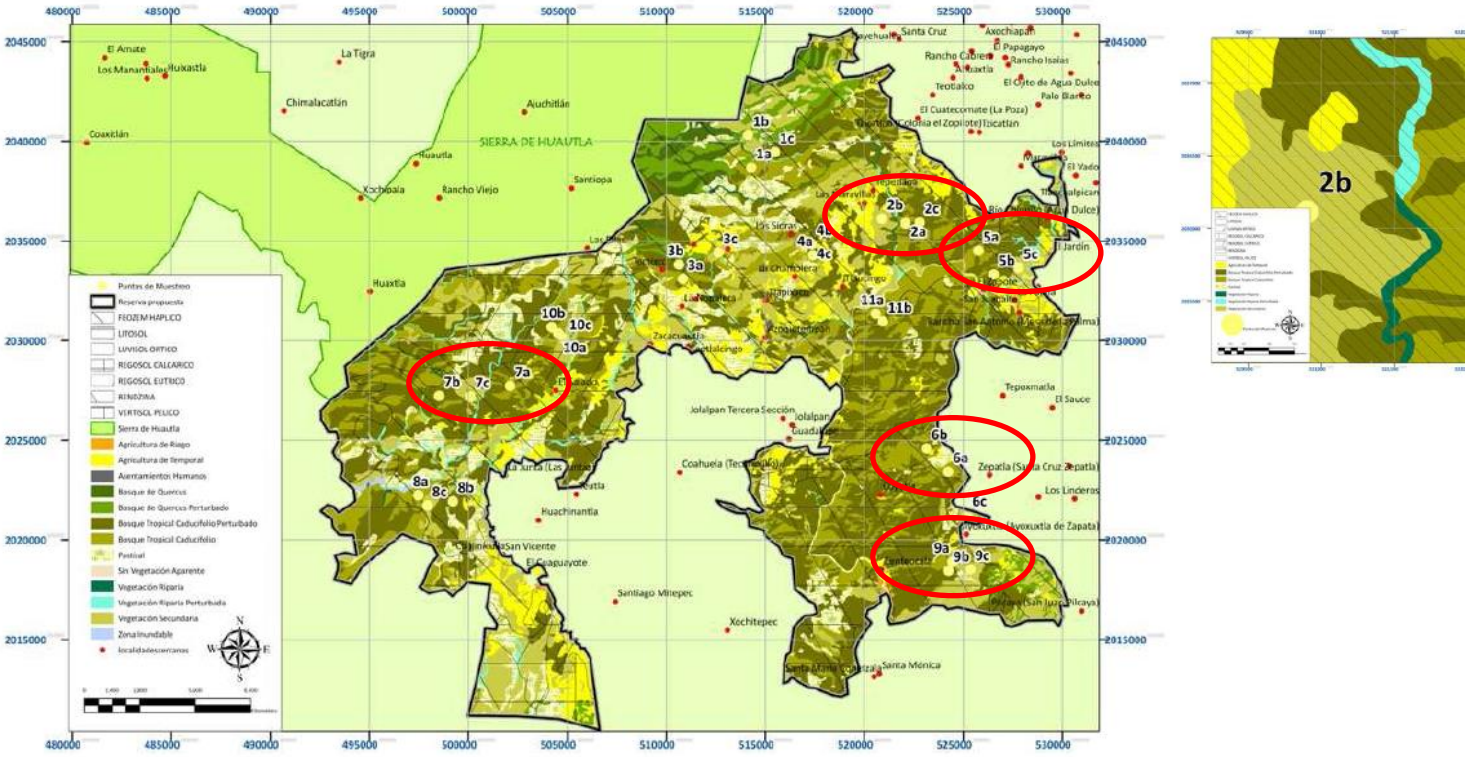


Figura 2. Mapa de ubicación de los tripletes en los fragmentos establecidos con base en el "Primer informe técnico: Propuesta para un Área Natural Protegida en la Mixteca Baja Poblana" (CONAP-CIByC-UAEM, 2013). En círculo rojo se encuentran los fragmentos en donde se realizaron los muestreos. En el recuadro derecho se muestra a detalle uno de los tripletes que se realizó. Mapa elaborado por CONAP-CIByC-UAEM, 2013

En cada estado de conservación de BTC se realizaron muestreos sistemáticos siguiendo un orden en tiempo y esfuerzo horas/hombre, aplicado para cada uno

(*sensu* Vite-Silva, 2010) que consistieron en tres transectos de búsqueda libre por día (mañana 09:00-13:00, tarde 15:00-19:00 y noche 21:00-01:00 hrs) con un esfuerzo de muestreo de cuatro personas. La búsqueda de los individuos se realizó de manera visual, ubicando microhábitats potenciales como agujeros en el suelo, rocas, troncos caídos, grietas, árboles o ramas de arbustos, siendo estos fragmentos idóneos para la obtención de los ejemplares. Además se revisaron cuerpos de agua como arroyos, ríos o charcas para la búsqueda de larvas y adultos de anfibios, algunas serpientes y tortugas. Se utilizaron ligas de hule para la captura de lagartijas, ganchos herpetológicos y guantes de carnaza para serpientes y redes de acuario para anfibios. Los datos de anfibios y reptiles observados y colectados se registraron en hojas de campo anotando los siguientes datos: fecha, hora, municipio, localidad, número de transecto, altitud, recorrido (mañana, tarde o noche), especie, número de colector (en caso de ser necesario), microhábitat y estados de conservación de BTC (Conservada, Perturbada y Vegetación Secundaria). Los ejemplares fueron identificados hasta nivel de especie con base en literatura especializada (*e. g* García- Vázquez *et al*., 2006, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2010), y los que no se lograron identificar en campo se transportaron en bolsas de manta o plástico al Laboratorio de Herpetología de la Facultad de Ciencia Biológicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) para su determinación taxonómica con ayuda de las claves de Duellman (2001), Flores-Villela *et al*., (1995), Campbell y Lamar (2004), Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, (2010). Algunos organismos fueron sacrificados y depositados en la colección herpetológica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la BUAP.

Listado de especies

La lista de especies obtenida fue actualizada de acuerdo a Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004); Faivovich *et al*. (2005), Frost *et al*. (2006), Frost (2013), además de la consulta realizada en las siguientes páginas especializadas http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/ y http://www.reptile-database.org/.

Categorías de protección y/o riesgo

Se determinó el estado de conservación de las especies de anfibios y reptiles de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010) y a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN; por sus siglas en inglés).

Análisis de datos

Curva de acumulación

Se realizaron curvas de acumulación de especies con los modelos no paramétricos Chao 1 y Boostsrap (Jiménez-Valverde y Hortal, 2010); tanto para anfibios como para reptiles totales y por estado de conservación de BTC utilizando el programa EstimateS versión 9.1.0 (Colwell, 2016). Para la obtención de las curvas de acumulación de especies, las abundancias se aleatorizaron 100 veces y después se extrapolaron a los 10 meses de muestreo (*sensu* Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994; Moreno y Halffter, 2000).

Para evaluar la estructura de los ensambles de especies de cada zona, se utilizaron gráficas de rango-abundancia o curvas de Whittaker (Magurran, 2004).

Diversidad

Todos los análisis de diversidad (alfa y beta) se realizaron por separado para anfibios y reptiles; en ambos casos se obtuvieron primero a nivel global y posteriormente se estimó la diversidad por temporada y por estado de BTC: conservada, secundaria y perturbada. Para los análisis por temporada además de separar lluvias y secas, se separaron por los tres diferentes estados de conservación de BTC para una mejor interpretación de los datos. El análisis de la diversidad beta se realizó entre los estados de conservación de BTC y por temporada. Por último, la diversidad gamma se estimó para la Región Baja de la Mixteca Poblana tanto para anfibios como para reptiles.

Diversidad alfa verdadera

Se estimó la diversidad alfa verdadera utilizando los índices de Shannon y Simpson modificados con tres valores de "q" (^0D= Riqueza de especies, ^1D=Shanon-Wiener y ^2D= Simpson), esto permite hacer una comparación de la magnitud de la diversidad en dos o más comunidades (Jost, 2006; Moreno *et al*., 2011).

Las fórmulas fueron las siguientes:

$$^1D = \exp(H') \qquad ^2D = 1/(\sum_{1=i}^{S} p_i^2)$$

Dónde:

^1D= Es el orden de la diversidad (basado en el índice de Shannon)

^2D= Es el orden de la diversidad (basado en el índice de Simpson)

P_i= abundancia proporcional de la especie 1

H´= Diversidad de Shannon

Diversidad beta

Para evaluar la disimilitud en la composición de especies entre los estados de conservación de BTC y por temporadas, los datos se analizaron utilizando el método propuesto por Carvalho *et al*., (2012), el cual plantea dividir la diversidad beta total (B_{cc}) en dos componentes correspondientes a dos fenómenos biológicos distintos. Por un lado, el reemplazo de especies (B_{-3}) entendido como la sustitución de unas especies en un sitio por otras especies en otro sitio y por otro lado, la diferencia de riqueza de especies entre pares de estados de conservación de BTC (B_{rich}) entendida como la pérdida o ganancia de especies entre ambos lugares (Carvalho *et al*., (2012). Mediante esta aproximación es posible discriminar las causas de la diversidad beta y estimar su contribución relativa a la diferencia en la composición entre zonas. La diversidad beta total se calculó a través de la siguiente ecuación, dividiéndola en dos términos:

$$B_{CC} = b+c$$

$$\frac{}{a+b+c}$$

Considerando al reemplazo de especies como:

$$B_{-3} = \frac{2 \times \min(b,c)}{a+b+c}$$

Mientras que la diferencia de riqueza de especies en pares de sitio se calculó como:

$$B_{rich} = \frac{|b+c|}{a+b+c}$$

Donde **a** es el número de especies comunes en ambos fragmentos, **b** el número de especies exclusivas en el primer sitio, **c** es el número de especies exclusivas en el segundo sitio y **min (b, c)** es el número mínimo de especies exclusivas en un sitio. Los valores obtenidos a partir de estos análisis varían de 0 (cuando todas las especies están en ambos fragmentos), hasta 1 (cuando no se comparte ninguna especie entre fragmentos; Carvalho *et al*., 2012).

Diversidad gamma

La diversidad gamma se calculó a partir de los componentes alfa, beta y la dimensión espacial, con la fórmula de Schulter y Ricklefs (Moreno, 2001):

λ = Diversidad alfa promedio x diversidad beta x dimensión de la muestra.

Dónde:

Diversidad alfa promedio = Número promedio de especies en una comunidad.
Diversidad beta = Inverso de la dimensión específica, es decir, 1/número promedio de comunidades ocupadas por una especie.
Dimensión de la muestra = Número total de comunidades.

RESULTADOS

Composición herpetofaunística

Con base en 60 días efectivos de muestreo divididos en 10 salidas a los Municipios de Teotlalco, Huehuetlán el Chico, Jolalpan y Cohetzalá, los cuales comprenden parte de la Mixteca Baja Poblana, se obtuvieron 660 horas hombre empleadas en la búsqueda de anfibios y reptiles, registrando un total de 44 especies y 856 registros (Anexo 1). La herpetofauna estuvo compuesta por tres órdenes, 22 familias y 39 géneros (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de órdenes, familias, géneros y especies presentes en la Mixteca Baja Poblana.

	Familias	Géneros	Especies
Clase Amphibia			
Orden Anura	8	12	13
Clase Reptilia			
Orden Squamata			
Suborden Lacertilia	8	10	14
Suborden Serpentes	5	16	16
Orden Testudines	1	1	1
Total	22	39	44

De las ocho familias que integran el orden Anura en la región, la mejor representada fue Hylidae con cuatro especies, seguida de la familia Bufonidae con tres; Craugastoridae, Microhylidae, Ranidae y Scaphiopodidae con una sola especie (Anexo 1).

La clase Reptilia estuvo representada por 14 familias en la región, siendo Colubridae la mejor representada con 12 especies, seguida de Phrynosomatidae con cinco; en tercer lugar se encontró la familia Teiidae con tres especies y, por último, las familias Eublepharidae, Gekkonidae, Helodermatidae, Iguanidae, Polychrotidae, Scincidae, Boidae, Elapidae, Viperidae y Kinosternidae con una sola especie (Anexo 1).

Endemismos

Las especies presentes en la Mixteca Baja Poblana, representando el 17.8% de la herpetofauna de Puebla. De éstas, 28 son endémicas al país; lo que equivale para el grupo de anfibios el 3.17% y para el grupo de reptiles el 4.05% de la herpetofauna mexicana (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Parra *et al*., 2014; Anexo1). Solo una especie fue endémica al estado de Puebla (*Norops forbesi*), y con respecto a la Mixteca Poblana, no se encontraron especies endémicas.

Especies en la Norma Oficial Mexicana y UICN

Se identificaron 15 especies bajo alguna categoría de conservación en la NOM 059-SEMARNAT-2010, que equivalen al 34.09% del total de especies reportadas; 10 especies se encontraron bajo Protección Especial (Pr): un anuro, tres lacertilios, cinco serpientes y una tortuga. En la categoría Amenazada (A) se registraron cinco especies: cuatro de lacertilios y una serpiente (Anexo 1). Dentro de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, solo una especie se encuentra en peligro crítico *Incilius perplexus* y una no presenta datos suficientes para su evaluación de conservación (*Norops forbesi*; Anexo 1).

ANFIBIOS

Curva de acumulación global de especies de anfibios

Los modelos muestran que el inventario de anfibios de la Mixteca Baja Poblana es satisfactorio, debido a que el Boostrap arrojó una completitud del 86.32% con dos especies por registrar, y Chao 1 del 99.08% sin especies por registrar (Figura 3).

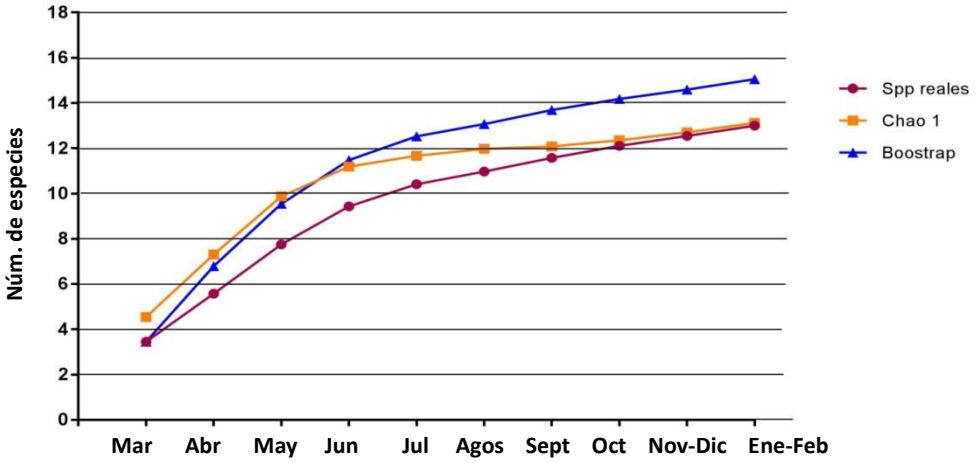


Figura 3. Curva de acumulación global de especies de anfibios en la Mixteca Baja Poblana.

Curva de acumulación por estados de conservación de BTC

Para los sitios conservados, se registraron nueve especies de anfibios y los modelos (Bootstrap y Chao 1) predicen que faltan tres y cuatro especies por registrar, respectivamente (Figura 4 A). En los sitios secundarios y perturbados se registraron nueve y siete especies respectivamente, en ambas sitios el estimador Boostrap predice que faltan dos especies por registrar, mientras que Chao 1 coincide con el número de especies registradas (Figura 4 B y 4 C).

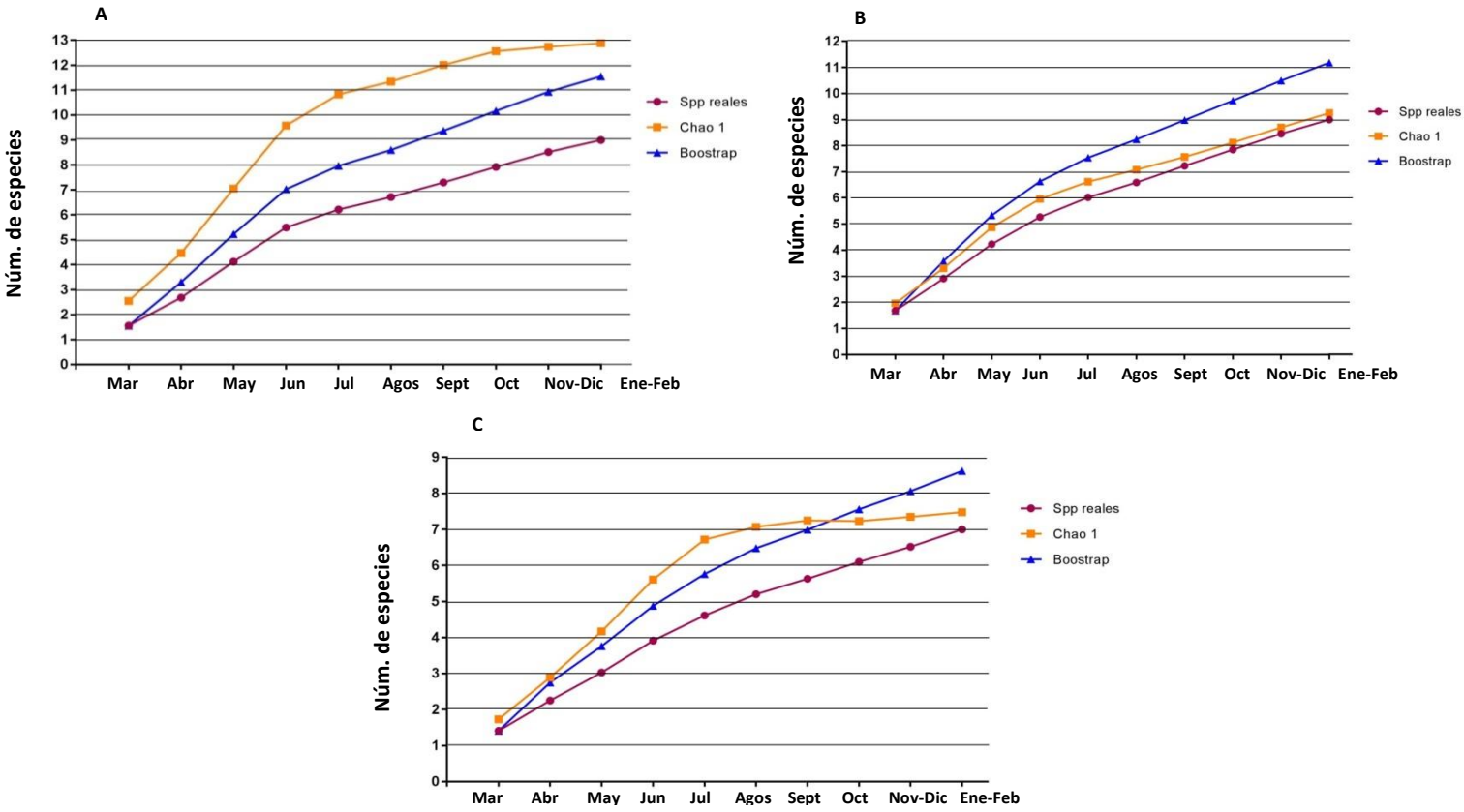


Figura 4. Curva de acumulación de especies de anfibios por estados de conservación de BTC. A= conservada, B= secundaria y C= perturbada.

Rango Abundancia global de anfibios

En este estudio se registraron 156 individuos de anfibios con una riqueza total de 13 especies. De acuerdo a la abundancia de éstas, se puede observar que *Eleutherodactylus nitidus*, *Tlalocohyla smithii, Smilisca baudinii, Incilius marmoreus* y *Dryophytes arenicolor* fueron las especies dominantes, mientras que *Craugastor rugulosus*, fue la especie más rara con un solo individuo (Figura 5).

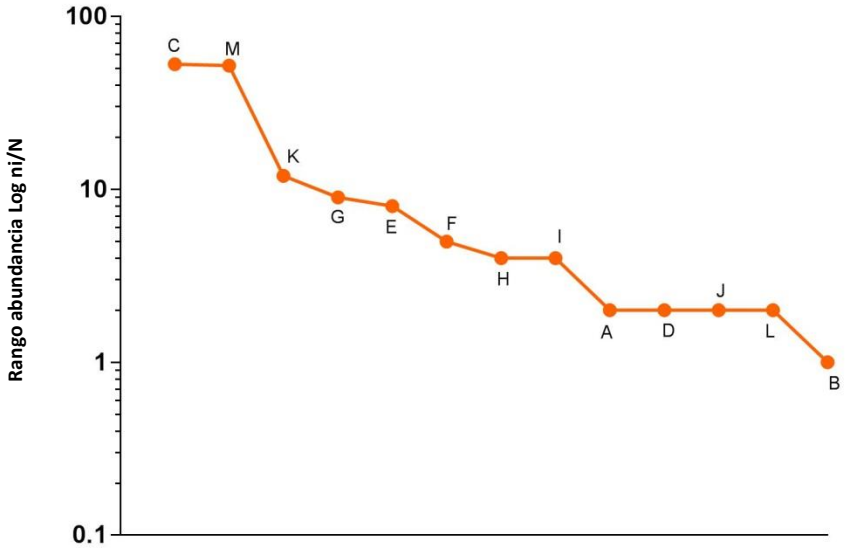


Figura 5. Curva de Rango Abundancia Global de Anfibios. A=*Agalychnis dacnicolor*, B= *Craugastor rugulosus,* C= *Eleutherodactylus nitidus,* D= *Exerodonta smaragdina,* E= *Dryophytes arenicolor,* F= *Hypopachus variolosus,* G= *Incilius marmoreus,* H= *Incilius perplexus,* I= *Lithobates zweifeli,* J= *Rhinella horribilis,* K= *Smilisca baudinii,* L= *Spea multiplicata,* M= *Tlalocohyla smithii.*

Rango Abundancia de anfibios por estados de conservación de BTC

Los sitios secundarios registraron la mayor abundancia con un total de 97 individuos pertenecientes a nueve especies, siendo *Tlalocohyla smithii* y *Eleutherodactylus nitidu* las más abundantes, mientras que *Exerodonta smaragdina, Hypopachus variolosus y Agalychnis dacnicolor* las que presentaron el menor número de individuos. Seguido de éstos, los sitios conservados registrando un total de 32 organismos pertenecientes a nueve especies, de ellas las más abundantes fueron *Eleutherodactylus nitidus* y *Dryophytes arenicolor*; en tanto que las especies menos abundantes fueron *Incilius marmoreus, Incilius perplexus, Tlalocohyla smithii* y *Agalychnis dacnicolor.* Por último, en los sitios perturbados se registró el menor número de individuos con un total de 27 individuos pertenecientes a siete especies, de las cuales *Eleutherodactylus nitidus* obtuvo una abundancia mayor, mientras que *Craugastor rugulosus* y *Dryophytes arenicolor* presentaron un menor número de individuos (Figura 6).

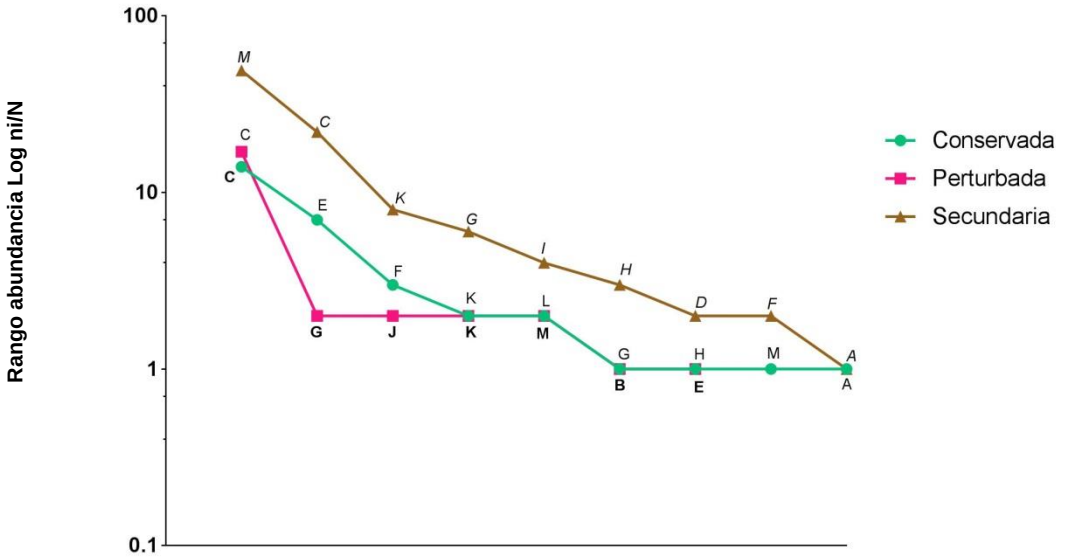


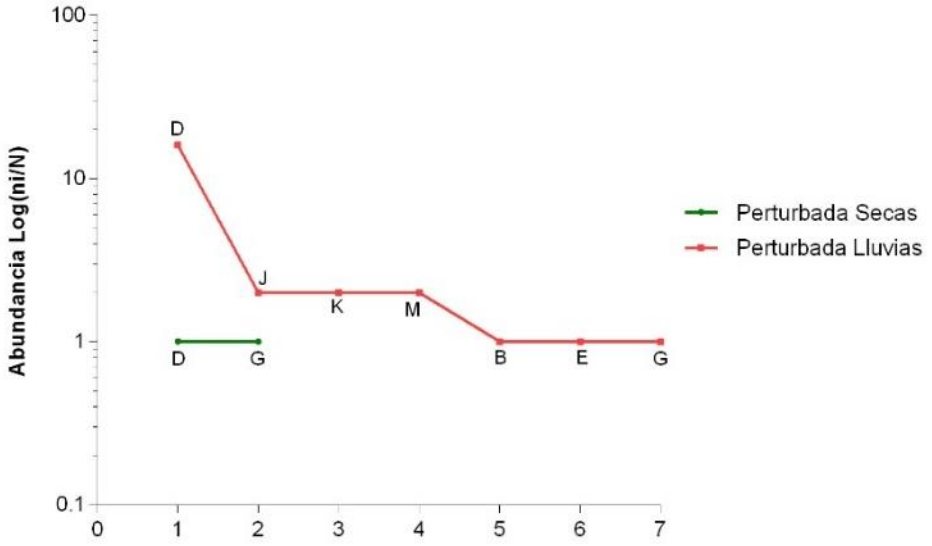
Figura 6. Curva Rango Abundancia de anfibios por estado de conservación de BTC. Las letras representan lo mismo que en la Figura 5.

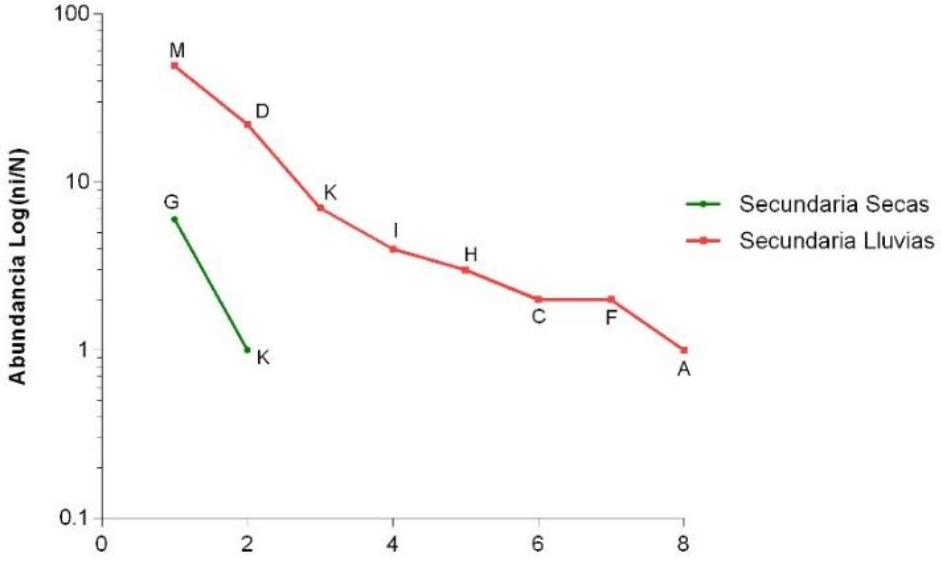
Rango Abundancia de anfibios por temporada

Se obtuvo una mayor abundancia y número de especies en la época de lluvias para los tres estados de conservación de BTC que en la época de secas. En la temporada de lluvias, se tiene que los sitios secundarios registraron un total de 90 individuos pertenecientes a ocho especies, de las cuales *Tlalocohyla smithii, Eleutherodactylus nitidus* y *Smilisca baudinii* fueron las más abundantes, mientras que, *Agalychnis dacnicolor, Exerodonta smaragdina* e *Hypopachus variolosus* fueron las que menos registros obtuvieron. Los sitios conservados registraron 30 individuos de ocho especies, donde *Eleutherodactylus nitidus* y *Dryophytes arenicolor* fueron las más abundantes y, *Agalychnis dacnicolor, Incilius perplexus* y *Tlalocohyla smithii* las más raras con solo un registro para cada una. Por último, en los sitios perturbados con el registro de 25 individuos y siete especies, se tiene a *E. nitidus* como la especie más abundante y *Craugastor rugulosus, D. arenicolor* e *I. marmoreus* como las menos abundantes (Figura 7).

Para la temporada de secas, los sitios conservados y perturbados presentaron dos especies con un individuo cada uno, mientras que los sitios secundarios,

presentaron dos especies pero con siete individuos en total, de los cuales *Incilius marmoreus* fue la especie más abundante para toda la temporada (Figura 7).





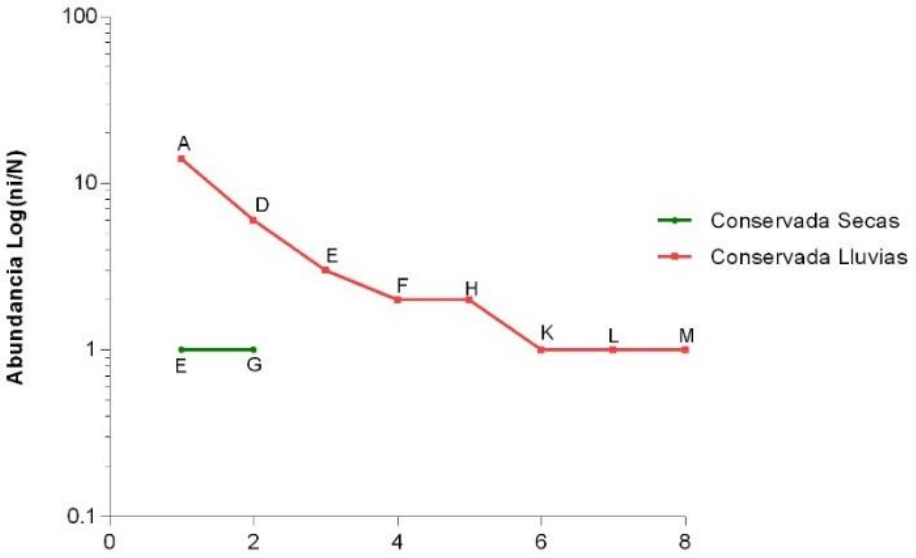


Figura 7. Curva de Rango Abundancia de anfibios por temporada. A=*Agalychnis dacnicolor*, B= *Craugastor rugulosus,* C= *Exerodonta smaragdina,* D= *Eleutherodactylus nitidus,* E= *Dryophytes arenicolor,* F= *Hypopachus variolosus,* G= *Incilius marmoreus,* H= *Incilius perplexus,* I= *Lithobates zweifeli,* J= *Rhinella horribilis,* K= *Smilisca baudinii,* L= *Spea multiplicata,* M= *Tlalocohyla smithii.*

Diversidad alfa por estados de conservación de BTC

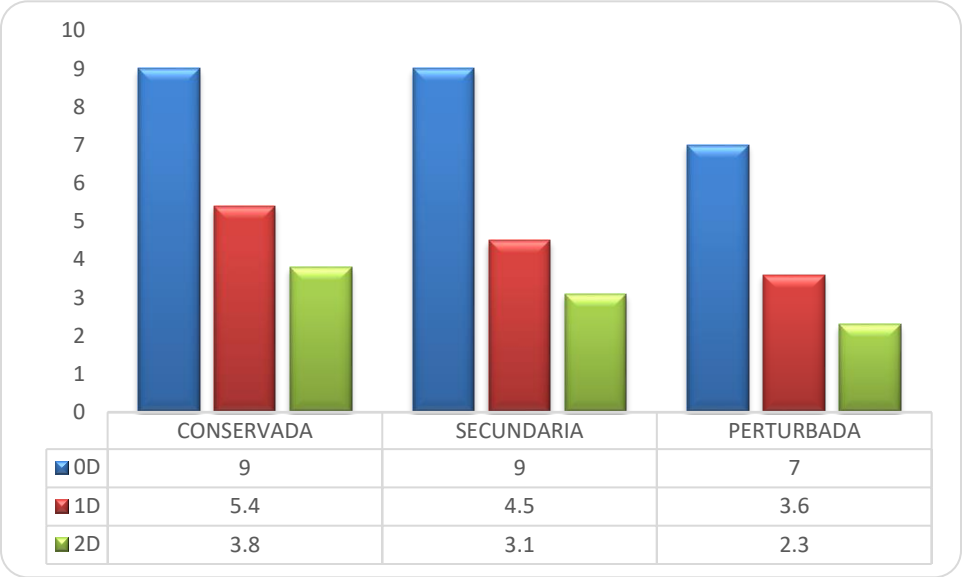
Tomando en cuenta los datos de abundancia durante todo el estudio**,** la riqueza (^{0}D) para los sitios conservados y secundarios fueron las más altas (nueves especies cada uno). Al incluir todos los géneros y sus abundancias relativas en la medida de diversidad ^{1}D para los sitios anteriormente señalados, se encontró que a pesar de que presentan la misma riqueza, los sitios conservados son claramente más diversos que los secundarios (^{1}D= 5.4 vs. 4.5).

Por último, la medida ^{2}D indicó que los tres sitios se tienen entre dos y tres especies dominantes (Figura 8). Con la medida de diversidad de orden 1 se encontró que los sitios conservados tiene una diversidad igual a la que tendría una comunidad virtual teórica de 5.4 especies efectivas, donde todas ellas tuvieran la misma abundancia. Por su parte, los sitios secundarios tuvieron una diversidad igual a la que tendría una comunidad de 4.5 especies y los perturbados tendrían 3.6 especies efectivas (Figura 8). Al expresar estas equivalencias, se obtiene que los sitios conservados son 1.2 más diversos que los secundarios y 1.5 más diversos que los perturbados

y por último, los sitios secundarios son 1.25 más diversos que los perturbados. Es decir, entre los sitios conservados y secundarios hay una diferencia del 16.6% en la diversidad, en comparación con los sitios conservados y perturbados esta diferencia en la diversidad fue mucho mayor (33%). Los sitios secundarios y perturbados la diferencia en la diversidad fue del 20%.

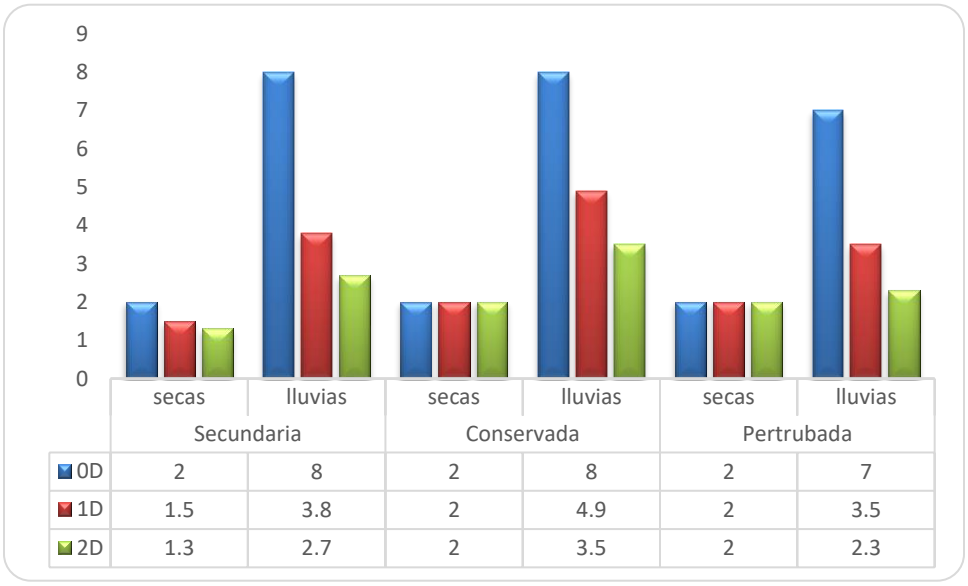
Diversidad alfa por temporadas

En la temporada de secas, los sitios conservados y perturbados arrojaron los valores más altos para los tres órdenes de diversidad, con una riqueza de dos especies para cada sitio. Tenemos que los sitios perturbados-secundarios y conservados-secundarios presentaron una diferencia del 25% en la diversidad y; los sitios conservados-perturbados no arrojaron diferencias en cuestión a su diversidad. Para el orden ^{2}D se tiene dos especies dominantes. En la época de lluvias, los sitios conservados obtuvieron los valores más altos para los tres órdenes, seguidos de los sitios secundarios y perturbados. Al comprar la diversidad entre los tres sitios se obtuvo que los conservados fueron 1.4 más diversos que los perturbados y 1.1 más diversos que los secundarios, por último, los sitios secundarios fueron 0.3 más diversos que los perturbados. Para el orden ^{2}D se tiene cuatro especies dominantes para los sitios conservados y tres para los secundarios y perturbados (Figura 9).



	CONSERVADA	SECUNDARIA	PERTURBADA
0D	9	9	7
1D	5.4	4.5	3.6
2D	3.8	3.1	2.3

Figura 8. Diversidad verdadera (^{0}D, ^{1}D y ^{2}D) de anfibios por estados de conservación de BTC en la Mixteca Baja Poblana.



	secas	lluvias	secas	lluvias	secas	lluvias
	Secundaria		Conservada		Pertrubada	
0D	2	8	2	8	2	7
1D	1.5	3.8	2	4.9	2	3.5
2D	1.3	2.7	2	3.5	2	2.3

Figura 9. Diversidad verdadera (^{0}D, ^{1}D y ^{2}D) de anfibios por temporada en la Mixteca Baja Poblana.

Diversidad Beta por estados de conservación de BTC

La disimilitud en la composición de especies entre los tres sitios fue moderado con un valor promedio de 0.52 (52%). La disimilitud mayor en la composición de especies se presentó en los pares de sitios secundario-perturbados con un valor del 66%, seguido de los sitios perturbados-conservados con el 54%, el valor más bajo lo presentaron los sitios secundario-conservado con el 36. En la Figura 10, se puede apreciar que el reemplazo de especies (B_{-3}) en las tres combinaciones contribuyó más a la diversidad beta total, siendo que los pares de sitios perturbados-conservados compartieron cinco especies, presentaron dos y cuatro especies exclusivas respectivamente; los pares de sitios secundarios-perturbados compartieron cuatro especies y presentaron cinco y tres especies exclusivas respectivamente. Por último, los pares de sitios secundarios-conservados compartieron siete especies con dos especies exclusivas para cada uno. Los tres sitios presentaron una riqueza específica muy similar, por lo tanto la diferencia de riqueza (Brich) fue muy baja o nula mostrando valores entre 0 y 0.1.

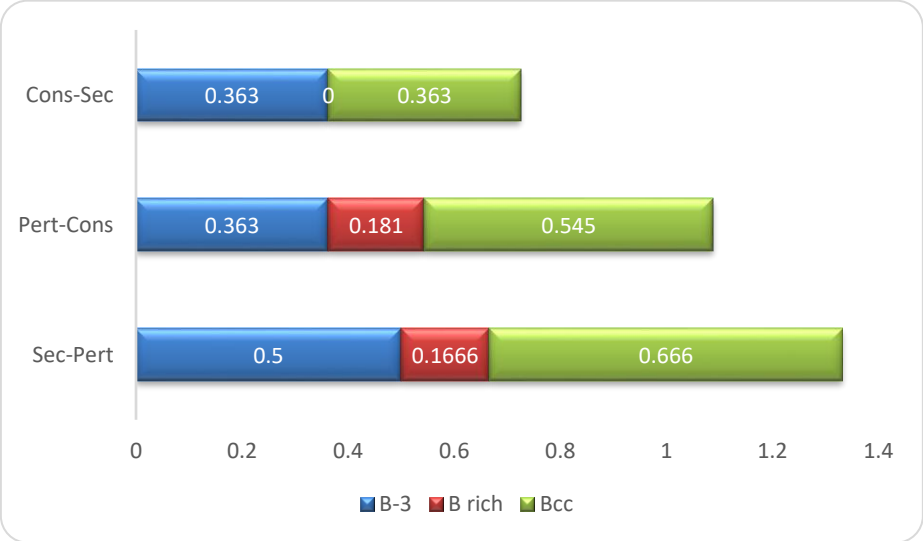


Figura 10. Diversidad beta por estados de conservación de BTC para anfibios en la Mixteca Baja Poblana. Se muestra la disimilitud total entre los pares sitios (B_{cc}), así como las proporciones debidas al reemplazo (B_{-3}) de especies y a la diferencia en la riqueza de especies (B_{rich}).

Diversidad Beta por temporada

La disimilitud en la composición de especies para la temporada húmeda tuvo un valor promedio del 59%. Los pares de sitios secundarios-perturbados obtuvieron los valores más altos (75%) siendo éstos los sitios más disimiles, seguidos de los perturbados-conservados (63%) y, por último, los conservados-secundarios 40%, Figura 11). En la temporada de secas, la diversidad beta total fue moderada con un promedio del 66% y todas las combinaciones de pares de sitios tuvieron los mismos valores. En la temporada de lluvias se registró el mayor número de especies exclusivas (cinco y dos especies como máximo y mínimo). La diversidad beta fue explicada en mayor medida por el reemplazo (Figura 11).

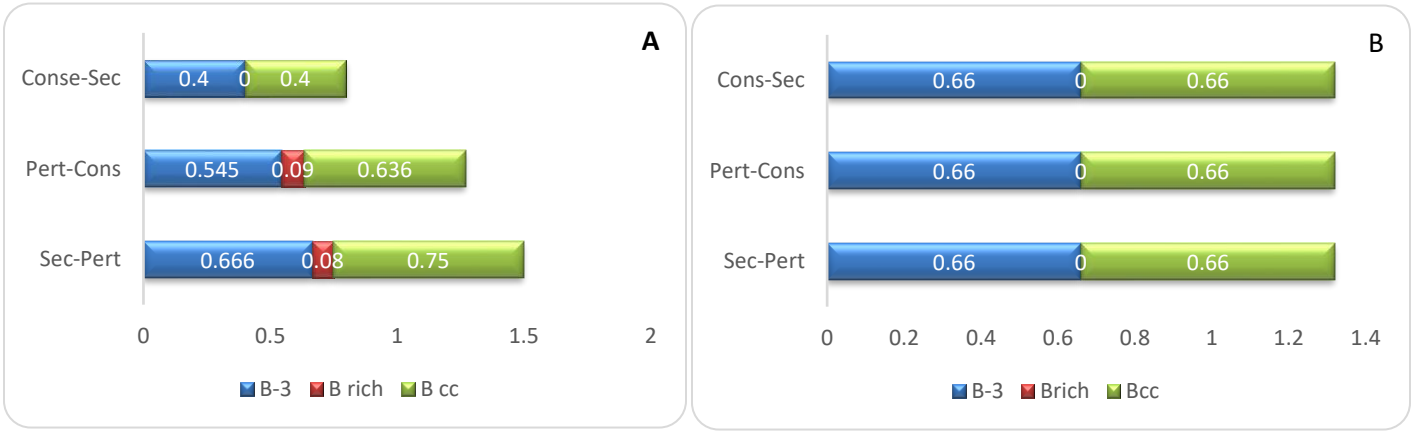


Figura 11. Diversidad beta de anfibios por temporadas entre los estados de conservación de BTC en la Mixteca Baja Poblana. A) Se muestra la disimilitud total en la temporada de lluvias (B_{cc}); B) Disimilitud total en la temporada de secas entre los pares de sitios. En cada figura se muestra los valores de las proporciones debidas al reemplazo de especies (B_{-3}) y la diferencia en la riqueza de especies (B_{rich}).

Diversidad gamma

La diversidad gamma estimada para la Mixteca Baja Poblana fue de 12.99 especies de anfibios (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diversidad Gamma de anfibios para la Mixteca Baja Poblana.

Alfa promedio	Beta	Núm. total comunidades	Gamma
8.33	**0.52**	**3**	**12.99**

REPTILES

Curva de acumulación global de especies de reptiles

De acuerdo con los modelos empleados, se tiene que la completitud del inventario de reptiles en la Mixteca Baja Poblana fue del 85.54% de acuerdo a Boostrap, y de 75.4% de acuerdo a Chao 1, con cinco y diez especies por registrar, respectivamente (Figura 12).

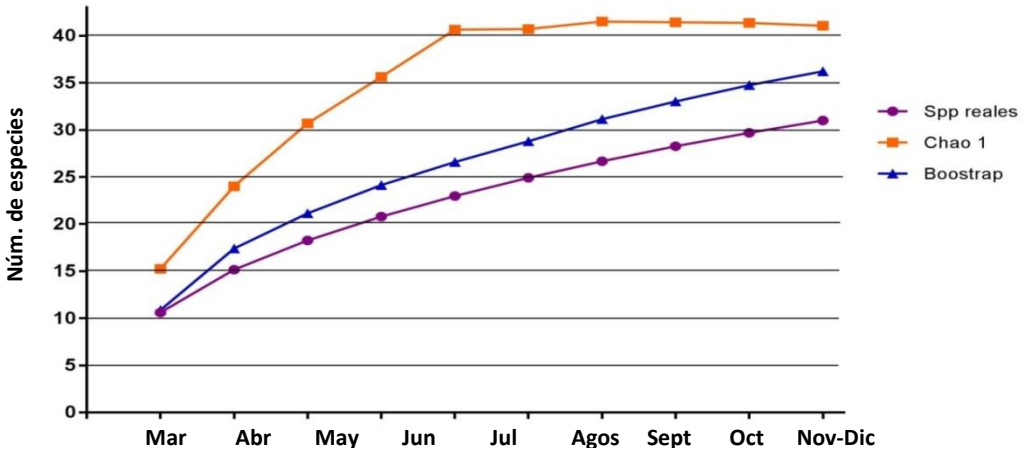


Figura 12. Curva de acumulación de especies total de reptiles de Mixteca Baja Poblana.

Curva de acumulación de especies de reptiles por estados de conservación de BTC

Los modelos empleados muestran que los sitios conservados presentaron la mayor completitud oscilando entre un 87.97% y 66.79% (Figura 13 A), seguida de los sitios secundarios con valores entre 85.10% y 67.42% (Figura 13 B), por último, los perturbados con valores entre 84.24% y 62.11% (Figura 13 C). Sin embargo, en ningún sitio se logró llegar a la asíntota, por lo tanto, no se obtuvo el total de las especies para la Mixteca Baja Poblana.

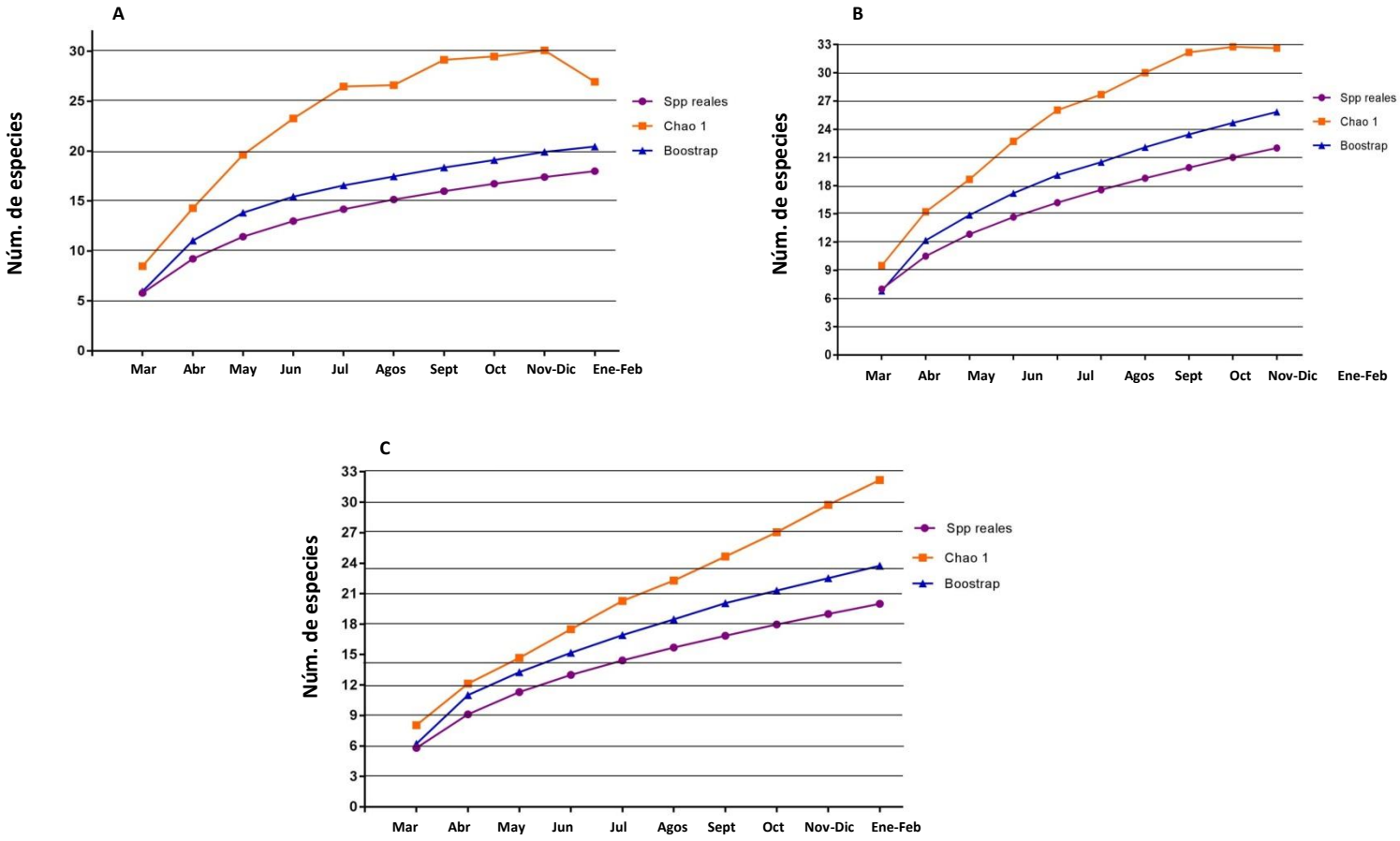


Figura 13. Curvas de acumulación de especie por estados de conservación de BTC. A= Conservada, B=Secundaria, C= Perturbada.

Rango Abundancia global de reptiles

Se registraron un total de 700 individuos pertenecientes a las 31 especies de reptiles de la Mixteca Baja Poblana. Las lagartijas *Sceloporus ochoterenae*, *Aspidoscelis costata* y *Aspidoscelis sackii* fueron las especies con mayor incidencia, mientras que *Heloderma horridum* y *Marisora unimarginata* obtuvieron el menor número de registros (Figura 14). En el grupo de las serpientes, se tiene que *Drymarchon melanurus* y *Pseudoleptodeira latifasciata* tuvieron mayor abundancia; mientras que *Crotalus culminatus, Drymobius margaritiferus, Enulius flavitorques, Leptodeira splendida, Senticolos triapsis, Trimorphodon tau, Tantilla calamarina, Imantodes gemmistratus y Masticophis mentovarius* fueron las especies con el menor número

de avistamientos en la zona. En el grupo de las tortugas solo se encontró una especie, *Kinosternan integrum* con dos individuos (Figura 15).

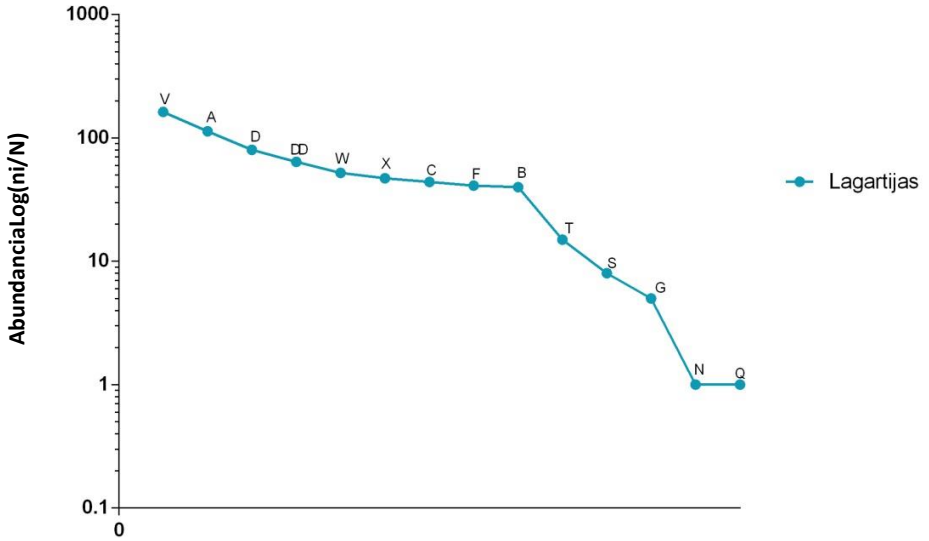


Figura 14. Curva Rango Abundancia Global de lagartijas. A= *Aspidoscelis costata*, B= *Aspidoscelis deppii*, C= *Norops forbesi*, D= *Aspidoscelis sacki*, F= *Ctenosaura pectinata*, G= *Coleonyx elegans*, N= *Heloderma horridum*, Q= *Marisora unimarginata,* S= *Phyllodactylus bordai*, T= *Phrynosoma braconnieri*, V= *Sceloporus ochoterenae*, W= *Sceloporus gadoviae*, X= *Sceloporus horridus*, DD= *Urusaurus bicarinatus*.

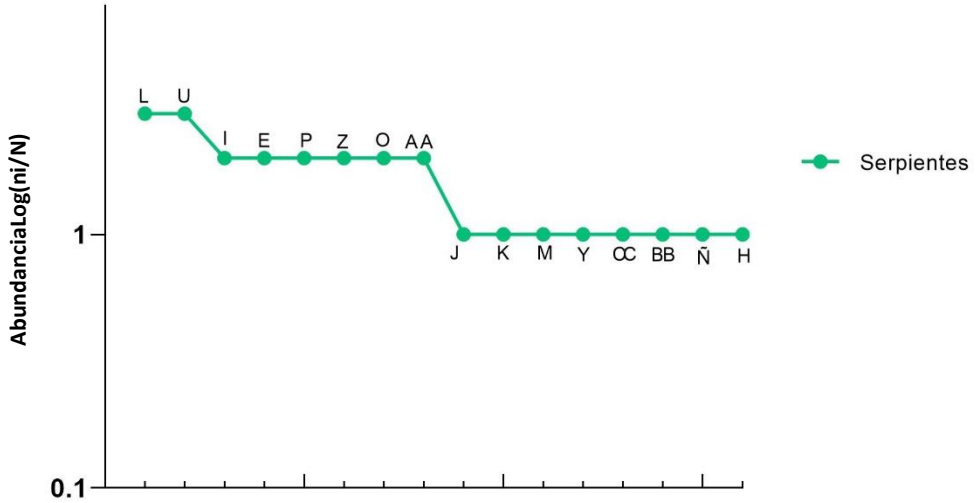


Figura 15. Curva Rango Abundancia Global de serpientes y tortugas. E= *Boa constrictor*, H= *Masticophis mentovarius,* I= *Conophis vittatus*, J= *Crotalus culminatus,* K= *Drymobius margaritiferus,* L= *Drymarchon melanurus,* M= *Enulius flavitorques,* Ñ= *Imantodes gemmistratus,* O= *Kinosternon integrum,* P= *Micrurus laticollaris,* R= *Leptodeira splendida,* U= *Pseudoleptodeira latifasciata,* Y= *Senticolis triaspis,* Z= *Sonora michoacanensis,* AA= *Salvadora mexicana,* BB= *Tantilla calamarina,* CC= *Trimorphodon tau.*

Rango Abundancia de reptiles por estados de conservación de BTC

Los sitios secundarios registraron la mayor abundancia de reptiles con un total de 264 individuos pertenecientes a 22 especies. Para el grupo de lagartijas se obtuvo una riqueza de 13 especies, de las cuales *Aspidoscelis costata, Sceloporus ochoterenae y Aspidoscelis sackii* presentaron mayor abundancia, mientras que *Marisora unimarginata y Phyllodactylus bordai* obtuvieron el menor número de registro (Figura 16). En serpientes hubo una riqueza de nueve especies y 11 individuos, siendo *Drymarchon melanurus, Micrurus laticollaris* y *Sonora michoacanensis* las más abundantes, mientras que *Boa constrictor, Conophis vitattus, Crotalus culminatus, Enulius flavitorques, Imantodes gemmistratus* y *Pseudoleptodeira latifasciata* presentaron una menor abundancia (Figura 17). En los sitios perturbados se registró un total de 254 individuos de 20 especies, para el grupo de las lagartijas se obtuvo una riqueza de 12 especies, de las cuales *Sceloporus ochoterenae, Aspidoscelis costata* y *Aspidoscelis sackii* fueron las especies con mayor abundancia, mientras que *Coleonyx elegans* y *Phyllodactylus bordai* las que tuvieron menos registros para este sitios (Figura 16). Para el grupo de las serpientes se tuvieron a siete especies con ocho individuos, de las cuales solo una fue la más abundante (*Boa constrictor*). En esta comunidad se registró a *Kinosternon integrum* con solo dos individuos. Por último, en los sitios conservados se registró un total de 182 individuos pertenecientes a 18 especies. En lagartijas se obtuvo una riqueza de 13 especies, de las cuales *Sceloporus ochoterenae, Aspidoscelis costata* y *Aspidoscelis deppii* tuvieron una abundancia mayor, mientras que *Heloderma horridum, Phyllodactylus bordai y Phrynosoma braconnieri* tuvieron una abundancia menor (Figura 16). En el caso de las serpientes, tenemos cinco especies que presentaron la misma abundancia (con un organismo para cada una): *Masticophis mentovarius, Leptodeira splendida, Senticolis triaspis, Salvadora mexicana* y *Tantilla calamarina*, (Figura 17).

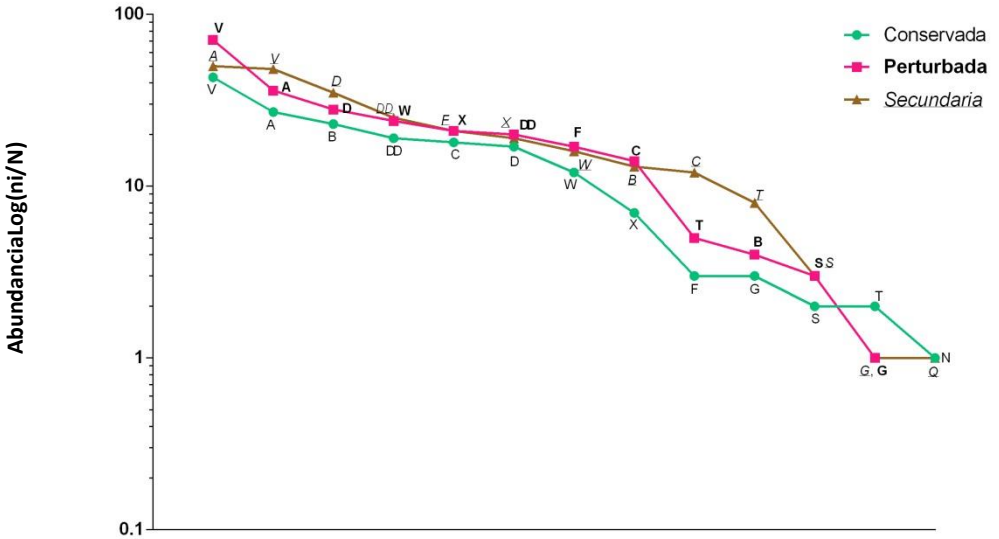


Figura 16. Curva Rango Abundancia de lagartijas por estados de conservación de BTC. A= *Aspidoscelis costata*, B= *Aspidoscelis deppi,* C= *Norops forbesi,* D= *Aspidoscelis sacki,* F= *Ctenosaura pectinata*, G= *Coloenyx elegans*, N= *Heloderma horridum*, Q= *Marisora unimarginata*, S= *Phyllodactylus bordai*, T= *Phrynosoma braconnieri*, V= *Sceloporus ochoterenae*, W= *Sceloporus gadoviae*, X= *Sceloporus horridus*, DD= Urusa*urus bicarinatus*.

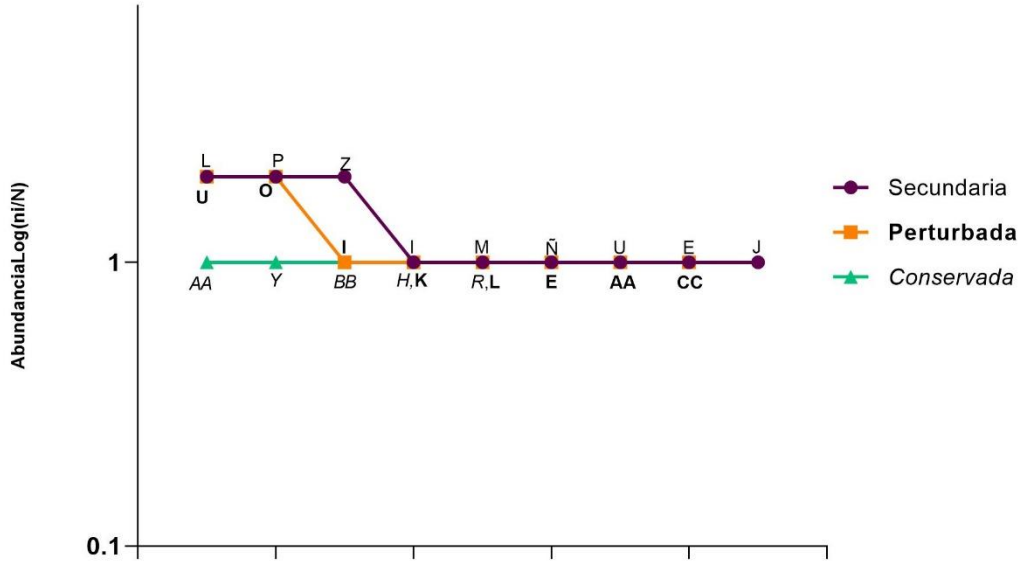


Figura 17. Curva Rango Abundancia de serpientes por estados de conservación de BTC. E= *Boa constrictor*, H= *Masticophis mentovarius*, I= *Conophis vitattus*, J= *Crotalus culminatus*, K= *Drymobius margaritiferus*, L= *Drymarchon melanurus*, M= *Enulius flavitorques*, Ñ= *Imantodes gemmistratus*, O=*Kinosternon integrum*, P= *Micrurus laticollaris*, R= *Leptoderia splendida*, U= *Pseudoleptodeira latifasciata*, Y= *Senticolis triaspis,* Z= *Sonora michoacanensis*, AA= *Salvadora mexicana*, BB= *Tantilla calamarina*, CC= *Trimorphodon tau*.

Rango Abundancia de reptiles por temporada

Se obtuvo una mayor abundancia de reptiles en la época de secas para los tres sitios. En esta temporada, los sitios perturbados presentaron una abundancia mínimamente mayor con 148 individuos y 11 especies (diez especies de lagartijas y una de serpientes); las especies de lagartijas con mayores abundancias fueron: *Sceloporus ochoterenae, Aspisdoscelis costata, Aspidoscelis sacki* y *Sceloporus gadoviae,* y la especie con el menor registro de abundancia fue *Phyllodactylus bordai* con un solo individuo (Figura 18 A). Para el grupo de serpientes, únicamente se registró a *Salvadora mexicana* con un individuo (Figura 18 A). El sitio que le prosigue en abundancias fue el secundario, con un registro menos que los perturbados, 147 individuos pero clasificados en 13 especies (diez especies de lagartijas y tres de serpientes); los grupos de lagartijas con más registros fueron: *Aspisdoscelis costata, Aspidoscelis sacki* y *Sceloporus ochoterenae* y la especie con menos registro fue *Phyllodactylus bordai* (Figura 18 B)*,* por último, del grupo de las serpientes, *Sonora michoacanensis* fue la especie con más abundancias con dos individuos (Figura 18 B). Los sitios conservados fueron los que presentaron una abundancia inferior con 113 individuos y 13 especies (diez especies para lagartijas y tres de serpientes); las lagartijas más abundantes fueron: *Sceloporus ochoterenae, Aspisdoscelis costata, Aspidoscelis deppii, Aspidoscelis sackii* y *Urusaurus bicarinatus* y la menos abundante con solo un registro fue *Phrynosoma braconnieri* (Figura 18 C)*;* en el grupo de las serpientes, todas las especies presentaron solo un registro, siendo éstas*: Crotalus culminatus, Leptodeira splendida y Senticolis triaspis* (Figura 18 C)*.*

En la temporada de lluvias, se tiene que los sitios secundarios registraron el mayor número de individuos con un total de 117 individuos pertenecientes a 18 especies; de las cuales 11 especies fueron lagartijas y seis serpientes. Dentro del grupo de lagartijas las especies con una mayor abundancia fueron: *Sceloporus ochoterenae, Aspidoscelis costata, Ctenosaura pectinata, Sceloporus gadoviae, Sceloporus horridus* y *Phrynosoma braconnieri*, mientras que, *Coleonyx elegans, Marisora unimarginata* y *Phyllodactylus bordai* fueron las que menos registros obtuvieron (Figura 18 B). El grupo de las serpientes en su mayoría tuvieron registros de una y

dos especie, siendo *Drymarchon melanurus* y *Micrurus laticollaris* las más abundantes (Figura 18 B). El siguiente sitio con mayor abundancia fue el perturbado con 106 individuos, 11 especies de lagartijas, seis de serpientes y una de tortugas. Para el grupo de las lagartijas, las especies más abundantes fueron: *Sceloporus ochoterenae, Ctenosaura pectinata, Sceloporus horridus, Urosaurus bicarinatus* y *Aspidoscelis costata* y las menos abundantes se tienen a *Aspidoscelis sackii*, *Phyllodactylus bordai* y *Coleonyx elegans* (Figura 18 A); para el grupo de las serpientes sucede lo mismo que en los sitios secundarios, con abundancias mínimas de uno o dos individuos, de los cuales, *Pseudoleptodeira latifasciata* fue la especie única con dos registros; para el grupo de las tortugas solo se registró una especie con dos individuos de *Kinosternon integrum* (Figura 18 A). Por último, los sitios conservados fueron los que registraron la menor abundancia con 69 individuos; 13 especies de lagartijas y dos de serpientes. En el grupo de las lagartijas, las especies más abundantes fueron: *Sceloporus ochoterenae, Norops forbesi, Urosaurus bicarinatus y Aspidoscelis deppii,* mientras las que menos registros obtuvieron fueron: *Aspidoscelis costata, Ctenosaura pectinata, Phrynosoma braconnieri y Heloderma horridum* (Figura 18 C). El grupo de las serpientes obtuvo registros de solo un individuo para estas dos especies: *Salvadora mexicana* y *Tantilla calamarina* (Figura 18 C).

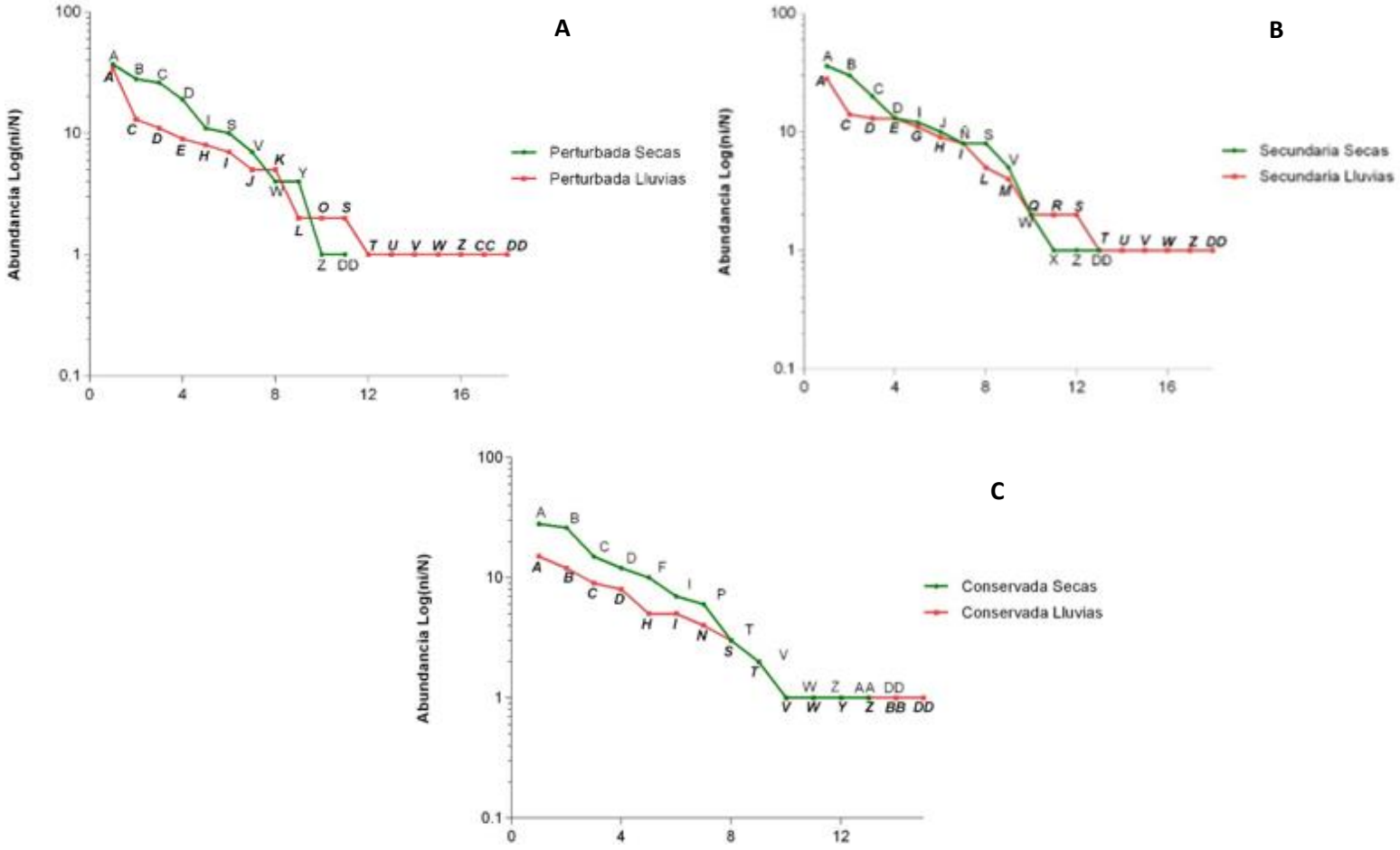


Figura 18. Curva Rango Abundancia de reptiles por temporada. A= *Aspidoscelis costata*, B= *Aspidoscelis deppi*, C= *Norops forbesi*, D= *Aspidoscelis sacki*, E= *Boa constrictor, F= Masticophis mentovarius, G= Crotalus culminatus, H= Coleonyx elegans, I= Ctenosaura pectinata, J= Conophis vitattus,* K= *Drymobius margaritiferus,* L= *Drymarchon melanurus*, M= *Enulius flavitorques, N= Heloderma horridum,* Ñ= *Imantodes gemmistratus, O= Kinosternon integrum,* P= *Leptoderia splendida, Q= Micrurus laticollaris,* R= Marisora unimarginata*, S= Phyllodactylus bordai, T= Phrynosoma braconnieri,* U= *Pseudoleptodeira latifasciata,V= Sceloporus gadoviae, W= Sceloporus horridus, X= Sonora michoacanensis,* Y= *Salvadora mexican, Z= Sceloporus ochoterenae, AA= Senticolis triaspis,* BB= *Tantilla calamarina*, CC= *Trimorphodon tau, DD= Urusaurus bicarinatus*.

Diversidad alfa por estados de conservación de BTC

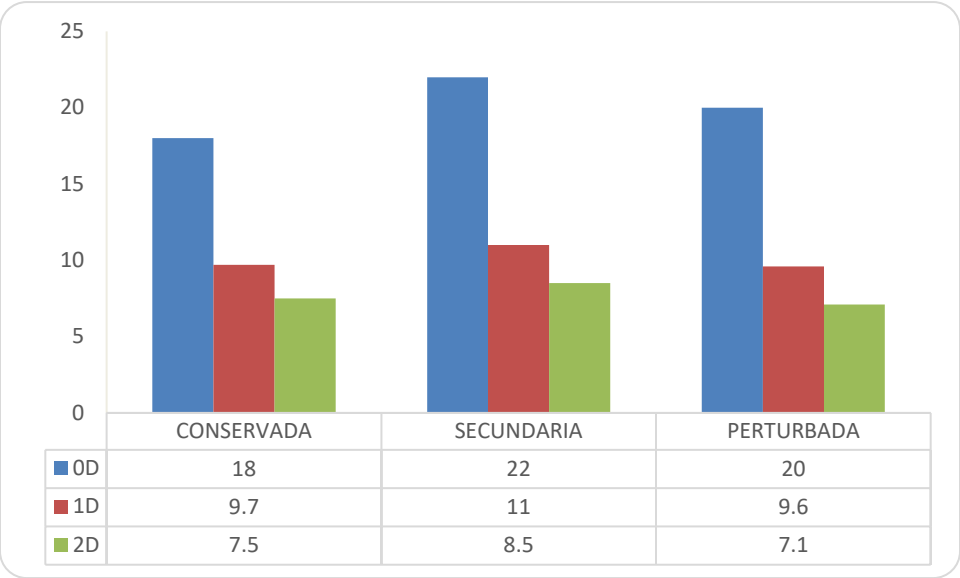
Para los tres órdenes de diversidad, los sitios secundarios obtuvieron los valores más altos con una riqueza de 22 especies, seguido por los sitios perturbados y conservados (20 y 18 respectivamente). Para el orden ^{1}D, se tienen 1.1 especies más diversa entre los secundarios-conservados y secundarios-conservados, con una diferencia del 11.8% y 12.7% de la diversidad respectivamente, mientras que

los sitios conservados-perturbados la diferencia de diversidad fue muy mínima, teniendo el 1.03% de la diversidad. Para el orden ^{2}D la menor diversidad fue para los sitios perturbados, seguidos de los conservados, encontrándose entre siete y ocho especies dominantes respectivamente, los sitios secundarios presentaron nueve especies dominantes (Figura 19).

Diversidad alfa por temporadas

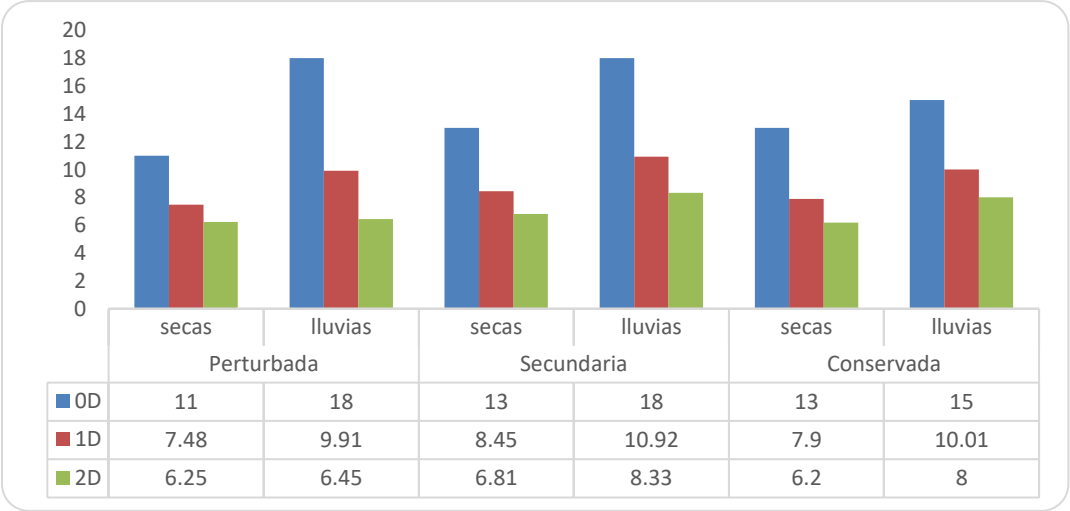
En la temporada de lluvias se registró la mayor diversidad en sus tres órdenes, teniendo que en esta época los sitios secundarios fueron los más ricos con 18 especies (^{0}D). Los valores de diversidad de orden ^{1}D fueron muy similares entre los tres sitios siendo los secundarios 0.9 más diversos con respecto a los conservados, con una diferencia de diversidad del 8.3% y con los sitios perturbados 1.01 más diversa con el 9.24% de diferencia de diversidad, por último, entre los sitios conservados y perturbados la diferencia en su diversidad fue mínima con menos del 1% en la diversidad. Para el orden ^{2}D los sitios secundarios y conservados presentaron ocho especies dominantes y seis para los perturbados (Figura 20).

En la temporada de secas, los sitios secundarios y conservados fueron los más diversos para el orden ^{0}D con 13 especies. Para el orden ^{1}D nuevamente los sitios secundarios fueron ligeramente más diversos, seguido de los conservados presentando 0.5 especies más diversas y con una diferencia en la diversidad del 6.5%. Entre los sitios secundarios y perturbados la diferencia en la diversidad fue del 11.47%, por último, los valores de diversidad entre los sitios conservados y perturbados fueron muy similares, registrando una diferencia de diversidad del 5.31% siendo los sitios conservados 0.4 más diversa que los perturbados. En el orden ^{2}D los sitios secundarios además de ser los más diversos presentaron ocho especies dominantes (Figura 20).



	CONSERVADA	SECUNDARIA	PERTURBADA
0D	18	22	20
1D	9.7	11	9.6
2D	7.5	8.5	7.1

Figura 19. Diversidad verdadera (^{0}D, ^{1}D y ^{2}D) de reptiles por estados de conservación de BTC en la Mixteca Baja Poblana.



	Perturbada		Secundaria		Conservada	
	secas	lluvias	secas	lluvias	secas	lluvias
0D	11	18	13	18	13	15
1D	7.48	9.91	8.45	10.92	7.9	10.01
2D	6.25	6.45	6.81	8.33	6.2	8

Figura 20. Diversidad verdadera (^{0}D, ^{1}D y ^{2}D) de reptiles por temporada en la Mixteca Baja Poblana.

Diversidad Beta por estados de conservación de BTC

La disimilitud en la composición de especies entre los tres sitios fue regular, con un promedio de 0.47 (47%), siendo los pares de sitios conservados-secundarios los que presentaron una disimilitud más alta con el 57% y el valor más bajo fue para los sitios secundarios-perturbados con el 38%. Se observó que la diversidad beta fue explicada por su reemplazo de especies, obteniendo valores que oscilan entre 0.3

y 0.4 (Figura 21). Los sitios conservados-secundarios fueron los que presentaron un mayor número de especies exclusivas (10 y seis respectivamente). Debido a que la riqueza de especies fue muy similar, los valores de B_{rich} para las tres combinaciones fue casi nulo (Figura 21).

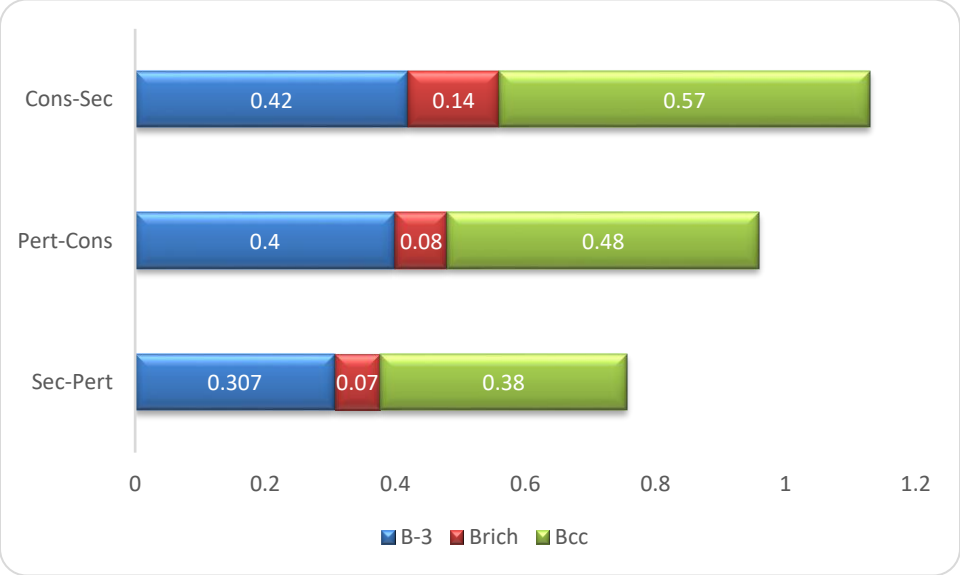
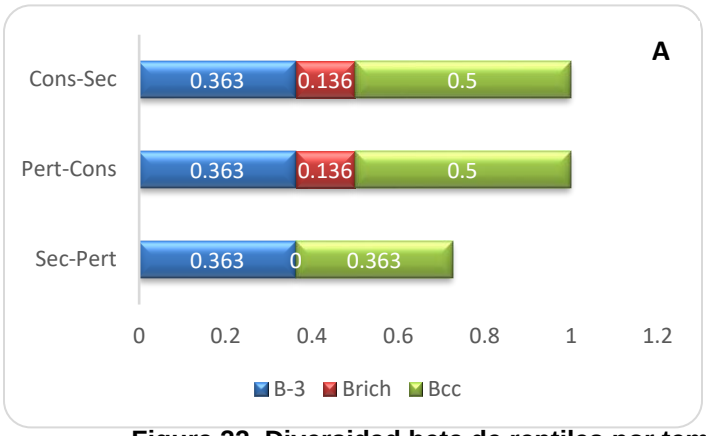


Figura 21. Disimilitud en la composición de especies de reptiles entre los estados de conservación de BTC en la Mixteca Baja Poblana (B_{cc}). Se muestra la disimilitud total entre los pares de sitios, así como las proporciones debidas al reemplazo de especies (B_{-3}) y a la diferencia en la riqueza de especies (B_{rich}).

Diversidad Beta por temporada

La disimilitud para la temporada húmeda tuvo un valor promedio del 45%, los sitios perturbados-conservados y conservados-secundarios obtuvieron los valores más altos (B_{cc}= 0.5, Figura 22). En la temporada de secas, la disimilitud fue del 38% y los sitios conservados-secundarios y perturbados-secundarios obteniendo valores del 40% (B_{cc}= 0.4, Figura 22). En ambas temporadas, la diversidad beta fue explicada por el reemplazo de especies en el cual en la época de lluvias se registró el mayor número de especies exclusivas (siete y cuatro como máximo y mínimo) para las diferentes combinaciones de los sitios.



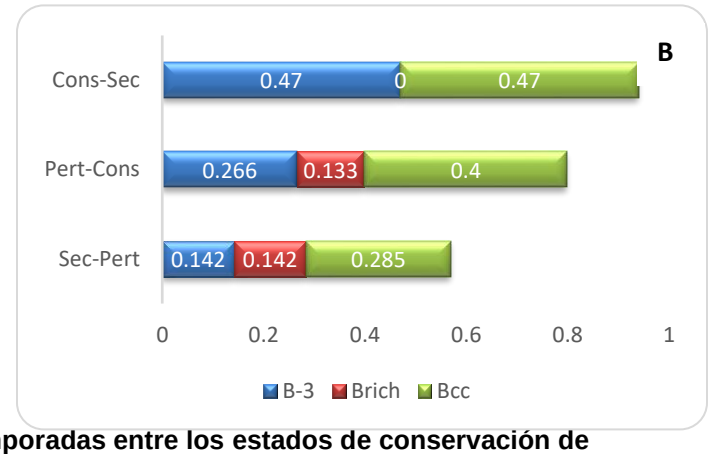


Figura 22. Diversidad beta de reptiles por temporadas entre los estados de conservación de BTC en la Mixteca Baja Poblana. A) Se muestra la disimilitud total en la temporada de lluvias (B_{cc}); B) Disimilitud total en la temporada de secas entre los pares de fragmentos. En cada figura se muestra los valores de las proporciones debidas al reemplazo de especies (B_{-3}) y la diferencia en la riqueza de especies (B_{rich}).

Diversidad gamma

La diversidad gamma estimada para reptiles en la Mixteca Baja Poblana fue de 31.56 especies (Cuadro 3).

Cuadro3. Diversidad Gamma de reptiles en la Mixteca Baja Poblana.

Alfa promedio	Beta	Núm. total comunidades	Gamma
20	**0.52**	**3**	**31.56**

DISCUSIÓN

Composición de la herpetofauna

La composición de la herpetofauna en la Región la Mixteca Baja Poblana está representada por 44 especies, que equivale al 17.8% de las especies registradas para el estado de Puebla (Gutiérrez-Mayén *et al*., 2011). Al comparar la riqueza herpetofaunística con otras zonas de la mixteca poblana como en el municipio de Huehuetlán el Chico, Aurioles *et al.,* (2000) registraron 27 especies de anfibios y reptiles; Chacón-Aguayo *et al*., (2002) consideran 32 especies para la localidad de Tlaucingo, Puebla y Maceda-Cruz (2005) registró 33 especies para Chiautla de Tapia; estas diferencias en el número de especies pueden deberse a que en este estudio se abarcaron cuatro municipios de la Mixteca y no solo uno como los trabajos antes mencionados.

En comparación con el trabajo más actualizado y el cual abarca toda la Mixteca Poblana, tenemos que García-Vázquez *et al*., (2006) registraron 64 especies de anfibios y reptiles con respecto a las 44 especies registradas para este trabajo, lo cual se estima que faltaron por registrar 19 especies de herpetozoos. Esta diferencia de registros pudo deberse a que los autores abarcaron un mayor número de municipios (17 municipios) y la recolección de datos fue durante cinco años a diferencia de un año de muestro para este trabajo.

Entre las especies que faltaron por registrar en su mayoría fueron serpientes (12 especies) y dentro de *ellas, Coniophanes melanocephalus* por ejemplo, presenta una distribución restringida a Izúcar de Matamoros en Puebla, Cuernavaca, Morelos, Puente de Ixtla, Morelos y Taretan, Michoacán, quedando estos sitios fuera del área de estudio (Pavón-Vázquez *et al*., 2014). Particularmente, el grupo de las serpientes al ser organismos con hábitos crípticos y la mayoría de veces huidizos las hacen imperceptibles a la búsqueda por encuentro visual (Carvajal-Cogollo y Urbina- Cardona, 2008), ya que la mayoría de las especies faltantes presentan distribuciones amplias.

Dentro del grupo de las lagartijas, faltaron por registrar cuatro especies, de las cuales, *Barisia imbricata* pudo no ser observada en los fragmentos de muestreo debido a que se tiene documentado que su rango de distribución se encuentra entre los 2,100 a 4,000 msnm (Guillete y Smith, 1982), y en ningún sitio para este estudio se presentaron esas altitudes. Por último, en el grupo de los anfibios, faltaron tres especies por ser observadas en donde, por ejemplo, *Lithobates spectabilis* la cual presenta una distribución en bosques de coníferas y zonas xéricas con matorral (Flores-Villela y Geréz, 1994), tipo de vegetación no encontrada en los fragmentos de muestro. Sin embargo, y de acuerdo con la lista de herpetofauna para Mixteca Poblana, se tiene un nuevo registro de serpiente, *Drymobius margaritiferus* para el municipio de Huehuetlán el Chico, con este registro se refuerza la hipótesis de que la Mixteca Poblana es una región que necesita más estudios básicos en cuanto su diversidad de herpetozoos.

Endemismos

El Bosque Tropical Caducifolio es un tipo de vegetación de gran importancia por su alta diversidad y número de endemismos (Challenger, 1998), albergando un 40% de especies de plantas (Rzedowski 1998), donde para una fracción conservada de La Reserva de la Biosfera de la Sierra de Huautla, Morelos (REBIOSH), se registraron 74 especies de mariposa diurnas, nueve especies de mamíferos y 10 especies de aves endémicas a México (Arias *et al.,* 2002).

La herpetofauna no es la excepción y para este trabajo se cuenta con 28 especies endémicas al país (ocho anfibios y 20 reptiles), representando el 3.17% de anfibios y el 4.09% de reptiles endémicos; esto se debe a que la mayoría de los taxa reportados son exclusivos de la Cuenca del Balsas, que es una región con características naturales y específicas (orográficas, climáticas y de vegetación; Flores-Villela y Geréz, 1994; Ramírez- Bautista, 1994 y Castro-Franco y Bustos, 2003). Únicamente se registró a *Norops forbersi* como especie endémica a Puebla, sin embargo, es poca la información que se tiene con respecto a la distribución de esta especie (Flores-Villela y Rubio-Pérez, 2008).

Conservación (NOM-059 y Lista Roja de la UICN)

Las especies que se encuentran en alguna situación de riesgo posiblemente sea por factores que inciden negativamente en su viabilidad, como el deterioro y modificación del hábitat, la expansión urbana, el cambio de suelo para aprovechamiento agrícola y ganadera, el uso inadecuado de recursos, la contaminación de fuentes de agua, por la caza clandestina o porque la gente las mata indistintamente al considerarlas venenosas o nocivas para su ganado y al mismo tiempo para conseguir su piel y carne (Angulo *et al*., 2006; García-Bernal, 2009).

El 36.04 % de la herpetofauna de la Mixteca Baja Poblana se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; de las cuales cinco se encuentran como amenazadas (*Norops forbsi, Ctenosaura pectinata, Coleonyx elegans, Boa constrictor* y *Heloderma horridum*). En cambio, en la lista roja de la UICN (2018) la especie (*Incilius perplexus*) requiere medidas de protección, debido a que su ocurrencia es menor a 5,000 km^2 y sus poblaciones se encuentran en decremento, considerando rara su observación (Santos-Barrera y Canseco-Márquez, 2004), y una especie (*Norops forbesi*) se encuentra como con datos insuficientes debido a los continuos problemas de su taxonomía, así como la ausencia de información reciente sobre su extensión de ocurrencia, estado de población y requisitos ecológicos (Flores-Villa y Canseco-Márquez, 2007). Por último, el 88.63% de las especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor en la NOM-059. Lo anterior muestra que los bosques tropicales resguardan un porcentaje considerable de especies bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059 y UICN debido a que se caracterizan por su importancia en términos de riqueza de especies y endemismos (Trejo y Dirzo, 2000; Trejo, 2010), en este caso de anfibios y reptiles de México.

Anfibios

Curva de acumulación

Un aspecto importante que se debe tomar en cuenta, es que los modelos solo hacen una predicción del número total de especies probables en la zona, por lo que, pueden llegar a sobreestimar la riqueza de especies (Herrera-Balcázar, 2014). Si bien sirven como un referente para determinar que tan bien se ha muestreado el área de estudio, siempre cabe la posibilidad de que ciertas especies escapen al registro (Soberón y Llorente, 1993).

De acuerdo con el modelo Boostrap, la curva de acumulación global de anfibios indica que falta por registrar dos especies. Cotejando estos resultados con la lista de especies de anfibios de García-Vázquez *et al*., (2006), las especies posiblemente serían: *Incilius occidentalis, Craugastor augusti o Lithobates spectabilis,* las cuales de acuerdo a los mapas de distribución para la Mixteca se encuentran cerca de los fragmentos donde se realizó el trabajo.

En el análisis por estados de conservación de BTC, los sitios conservados para ambos modelos indicaron que faltaron por registrar el mayor número de anfibios (tres especies con Boostrap y cuatro con Chao 1); estas especies podrían ser *Craugastor augusti* y *Lithobates spectablis* debido a que fueron las especies faltantes en la lista de anfibios que ya se tiene publicada para la región (García-Vázquez *et al*., 2006), además, por ser los sitios más conservados, la visibilidad de estos organismo pudo verse afectada por la cantidad de cobertura vegetal y microhábitat disponibles. Para los sitios secundarios y perturbados el modelo de Boostrap predice que falta por registrar dos especies de anfibios, mientras que con el modelo de Chao 1 hubo una completitud en los registros de anfibiofauna. Las especies que faltaron por registrar pudieran ser organismos de amplio espectro, así como generalistas ecológicos y los cuales se pueden encontrar en una amplia variedad de hábitats y microhábitas, en áreas alteradas y bosques abiertos tales como: *Incilius occidentalis, Hypopachus variolosus, Agaylnchnis dacnicolor y Spea multiplicata* (Nelson, 1974; Santos-Barrera, 2014). Debido a la escasa ubicación de

charcas o ríos cerca de los sitios de muestreo, el avistamiento de anfibios llegó a dificultarse, por lo que, el implemento de trampas de caída pudo haber sido una buena herramienta para la captura de especies de hábitos nocturnos entre los diferentes sitios y así aumentar el número de especies.

Rango de abundancia

El resultado de este parámetro mostró marcadas diferencias en las abundancias de las especies de anfibios; algunas fueron muy abundantes y en otras se registraron pocos individuos, lo que coincide con Heatwole (1982), quien menciona que en comunidades herpetofaunísticas hay una o pocas especies que son demasiado abundantes y constituyen la mayor proporción del total de individuos, mientras que las especies restantes son raras o poco comunes.

En la Mixteca Baja Poblana, *Eleutherodactylus nitidus* fue la especie más abundante por estados de conservación de BTC y por temporada (lluvias), estos resultados coinciden con trabajos como los de García Bernal (2009) y Herrera-Balcazár (2014); además Gutiérrez- Mayén (2001) menciona que en los meses de agosto y septiembre se halla el mayor número de crías de estas especies, coincidiendo con los meses con mayor registro. Particularmente, *Tlalocohyla smithii* fue la segunda especie con mayor número de individuos, en los sitios secundarios se llegó a registrar el mayor número de individuos en un jagüey en los meses de lluvia lo cual concuerda con lo establecido por Lee (2000), quien asegura que la reproducción de esta rana en la cuenca de las Balsas se da entre los meses de junio y agosto. Por último, *Smislisca baudinii* quedó en tercer lugar con el mayor número de individuos registrados en los sitios secundaris; su abundancia pudo deberse a que esta rana abarca áreas extensas en la estación de lluvias y se agregan cerca de charcas temporales o jagüeyes permanentes (Lemos y Smith, 2007 citado en García Bernal, 2009). La especie menos abundante fue *Craugastor rugulosus* con un solo individuo, esto puede deberse a que esta especie resulta poco común en bosques tropicales caducifolios ya que la fragmentación, la deforestación y la desecación del hábitat son amenazas importantes y requieren de hábitats húmedos para sobrevivir (Santos-Barrera y Parra-Olea. 2004).

Las gráficas de rango abundancia para la temporada seca arrojó que *Incilius marmoreus* fue la especie más abundante en la zona secundaria, probablemente a que en estas zonas pudieran existir condiciones favorables para su desarrollo y sobrevivencia ante condiciones de recursos limitantes de un bosque tropical.

Riqueza (Diversidad de orden ^{0}D)

La riqueza de especies por estados de conservación de BTC fue igual para los sitios secundarios y conservados, mientras que por temporada fue mayor para la época de lluvias. La igualdad de riqueza de anfibios puede deberse a que las características del bosque tropical secundario son semejantes a uno conservado por presentar condiciones favorables de humedad, cobertura vegetal y presencia de cuerpos de agua (Suarzo-Ortuño, 2009). Además, se ha registrado que los anfibios prefieren los bosques con vegetación secundaria porque el estrato arbóreo es más denso y húmedo protegiendo a los anfibios de la pérdida de agua (Castro-Gálvez, 2011). Algunos autores predicen que la riqueza de especies en bosques de regeneración puede llegar a ser similar a la de bosques maduros (Dunn 2004), por lo que la distribución de la herpetofauna en los tipos de vegetación indica la necesidad de conservar el mosaico de hábitats (Martin-Regalado *et al.*, 2011).

Un patrón similar ocurrió en la temporada de lluvias, donde los sitios secundarios y conservados registraron la riqueza más alta en comparación con los sitios perturbados, coincidiendo con el trabajo de Suarzo-Ortuño, 2009 en la que en sitios secundarios y conservados, los anfibios presentan una mayor diversidad. En la temporada de secas, los tres sitos presentaron el mismo número de especie, sin embargo, en esta temporada se registró el menor número de especies lo cual pudiera deberse a que los anfibios tienden a estar restringidos por las condiciones de precipitación y, la estacionalidad juega un papel importante en cuanto a su riqueza (Porter, 1972, Hernández, 1989), por lo que es de esperar encontrar una amplia diferencia en la riqueza de especies de anfibios entre temporadas, además, la humedad determina la abundancia o escasez de alimento así como la época propicia para el apareamiento de las especies (Vargas-SantaMaría, 1998).

El bosque tropical caducifolio es un ambiente único, característico por su gran diversidad de flora y fauna, y las especies que en ella habitan presentan una serie de adaptaciones peculiares para enfrentar los cambios estacionales (Ceballos y García, 1996); por ejemplo, se ha observado una disminución de la actividad diurna en el género de *Incilius,* en lugares que se vuelven cada vez más secos, *Eleutherodactylus nitidus* y *Spea multiplicata* permanecen enterrados hasta la época de lluvias (Cabrera-Espinosa, 2000).

Diversidad Verdadera (^{1}D y ^{2}D)

El valor de diversidad indica la relación que se establece entre la cantidad de especies y la abundancia que ellas presentan en una comunidad (Halffter y Moreno, 2005). Por ello, el orden ^{1}D es donde todas las especies son incluidas con un peso exactamente proporcional a su abundancia (Jost, 2006, Moreno *et al.,* 2011) y de acuerdo a los resultados por estados de conservación de BTC, los sitios conservados obtuvieron los valores más altos, mientras que los perturbados los más bajos, con una diferencia de diversidad del 33%. De acuerdo a estos valores, todas las especies que se encuentran en los sitios conservados tienen una abundancia proporcionalmente igual para los sitios perturbados, pero con respecto al número de especies que registraron, el número de especies efectivas fue mayor en sitios conservados, estos valores coinciden con trabajos como Arias-Balderas (2014); Herrera-Balzcazar (2014) en los cuales en un bosque tropical caducifolio conservado presenta la mayor riqueza y diversidad debido a la gran heterogenidad en su ambiente, por otro parte, la baja diversidad en los sitios perturbados puede deberse a que esa vegetación no propicia las condiciones adecuadas para el establecimiento de muchas especies de anfibios, además, se ha reportado que ante la modificación del hábitat, especies de anfibios disminuyen en riqueza y abundancia (Suarzo-Ortuño, 2009; Herrera-Balcazár, 2014). Para el orden ^{2}D donde las abundancias de especies comunes tienen un mayor peso, nuevamente sucede lo mismo que con el ^{1}D; los sitios conservados tienen los valores más altos, por lo tanto, el área de estudio hay tres especies comunes para los sitios conservados y secundarios, y dos especies para los perturbados. Esto coincide con trabajos de

Herrera-Balcazár (2014), donde la riqueza total y la abundancia total fueron mayores en BTC conservados para anfibios y con Gorresen y Willing (2004) para el caso de murciélagos. Un BTC puede tener un mayor número de especies y sostener un mayor número de individuos respecto a selvas secundarias (Orea-Gadea, 2010) y en este caso también para los sitios perturbados.

Por temporada, se obtuvo que en la época de secas, los sitios conservados y perturbados presentaron valores más altos para ambos órdenes, mientras que, la época de lluvias, nuevamente los sitios conservados presentaron un mayor número de especies efectivas. Con estos resultados se hace notar la importancia que presentan los sitios conservados en la diversidad de anfibios debido a que en estas zonas pudieran presentan condiciones microclimáticas que favorecen su permanencia y dispersión (Pough, 1987 citado en Suarzo-Ortuño, 2009, Surazo-Ortuño, 2008).

De manera general, ambos órdenes fueron mayores en la época de lluvias con una notaría diferencia en diversidad, esto se debe a que en la época de lluvias hay más alimento, las variables microambientales son menos extremas, la humedad y vegetación aumentan favoreciendo así el incremento de varias especies de anfibios (Orea-Gadea, 2010), además, la mayoría de los anfibios presentaron una mayor diversidad y abundancia en temporada de lluvias ya que usan microhábitats como charcas o fragmentos donde se resguarda agua para poder reproducirse. La estación de secas es un periodo de escasez de muchas variables ambientales provocando una disminución de especies y de individuos, principalmente de anfibios (García y Cabrera-Reyes, 2008). Estos resultados donde la época de lluvias es la que obtiene mayores valores de diversidad coincide con muchos trabajos con objetivos similares al presente, tales como: Arcadia-Hernández (2016); Vargas-Santamaría (1998); Aréchega-Ocampo (2008); Arías-Balderas (2004); García-Bernal (2009); Herrera-Balcázar (2014).

Diversidad Beta

Por estados de conservación de BTC, la disimilitud entre los pares de sitios fue del 52% arrojando a los sitios conservados-secundarios como los más similares y los sitios secundarios-perturbados como los más disimiles. En la primera combinación de sitios puede apoyarse con los descrito por Surazo-Ortuño, 2009 y Dunn, 2004 en donde mencionan que la riqueza de un sitio secundario puede ser semejante a uno conservado. En cambio, la combinación de sitios secundarios-perturbados los valores de disimilitud fueron del 66% presentando el menor número de especies compartidas y por lo tanto, presentando un mayor reemplazo (50%) que a su vez en su reflejo del número de especies exclusivas en cada sitio (Calderón-Patrón *et al.,* 2012) con cinco especies para los secundarios y tres para los perturbados. Entre estos dos sitios pudiera existir barreras ambientales (cuerpos de agua), climáticas (aridez) o geográficas que provocan una disimilitud en la composición específica con respecto a los otros sitios (Rojas-Ahumada y Menin, 2010). Los pares de sitios conservados-secundarios y perturbados-conservados presentaron el mismo valor de reemplazo siendo éste muy bajo lo cual pueda deberse a que las condiciones ambientales no cambiaron conforme la distancia.

La diversidad beta por temporada seca y lluvias también fue explicada por el reemplazo de especies e inclusive en la época de secas, no existió una diferencia en la composición de especies debido a que se registró para los tres sitios únicamente dos especies y las diferentes combinaciones de los sitios presentaron el mismo valor de reemplazo. La diversidad beta al ser una parámetro que mide qué tan diferentes o similares son los hábitats o muestras (Magurran, 1988) y al observar los datos para cada sitio, se tiene una especie exclusiva para cada uno y una especie compartida, de modo que, estas bajas abundancias y número de especies registradas probablemente hayan dado valores inciertos para esta diversidad. En cuestión a la disimilitud, en la temporada de secas estos valores fueron los mismos (66%) debido a la poca abundancia y número de especies registradas. En la temporada de lluvias, nuevamente los pares de sitios secundarios-perturbados fueron los más disimiles y los conservados-secundarios los más semejantes coincidiendo con el análisis de estados de conservación de BTC de este trabajo.

Diversidad Gamma

En la Mixteca Baja Poblana, se obtuvo un valor de diversidad gamma de 12.9 para anfibios, el cual es el número de especies registradas para este estudio coincidiendo con lo mencionado por Moreno (2001), quien indica que los valores de la diversidad gamma suelen ser similares al número de especies registradas. Esta diversidad está fuertemente determinada por la diversidad alfa de la comunidad más rica y tiene una contribución mínima de la diversidad beta, coincidiendo con nuestros resultados de la anfibiofauna de la Mixteca Baja Poblana.

Entender las relaciones entre las diversidades alfa y gamma, entre lo puntual y lo regional, entre los ensambles reales y el pool de posibilidades, es la única aproximación para comprender porque hay tantas especies; además de conocer por qué unas especies están en un lugar y no en otro aparentemente similar (Halffter *et al,*. 2005).

Reptiles

Curva de acumulación

Los modelos Chao 1 y Boostrap registraron una completitud de 75% y 85% respectivamente, por lo tanto no se llegó a la asíntota, indicando que faltaron por registrar diez especies con el índice de Chao 1 y seis con Boostrap. Con base en la lista de especies de reptiles para la Mixteca Poblana (publicado por García-Vázquez *et al*., (2006), faltarían por registrar 17 especies, pero cabe destacar que en dicho trabajo, el tiempo de recolección de datos fue de cinco años, y que además se apoyaron con revisiones en literatura especializada y consulta en colecciones científicas de México y Estados Unidos, en comparación con el tiempo de un año de trabajo para este estudio. De igual manera, se registraron herpetozoos en 17 municipios en comparación con cuatro para la Mixteca Baja, de esta manera al no haber abarcado tantas zonas el registro de especies se vio reducido. Se estima que las especies que faltaron por registrar fueron cinco, correspondientes a las lagartijas: *Barisia imbricata, Hemydactylus frenatus, Phrynosoma asio, Phrynosoma taurus, Sceloporus melanorhinus,* y 11 especies de serpientes: *Coniophanes*

melanocephalus, Ficimia olivacea, F. publia, Hypsiglena torquata, Leptophis diplotropis, Oxibelis aeneus, Pseudoficimia frontalis, Trimorphodon biscutatus, Leptotyphlops maximus, Ramphotyphlops braminus y *Agkistrodon bilineatus*.

En el caso de algunas serpientes como *Leptotyphlops maximus, Ramphotyphlops braminus* se menciona que son enterradoras, de actividad fosorial; *Ficimia olivácea* y *F. publia semifosoriales* (Torres-Pérez-Coeto *et al*., 2016) llegando a hacer difícil su captura y observación, por otro lado, las especies *H. torquata, P. asio, L. diplotropis* y *P. frontali* llegan a ser raras o de distribución restringida dificultando también su observación (Ocho- Ocho *et al.*, 2006; Ramírez-Bautista, 2004; Berriozabal-Islas, 2012; COSEWIC, 2001). Se ha registrado que *Coniophanes melanocephalus* se encuentra asociada a fragmentos poco perturbados, y además está pobremente conocida, donde solo se han registrado en Morelos y Puebla (Ponce-Campos, 2007); *Agkistrodon bilineatus* tiende a encontrarse cerca de cuerpos de agua (Ramírez-Bautista, 1994), sin embargo, en los sitios de muestreo los arroyos se encontraban a una distancia considerable pudiendo ser causa por la cual no se logró visualizar, además, no se tiene información acerca de la calidad del hábitat con respecto a las poblaciones de la especie, menos aún el posible impacto que pudiera tener en éstas (Ramírez-Bautista, 2003, personal). La especie *Oxybelis aeneus* ha sido reportada en diversos trabajos como poco abundante con un o dos registros, además, Herrera-Balcazár (2014) la registró con una distribución limitada para el Estado de Morelos. La preferencia de hábitat de ésta especie al igual que de *Trimporphodon biscutatus* es arborícola, las cuales pueden permanecer inmóviles por un largo tiempo y ser confundidas con ramas, razón por la cual, pudiera no haber sido registrada para este trabajo (Lemos-Espinal y Smith, 2007).

Con respecto a las lagartijas no registradas para este trabajo tenemos que *Hemydactylus frenatus,* a pesar de ser considerada una especie común y abundantes (Álvarez- Romero *et al.*, 2005); ésta normalmente se encuentra en entornos urbanos o suurbanos (Global Invasive Species Database, 2013) condiciones no presentes en los sitios de muestreo; *Sceloporus melanorhinus* ha sido registrada como especie rara (Arias-Balderas, 2014) y con un reducido espectro de ocupación

del hábitat (Ruben-Castro,1984) reduciendo posiblemente su visualización en campo. Por último, *Barisia imbricata* a pesar de presentar una distribución amplia en México, llega a habitar bosques templados húmedos y temblados subhúmedos que varían de 2100 a 4000 msnm (Zaldívar-Riverón *et al*., 2002), características que no presenta ninguno de los fragmentos para este trabajo.

Para los estados de conservación de BTC (conservados, secundario y perturbado) tampoco se llegó a la completitud de las especies, y en el caso particular del modelo Chao 1 arrojó los valores más lejanos a un listado completo (62% valor más bajo entre los sitos) con nueve, once y doce especies por registrar entre los sitios conservados, secundarios y perturbados respectivamente. Esto puede deberse a que Chao 1 es un estimador basado en el número de especies raras en una comunidad (Moreno, 2001), y dentro de nuestros sitios las especies raras fueron menos en relación con las más abundantes. Con lo que respecta al número de especies faltantes, los sitios perturbados y secundarios presentaron los valores más altos, pudiendo deberse a una falta en la intensidad de los muestreos, ya que se ha registrado que los reptiles muestran una gran vagilidad ante ambientes fragmentados y perturbados, donde inclusive pueden presentar una mayor riqueza que en sitios conservados (Vite-Silva *et al*., 2010; Castro-Galvéz, 2011).

Rango de abundancia

En todas las combinaciones realizadas (por estado de conservación y temporada) la mayor abundancia de reptiles se registró para el grupo de las lagartijas, seguido de las serpientes, lo cual coincide con la mayoría de los trabajos realizados en diversidad (Aréchega-Ocampo, 2008; Herrera-Balcazar, 2014, Arias-Balderas, 2004 y Orea-Gadea, 2010), además se ha registrado que el número de serpientes será más bajo en comparación con otros reptiles (Rugiero y Luiselli 1996). Un aspecto importante en el análisis de las abundancias por temporada fue que en la época de secas existió un mayor número de individuos oponiéndose a varios estudios de

diversidad en los cuales sucede lo contrario, debido a que en la época húmeda se presentan los recursos favorables para la reproducción de muchas especies (Herrera-Balcazar, 2014). Estas diferencias en resultados puede deberse a que en los sitios para este trabajo presentan una temporada de estiaje, en la cual al presentar una cobertura vegetal mínima es más fácil detectar individuos desplazándose, en comparación con áreas cubiertas totalmente de vegetación como sucedería en la época de lluvias, por lo tanto, es indispensable realizar el mismo esfuerzo de muestreo en las dos temporadas para tener un panorama más amplio sobre las abundancias de los individuos o en su caso implementar técnicas adicionales de trampeo en sitios con mayor dificultar de búsqueda.

Las especies más abundantes para los tres estados de conservación de BTC y temporada fueron: *Sceloporus ochoterenae, Aspidoscelis costata* y *A. sacki*, siendo estas especies de hábitos muy activos, desplazándose constantemente en busca de alimento en un bosque tropical, por lo que, se les considera especies generalistas de hábitat, reportando un patrón similar con estas dos especies (Villamar, 1998; Martín-Regalado *et al.*2011).

Con respecto a las serpientes, mostraron una abundancia baja con 25 registros en total y para muchas de estas se tuvieron solamente un registro, patrón que es consistente en todos los estudios hasta hoy analizados (Ryan *et al*., 2002; Urbina-Cardona y Reynoso-Rosales, 2005).

De manera detallada se tiene que en la temporada de secas, los sitios perturbados fueron los que más individuos registraron siendo éstos de las especies *Aspidoscelis costata, A. sacki* y nuevamente de *S. ochoterenae*, lo cual, como se mencionó anteriormente al ser especies generalistas, su abundancia con respecto a la estacionalidad no se ve afectada, además, se ha registrado que las lagartijas presentan mayor abundancia y riqueza en bosques perturbados posiblemente al incremento en la disponibilidad de alimento y lugares para termoregularse (Suarzo-Ortuño, 2008).

Por otro lado, en la temporada de lluvias se registró una mayor abundancia de especies en los sitios secundarios dominando organismos arborícolas como *Urusaurus bicarinatus y Ctenosaura pectinata,* quienes pudieron verse beneficiadas por el patrón de estacionalidad que presenta un bosque tropical, ya que existen diferencias en temperatura y humedad siendo estos factores importantes para determinar la abundancia o escasez de alimento, así como para establecer la época propicia para el apareamiento de las especies (Vargas-SantaMaría, 1998). Además, la presencia de *Ctenosaura pectinata* pudo deberse a que se reproduce en época de sequía, pero sus crías nacen durante la época de lluvias, cuando hay gran cantidad de follaje y de insectos (Castro-Franco, 2002).

Para el grupo de las serpientes en ambas temporadas, los sitios secundarios y perturbados registraron un mayor número de individuos, sin embargo, fueron registros de uno o dos organismos, pudiendo existir en estos sitios un mayor recurso alimentario para su desarrollo y sobrevivencia. Es importante destacar que hubo una mayor abundancia de individuos en la temporada de lluvias, donde tres y dos registros fueron observadas exclusivamente para la temporada de lluvias *(Drymarchon melanurus, Pseudoleptodeira latifasciata, Boa constrictor y Micrurus laticollaris*), lo cual puede entenderse que buscan espacios específicos y con mayor humedad para realizar sus actividades (Parra-Olea, *et al*., 2013); además, coincidiendo con lo reportado por Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen (2010) y García-Bernal (2009), muchas son exclusivas de lluvias por el incremento de alimento, precipitación y temperatura. Estos componentes, de acuerdo con Castro-Franco (2002), influyen positivamente en los ciclos reproductivos porque permiten la incubación de huevos para aquellas especies ovíparas y un incremento en la cantidad de progenie para las especies vivíparas. Sin embargo, 11 especies de reptiles tuvieron solo un registro (*M. metovarius, Imantodes gemmistratus, Leptodeira splendida, Senticolis triaspis, Crotalus culminatus, Drymobius margaritiferus, Elunius flavitorques, Tantilla calamarina, Trimorphodon tau*, y dos especies de lagartijas: *Marisora unimarginata y Heloderma horridum*) por lo que se descarta considerarlas exclusivas a una temporada.

Riqueza (Diversidad de orden ^{0}D)

Se registró una mayor riqueza de especies en los sitios secundarios, posteriormente en los perturbados y por último en los conservados, esto puede deberse a que los reptiles son menos vulnerables a los ambientes perturbados o alterados (Suazo-Ortuño, 2009), ya que en estos ambientes pueden existir condiciones donde la temperatura del suelo, del ambiente y la radiación solar llegan a ser más directos, y ante estas condiciones, los reptiles llegan a tolerar entornos más áridos, principalmente por presentar una piel altamente impermeable (Pogh *et al.*, 2004). Ante estas condiciones, los huevos de las especies ovíparas presentan un cascarón que las protegen de las condiciones áridas y las temperaturas que existen en ambientes áridos aceleran significativamente al desarrollo embrionario de las especies vivíparas (Shine y Bull citado en Vite-Silva *et al.*, 2010).

Los datos aquí expuestos coinciden con el trabajo de Aréchega-Ocampo (2008), donde se menciona que el área perturbada en una selva baja caducifolia tuvo una mayor riqueza de especies de reptiles que en zona no perturbada. Algunos autores predicen que la riqueza de especies en bosques en regeneración puede llegar a ser similar a la de un bosque maduro entre los 20 y 40 años (Dunn, 2004). Además, se ha observado que la cobertura forestal en por lo menos 18 países del mundo se ha incrementado, ya sea por la plantaciones forestales o por la regeneración de bosques secundarios (FAO, 2005), por lo que la importancia de los bosques secundarios como facilitadores de la restauración pasiva del paisaje y la recuperación de las comunidades faunísticas en los paisajes fragmentados por las actividades agrícolas o ganaderas es cada vez más reconocida (Walker *et al*., 2007; Bowen *et al.,* 2007; Chadzon, 2008; Stokstad, 2008 citado en Suarzo-Ortuño, 2009). Sin embargo, pocos son los trabajos que se han hecho para México y con este tipo de vegetación, ya que la mayoría se han realizados en climas templados.

En la época de lluvias, los sitios secundarios presentaron una mayor riqueza de especies, seguido de los perturbados, lo cual al ser una temporada de mayor disponibilidad de recursos alimentarios y reproductivos (Arias-Balderas, 2014), estos sitios presentaron las condiciones idóneas para que los reptiles pudieran

desarrollarse. En la época de secas tanto los sitios secundarios y conservados presentaron el mismo número de especies, sin embargo, la diferencia entre los tres sitios es de dos especies, por lo tanto, se podría pensar que en esta temporada no existe una preferencia a un sitio debido a que las condiciones entre ellos son semejantes.

Diversidad Verdadera (^{1}D y ^{2}D)

El orden ^{1}D para los estados de conservación de BTC mostró que los sitios secundarios fueron los más altos con 11 especies efectivas, seguida de los sitios conservados y perturbados pero las diferencias entre éstas fueron mínimas. En estos sitios secundarios la diversidad de reptiles pudo deberse a que en ellos se presentan varios microhábitats disponibles, así como la tolerancia de los reptiles hacia las variaciones de factores abióticos, principalmente de especies generalistas invadiendo refugios o microhábiats que se encuentran dentro y en la periferia de los tipos de vegetación analizados, tal como lo menciona Macip-Ríos y Muñoz-Alonso (2008) con respecto a lagartijas en fragmentos de bosque primario y cafetales.

En la diversidad de orden ^{2}D tuvimos nuevamente que los sitios secundarios fueron los que obtuvieron los valores más altos seguida por los sitios conservados .En este caso, ocho especies están siendo dominantes para ambos sitios, ya que la ^{2}D toma en cuenta a las abundancias de las especies más comunes, reduciendo su equidad (Moreno *et al.,* 2011).

Por temporada, se obtuvo nuevamente que los sitios secundarios presentaron una mayor diversidad de estos órdenes (tanto en lluvias como en secas), que como anteriormente se ha mencionado, estos hábitats pueden presentar características idóneas para la sobrevivencia de estos organismos. Al respecto, Connell (1978) estableció una hipótesis donde menciona que niveles intermedios de perturbación (perturbación intermedia puede ser considerada como a los sitios secundarios) conducirá a los mayores valores de diversidad de especies, lo cual concuerda también con trabajos de Suazo-Ortuño (2009) en el que la mayor diversidad se encontrará en bosques secundarios.

De manera general, para el caso de la estacionalidad en el ensamble de reptiles, el patrón para todos los órdenes de diversidad fue mayor en la temporada de lluvias. La razón por la que se encontró el mayor número de reptiles en la temporada de lluvias, se puede deber a una mayor disponibilidad de alimento en relación a la época de secas, tal como lo indica Altamirano (2006), en donde la presencia de organismos depende en gran parte de la frecuencia relativa de las presas y de su variación de un medio a otro, o de una estación a otra.

Diversidad Beta

Por estado de conservación de BTC se presentó una disimilitud promedio entre el 47% denotando que entre los pares de sitios existió una semejanza en la composición de especies, sin embargo, el componente que más aportó a la diversidad beta total fue el reemplazo pero éste fue menor del 50%. Leprieur *et al*., 2011 menciona que el reemplazo se da por la pérdida y/o ganancia de especie entre sitios, lo cual se debe al efecto que tienen las diferencias en las condiciones ambientales, la competencia entre especies y eventos históricos. En este trabajo el reemplazo de especies pudo tener efecto en las condiciones ambientales debido a las características particulares que presentan tanto sitios conservados como alterados que pueden favorecer la composición de especies.

Los sitios más similares fueron los secundarios-perturbados con el 38% que a diferencia de los anfibios, estos sitios pudieran presentar condiciones óptimas para su establecimiento debido a que los reptiles pueden tener efectos positivos a la modificación del hábitat ya que presentan características morfo-fisiológicas más adaptables a ambientes alterados (Suarzo-Ortuño, 2009); en cambio los sitios conservados-secundarios son ligeramente más disimiles en la composición de especies, posiblemente en estos sitios presentan mayores barreras ambientales como cobertura, humedad, aridez que hacen idóneas cada sitios para la permanencia de especies exclusivas (Calderón-Patrón *et al.* 2012)

En la temporada de lluvias, la disimilitud también fue explicada por el reemplazo de especies, en donde las posibles combinaciones de sitios presentaron el mismo valor

de reemplazo. Esto sugiere que al presentarse el factor de humedad y precipitación en el área de estudio, los tres sitios presentaron una composición de especies relativamente similar debido a que en ellos se presentan condiciones óptimas de recursos para su reproducción y desarrollo (Cruz-Elizalde, 2012).

En comparación con la temporada de secas, las combinaciones por pares de sitios fluctuaron más; los pares de sitios conservados-secundarios presentaron un alto nivel de reemplazo, seguido de los sitios perturbados-conservados y por último, los secundarios-perturbados. A diferencia de la temporada de lluvias donde cada combinación presentó valores iguales, en la época de secas no sucedió lo mismo, lo cual indica que en esta temporada y ante condiciones ambientales limitadas como el agua, humedad y alimento, las especies tendieron a dispersarse más en busca de condiciones idóneas para su sobrevivencia (Arias-Balderas, 2004).

Diversidad Gamma

El valor de la diversidad gamma de reptiles en la Mixteca Baja Poblana fue de 31.56, cuyo valor suele aproximarse al número total de especies registradas en todas las comunidades (Rodríguez y Vázquez- Domínguez, 2003). El componente que aporta mayor información a la diversidad gamma es la diversidad alfa con el 23.7 % contra el 7.8 % de la diversidad beta ya que los factores del microambiente e interacciones bióticas son las que se asocian directamente con esta diversidad (Moreno, 2001). Con los resultados obtenidos se puede decir que los reptiles de la Mixteca Baja Poblana poseen una alta diversidad herpetofaunística que merece seguir siendo explorada, no sólo para incrementar el conocimiento sobre anfibios y reptiles de la región, sino además para proponer medidas de manejo y conservación eficientes.

El Bosque Tropical Caducifolio que conforma la Mixteca Poblana representa una asociación vegetal importante en términos de riqueza herpetofaunística, en los que se ha registrado que existe una gran diversidad de anfibios y reptiles en este tipo de hábitat (Ramírez-Bautista, 1994; Pérez-Ramos, 2005), debido a que es una asociación vegetal compleja, con pronunciados cambios fenológicos y con más

estratos y hábitats disponibles para las especies (García y Ceballos 1994; Blake y Loiselle, 2000; Castro-Franco y Bustos, 2003).

Con esta información generada, se podrán proponer desde programas de conservación y manejo de anfibios y reptiles dentro de las comunidades, hasta áreas naturales protegidas de carácter estatal, donde se prioricen las especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo, tanto en normas mexicanas como internacionales, así como en especies endémicas de nuestro país, tal y como lo mencionan Santos-Barrera *et al.,* (2004).

CONCLUSIONES

- La herpetofauna de la Mixteca Baja Poblana está representada por 44 especies; 13 anfibios y 31 reptiles.
- Se registraron un total de 28 especies endémicas al país y una endémica al estado de Puebla.
- Se registraron 15 especies bajo alguna categoría de conservación de acuerdo a la NOM059-2010. De dicho número se consideran 10 especies bajo Protección especial y cinco especies amenazadas.
- En la lista roja Internacional se tienen una especie como en peligro crítico, una con datos insuficientes y 37 especies en Preocupación menor.

- Se obtuvo un nuevo registro para la Mixteca Poblada correspondiente a D*rymobius margaritiferus.*
- De acuerdo a las curvas de acumulación de especies, faltaron por registrar especies tanto de anfibios y reptiles.
- Los anfibios y reptiles presentaron una mayor abundancia de organismos en los sitios secundarios. Por temporada, las lluvias presentaron un mayor número de organismos y a su vez, los sitios secundarios fueron los de mayor abundancia, mientras que en le época de secas, los sitios perturbados fueron los mayores en reptiles y en los sitios secundarios para anfibios.
- La mayor riqueza de especies de anfibios se presentó en los sitios conservados y secundarios. Los órdenes ^{1}D y ^{2}D fueron mayores en los sitios conservados. En reptiles, los sitios secundarios en sus tres órdenes de diversidad fueron los más altos.
- La diversidad por temporada para anfibios y reptiles fue mayor en lluvias. En anfibios, los sitios conservados y secundarios presentaron la misma riqueza de especies, mientras que los órdenes ^{1}D y ^{2}D fue mayor en los conservados en lluvias y en secas fueron mayores los conservados y perturbados por igual. La mayor diversidad de especies de reptiles en lluvias y secas fue en los sitios secundarios.
- La diversidad beta en anfibios y reptiles fue explicada en mayor grado por el reemplazo de especies tanto por los estados de conservación de BTC como por temporada.
- Para anfibios, los sitios secundarios y perturbados presentaron una similaridad del 60% en la composición de especies por estados de conservación de BTC. Los reptiles presentaron una similaridad del 57% entre los sitios conservados y secundarios.
- Por temporada, en lluvias los anfibios presentaron una mayor disimilitud entre los sitios secundarios y perturbados, mientras que los reptiles los valores para todas las combinaciones fueron iguales. En secas, los anfibios

presentaron iguales valores para todos los sitios y los reptiles la mayor diversidad beta se presentó en la combinación conservada y secundaria.

- La diversidad gamma para anfibios fue de 12.99 y parta reptiles de 13.56.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Romero, J., Medellín, R. A., Gómez de Silva, H. y Oliveras de Ita, A. 2005. ***Hemidactylus frenatus*. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales.** Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Altamarino, A. T.A. 2006. **Uso de los recursos alimentarios por tres especies de lagartijas simpátricas que habitan en un área de dunas, playeras en Alvarado, Veracruz**. Tesis de Maestría. Atlantic International University of Mexico, México, DF.
- Angulo, A., J. V. Rueda-Almonacid, J. V. RodríguezMahecha y E. La Marca. 2006. **Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región**

tropical andina. Conservación Internacional-Colombia, Series Manuales de Campo No. 2, Panamericana Formas e Impresos S. A., Bogotá D.C. 298 pp.

- Arcadia-Hernández, C. A. 2016. **Diversidad de anfibios y reptiles del Área Natural Protegida Sierra del Tenzo.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 78 pp.
- Arias, D., O. Dorado y B. Maldonado. 2002. **Biodiversidad e importancia de la selva baja caducifolia: la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla**. CONABIO. Biodiversitas 45:7-12.
- Arias-Balderas, S. F. 2004. **Anfibios y reptiles del bosque tropical caducifolio y vegetación circundante del Municipio de Jungapeo, Michoacán.** Tesis para Licenciatura. FES Iztacala, UNAM. 50 pp.
- Aréchaga-Ocampo, S. 2008. **Herpetofauna del Cerro "El Chumil", Jantetelco, Morelos, México**. Tesis de Licenciatura.UAEM. 48 pp.
- Aurioles, L. V., F. J. Flores, U. O. García, C. A. Hernández, J. L. Sánchez, D. Solis y F. Tecuapetla. 2000. **Estudio Comparativo de la Riqueza y Diversidad de la Herpetofauna entre Zonas Perturbadas y no Perturbadas en la Cabecera Municipal de Huehuetlán El Chico, Puebla",** VI Reunión Nacional de Herpetología, Chiapas, México. 118 pp.
- Berriozabal-Islas, C., A. Ramírez Bautista, L. M., Badillo, S y R. Cruz-Elizalde. 2012. **New records of the snake *Leptophis diplotropis* (Gunter, 1872) (Squamata: Colubridae) from Hidalgo State, Mexico.** Check List 8(6): 1370-1372.
- Bowen, M. E., C. A. McAlpine, A. P. N. House, y G. C. Smith. 2007. Regrowth forests on abandoned agricultural land: A review of their hábitat values for recovering forest fauna. Biological Conservation. 140-273-296.
- Blake, J. G., and B. A. Loiselle. 2000. **Diversity of birds along an elevational gradient in the Cordillera Central, Costa Rica**. Auk 117:663-686.
- Brambilia-Navarrete, J. y F. H. Carmona-Torres. 2002. **Herpetofauna de una Selva Baja Caducifolia en la Mixteca Sur, Puebla.** Una Propuesta para

Implementar una Estrategia de Aprovechamiento. Programa y Resúmenes VII Reunión Nacional de Herpetología, Guanajuato, México. 83 pp.

- Cabrera- Espinosa, M. L. 2000. **Anfibios y reptiles de una zona perturbada en el municipio de Tuxtepec, Oaxaca**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 101 pp.
- Calderón-Patrón, J.M., C. Moreno e I. Zuria. 2012. **La diversidad beta: medio siglo de avances**. Revista Mexicana de Biodiversidad. 83: 879-891.
- Campbell, J.A y W. Lamar. 2004. **The venomous reptiles western hemisohere**. Vol 1, Vol 2. Comstock Publishing Associates. Cornell University, New York. 477-870 pp.
- Canseco-Márquez, L. 1996. **Estudio Preliminar de la Herpetofauna en la Cañada de Cuicatlán y Cerro Piedra Larga, Oaxaca.** Tesis de Licenciatura, Escuela de Biología, BUAP. 192 pp.
- Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayen y J. Salazar-Arenas. 2000. **New Records and Range Extension for Amphibians and Reptiles from Puebla, Mexico.** Herpetological Review 31(4): 259-263.
- Canseco-Márquez, L., J. R. Mendelson y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2002. **A New Species of Hyla (Anura: Hylidae) From the Mixteca Alta, Oaxaca, México.** Herpetológica. 58 (2): 260-269.
- Canseco-Márquez, L. y M.G. Gutiérrez-Mayen. 2010**. Anfibios y Reptiles del Valle de Tehuacan-Cuicatlan.** CONABIO, México. 304 pp.
- Castro, F. R. y E. E. Aranda. 1984. **Estudio preliminar sobre la ecología de los reptiles del estado de Morelos**. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 126 pp**.**
- Castro-Franco, R. 2002. **Historia natural de lagartijas de Morelos, México**. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias UNAM, D.F. México, 110 p.
- Castro-Franco, R. & Bustos Z., M. G. 2003**. Lagartijas de Morelos, México: distribución, hábitat y conservación**. Acta Zoológica Mexicana (88): 123-142.

- Castro-Franco R., Vergara García, G, Bustos Zagal, G. y Mena A. 2006**. Diversidad y distribución de anfibios del estado de Morelos, México**. Acta Zoológica Mexicana. 22(1): 103-117.
- Castro-Gálvez, Z. 2011**. Distribución de los anfibios y reptiles de La Mixteca de Oaxaca.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM. 103 pp.
- Carvalho, J.C., P. Cardoso, y P. Gomes. 2012. **Determining the relative roles of species replacement and species richness differences in generating beta-diversity patterns.** Global Ecology and Biogeography (21): 760–771.
- Carvajal-Cogollo J.E y J. N. Urbina-Cardona. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. Tropical Conservation Science. Vol 1(4): 397-416.
- Ceballos, G. y A, García. 1996. **La Selva Baja: Biodiversidad Única en Peligro.** En: Ocelotl. PRONATURA. Número 5. 4-5 p.
- Colwell, R. y J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through exploration. Philosophical Transactions of the Royal Society of London (Series B) 345:101–118.
- Colwell, R. K. 2016. **EstimateS**: ver. 7.5. Statistical estimation of species richness and shared species from samples.
- Collins, J. P. y A. Storfer.2003. **Global amphibian decline: sorting the hypotheses.** Diversity and distribution. 9:89-98.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) -Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación, UAEM (CIByC-UAEM). 2013. **Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del área natural protegida de competencia de la Federación con la categoría de Reserva de la Biosfera "Mixteca Baja Poblana", en el estado de Puebla, México**. 251 pp.
- Connell, J.H. 1978**. Diversity in tropical rainforests and coral reefs.** Science, 199, 1302-1310.

- COSEWIC 2001. COSEWIC assessment and status report on the night snake Hypsiglena torquata in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vi + 25 pp. (www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm).
- Cushman, S. A.2006. **Effects of hábitat loss and fragmentation on amphibian: a review and prospectus.** Biological Conservation. 128:131-240.
- Chacón-Aguayo, A. L., M. A. Güisado-Rodríguez., R. J. Maceda-Cruz., M. G. Palacio-Peralta., S. R. Reyes-Carmona y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2002. **Diversidad Herpetofaunística de la Localidad de Tlaucingo, Municipio de Teotlalco, Puebla.** Programa y Resúmenes VII Reunión Nacional de Herpetología, Guanajuato México. 103 pp.
- Challenger, A. 1998. **Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro.** CONABIO-Instituto de Biología, UNAM-Agrupación Sierra Madre, México.
- Challenger, A., y Soberón. 2008. **Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México**, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México, pp. 87-108.
- Chazdon, R. L. 2008. **Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degradaded lands.** Science (320):1458-1450.
- Chrapliwy, P. S. 1956. **Extensions of Known Range of Certain Amphibians and Reptiles of México.** Herpetologica (12): 121-124.
- Cruz-Elizalde, R. y A. Ramírez-Bautista. 2012. **Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México.** Revista Mexicana de la Biodiversidad. 83:458-467.
- Dorado, O., Arias. D.M., Alonso, G. y Maldonado, B. 2002. **Educación ambiental para la Biodiversidad en el Trópico Seco, Reserva de la Biósfera Sierra de Huatla, Morelos, México.** Trópicos en Educación Ambiental.

- Duellman, W. E. 2001. **Hylid Frogs of Middle America. Second Edition. Society for the Study of Amphibians and Reptiles**, Contributions to Herpetology, No. 18.
- Dunn, R. R. 2004. Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. Conservation Biology. 18: 302- 309.
- Faivovich, J., C. F. B. Haddad, P. C. A. Garcia, D. R. Frost, J. A. Campbell, and W. C. Wheeler. 2005. **Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision**. Bulletin of the American Museum of Natural History 294:1-240.
- FAO, Global Forest Resources Assement. 2005: Progress Towards Sustainable Forest Management (FAO, Rome, 2005).
- FAO. 2009. **Guía para descripción de suelos.** Cuarta Edición. Roma. 110 pp.
- Forman, R.T. y M. Godron. 1986. **Landscape Ecology.** New York, John Wiley y Sons. 620 pp.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. **Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.** Conabio/ UNAM. México. 439 p.
- Flores-Villela, O., Mendoza-Quijano,F., Gonzalez-Porter, G. 1995. **Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México.** Publ. Esp. Mus. Zool. 10: 1-285.Flores Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. **Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México**. Acta Zoológica Mexicana. 20 (2): 115-144.
- Flores-Villela, O. y Canseco-Márquez, L. 2007. **Anolis forbesi**. The IUCN Red List of Threatened Species 2007:T64195A12746754. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2007.RLTS.T64195A12746754.en. Downloaded on 14 September 2018.
- Flores-Villela, O. y Rubio-Pérez, I. V. 2008. Ficha técnica de *Anolis forbesi*. En: Flores-Villela, O. (compilador). Evaluación del riesgo de extinción de setenta y tres especies de lagartijas (Sauria) incluidas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001. Universidad Nacional Autónoma de

México, Facultad de Ciencias. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK008. México. D.F.

- Flores-Villela, O y U.O. García-Vázquez. 2014. **Biodiversidad de reptiles en México.** Revista Mexicana de la Biodiversidad. Supl. 85: S467- S475.
- Frost, D. R., T. Grant, J. Faivovich, R. H. Nain, A. Haas, C. F. B. Haddad, R. O. De Sá, A. Channing, M. Wilkinson, S. C. Donnellan, C. J. Raxworthy, J. A. Campbell, B. L. Blotto, P. Moler, R. C. Drewes, R. A. Nussbaum, J. D. Lynch, D. M. Green y W. C. Wheeler. 2006. The amphibian tree of life. Bulletin of America Museum of Natural History. 297: 370pp
- Frost, Darrel R. 2013**. Amphibian Species of the World: an Online Reference.** Version 5.6 (9 January 2013). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html> American Museum of Natural History, New York, USA.
- García, A. y G. Ceballos. 1994. **Guía de campo de los Reptiles y Anfibios de la costa de Jalisco, México**. Fundación Ecológica Cuixmala, A. C. Instituto de Biología, UNAM, 184 pp.
- García-Vázquez, U. O., L. Canseco-Márquez, J. Maceda-Cruz, J. L. Aguilar-López, C. A. Hernández-Jiménez, M. G. Gutiérrez-Mayén y E. Y. Melgarejo-Vélez. 2006. **Análisis de la distribución de la herpetofauna en la Región Mixteca de Puebla, México**. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana (3):152-169.
- García, A. y A. Cabrera-Reyes. 2008. **Estacionalidad y Estructura de la Vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México**. Acta Zoológica Mexicana. 24(2):91-115.
- García-Bernal, A. J. 2009. **Inventario herpetofaunístico de la comunidad de el Paredón, Municipio de Miacatlán, Morelos, México**. Tesis de Licenciatura. Facultad de estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. 128 pp.
- García-Vázquez, U.O., Canseco-Márquez, L., Gutiérrez-Mayén, M. G y Trujano-Ortega, M. 2009. **Actualización del conocimiento de la fauna**

herpetológica en el Estado de Puebla, México. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 17 (1): 12-36.

- García-Morales, R., C.E, Moreno y Bello-Gutiérrez. 2011**. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunicades ecologicas: El número de especies efectivas de murciélagos en sureste de Tabasco, México**. Theyra. Vol. 2(3): 205-215.
- Gallant, L. A, R. W. Klaver, G. S. Kasper y M. J. Lannoo. 2007. **Global rates of hábitat loss and implication for amphibian conservation.** Copeia 4:967-979.
- Gardner, T. A., J. Barlow, y C. A. Peres. 2007. **Paradox, presumption and pitfalls in conservation biology: The importance of habitat change for amphibians and reptiles.** Biological Conservation. 138:166-179.
- Gaston, K.J. y T. M. BlackBurn. 2000. **Pattern and process in macroecology.** Blackwell Science, Oxford. 377 pp.
- Gaston, K.J. y J. Spicer. 2004. **Biodiversity: An Introduction**. Second Edition. Blackwell Sciencie, Ltd. London, UK. 191 pp.
- Gascon, C., J. P. Collins, R. D. Moore, D. R. Church, J. E. McKay, J. R. III Mendelson (Eds.) 2007. **Amphibian Conservation Actions Plan.** IUCN/SSC Amphibian Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 64 pp.
- Gibbson, J. W., D. E. Scott, T. J. Ryan, K. A. Buhlmann, T. D. Tuberville, B. S. Metts, J. L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy y C. T. Winnw. 2000. **The global the clime of reptiles, Déjá Vu amphibians.** BioSciences. 50:653-666.
- Guillette, J. L. y H. M. Smith, 1982. A reviewof the Mexican lizard *Barisia imbricata*, and the description of a new subspecies. Transactions of the Kansas Academy of Science 85:13-33.
- Guízar-Nolazco, E., D. Granados- Sánchez y A. Castañeda-Mendoza. 2010. **Flora y vegetación en la porción sur de la Mixteca Poblana**. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 16(2): 95-118.

- Gorresen, P. & M.R. Willing. 2004. L**andscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic forest of Paraguay**. Journal of Mammalogy 85: 688–697.
- Gutiérrez Mayén, M. G. 2001. **Inventario herpetofaunístico del valle semiárido de Tehuacán-Cuicatlán**. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. R067. México, D.F
- Guitierréz-Mayén, M. G. y J. Salazar-Arenas. 2006**. Herpetofauna de los municipios de Camocuautla, Zapotitlán de Mendoza y Huitzilán de Serdán de la Sierra Norte de Puebla**. Pp. 197-223. *En*: Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds). Inventarios herpetofanísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones especiales de la Sociedad Herpetológica Mexicana. No. 3.
- Guitierréz-Mayén, G. L. Canseco-Márquez, U. O. García-Vázquez y C. A. Hernández-Jímenez. 2011. Diversidad de Especies: Anfibios y Reptiles. P. 152- 158. *En*: López-Reyes, L. y M. G. Carcaño-Montiel (Eds). **La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México**. Comisión Nacional para la Conservación de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Global Invasive Species Database. 2013a. ***Hemidactylus frenatus*****.** Consultado el 14 de junio de 2013 en: http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=1344&fr=1&sts=sss&lang=EN.
- Hafflter, G. y E. Ezcurra. 1992. **¿Qué es la biodiversidad?** En: Gonzalo Halffter (Eds.) La Diversidad Biologica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana A.C., México 3-24 pp.
- Halffter, G. y C. Moreno. 2005. **Significado Biológico de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma**: En Haffter G., J. Soberon, P. Koleff y A. Melic (Eds.). Sobre Diversidad Biológicas: El significado de las Diversidades alfa, beta y

gamma. M3m: Monografías 5-18 p. Wells, K. D. 2007. The ecology and behavior of Amphibians. The University of Chicago Press.

- Heatwole, H. 1982. A review of structuring in herpetofaunal assemblages. In herpetological communities. N. J. Scott, Jr. U.S. Dept. of the interior Fish and Wildlife Service Nild. Res. Report. 13:1-19.
- Hernández, G.E. 1989. **Herpetofauna de la Sierra de Taxco, Guerrero**. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. P. 93.
- Herrera-Balcázar 2014. **Herpetofauna de Cerro Frío, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM. 109 pp.
- Hill, M. O. 1973. **Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences.** Ecology 54:427–432.
- Houlahan, J., C.S. Finadlay, B. R. Schmidt, A. H. Meyer, y S. L. Kuzmin. 2000. **Quantitative evidence for global amphibian population declines**. Nature 404:752-755.
- INEGI. 2009a. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Teotlalco, Puebla**. Clave geoestadística 21160.
- INEGI. 2009b. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huehuetlán el Chico, Puebla.** Clave geoestadística 21073.
- INEGI. 2009c. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Jolapan, Puebla.** Clave geoestadística 21087.
- INEGI. 2009d. **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Cohetzalá, Puebla.** Clave geoestadística 21032.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2000**. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos**. Revista Ibérica de Aracnología. Vol 8. 151-161.
- Jost, L. 2006. **Entropy and diversity**. Oikos 113:363–375.

- Jost, L. 2007. **Partitioning diversity into independent alpha and beta components**. Ecology 88:2427–2439.
- Jost, L., P. DeVries, T. Walla, H. Greeney, A. Chao, y C. Ricotta. 2010**. Partitioning diversity for conservation analyses**. Diversity and Distributions 16:65–76.
- Lee, J. C. 2000. **A field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World: The lowlands of México, Northern Guatemala, and Belice.** Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press, USA.
- Legendre, P., D. Borcard y P. R. Peres-Neto. 2005. **Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data**. Ecological Monographs. 75:435-450.
- Lemos-Espinal, J. A. y Smith, H. M. 2007. Anfibios y reptiles del Estado de Chihuahua, México/Amphibians and reptiles of the State of Chihuahua, México. Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F., 613 p
- Leprieur F, Tedesco PA, Hugueny B, Beauchard O, Durr HH. 2011. **Partitioning global patterns of freshwater fish beta diversity reveals contrasting signatures of past climate changes**. Ecol Lett 14: 325–334.
- Maceda-Cruz, R.J. 2005. **Herpetofauna de San Juan de los Ríos, Municipio de Chiautla de Tapia, Puebla.** Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 55 pp.
- Maceda-Cruz, R. J., H. Eliosa-León., G. Yanez-Gómez y A. Nieto-Montes de Oca. 2004. **Phrynosoma Asio (Giant Horned Lizard).** Herpetological Review. Vol. 35 No. 3. 289 pp.
- Macip–Ríos, R. y A. Muñoz–Alonso. 2008. Diversidad de lagartijas en cafetales y bosque primario en el Soconusco chiapaneco. Revista Mexicana de Biodiversidad 79:185–195.
- Magurran, A. 1988. **Ecological Biodiversity and its Measurement.** First Edition. Princeton University Press. New York. USA. 179 pp.
- Magurran, A.E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing, 256.

- Martín-Regalado, C. N., Gómez-Ugalde, R. M. & Cisneros-Palacios, M. E. 2011. **Herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca**. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 27: 359-376.
- Mata-Silva, V. 2000. **Estudio Comparativo del Ensamble de Anfibios y Reptiles en dos localidades de Zapotitlán de las Salinas, Puebla.** Tesis de Licenciatura. FEST Iztacala. 190 pp.
- Moreno, C.E. 2001. **Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis**. SEA Vol 1. ORCYT/UNESCO & SEA. 84 pp.
- Moreno, C. E., y G. Halffter. 2000. **Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves**. Journal of Applied Ecology 37: 149-158.
- Moreno, C. E., y P. Rodríguez. 2011. **Commentary: Do we have a consistent terminology for species diversity? Back to basics and toward a unifying framework**. Oecologia 167:889-892.
- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda, y N. P. Pavón. 2011. **Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas**. Revista Mexicana de Biodiversidad 82:1249-1261.
- Nelson, C.E. 1974. **Further studies on the systematics of *Hypopachus* (Anura: Microhylidae)**. Herpetologica 30:250–274.
- Orea-Gadea, J. 2010. **Efectos de plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en selva baja caducifolia de Sierra Huautla, Morelos.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, UAEM. 45 pp.
- Ochoa-Ochoa, L., O. Flores-Villela, U. García-Vázquez, M. Correa-Cano y L. Canseco-Márquez. 2006. **Áreas potenciales de distribución de la herpetofauna de México. Especie: *Ficimia olivácea*,** escala 1: 1000000. Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. 2013. **Biodiversidad de anfibios en México.** Revista Mexicana de Biodiversidad (84): 7.

- Parra-Olea, G., O. Flores-Villea y C. Mendoza- Almeralla. 2014. **Biodiversidad de anfibios en México.** Revista Mexicana de Biodiversiad. Supl. 85: 460- 466.
- Patterson, B. D. y J. H. Brown. 1991. Regionally nested patterns of species composition in granivorous rodent assemblages. Journal of Biogeography 18:395–402.
- Pavón-Vázquez C. J., E. Pérez-Ramos., I. Solano-Zavaleta y A. Nieto-Montes de Oca. 2014. **Distribution notes. New record and comments on the distribution of the Mexican colubrid snake *Coniophanes melanocephalus* (Peters, 1869**). Mesoamerican Herpetology. Vol 1, Núm 2.
- Pérez-Malváez, C., y M. Feria-Ortiz. 2000. **Listado preliminar de la herpetofauna del municipio de Chiautla, Puebla.** Programa y Resúmenes VI Reunión Nacional de Herpetología, San Cristóbal de las Casas. 24 pp.
- Pérez-Ramos, E. 2005. **Distribución ecológica actual de los reptiles de Guerrero: Un análisis biogeográfico preliminar.** Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F.
- Ponce-Campos, P. 2007. Coniophanes melanocephalus. In IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. (www.iucnredlist.org; accessed 22 Junio 2018).
- Porter, K.R. 1972. Herpetology. W.B. Sanders Co. USA. 254p.
- Pough, F.H, R. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzki, K.D. Wells. 2004. **Herpetology.** Tercera Edición, Prentice Hall, New Jersey. Pp. 726.
- Pough, F. H., E. M. Smithi, D. H. Rhodes, y A. Collazo. 1987**. The abundance of salamandres in forest stands with different histories of disturbance**. For. Ecol. and Manage. 20:1-9.
- Quesada, M., G.A. Sanchéz-Azofeifa, M. Alvarez-Añorve, K.E. Stoner, L. Avila-Cabadilla, J. Calvo-Alvarado, A. Castillo, M. M. Espíritu-Santo, M. Fagundes, G. W. Fernandes, J. Gamon, M. Lopezraiza-Mikel, D. Lawrence, L. P. Cerdeira-Morellato, J. S. Powers, F. de S. Neves, V. Rosas-Guerrero, R. Sayago, y G. Sanchéz-Montoya. 2009**. Succesion and management of**

tropical dry forest in the Americas: review and new perspectives. Forest Ecology and Management. 258:1014-1024.

- Ramírez-Bautista, A. 1994. **Manual y Claves Ilustradas de los Anfibios y Reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México.** Cuadernos 23. Instituto de Biología. UNAM. 127 pp.
- Ramírez Bautista, A., F. Mendoza Quijano y M. C. Arizmendi. 2004. Agkistrodon bilineatus. Estatus y conservación de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W043. México. D.F.
- Ramírez Bautista, A., F. Mendoza Quijano y M. C. Arizmendi. 2004. Phrynosoma taurus. Estatus y conservación de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W043. México. D.F.
- Rioja-Paradela, T., A. Carillo-Reyes., G. Castañeda y S. Lopez. 2013**. Diversidad herpetofaunística al norte de la Laguna Inferior, Itsmo de Tehuantepec, Oaxaca, México.** Acta Zoológica Mexicana. 29(3): 574-595.
- Roelants, K. D.J. Gower, M. Wilkinson, S. P. Loader, S. D. Biju, K. Guillaume, L. Moriau, y F. Bossuyt. 2007**. Global patterns of diversification in the history of modern amphibians.** Proceedings of the National Academy of Sciences 104:887-892.
- Rodríguez, P. & E. Vásquez-Domínguez. 2003. **Escalas y diversidad de especies**. En: Morrone, J.J. & LlorenteBousquets, J. (eds.) **Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía**. Facultad de Ciencias, UNAM. México, pp. 109-114.
- Rojas-Ahumada, D. P. y M. Menin. 2010. **Composition and abundante of anurans in riparian and non-riparian areas in a forest in Central Amazonia, Brazil**. S. Amer. J. Herpetol. 5(2): 257-167pp.
- Ryan, T. J., T. Philippi, Y. A. Leiden, M. E. Dorcas, T. B. Wigley y J. W. Gibbons. 2002. Monitoring herpetofauna in a managed forest landscape:

effects of habitat types and census techniques. Forest Ecology and Management 167:83-90.

- Rzedowski, J. 1978. **Vegetación de México**. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp
- Rzedowski, J. 1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.) Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, unam, México, pp. 129-145.
- Sala, O. E, F.S. Chapin III, J.J. Armesto, E. Brlow, J. Bloomfield, R.Dirzo, . Huber-Sanwald, L. F. Henneke, R.B. Jackson, A. Kinzing, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N.L. Poff, M. . Sykes, B.H. Walker, M. Walker, y D. H. Wall. 2000. **Global biodiversity scenarios for the year 2100.** Science. 287:1770-1774.
- Sánchez, O., E. Vega., E. Peters y O. Monrroy-Vilchis (eds.). 2003. **Conservación de Ecosistemas Templados de Montaña en México.** SyG Editores S.A de C.V. México, D.F. 315 pp.
- Santos-Barrera, G. y G. Parra-Olea. 2004. ***Craugastor rugulosus***. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T56934A11556868. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T56934A11556868.en. Downloaded on 27 July 2018.
- Santos-Barrera, G. y Canseco-Márquez, L. 2004. ***Incilius perplexus***. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T54731A11196439. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T54731A11196439.en. Downloaded on 14 September 2018.
- Santos-Barrera G., J. Pacheco y G. Ceballos. 2004. **La conservación de los anfibios y reptiles de México**. Biodiversitas 57: 2-6.
- Santos-Barrera, G. 2014. **Geographic variation in Incilius occidentalis (Anura: Bufonidae), an endemic toad from Mexico, with a redescription of the species and delimitation of the type locality**. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 414-428. https://amphibiaweb.org/index.html

- SEMARNAT. 2010. **Norma Oficial Mexicana 059- ECOL.** Gaceta Ecologica 62. 1-172.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. **The use of species accumulation functions for the prediction of species richness.** Conservation Biology, 7: 480-488.
- Suazo-Orduño, I. 2009. **Efectos de La conversión Del Bosque Tropical Caducifolio a mosaicos agrícolas sobre ensambles herpetofaunísticos.** Tesis Doctoral. Instituto de Ecología-UNAM. 123 pp.
- Suarzo-Ortuño, I., J. Alvarado-Díaz, y M. Martínez-Ramos. 2008. **Effects of conversión of dry tropical forest to agricultural mosaic on herpetofaunal assemblages**. Conservation Biology. 22: 362-374.
- Scott, J. M.; E. A. Norse, H.T. Arita, A. Dobson, J.A. Estes, M. Foste, B. Gilbert, D. Jensen, R. L. Knight, D. Mattson y M. E. Soulé. 1999. **The issue of scale in selecting and desiging biological reserves.** 19-37 p. En: M. E. Soulé y J. Terborgh (Eds.) Continental Conservation, scientific fundation of regional reserve networks. Island Press, Washington, D. C.
- Smith, H. M. y R. G. Van-Gelder. 1955. **New and Notheworthy Amphibian and Reptiles from Sinaloa and Puebla, Mexico.** Herpetologica 11: 145-149.
- Stuart, S.N., J.S. Chanson, N.A. Cox, B.E.Young, A.S.L.Rodrigues, D.L. Fischman y R.W. Waller. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. Science 306: 1783-1786.
- Stuart, S. N., M. Hoffmann, J. S. Chanson, N. A. Cox, R. J. Berridge, P. Ramani, y B. E Yung. 2008. **Threatened Amphibians of the World.** Lynx Edicions,Barclona, Spain; IUCN, Gland, Switzerland, and Conservation International, Arlington, Virginia, USA.
- The IUCN Red List of Threatened Species IUCN Version 2013.2. <http://www.iucnredlist.org
- Trejo, V. I. 1999. **El clima en la selva baja caducifolia en Mexico. Investigaciones geográficas.** Boletín 39. Universidad Autónoma de Mexico, D.F. 40-52 pp.

- Trejo, I., y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: A national and local analysis in Mexico. Biological Conservation 94: 133-142.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico mexicano. En: Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury, J., Dirzo, R. (eds.). Diversidad, Amenazas y Áreas Prioritarias para la Conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México, pp. 41-51. CONABIO y Fondo de Cultura Económica, México DF, México.
- Tuomisto, H. 2010. **A consistent terminology for quantifying species diversity? Yes, it does exist**. Oecologia 164:853–860.
- Urbina-Cardona, J. N y V. Reynosa-Rosales. 2005. **Recambios de anfibios y reptiles en el gradiente Potrero-Borde-Interior en los Tuxtlas, Veracruz, México**. In: Halffter G., J. Soberón, P. Koelff y A. Melic (Eds.) Sobre Diversidad Biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías 3er Milenio. CONABIO, Grupo Diversitas, CONACYT.
- Vargas-Santamaría, F. 1998. **Estudio Herpetofaunístico en el Playón de Mexiquillo y Áreas Adyacentes en la Costa Sur del Estado de Michoacán, México**. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 111 pp.
- Villamar, D. T. E. 1998. **Contribución al conocimiento de las preferencias térmicas en Anguidos (Reptilia:Sauria).** Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Autónoma de México. Tlalnepantla, Estado de México.
- Vitt, L. J. y J. P. Caldwell. 2009. **An introductory biology of amphibians and reptiles.** Herpetology. Academic, New York 697 pp.
- Vite-Silva V. D, A. Ramírez-Bautista y U. Hernández-Salinas. 2010. **Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.** Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 473-485.
- Webb, R. G. & Fulger, C. M. 1957. **Selected comments on amphibians and reptiles from the Mexican state of Puebla.** Herpetologica, 13:33-66.

- Whittaker, R. H. 1972. **Evolution and measurement of species diversity.** Taxon 21: 213-251.
- Xelano-Conde, J. M. 2004. **Estudio Herpetofaunístico del Municipio de Zacatlán, Puebla**. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. BUAP. 62 pp.
- Zaldívar Riverón Alejandro, Walter Schmidt, Peter Heimes 2002. Barisia imbricata. Revisión de las categorías en el proyecto de norma oficial mexicana (PROY-NOM-059-2000) para las especies de lagartijas de la familia Anguidae (Reptilia). Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W026. México. D.F.

ANEXO 1

Lista general de las especies de anfibios y reptiles que se encuentran en la Mixteca Baja Poblana. Estado de conservación (NOM-059-2010): A.- Amenzada, Pr.- Protección Especial; Endemismo: M.- Endémica al país, X.- Endémica al estado de Puebla; Lista Roja Internacional: Lc.- Preocupación menor, EN.- En peligro de extinción, DD.- Datos insuficientes.

AMPHIBIA

ANURA

Bufonidae

Rhinella horribilis (Wiegmann, 1833)	Lc
Incilius perplexus (Taylor, 1943)	M, EN
Incilius marmoreus (Wiegmann, 1833)	M, Lc

Hylidae

Exerodonta smaragdina (Taylor, 1940)	M, Pr, Lc
Dryophytes arenicolor Cope, 1866	
Smilisca baudinii (Duméril y Bibron, 1841)	Lc
Tlalocohyla smithii (Boulenger, 1902)	M, Lc

Phyllomedusidae

Agalychnis dacnicolor (Cope, 1864)	M, Lc

Craugastoridae

Craugastor rugulosus (Peters, 1870)	M, Lc

Eleutherodactylidae

Eleutherodactylus nitidus (Peters, 1870)	M, Lc

Microhylidae

Hypopachus variolosus (Cope, 1866)	Lc

Scaphiopodidae

Spea multiplicata (Cope, 1863)	Lc

Ranidae

Lithobates zweifeli (Hillis, Frost y Webb, 1984)	M, Lc

REPTILIA

SAURIA

Eublepharidae

Coleonyx elegans Gray, 1845	A, Lc

Gekkonidae		
	Phyllodactylus bordai Taylor, 1942	M, Pr, Lc
Helodermatidae		
	Heloderma horridum (Wiegmann, 1829)	A, Lc
Iguanidae		
	Ctenosaura pectinata (Wiegmann, 1834)	M, A
Phrynosomatidae		
	Phrynosoma braconnieri Duméril y Bocourt, 1870	M, Pr, Lc
	Sceloporus gadoviae Boulenger, 1894	M, Lc
	S. horridus Wiegmann, 1834	M, Lc
	S. ochoterenae Smith, 1934	M, Lc
	Urusaurus bicarinatus (Duméril, 1856)	M, Lc
Polychrotidae		
	Norops forbesi Smith y Van Gelder, 1955	M, X, A, DD
Scincidae		
	Marisora unimarginata (Cope, 1862)	
Teiidae		
	Aspidoscelis costata (Cope, 1878)	M, Pr, Lc
	A. deppii (Wiegmann, 1834)	Lc
	A. sackii (Wiegmann, 1834)	M, Lc
SERPENTES		
Boidae		
	Boa constrictor Linnaeus, 1758	A
Colubridae		
	Conophis vittatus Peters, 1860	M, Lc
	Drymarchon melanurus Duméril, y Bribon, 1854	Lc
	Drymobius margaritiferus (Schlegel, 1837)	Lc
	Enulius flavitorques (Cope, 1869)	Lc
	Imantodes gemmistratus Cope, 1860	Pr, Lc
	Leptodeira splendida Günther, 1895	M, Lc
	Masticophis mentovarius (Duméril, y Bribon, 1854)	Lc
	Pseudoleptodeira latifasciata (Günther, 1894)	M, Pr, Lc
	Salvadora mexicana (Duméril y Bribon, 1854)	M, Pr, Lc
	Senticolis triaspis (Cope, 1866)	Lc
	Sonora michoacanensis (Duges, 1884)	M, Lc
	Tantilla calamarina Cope, 1866	M, Pr, Lc
	Trimorphodon tau Cope, 1870	M, Lc
Elaphidae		
	Micrurus laticollaris (Peters, 1869)	M, Pr, Lc
Viperidae		
	Crotalus culminatus Klauber, 1952	M

TESTUDINES

Kinosternidae

Kinosternon integrum Le Conte, 1824 M, Pr, Lc