



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

---

---

ESCUELA DE BIOLOGÍA

DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE ANFIBIOS Y REPTILES  
EN ZONAS CONSERVADAS Y PERTURBADAS EN EL  
MUNICIPIO DE SANTA INÉS AHUATEMPAN, PUEBLA.

Tesis que para obtener el título de  
BIÓLOGO (A)

PRESENTA:  
Manuel Ernesto Vargas Orrego

TUTOR : M. en C. Gonzalo Yanes Gómez.



Marzo, 2014

## Dedicatoria

- Este trabajo esta dedicado a mi Papás por, cariño, comprensión y su apoyo incondicional en todo momento.
- A mi hermano Oscar compañero de toda la vida.
- A mis sobrinos Julio y Saúl a quienes quiero mucho.

# Agradecimientos

- Agradezco a mis padres por todo el apoyo brindado a lo largo de mi vida, por sus palabras de aliento y por la confianza depositada en mi
- A al M. en C. Gonzalo Yanes Gómez por aceptar dirigir esta tesis, sus comentarios, todas las aportaciones que realizo para enriquecer este trabajo.
- M. en C. Carlos Alberto Hernández Jiménez por la idea de esta tesis, los documentos, fotografías, sus acertados comentarios y su tiempo proporcionados a este trabajo.
- Al Dr. Rodrigo Macip Ríos por sus acertados comentarios y sugerencias que enriquecieron este trabajo.
- A la M. en C. Concepción López Téllez por los contactos en Santa Inés Ahuatempan.
- A Don Nahu y Doña Inés, a Don Trini y Doña Vero muchas gracias por abrirnos las puertas de su casa alimentarnos transportarnos y compartir buenos momentos.
- A mis amigos que me acompañaron al campo Carlos, Roberto, a mi primo Alberto, a Pedro, Chío, Bere y Eunice, muchas gracias por compartir esos buenos momentos y aventuras de cada salida.
- A mis amigos que comparten este interés por los anfibios y reptiles con los que he compartido grandes momentos.

## Índice.

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 1  |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                       | 3  |
| 2. Antecedentes .....                                       | 5  |
| 2.2. Trabajos realizados cercanos a la zona de estudio..... | 7  |
| 2.3. Trabajos de comparación de zonas.....                  | 8  |
| 2.4. Trabajos en selva baja caducifolia .....               | 14 |
| 3 OBJETIVOS .....   | 16 |
| 3.1. Objetivo general.....                                  | 16 |
| 3.2. Objetivos particulares.....                            | 16 |
| 4. Área de estudio.....                                     | 17 |
| 4.1 Descripción del Área de Estudio .....                   | 17 |
| 5 MATERIAL Y METODOS.....                                   | 20 |
| 5.1. Muestreo de anfibios y reptiles .....                  | 20 |
| 5.1.1. Diseño del muestreo.....                             | 20 |
| 5.1.2 Técnicas de muestreo .....                            | 20 |
| 5.1.3 Captura y manejo de la herpetofauna.....              | 21 |
| 5.1.4 Determinación taxonómica y toma de datos.....         | 21 |
| 5.2 ANALISIS DE DATOS.....                                  | 22 |
| 5.2.1 Abundancia .....                                      | 22 |
| 5.2.2 Diversidad <i>Alfa</i> .....                          | 22 |
| 5.2.3. Curvas de acumulación de especies .....              | 22 |
| 5.2.4 Índices de diversidad.....                            | 23 |
| 5.2.5 Análisis de Parsimonia de Endemismos. ....            | 25 |
| 5.2.6. Uso del Microhábitat.....                            | 26 |
| 5.2.7. Categorías de protección.....                        | 26 |
| 6. RESULTADOS. ....   | 27 |
| 6.1 Diversidad total. ....                                  | 27 |
| 6.1.1 Composición de la herpetofauna.....                   | 27 |
| 6.1.2 Riqueza específica por zona .....                     | 29 |
| 6.1.3. Abundancia.....                                      | 31 |
| 6.2. Curva de acumulación de especies.....                  | 38 |
| 6.2.1. Curva de acumulación de especies por zona.....       | 39 |

M. E. VARGAS-ORREGO

|   |    |
|---|----|
| 6.3. Diversidad Alfa.....   | 41 |
| 6.3.1. Temporada de lluvias y secas. ....   | 42 |
| 6.3.2. Zona conservada y perturbada.....  | 43 |
| 6.3.3. Análisis por temporadas y zonas.....   | 44 |
| 6.4. Índice de similitud herpefaunística.....   | 46 |
| 6.5. Análisis por preferencia de microhábitat.....                                    | 47 |
| 6.6. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, RED LIST y CITES. ....           | 49 |
| 7. DISCUSIÓN.....   | 50 |
| 7.1. Composición de la herpetofauna. ....   | 50 |
| 7.2. Riqueza específica por zona. ....  | 51 |
| 7.3. Abundancia de especies. ....   | 52 |
| 7.3.1. Abundancia por temporada de lluvia y secas.....                                | 52 |
| 7.3.2. Abundancia de especies por zona conservada y perturbada. ....                  | 53 |
| 7.4. Curva de acumulación de especies.....  | 54 |
| 7.4.1. Curva de acumulación de especies por zona.....                                 | 55 |
| 7.5. Diversidad Alfa.....   | 55 |
| 7.5.1. Temporada de lluvias y secas. ....   | 56 |
| 7.5.2. Zona conservada y perturbada.....  | 57 |
| 7.5.3. Análisis por temporadas y zonas.....   | 58 |
| 7.6. Similitud herpefaunística.....   | 59 |
| 7.7. Análisis por preferencia de microhábitat.....                                    | 60 |
| 7.8. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, RED LIST y CITES. ....           | 61 |
| 8. CONCLUSIONES.....  | 63 |
| 9. Literatura Citada.....   | 67 |
| 10. Anexos.....   | 80 |
| 10.1. Anexo 1.....  | 80 |
| Lista de especies registradas para el Municipio de Santa Inés Ahuatempan, Puebla..... | 80 |
| 10.2. Anexo 2.....  | 82 |
| Distribución de la herpetofauna en las distintas zonas de estudio.....                | 82 |

## RESUMEN

Se estudiaron zonas conservadas y perturbadas en temporada de lluvias y secas en un ensamble de anfibios y reptiles en el municipio de Santa Inés Ahuatempan ubicado al sur del estado de Puebla; la vegetación predominante en la zona de estudio es selva baja caducifolia. Se compararon los atributos del ensamble como riqueza, abundancia, diversidad, dominancia y equidad, también se elaboró un listado herpetofaunístico, y se calculó la similitud con herpetofaunas de localidades cercanas a la zona de estudio, se registraron los tipos de microhábitats utilizados, así como el estatus de conservación de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y la IUCN Red List. El presente trabajo se realizó entre agosto 2008 y marzo 2009; se llevaron a cabo seis salidas de cuatro días cada una. Se obtuvo un total de 32 especies, 10 anfibios y 22 reptiles incluidas en 17 familias y 26 géneros. *Gerrhonotus liocephalus*, *Tantilla bocourti* y *Salvadora bairdi* constituyen nuevos registros para esta zona de la Mixteca Poblana. La curva de acumulación y los estimadores muestran que faltan especies por registrar. La zona perturbada fue donde se obtuvo mayor riqueza. Se registró mayor abundancia de anfibios en lluvias, mientras que los reptiles presentan poca diferencia. La perturbación tiene un efecto negativo en la riqueza y abundancia de anfibios, mientras que en reptiles sucede lo contrario. Anfibios y reptiles presentan una mayor diversidad en temporada de lluvias. Ambos grupos presentan diferencias significativas entre zonas de estudio y una mayor diversidad en áreas perturbadas. Los anfibios presentan una mayor equidad en la perturbada, mientras que los reptiles presentan mayor equidad y dominancia en las zonas conservadas. En los anfibios la temporada de lluvias muestra casi la misma diversidad para los dos tipos de zonas, la equidad fue más alta en áreas perturbadas y la dominancia fue más alta en conservadas. En reptiles la diversidad más alta se dio en temporada de lluvias en zonas perturbadas, mayor equidad en temporada de lluvias en ambas zonas y dominancia alta en la zona conservada para las dos temporadas. Santa Inés Ahuatempan presenta mayor similitud herpetofaunística con

M. E. VARGAS-ORREGO

Huehuetlan el Chico y a su vez con San Juan de los Ríos y Sierra de Huautla; El tipo de microhábitat más usado fue el terrestre. 12 especies se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos dentro de los apéndices de CITES y sólo una en riesgo en la lista roja de la.

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido a su compleja historia geológica, México es uno de los cinco países con mayor biodiversidad (Challenger, 1998). Su riqueza biológica es quizás una de las más interesantes del mundo, tanto por su diversidad florística como faunística. Sin embargo, el conocimiento que se tiene de esta riqueza no es equitativo para todos los grupos de seres vivos y entre los vertebrados mexicanos, los menos conocidos son los anfibios y los reptiles; a pesar de esto, los escasos trabajos que se han realizado sobre ellos han dejado muy claro que México cuenta con una de las más ricas herpetofauna del mundo (Vázquez-Díaz, 1993), siendo el segundo lugar a nivel mundial en reptiles y el quinto en anfibios (Sarukhán, J., et al. 2009, Parra-olea *et. al.* 2014).

Hasta 1993 se conocían 997 especies herpetofaunísticas, de las cuales el 29% (291 Spp.) son anfibios y 71% (706 Spp.) de reptiles (Flores-Villela, 1993); para el 2004 Flores-Villela y Canseco Márquez actualiza la taxonomía e incrementan 168 especies conocidas para México dando un total de 1165 especies para ambos grupos, de estas 361 (31 %.) son anfibios y 804 (69%.) de reptiles (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004), actualmente se tienen reportadas 376 especies de anfibios y 864 de reptiles (Parra-olea *et. al.* 2014, Flores-Villela y Garcia-Vazquez, 2014) ,de las cuales 247 se encuentran registradas en el estado de Puebla, es decir más del 20% de las especies registradas para el país se encuentran representadas en el estado (Gutiérrez-Mayén, *et al.* 2011).

Aunque México posee una gran diversidad en cuanto a herpetofauna, no se le ha estudiado a detalle y ni se ha dado la importancia necesaria en cuestiones ecológicas y taxonómicas en ciertas regiones de algunos estados, como las zonas áridas y semi-áridas (Camarillo, 1993 citado en Huitzil-Mendoza 2007). Las actividades como la ganadería y agricultura han provocado daños a los ecosistemas. Tan sólo en la selva baja caducifolia, la deforestación total anual hace 13 años era del 2% (Trejo-Vázquez y Dirzo 2000), esto lleva a la pérdida de la cobertura vegetal, y por lo tanto, a la pérdida de biodiversidad. Debido a esto es

M. E. VARGAS-ORREGO

posible que muchas especies nunca se conozcan y se pierdan con la fragmentación del hábitat (Hamilton *et al.*, 1995 citado en Pineda y Halfer 2005); por esto, es necesario realizar inventarios herpetofaunísticos en lugares sin estudios o poco estudiados, y evaluar el impacto que generan estas actividades antropogénicas sobre las comunidades de anfibios y reptiles. Por esto el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de la herpetofauna del municipio de Santa Inés Ahuatempan.

## 2. Antecedentes

### 2.1. Estudios herpetofaunísticos en Puebla

En el estado de Puebla se han realizado algunos trabajos sobre descripción de especies, registros nuevos, ampliación de distribución, y listados herpetofaunísticos, esto es de gran importancia ya que por la acelerada pérdida de cobertura vegetal y por lo tanto la pérdida de hábitats de algunas especies de anfibios y reptiles puede conducir el decremento de la variabilidad genética, la extirpación local o a la extinción de estos organismos (Wind 1999), debido a esto, en los últimos años se han incrementado el número de estos estudios con el fin de saber más acerca de estos organismos.

Entre los trabajos realizados para el estado de Puebla se encuentran descripciones de algunas especies como el de Smith y Van-Gelder (1955) que describen a *Anolis forbesi*, Smith e Iverson (1993) describen a *Xenosaurus reticollaris*, Mendensol y Cambell (1994) describen a la rana *Exerodonta xera*, Cuellar et al (1996) describen a la *Lithobates chichicuahutla*, Cambel (2000) describe a *Micrurus pachecogili*, Canseco-Márquez et al. (2002) describen un colúbrido *Tantilla robusta*, Canseco-Márquez y Smith (2004) describen a la rana *Eleutherodactylus galacticorinus*, Parra-Olea et al. (2004) describen a la salamandra *Pseudoeurycea quetzalanensis*, Garcia-Vazquez et al. (2010) describen a *Lepidophyma zongolica* y solo se conoce en la localidad tipo.

También hay trabajos de nuevos registros y ampliación de distribución para el estado como el de Camarillo-Rangel (1995) registra a la lagartija *Lepidophyma sylvaticum* y *Scincella gemmingeri forbesorum*, Camarillo-Rangel y Aguilar (1995) documenta el primer registro de la rana *Eleutherodactylus decoratus*, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen (1998) registra a la lagartija *Laemanctus serratus serratus*, Canseco-Márquez y colaboradores (2000) registran a 22 especies, y de ocho más se ampliaron sus zonas de distribución, Canseco-Márquez y colaboradores (2003) integran para Puebla y amplían el rango de distribución de *Sceloporus ochoteranae*, Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayen (2004) registran nuevas localidades para *Celestus legnotus*, Canseco-Márquez et al. (2004b)

M. E. VARGAS-ORREGO

registra a la lagartija *Coleonyx elegans*, Maceda-Cruz *et al.* (2004) registra a *Phrinosoma asio* siendo este el primer registro para el estado, Mociño-Deloya y colaboradores (2007) amplían la distribución de *Pseucoeurycea quetzalanensis*, Windfield-Pérez *et al* (2007) registran en una cueva del valle de Tehuacan-Cuicatlán a *Pseudoeurycea mixteca* siendo este el primer registro para el estado, García-Vázquez *et al.* (2009) añaden 18 nuevas especies para el estado, entre las cuales están los anuros *Incillius valliceps*, *Hyalinobatrachium fleischmanni*, *Eleutherodactylus leprus*, *Agalychnis callidryas*, *Dendropsophus microcephalus*, *Ptychohyla zophodes*, *Smilisca cyanostycta*, *Leptodactylus melanonotus* y *Lithobates vaillanti*, las lagartijas *Anolis cymbops*, *Anolis tropidonotus*, *Sphenomorphus cherriei stuarti*, *Xenosaurus grandis*, y por último las serpientes *Lampropeltis triangulum polizona*, *Leptodeira polysticta*, *Oxyrhopus petola*, *Micrurus diastema* y *Typhlops tenuis*; en este mismo trabajo se reportan 16 notas de distribución de las especies *Craugastor loky*, *Craugastor pygmaeus*, *Ecnomiohyla miotympanum*, *Scinax staufferi*, *Leptodactylus fragilis*, las lagartijas *Corytophanes henandezii*, *Hemidactylus frenatus*, *Sceloporus variabilis*, *Anolis laeviventris*, *Anolis sericeus*, *Scincella silvicola*, y *Ameiva undulata*, y las serpientes *Geophis semidoliatus*, *Imantodes cenchoa*, *Leptophis mexicanus*, y *Ninia sebae*.

Solano-Zavaleta (2009) registran para el estado y amplían la distribución para *Pseudoeurycea melanomolga* y se amplía el rango de distribución para *Pseudoeurycea gadovii*. Melgarejo-Vélez *et al* (2010) amplían el rango de distribución para la rana *Hyalinobatrachium fleischmanni*. Meza-Parral y colaboradores (2010) obtienen un nuevo registro para el estado de *Nerodia rhombifer wetrleri*; Luria-Manzano *et al* (2010) registran a *Gastrophryne usta* para el estado y Chavez-Ortiz *et al.* (2010) amplían el área de distribución de *Eleutherodactylus leprus* en el estado.

## **2.2. Trabajos realizados cercanos a la zona de estudio.**

Entre los trabajos más cercanos a la zona de estudio que se han efectuado se encuentra el de Maceda-Cruz (2005) que hizo un estudio herpetofaunístico en San Juan de Los Ríos, en el municipio de Chiantla de Tapia, en el cual elabora un listado, representado por 33 especies, 9 anfibios y 24 a los reptiles, y analiza riqueza específica, y diversidad estacional; también llevó a cabo una comparación herpetofaunística entre la región del Balsas en el estado de Guerrero, la Sierra de Huautla, Morelos y la región de Chamela, Jalisco, en la cual encontró una mayor afinidad con la Cuenca del Balsas seguida de la Sierra de Huautla.

Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2006b) elaboraron una guía de campo de la herpetofauna presente en la región del Valle de Zapotitlán, en el que reportan 40 especies pertenecientes a 17 familias y 32 géneros, para las que desarrollan claves taxonómicas para su identificación.

Trujillo-Caballero (2006) hizo un estudio de la Herpetofauna de Tecali de Herrera en el cual utilizó tres métodos de registro de los anfibios y reptiles, estos se realizaron por transecto, por microhábitat, y por trampeo, reporta 14 especies de herpetozoos en 10 meses de muestreo 4 anfibios y 10 reptiles, el método de trampeo fue con el que menos registros se obtuvieron y el más exitoso fue la búsqueda por transectos.

García-Vázquez *et al.* (2006) analizan la distribución de la herpetofauna en la región de la Mixteca Poblana, en el cual reportaron 64 especies de anfibios y reptiles pertenecientes a 51 géneros y 22 familias, lo cual representa el 28.76% de la herpetofauna total de Puebla; de las 64 especies, 36 resultaron ser endémicas para el país y una para el estado, también realizaron una comparación herpetofaunística en la cual esta zona presenta una mayor afinidad con la Cuenca del Balsas

### **2.3. Trabajos de comparación de zonas**

La fragmentación y la pérdida de hábitat causadas por la actividad humana condicionan determinadas propiedades de las poblaciones (tamaño, densidad, patrones de dispersión, reclutamiento y composición) que tiene un efecto directo sobre las fuerza de las interacciones sociales (Laiolo y Arroyo-Solís, 2011).

Es necesario entender cómo se comportan estos organismos en su hábitat original y ante la pérdida su hábitat, algunos estudios han evaluado los efectos de la fragmentación en anfibios como el de Weyranch y Grubb (2004) en el que estudian la distribución de anfibios en parches de vegetación con humedales dentro de ellos, en un paisaje fragmentado por agricultura en Ohio, encontraron que en anuros la variable más influyente del hábitat y la riqueza total es el hidroperiodo, sin importar el paisaje, mientras que para los caudados las arboledas del borde de área fue el carácter más importante, seguido del hidroperiodo.

Otro de los trabajos que se efectuaron en zonas con transformación del hábitat sobre un ensamble de anfibios es el de Gradinetti y Jacobi (2005) en Minas Gerais, Brasil, haciendo muestreos en un área donde el paisaje original era de bosque y fue modificado para hacer pozas y utilizarlos para piscicultura, y promovieron la colonización de especies generalistas y no se registraron las especies especialistas de bosque. Encontraron que los estanques no se utilizan para la reproducción sino para alimentarse y pueden servir para la dispersión de algunas especies. Esto quiere decir que la modificación del hábitat ejerce gran presión sobre las especies especialistas, mientras que las de mayor plasticidad se adaptan y sobreviven.

De los trabajos realizados en México se encuentra el de Moreno-Rodríguez (2005) que evalúa los efectos de los cafetales (cafetales Inga y cafetales diversificados) sobre la comunidad de anfibios, comparándolos con zonas conservadas (bosque mesófilo y selva mediana) en la reserva de la biosfera "El Triunfo" en Chiapas, haciendo un tipo de muestreo de extensión variable y con tiempo fijo encuentra un total de 17 especies, para las áreas conservadas encuentra que para selva

M. E. VARGAS-ORREGO

mediana hay 12 especies y bosque mesófilo siete, mientras que para los cafetales de inga nueve y para cafetal diversificado 11. Sugiere que el cafetal con sombra diversificado es una buena opción de conservación en paisajes rurales en zonas a utilizarse donde hay potreros u otros sistemas agroforestales.

Un trabajo más reciente es el realizado en Uxpanapa, Veracruz por Aguilar-López (2010), en donde se evaluaron los patrones espaciales de la diversidad de las especies en función de la transformación del hábitat usando a los anfibios como grupo indicador, se realizó en cuatro diferentes ambientes selva alta, selva secundaria, plantaciones de hule y pastizal para ganado, mediante dos métodos de colecta por distancia y búsqueda libre encontrando que la selva secundaria fue la más diversa con 16 especies, seguida de el potrero con 14, la selva alta con 11 y las plantaciones de hule 10, en total registra 22 especies de anfibios para todo el paisaje, también menciona que la temporada de más abundancia fue en secas en todos los ambientes excepto en potrero, por lo que resalta la importancia de las zonas con cobertura arbórea y los cuerpos de agua para la dinámica y la abundancia de estos organismos en la época de estiaje.

Otros trabajos se han realizado con ranas y lagartijas como es el de Schlaepfer y Gavin (2001) en Costa Rica cerca de la estación biológica "Las Cruces", en una zona con tipo de vegetación de bosque húmedo estudiando el efecto borde bosque-pastizal e interior de bosque, con dos especies del genero *Anolis* y cinco ranas del genero *Eleutherodactylus* y encontraron que las especies fueron más abundantes en las parcelas de borde, aunque en temporada de lluvia las especies de *Eleutherodactylus* fueron más abundantes en el interior de bosque, los autores lo atribuyen al número ilimitado de posibles combinaciones de todos los componentes bióticos y abióticos y a todas las posibles interacciones que conforman el efecto borde. También encontraron que las lagartijas y ranas no responden de manera uniforme a los bordes ya que los efectos borde son variados y los requerimientos de cada especie interactúan con ellos de una manera diferente.

M. E. VARGAS-ORREGO

Bell y Donnelly (2006) también trabajaron con ranas y lagartijas en la estación biológica “La Selva” y algunas zonas cercanas en Costa Rica, estudiando la influencia de la fragmentación de bosque en la comunidad de ranas y lagartijas, los muestreos se realizaron por transecto nocturno y por cuadrantes diurnos en fragmentos de bosque y bosque continuo, encontrando de diez a 24 especies en los fragmentos y 36 en bosque continuo, los fragmentos tienden a soportar mayor densidad de lagartijas y menor densidad de ranas que el bosque continuo, sin embargo, la densidad fue menor en fragmentos que en bosque continuo, clasifican al 34% de las especies como sensibles a la fragmentación ya que no se encontraron o por su baja densidad.

Entre los estudios realizados solo con reptiles está el de Macip-Ríos y Muñoz Alonso (2008) en Mapastepec, en el Soconusco Chiapaneco, trabajaron con lagartijas y midieron la diversidad y riqueza en cafetales diversificados a diferentes alturas, y con diferentes tipos de vegetación nativa (selva alta, selva mediana, bosque mesofilo) y alterada, obteniendo como resultado que los cafetales tienen una riqueza y diversidad igual o más alta que las asociaciones vegetales primarias. Sugieren que algunos cafetales con características especiales como ser de baja altitud y ser del tipo rustico, fungen como refugio para la biodiversidad.

Urbina-Cardona y colaboradores (2008) hacen un estudio con serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de perturbación en el parque nacional natural Isla Gorgonia en el Pacífico Colombiano, el muestreo se realizó mediante transectos permanentes de 300 m. de largo en área de ruinas de la prisión, cultivo de cocos, vegetación secundaria y vegetación primaria encontrando 13 especies de serpientes para todo el muestreo, la riqueza y abundancia fue mayor en temporada de lluvia en ambiente de selva (secundaria y primaria) y en cultivos y prisión en época de secas, la mayor riqueza se dio en el bosque secundario, seguido del primario y el cultivo.

Otro trabajo realizado en Colombia es el de Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona (2008) hacen un trabajo con reptiles en seis fragmentos de bosque seco rodeado por potreros realizando transectos de 50 m x 2 m y un total de 120 transectos, encontrando un total de 35 especies, los fragmentos más grandes obtuvieron la mayor riqueza y los fragmentos más pequeños o de forma lineal pueden ser considerados como borde, ya que en ellos las variables microclimáticas nunca se estabilizan, también encontraron que un gran porcentaje de las especies encontradas en fragmentos pequeños son generalistas. Cada aspecto ecológico y ambiental presenta una estabilización distinta hacia el interior del fragmento para los reptiles y dependerá de la relación de cada especie con los gradientes microambientales y de la relación entre los factores ambientales y alimenticios.

Un trabajo más reciente es el de González-Sánchez (2012) quien realizó un estudio con reptiles en acahuales con diferentes edades de regeneración de entre 1 a 10 años, el tipo de vegetación fue de selva mediana subperenifolia, en X-Hazil sur y anexos en Quintana Roo, midiendo la diversidad y selección de hábitat de los reptiles, realizando transectos de 500 m y evitando el efecto borde, encontró un total de 18 especies, el acahual con más riqueza fue el de cinco años de regeneración, seguido el de 10 años. El que tuvo menores valores fue el de un año, no percibió que la estacionalidad tuviera efectos importantes sobre la composición de la comunidad de reptiles. También considera a *Anolis rodriguezii* como un indicador del estado de regeneración de la vegetación, ya que sólo se encontró en los sitios con mayor edad de regeneración, *Sceloporus chrysostyctus* fue la especie con mayor plasticidad al encontrarse en todos los acahuales.

Algunas investigaciones se han realizado con Herpetofauna en general haciendo comparaciones entre zonas con diferente grado de perturbación, en diferentes tipos de vegetación, como el realizado por Vargas y Bolaños (1999) compararon 3 diferentes tipos de hábitats con diferente grado de perturbación en una Selva tropical en Colombia, trazaron nueve transectos de 200 x 10 m, que abarcaron los tres tipos de hábitats finca, bosque secundario y bosque maduro, encontraron 56 especies, 27 anfibios y 29 reptiles. Los anfibios obtuvieron una mayor riqueza en

M. E. VARGAS-ORREGO

los bosques secundario y maduro, los dos con 19 mientras que en finca solo diez, para los reptiles registraron mayor número de especies en finca con 19 y en los bosques secundario y maduro 13 en cada una, los autores comentan que no hay diferencias notorias en la riqueza entre hábitats, pero si existen en su composición, ya que algunas especies son abundantes en finca y escasas o nulas en bosque y viceversa, atribuyen esto a que en finca la vegetación no ofrece suficiente cobertura vegetal, por lo que las especies de áreas abiertas tienden a remplazar a las de hábitats boscosos. Los anfibios obtuvieron una mayor riqueza y diversidad en las zonas de bosque debido a su dependencia al agua o de microhábitats con suficiente humedad, y no así para los reptiles cuya piel les protege de la desecación y su método de reproducción les permite ocupar medios más secos. Concluyen que la riqueza y diversidad aumenta desde hábitats con alta actividad antrópica hacia hábitats poco perturbados.

Urbina y Londoño (2003) compararon la herpetofauna en 4 áreas con diferente grado de perturbación cultivos de palma, prisión, bosque secundario y bosque primario trazando 32 transectos. Encontraron un total de 28 especies nueve anfibios y 19 reptiles. El bosque secundario obtuvo la mayor riqueza con 20 especies y bosque primario 13 y una similitud entre ambos del 72%, estas son zonas con una mayor humedad y una temperatura más baja, la prisión 15 y cultivo de palma 11 y una similaridad del 69%, estas áreas están asociadas a ambientes con altas temperaturas. Los autores concluyen que la perdida de hábitat ejerce un efecto deletero sobre las especies de bosque, aquellas especies afines a áreas abiertas tienden a remplazar a las de hábitats boscosos debido a su mayor plasticidad y capacidad para adaptarse a las variables bióticas y abióticas, es por eso que en el bosque secundario se presenta la mayor riqueza.

Mata-Silva (2003) realizó una comparación entre tres zonas de mezquiales con diferente grado de perturbación, en el que se reportan un total de 17 especies 2 anfibios y 15 reptiles, las zonas con mayor riqueza fueron las menos perturbadas ya que presentan mayor número de microhábitats, zona 1 con 11 y zona 2 con 12, la zona 3 al presentar menos cobertura vegetal y ser considerada como muy

M. E. VARGAS-ORREGO

alterada solo presento 4 especies y observo que la diversidad y la densidad está más determinada por la precipitación más que por la temperatura.

Urbina-Cardona y Reinoso (2005) realizaron un trabajo en una selva alta perenifolia en los Tuxtlas, Veracruz, estudiaron el recambio de la herpetofauna en tres tipos de zonas potrero, borde e interior de selva, haciendo 14 parcelas de 250 x 5 m en los diferentes tipos de zona de estudio, encontrando un total de 54 especies de herpetofauna, 21 de anfibios repartidos en las tres diferentes zonas, 12 en potrero, 14 en borde y 13 en interior de selva, en cuanto a los reptiles se encontraron 33 especies 11 en potrero, 25 en borde y 22 en interior de selva. Reportan una mayor cantidad de especies de anfibios a lo largo de transectos lineales en sotobosque pero poco efectivos para reptiles, principalmente serpientes. El mayor número de anfibios y reptiles se dio en borde de selva, seguido del interior de selva. El mayor recambio de especies se dio entre potrero e interior de selva seguido de potrero y borde.

Aguilar-López (2007) llevó a cabo un trabajo en la zona norte de las Choapas, Veracruz, cuya vegetación original es el bosque tropical subperenifolio, en ese trabajo estudió cuatro zonas con diferente vegetación bosque tropical subperenifolio, vegetación acuática y subacuática, potrero y vegetación introducida, obteniendo 69 especies de herpetozoos, de los cuales 20 fueron anfibios y 49 reptiles, el potrero fue el que tuvo mayor riqueza con 46, esto probablemente a que la radiación solar es mayor y es aprovechada por más especies. La restricción de algunas especies en los diferentes tipos de vegetación se puede deber a que sus hábitos son especializados.

Castañeda-Hernández (2009) comparó cuatro diferentes tipos de vegetación en Tepeyahualco, Puebla, obteniendo al final del muestreo un total de 19 especies 2 anfibios y 17 reptiles el tipo de vegetación que más riqueza obtuvo es el potrero con 16, seguido de izotal con 8, pastizal halofito 8 y bosque de pino 4, el potrero también obtuvo la diversidad más alta, y concluyo que esto puede deberse a que

los cultivos es el tipo de vegetación más extenso en el municipio, seguido del izotal.

#### **2.4. Trabajos en selva baja caducifolia**

Los trabajos realizados en zonas con diferente grado de perturbación con una vegetación nativa de selva baja caducifolia son realmente pocos o casi nulos en comparación a los realizados en otros tipos de vegetación. Auriolles-López *et al.* (2000) realizaron en la Mixteca Poblana (cercano a la zona de estudio) una comparación entre zonas perturbadas y no perturbadas, en el cual registraron 27 especies 11 anfibios y 16 reptiles; en las zonas perturbadas registraron 17 y las conservadas 11. El valor de diversidad y de riqueza fue mayor para las zonas perturbadas, al igual que la equitatividad.

Calderón-Mandujano y colaboradores (2008) realizaron un estudio en selva baja y mediana con tres estados sucesionales: menor de 10 años, entre 10 y 25 años y selvas maduras (mayor de 30 años) en Campeche. Los muestreos fueron realizados mediante búsqueda dirigida y con trampas encontrando 61 especies, sin embargo para los análisis solo tomaron en cuenta las encontradas en 38 transectos; los resultados muestran que los estados menos perturbados obtuvieron una riqueza mayor 13 especies para cada tipo de vegetación, al igual que la abundancia, sin embargo hay especies que son más abundantes en los estados sucesionales.

Otro trabajo realizado en selva baja caducifolia es el de Suazo-Ortuño *et al.* (2008), quienes que comparan zonas conservadas y perturbadas en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, en donde estudian seis cuencas por dos años. Se realizaron cinco muestreos en estación seca y seis en lluvias, encontrando 62 especies; encontraron que las zonas conservadas fueron las más ricas con 50 especies y 14 de ellas solo en este tipo de zona y las perturbadas 48 y 12 exclusivas, pero la abundancia fue similar en ambas condiciones, no obstante, se registraron un mayor número de lagartijas y anuros en zonas conservadas y más serpientes en zonas perturbadas.

Orea-Gadea (2010) analizó el efecto de las plantaciones mixtas en vegetación secundaria tienen un efecto de restauración de la biodiversidad comparándolas con zonas conservadas y sin plantación, encontrando un total de 19 especies, cuatro anfibios y 15 reptiles, para las áreas conservadas registro 17 especies de herpetofauna, en plantaciones 15 especies y áreas sin plantación 13 especies, las lagartijas fueron las más abundantes en los diferentes hábitats; concluyen que el efecto de las plantaciones sólo se aprecia en temporada seca en la abundancia de la herpetofauna.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Comparar la estructura de las comunidades de anfibios y reptiles en ambiente conservado y perturbado en Santa Inés Ahuatempan, Puebla.

#### **3.2. Objetivos particulares**

1.- Realizar un listado herpetofaunístico del municipio de Santa Inés Ahuatempan, Puebla con base en los registros obtenidos.

2.-Comparar la riqueza específica de anfibios y reptiles entre zonas conservadas y perturbadas.

3.-Comparar la abundancia, diversidad, dominancia y equidad entre zonas conservadas y perturbadas en temporada de lluvias y secas.

4.-Establecer los tipos de microhábitats utilizados para cada especie.

5.- Comparar la similitud herpetofaunística entre el listado final de Santa Inés Ahuatempan con trabajos cercanos a la zona de estudio.

6.- Determinar el estatus de conservación de la herpetofauna de Santa Inés Ahuatempan de acuerdo a los listados oficiales e internacionales como la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES y la IUCN Red List.

## 4. Área de estudio

### 4.1 Descripción del Área de Estudio

El municipio de Santa Inés Ahuatempan está localizado al Sur del Estado de Puebla. Sus coordenadas son los paralelos 18° 18'54" y 18° 28'48" de latitud N, y los meridianos 97° 54'36" y 98° 11'24" de longitud O, colinda al Norte con Zacapala y Tepexi de Rodríguez; al sur con Acatlán de Ozorio, Xacayacatlán de Bravo y Totoltepec de Guerrero; al Oriente con Tepexi y San Jerónimo Xayacatlán; y al Poniente con Cuauyuca de Andrade y Tehuitzingo. Tiene una superficie de 289.58 km<sup>2</sup> ( Figura 1).

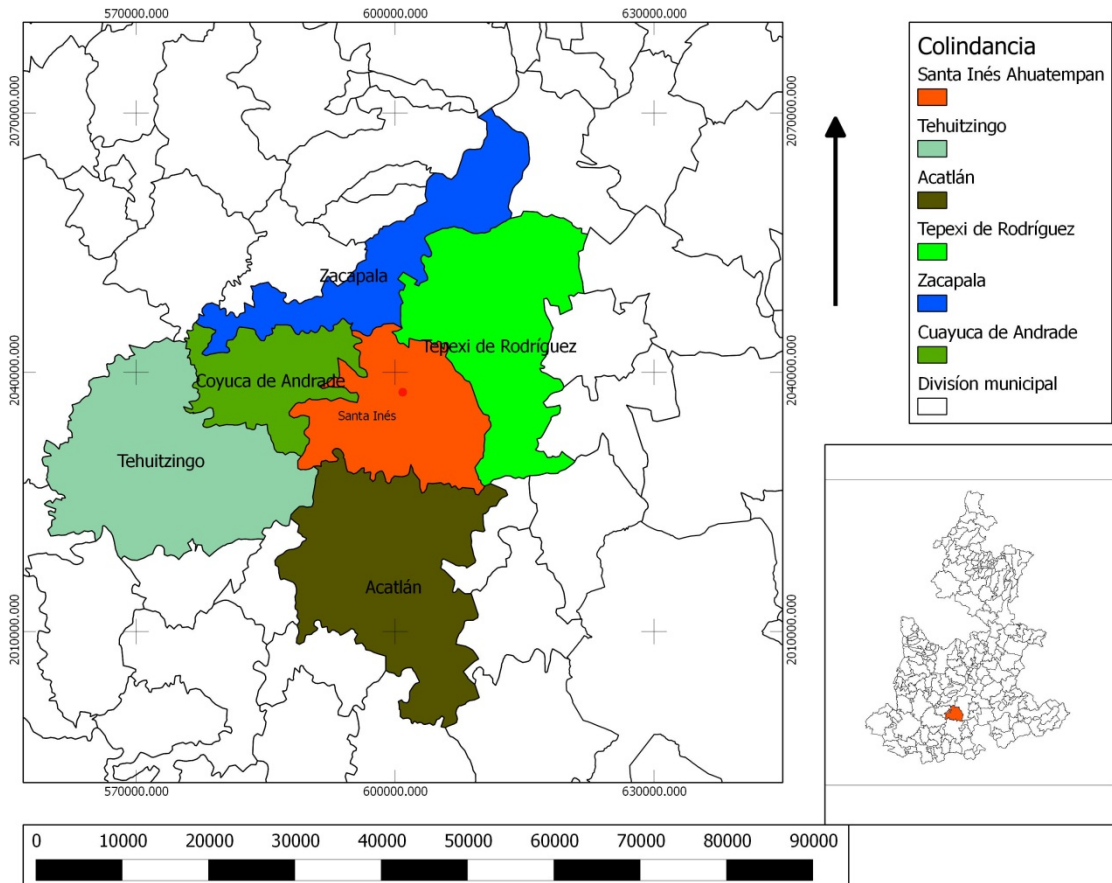


Figura 1. Ubicación del municipio de Santa Inés Ahuatempan y su colindancia con otros municipios vecinos.

Pertenece a dos regiones morfológicas: al norte a los llanos de Tepexi de Rodríguez; y al sur a la sierra de Acatlán (Enciclopedia de los municipios de México ,1999).

M. E. VARGAS-ORREGO

Al centro del municipio se encuentra la mesa Carbajal de más de 10 km de longitud y dos de ancho, a una altura de 1,900 msnm, hacia el Poniente, Sur y Oriente de la mesa, el relieve desciende abruptamente y de manera irregular en dirección a los ríos Atoyac, Acatlán y Carnero respectivamente.

Tiene gran cantidad de formaciones, como los cerros El Metate, el Arroyo Blanco, El Tecorral, Brasil, Loma Toro, Ometolonte, Tetel, Esteopa, La Víbora, así como las mesas Cuesta Blanca, Moctezuma Chichica y otras más (Enciclopedia de los municipios de México ,1999).

Cuenta con una gran cantidad de arroyos intermitentes; la mayoría de ellos originados a partir del descenso de la mesa Carbajal. Al norte y poniente se originan corrientes que servirán de afluentes al Atoyac; al suroeste, las corrientes han sido utilizadas para represarlas en el municipio de Tehuitzingo y formar la presa Boqueroncito; al oriente, se dirigen hacia el arroyo Carnero, y al sur, constituyen el nacimiento del Río Acatlán; uno de los principales afluentes del Petlalcingo, tributario a su vez del Mixteco y del Atoyac (Enciclopedia de los municipios de México ,1999).

Dentro de los climas dominantes del municipio se encuentran: 1.- Semicálido subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual entre 18° y 22° C; temperatura del mes más frío mayor de 18°C; precipitación pluvial del mes más seco menor de 60 milímetros. Lluvia invernal con respecto a la anual menor de 5%, es el predominante; se identifica en toda la porción oriental (Enciclopedia de los municipios de México ,1999).

2.- Cálido subhúmedo con lluvias en verano; temperatura media anual mayor de 22°C; temperatura del mes más frío mayor de 18°C; precipitación pluvial del mes más seco menor de 60 milímetros; lluvia invernal con respecto a la anual menor de 5 %. Se presenta al poniente y extremo sureste (Enciclopedia de los municipios de México ,1999).

M. E. VARGAS-ORREGO

El centro del municipio presenta grandes áreas de agricultura temporal. Las zonas con declive pronunciado, están ocupadas por vegetación natural; al oriente, chaparrales y selva baja caducifolia, y al poniente un área bastante grande de bosque de encinos; y en menor medida, selva baja caducifolia asociada a vegetación secundaria arbustiva (Enciclopedia de los municipios de México ,1999).

Su tipo de suelo es **Rendzina**: suelos de fertilidad alta en actividades agropecuarias con cultivos de raíces someras. Con gran extensión al centro del municipio y **Regosol**: suelos formados por material suelto, como dunas, cenizas volcánicas, playas, etc.; prácticamente infértiles. Es el suelo predominante; ocupa las zonas de declive (Enciclopedia de los municipios de México ,1999).

## 5 MATERIAL Y METODOS

### 5.1. Muestreo de anfibios y reptiles

#### 5.1.1. Diseño del muestreo

Se realizó una salida de inspección para identificar los terrenos y corroborar que contaran con las diferentes zonas a estudiar, áreas conservadas, es decir con la vegetación original y sin rastros de modificación aparente del ambiente y áreas con algún grado de perturbación antropogénica, como potrero, cultivo, caminos, desmontes, jagüeyes, etc., que pudieran modificar la conducta y hábitos de la herpetofauna.

El muestreo en estas zonas se realizó entre los meses de Agosto del 2008 y Marzo del 2009 (Cuadro 1), el cual abarcó las temporadas de lluvias y secas. Se efectuaron tres salidas en la temporada de lluvias, estas se realizaron de la siguiente forma: cada salida constó de cuatro días de muestreo cada una y de igual forma en tiempo de secas, teniendo así el mismo número de muestreos en las dos temporadas y en los dos distintos tipos de zonas a estudiar. En total se realizaron 12 muestreos en zonas perturbadas y 12 en zonas conservadas en las dos distintas temporadas (lluvias y secas).

Cuadro1. Meses en que se realizaron las salidas.

| Salida 1          | Salida 2            | Salida 3      |
|-------------------|---------------------|---------------|
| Agosto-Septiembre | Septiembre -Octubre | Octubre       |
| Salida 4          | Salida 5            | Salida 6      |
| Noviembre         | Enero               | Febrero-Marzo |

#### 5.1.2 Técnicas de muestreo

Los transectos se realizaron al azar, con extensión variable, un esfuerzo de tres personas y un tiempo fijo de 11 horas diarias de trabajo, distribuidas de la siguiente manera: cinco horas por la mañana (9:00 a 14:00), cuatro por la tarde incluyendo el intervalo crepuscular (16:00 a 20:00), y dos horas por la noche (22:00 a 24:00), esto con el fin de abarcar las horas pico de actividad de la herpetofauna.

M. E. VARGAS-ORREGO

Los muestreos para la zonas conservadas se realizaron buscando en el interior de las áreas que conservan su vegetación original haciendo búsquedas en árboles y arbustos, entre la vegetación riparia, dentro del los arroyos y charcas, entre bromelias y hojarasca, bajo troncos, rocas, etc.

En la zona perturbada la búsqueda se realizó en áreas desmontadas, potreros, en caminos, en árboles y arbustos a orilla del camino, en cercas, entre el cultivo y sus orillas, bajo láminas, en leña y piedras apiladas, en jagüeyes y piletas.

### **5.1.3 Captura y manejo de la herpetofauna**

La captura de anfibios se realizó de forma manual y ocasionalmente con ayuda de una red, esto dependiendo de sus hábitos, para las lagartijas de mediano y pequeño tamaño se utilizaron bandas de goma, para el caso del manejo y captura de serpientes se utilizó un gancho herpetológico, el cual también es útil para mover troncos y piedras durante los muestreos (Manzanilla y Péfaur, 2000, Eliosa-Leon y Castillo-Salazar, 2006, Gutiérrez-Mayén 2006).

Algunos organismos fueron transportados para su identificación taxonómica, los anfibios fueron transportados en bolsas plásticas y los reptiles en bolsas de manta humedecidas, colocando un poco de sustrato del lugar de captura, posterior a su identificación se regresaron a su lugar de origen.

### **5.1.4 Determinación taxonómica y toma de datos**

La determinación de las especies durante los muestreos se llevó a cabo mediante la guía de Campo de Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2006) y corroboradas en la escuela de Biología B.U.A.P. mediante la recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México de Flores-Villela *et al.* (1995).

El levantamiento de datos en campo consistió en anotar en una libreta la siguiente información de cada organismo: fecha, zona en la que se realizó el muestreo, especie, número de organismos, hora, georeferencia, hábitat en el que se encontró, microhábitat y actividad, estos datos fueron utilizados para estimar algunos índices de diversidad.

Con base en la determinación taxonómica de las especies obtenidas en campo se elaboró un listado herpetofaunístico, dichas especies fueron actualizadas en base en las nomenclaturas y clasificaciones de los recientes trabajos taxonómicos de Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004) y Liner (2007), y el listado para el estado de García-Vázquez *et al* (2009).

## **5.2 ANALISIS DE DATOS**

Cabe hacer la aclaración de que para estos análisis sólo se usaron los datos registrados durante los horarios de los muestreos; los registros adicionales solo se agregaron al listado general (ver anexo 1).

### **5.2.1 Abundancia.**

Se aplicó una prueba de hipótesis de chi cuadrada para detectar si existe diferencia significativa en las abundancias totales, usando el programa Excel versión 2010 (Microsoft 2010).

### **5.2.2 Diversidad Alfa**

#### **5.2.2.1 Riqueza específica**

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, la cual fue obtenida mediante el número total de especies registradas para el área de estudio y para las dos distintas zonas muestreadas.

#### **5.2.3. Curvas de acumulación de especies**

Con base en la información obtenida se construyó una curva, que representa el número acumulativo de especies y las otras fueron estimadas extrapolando los datos por medio de curvas de acumulación de especies, que nos dio la posibilidad comparar el número de especies registradas con la máxima riqueza predicha por los modelos (Colwell y Coddington, 1994, Jiménez-Valverde y Hortal, 2003, Colwell *et al*, 2004).

Se obtuvo una curva de acumulación de especies del total del muestreo, es decir solo las de los muestreos en los horarios y fechas establecidas, y se elaboraron dos más para las dos distintas zonas, para esto se utilizaron los modelos de Jackknife de segundo orden y Bootstrap.

M. E. VARGAS-ORREGO

Jackknife de segundo orden se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (Palmer, 1990; Krebs, 1989) y su fórmula es:

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m - 3)}{m} - \frac{M(m - 2)^2}{m(m - 1)}$$

### Bootstrap

Este estimador de la riqueza de las especies se basa en  $p_j$ , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie  $j$  (Palmer, 1990; Krebs 1989). Y su fórmula es:

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Para obtener las curvas de acumulación de especies, los datos se aleatorizaron 100 veces con el fin de evitar el efecto del orden de los registros sobre los resultados y se extrapolaron a los días de muestreo (Soberon y Llorente, 1993, Colwell y Codington, 1994, Moreno y Halffter, 2000) mediante el programa Estimates versión 8 (Colwell, 2006).

### 5.2.4 Índices de diversidad.

Para obtener la diversidad de la herpetofauna se empleó el índice de Shannon-Wiener, este índice toma el número de especies y el número de individuos por especie, asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Krebs, 2000, Moreno, 2001). Este índice fue calculado para el muestreo en general y para cada zona en temporada de lluvias y secas, usando el paquete Excel versión 2007.

Dónde:

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

$H'$  = Índice de diversidad de especies.

$S$  = Número de especies.

$p_i$  = Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie  $i$ .

## Prueba de t

Para comparar la diversidad y determinar si existe diferencia significativa en anfibios y reptiles de las dos distintas zonas estudiadas y en las temporadas de lluvia y secas, se aplicó la prueba de t, esta se obtuvo mediante el programa PAST (Hamer *et al.*, 2001), en el que si P es menor a 0.05 hay diferencia significativa y por el contrario si P es mayor 0.05 no hay diferencia.

## Equidad

Se refiere al grado de similaridad de la abundancia entre las especies (Magurran, 2004, krebs, 2000, Moreno, 2001), y se calculó a partir del índice Shanon-Wiener y la diversidad máxima (Krebs, 2000, Moreno 2001), utilizando la siguiente fórmula (en Excel ver. 2007):

$$E = \frac{H}{H_{max}}$$

Dónde:

E= Equidad.

H= Diversidad de especies observada.

H<sub>max</sub>= Logaritmo natural del número de especies (ln s).

S= Número de especies.

## Dominancia

La dominancia se interpreta como lo opuesto al concepto de uniformidad o equidad, es el grado en el que uno o algunas especies dominan la comunidad (Magurran, 2004, Moreno, 2001). Para calcular este índice (en Excel ver. 2010) se utilizó el propuesto

M. E. VARGAS-ORREGO

por Simpson, el cual manifiesta la posibilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie (Krebs, 2000, Moreno 2001).

$$D = \frac{\sum_{i=1}^s (n_i(n_i - 1))}{N(N - 1)}$$

Dónde:

D= Índice de dominancia

ni= Número de individuos de la especie *i*

N= Número total de individuos.

### **5.2.5 Análisis de Parsimonia de Endemismos.**

#### **Similitud herpetofaunística**

Para conocer la relación herpetofaunística de las especies de Santa Inés Ahuatempan con las de otras áreas cercanas se realizó un análisis de Parsimonia de Endemismos (PAE), el cual clasifica áreas o localidades (análogas a taxa) que comparten taxones (análogos a caracteres) de acuerdo con el cladograma más parsimonioso.

El cladograma de PAE refleja factores geocológicos como barreras y condiciones ecológicas determinadas, como tipo de vegetación, clima, etc., por lo tanto se espera que las localidades hermanas deben ser las más cercanas ecológicamente (Carrillo-Ruiz y Morón 2003).

El PAE se realizó con trabajos cercanos a la zona de estudio, por lo que se utilizaron los listados de la Herpetofauna de los trabajos de 6 localidades contando la zona de estudio y un total de 89 especies, en las que las especies se clasificaron como presentes o ausentes (0 y 1). Se enraizó el cladograma a partir de un área ancestral codificada con ceros (Rosen, 1988). Este análisis se realizó con los programas Winclada (Nixon 2002) y NONA (Goloboff, 1999), se realizó un árbol de consenso y se determinó la robustez de la hipótesis con una prueba de "bootstrap" usando 1000 réplicas.

M. E. VARGAS-ORREGO

Los listados de las localidades utilizadas para este análisis fueron: Huehuetlan el chico, Pue. (Aurioles *et al*, 2000), San Juan de los ríos, localidad del Municipio de Chiautla de Tapia, Pue. (Maceda-Cruz, 2005), el Valle de Zapotitlán, Pue. (Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén, 2006), Tecali de Herrera, Pue. (Trujillo-Caballero, 2006), y Sierra de Huautla, Morelos (Aguilar *et al*, 2003) y Santa Inés Ahuatempan Pue. (Presente estudio).

#### **5.2.6. Uso del Microhábitat.**

Para analizar el uso del microhábitat para la herpetofauna de Santa Inés Ahuatempan, se anotó el tipo de microhábitat donde se encontró el organismo, se utilizó la clasificación propuesta por Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca (1997) quienes consideran las siguientes categorías:

Terrestre: Esta incluye varios microhábitats como: bajo troncos, sobre piedras, hojarasca, etc.

Arborícola: Incluye los microhábitats sobre el nivel del suelo, como sobre ramas, bromelias, en árboles y arbustos.

Acuático: Microhábitat que incluye a los cuerpos de agua como charcos, ríos, lagunas.

Fosorial: incluye organismos que se encuentran enterrados, o dentro de troncos.

Ripario: Microhábitats que se encuentran alrededor de los cuerpos de agua.

#### **5.2.7. Categorías de protección.**

Con base en el listado taxonómico de las especies de anfibios y reptiles se buscó la categoría de protección y aprovechamiento comercial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los recursos naturales red list (versión 2012.2) y la Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora.

## 6. RESULTADOS.

### 6.1 Diversidad total.

#### 6.1.1 Composición de la herpetofauna.

Se registraron un total de 32 especies para el municipio de Santa Inés Ahuatempan, de los cuales 10 son anfibios, pertenecientes a 6 familias, 7 géneros y 10 especies; los reptiles están representados por 11 familias, 19 géneros y 22 especies. (Cuadro 2, Anexo 1),

Cuadro 2. Composición de la diversidad herpetofaunística de Santa Inés Ahuatempan, Puebla.

| Grupos       | Familias  | Géneros   | Especies  | %          |
|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Anuros       | 6         | 7         | 10        | 31.25      |
| Lacertilios  | 6         | 8         | 11        | 34.38      |
| Serpientes   | 4         | 10        | 10        | 31.25      |
| Tortugas     | 1         | 1         | 1         | 3.13       |
| <b>Total</b> | <b>17</b> | <b>26</b> | <b>32</b> | <b>100</b> |

La herpetofauna de Santa Inés Ahuatempan está representada principalmente por el grupo de los reptiles pues cuenta con 3 órdenes y casi 69% y, para los anfibios con solo un orden y un 31.25% del total de especies registradas, sin embargo, en los muestreos se encontraron más organismos pertenecientes al grupo de los anfibios (60%).

El porcentaje por grupos herpetofaunísticos está equilibrado, ya que, los lacertilios tienen un 34.38% con solo una especie más que los anuros y serpientes que poseen el mismo porcentaje 31.25% cada uno y finalmente las tortugas con 3.13% y una sola especie en su representación (Figura 2).

M. E. VARGAS-ORREGO

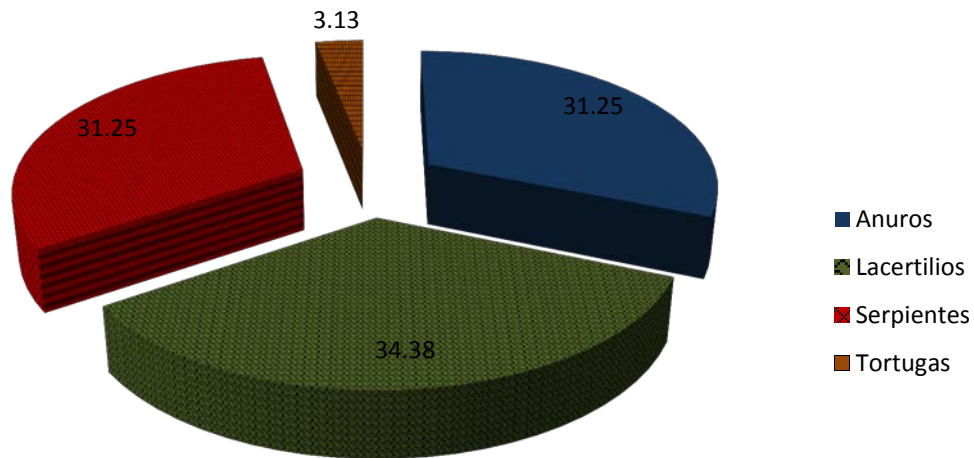


Figura 2. Porcentaje de grupos herpetofaunisticos registrados para el municipio de Santa Ines Ahuatempan, Puebla.

De las 17 familias la mejor representada es Colubridae con siete especies que representan el 22% de las especies encontradas, Phrynosomatidae con cinco y un 16%, seguida de Bufonidae con tres y un 9 %, mientras que las familias Hylidae, Ranidae y Teiidae tienen un 6% y dos especies cada una, y las 11 familias restantes están representadas con tan solo una especie y el 3% para cada una de estas. (Figura 3).

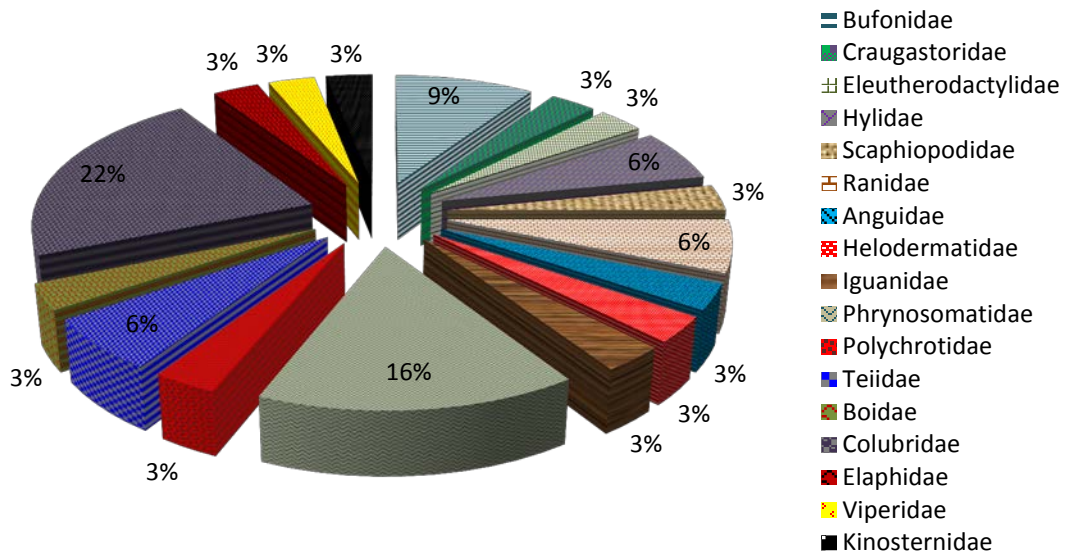


Figura 3. Porcentaje de familias de la herpetofauna de Santa Inés Ahuatempan, Puebla.

M. E. VARGAS-ORREGO

### 6.1.2 Riqueza específica por zona

En cuanto a las especies registradas durante los transectos y en las horas establecidas en las zonas conservadas y perturbadas, se registraron un total de 489 organismos pertenecientes a 29 especies, las dos zonas comparten 14 especies siete anuros, cinco lagartijas y dos serpientes (Anexo 2).

#### 6.1.2.1. Zona conservada.

En esta zona se registraron 328 organismos, de los cuales se identificaron 18 especies, nueve son anuros (56%), el cual fue el grupo que presento más especies, seguido de los lacertilios con seis (33%) y las serpientes con dos (11%), mientras que para el grupo de las tortugas no se encontró ningún registro, cuatro especies fueron exclusivas de para esta zona (Figura 4, Cuadro 3).

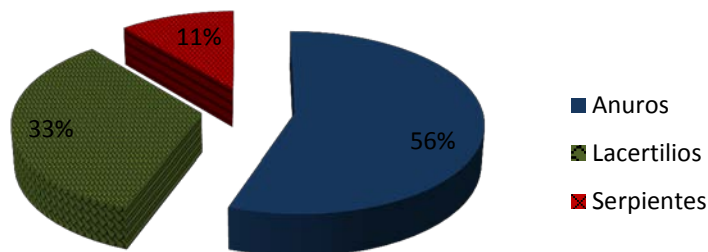


Figura 4. Porcentaje y riqueza por grupos herpetofaunísticos de las especies registradas en zona conservada.

M. E. VARGAS-ORREGO

### 6.1.2.2. Zona perturbada.

Para la zona perturbada se registraron sólo 161 organismos, de los que se identificaron 23 especies, el grupo que tuvo mayor representatividad fue el de las serpientes con ocho especies (35%), seguido de los lacertilios y los anuros con siete (30%) cada uno, y por último las tortugas con un solo representante (5%). Nueve especies fueron exclusivas para este tipo de zona (Figura 5, Cuadro 3).

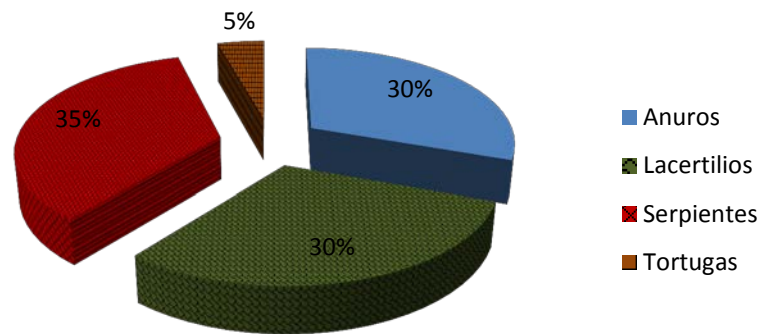


Figura 5. Porcentaje y riqueza por grupos herpetofaunísticos de las especies registradas en zona perturbada.

Cuadro 3. Número de especies y de registros por grupos herpetofaunísticos en la zona conservada y perturbada.

| Grupo        | Zona conservada |            | Zona perturbada |            |
|--------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
|              | Especies        | Registros  | Especies        | Registros  |
| Anuros       | 10              | 246        | 7               | 51         |
| Lacertilios  | 6               | 79         | 7               | 94         |
| Serpientes   | 2               | 3          | 8               | 10         |
| Tortugas     |                 |            | 1               | 6          |
| <b>Total</b> | <b>18</b>       | <b>328</b> | <b>23</b>       | <b>161</b> |

M. E. VARGAS-ORREGO

### 6.1.3. Abundancia.

**Anfibios.** Presentan mayor número de registros en la zona conservada con 246 (82.83%), seguido de la temporada de lluvias con 207 (69.70%), en temporada seca la abundancia de estos organismos fue menor 90 (30.3%) y en la zona perturbada fue la que obtuvo el menor registro de estos organismos con 51 (17.17%). Al comparar las abundancias por temporadas ( $X^2 = 1.1289^{-11}$ ) y por zonas de estudio ( $X^2 = 1.1054^{-29}$ ) mediante la chi cuadrada se obtiene una  $p < 0.01$  que indica que existe diferencia muy significativa (Figura 6, Cuadro 4).

**Reptiles.** Presentaron la mayor cantidad de registros en la zona conservada con 110 individuos observados y en la temporada seca se obtuvieron 109, con porcentajes similares. La menor abundancia se presentó en la zona conservada 83 y en temporada de lluvia 82. Los porcentajes son menores pero muy similares entre sí (43.23% y 42.71%), al comparar las abundancias entre temporadas mediante la chi cuadrada ( $X^2 = 0.06060197$ ,  $p > 0.05$ ) indica que no hay diferencia significativa, y para las zonas de estudio si existe diferencia ( $X^2 = 0.043308143$ ,  $p < 0.05$ ) (Figura 6, cuadro 4).

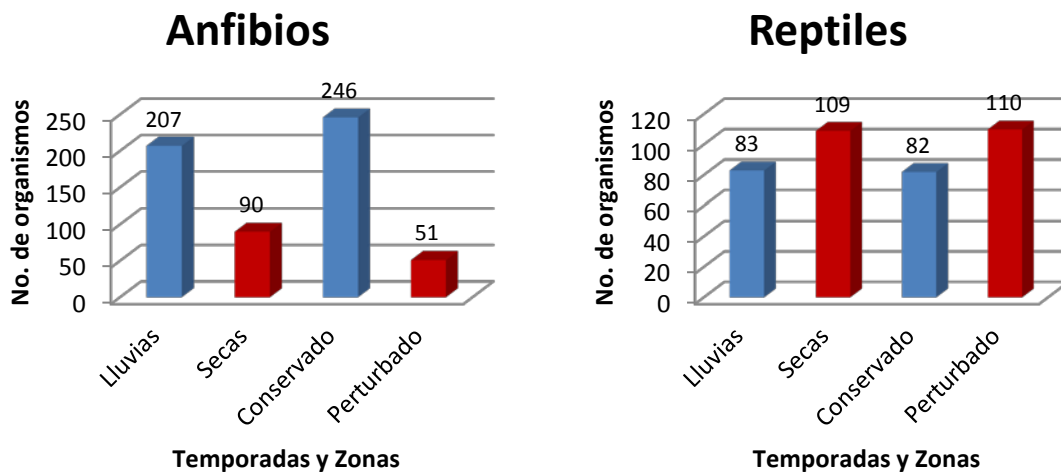


Figura 6. Graficas de las abundancias de anfibios y reptiles por temporadas y por zonas de estudio.

M. E. VARGAS-ORREGO

Cuadro 4. Abundancia, porcentaje y valores de P de anfibios y reptiles por temporadas y por zonas de estudio.

| Temporadas y zonas |                  | Temporadas |        | Zonas      |            |
|--------------------|------------------|------------|--------|------------|------------|
|                    |                  | Lluvias    | Secas  | Conservado | Perturbado |
| Anfibios           | No. de registros | 207        | 90     | 246        | 51         |
|                    | Porcentaje       | 69.70%     | 30.30% | 82.83%     | 17.17%     |
|                    |                  | P<0.01     |        | P<0.01     |            |
| Reptiles           | No. De registros | 83         | 109    | 82         | 110        |
|                    | Porcentaje       | 43.23%     | 56.77% | 42.71%     | 57.29%     |
|                    |                  | P>0.05     |        | P<0.05     |            |

### 6.1.3.1. Abundancia por especie.

#### Anfibios

La abundancia anfibios registró un total de 297 organismos y en cuanto a individuos por especie esta varió desde los 132 individuos de *Lithobates zweifeli* que fue la especie dominante, seguida por *Exerodonta smaragdina* con 58 e *Hyla arenicolor* con 44, *Incillius marmórea* con 21, *L. spectabilis* y *Spea multiplicata* con 4 organismos hasta las especies representadas con un solo individuo que fueron *I. occidentalis* e *I. perplexa* (Figura 7).

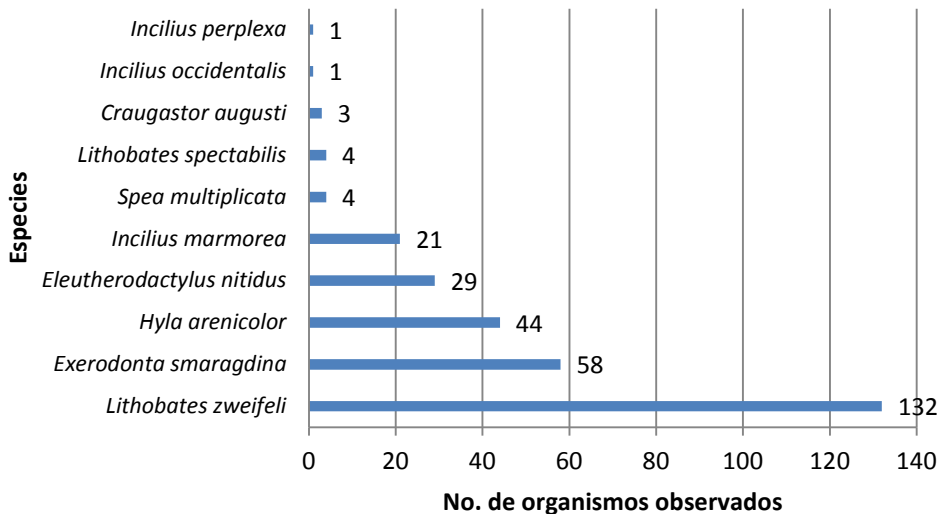


Figura 7. Grafica de la abundancia de anfibios para el total del muestreo.

## Reptiles

En cuanto a la abundancia de reptiles para el muestreo en general se obtuvieron 192 registros de los cuales el grupo más abundante fue el de los lacertilios con 173 organismos, la especie más abundante fue *Sceloporus horridus* con 53 seguido de *S. ochoterena* con 49, *Urosaurus bicarinatus* 30, *Aspidoscelis costata* 23. Las especies de menor abundancia en este grupo fueron *Anolis forbesi* con ocho individuos, *Ctenosaura pectinata* con cuatro, *Gerrhonotus liocephalus* y *Phrynosoma taurus* con un solo individuo mientras que el grupo de las serpientes fue del que menos registros se obtuvieron. La especie más abundante fue *Trimorphodon tau* con cinco individuos, *Salvadora bairdi* con dos, mientras que de *Drymarchon melanurus*, *Coluber mentovarius*, *Tantilla boucorti*, *Senticollis triaspis* y *Oxybelis aeneus* sólo se encontró un individuo por especie. La única especie de tortugas que se registró fue *Kinosternon integrum* con una abundancia de seis organismos (Figura 8).

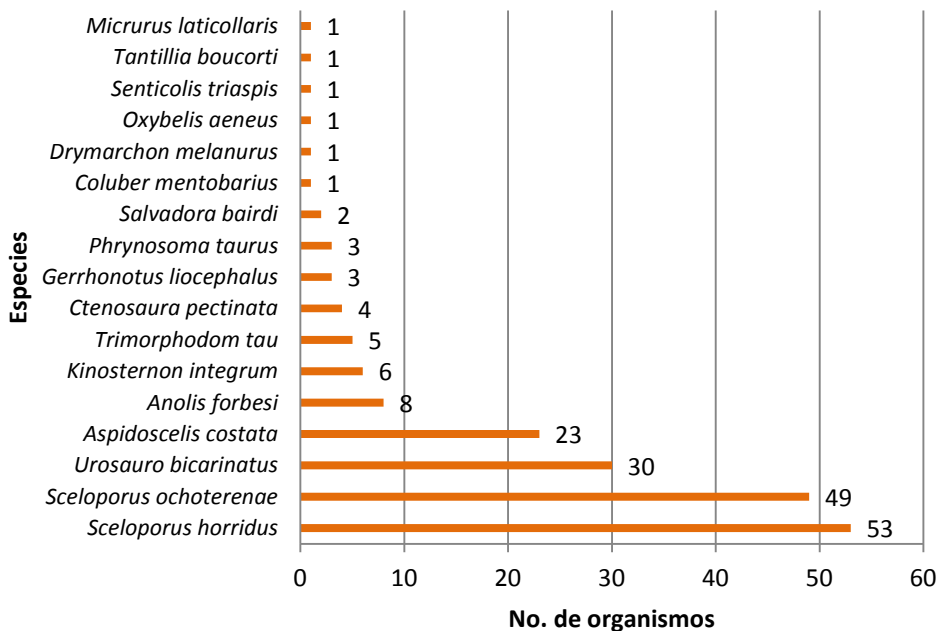


Figura 8. Grafica de la abundancia de reptiles para el total del muestreo.

### 6.1.3.2. Abundancia por temporada de lluvia y secas Anfibios

En la temporada de lluvia para el grupo de los anfibios se registraron 10 especies, y 207 individuos la más abundante fue *Lithobates zweifeli* con 90 individuos, seguida de *Exerodonta smaragdina* con 42, *Eleutherodactylus nitidus* 26, *Incilius marmoratus* 21 e *Hyla arenicolor* con 19, las especies menos abundantes de este grupo fueron *Spea multiplicata* con cuatro organismos, *Craugastor augusti* con tres registros y con sólo un individuo por especie para *I. perplexa* e *I. occidentalis*.

En la temporada de secas los registros bajaron drásticamente al encontrar sólo cinco especies y 90 individuos, siendo la rana *L. zweifeli* la más representativa con 42 organismos, seguida de *H. arenicolor* y *E. smaragdina* con 16, mientras que las especies de las cuales se obtuvieron menos registros en esta temporada del año fueron *L. spectabilis* con cuatro y *E. nitidus* con tres organismos (Figura 9).

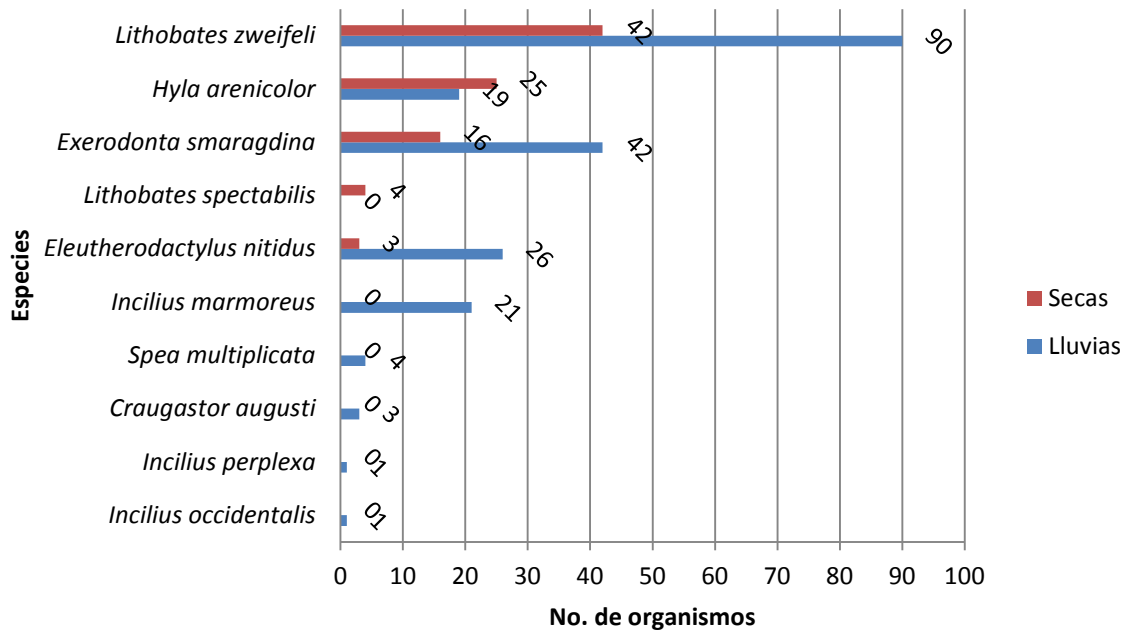


Figura 9. Grafica de la abundancia de anfibios en época de lluvia y secas.

## Reptiles

En la temporada de lluvias se registraron 83 reptiles. Los lacertilios fueron los más abundantes. La especie más sobresaliente por su abundancia fue *S. horridus* con 28 registros, seguido de *U. bicarinatus* con 17 y *S. ochoterena* con 11. Los que menos registros obtuvieron fueron *A. forbesi* y *A. costata* con cinco individuos, *P. Taurus* con tres, *G. liocephalus* con dos y *C. pectinata* con un solo organismo. Las serpientes fue el grupo que obtuvo menos registros por especie siendo *Trimorphodon tao* la especie que más individuos presentó con tres, *T. boucorti*, *S. triaspis*, *O. aeneus*, y *M. laticollaris* solo presentaron un organismo por especie, la especie de tortuga *K. integrum* estuvo representada por cuatro individuos para esta temporada. En la temporada seca se registraron 109 individuos de la que sobresale *S. ochoterena* con 38 organismos que aumentaron sus registros drásticamente al igual que *A. costata* con 18, *S. horridus* con 25 parece mantener su actividad igual que *U. bicarinatus* con 13, especies como *P. Taurus*, *O. aeneus*, *S. triaspis*, *T. boucorti* y *M. laticollaris* no se registraron durante esta temporada, sin embargo, aparecen otras como *C. mentovarius*, y *D. melanurus* con un solo individuo (Figura 10).

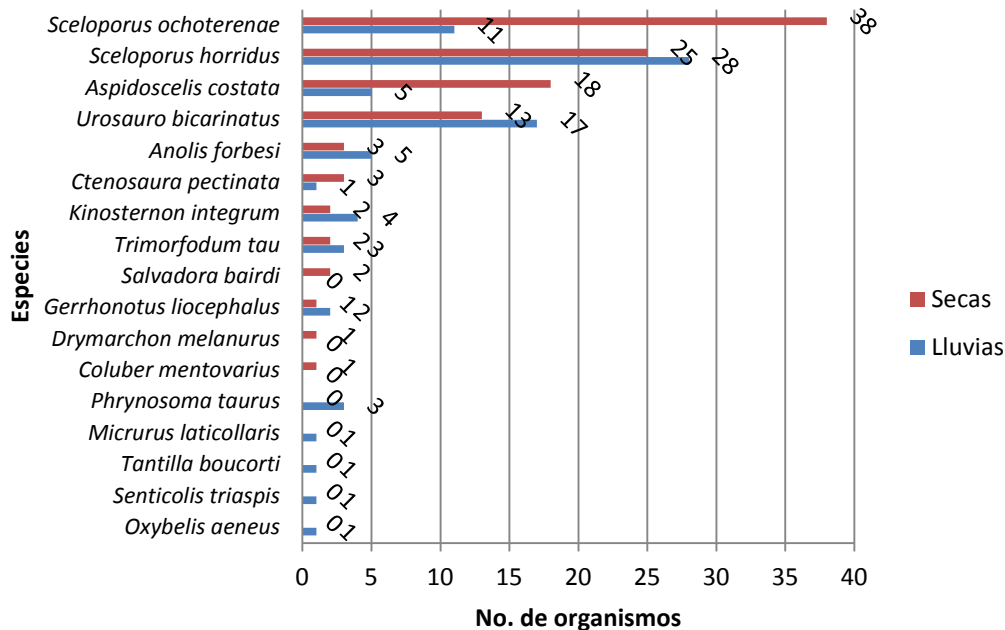


Figura 10. Grafica de la abundancia de reptiles en temporada de lluvia y secas.

### 6.1.3.3. Abundancia por zona conservada y perturbada.

#### Anfibios

En las zonas conservadas se registraron 246 anfibios, la especie más abundante fue *L. zweifeli* con 128 individuos lo que corresponde a más de la mitad de los registros obtenidos, seguido de *E. smaragdina* con 44, *H. arenicolor* 32, *E. nitidus* 26 y en menor cantidad *I. marmoreus* con nueve, las especies de menor abundancia fueron *C. augusti* con tres, mientras que *L. spectabilis*, *S. multiplicata*, *I. perplexa* e *I. occidentalis* solo obtuvieron un organismo por especie en esta zona. En las zonas perturbadas la abundancia fue menor, registrándose solo 51 organismos, la especie más abundante en la zona perturbada fue *E. smaragdina* con 14 seguida de *H. arenicolor* e *I. marmoreus* con 12, mientras que *E. nitidus*, *L. spectabilis* y *S. multiplicata* sólo obtuvieron tres registros (figura 11).

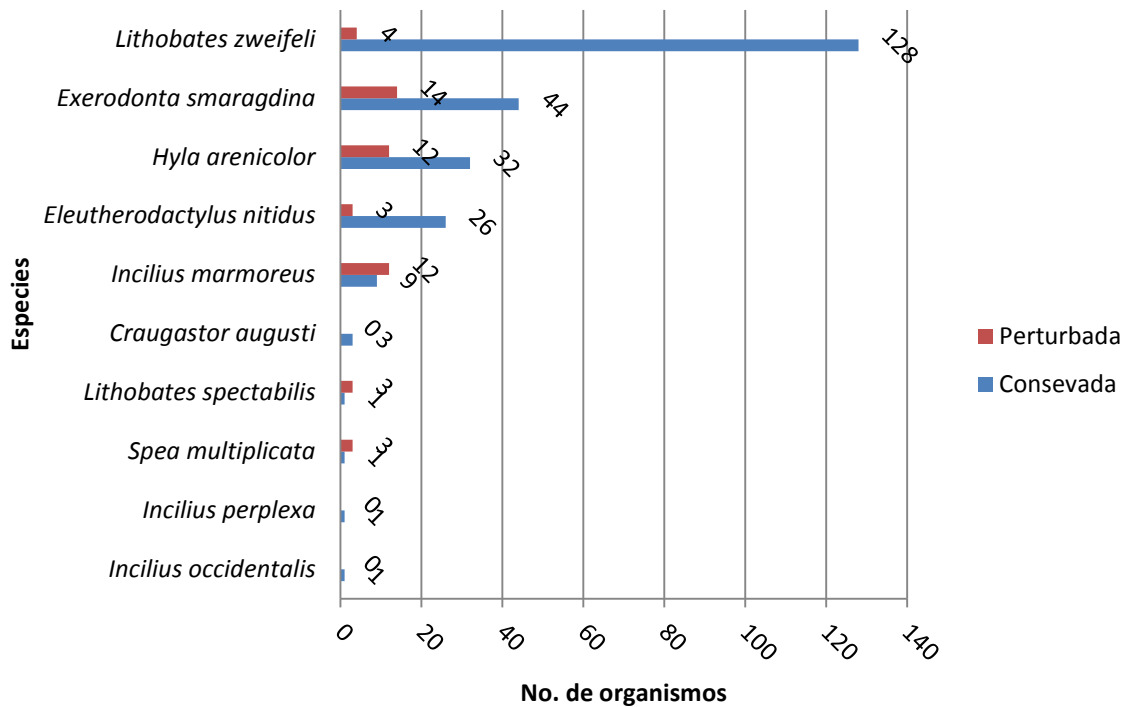
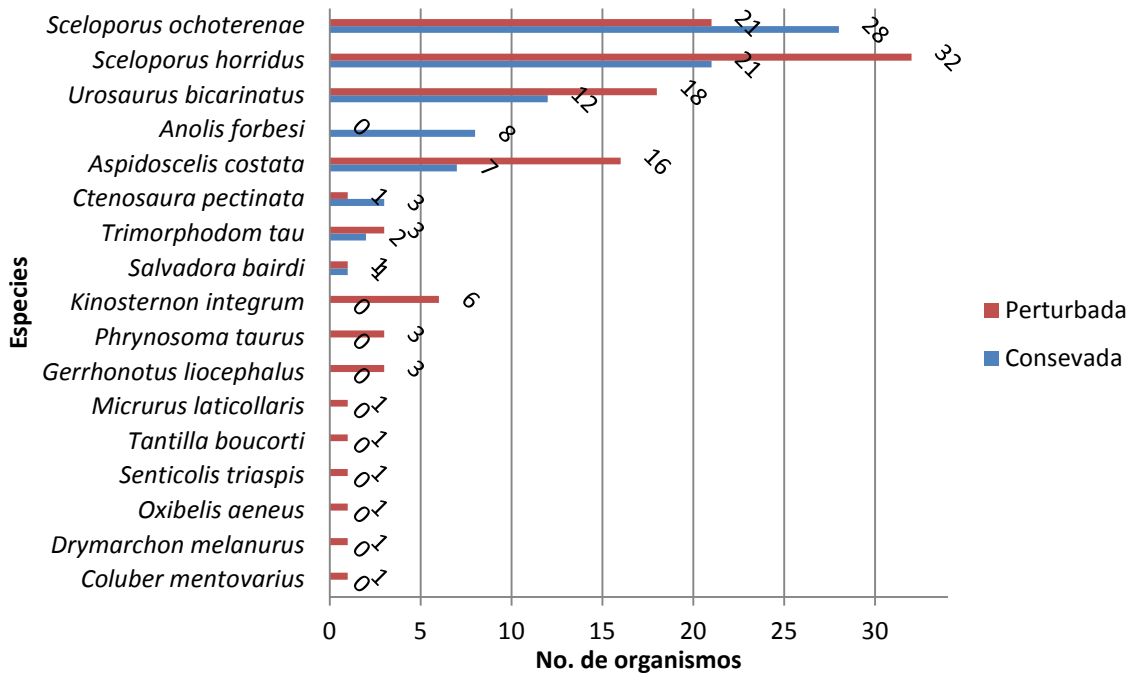


Figura 11. Grafica de la abundancia de anfibios en las zonas conservadas y perturbadas.

## Reptiles

En la zona conservada obtuvieron 82 registros, se observó una mayor abundancia de *S. ochoterenae* con 28 organismos seguido de *S. horridus* 21 y *U. bicarinatus* 12, *A. forbesi* (8), *A. costata* (7) y *C. pectinata* (3), *A. forbesi* sólo se registró en esta zona con ocho individuos, aunque en menor abundancia, las serpientes se encuentran representadas por *T. tau* (2) y *S. bairdi* (1). En la zona perturbada aumentaron los registros de la mayoría de especies haciendo un total de 110 registros, los lacertilios fue el que más registros obtuvo, siendo *S. horridus* con 32 la especie más abundante, seguido de *S. ochoterenae* con 21, *U. bicarinatus* con 18 y *A. costata* que aumento sus registros a más del doble, también se encontraron otras especies registradas solo en esta zona como *G. liocephalus* (3) y *P. taurus* (3), al igual que las serpientes *C. mentobarius*, *D. melanurus*, *O. aeneus*, *S. triaspis*, *T. boucorti* y *M. laticollaris*. Todas con un sólo individuo por especie, la especie más abundante de esta zona fue *T. tau* con tres individuos, la tortuga *K. integrum* sólo se encontró en áreas perturbadas (figura 12).



M. E. VARGAS-ORREGO

Figura 12. Grafica de la abundancia de reptiles en zonas conservadas y perturbadas.

### 6.2. Curva de acumulación de especies.

A concluir los 24 días de muestreo y un esfuerzo de 3 personas por muestreo obtuvimos un total de 792 horas hombre. En las curvas de acumulación de especies para todo el muestreo no se presenta la asíntota, lo cual indica que aún hace falta esfuerzo de muestreo, ya que se registraron 27 especies y los estimadores Bootstrap y Jackknife de segundo orden muestran que hay entre 31 y 42 especies, esto indica que el listado se encuentra entre 64% y 87% (Cuadro 5). El estimador Bootstrap presentó un patrón muy similar a los de la riqueza aleatorizada (Sobs Mean) (Figura 13).

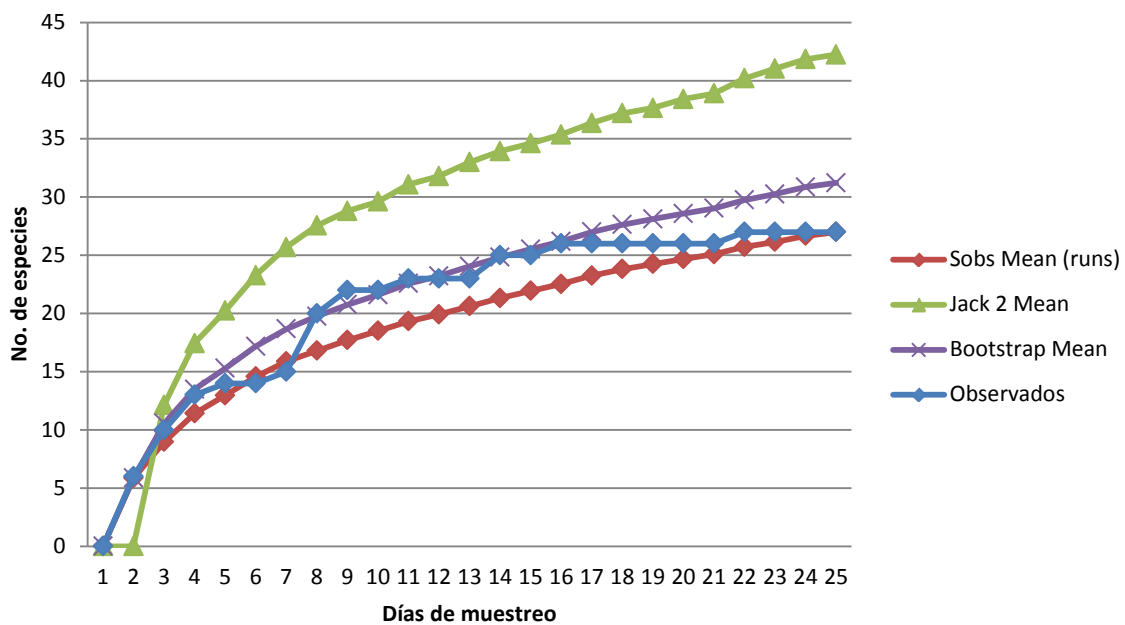


Figura 13. Curva de acumulación de especies para todo el muestreo.

Cuadro 5. Muestra las especies registradas y las predichas por los estimadores, así como la completitud del inventario herpetofaunístico para el muestreo.

| Sp. registradas | Jacknife 2 | Bootstrap | Eficiencia del muestreo |
|-----------------|------------|-----------|-------------------------|
| 27              | 42         | 31        | 64% - 87%               |

### 6.2.1. Curva de acumulación de especies por zona.

#### Zona conservada

La curva de acumulación para las zonas conservadas muestra que los estimadores Jackknife de segundo orden y Bootstrap calcularon el número potencial de especies 26 y 20 especies respectivamente, por lo que al obtener 18 especies el listado se encuentra entre un 69 y un 90%. El estimador Bootstrap al presentar un patrón más parecido a los de la riqueza observada se encuentra más cercano ya que la diferencia solo es de dos especies, mientras que con el Jackknife de segundo orden faltan ocho (Figura14, Cuadro 6).

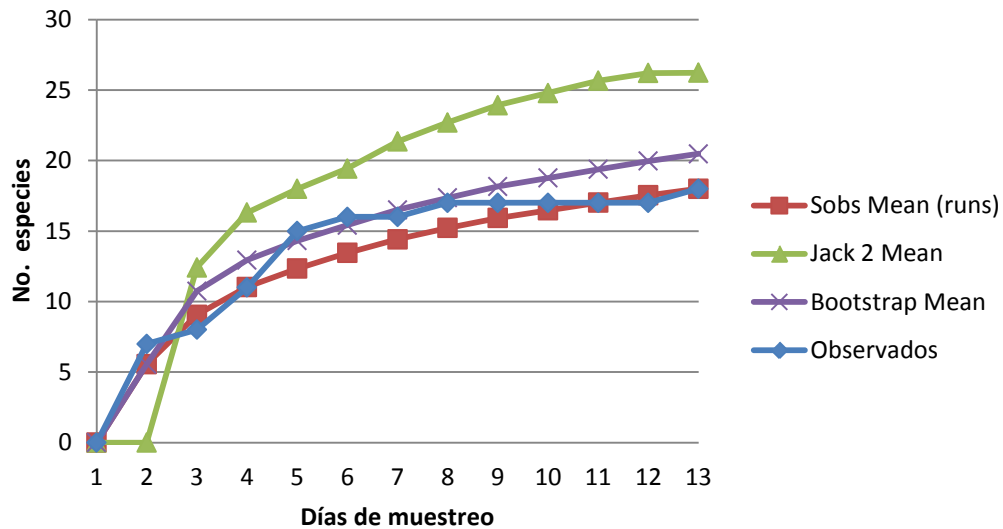


Figura 14. Curva de acumulación de especies para la zona conservada.

Cuadro 6. Muestra las especies registradas y las predichas por los estimadores, así como la completitud del inventario herpetofaunístico para la zona conservada (AC).

| Sp. AC | Jacknife 2 | Bootstrap | Eficiencia del muestreo |
|--------|------------|-----------|-------------------------|
| 18     | 26         | 20        | 69% - 90%               |

### Zona perturbada

En esta zona la gráfica de la curva de acumulación de especies muestra mediante los estimadores el número aproximado de especies que se pudieran encontrar para estas zonas durante las dos temporadas, 27 y 35 respectivamente, Bootstrap predice menos especies es decir que faltarían 5 especies por encontrar en esta zona y 12 para Jackknife de segundo orden, por lo que el inventario para esta zona está completo entre un 66 a un 85% (figura 15, cuadro 7).

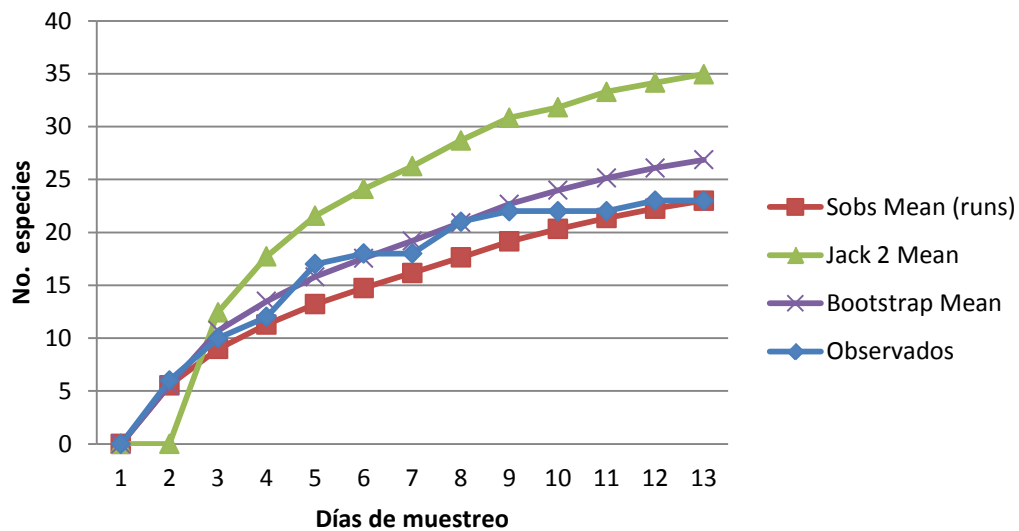


Figura 15 .Curva de acumulación de especies para la zona perturbada.

Cuadro 7. Muestra las especies registradas y las predichas por los estimadores, así como la completitud del inventario herpetofaunístico para la área perturbada (AP).

| Sp. AP | Jacknife 2 | Bootstrap | Eficiencia del muestreo |
|--------|------------|-----------|-------------------------|
| 23     | 35         | 27        | 66% - 85 %              |

### 6.3. Diversidad Alfa.

Al obtener los valores de diversidad, equidad y dominancia para el total del muestreo se encontró una diversidad para reptiles es de  $H' = 2.006$  con una  $H'$  máxima de 2.833 lo que nos indica que el porcentaje de diversidad es medio (70.8%); para anfibios  $H' = 1.578$  y  $H'$  max = 2.3 con un porcentaje de diversidad media (68.5%) y una mayor dominancia, mientras que los reptiles están equitativamente mejor distribuidos (figura 16, cuadro 8).

Cuadro 8. Valores de diversidad, equidad y dominancia de la herpetofauna para todo el muestreo.

|                 | $H'$  | E     | D     |
|-----------------|-------|-------|-------|
| <b>Anfibios</b> | 1.578 | 0.685 | 0.270 |
| <b>Reptiles</b> | 2.006 | 0.708 | 0.180 |

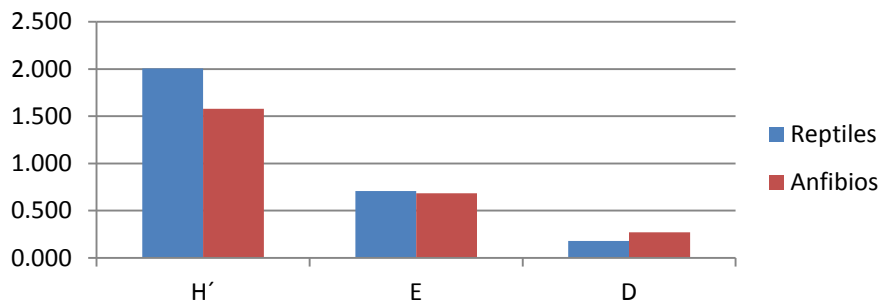


Figura 16. Valores de los índices de diversidad ( $H'$ ), equidad (E) y dominancia (D) de anfibios y reptiles para el total del muestreo.

### 6.3.1. Temporada de lluvias y secas.

Al calcular los valores de diversidad, equidad y dominancia por temporadas (lluvias y secas) en anfibios se encontró que hubo una mayor diversidad en época de lluvias, una  $H'_{max} = 2.19$  y un promedio de diversidad media (72.22%), en temporada de secas la  $H'_{max} = 1.60$  y un porcentaje alto de diversidad (78.93%). Las especies estuvieron distribuidas equitativamente, también se presentó una mayor dominancia. Al aplicar la prueba de t modificada para comparar los valores de diversidad entre lluvias y seca, se encontró que existe diferencia significativa ( $t = 3.37$ ,  $gl = 1207.8$ ,  $P = 0.00089$ ) entre estas dos temporadas (figura 17, cuadro 9).

En cuanto a reptiles, los resultados de los índices nos muestran que hubo una mayor diversidad en lluvias, una  $H'_{max} = 2.63$  y un porcentaje alto de diversidad (77.29%), los organismos están equitativamente mejor distribuidos, y en secas se obtuvo una  $H'_{max} = 2.48$ , un porcentaje medio de diversidad (72.56%) y mayor dominancia, al comparar las dos distintas temporadas mediante la prueba de t modificada nos muestra que no hay diferencia significativa entre estas ( $t = 1.41$ ,  $gl = 242.389$ ,  $P = 0.15802$ ) (figura 17, cuadro 9).

Cuadro 9. Valores de diversidad ( $H'$ ), equidad (E) y dominancia (D) para anfibios y reptiles en ambas temporadas.

|          |         | $H'$  | E     | D     | P       |
|----------|---------|-------|-------|-------|---------|
| Anfibios | Lluvias | 1.59  | 0.722 | 0.262 | 0.00089 |
|          | Secas   | 1.270 | 0.789 | 0.322 |         |
| Reptiles | lluvias | 2.040 | 0.773 | 0.177 | 0.15802 |
|          | secas   | 1.803 | 0.726 | 0.211 |         |

M. E. VARGAS-ORREGO

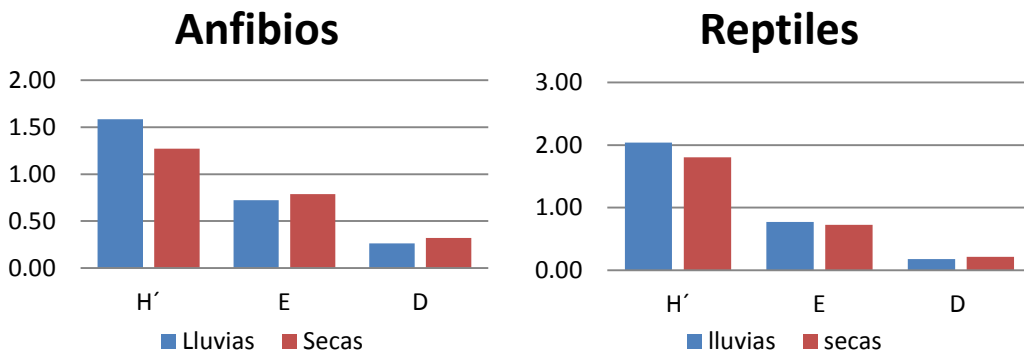


Figura 17. Valores de diversidad (H'), equidad (E) y dominancia (D) para anfibios y reptiles en las dos temporadas del año.

### 6.3.2. Zona conservada y perturbada.

En anfibios la prueba de t demuestra que existe diferencia significativa entre las dos zonas ( $t = -2.57$ ,  $gl = 1552$ ,  $P = 0.011496$ ) el valor de diversidad más alto se presenta en la zona perturbada presta una  $H'_{max} = 2.77$  y un porcentaje alto de diversidad (89.18%), esta zona también presento una equidad más alta; la zona conservada presenta una  $H'_{max} = 2.30$  y un porcentaje medio de diversidad (61.45%), el valor más altos de dominancia se registraron en esta zona (figura 18, cuadro 10).

Para los reptiles el valor de diversidad más alto también se obtiene en la zona perturbada con una  $H'_{max} = 2.77$  y un porcentaje medio de diversidad (73.84%), la zona conservada presento una  $H'_{max} = 2.07$  y un porcentaje alto de diversidad (81.73%), valores de dominancia y equidad más alta que en la perturbada. Al comparar estos datos con la prueba de t modificada nos demuestra que si existe diferencia significativa entre ambas zonas ( $t = -2.49$ ,  $gl = 347.18$ ,  $P = 0.013415$ ) (figura 18, cuadro 10).

Cuadro 10. Valores de diversidad, equidad y dominancia en ambas zonas para anfibios y reptiles.

|          |            | H'    | E     | D     | P        |
|----------|------------|-------|-------|-------|----------|
| Anfibios | Conservado | 1.415 | 0.614 | 0.330 | 0.011496 |
|          | Perturbado | 1.735 | 0.892 | 0.187 |          |
| Reptiles | Conservado | 1.699 | 0.817 | 0.213 | 0.013415 |
|          | Perturbado | 2.014 | 0.738 | 0.170 |          |

M. E. VARGAS-ORREGO

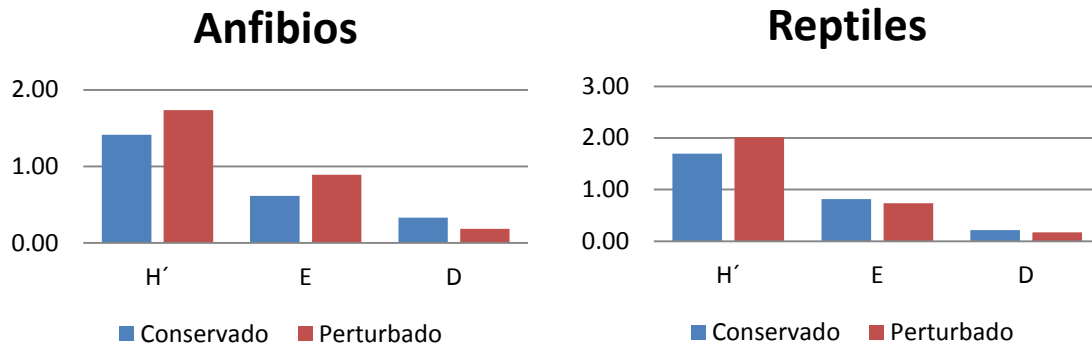


Figura 18. Grafica de diversidad, equidad y dominancia para anfibios en las dos distintas zonas.

### 6.3.3. Análisis por temporadas y zonas.

#### Anfibios.

Los índices de diversidad son similares para las dos zonas, el valor más alto se observa en temporada de lluvias en área conservada con un valor de  $H'_{max} = 2.19$  y un porcentaje de diversidad medio (65%) y en la zona perturbada una  $H'_{max} = 1.79$  y un porcentaje alto de diversidad (78.91%); la equidad más alta se presenta en la zona perturbada y la dominancia es mayor en la conservada; al momento de comparar mediante la prueba de t modificada nos demuestra que no hay diferencias significativa entre las dos zonas en época de lluvias ( $t = 0.474$ ,  $gl = 1871$ ,  $P = 0.63661$ ) (figura 19, cuadro 11).

En secas se obtuvo un valor más alto de diversidad en la zona perturbada una  $H'_{max} = 1.38$  y un porcentaje alto de diversidad (91.47%), la equidad obtuvo el valor más alto en esta zona, mientras que el valor más alto de dominancia se presenta en la zona conservada, la que obtiene una  $H'_{max} = 1.60$  y un porcentaje medio de diversidad (70%) al aplicar la prueba de t modifica ( $t = -0.39$ ,  $gl = 535.3$ ,  $P = 0.69535$ ) demuestra que no existen diferencia significativa entre las dos zonas en esta temporada del año para anfibios (figura 19, cuadro 11).

Cuadro 11. Valores de diversidad, equidad y dominancia para anfibios en temporada de lluvias y secas para ambas zonas.

|         |            | H'    | E     | D     | P       |
|---------|------------|-------|-------|-------|---------|
| Lluvias | Conservado | 1.438 | 0.655 | 0.325 | 0.63661 |
|         | Perturbado | 1.414 | 0.789 | 0.270 |         |
| Secas   | Conservado | 1.127 | 0.700 | 0.365 | 0.69535 |
|         | Perturbado | 1.268 | 0.915 | 0.267 |         |

M. E. VARGAS-ORREGO

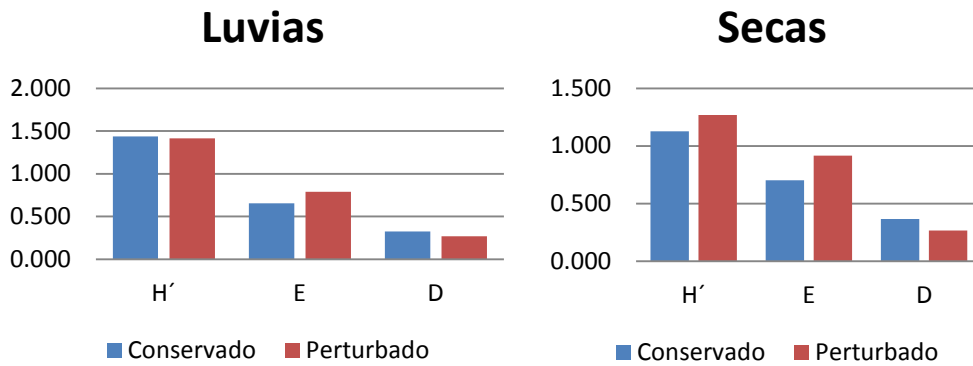


Figura 19 .Grafica de diversidad, equidad y dominancia para anfibios en ambas zonas en las dos temporadas.

### Reptiles.

El valor de diversidad más alto obtenido para reptiles se presenta en la zona perturbada en temporada de lluvias con un valor de  $H = 1.603$ , una  $H'_{max} = 2.48$  y un porcentaje alto de diversidad (82.26%), se obtuvo una equidad semejante entre las dos zonas, mientras que estos organismos tuvieron más dominancia en la zona conservada, en la que se obtuvo una  $H'_{max} = 1.94$  y porcentaje alto de diversidad (82.35%). Se compararon los datos de diversidad en temporada de lluvias con la prueba de t modificada entre las zonas conservada y la perturbada en donde se encontró que si existe diferencia significativa ( $t = -2.26$ ,  $gl = 233.96$ ,  $P = 0.026685$ ) (figura 20, cuadro 12).

En la temporada de secas el valor más alto de diversidad se presentó en la zona perturbada, que obtuvo una  $H'_{max} = 2.39$  y porcentaje alto de diversidad (75.74%), los valores de equidad y dominancia que se obtuvieron fueron mayores en la zona conservada, esta zona obtuvo una  $H'_{max} = 2.07$  y un porcentaje alto de diversidad (78.16%). Al aplicar la prueba de t modificada ( $t = -.96$ ,  $gl = 192.8$ ,  $P = 0.33445$ ) se encontró que no existe diferencia significativa entre las dos zonas en esta temporada del año (figura 20, cuadro 12).

Cuadro 12. Valores de diversidad, equidad y dominancia para reptiles en ambas temporada para ambas zonas.

|         |            | H'    | E     | D     | P        |
|---------|------------|-------|-------|-------|----------|
| Lluvias | Conservado | 1.603 | 0.824 | 0.225 | 0.026685 |
|         | Perturbado | 2.044 | 0.823 | 0.158 |          |
| Secas   | Conservada | 1.625 | 0.782 | 0.248 | 0.33445  |
|         | Perturbada | 1.816 | 0.757 | 0.192 |          |

M. E. VARGAS-ORREGO

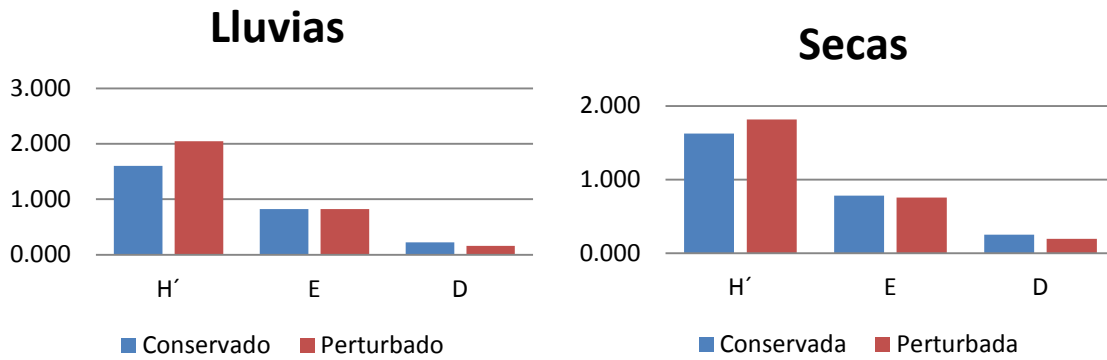


Figura 20. Grafica de diversidad, equidad y dominancia para reptiles en temporada de lluvia y secas en ambas zonas.

#### 6.4. Índice de similitud herpefaunistica.

Con el análisis de simplicidad de endemismos se obtuvo un cladograma de 71 pasos (Figura 21), con un índice de consistencia de 54, y un índice de retención de 50, se observa un sólo clado en el cual se muestra las relaciones entre las faunas de áreas cercanas y el presente estudio. Este cladograma presentó los valores más altos de bootstrap.

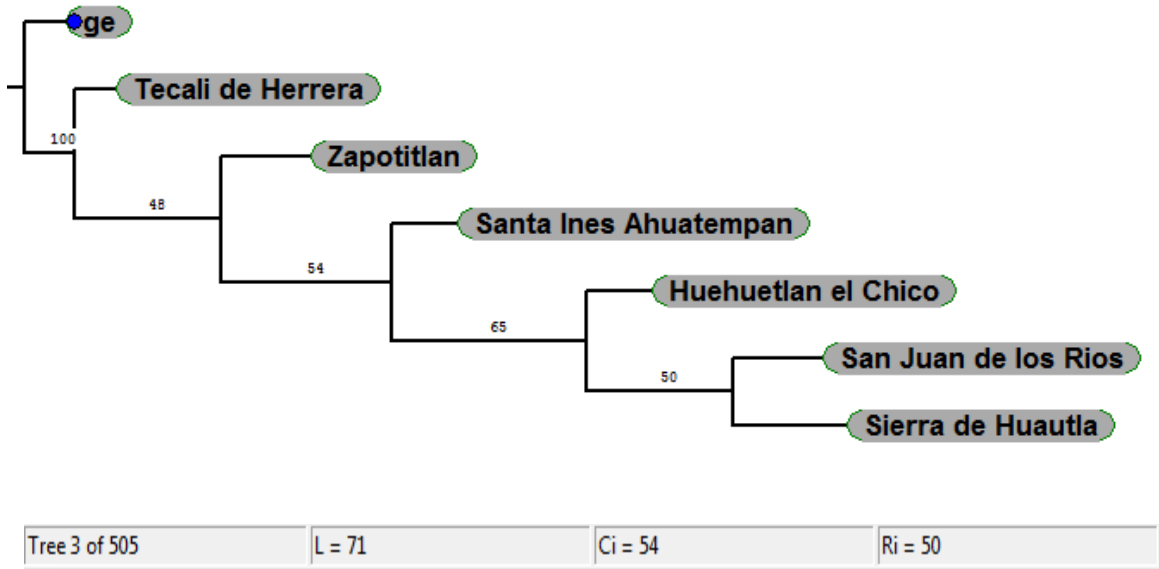


Figura 21. Cladograma que muestra la relación herpetofaunistica entre las 6 comunidades donde ge representa al grupo externo, los números indican el porcentaje del valor de bootstrap para 500 réplicas.

## Relación entre las faunas

EL Analisis de Simplicidad de Endemismos generó un solo clado formado por cinco nodos. El nodo cinco refleja las relación entre las faunas de San Juan de los Ríos y Sierra de Huautla (bootstrap= 50), ambas localidades con clima tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano  $Aw_0(w)$  y vegetación tipo selva baja caducifolia. El nodo cuatro, que incluye al nodo cinco más la localidad de Huehuetlan el Chico, presenta el valor más alto de bootstrap (65), y el clima de las tres localidades es cálido subhúmedo con lluvias en verano  $Aw_0(w)$ . El nodo tres (bootstrap=54) incluye la localidad de Santa Inés más las localides del nodo cuatro, presenta los climas semicálido subhúmedo con lluvias en verano  $A(c) w_0(w)$  y calido subhúmedo con lluvias en verano  $Aw_0(w)$  y comparten el tipo de vegetación selva baja caducifolia. Por último los nodos dos y uno incluye Zapotitlan y Tecali presentan valores de bootstrap más bajos (48%), con otros tipos de climas (árido semicálido con lluvias en verano y templado subhúmedo con lluvias en verano, y otros tipos de vegetación como matorral desértico rosetofilo y bosque de encino.

### 6.5. Analisis por preferencia de microhábitat.

En cuanto a los microhábitats utilizados por anfibios y reptiles se encontraron 5 diferentes, de los cuales el más utilizado fue el terrestre con un 43.4% y un total de 212 individuos, seguido del ripario con un 22.7% y 111 organismos y del acuático con 107 individuos y 21.9%, el arborícola con 9.2% y 45 organismos, por último el fosorial con solo un 2.7% y 13 individuos (Cuadro 13).

#### Anuros

Este grupo presento fue el que presentó mayor número de organismos registrados, un total de 296 organismos, y el que se presentó en todos los tipos de microhábitats, el más usado fue el ripario 35% seguido del acuático 34.8% encontró en el microhábitat, el terrestre con 22.6% y en menor grado el fosorial y el arborícola.

#### Lacertilios

De este grupo se encontraron 173 organismos, y es el que más registros represento para los reptiles, el 77.5% ocupo el microhábitat terrestre, el arborícola presento el 20.8% con 36 individuos y el fosorial 2%.

#### Serpientes

M. E. VARGAS-ORREGO

El grupo de las serpientes se registraron 14 organismos en tres tipos de microhábitats, y el que más se utilizó fue el terrestre con 85.7%, esto indica que este grupo está más asociado con este ya que sólo 7.15% fue para fosorial y para arborícola, respectivamente, con sólo un registro para cada uno.

### Tortugas

Este grupo solo está representado por una especie, de la cual se encontraron 6 individuos, cuatro se registraron el microhábitat acuatico 66.7% y el ripario dos y un 33.3%.

| <b>Especies</b>                  | <b>T</b>  | <b>R</b>  | <b>F</b> | <b>AR</b> | <b>AC</b>  | <b>TOTAL</b> |
|----------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|------------|--------------|
| <i>Incilius marmoratus</i>       | 14 (71)   | 5 (25)    | 1 (5)    |           |            | 21           |
| <i>Incilius occidentalis</i>     | 1 (100)   |           |          |           |            | 1            |
| <i>Incilius perplexus</i>        | 1 (100)   |           |          |           |            | 1            |
| <i>Craugastor augusti</i>        |           |           | 3 (100)  |           |            | 3            |
| <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | 21 (72.4) | 4 (13.8)  | 4 (13.8) |           |            | 29           |
| <i>Exerodonta smaragdina</i>     | 17 (29.3) | 32 (55.2) | 1 (1.7)  | 8 (13.8)  |            | 58           |
| <i>Hyla arenicolor</i>           | 9 (20.5)  | 35 (79.5) |          |           |            | 44           |
| <i>Lithobates spectabilis</i>    |           | 2 (50)    |          |           | 2 (50)     | 4            |
| <i>Lithobates zweifeli</i>       |           | 31 (23.5) |          |           | 101 (76.5) | 132          |
| <i>Spea multiplicata</i>         | 4 (100)   |           |          |           |            | 4            |
| <i>Gerrhonotus liocephalus</i>   | 2 (66.7)  |           | 1 (33.3) |           |            | 3            |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>      | 1 (25)    |           |          | 3 (75)    |            | 4            |
| <i>Phrynosoma taurus</i>         | 3 (100)   |           |          |           |            | 3            |
| <i>Sceloporus horridus</i>       | 52 (98.1) |           |          | 1 (1.9)   |            | 53           |
| <i>Sceloporus ochoterenae</i>    | 49 (100)  |           |          |           |            | 49           |
| <i>Urosaurus bicarinatus</i>     | 4 (13.3)  |           |          | 26 (86.7) |            | 30           |
| <i>Anolis forbesi</i>            | 2 (25)    |           |          | 6 (75)    |            | 8            |
| <i>Aspidoscelis costata</i>      | 21 (91.3) |           | 2 (8.7)  |           |            | 23           |
| <i>Coluber mentobarius</i>       | 1 (100)   |           |          |           |            | 1            |
| <i>Drymarchon melanurus</i>      | 1(100)    |           |          |           |            | 1            |
| <i>Oxibelis aenus</i>            |           |           |          | 1 (100)   |            | 1            |
| <i>Salvadora bairdi</i>          | 2 (100)   |           |          |           |            | 2            |
| <i>Senticolis triaspis</i>       | 1 (100)   |           |          |           |            | 1            |
| <i>Tantillia boucorti</i>        | 1 (100)   |           |          |           |            | 2            |
| <i>Trimorphodom tau</i>          | 5 (50)    |           |          |           |            | 5            |
| <i>Micrurus laticollaris</i>     | 1 (100)   |           |          |           |            | 1            |

M. E. VARGAS-ORREGO

|                             |            |            |                                  |
|-----------------------------|------------|------------|----------------------------------|
| <i>Kinosternon integrum</i> | 2 (33.3)   | 4 (66.7)   | 6                                |
| <b>TOTAL</b>                | 214 (43.8) | 111 (22.7) | 12 (2.5) 45 (9.2) 107 (21.9) 489 |

Cuadro 13. Distribución de las especies por uso de microhábitat, T (terrestre), R (ripario), F (fosorial), AR (arborícola), AC (acuático), los valores entre paréntesis corresponden al porcentaje de organismos registrados

### 6.6. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, RED LIST y CITES.

De las especies registradas para Santa Inés Ahuatempan el 13 especies (44%) se encuentran bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ocho (27%) están bajo la categoría de Sujeta a Protección especial (Pr) dentro de las cuales se encuentra un anuro, tres lagartijas, tres serpientes y la única especie de tortuga y cinco (17%) en la categoría de Amenazada (A) en la que están tres lagartijas y dos serpientes (Figura 22, Cuadro 14).

En cuanto a las especies dentro de la IUCN Red List solamente *Incilius perplexus* se encuentra en Peligro (*Endangered*) y seis especies que aún no se encuentran dentro de esta lista. En CITES se encontraron dos especies, dentro de los apéndices I y II *Boa constrictor* y *Heloderma horridum* en el apendice I; las especies con sus categorías se pueden ver a detalle en Anexo 1.

Cuadro14 .Cantidad de especies, por grupo, que se encuentran referidas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

| Grupos       | Sujetas a Protección Especial | Amenazadas | En Peligro de extinción | Total     |
|--------------|-------------------------------|------------|-------------------------|-----------|
| Anuros       | 1                             | 0          | 0                       | 1         |
| Saurios      | 3                             | 4          | 0                       | 7         |
| Serpientes   | 2                             | 1          | 0                       | 3         |
| Tortugas     | 1                             | 0          | 0                       | 1         |
| <b>Total</b> | <b>7</b>                      | <b>5</b>   | <b>0</b>                | <b>12</b> |

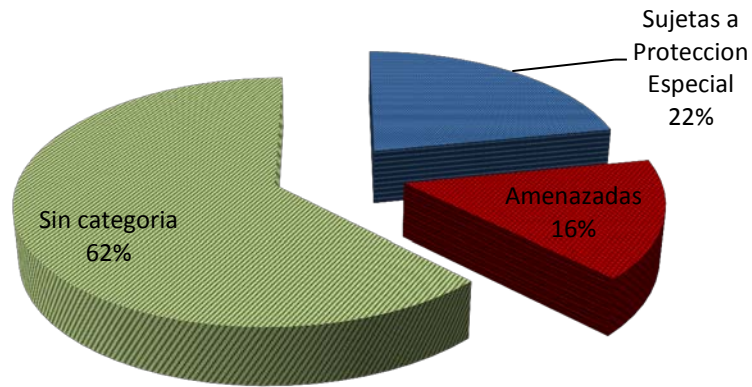


Figura 22. Porcentaje de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## 7. DISCUSIÓN.

### 7.1. Composición de la herpetofauna.

La herpetofauna de Santa Inés Ahuatempan está compuesta por 32 especies que representan 13% de las registradas para el estado (García-Vázquez *et al.* 2009). Aunque pareciera tener poca representatividad los trabajos cercanos que se han realizado demuestran que este número de especies es similar o mayor a los encontrados por otros autores, como el realizado por Maceda-Cruz (2005) quienes encontraron 33 especies y el de Auriolles-López *et al.* (2000) quienes encontraron 27 especies, sin embargo, al compararlo con el de García-Vázquez *et al.* (2006) en la Mixteca poblana se encontraron tres especies que no se habían registrado anteriormente para la zona como *Gerrhonotus liocephalus*, *Tantilla bocourti* y *Salvadora bairdi*, por lo que aumentaría el número de especies para la zona a 67 y la herpetofauna de Santa Inés tendría una representación del 47.76%.

M. E. VARGAS-ORREGO

En cuanto a la riqueza específica por grupo tenemos que los lacertilios son el grupo con más especies lo que concuerda con Maceda-Cruz (2005) y Trujillo-Caballero (2006). Auriolos-López *et al.* (2000) obtiene las misma cantidad de especies de lacertilios y anuros 11, misma cantidad de lagartijas para este trabajo.

La familia mejor representada fue Colubridae con siete especies; Maceda-Cruz (2005) obtiene el mismo número para esta familia. Esto pudiera deberse a que es el trabajo más cercano a la zona de estudio, sin embargo tuvo un esfuerzo mayor al muestrear durante 13 meses. Auriolos-López *et al.* (2000) aun que es un trabajo relativamente cercano a la, no concuerda ya que solo encontraron dos especies de esta familia en cinco salidas y Trujillo-Caballero (2006) encontró cuatro en Tecali de Herrera con una vegetación distinta a las anteriores; Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2006b) encontraron 11 especies para este grupo en el Valle de Zapotitlán con un clima más árido y una vegetación diferente.

## **7.2. Riqueza específica por zona.**

Se encontró que las zonas con mayor riqueza fueron las perturbadas con 23 especies esto concuerda con Auriolos-López *et al.* (2000) y en parte se debe a que algunas especies ocupan estos hábitats modificados para alimentarse termoregular y para dispersarse hacia otros sitios, sin embargo no concuerda con lo encontrado por Mata-Silva (2003), Calderón-Mandujano *et al.* (2008) y Orea-Gadea (2010), quienes encontraron mayor número de especies en sus zonas más conservadas. Esto podría deberse a que las condiciones de las áreas modificadas no son similares a las de este estudio ya que muchas de estas están cercanas a zonas muy cercanas a jagüeyes y causas temporales o a la modificación de estos, también pudiera deberse al tipo de muestreo ya que en estos trabajos fueron realizados por transectos lineales o por parcelas.

Las serpientes (35%) fue el grupo con más riqueza en zona perturbada. Suazo-Ortuño *et al.* (2008) obtuvieron los mismos resultados en este tipo de zona; esto puede deberse a que estos organismos termoregulan en zonas abiertas como que

M. E. VARGAS-ORREGO

se encontró en cultivo, en potreros y en las orillas de los caminos. En la zona conservada los anfibios (56%) obtuvieron mayor número de especies ya todas las especies registradas se encontraron en este tipo de hábitats; esto se puede deber a que en estas áreas tienen más hábitats con mayor humedad como charcas y corrientes agua intermitentes así como una mayor cobertura del dosel y hojarasca que mantienen la humedad y la temperatura necesaria para estos organismos, esto concuerda parcialmente con Moreno-Rodríguez (2005) que encontró mayor riqueza en selva mediana pero casi igual al cafetal diversificado argumentando que esta zona tiene características similares al hábitat conservado aunque la vegetación y el clima son distintos a los de la zona de estudio. Urbina y Londoño (2003) comentan que aquellas especies afines a áreas abiertas tienden a remplazar a las de hábitats conservados debido a su mayor plasticidad y capacidad para adaptarse a las variables bióticas y abióticas, es por eso que en zonas modificadas se presenta la mayor riqueza.

### **7.3. Abundancia de especies.**

#### **7.3.1. Abundancia por temporada de lluvia y secas.**

En el grupo de los anfibios se observa una dramática disminución de la abundancia por especies entre lluvias y secas, la prueba de chi cuadrada indica que existen diferencias significativas entre las dos temporadas, siendo la temporada de lluvias la de más abundancia presentó. Esto se debe a que los anfibios están limitados a los cambios en la disponibilidad del agua, estos resultados no concuerdan con Aguilar-López (2010) quien encontró una abundancia mayor en secas en una selva alta de Uxpanapa, Veracruz, lo que pudiera deberse a que en las selvas altas existe una mayor humedad en el ambiente a diferencia de la Selva baja. *L. zweifeli* fue la especie dominante para las dos temporadas, esto ocurre por las charcas que se forman y que algunas permanecen durante las dos temporadas proporcionando un hábitat adecuado para esta especie, pero su abundancia se redujo a casi la mitad de en secas, un caso diferente es lo observado con *H. arenicolor* que se encontraron más

M. E. VARGAS-ORREGO

individuos en secas que en lluvias, esto pudiera deberse a que al reducirse la humedad los individuos de esta especie se concentran en las pocas zonas húmedas que quedan mientras que en temporada de lluvia se encuentran más dispersas. Las especies de menor abundancia no se encontraron en temporada de secas.

En cuanto a los reptiles se observa una abundancia mayor en temporada de secas, sin embargo, la prueba de chi cuadrada indica que no existe diferencia significativa, esto pudiera deberse a que los reptiles son más susceptibles a los cambios de temperatura (Pough *et al.*1998) y no a la cantidad de humedad en el ambiente, esto se pudo observar en los muestreos de días nublados, con viento y de baja temperatura la cantidad de organismos registrados fue mínima; algunas especies del grupo de los lacertilios como *A. costata* y *S. ochoterenae* en la temporada de secas aumentaron su actividad a más del triple, mientras que las demás especies mantienen casi el mismo número de individuos con excepción de *P. taurus* que sólo se encontró en lluvias, en cuanto a la abundancia de serpientes la tendencia fue el registro de diferentes especies en las dos temporadas y la abundancia fue entre dos y un individuo, excepto *T. tau* que se encontró en las dos temporadas con solo un organismo de diferencia entre temporadas.

### **7.3.2. Abundancia de especies por zona conservada y perturbada.**

En los ensambles de anfibios se observaron efectos negativos en la abundancia de las zonas perturbadas registrando sólo el 17.17% del total de estos organismos, la comparación entre zonas de estudio mediante la chi cuadrada indica que existe diferencia significativa entre ambas zonas, esto puede deberse a que con la intervención humana la cobertura vegetal disminuye, por lo tanto sus hábitats y la disponibilidad de humedad es menor, estos resultados no concuerdan con Suazo-Ortuño *et al.* (2008) quienes encontraron una abundancia similar en ambas condiciones. Aguilar-López (2010) encuentra mayores valores en potreros y selva secundaria pero se trata de una selva alta donde las condiciones no son tan secas como en la selva baja caducifolia. *I. marmoreus* no parece ser afectada por las condiciones de modificación ya que sus presas se encuentran en ambas

M. E. VARGAS-ORREGO

zonas y tienen una mayor tolerancia a las condiciones secas (Suazo-Ortuño *et al.* 2008, Suazo-Ortuño *et al.* 2007) otorgándole una mayor plasticidad, *L. spectabilis* obtiene mayor provecho de los ríos modificados a estanques y *S. multiplicata* se le encuentra en cultivos y a orillas de jagüeyes, aunque su población parece ser pequeña.

En reptiles el 57.29 % de los registros se obtuvieron de las zonas alteradas, al comparar las dos zonas mediante la chi cuadrada se demuestra que existe diferencia significativa, esto se debe en parte a un menor esfuerzo de muestreo, ya que en las zonas conservadas es más difícil el acceso, por lo tanto se recorre una distancia relativamente corta en mayor tiempo y la observación de organismos es más difícil. Otro de los factores es que en las zonas modificadas la entrada de luz solar eleva la temperatura y los reptiles la aprovechan para su termorregulación. Los lacertilios fueron los que obtuvieron mayor abundancia en las zonas modificadas lo que concuerda con Suazo-Ortuño *et al.* (2008) quienes reportan que especies como *A. costata*, *S. horridus* y *U. bicarinatus* se ven más beneficiadas en este tipo de zonas, mientras que *G. liocephalus* y *P. taurus* se encontraron en áreas modificadas como cultivos y a orilla de los ríos modificados, las serpientes también son más abundantes en las zonas perturbadas, esto pudiera deberse a que en este tipo de áreas modificadas poseen más abundancia de lagartijas o algunos roedores pequeños que encuentran su alimento en cultivos o áreas abiertas. Las áreas abiertas también son utilizadas para su termorregulación tanto de lagartijas como de serpientes, la única especie de tortugas sólo se registró en ríos modificados ya que representa una fuente de agua y alimento durante todo el año.

#### **7.4. Curva de acumulación de especies.**

Al terminar los muestreos pudimos observar que la curva de acumulación de especies general no llega a la asíntota, los estimadores Bootstrap y Jackknife de segundo orden nos indican una eficiencia del muestreo es de entre 64% y 87%, agregando las especies que se encontraron fuera de los horarios de muestreo se registraron un total de 32 con lo se cubrirían las especies estimadas por Bootstrap,

M. E. VARGAS-ORREGO

sin embargo hacen falta 10 para completar las estimadas por Jackknife de segundo orden, por lo tanto el listado final estaría completo en un 76%, entre las especies faltantes se podrían considerar algunas de los trabajos realizados en la región de la Mixteca Poblana cercanos a la zona de estudio como el de Aurióles-López *et al.* (2000) que se realizó solo en temporada de lluvias y reporta especies que no se encontraron en el presente trabajo como *Rhinella marina*, *Agalichnis dacnicolor*, *Smilisca baudini*, *Tlalocohyla smithii*, *Hypopachus variolosus*, *Coleonyx elegans*, *Phyllodactylus bordai*, *Sceloporus gadoviae* y *Aspidoscelis depii*, Maceda-Cruz (2005) encuentra estas mismas especies excepto por *T. smithii*, *H. variolosus* y *C. elegans*, pero registra otras serpientes *Imantodes gemmistratus*, *Pseudofisimia frontalis*, *Pseudoleptodeira latifasiata*, *Salvadora mexicana* y *Rena máxima*, especies que probablemente se pudieran encontrar dentro del resto del territorio de Santa Inés Ahuatempan, con el mismo esfuerzo de muestreo ya que parece ser el correcto y extendiendo los muestreos a 12 meses para encontrar las especies faltantes y así la curva pueda alcanzar la asíntota.

#### **7.4.1. Curva de acumulación de especies por zona.**

Para las dos tipos de zona que se estudió se aplicó el mismo procedimiento que en la curva de acumulación general, excepto que en estos los días de muestreos se reducen a la mitad del muestreo, así que solo se extrapolaron a los días de muestreos de cada zona con los mismos estimadores y de acuerdo a estos hace falta esfuerzo de muestreo para ambas zonas de estudio sin embargo en las áreas conservadas se obtuvo mayor eficiencia de muestreo faltando entre 2 y 8 especies, mientras que en las perturbadas hacen falta entre 6 y 12 especies, por lo que se pudiera considerar que las especies faltantes en este tipo de zona son reptiles ya que se registró una mayor riqueza y abundancia, dentro de estos las más probables serían las serpientes por ser menos abundantes que otros reptiles y por lo tanto más difíciles de registrar.

#### **7.5. Diversidad Alfa.**

Al realizar los análisis de diversidad equidad y dominancia se obtuvo un promedio de diversidad media para anfibios y reptiles; los reptiles presentan un valor mayor

diversidad y dominancia menor que los anfibios que obtienen un valor menor de diversidad y una dominancia mayor. Los reptiles tienen un valor más alto de diversidad se debe a que se registraron más especies de reptiles, lo que era esperado ya que en la región se han encontrado mayor riqueza de reptiles que de anfibios de acuerdo a los trabajos de Auriol-López *et al.* (2000), Maceda-Cruz (2005), García-Vázquez *et al.* (2006), lo mismo sucede en los trabajos cercanos a esta región Mata-Silva (2003), Canseco-Márquez y Gutiérrez-Mayén (2006b), Orea-Gadea (2010). Los anfibios obtienen mayor dominancia por tener menor riqueza que los reptiles y más abundancia de alguna de sus especies.

#### **7.5.1. Temporada de lluvias y secas.**

Los resultados demuestran que para anfibios se obtiene un promedio de diversidad media en lluvias y alto para secas, la diversidad más alta se registra en lluvias. La prueba de t modificada indica que sí hay diferencia significativa entre las dos temporadas para anfibios, esta tendencia temporal puede deberse a la fisiología de este grupo (García y Cabrera-Reyes, 2008), existe una mayor estacionalidad para los anfibios que para los reptiles, lo que concuerda con García y Cabrera-Reyes (2008), que encuentran cambios más marcados para anfibios, estudio que también se realizó en una selva baja caducifolia. La comunidad es más equitativa en secas, sin embargo es alta la dominancia puesto que esta estación es dominada por tres de las cinco especies encontradas en esta temporada.

En el caso de los reptiles se obtuvo un porcentaje de diversidad alto en lluvias y medio para secas; el valor más alto de diversidad también se presenta en lluvias cumpliéndose la hipótesis 2, García y Cabrera-Reyes (2008) y Mata-Silva (2003) obtuvieron los mismos resultados en esta temporada. La dominancia es más alta en secas y menor la diversidad, por lo que la hipótesis 1 se cumple, lo que pudiera explicarse es que 5 especies son las dominantes y que en esta temporada especies como *A. costata* y *S. ochoterenae* aumentaron su abundancia a más del triple a comparación de la temporada de lluvias. Al realizar la prueba de t modificada se encuentra que no hay diferencia significativa entre las dos

temporadas lo que demuestra que la presencia de reptiles es más o menos constante ya que muestran poca variación (García y Cabrera-Reyes, 2008)

Los anfibios y los reptiles tiene valores más altos de diversidad en temporada de lluvias que en secas lo que concuerda con Aurióles-López *et al.* (2000), Mata-Silva (2003), García y Cabrera-Reyes (2008) y parcialmente con Maceda-Cruz (2005) ya que encuentra la mayor diversidad en otoño, aunque en parte de esta temporada también presentan lluvias, las cuales representan mayor abundancia de alimento.

### **7.5.2. Zona conservada y perturbada.**

Los anfibios presentan una diversidad alta en zonas perturbadas y media en conservada. Anfibios y reptiles presentaron un valor mayor de diversidad en las zonas perturbadas, y por lo tanto una dominancia más baja, lo mismo sucede con lo registrado por Aurióles-López *et al.* (2000). Castañeda-Hernández (2009) también presenta los resultados similares, en otro tipo de vegetación, pero difiere con Mata-Silva (2003) y Orea-Gadea (2010), que encuentran mayor diversidad en área conservada. Suazo-Ortuño *et al.* (2008) encuentra una diversidad menor en área perturbada para anuros, en el presente trabajo los jagüeyes en las zonas perturbadas pudieran ser usados para dispersión de algunas especies como lo explica Gradinetti y Jacobi (2005) y Vargas y Bolaños (1999) en donde no se encontraron a las especies especialistas que fueron remplazadas por las de hábitats abiertos, en este caso se podría hablar de la *C. augusti* que por sus características fisiológicas solo se encontró en zona conservada, al igual que la lagartija *A. forbesi*, Schlaepfer y Gavin (2001), Calderón-Mandujano *et al* (2008) y Gonzáles-Sánchez (2012) también toman a lagartijas del genero anolis como indicadores de un mejor estado de conservación; En el caso específico de los anfibios la diversidad es menor en áreas conservadas porque existe mayor dominancia de algunas especies como es el caso de *L. zweifeli* de la que se registraron 128 organismos, esto porque las condiciones son idóneas para esta especie y por lo tanto la diversidad disminuye. Otras causas de mayor diversidad en zonas perturbadas son los cultivos a orillas de los ríos temporales que ofrecen

M. E. VARGAS-ORREGO

humedad y cierta cobertura vegetal a estos organismos, sin embargo estas condiciones no son las óptimas para todas las especies de anfibios dando como resultado un ensamble con menos especies y una abundancia menor, pero organismos mejor distribuidos que en la zona conservada por lo tanto la dominancia es menor.

En cuanto a los reptiles el porcentaje de diversidad es alto en área conservada y medio en perturbada; la diversidad es mayor en las áreas perturbadas lo que se pudiera explicar es que su piel les protege de la desecación y su método de reproducción les permite ocupar medios muy secos. Las zonas perturbadas están asociadas a ambientes con temperaturas más altas que son aprovechadas por muchas especies de reptiles (Vargas y Bolaños 1999, Urbina y Londoño 2003), sin embargo estos organismos están equitativamente mejor distribuidos en el área conservada, la dominancia es mayor en zonas conservadas ya que al observar una riqueza menor y el ensamble es dominado por unas cuantas especies, principalmente del grupo de las lagartijas.

### **7.5.3. Análisis por temporadas y zonas.**

Los anfibios presentan un promedio de diversidad alto en la zona perturbada en ambas temporadas y un promedio medio en lluvias en área conservada en las dos temporadas; obtienen valores de diversidad mayor en lluvias tanto en zona conservada como en la perturbada, lo que se pudiera explicar es que la variable más influyente en anuros es la disponibilidad de agua y humedad en los diferentes microhábitats (García y Cabrera-Reyes, 2008). Están equitativamente mejor distribuidos en la temporada de secas en el área perturbada ya que solo se encontraron cuatro especies de las que no se observó una dominancia alta por alguna de estas, las áreas perturbadas presentan la menor dominancia ya que en ella se encuentran pocas especies y una baja abundancia. La dominancia más alta ocurre en las zonas conservadas tanto en secas como en lluvias; al hacer la comparación entre zonas en las diferentes temporadas no se encontró diferencia significativa

M. E. VARGAS-ORREGO

En cuanto a los reptiles el porcentaje de diversidad es alto para las diferentes temporadas en los dos tipos de zona. El valor de diversidad más alto ocurre en la zona perturbada en la temporada de lluvias, al hacer la comparación mediante la prueba de t modificada se encontró diferencia significativa entre zonas en la temporada de lluvia y parecen estar bien distribuidos en los dos tipos de zona en ambas temporadas y la dominancia más alta se observa en el área conservada en ambas temporadas en donde se ve un amplio dominio del grupo de las lagartijas pero en especial de las lagartija *S. ochoterenae* en secas y *S. horridus* en lluvias Suazo-Ortuño *et al.* (2008) encontró resultados similares mayor diversidad para lagartijas en zonas perturbadas. En el caso de las serpientes se observa que tienen mayor preferencia por zonas abiertas lo que difiere con Suazo-Ortuño *et al.* (2008) que encuentra que la diversidad no difiere, Vargas y Bolaños (1999) explica que los reptiles por su cubierta de escamas están mejor protegidos y no dependen tanto de la humedad y la reproducción juega un papel importante en este aspecto ya que al tener huevo amniótico pueden reproducirse incluso en medios muy secos, mientras que los anfibios requieren cuerpos de agua o microhábitats con la suficiente humedad para garantizar que los huevos no mueran por deshidratación. Para la herpetofauna, así como para la mayoría de los organismos, cada aspecto ecológico y ambiental presenta una estabilización distinta y dependerá de la relación de cada especie con los gradientes microambientales y de la relación entre los factores ambientales, reproductivos y alimenticios (Vargas y Bolaños 1999, Carvajal-Cogollo y Urbina-Cardona 2008).

#### **7.6. Similitud herpefaunística.**

Del análisis de parsimonia y endemismo se obtuvo un sólo cladograma de 71 pasos, con un índice de consistencia de 0.54 y un índice de retención de 0.50 donde se observa que Santa Inés Ahuatempan (en el nodo 4) tiene una mayor similitud con Huehuetlan el Chico y a su vez con San Juan de los Ríos y la sierra de Huautla, estos comparten el mismo tipo de vegetación (selva baja caducifolia) y tipo de clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y semi calido

M. E. VARGAS-ORREGO

subhúmedo con lluvias en verano, aunado también a que son zonas cercanas a Santa Inés Ahuatempan. Zapotitlan y Tecali de Herrera cuentan con diferentes climas y distinto tipo de vegetación aunado a que presentan el índice de bootstrap más bajo.

Maceda-Cruz (2005) encuentra una mayor similitud herpetofauna de la cuenca del balsas, sin embargo es una zona muy extensa que se encuentra dentro de ocho estados, al igual que este trabajo encuentra una gran similitud con la sierra de Huautla y por lo tanto con Huehuetlan el Chico, Santa Inés y San Juan de los Ríos. De acuerdo con Flores Villela (1993) Santa Inés Ahuatempan se encuentra en la región 7 que pertenece a tierras altas tropicales frías, al igual que Huehuetlan el Chico, San Juan de los Ríos y la sierra de Huautla, mientras que Tecali de Herrera y Zapotitlán se encuentran en la región 3.

### **7.7. Análisis por preferencia de microhábitat.**

De los 5 tipos de microhábitats considerados el más explotado por la herpetofauna fue el terrestre con un 43.8 % utilizado principalmente por reptiles, seguido del ripario con un 22.7% utilizado por anfibios y la única especie de tortuga, y el acuático con un 21.9% esto debido a la gran cantidad de organismos de *L. zweifeli* encontrados en charcas, el menos utilizado fue el fosorial. Coincidiendo parcialmente con los trabajos de Ramírez-Bautista y Nieto-Montes de Oca (1997), Xelano-Conde (2004), Aguilar-López (2007) y Castañeda-Hernández (2009) en donde se encontró que el hábitat más explotado fue el terrestre, pero uno de los menos utilizados fue el ripario. Por lo tanto se puede decir que en Santa Inés Ahuatempan los reptiles tienen mayor especialización en la utilización del microhábitat terrestre, los anfibios explotan más el microhábitat ripario y la rana *L. zweifeli* explota más el acuático, sin embargo esto se debe tomar con reserva debido a la especialización de cada especie ya que pueden utilizar dos o más microhábitats, además de que no se probó de manera estadística y algo que es un

hecho es que el terrestre es el más abundante de todos los microhábitat disponibles en la zona.

### **7.8. Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, RED LIST y CITES.**

De las especies registradas en Santa Ines Ahuatempan el 62% no se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete especies (22%) se encuentra dentro de la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) de las cuales tres son lagartijas, dos serpientes, un anuro, así como la única especie de tortuga; cinco se encuentran como Amenazadas (A) de la que destacan cuatro especies de lagartija y una serpiente, haciendo un total de 12 especies de la herpetofauna de la zona de estudio. El grupo que más especies presento fueron los lacertilios con siete. En la IUCN *red list* solo se encontró a una especie de anuro en categoría de En Peligro (EN), y en CITES dos especies de reptiles *H. horridum* en el apéndice I y *B. constrictor* en el I y II.

Es importante analizar la situación de cada especie en especial de los anfibios ya que por sus características fisiológicas son más susceptibles a la modificación de su hábitat y a la contaminación, en el caso de las serpientes se llegan a utilizar en la medicina alternativa o por la falta de información y temores infundados se les mata indiscriminadamente por considerarse venenosos o peligrosos.

Diversidad y abundancia de anfibios y reptiles en zonas conservadas y perturbadas en el municipio de Santa Inés Ahuatempan, Puebla.

M. E. VARGAS-ORREGO

## 8. CONCLUSIONES.

- ✓ La herpetofauna de Santa Inés Ahuatempan se encuentra conformada por cuatro órdenes ,17 familias, 26 géneros y 32 especies de las cuales 10 son anfibios y 22 reptiles.
- ✓ *Gerrhonotus liocephalus*, *Tantilla bocourti* y *Salvadora bairdi*, constituyen nuevos registros para la zona de la Mixteca poblana.
- ✓ El grupo de los lacertilios fue el que presento mayor número de especies.
- ✓ La familia más representativa fue la Colubridae con siete especies.
- ✓ En la zona perturbada se registró una mayor riqueza de especies que la conservada.
- ✓ Los anfibios fueron más abundantes en temporada de lluvias, siendo *L. zweifeli* la especie más abundante en ambas temporadas.
- ✓ Los reptiles presentaron poca diferencia en su abundancia entre temporadas, siendo la temporada seca la de mayor abundancia, *S. horridus* fue la especie más abundante en temporada de lluvias, pero presenta poca diferencia entre temporadas, mientras *S. ochoterenae* fue la más abundante en secas.
- ✓ La actividad antropogénica y la pérdida de cobertura vegetal (zonas perturbadas) tienen un efecto negativo en la riqueza y abundancia de anfibios, mientras que los reptiles aprovechan este tipo de zonas.

M. E. VARGAS-ORREGO

- ✓ El anuro *C. augusti* y la lagartija *A. forbesi* solo se registraron en áreas conservadas y se les pudiera considerar como especies especialistas e indicadores de hábitat conservado.
- ✓ Los modelos de Bootstrap y Jackknife de segundo grado y las especies en el listado herpetofaunístico indican que faltan 10 especies por registrar.
- ✓ Los reptiles obtuvieron una mayor diversidad y están equitativamente mejor distribuidos que los anfibios que obtuvieron una mayor dominancia.
- ✓ Los anfibios y reptiles presentan una mayor diversidad significativa en temporada de lluvias y presentan una mayor dominancia en secas. Los anfibios presentan diferencia significativa entre temporadas.
- ✓ En anfibios y reptiles se encuentra que existe diferencia significativa entre zonas de estudio y presentan una mayor diversidad en áreas perturbadas y menor dominancia.
- ✓ Para los anfibios en temporada de lluvias se obtuvo casi la misma diversidad para los dos tipos de zonas y en las dos temporadas y dominancia alta en conservadas. En reptiles la diversidad más alta se dio en lluvias en la zona perturbada.
- ✓ Santa Inés Ahuatempanpan presenta mayor similitud herpetofaunística con Huehuetlan el Chico y a su vez con San Juan de los Ríos y Sierra de Huautla.
- ✓ El tipo de microhábitat más usado fue el terrestre.
- ✓ De las 32 especies registradas 12 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo los saurios los que más especies

M. E. VARGAS-ORREGO

presentan en alguna categoría de riesgo, dos especies de reptiles se encontraron dentro de los apéndices de CITES y solo un anuro en una categoría de riesgo de IUCN red list

Diversidad y abundancia de anfibios y reptiles en zonas conservadas y perturbadas en el municipio de Santa Inés Ahuatempan, Puebla.

M. E. VARGAS-ORREGO

## **9. Literatura Citada.**

Aguilar, R., O. Dorado, D. Arias, H. Alcaraz, y R. Castro. 2003. Anfibios y Reptiles de la Sierra de Huautla, Estado de Morelos. CONABIO, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. FMCN. 32 pp.

Aguilar- Lopez, J. L., 2007, Diversidad de la Herpetofauna en la zona norte del municipio de las Choapas, Veracruz. Tesis de licenciatura, BUAP.1-82 Pp.

Aguilar- Lopez, J. L., 2010, Transformación del hábitat y diversidad de anfibios en un paisaje tropical de México. Tesis de maestría, INECOL. 1-60 Pp.

Aurioles-López. V., F. J. Flores-Castillo, U. O. García-Vázquez, C. Hernández-Jiménez, J. Sánchez-Sánchez, D. Solís-Cuautle, F. Tecuapetla-Aguilar, L., Canseco-Márquez y G. Gutiérrez-Mayén, 2000. Estudio comparativo de la riqueza y diversidad de la herpetofauna entre zonas perturbadas y no perturbadas en la cabecera municipal de Huehuetlan el Chico, Puebla. Programa y resúmenes de la VI Reunión Nacional de Herpetología, Sociedad Herpetologica Mexicana/Instituto de Historia Natural, Chiapas, México

Bell, K.E. and M.A. Donnelly. 2006. Influence of forest on community structure of frogs and lizards in northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* 20:1750-1760.

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

Camarillo-Rangel, J. L. 1995. Distribution records for some amphibians and reptiles from México. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 31:195-197.

Campbell, J. A. 2000. A new species of venomous coral snake (Serpentes: Elapidae) from high desert in Puebla, Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 113(1):291–297.

M. E. VARGAS-ORREGO

Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 1998. Geographic Distribution *Laemanctus serratus serratus*. Herpetological Review 29:51.

Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayén y J. Salazar-Arenas. 2000. New records and range extension for some amphibians and reptiles from Puebla, México. Herpetological Review 31:259-263.

Canseco-Márquez, L., J. R. Mendelson III & G. Gutiérrez-Mayén. 2002. A new species of large *Tantilla* (Squamata: Colubridae) from the Sierra Madre Oriental of Puebla. Herpetologica 58:492-497.

Canseco-Márquez, L., M. G. Gutiérrez-Mayén, H.M. Smith y D. Chiszar. 2003. Geographic Distribution *Sceloporus ochoterenae*, Herpetological Review. 34(4): 385.

Canseco-Márquez, L., y E. N. Smith. 2004. A diminutive species of *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae), of the *alfredi* group, from the Sierra Negra of Puebla, Mexico. Herpetologica. 60. 358-363.

Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 2004. Distribución y notas ecológicas de *Celestus legnotus* (Lacertilia: Anguidae) en el norte de Puebla, México. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana 12 (2):55-58.

Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayén, U. O. García-Vázquez y C. Hernández-Jiménez. 2004b. Geographic distribution *Coleonyx elegans*. Herpetological Review 35(3):286.

Canseco-Márquez, L. y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2006b. Guía de Campo de los Anfibios y Reptiles del Valle de Zapotitlán, Puebla. Sociedad Herpetológica Mexicana, A.C. Escuela de Biología, BUAP. 78 pp.

Canseco Marquez, L. & Muñoz, A. 2007. *Heloderma horridum*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

M. E. VARGAS-ORREGO

Canseco-Márquez, L., Mendoza-Quijano, F. & Ponce-Campos, P. 2007. *Phrynosoma braconnieri*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Canseco-Márquez, L., Campbell, J.A., Ponce-Campos, P., Muñoz-Alonso, A. & García Aguayo, A. 2007. *Phrynosoma taurus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Canseco-Márquez, L., Mendoza-Quijano, F., Quintero Díaz, G. & Vázquez Díaz, J. 2007. *Salvadora bairdi*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Canseco-Márquez, L., Mendoza-Quijano, F. & Ponce-Campos, P. 2007. *Sceloporus ochoterena*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Carrillo-Ruiz, H. y M. A. Morón. 2003. Fauna de Coleoptera Scarabaeoidea de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. Acta Zool. Mex. (n.s.) 88: 87-121.

Casas-Andreu, G. 1992. Anfibios y Reptiles de las Islas Marías y Otras Islas Adyacentes a la Costa de Nayarit, México. Aspectos Sobre su Biogeografía y Conservación. Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología. 63(1): 95-112.

Carvajal-Cogollo J. E. y Urbina-Cardona J. N. 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.

Challenger. A., 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México presente, pasado y futuro. Comisión nacional por el conocimiento y uso de la biodiversidad. México.

Sarukhán, J., Coleff, P., Carabias, J., Soberon, J., Dirzo, R., Llorentes-Bousquets, J., Halfer, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, S. y de la Maza, . 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación

M. E. VARGAS-ORREGO

y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

Biodiversidad, México Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. "Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation". En: D. L. Hawksworth (Ed). Biodiversity: Measurement and Estimation. The Royal Society. Chapman & Hall. England. 101-118 pp.

Colwell, R. K., C. H. Mao, and J. Chang. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology* 85: 217-2727

Cuéllar, O., F. Méndez-De la Cruz y M. Villagrán-Santa. 1996. *Rana chichicuahutla*, A new species of leopard frog the mexican plateau. *Revista de Zoología. E.N.E.P. IZTACALA. UNAM* (8) 1-8.

Eliosa-León, H. y A. Castillo-Salazar. 2006. Recolecta de Anfibios. En Martínez-Vázquez, J., González-Monroy, R, M., Dávila-Márquez, J, R., 2006. Manual de métodos de recolecta de plantas y animales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Dirección de Fomento Editorial. Pags 107-122.

Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México. Cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. Special Publication No. 17. Carnegie Museum of Natural History. 73 pp.

Flores-Villela ,O., F. Mendoza-Quijano y G. González-Porter. 1995. Recopilación de claves para la identificación de anfibios y reptiles de México. *Publ. Esp. Mus Zool, México*, 10.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20(2):1-31.

Flores-Villela, O. & Canseco-Márquez, L. 2007. *Anolis forbesi*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

M. E. VARGAS-ORREGO

Flores-Villela, O. 2007. *Tantilla bocourti*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Flores-Villela y U. O., García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: 467-475 Pp.

Frost, D.R., Hammerson, G.A. & Gadsden, H. 2007. *Aspidoscelis costatus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

García-Vázquez, U, O., L. Canseco-Márquez, J. L. Aguilar-López, C. A. Hernández-Jiménez, J. Maceda-Cruz, Ma. G. Gutiérrez-Mayén y E. Y. Melgarejo-Velez. 2006. Análisis de la distribución de la herpetofauna en la región Mixteca de Puebla, México. En: Ramírez-Bautista, A., L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano.(eds). Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad. Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana No 3, Vicerrectoría de Extensión y Difusión de la Cultura BUAP. Pags. 152-169.

García, A. y Cabrera-Reyes, A.. 2008. Estacionalidad y estructura de la vegetación en la comunidad de anfibios y reptiles de Chamela, Jalisco, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 24(2):91-115 Pp.

García-Vázquez U., O., L. Canseco-Márquez, Gutiérrez-Mayén, G. y Trujano-Ortega, M. 2009. Actualización del conocimiento de la herpetofauna en el estado de Puebla. Boletín de Sociedad Herpetológica Mexicana, 17 (1): Pp 12-36.

García-Vázquez U., O., L. Canseco-Márquez, J., L. Aguilar-López, I., Solano-Zabaleta 2009, Noteworthy Records of Amphibians and Reptiles from Puebla México, Herpetological Review 40(4): 467-470.

García-Vázquez U., O., L. Canseco-Márquez, J., L. Aguilar-López. 2010. A new species of night lizard of the genus *Lepidophyma* (Squamata: Xantusiidae) from southern Puebla, México. Zootaxa 2657:47-54.

M. E. VARGAS-ORREGO

Georgina Santos-Barrera, Luis Canseco-Márquez 2004. *Exerodonta smaragdina*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Georgina Santos-Barrera, Luis Canseco-Márquez 2004. *Incilius perplexus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Georgina Santos-Barrera, Oscar Flores-Villela 2004. *Lithobates zweifeli*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Georgina Santos-Barrera, Oscar Flores-Villela 2004. *Lithobates spectabilis*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Georgina Santos-Barrera, Antonio Muñoz Alonso, Paulino Ponce-Campos 2010. *Incilius marmoreus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

Georgina Santos-Barrera, Oscar Flores-Villela, Paulino Ponce-Campos 2010. *Incilius occidentalis*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

Georgina Santos-Barrera, Geoffrey Hammerson, Paulino Ponce-Campos 2010. *Craugastor augusti*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

Georgina Santos-Barrera, Luis Canseco-Márquez, Paulino Ponce-Campos 2010. *Eleutherodactylus nitidus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Georgina Santos-Barrera, Geoffrey Hammerson 2010. *Hyla arenicolor*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

M. E. VARGAS-ORREGO

Georgina Santos-Barrera, Geoffrey Hammerson, Paulino Ponce-Campos 2010. *Spea multiplicata*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Grandinetti, L. y Jacobi, C.M. (2005). Distribuição estacional e espacial de uma taxocenose de anuros (Amphibia) em uma área antropizada em Rio Acima - MG. *Lundiana* 6: 21-28.

Gutiérrez-Máyen, Ma. G. 2006. Técnicas de recolecta, fijación y preservación de reptiles. En: Martínez-Vázquez, J., González-Monroy, R, M., Dávila-Márquez, J, R., 2006. Manual de métodos de recolecta de plantas y animales, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Escuela de Biología, Dirección de Fomento Editorial. Pp 123-150.

Gutiérrez-Mayén, G., Canseco-Márquez, L., García-Vázquez, U. O., Hernández-Jiménez C. A. 2011. Anfibios y reptiles. Pp 152-158. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2011. La Biodiversidad en Puebla: Estudio de Estado. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Pp.440

Goloboff, P. 1999. NONA ver. 2. Published by the author, Tucumán, Argentina.

Hamer, O., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1):9 pp.

Huitzil-Mendoza, J., C. 2007. Herpetofauna de dos localidades de la región Norte de Zimapán, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.

INEGI 1999 Colección Enciclopedia de los municipios de México, Gobierno del estado de Puebla.

M. E. VARGAS-ORREGO

Jiménez-Valverde, A., y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista de Aracnología* 8: 151-161.

Laiolo, P., A., Arroyo-Solis, La fragmentación del hábitat como determinante de los sistemas de comunicación animal, 2011, *Ecosistemas Revistas de ecología y medio ambiente, España*, 20 (2): 46-53

Lee, J., Calderón Mandujano, R., Lopez-Luna, M.A., Vasquez Díaz, J. & Quintero Díaz, G.E. 2007. *Drymarchon melanurus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Liner, A. E. 2007. A check list of the Amphibians and Reptiles of México. *Occasional papers of the Museum of Natural Science* 80:1-60 pp.

Luria-Manzano R., M. Chavez-Ortiz, E. Y., Melgarejo-Vélez, D., Aportela-Cortes, D., M., Galicia-Portano. Primera Localidad de la rana *Gastrophryne usta* (ANURA: MICROHYLIDAE) para el estado de Puebla. 2010, *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*. 18(1):12-15.

Maceda-Cruz, R. J., Eliosa-León H., Yanez-Gómez G. y Nieto-Montes de Oca, A.. 2004. *Phrynosoma asio* (Giant Horned Lizard). *Herpetological Review* 35(3):289.

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 p.

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. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Oxford publishing. Pp. 256.

Manzanilla, J., Péfaur, J., E. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de Anfibios y Reptiles. *Rev. Ecol. Lat. Am.*, 7 (1-2) Pp. 17-30

Martins, M. & Lamar, W.W. 2010. *Crotalus durissus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

Mata-Silva, Vicente. 2003. Estudio comparativo del ensamble de anfibios y reptiles de Zapotitlan de Las Salinas, Puebla, Mexico. *Boletín de la Sociedad Herpetologica Mexicana*. 11(1):9-20.

Melgarejo-Vélez, E. Y., M. Chávez-Ortiz, R. Luría-Manzano, D. Aportela-Cortes, D. M. Galicia-Portano, L. Canseco-Márquez y G. Gutiérrez-Mayén. 2010. Range extension distribution of the frog *Hyalinobatrachium fleischmanni* (Anura: Centrolenidae) in the state of Puebla and northernmost distribution limit. : *Acta Zool. Mex. (n.s.)*, 26(2): 473-476.

Mendelson, J. R., III y J. A. Campbell. 1994. Two new species of the *Hyla sumichrasti* Group (Amphibian:Anura:Hylidae) from Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 107:398-409.

Mendoza-Quijano, F. & Hammerson, G.A. 2007. *Trimorphodon tau*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Meza Parral, Y., A. Sarmiento Rojas y T. Ramírez Valverde. 2010. *Nerodia rhombifer werleri* (Hallowell, 1852) (Serpentes: Colubridae), a new record for the ophidiofauna of Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 26(1): 243-244.

Mociño-Deloya, E., U. O. García-Vázquez, I. Solano Zavaleta. y M. Rosado-Luna. 2007. Geographic distribution. *Pseudoeurycea quetzalanensis*. *Herpetological review*. 38(2):213.

Moreno-Rodríguez, M., 2005. Efectos de las perturbaciones (cafetales) sobre la diversidad de anfibios en la reserva de la biosfera "El Triunfo", Chiapas, México. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, BUAP.

M. E. VARGAS-ORREGO

Moreno C. E., 2001. Manuales 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.

Nixon, K. C. 2002. WinClada ver. 1.00.08. Published by the author, Ithaca, NY.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Krebs, C. J. 2000. *Ecología: Estudio de la distribución y de la abundancia*. Segunda Edición. Oxford University Press. México. México D.F. Pp 753.

Orea-Gadea, J., 2010, Efecto de plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en selva baja caducifolia de Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma del estado de Morelos facultad de ciencias biológicas 1-45 Pp.

Parra-Olea, G., L. Canseco-Márquez and M. García-París. 2004. A morphologically distinct new species of *Pseudoeurycea* (Caudata: Plethodontidae) from the Sierra Madre Oriental of Puebla, México. *Herpetologica*. 60 (4):78-84.

Parra-Olea, G. Flores-Villela, O., y C., Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 460-466 Pp.

Ponce-Campos, P., García Aguayo, A., Vazquez Díaz, J. & Quintero Díaz, G.E. 2007. *Sceloporus horridus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Ponce-Campos, P. & García Aguayo, A. 2007. *Micrurus laticollaris*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Ramírez-Bautista, A. y A. Nieto-Montes de Oca. 1997. Ecogeografía de Anfibios y Reptiles. Pp 523-532. En: González S. E., R. Dirzo y R. Vogt. (Eds). *Historia*

Natural de los Tuxtlas. UNAM, Instituto de Biología, Instituto de Ecología y CONABIO.

Rosen, B. R. 1988. From fossils to earth history: Applied historical biogeography. *EN*: Llorente, B. J., E. González y N. Papavero (eds.). 2000. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol II. México.

Schlaepfer, M. A. & T. A. Gavin, 2001. Edge effects on lizards and frogs in tropical forest fragments. *Conservation Biology* 15(4): 1079-1089.

Smith, H., M., y R., G., Van-Gelder. 1955. New and Noteworthy Amphibians and Reptiles from Sinaloa and Puebla, México. *Herpetologica* 2:145-149.

Smith, H., M., y J., V., Iverson. 1993. A new species of knobscale lizard (Reptilia:Xenosauridae) from México. *Bolletin of the Maryland Herpetological Society* 29:51-66.

Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480-488.

Solano Zavaleta I., U. O. García-Vázquez y A. A. Mendoza-Hernández. 2009. Notas sobre la distribución geográfica de las salamandras *Pseudoeurycea gadovii* y *Pseudoeurycea melanomolga* (Caudata: Plethodontidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80:575:577.

Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J. and M., Martínez-Ramos. 2008, Effects of conversion of dry forest to agricultural mosaic on herpetofaunal assemblages. *Society for Conservation Biology*. 1-13 Pp.

Suazo-Ortuño, I., Alvarado-Díaz, J., Raya-Lemus, E. and M., Martínez-Ramos. 2007, Diet of the mexican marbled toad (*Bufo marmoratus*) in conserved and disturbed tropical dry forest. *The Southwestern Naturalist*, 52(2):305-309 Pp.

The IUCN Redlist of Threatened Species, 2012.2, <http://www.iucnredlist.org>

Trejo, I. y Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*. 94: 133-142. En: Orea-Gadea, J., Efecto de plantaciones mixtas sobre la diversidad herpetofaunística en selva baja caducifolia de Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Trujillo-Caballero, S. 2006. Estudio de la Herpetofauna de Tecali de Herrera. Tesis de licenciatura, UDLAP. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas.

Urbina-Cardona, J.N., Londoño-Murcia, M.C, 2003, Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la isla Gorgona, Pacífico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27(102):105-113

Urbina-Cardona, J.N. y Reynoso, V. H., 2005, Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en los Tuxtlas, Veracruz, México, Capítulo 15. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.) "Sobre Diversidad Biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma". CONABIO, SEA, DIVERSITAS & CONACYT. 4th Volumen. Editorial Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España. Pp. 191-207.

Urbina-Cardona, J.N., Londoño-Murcia, M.C. & García-Avila, D.G. 2008. Dinámica espacio-temporal en la diversidad de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de perturbación antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, pacífico colombiano. *Caldasia* 30(2):407-421

Vargas-S., F. y M. E. Bolaños-L., 1999, Anfibios y Reptiles presentes en hábitats perturbados de selva lluviosatropical en el Bajío Anchicayá, Pacífico colombiano. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 23 (suplemento especial): 499-511

Vázquez-Díaz, J. Herpetofauna, 1993. *Revista Investigación y Ciencia de la UAA* No. 10, edición cuatrimestral, año 3, Noviembre 1993 Pp 53 – 60

M. E. VARGAS-ORREGO

van Dijk, P.P., Hammerson, G., Vazquez Diaz, J., Quintero Diaz, G.E., Santos, G. & Flores-Villela, O. 2007. *Kinosternon integrum*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>.

Vazquez Díaz, J. & Quintero Díaz, G.E. 2007. *Gerrhonotus liocephalus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>

Weyranch, S.L. and Grubb, T.C.Jr., 2004, Patchh and land escape characteristics associated with the distribution of woodland amphibians in an agricultural fragmented landscape: an information teoric approach. Biological conservation 115 443-450 pp.

Wind E. 1999, Effects of Habitat Fragmentation on Amphibians: What Do We Know and Where Do We Go From Here? Proc. Biology and Management of Species and Habitats at Risk, Kamloops, B.C., Pp 885-894, En: L. M. Darling, editor. 2000. Proceedings of a Conference on the Biology and Management of Species and Habitats at Risk, Kamloops, B.C., 15 - 19 Feb.,1999. Volume Two.B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks, Victoria, B.C. and University College of the Cariboo, Kamloops, B.C. 520pp.

Windfield-Pérez, J. C., G. Parra-Olea y L. Hernández-Zárate. 2007. Registro de *Pseudoeurycea mixteca* (Caudata: Plethodontidae) en una cueva de Tehuacán, Puebla. Revista Mexicana de Biodiversidad 78: 493- 495i

## 10. Anexos

### 10.1. Anexo 1.

#### Lista de especies registradas para el Municipio de Santa Inés Ahuatempan, Puebla.

Las letras en paréntesis indican la categoría en la que se encuentra la especie según la NOM-059-SEMARNAT-2010, Pr= Sujeta a protección especial. A= Amenazada; IUCN red list LC: Least concern EN: Endangered DD: Data deficient; Cites: I: II:

| Especies   | NOM-059-<br>SEMARNAT-2010 | IUCN<br>Red List | Cites | Endemismo   |
|--|---------------------------|------------------|-------|-------------|
| <b>AMPHIBIA</b>  |                           |                  |       |             |
| <b>ANURA</b>   |                           |                  |       |             |
| <b>Bufonidae</b>   |                           |                  |       |             |
| <i>Incilius marmoratus</i> (Wiegmann, 1833)              |                           | LC               |       | No endemica |
| <i>Incilius occidentalis</i> (Camerano, 1879)            |                           | LC               |       | Endemica    |
| <i>Incilius perplexus</i> (Taylor, 1943)                 |                           | EN               |       | Endemica    |
| <b>Caugrastoride</b>                                     |                           |                  |       |             |
| <i>Craugastor augusti</i> (Duges, 1879)                  |                           | LC               |       | No endemica |
| <b>Eleutherodactylidae</b>                               |                           |                  |       |             |
| <i>Eleutherodactylus nitidus</i> (Peters, 1869)          |                           | LC               |       | Endemica    |
| <b>Hylidae</b>   |                           |                  |       |             |
| <i>Exerodonta smaragdina</i> (Taylor, 1940)              | (Pr)                      | LC               |       | Endemica    |
| <i>Hyla arenicolor</i> (Cope, 1866)                      |                           | LC               |       | No endemica |
| <b>Scaphiopodidae</b>                                    |                           |                  |       |             |
| <i>Spea multiplicata</i> (Cope, 1863)                    |                           | LC               |       | Endemica    |
| <b>Ranidae</b>   |                           |                  |       |             |
| <i>Lithobates spectabilis</i> (Hillis y Frost, 1985)     |                           | LC               |       | Endemica    |
| <i>L. zweifeli</i> (Hillis, Frost y Webb, 1984)          |                           | LC               |       | Endemica    |
| <b>REPTILIA</b>  |                           |                  |       |             |
| <b>SAURIA</b>  |                           |                  |       |             |
| <b>Anguidae</b>  |                           |                  |       |             |
| <i>Gerrhonotus liocephalus</i> (Wiegmann, 1828)          | (Pr)                      | LC               |       | Endemica    |
| <b>Helodermatidae</b>                                    |                           |                  |       |             |
| <i>Heloderma horridum</i> (Weigmann, 1829)*              | (A)                       | LC               | II    | No endemica |
| <b>Iguanidae</b>   |                           |                  |       |             |
| <i>Ctenosaura pectinata</i> (Wiegmann, 1834)             | (A)                       | -                |       | Endemica    |
| <b>Phrynosomatidae</b>                                   |                           |                  |       |             |
| <i>Phrynosoma braconnieri</i> (Dumeril y Bocourt, 1870)* | (Pr)                      | LC               |       | Endemica    |
| <i>P. taurus</i> (Duges, 1873)                           | (A)                       | LC               |       | Endemica    |
| <i>Sceloporus horridus</i> (Wiegmann, 1834)              |                           | LC               |       | Endemica    |

M. E. VARGAS-ORREGO

|  |      |    |      |                    |
|--|------|----|------|--------------------|
| <i>S. ochoteranae</i> (Smith, 1934)                            |      | LC |      | Endemica           |
| <i>Urosaurus bicarinatus</i> (Dumeril, 1856)                   |      | LC |      | Endemica           |
| <b>Polychrotidae</b>   |      |    |      |                    |
| <i>Anolis forbesi</i> (Smith y Van Gelder, 1955)               | (A)  | DD |      | Endemica al estado |
| <b>Teiidae</b>   |      |    |      |                    |
| <i>Aspidoscelis costata</i> (Cope, 1878)                       | (Pr) | LC |      | Endemica           |
| <i>Aspidoscelis sacki gigas</i> (Davis & Smith 1952)*          |      | -  |      | Endemica           |
| <b>SERPENTES</b>   |      |    |      |                    |
| <b>Boidae</b>  |      |    |      |                    |
| <i>Boa constrictor</i> (Linnaeus, 1758)*                       | (A)  | -  | I,II | No endemica        |
| <b>Colubridae</b>  |      |    |      |                    |
| <i>Coluber mentovarius</i> (Druméril ,Bibron y Druméril ,1854) |      | -  |      | No endemica        |
| <i>Drymarchon melanurus</i> (Dumeril, Bibron y Dumeril, 1854)  |      | LC |      | No endemica        |
| <i>Oxybelis aeneus</i> (Wagler, 1824)                          |      | -  |      | No endemica        |
| <i>Salvadora bairdi</i> (Jan ,1860)                            | (Pr) | LC |      | Endemica           |
| <i>Senticolis triaspis</i> (Cope, 1866)                        |      | -  |      | No endemica        |
| <i>Tantilla bocourti</i> (Günther, 1895)                       |      | LC |      | Endemica           |
| <i>Trimorphodon tau</i> (Cope, 1870)                           |      | LC |      | Endemica           |
| <b>Elaphidae</b>   |      |    |      |                    |
| <i>Micrurus laticollaris</i> (Peters, 1870)                    | (Pr) | LC |      | Endemica           |
| <b>Viperidae</b>   |      |    |      |                    |
| <i>Crotalus culminatus</i> (Klauber, 1952 )*                   |      | -  |      | Endemica           |
| <b>TESTUDINES</b>  |      |    |      |                    |
| <b>Kinosternidae</b>   |      |    |      |                    |
| <i>Kinosternon integrum</i> (Le Conte, 1854)                   | (Pr) | LC |      | Endemica           |

\*Especies no utilizadas en el análisis estadístico

M. E. VARGAS-ORREGO

## 10.2. Anexo 2

### Distribución de la herpetofauna en las distintas zonas de estudio

| Especies                         | Z. Conservada | Z. Perturbada |
|----------------------------------|---------------|---------------|
| <b>ANFIBIOS</b>                  |               |               |
| <b>Anuros</b>                    |               |               |
| <i>Incilius marmorea</i>         | ✓             | ✓             |
| <i>Incilius occidentalis</i>     | ✓             |               |
| <i>Incilius perplexa</i>         | ✓             |               |
| <i>Craugastor augusti</i>        | ✓             |               |
| <i>Eleutherodactylus nitidus</i> | ✓             | ✓             |
| <i>Exerodonta smaragdina</i>     | ✓             | ✓             |
| <i>Hyla arenicolor</i>           | ✓             | ✓             |
| <i>Lithobates spectabilis</i>    | ✓             | ✓             |
| <i>Lithobates zweifeli</i>       | ✓             | ✓             |
| <i>Spea multiplicata</i>         | ✓             | ✓             |
| <b>REPTILES</b>                  |               |               |
| <b>Lagartijas</b>                |               |               |
| <i>Gerrhonotus liocephalus</i>   |               | ✓             |
| <i>Ctenosaura pectinata</i>      | ✓             | ✓             |
| <i>Phrynosoma taurus</i>         |               | ✓             |
| <i>Selaporus horridus</i>        | ✓             | ✓             |
| <i>Sceloporus ocoterena</i>      | ✓             | ✓             |
| <i>Urosaurus bicarinatus</i>     | ✓             | ✓             |
| <i>Anolis forbesi</i>            | ✓             |               |
| <i>Aspidoscelis costata</i>      | ✓             | ✓             |
| <b>Serpientes</b>                |               |               |
| <i>Coluber mentobarius</i>       |               | ✓             |
| <i>Drymarchon melanurus</i>      |               | ✓             |
| <i>Oxibelis aenus</i>            |               | ✓             |
| <i>Salvadora bairdi</i>          | ✓             | ✓             |
| <i>Senticolis triaspis</i>       |               | ✓             |
| <i>Tantillia boucorti</i>        |               | ✓             |
| <i>Trimorfodum tau</i>           | ✓             | ✓             |
| <i>Micrurus laticollaris</i>     |               | ✓             |
| <b>Tortugas</b>                  |               |               |
| <i>Kinosternon integrum</i>      |               | ✓             |
| <b>Total</b>                     | <b>18</b>     | <b>23</b>     |