



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**

---

---

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**COMPARACIÓN DE LA RIQUEZA Y DIVERSIDAD DE ANFIBIOS  
Y REPTILES EN DOS LOCALIDADES CON DIFERENTE GRADO  
DE URBANIZACIÓN EN LA PERIFERIA DE LA CIUDAD DE  
PACHUCA, HIDALGO, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN BIOLOGÍA**

**P R E S E N T A:**

**ITZEL MAGNO BENÍTEZ**

**DIRECTOR: DR. AURELIO RAMÍREZ BAUTISTA**

**MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO**

**2013**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**  
 Licenciatura en Biología

**M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCIGO**  
**DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR, UAEH**

**PRESENTE**

Por este conducto le comunico que el Jurado asignado a la pasante de Licenciatura en Biología **Itzel Magno Benítez**, quien presenta el trabajo recepcional de tesis intitulado **“Comparación de la riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en dos localidades con diferente grado de urbanización en la periferia de la ciudad de Pachuca, Hidalgo, México”**, después de revisarlo en reunión de sinodales ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Jurado:

**PRESIDENTE: M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón**

**PRIMER VOCAL: Dr. Aurelio Ramírez Bautista**

**SEGUNDO VOCAL: Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark**

**TERCER VOCAL: Dr. Angel Moreno Fuentes**

**SECRETARIO: Dr. Gerardo Sánchez Rojas**

**PRIMER SUPLENTE: Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan**

**SEGUNDO SUPLENTE: M. en C. Jessica Bravo Cadena**

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi más atenta consideración.

**ATENTAMENTE**  
**“AMOR, ORDEN Y PROGRESO”**  
 Mineral de la Reforma, Hidalgo a 6 de septiembre de 2012

M. en C. Miguel Angel Cabral Perdomo  
 Coordinador Adjunto de la Licenciatura en Biología



c.c.p. Archivo



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería,  
 Carretera Pachuca - Tulancingo Km. 4.5, Ciudad del Conocimiento,  
 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México, C.P. 42184  
 Tel. +52 771 7172000 exts 2532, Fax 2109  
[cabralma@uaeh.edu.mx](mailto:cabralma@uaeh.edu.mx)      [mcabralperdomo@gmail.com](mailto:mcabralperdomo@gmail.com)



*“Hay hombres que luchan un día y son buenos.  
Hay otros que luchan un año y son mejores.  
Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos.  
Pero hay los que luchan toda la vida: esos son los imprescindibles.”*

**Bertolt Brecht**



## AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Aurelio Ramírez Bautista, por darme la oportunidad de trabajar a su lado y enseñarme a ser mejor persona, por compartir sus experiencias y apoyo recibido de su parte. Siempre estaré infinitamente agradecida por la confianza que ha depositado en mí y las oportunidades académicas brindadas. Cada palabra, consejo y porque no, hasta regaños me han hecho crecer como persona y alumna, por todo muchas gracias.

A todos y cada uno de los miembros de mi comité:

Al M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón por los comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar este trabajo.

Al Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark por las observaciones realizadas y por compartir su conocimiento durante la carrera en las clases de conservación.

Al Dr. Ángel Moreno Fuentes muchas gracias por las sugerencias y comentarios realizados para enriquecer este trabajo.

Al Dr. Gerardo Sánchez Rojas, gracias por el tiempo dado para resolver dudas y comentarios que fueron de gran importancia para mejorar este trabajo, muchas gracias.

A la Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan, por todas las sugerencias que hizo las cuales ayudaron a mejorar gran parte de este trabajo, muchas gracias por el tiempo y la disposición de su parte.

A la M. en C. Jessica Bravo Cadenas, por las sugerencias y observaciones realizadas. Jessy muchas gracias por apoyarme en este proceso, porque no sólo has sido mi maestra, sino compañera, muchas gracias.

A Abraham Lozano Mendoza, muchas gracias por tu ayuda y disposición en campo desde el principio, por los buenos momentos, las risas y los chistes malos. Gracias por ser un gran amigo y por tu apoyo y consejos dentro y fuera del laboratorio.

A Ricardo Luría Manzano por los grandes momentos durante tu estancia en el laboratorio, por compartir tus conocimientos y auxiliarme cada vez que lo necesite en trabajos colaterales, Richard gracias por tu amistad.

A Aaron por las largas pláticas dentro y fuera del laboratorio, las cuales han generado no sólo compañerismo sino una gran amistad.

A Uriel por los momentos agradables desde el principio (y un poco antes) de mi estancia en el laboratorio, porque congenie contigo desde un principio a pesar de estar un poco locos los dos, gracias por todo.



A Dinorah, por compartir muchos momentos gratos y algunos no tanto, porque encuentro en ti a una amiga igual de loca que yo, que me entiende y escucha. Te quiero Din.

A mis compañeros de laboratorio: Christian, Daniel, Raquel, Luis, Diego, Jorge y recientemente Melissa, por hacer más amena la estancia en el laboratorio.

A mis amigos y compañeros durante la carrera y fuera de ella, a Rocío, Tania, Neiel, Carolina, Mayra, chicas gracias por la buena vibra siempre y los grandes momentos, Mary, Johan, Luisa, muchas gracias por estar siempre presentes en los buenos, malos y peores momentos durante la carrera y nunca dejarme sola a pesar de las circunstancias. A todos los demás, muchas gracias.

A los proyectos FOMIX 2012/191908 y CONABIO JM001 por apoyar la realización de la tesis.



## DEDICATORIA

A mis padres quienes me han apoyado incondicionalmente durante este camino, este logro es de ustedes, gracias por dejarme decidir y entender mi amor a esta carrera, aunque al principio fue difícil, lo logramos.

### **A mi mamá Luisa:**

Mami gracias por enseñarme el significado de fortaleza, lucha y perseverancia, por educarnos con el ejemplo, el cual ha dado frutos. Porque en ti encuentro a una gran guerrera que no se doblega ante ningún obstáculo por difícil y grande que sea. Agradezco que seas mi madre, la que da todo por sus hijos. Mami hiciste un gran trabajo con tus hijos, nos has hecho hombres y mujeres de bien. TE AMO MAMI.

### **A mi papá Marcelino:**

Papi, no cabe duda que eh aprendido de un grande como tú, me enseñaste a siempre luchar por lo que quiero, es gracias a ti que tengo criterio propio. Me has enseñado a tener ideales y seguirlos pese a los demás. A salir adelante y no tener miedo del futuro, a siempre conservar la HUMILDAD pese a nuestros logros, y tú eres ejemplo de ello. Gracias por mantenerme con los pies puestos en la tierra. Agradezco a la vida que seas mi padre. TE AMO PAPI.

### **A mis hermanos:**

**Jorge y Janer**, mejores hermanos no me pudo dar la vida, gracias por todo el apoyo recibido, consejos y ejemplo que me han brindado, los amo hermanos. A mi gemela **Itzalin**, hermana, como tú lo dijiste alguna vez, doy gracias a la vida por no mandarme sola, en ti encuentro no solo una hermana, sino una cómplice, amiga y confidente, porque somos como una, gracias por todo y por lo que vendrá, te amo gusana.

**A mis sobrinos Valeria y Sebastián**, por iluminar mi vida en el momento en que llegaron, **a mi cuñada Miriam**, gracias por todo el apoyo siempre, los amo.

A mis abuelos que partieron dejando un gran legado, abuelo **Pedro**, me enseñaste el buen humor y alegría; **Concepción**, el coraje; **Jesús**, la fortaleza y **Crispita**, mi mejor regalo, tu nobleza. Los amare por el resto de mi vida. A toda mi familia **Magno Moctezuma y Benítez Pardo**, gracias por entender las ausencias en las reuniones familiares y entender que esto es lo que amo y que es una carrera en la cual se tiende a sacrificar algunas cosas.

A **Raciel**, por estar conmigo en cada momento de esta etapa y nunca abandonarme, gracias por adentrarme e inspirarme en este mundo de la herpetología, estoy agradecida con la vida de haberte puesto en mi camino, eres un claro ejemplo de dedicación y esfuerzo, te admiro por sobre todas las cosas.



<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	iii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. ANTECEDENTES</b>	4
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b>	7
<b>IV. OBJETIVOS</b>	8
4.1. General	8
4.2. Particulares	8
<b>V. ÁREA DE ESTUDIO</b>	9
<b>VI. METODOLOGÍA</b>	12
6.1. Revisión bibliográfica	12
6.2. Trabajo de campo	13
6.3. Descripción del paisaje de los sitios de estudio	14
6.4. Análisis de riqueza y diversidad	16
6.4.1. Curva de acumulación de especies	16
6.4.2. Estructura de las comunidades de anfibios y reptiles	18
6.4.3. Recambio de las comunidades de anfibios y reptiles	19
<b>VII. RESULTADOS</b>	21
7.1. Lista de anfibios y reptiles de las localidades de Tilcuautla y Carboneras	21
7.2. Curvas de acumulación de especies	23
7.3. Estructura de las comunidades de anfibios y reptiles	25



7.4. Recambio de especies entre los sitios de Tilcuautla y Carboneras	26
<b>VIII. DISCUSIÓN</b>	27
8.1. Riqueza de anfibios y reptiles entre localidades	27
8.2. Curvas de acumulación de especies de anfibios y reptiles	27
8.3. Comparación de la estructura de las comunidades	29
8.4. Recambio ( $\beta$ ) de especies entre localidades	31
<b>IX. CONCLUSIONES</b>	33
<b>X. LITERATURA CITADA</b>	34
<b>FIGURAS</b>	
<b>Figura 1.</b> Localidades de estudio	10
<b>Figura 2.</b> Ubicación de las localidades de estudio	11
<b>Figura 3.</b> Vista aérea de las localidades de estudio	11
<b>Figura 4.</b> Vegetación en las localidades de estudio	12
<b>Figura 5.</b> Descripción del paisaje de las localidades de estudio	15
<b>Figura 6.</b> Curva de acumulación de especies para la localidad de Carboneras	23
<b>Figura 7.</b> Curva de acumulación de especies para la localidad de Tilcuautla	24
<b>Figura 8.</b> Curvas de rango-abundancia para ambas localidades	25
<b>TABLAS</b>	
<b>Tabla 1.</b> Tipos de uso de suelo definidas para la descripción del paisaje	14
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de la cobertura de los tipos de uso de suelo en cada localidad	16
<b>Tabla 3.</b> Lista de anfibios y reptiles de la localidad de Tilcuautla y Carboneras	22



## Resumen

En los últimos años, el crecimiento de las zonas urbanas y las actividades antropogénicas han ido en un aumento acelerado, factores que contribuyen a la fragmentación de los paisajes naturales, afectando por consiguiente la diversidad biótica de estos ambientes. En el presente trabajo se analiza la riqueza, diversidad y abundancia de anfibios y reptiles de dos localidades, Tilcuautla y Carboneras las cuales se encuentran ubicadas en la periferia de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo. Se realizaron 12 visitas a las localidades de muestreo, de abril 2011 a abril 2012, invirtiendo un total de 27 horas/hombre en cada salida. El método de muestreo fue mediante el uso de cuadrante y mediante encuentros visuales. Los anfibios y reptiles se identificaron a nivel especie, para el análisis de los datos se usaron curvas de acumulación de especies, curvas rango-abundancia y el índice de complementariedad. De acuerdo al trabajo de campo, Tilcuautla presentó una riqueza de diez especies de anfibios y reptiles; mientras que Carboneras presentó una menor riqueza, con sólo seis especies, representados sólo por reptiles. Las especies de lagartijas fueron las más representativas para ambas localidades. Las curvas de rango-abundancia mostraron que para Tilcuautla, la especie más abundante fue *Sceloporus grammicus*, y la más rara *S. torquatus*, mientras que *S. spinosus* fue la especie más abundante para Carboneras y las más raras, *Crotalus aquilus* y *Thamnophis cyrtopsis*. Estas localidades mostraron un valor alto de complementariedad. Es claro que la riqueza de especies es baja en ambas localidades, lo que puede reflejar entre otras explicaciones, un alto deterioro del ambiente que afecta la ocupación de dichas especies a causa de las modificaciones de su hábitat natural.



## I. INTRODUCCIÓN

En el estado de Hidalgo, a la fecha se han registrado 54 especies de anfibios y 119 de reptiles, representando el 14.3% de la herpetofauna del país (Ramírez-Bautista *et al.*, 2010; Wilson y Johnson, 2010). La mayor riqueza se ha registrado para ambientes templados, como es el bosque mesófilo de montaña y ambientes tropicales (Cruz-Elizalde, 2010; Ramírez-Bautista *et al.*, 2010; Hernández-Salinas y Ramírez-Bautista, 2012); mientras que los ambientes áridos y semiáridos del estado son los que presentan una menor riqueza de especies, particularmente de anfibios (Fernández-Badillo y Goyenechea, 2010). Sin embargo, los ambientes áridos juegan un papel importante, ya que predominan en una gran extensión territorial en el estado (Huitzil-Mendoza, 2007; Martínez-Morales *et al.*, 2007); así también, éstos presentan una gran diversidad de subtipos de vegetación y un alto número de especies vegetales y animales endémicos (Rzedowski, 1978; Flores-Villela y Gérez, 1994).

Es bien sabido que los factores antrópicos son las principales causas en la transformación de los paisajes naturales (Young *et al.*, 2001). Por ejemplo, en México se presentan problemas graves de deterioro ambiental debido al cambio del uso de suelo, transformando la vegetación original del paisaje en áreas agrícolas, ganaderas y de asentamientos humanos (Zug *et al.*, 2001; Collins y Storfer, 2003; Riley *et al.*, 2005; Rzedowski, 2006; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009), dando como resultado la pérdida de la cobertura vegetal original, y por lo tanto, la pérdida de algunas especies (Rueda-Almonacid, 1999; Pough *et al.*, 2001; Zug *et al.*, 2001). Estos factores afectan a diversos grupos biológicos, como los anfibios y reptiles, puesto que su abundancia y diversidad varían dependiendo de los cambios en la composición y cantidad de tipos de microhábitats



presentes en el ambiente (Manzanilla y Péfaur, 2000), lo que puede provocar también un declive tanto en la diversidad de especies y en el número de individuos de las poblaciones (Stuart *et al.*, 2010).

De acuerdo a lo anterior, el estado de Hidalgo no se encuentra exento del deterioro ambiental, ya que se estima que aproximadamente el 60% de la vegetación ha sufrido algún tipo de alteración antropogénica (p. ej. asentamientos humanos, agricultura, pastizales; Martínez-Morales *et al.*, 2007). La alteración de los ecosistemas afecta de forma negativa a las comunidades vegetales y animales, como en los anfibios y reptiles, vertebrados que juegan un papel importante en las cadenas tróficas de los ecosistemas (Jacsik, 1986; Chávez-León y Lemos-Espinal, 1987; Manzanilla y Péfaur, 2000; Guerrero *et al.*, 2002), y como controladores de plagas (Orea-Gadea, 2010).

En la actualidad, el crecimiento de las grandes zonas urbanas ha generado gran interés en el conocimiento e inventario de la flora y fauna presentes en estas áreas, con la finalidad de evaluar cómo las especies se han adaptado a las distintas características estructurales del ambiente modificado (Rees, 2003). Estos ambientes se caracterizan por presentar pequeñas extensiones de áreas verdes, ya sean artificiales o remanentes del paisaje original (parches) producto de la fragmentación (Garitano-Zavala y Gismondi, 2003). En este sentido, la Ciudad de Pachuca, así como su periferia presentan un acelerado crecimiento de su población y por ende, un aumento en los asentamientos humanos, modificando de esta forma lo que en un principio fueron zonas naturales.



Históricamente, el estudio de la herpetofauna para el estado de Hidalgo, se inició con los primeros registros de los anfibios y reptiles que aparecieron en los catálogos realizados por Smith y Taylor (1945, 1948, 1950). Más tarde, Mendoza-Quijano y colaboradores (2006) iniciaron los primeros estudios regionales sobre anfibios y reptiles del estado. Sin embargo, a partir del año 2003, se inició un estudio sistemático sobre el conocimiento de la biodiversidad de estos grupos de vertebrados en los diferentes tipos de vegetación del estado (Ramírez-Bautista *et al.*, 2010). Los diversos estudios sobre diversidad que se han realizado con estos grupos, se han tomado como base para trabajos que hacen uso de índices para analizar la riqueza y diversidad de especies, como los de Mendoza-Quijano *et al.* (2006), Huitzil-Mendoza (2007), Vite-Silva (2008), Ramírez-Pérez (2008), Cruz-Elizalde (2010) y Berriozabal-Islas (2011). A pesar de este gran avance en el conocimiento de la herpetofauna para el estado, hasta el momento son pocos los estudios dirigidos a la perturbación del paisaje natural y sus consecuencias (Berriozabal-Islas, 2011). En este contexto, este trabajo compara la riqueza de especies de anfibios y reptiles en dos áreas urbanas de la periferia de la Ciudad de Pachuca. El objetivo de este trabajo es comparar la riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en dos localidades con diferente grado de urbanización. Con esto se espera respaldar el patrón que se ha documentado en otros trabajos y en otros grupos, en los cuales se reporta una disminución en la riqueza específica en las áreas urbanas (Huhtalo y Järvinen, 1997; Mena y Williams, 2002; Leveau y Leveau, 2004).



## II. ANTECEDENTES

La urbanización puede definirse como el proceso mediante el cual un gran número de persona se concentra permanentemente en áreas relativamente pequeñas, trazando calles y plazas dotadas de alumbrado, alcantarillado y demás servicios (CICEANA, 2009). Esto se ha señalado como una de las principales causas de la pérdida y fragmentación de los hábitats naturales, y por lo tanto, se asocia con el cambio en la estructura y composición de las comunidades vegetales y animales (Beissiger y Osborne, 1982; Nour *et al.*, 1993; Kuituner *et al.*, 1998; Zipperer *et al.*, 2000).

A pesar de que en los últimos años el conocimiento sobre biodiversidad ha incrementado en México, aún falta por explorar diversas regiones del país, así también en el estado de Hidalgo. En éste se ha trabajado de forma sistemática sobre el conocimiento de su biodiversidad, por lo que se cuenta con un acercamiento de la riqueza de especies de esta entidad (Ramírez-Bautista *et al.*, 2010). Previo al trabajo de Ramírez-Bautista *et al.* 2010, sólo se contaba con registros aislados (Smith y Taylor, 1945, 1948, 1950) que más tarde se complementaron con trabajos a nivel regional (Camarillo-Rangel y Casas-Andreu, 2001; Mendoza-Quijano *et al.*, 2006; Huitzil-Mendoza 2007) y estatal (Hernández-Salinas, 2009; Ramírez-Bautista *et al.*, 2010).

Actualmente los estudios dirigidos hacia las zonas perturbadas ha ido en considerablemente aumento, no obstante, la mayoría de éstos se han enfocado en áreas tropicales (Vargas-S y Bolaños-L, 1999; Cisneros-Heredia, 2003; Orea-Gadea, 2010; Berriozabal-Islas, 2011) y bosques templados (Urbina-Cardona y Londoño-Murcia 2003, Bell y Donnelly 2006, Lehtinen *et al.*, 2003; González-Solís, 2011), ya que la perturbación es más



evidente en esas áreas. Por su parte, las zonas áridas o semi-áridas han sido menos estudiadas debido al bajo número de especies que presentan respecto a ambientes tropicales o templados; en este contexto, aún no existen trabajos en los cuales se analice la diversidad y riqueza herpetofaunística de ambientes urbanos tomando en cuenta los grupos de anfibios y reptiles, los cuales se han reconocido como altamente vulnerables a la modificación de su entorno (Halliday, 1998; Lizana y Pedraza, 1998; Rueda-Almonacid, 1999; Lips *et al.*, 2001) y debido a esto, ambos grupos han sido utilizados como indicadores de calidad ambiental (Duellman, 1963; Tuberville *et al.*, 2005)

El conocimiento de la herpetofauna de zonas urbanas, es escaso, sin embargo, se pueden encontrar algunos estudios que analizan la riqueza de especies en estas zonas perturbadas por el efecto antropogénico. Por ejemplo, Mendoza-Quijano *et al.* (1986) documentaron el impacto que generó la expansión de la población humana sobre la herpetofauna del Valle de México. Otro estudio en el mismo contexto es el de Sierra de Guadalupe que se encuentra dentro de la zona urbana del Distrito Federal-Estado de México (Méndez de la Cruz *et al.*, 1992). Otros estudios que han contemplado el efecto de la urbanización sobre la riqueza de especies han informado que ésta puede ser baja comparándola con áreas más conservadas, pero para algunas especies, sus densidades son altas (Mendoza-Quijano, 2001; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009). Asimismo, existen estudios que evalúan la repuesta de los anfibios y reptiles ante la pérdida de su hábitat, los que se han enfocado a patrones de uso del hábitat, composición y diversidad herpetofaunística en los sitios perturbados. Entre éstos están los estudios de Vargas-S y Bolaños-L (1999), Urbina-Cardona y Londoño-Murcia (2003), Mata-Silva (2003), Vázquez-Cisneros (2006), Carvajal-



Cogollo y Urbina-Cardona (2008), Barragán-Vázquez *et al.* (2010), y Orea-Gadea (2010). Estos estudios analizan el efecto del cambio en el uso del suelo y su efecto en las comunidades de anfibios y reptiles, encontrando que para varias especies afecta considerablemente a sus poblaciones, pero otras se ven favorecidas por el incremento de tipos de microhábitats (Urbina-Cardona y Londoño-Murcia, 2003).

En el estado de Hidalgo, los trabajos enfocados en la riqueza herpetofaunística en zonas perturbadas son escasos, entre éstos está el de González-Solís (2011) y Berriozabal-Isilas (2011), en los que se compara la riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en ambientes perturbados. Con base en esto, es necesario dirigir estudios que contemplen el efecto de la urbanización sobre la riqueza de anfibios y reptiles, y en este caso, para localidades áridas del estado de Hidalgo.



### III. JUSTIFICACIÓN

Las zonas áridas cubren más de la mitad del territorio Mexicano (Challenger y Soberón, 2008; Fernández-Badillo y Goyenechea, 2010), dentro de ésta se encuentra el estado de Hidalgo, cubriendo cerca de 50% de este tipo de ambiente (Camarillo-Rangel, 1993). Se ha reconocido que las zonas áridas del estado de Hidalgo poseen una gran diversidad de especies vegetales y animales (Fernández-Badillo y Goyenechea, 2010); además, varias especies que ocurren en el estado, son endémicas a México (Flores-Villela y Gerez, 1994). Considerando lo anterior, y que la Ciudad de Pachuca se encuentra geográficamente dentro de la región árida del estado, es necesario e importante conocer el efecto que tiene la expansión de la urbanización , en este caso en una zona periférica de esta ciudad.

Como se ha venido mencionando la mayoría de la información acerca de herpetofauna se ha realizado en áreas conservadas y zonas conocidas por su alta riqueza de anfibios y reptiles. En el caso de las zonas urbanas, el interés ha incrementado, no obstante, aún son escasos los trabajos que analicen la riqueza herpetofaunística presente en estas zonas, los cuales pueden aportar información importante para crear estrategias para conservar las especies presentes en estas zonas. Por lo anterior, en el presente estudio se analiza la riqueza, diversidad y abundancia de las comunidades de anfibios y reptiles de ambientes áridos de dos localidades con diferente grado de urbanización en la periferia de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo. Lo anterior con el objetivo de respaldar el patrón documentado en otros trabajos en los que se una disminución de la riqueza de anfibios y reptiles en zonas urbanas en comparación con zonas más conservadas.



#### **IV. OBJETIVOS**

##### **4.1. Objetivo general**

Evaluar la riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en dos localidades urbanas (Tilcuautla y Carboneras) en la periferia de la Ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo, México.

##### **4.2. Objetivos particulares**

1. Elaborar la lista de especies de anfibios y reptiles en las dos localidades de estudio, con base en trabajo de campo y literatura.
2. Comparar la riqueza, diversidad y abundancia de anfibios y reptiles entre ambas localidades.
3. Analizar el recambio de especies (Diversidad beta) de ambos grupos entre localidades.



## V. ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Hidalgo se encuentra ubicado entre las coordenadas  $21^{\circ} 24'$  -  $19^{\circ} 36'$  N y  $97^{\circ} 58'$  -  $99^{\circ} 53'$  O (INEGI, 2011). Presenta 13 tipos de vegetación reconocidos por Rzedowski (1981; Ramírez-Bautista *et al.*, 2010), pero predomina el matorral xerófilo, seguido por el bosque de coníferas, bosque de encino y el bosque mesófilo de montaña (Martínez-Morales *et al.*, 2007).

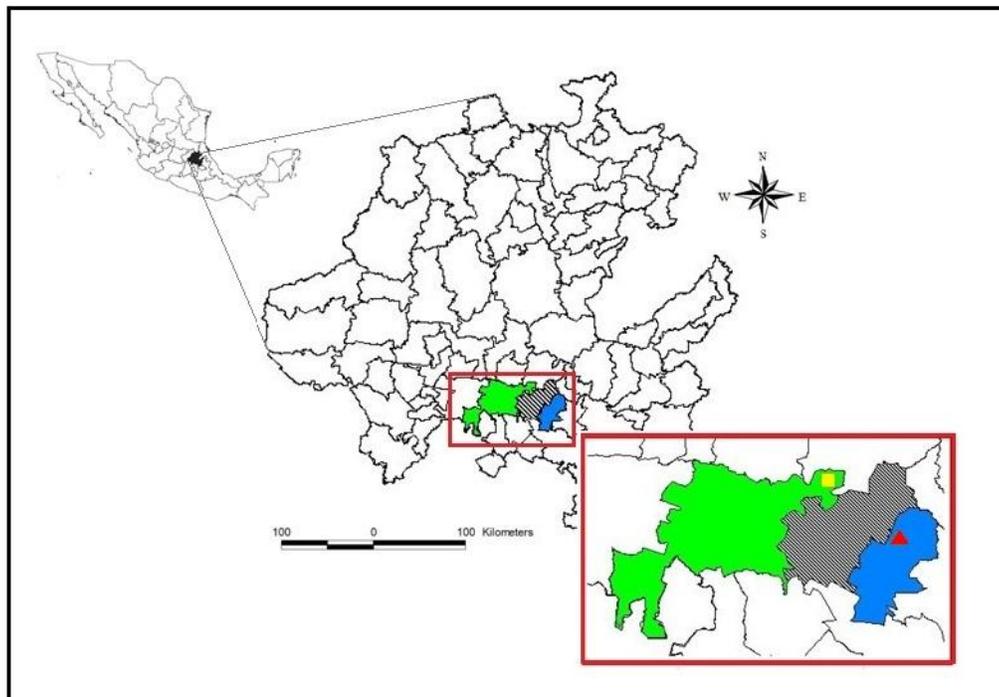
La primer localidad corresponde a Tilcuautla, ubicada entre las coordenadas  $20^{\circ} 09' 48.96''$  -  $20^{\circ} 09' 23.04''$  N y  $-98^{\circ} 48' 20.16''$  -  $98^{\circ} 47' 54.24''$ , está situada en el municipio de San Agustín Tlaxiaca, a una elevación de 2050 msnm (Fig. 1 y 2). Presenta un clima templado-frío con regímenes de lluvias en los meses de septiembre y octubre, y una precipitación pluvial de 570 a 770 mm por año (INAFED, 2010). Esta localidad se encuentra en un proceso de urbanización, sin embargo, aún conserva gran parte de la vegetación original (Fig. 3A).

La segunda localidad corresponde a Carboneras, ubicada entre las coordenadas  $20^{\circ} 05' 29.76''$  -  $20^{\circ} 05' 3.84''$  y  $98^{\circ} 42' 56.29.76''$  -  $98^{\circ} 42' 30.24''$ , situada en el Municipio de Carboneras, a una elevación de 2400 a 2800 msnm (Fig. 1 y 2). Presenta un clima templado-frío con regímenes de lluvias en los meses de junio a septiembre, y una precipitación pluvial de 392 mm por año (INAFED, 2010). Esta localidad presenta un acelerado proceso de urbanización, en el cual se ha observado la fragmentación y eliminación de la vegetación original (Fig. 3B).



## Tipo de vegetación

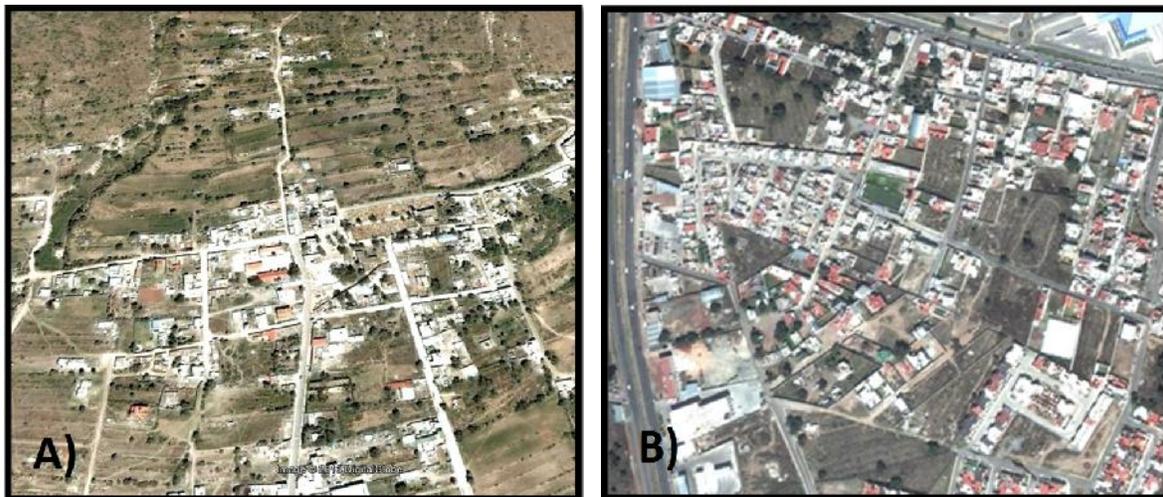
El tipo de vegetación presente en las localidades de San Juan Tilcuautla y Carboneras es matorral xerófilo (Fig. 4). Este tipo de vegetación es propio de zonas áridas y semiáridas (Rzedowski, 2006). Este tipo de vegetación presenta una flora particular como la “lechuguilla” (*Agave lecheguilla*), “nopal” (*Opuntia* spp.), “maguey” (*Agave* spp.), “huizache” (*Acacia* spp.), “sotol” (*Dasyilirion* spp.) e incluso cactus del género *Mamillaria*.



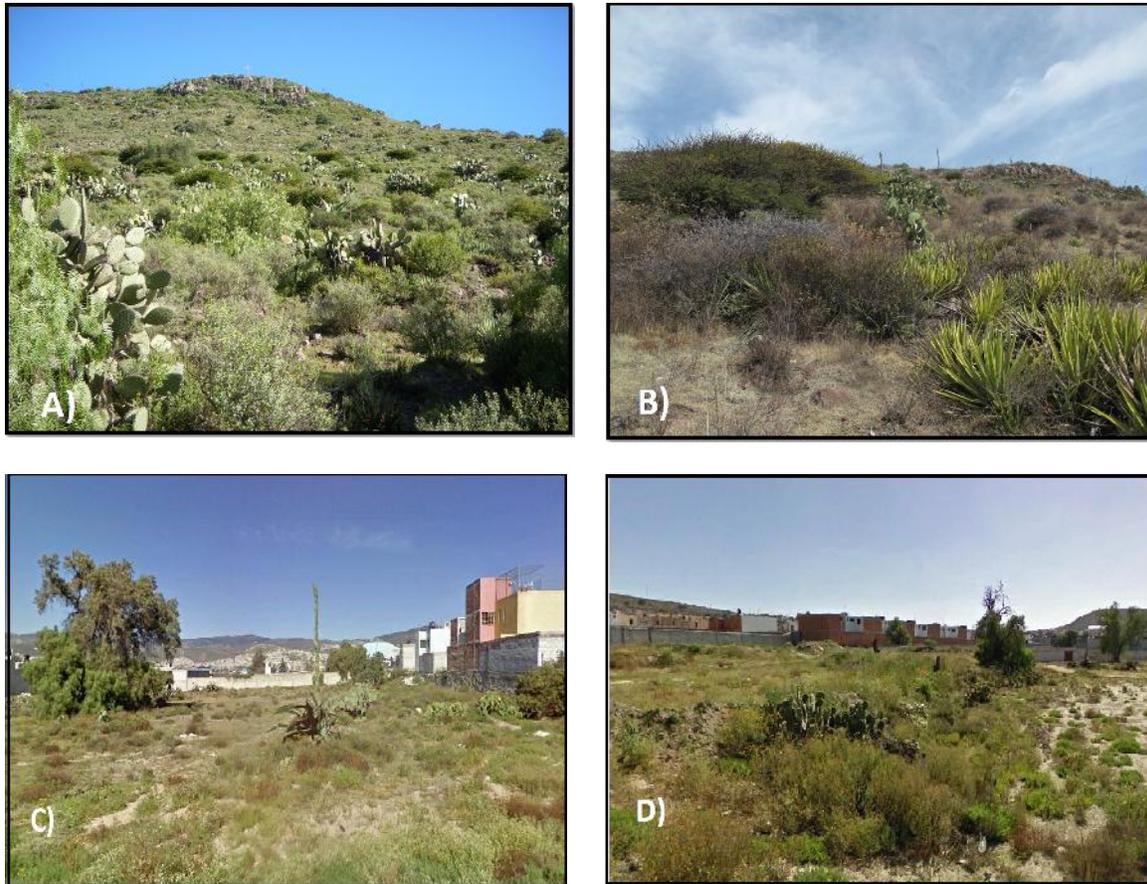
**Figura 1.** Localidades de estudio en el estado de Hidalgo. El triángulo rojo representa la localidad de Carboneras en el municipio de Mineral de la Reforma, el cuadro amarillo la localidad de Tilcuautla en el municipio de San Agustín Tlaxiaca y sombreado se muestra el municipio de Pachuca de Soto.



**Figura 2.** Ubicación de las localidades de estudio. Fotografía digital tomada de Google Earth 2013.



**Figura 3.** Vista aérea de las localidades de estudio. **A)** Tilcuautla. **B)** Carboneras. Fuente: Google Earth, 2012)



**Figura 4.** Vegetación en las localidades de estudio. **A)** Tilcuautla en época de lluvias. **B)** Tilcuautla en época de secas. **C)** y **D)** Parches de vegetación en la localidad de Carboneras.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1. Revisión bibliográfica

Para generar una lista de especies para ambas localidades, se revisaron distintas fuentes donde se citan trabajos previos que reporten nuevos registros, área de distribución, ecología, etc., sobre anfibios y reptiles del estado. Entre estos trabajos están los de Smith y Taylor (1966), Campbell y Lamar (2004), Valencia-Hernández (2006) Hernández-Salinas (2009) y Ramírez-Bautista *et al.* (2010). Además, se revisaron bases de datos pertenecientes al Laboratorio de Ecología de Poblaciones de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.



## 6.2. Trabajo de campo

Para el registro de anfibios y reptiles se efectuaron 12 muestreos, que comprendieron del mes de abril 2011 a abril 2012 llevándose a cabo una visita por mes. No se muestreó en el mes de diciembre debido a la disminución de la actividad de los organismos por la bajas temperaturas que se presentan en este mes. Los muestreos se realizaron de forma sistemática, es decir, con intervalos similares en tiempo y espacio (Hayek, 2001). El esfuerzo de muestreo aplicado fue realizado con el mismo número de personas (tres personas), esto para estandarizar los datos de cada muestreo. En cada localidad se realizaron recorridos en dos períodos del día, el primero de las 08:00 hrs a 13:00 hrs, y el segundo de las 14:00 hrs a 18:00 hrs, invirtiendo un total de 27 hrs/hombre por salida.

La búsqueda de organismos se realizó mediante la observación y búsqueda en cada tipo de microhábitat que utilizan las especies de anfibios y reptiles así como encuentros visuales (Casas-Andreu *et al.*, 1991). Al momento de observar un individuo, se tomaron datos como fecha y hora de avistamiento, temperatura ambiente, temperatura del sustrato, así como el tipo de micro-hábitat y la clase de edad a la que pertenecían (cría, juvenil o adulto); cuando no fue posible identificar a los organismos en campo, éstos fueron trasladados al Laboratorio de Ecología de Poblaciones de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo para identificarlos por medio de claves dicotómicas (Smith y Taylor, 1966) a nivel de especie y compararlos con organismos de las especies previamente registradas (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).

El muestreo se realizó mediante el uso de cuadrantes, estableciendo dos conjuntos de cuadrantes, cada conjunto constó de cuatro subcuadrantes con una dimensión de 50 x 50 m,



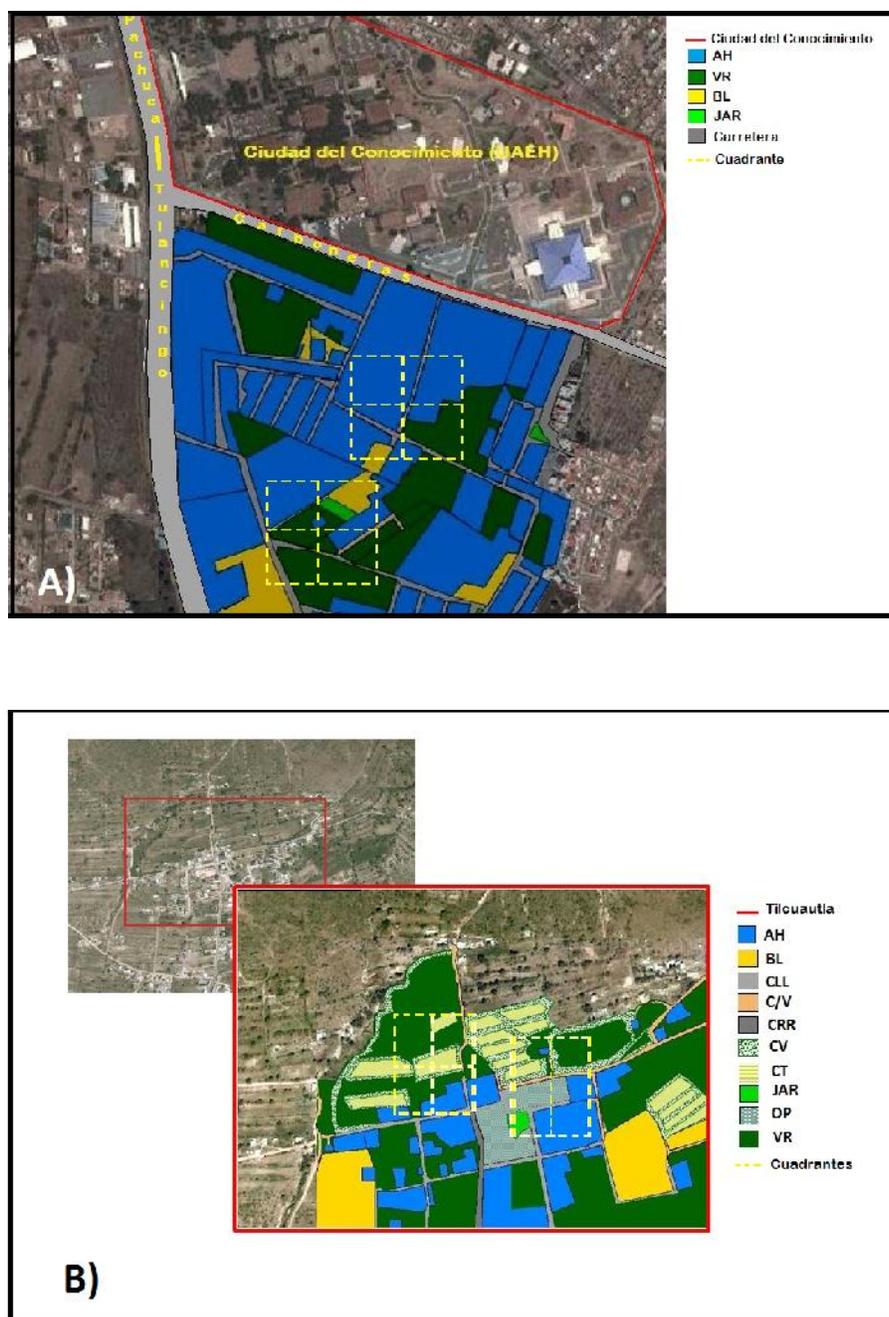
obteniendo un área total de 10,000 m<sup>2</sup> (1 hectárea) por cuadrante; este método de muestreo permitió hacer una búsqueda exhaustiva y sistemática de especies del área (Jaeger y Inger, 2001).

### 6.3. Descripción del paisaje de las localidades de estudio

Para la descripción de cada localidad a nivel paisaje se digitalizaron los tipos de uso de suelo con la ayuda de imágenes satelitales (Google Earth, 2012) y el programa Arcview (V3.2, ESRI; Fig. 5). Se definieron los tipos de uso de suelo de acuerdo a las observaciones realizadas en campo (Tabla 1). Posteriormente se calculó el porcentaje de cada tipo de uso de suelo (Tabla 2). Esto con la finalidad de visualizar con mayor claridad la composición de las localidades de estudio y el porcentaje de la cobertura de cada uso de suelo presente en estas.

**Tabla 1.** Tipos de uso de suelo definidas para la descripción del paisaje (AH = asentamientos humanos, CLL = calles, BL = baldíos, C/V = calles y/o veredas, CRR = carretera, JAR = jardines, VR = vegetación remanente, CV = cercas vivas, CT = Cultivo y OP = otras perturbaciones), en donde se muestra el criterio para identificar cada elemento.

Clave	Descripción
AH	Corresponde a las casas habitación y establecimientos comerciales
CLL	Vías de tránsito de vehículos y áreas pavimentadas
BL	Terrenos sin edificaciones ni presencia de vegetación
C/V	Vías sin pavimentar estrechas formados por el tránsito de personas
CRR	Vías pavimentadas para el tránsito de automóviles con más de un carril
JAR	Zonas de vegetación formadas artificialmente
VR	Islas de vegetación original generadas por la fragmentación
CV	Hileras de árboles o arbustos que sean utilizados para delimitar terrenos o cultivos
CT	Terreno modificado para la agricultura
OP	Cisternas, panteón, plaza cívica



**Figura 5.** Descripción del paisaje de las localidades de estudio. Se indica el área de muestreo y los tipos de uso de suelo (AH = asentamientos humanos, BL = baldíos, CLL = calles, C/V = calles y/o veredas, CRR = carretera, CV = cercas vivas, CT = Cultivo, JAR = jardines, OP = otras perturbaciones Y VR = vegetación remanente). **A)** Localidad de Caboneras. **B)** Localidad de Tilcuautla.



**Tabla 2.** Cobertura de los tipos de uso de suelo en cada localidad (AH = asentamientos humanos, BL = baldíos, CLL = calles, C/V = caminos y/o veredas, CRR = carretera, CV = cercas vivas, CT = Cultivo, JAR = jardines, OP = otras perturbaciones Y VR = vegetación remanente).

Clave	% de cobertura de cada tipo de uso de suelo	
	Carboneras	Tilcuautla
AH	54	12
BL	6.4	6.6
CLL	9	2.1
C/V	0.6	2.3
CRR	6.5	0.4
JR	2.8	0.3
VR	20.6	63.8
CV	-	5.3
CT	-	4.6
OP	-	2.6

#### 6.4. Análisis de riqueza y diversidad

##### 6.4.1. Curvas de acumulación de especies

Para analizar la completitud de los inventarios de las localidades, se realizaron curvas de acumulación de especies, las cuales se basan en la incorporación de especies de acuerdo al esfuerzo de muestreo (Escalante, 2003; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), es decir, a mayor esfuerzo de muestreo mayor será el número de especies encontradas, esta es una herramienta útil para analizar la riqueza específica de dos muestras de diferente tamaño (Moreno, 2001) y permiten analizar la calidad e integridad de los inventarios (Moreno y Halffter, 2000).

La fórmula se representa como:

$$E(S) = \frac{1}{z} \ln(1 + zax)$$



Donde:

$\alpha$  = tasa de crecimiento de la lista al inicio de la recolecta.

$z = 1 - \exp(-b)$ , siendo  $b$  la pendiente de la curva.

$x$  = número acumulativo de muestras.

Para este tipo de análisis se utilizaron los estimadores no paramétricos ACE y Chao 1 por ser estimadores basados en la abundancia, es decir, toman en cuenta el número de individuos de cada especie presentes en una muestra dada (Escalante, 2003; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

El estimador ACE separa a las especies de una muestra en abundantes ( $r_{abun}$ ) cuando ésta posee más de  $k$  individuos (tomando 10 como base empírica al número de individuos) de la muestra y raras ( $r_{raras}$ ) cuando presenta un número menor o igual que  $k$  individuos, tomando como  $r$  a la riqueza observada en la muestra (Chao y Shen, 2003). Por lo tanto, la estimación del número de especies ausentes utilizado para corregir el sesgo está basado enteramente en las especies consideradas raras, ya que las abundantes serán observadas en toda la muestra (Chao y Shen, 2003).

Este estimador se representa de la siguiente manera:

$$ACE = r_{abun} + \frac{r_{rara}}{\hat{C}_{rara}} + \frac{f_1}{\hat{C}_{rara}} \hat{\gamma}^2$$

Y el coeficiente de variación de la abundancia de las

$$\hat{C}_{rara} = 1 - \frac{f_1}{\sum_{k=1}^{10} kf_k}$$



Donde el estimador de la “cobertura muestral” es:

$$\hat{\gamma}^2 = \max \left[ \frac{r_{\text{rara}} \sum_{k=1}^{10} k(k-1)f_k}{\hat{C}_{\text{rara}} \left( \sum_{k=1}^{10} kf_k \right) \left( \sum_{k=1}^{10} kf_k - 1 \right)} - 1, 0 \right]$$

Por otra parte, Chao 1 es un estimador que está basado en los pocos individuos de la muestra, es decir en las especies raras, esto en comparación a las especies que pueden estar representadas por numerosos individuos (Williams-Linera, 2005).

Este estimador se representa mediante la siguiente fórmula:

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Donde **S** es el número de especies en la muestra, **a** es igual al número de especies que están representadas por un solo individuo (denominados “*singletons*”), y **b** es el número de especies que están representadas por dos individuos de la muestra (denominados “*Doubletons*”; Colwell y Coddington, 1994). La curva de acumulación de especies se realizó con la ayuda del programa EstimateS V. 7.5 (Colwell, 2005).

#### 6.4.2. Estructura de las comunidades de anfibios y reptiles

Para conocer la estructura de las comunidades de anfibios y reptiles en ambas localidades, se realizaron curvas de rango-abundancia, éstas permiten comparar la composición de especies entre muestras a partir de la riqueza y abundancia de los individuos de cada especie (Magurran, 1998; Feinsinger, 2003). La curva se graficó de acuerdo al algoritmo de la



proporción de cada especie  $p(n/N)$ , los datos se ordenaron a partir de la especie más abundante a la menos abundante, para visualizar las especies dominantes y las raras.

#### 6.4.3. Recambio de especies entre ambas localidades (diversidad $S$ )

Para obtener los valores de diversidad beta ( $\beta$ ) entre ambas localidades, se empleó el método de complementariedad (Colwell y Coddington, 1994), el cual se refiere al grado de disimilitud en cuanto a la composición de las especies entre comunidades. Para obtener el valor de complementariedad se calcularon dos medidas:

1. La riqueza total para ambas localidades mediante la fórmula:

$$S_{AB} = a + b - c$$

Donde:

**a** = Número de especies del sitio A

**b** = Número de especies del sitio B

**c** = Número de especies en común entre los sitios A y B

2. El número de especies exclusivas (únicas) de cada localidad.

$$U_{AB} = a + b - 2c$$



Una vez obtenidos los valores de riqueza de cada sitio, se calculó la complementariedad mediante la siguiente fórmula:

$$C_{AB} = \frac{U_{AB}}{S_{AB}}$$

El valor de complementariedad varía desde 0 cuando ambos sitios son idénticos en cuanto a la composición de especies hasta 1 cuando ambos sitios son completamente diferentes (Colwell y Coddington, 1994). Los valores de complementariedad resultan ser contrarios a los de similitud, es decir el valor más bajo de similitud resulta ser el valor más alto de complementariedad y viceversa.



## **VII. RESULTADOS**

### **7.1. Lista de anfibios y reptiles de las localidades de Tilcuautila y Carboneras**

Con base en los muestreos realizados y la revisión de literatura, para la localidad de Tilcuautila se obtuvieron un total de 14 especies pertenecientes a 8 familias y 11 géneros, de las cuales en su mayoría fueron reptiles, siendo la familia Phrynosomatidae la mejor representada para esta localidad. Para Carboneras se obtuvo un total de 8 especies, con un total de 5 familias y 6 géneros (Tabla 1).



**Tabla 3.** Lista de anfibios y reptiles de las localidades de Tilcuautla y Carboneras. El símbolo “\*” hace referencia a las especies potenciales obtenidas de literatura y bases de datos.

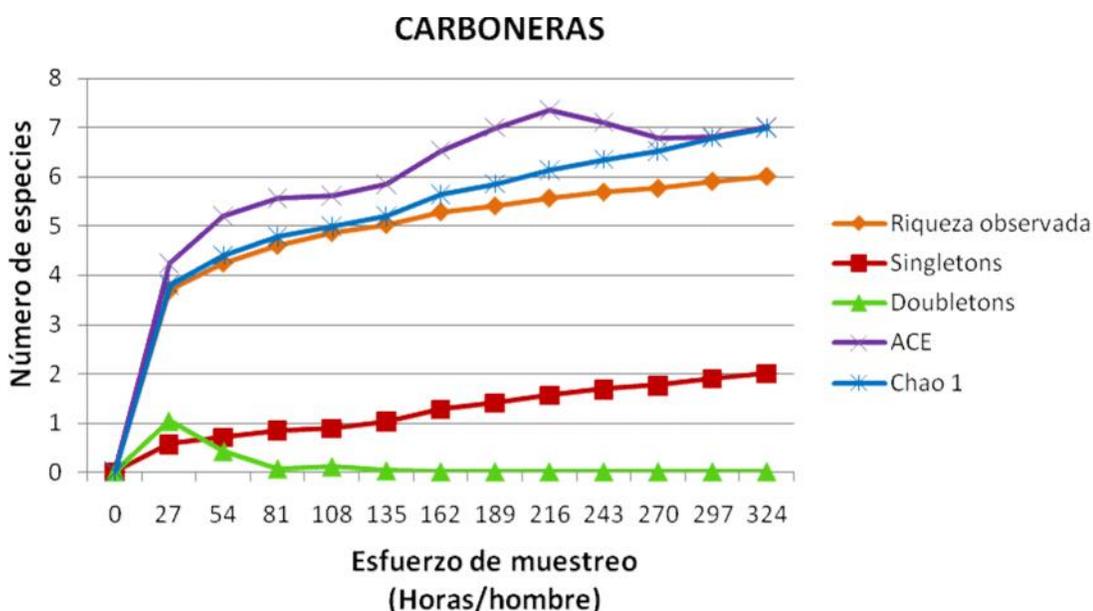
Clase	Orden	Familia	Especie	Localidades	
				Carboneras	Tilcuautla
<b>Amphibia</b>	Anura	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	0	X
		Scaphiopodidae	<i>Spea multiplicata</i>	X*	X*
		Ranidae	<i>Lithobates spectabilis</i>	0	X*
<b>Reptilia</b>	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	X	X
			<i>Sceloporus grammicus</i>	X	X
			<i>S. parvus</i>	0	X
			<i>S. spinosus</i>	X	X
			<i>S. torquatus</i>	0	X
		Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	0	X
		Colubridae	<i>Conopsis biserialis</i>	X*	0
			<i>C. lineata</i>	X	X
			<i>Salvadora bairdi</i>	0	X
			<i>Pituophis deppei</i>	0	X
		Natricidae	<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	X	X*
Viperidae	<i>Crotalus aquilus</i>	X	X*		



## 7.2. Curvas de acumulación de especies

### 7.2.1. Curva de acumulación de especies de la localidad de Carboneras

Con un total de 12 muestreos durante el estudio, se encontraron seis especies de reptiles. Los estimadores no paramétricos (ACE y Chao 1) predijeron siete especies, con un porcentaje de completitud de 86%. En cuanto a las curvas que representan los *Singletons* y *Doubletons*, éstas logran sobreponerse, sin embargo, la curva de riqueza observada aún no presenta o no llega a un punto asintótico, lo que indica que aún falta mayor esfuerzo de muestreo por aplicar y reportar una especie más para alcanzar el nivel asintótico y tener completo el inventario (Fig. 6).

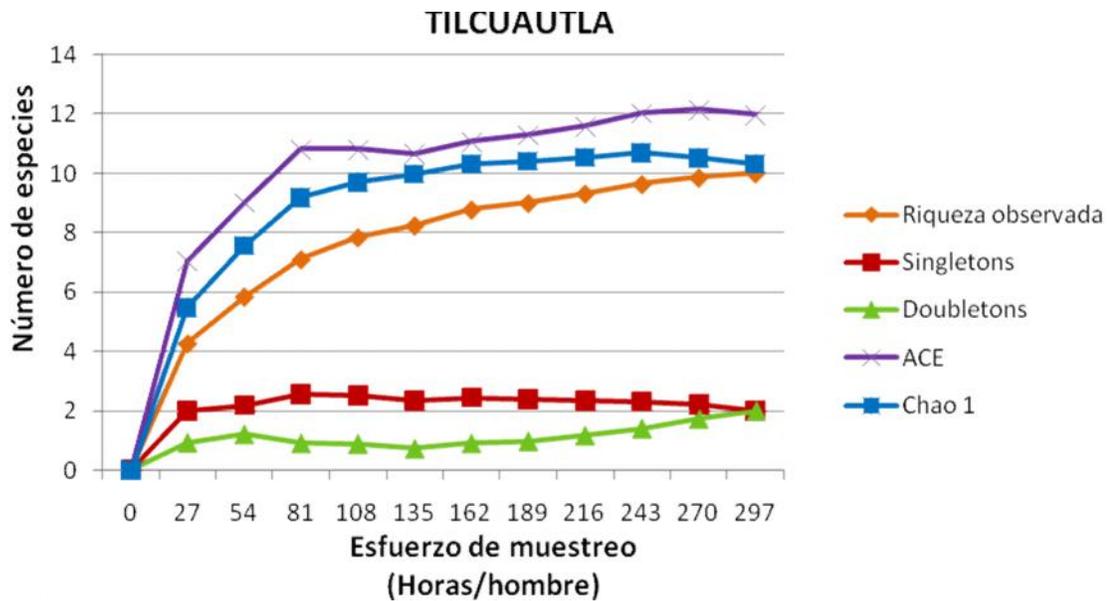


**Figura 6.** Curva de acumulación de especies para la localidad de Carboneras, donde se representan las especies observadas, especies que se presentaron con un solo individuo (Singletons), especies que se presentaron con dos individuos (Doubletons) y el número de especies estimadas (ACE y Chao 1).



### 7.2.2. Curva de acumulación de especies de la localidad de Tilcuautla

En un total de 12 muestreos se registraron 10 especies, de las cuales nueve son reptiles y sólo una es de anfibio. Los estimadores no paramétricos utilizados (ACE y Chao 1) predijeron 12 y 10 especies, con un porcentaje de completitud de 83% y 100%, respectivamente. En cuanto a las curvas que representan los *Singletons* y *Doubletons*, éstos logran sobreponerse, sin embargo, la curva de riqueza observada aún no logra un nivel asintótico, lo cual indica que aún falta un mayor esfuerzo de muestreo y reportar dos especies más en el caso del estimador ACE para alcanzar el nivel asintótico y la completitud del inventario (Fig. 7).

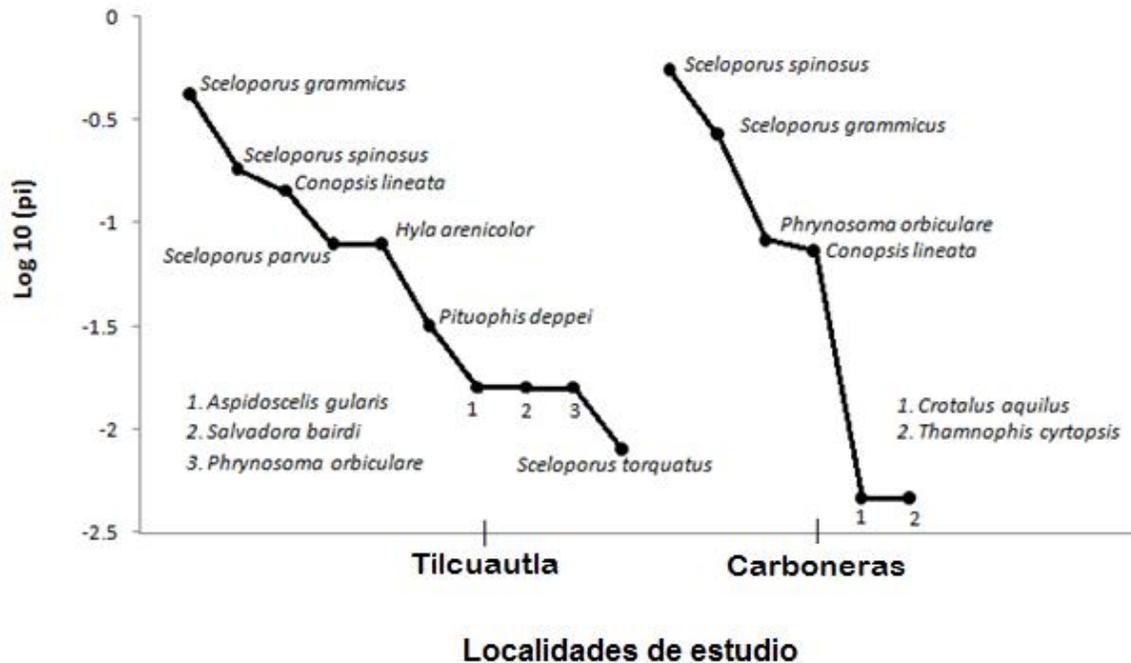


**Figura 7.** Curva de acumulación de especies para la localidad de Tilcuautla, donde se representan las especies observadas, especies que se presentaron con un solo individuo (Singletons), especies que se presentaron con dos individuos (Doubletons) y el número de especies estimadas (ACE y Chao 1).



### 7.3. Estructura de las comunidades de anfibios y reptiles

La abundancia y equidad de los anfibios y reptiles fue diferente entre las localidades. Tilcuautla mostró más equidad, mientras Carboneras mostró una menor equidad. Las curvas de rango-abundancia indicaron que para la localidad de Tilcuautla, *Sceloporus grammicus* y *S. spinosus* fueron las especies dominantes, de igual manera lo fueron para la localidad de Carboneras; las especies medianamente dominantes para Tilcuautla fueron *Hyla arenicolor* y *S. parvus*, asimismo *S. torquatus* fue la especie menos dominante. En el caso de Carboneras las especies medianamente dominantes fueron *Phrynosoma orbiculare* y *Conopsis lineata*, y las especies *Crotalus aquilus* y *Thamnophis cyrtopsis*, las menos dominantes.



**Figura 8.** Curvas de rango-abundancia para ambas localidades. Se muestra a la localidad de Tilcuautla más equitativa, siendo Carboneras la menos equitativa.



#### **7.4. Recambio de especies entre las localidades de Tilcuautla y Carboneras**

El valor de complementariedad entre la localidad de Tilcuautla y Carboneras fue ligeramente alto, obteniendo un valor de 67%. Se obtuvieron seis especies exclusivas para la localidad de Tilcuautla (*Hyla arenicolor*, *Sceloporus parvus*, *S. torquatus*, *Aspidoscelis gularis*, *Salvadora bairdi* y *Pituophis deppei*) y dos para la localidad de Carboneras (*Crotalus aquilus* y *Thamnophis cyrtopsis*); por consiguiente, el valor de similitud fue bajo, con 33% en composición entre ambas localidades.



## VIII. DISCUSIÓN

### 8.1. Riqueza de anfibios y reptiles entre localidades

Con base en el trabajo de campo, Tilcuautila presentó mayor riqueza, obteniendo encontrando 10 especies de anfibios y reptiles. Carboneras por su parte presentó menor riqueza, encontrando seis especies, los cuales sólo fueron reptiles. Estos resultados son similares a lo reportado por Mata-Silva (2003) en zonas áridas de Zapotitlán de las Salinas en el estado de Puebla, en cual registra mayor riqueza de especies en zonas mejor conservadas y con mayor cobertura vegetal que en las alteradas y con menor cobertura vegetal. Este patrón también se ha reportado en otros grupos de vertebrados como aves (Huhtalo y Järvinen , 1997; Leveau y Leveau, 2004) y mamíferos (Mena y Williams, 2002).

La localidad de Tilcuautila fue la única en donde se encontraron anfibios (*Hyla arenicolor*), esto puede deberse a que los anfibios están estrechamente relacionados con las características y estado de conservación del hábitat que ocupan (Lehtinen *et al.*, 1999), ya que en esta localidad se encuentra sitios de reserva de agua, como depósitos permanentes, generando tipos de microhábitats idóneas para el establecimiento de esta especie.

### 8.2. Curvas de acumulación de especies de anfibios y reptiles

De acuerdo a las curvas de acumulación obtenidas para cada localidad, y con los valores obtenidos por los estimadores ACE y Chao 1, se observa que para Carboneras, ambos estimadores predicen una especie más, con base en esto y tomando en consideración a las especies obtenidas de literatura (*Conopsis biserialis* y *Spea multiplicata*), el inventario para esta localidad estaría completo. Así también para la localidad de Tilcuautila, el estimador ACE



predice dos especies más, si se toman en consideración las especies registradas en estudios anteriores y literatura (*Spea multiplicata*, *Lithobates spectabilis*, *Thamnophis cyrtopsis* y *Crotalus aquilus*) el inventario estaría completo, contrario a lo obtenido por el estimador Chao 1, el cual indica una completitud de 100%. En la localidad de Carboneras, las curvas de los *Singletons* y *Doubletons* logran cruzarse, sin embargo, los índices indican más especies por registrar por lo que el inventario aún está incompleto; similar a lo observado en Tilcuautla, en el cual a pesar de que el estimador Chao 1 predice el 100%, el estimador ACE sugiere registrar un mayor número de especies.

De acuerdo a lo obtenido es necesario tomar en cuenta la heterogeneidad y complejidad vegetal que presenta la localidad de Tilcuautla, ya que podría ser un factor que dificulte el muestreo en todos los tipos de microhábitats de este ambiente; si se toman en cuenta las especies obtenidas de literatura y registros previos para esta localidad los inventarios de ambas localidades podrían resultar completos.

Es evidente, y de acuerdo a los estimadores utilizados que aún falta un mayor esfuerzo de muestreo, pese a esto es fundamental tomar en cuenta que los estimadores predicen un número de especies basados en la riqueza observada (Palmer, 1990), y ésta puede variar según la proporción del área muestreada, así como la complejidad y heterogeneidad de hábitats y microhábitats presentes en cada localidad (Duellman y Trueb, 1986). Sin embargo, es importante tomar en cuenta la ecología de los grupos que se están evaluando (Halffter y Moreno, 2005), así como la dinámica temporal y espacial de las especies (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), características que pueden influir en la



probabilidad de encuentro de estos organismos. En este sentido, estudios que involucren la utilización de los diferentes tipos de microhábitats que utilizan las especies, así como un seguimiento a detalle de las poblaciones de anfibios y reptiles en el área de estudio resulta necesario para determinar la estructura real de las comunidades de ambos grupos, lo cual puede derivar en un conocimiento más general sobre la dinámica de las poblaciones de las especies respecto a las zonas que presentan perturbación, como se ha probado en grupos de aves (Huhtalo y Järvinen, 1997; Leveau y Leveau, 2004) o mamíferos (Mena y Williams, 2002).

### **8.3. Comparación de la estructura de las comunidades**

Las curvas de rango-abundancia para las localidades se comportaron de manera distinta, mostrando a la localidad de Tilcuautla con una mayor equidad respecto a Carboneras, es decir, la proporción de individuos por especie en Tilcuautla fue más uniforme que la registrada para Carboneras. Los resultados revelan una alta dominancia de especies del género *Sceloporus* para ambas localidades, por ejemplo *Sceloporus grammicus* para Tilcuautla, la cual se caracteriza por tener poblaciones grandes, razón por la cual probablemente se deba su gran abundancia. La lagartija *Sceloporus grammicus* presenta una amplia distribución y se presenta tanto en ambientes templados como áridos (Ramírez-Bautista *et al.*, 2009; Cruz-Elizalde, 2010) y ocupa una gran variedad de microhábitats. *S. grammicus* habitualmente se encuentra entre las grietas de bardas y sobre rocas, razón por la cual se facilita su localización y permanencia en ambientes perturbados. En el caso de las especies raras, la lagartija *S. torquatus* fue la especie rara para esta localidad, a pesar que diferentes autores la describen como una especie con poblaciones grandes (Carrillo-Trueba,



1995; Camarillo-Rangel y Casas-Andreu, 2001; Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005), sin embargo, en esta localidad no fue el caso. En este estudio se observó un solo individuo, lo cual probablemente se deba a que esta lagartija prefiere los ambientes rocosos. Por su parte, en la localidad de Carboneras, *S. spinosus* fue la especie dominante, lo cual puede deberse a que, al igual que *S. grammicus* presenta una amplia distribución y se puede encontrar en distintos ambientes, además, es una especie generalista y aprovecha todo tipo de microhábitats como rocas o magueyes (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005).

El grupo dominante tanto en riqueza como abundancia fue el de las lagartijas para ambas localidades, este patrón se ha documentado en otros tipos de vegetación, como la selva baja, mostrando una mayor dominancia de este grupo en las zonas perturbadas (Orea-Gadea, 2010). En este sentido, Germaine y Wakeling (2001) mencionan que la urbanización puede dar lugar a lo que ellos denominan “hiper-abundancia” en algunas especies, las cuales han explotado el mayor número de recursos posibles en este medio, mientras que otros pueden llegar a ser eliminadas (Rodda y Tyrrell, 2008)

Por otro lado el grupo de las serpientes mostró una baja abundancia, siendo *Crotalus aquilus* y *Thamnophis cyrtopsis* las especies raras para esta localidad esto puede deberse en parte a que las poblaciones de este grupo de especies son bajas de forma natural a diferencia de otros reptiles, como lo son las lagartijas (Rugiero y Luiselli, 1996). Otra explicación podría ser a que estas especies son de hábitos esquivos (se esconden muy bien), usando microhábitats escondidos (grietas, hoyos), incluso inaccesibles para otras especies que pueden ser depredadores de las mismas (Seigel y Collins, 1993; Rojas-Morales, 2012),



factores que pueden dificultar sus avistamientos. Otra explicación a la baja densidad de este grupo es a que estos organismos son temidos por la población humana y eliminados sin considerar que éstas juegan un papel importante en la cadena trófica como controladores de plagas (Sánchez *et al.*, 1995), así también son capturados para su comercialización.

#### **8.4. Recambio (S) de especies entre localidades**

A pesar de que las localidades de estudio presentan el mismo tipo de vegetación, el valor de complementariedad que se presentó fue considerable, y por consiguiente, el valor de similitud fue bajo, lo cual indica que estas localidades son diferentes en cuanto a su composición de especies. Los valores de complementariedad obtenidos pueden ser explicados por los diferentes componentes del paisaje que presenta cada localidad. Como se ha venido mencionando, Tilcuautla es más heterogénea a nivel paisaje, así mismo presenta mayor vegetación, razón por la cual se presenta una gran cantidad de tipos de microhábitats, a pesar de presentar otro tipo de perturbaciones como los son los cultivos; éstos se encuentran delimitados por las “cercas vivas”, las cuales se ha reportado que a pesar que son modificaciones al hábitat, su impacto es menor puesto que cumplen importantes roles en la conservación de la biodiversidad mediante la mejora de la conectividad en el paisaje (Chacón-León y Harvey, 2007; Otero y Onaindia, 2009). Las características antes mencionadas son factores que pueden influir en la riqueza de especies de esta localidad, en la cual se presentó un mayor número de especies únicas (*Hyla arenicolor*, *S. parvus*, *Aspidoscelis gularis*, *Pituophis deppei* y *Salvadora bairdi*).



Carboneras por su parte, es más homogénea, característica principal de las zonas urbanas, donde a nivel paisaje se presenta la dominancia de los asentamientos humanos y pequeños parches de vegetación, lo cual reduce en un principio la disponibilidad de microhábitats, favoreciendo sólo a algunas especies de reptiles, razón por la cual se puede deber su baja composición específica presentando sólo dos especies únicas (*Thamnophis cyrtopsis* y *Crotalus aquilus*). Las localidades compartieron cuatro especies (*Sceloporus grammicus*, *S. spinosus*, *Phrynosoma orbiculare* y *Conopsis lineata*), es importante mencionar que las especies que comparten resultan ser especies tolerantes a ciertas modificaciones en su hábitat e incluso son especies ligadas a zonas urbanas, además, presentan una amplia distribución (Vázquez-Díaz y Quintero-Díaz, 2005; Ramírez-Bautista *et al.*, 2009).



## IX. CONCLUSIONES

1. Con base en trabajo de campo y revisión de literatura se obtuvo un total de 15 especies de anfibios y reptiles (tres anfibios y 12 reptiles) entre ambas localidades, de las cuales se reportan de trabajo de campo (9), búsqueda de literatura (2) y bases de datos (4).
2. La localidad de Tilcuautla presentó una mayor riqueza con 10 especies, que corresponden a un anfibio y nueve reptiles. Mientras la localidad de Carboneras presentó seis especies, en su totalidad reptiles. Las curvas de rango-abundancia indicaron que las lagartijas *Sceloporus grammicus* y *Sceloporus spinosus* fueron las especies dominantes en ambas localidades. Para la localidad de Tilcuautla, la especie rara fue *Sceloporus torquatus*, mientras que para Carboneras fueron *Crotalus aquilus* y *Thamnophis cyrtopsis*.
3. El valor de complementariedad fue de 67% y por consecuente se obtuvo un valor de similitud bajo siendo de 33%, lo cual indica que a pesar de ser el mismo tipo de vegetación, son diferentes en cuanto a la composición de especies.



## X. LITERATURA CITADA

- Banville, M. J. y H. L. Bateman. 2012. Urban and wildland herpetofauna communities and riparian microhabitats along the Salt River, Arizona. *Urban ecosystems* 15: 473-488.
- Barragán-Vázquez, M. R., C. E. Zenteno-Ruiz, C. Solis-Zurita, M. A. López-Luna, E. Hernández-Estañol, M. Martínez-Zetina, L. Ríos-Rodas, J. A. Hernández-Velázquez, Y. Rodríguez-Sánchez, D. Peregrino-Reyes, G. Rodríguez-Azcuaga y M. C. Gonzalez-Ramón. 2010. Herpetofauna asociada a ambientes urbanos y suburbanos de Villahermosa, Tabasco, México. *Kuxulkab* 16: 19-26.
- Beissinger, S. R. y D. R. Osborne. 1982. Effects urbanization on avian organization. *Condor* 84: 75-83.
- Bell, K. E. y M. A. Donnelly. 2006. Influence of forest fragmentation on community structure of frogs and lizards in northeastern Costa Rica. *Conservation Biology* 20: 1750-1760.
- Berriozabal-Islas, C. S. 2011. Riqueza y diversidad herpetofaunística del bosque tropical, cafetales y potreros del municipio de Huehuetla, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 137 p.
- Camarillo-Rangel, J. L. 1993. Algunos aspectos biogeográficos de los anfibios y reptiles de la zona xerófila de Hidalgo. *En Investigaciones recientes sobre flora y fauna de Hidalgo, México*. M. A. Villavicencio, Y. Marmolejo-Santillán y B. E. Pérez-Escandón (Eds.). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 416-432.



- Camarillo-Rangel, J. L. y G. Casas-Andreu. 2001. Anfibios y Reptiles del Parque Nacional El Chico, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología* 72: 105-123.
- Carrillo-Trueba, C. 1995. El Pedregal de San Ángel. Universidad Autónoma de México. 74 p.
- Carvajal-Cogollo, J. E. y J. N. Urbina-Cardona. 2008. Patrones de diversidad y composición de reptiles en fragmentos de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. *Tropical Conservation Science* 1:397-416.
- Casas-Andreu, G., G. Valenzuela-López y A. Ramírez-Bautista. 1991. Cómo hacer una colección de anfibios y reptiles. *Cuadernos del Instituto de Biología* 10, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F. 68 p.
- Chacón-León, M. y C. A. Harvey. 2007. Contribuciones de las cercas vivas a la estructura y la conectividad en un paisaje fragmentado en Río Frío, Costa Rica. *En Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Harvey, C. A. y J. C. Saénz (Eds.). Primera edición. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Pp. 225-248.
- Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. *En Capital Natural de México*, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad. J. Soberón, G. Halffter y J. Llorente-Bousquets. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp. 87-108.
- Chao, A. y T. J. Shen. 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics* 10: 429-443.



- Chávez-León, G., y J. A. Lemos-Espinal. 1987. Anfibios y reptiles de San Felipe Bacalar, Quintana Roo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 12: 69-79.
- CICEANA. 2009. Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A. C.
- Cisneros-Heredia, D. F. 2003. Herpetofauna de la Estación de Biodiversidad Tiputini, Amazonía Ecuatoriana: Ecología de una comunidad taxonómicamente diversa con comentarios sobre metodologías de inventario. *En Ecología y Ambiente en el Ecuador: Memorias del I Congreso de Ecología y Ambiente, Ecuador país megadiverso*. S. De la Torre y G. Reck (Eds.). Universidad San Francisco de Quito. Quito. Pp. 1-21.
- Collins, J. P. y A. Storfer. 2003 Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity Distribution* 9: 89–98.
- Colwell, R. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5.
- Colwell, R. y J. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through exploration. *Philosophical transaction of the Royal Society of London* 345 (1311): 101-118.
- Cruz-Elizalde, R. 2010. Análisis herpetofaunístico por tipos de vegetación en los Municipios de Acaxochitlán y Cuautepec de Hinojosa, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. México .125 p.
- Duellman, W. E y L. Trueb. 1986. *Biology of amphibians*. New York, St. Louis San Francisco United States of America. 670 p.



- Duellman, W. E. 1963. Amphibians and reptiles of the rainforest of southern El Petén, Guatemala. University of Kansas Publications of the Museum of Natural History 15: 205-249.
- Duellman, W. E. 1966. The Central American Herpetofauna: An ecological perspective. *Copeia* 1966: 701-709.
- Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay?: los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura* 52: 53–56.
- Feinsinger, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 242 p.
- Fernández-Badillo, L. y I. Goyenechea, 2010. Anfibios y reptiles del Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 705-712.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F. 439 p.
- Garitano-Zavala, A. y P. Gismondi. 2003. Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 38: 65-78.
- Germaine, S. S. y B. F. Wakeling. 2001. Lizard species distributions and habitat occupation along an urban gradient in Tucson, Arizona, USA. *Biological Conservation* 97: 229–237.



- González-Solís, O. I. 2011. Comparación herpetofaunística de dos localidades perturbadas del municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 74 p.
- Google Earth. 2012. Europa Technologies. Version 7.0.
- Guerrero, S., M. H. Badii, S. S. Zavala y A. E. Flores. 2002. Dieta y nicho de alimentación del coyote, zorra gris, mapache y jaguarondi en un bosque tropical caducifolio de la costa sur del estado de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana nueva serie*: 119-137.
- Halffter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. *En Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds). Monografías Tercer Milenio, Sociedad Entomológica Aragonesa/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Diversitas/ Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología. Vol. 4. Zaragoza. Pp. 5-18.
- Halliday, T. 1998. A declining amphibian conundrum. *Nature* 395: 418-419.
- Hayek, L. C. 2001. Diseño de investigación para estudios cuantitativos de anfibios. *En Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios*. W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek y M. Foster (Eds.). 2001. Editorial Universitaria de la Patagonia. Pp. 21-38.
- Hernández-Salinas, U. 2009. Estudio herpetofaunístico del estado de Hidalgo, México. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 152 p.



- Huhtalo, H. y O. Järvinen. 1997. Quantitative composition of the urban bird community in Tornio, Northern Finland. *Bird Study* 24: 179-182.
- Huitzil-Mendoza, J. C. 2007. Herpetofauna de dos localidades en la región norte Zimapan, Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 90 p.
- INAFED. 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. México. [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_hidalgo](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_hidalgo); última consulta: 16.V.2013.
- INEGI. 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=13>; última consulta: 16.V.2013.
- INEGI. 2011. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=13>; última consulta: 16.V.2013.
- Jacsik, F. M. 1986. Predation upon small mammals in shrublands and grasslands and presumable consequences. *Revista Chilena de Historia Natural* 59: 209-221.
- Jaeger, R. G., y R. F. Inger. 2001. Muestreo por cuadrantes. *En* Medición y Monitoreo de la Diversidad Biológica. Métodos Estandarizados para Anfibios. W. R. Heyer, M. A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek y M. Foster (Eds).Universitaria de la Patagonia. Pp. 93-98.



- 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 Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.
- Kuitunen, M. T., E. Rossi y A. Stenroos. 1998. Do highways influence density of land birds?. *Environmental Management* 22: 297–302.
- Lehtinen, R. J., J. B. Ramanamanjato y J. G. Raveloarison. 2003. Edge effects and extinction proneness in a herpetofauna from Madagascar. *Biodiversity and Conservation* 12 (7): 1357–1370.
- Lehtinen, R. M., S. M. Galatowitsch y J. R. Tester. 1999. Consequences of habitat loss and fragmentation for wetland amphibian assemblages. *Wetlands* 19: 1-12.
- Leveau, L. M., y C. M. Leveau. 2004. Comunidades de aves en un gradiente urbano de la Ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Horneo* 19: 13-21.
- Lips, K. R., J. K. Reaser, B. E. Young e Ibañez, R. 2001. Amphibian monitoring in Latin America: a protocol manual/Monitoreo de anfibios en América Latina: manual de protocolos. *Herpetological Circular* 30. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Oxford, Ohio. 115 p.
- Lizana, M. y E. M. Pedraza. 1998. The effect of UV-radiation on toad mortality in mountainsous central Spain. *Conservation Biology* 12: 314-352.
- Magurran, A. 1998. *Ecological biodiversity and its measurement*. First edition. Princenton University Press. New York. USA. 179 p.



- Manzanilla, J. y J. E. Péfaur. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista de Ecología Latino Americana* 7: 17-30.
- Martín del Campo, R. 1936. Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo. IV vertebrados observados en la época de secas. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 7: 271-286.
- Martín del Campo, R. 1937. Contribución al conocimiento de los batracios y reptiles del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Anales del Instituto de biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 8: 259-266.
- Martínez-Morales, M. A., R. Ortiz-Pulido, B. de la Barrera, I. L. Zuria, J. Bravo-Cadena y J. Valencia-Herverth. 2007. HIDALGO. *En Avifaunas Estatales de México*. CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. R. Ortiz-Pulido, A. Navarro-Sigüenza, H. Gómez de Silva, O. Rojas-Soto y T. A. Peterson (Eds). CIPAMEX. Pachuca, Hidalgo, México. Pp. 49-95.
- Mata-Silva, V. 2003. Estudio comparativo del ensamble de anfibios y reptiles de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana* 11: 9-20.
- Mena, J. L., y M. Williams. 2002. Diversidad y patrones reproductivos de quirópteros en un área urbana de Lima, Perú. *Ecología Aplicada* 1: 1-8.
- Méndez-de la Cruz, F. R., J. L. Camarillo-Rangel, M. Villagran-Santa Cruz y R. Aguilar-Cortez. 1992. Observaciones sobre el status de los anfibios y reptiles de la Sierra de Guadalupe (Distrito Federal-Estado de México). *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoológica* 63: 249-256.



- Mendoza-Quijano F., G. Quijano-Manilla, y R. F. Mendoza-Paz. 2006. Análisis fenético de la herpetofauna de los bosques mesófilos de montaña del este de Hidalgo. *En Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad*. A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. MendozaQuijano (Eds). Sociedad Herpetológica Mexicana No. 3/ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Pp. 99-109.
- Mendoza-Quijano, F., S. M. A. Mejenes-López, V. H. Reynoso-Rosales, M. A. Estrada Hernández y M. Rodríguez-Blanco. 2001. Anfibios y reptiles de la sierra de Santa Rosa, Guanajuato: cien años después. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72: 233-243.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa*, vol. 1. Zaragoza. 84 p.
- 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.
- Nour, N., E. Matthysen y A. A. Dhondt. 1993. Artificial nest predation and habitat fragmentation: Different trends in bird and mammal predators. *Ecography* 16: 111-116.
- 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. México. 45 p.



- Otero, J., y M. Onaindia. 2009. Landscape structure and live fences in Andes Colombian agrosystems: upper basin of the Cane-Iguaque Revista de Biología Tropical 57: 1183-1192.
- Palmer, M. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. Ecology 71: 1195-1198.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, F. Mendoza-Quijano, R. Cruz-Elizalde, B. P. Stephenson, V. D. Vite-Silva y A. Leyte-Manrique. 2010. Lista anotada de los anfibios y reptiles del Estado de Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 104 p.
- Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. O. García-Vásquez, A. Leyte-Manrique y L. Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México: Diversidad y conservación. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/ Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 240 p.
- Ramírez-Pérez, A. 2008. Herpetofauna del Parque Nacional El Chico y su zona de influencia, Hidalgo, México. Tesis. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 100 p.
- Rees, W.E. 2003. Understanding Urban Ecosystems: An Ecological Economics Perspective. *En* Understanding Urban Ecosystems. A. Berkowitz, C. H. Nilon y K. S. Hollweg (Eds.). Springer-Verlag. New York. Pp. 115-136.
- Riley, S. P. D., T. B. Gary, L. B. Kats, T. L. Vandergon, L. F. S. Lee, R. G. Dagit, J. L. Kerby, R. N. Fisher, y R. M. Sauvajot. 2005. Effects of urbanization on the distribution and



abundance of amphibians and invasive species in Southern California streams. *Conservation Biology* 19: 1894 – 1906.

Rodda, G. H. y C. L. Tyrrell. 2008. Introduced species that invade and species that thrive in town: Are these two groups cut from the same cloth? *En Urban Herpetology*. J. C. Mitchell, R. E. J. Brown y B. Bartholomew (Eds.). Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Salt Lake City, UT. Pp. 327–341.

Rojas-Morales, J. A. 2012. Snakes of an urban-rural landscape in the central Andes of Colombia: species composition, distribution, and natural history. *Phyllomedusa* 11:135-154.

Rueda-Almonacid, J. V. 1999. Anfibios y reptiles amenazados por extinción en Colombia. *Revista De la Academia Colombiana de Ciencias* 23: 475-498.

Rugiero, L. y L. Luiselli. 1996. Ecological notes on an isolated population of *Elaphe quatuorlineata*. *Herpetological Journal* 6: 93-95.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F. 432 p

Rzedowski, J. 1981. *La vegetación de México*. Limusa, México, D.F. 342 p.

Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mésofilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.

Rzedowski, J., 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. D.F. 504 p.



- Seigel, R.A. y J.T. Collins. 1993. Snakes: Ecology and Behavior. McGrawHill, NY. US.
- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1945. An annotated checklist and key to the snakes of México. Bulletin of the United States. National Museum 187: 1-239.
- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibians of México. Bulletin of the United States. National Museum 194: 1-118.
- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of México exclusive of the snakes. Bulletin of the United States National Museum 199: 1-253.
- Smith, H. M., y E. H. Taylor. 1966. Herpetology of México. Annotated checklists and keys to the amphibians and reptiles. A Reprint of Bulletins 187, 194 and 199 of the United State Natural Museum With a list of subsequent taxonomic innovations. Ashton, Maryland, USA. 610 p.
- Stuart, S. M., J. S. Chanson, N. A. Cox y B. E. Young. 2010. The global decline of amphibians: current trends and future prospects. *En* Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles. L. D. Wilson, J. H. Townsend y J. D. Johnson (Eds). Eagle Mountain, Utah. Pp. 1-15.
- Tuberville, T. D., J. D. Willson, M. E. Dorcas y J. W. Gibbons. 2005. Herpetofaunal species richness of southeastern national parks. *Southeastern Naturalist* 4: 537-569.
- Urbina-Cardona J. N. y M. C. Londoño-Murcia. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la Isla



Gorgona, Pacífico colombiano. Revista de la Academia De Ciencias de Colombia 27: 105-113.

Urbina-Cardona, J. N., M. C. Londoño-Murcia y D. G. García-Avila. Dinámica espacio temporal en la diversidad de serpientes en cuatro hábitats con diferente grado de alteración antropogénica en el Parque Nacional Natural Isla Gorgona, Pacífico Colombiano. Caldasia 30: 479-493.

Valencia-Hernández, A. A. 2006. Taxonomía y distribución del género *Crotalus* (Linneo, 1758) en el estado de Hidalgo. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 104 p.

Vargas-S. F. y M.E. Bolaños-L. 1999. Anfibios y reptiles en hábitats perturbados de selva lluviosa Tropical En El Bajo Anchicayá, Pacífico Colombiano. Revista Academia Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23: 499-511.

Vázquez-Cisneros, N. R. 2006. Herpetofauna de dos áreas perturbadas del municipio de Córdoba, Veracruz. En Inventarios Herpetofaunísticos de México: Avances en el Conocimiento de su Biodiversidad. A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (Eds). Publicaciones especiales de la Sociedad Herpetológica Mexicana Pp. 251-265.

Vázquez-Díaz, J., y G. E. Quintero-Díaz. 2005. Anfibios y reptiles de Aguascalientes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pp. 160-162.

Vite-Silva, V. D. 2008. Lista Anotada de los anfibios y reptiles en la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. 100 p.



- Vite-Silva, V. D., A. Ramírez-Bautista y U. Hernández-Salinas. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 473-485.
- Williams-Linera, G., A. M. López-Gómez y M. A. Muñiz-Castro. 2005. Complementariedad y patrones de anidamiento de especies de árboles en el paisaje de bosque de niebla del centro de Veracruz (México). *En Sobre diversidad Biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. G. Halffter, J. Soberon, P. Koleff, y A. Melic. (Eds). Monografías Tercer Milenio, Vol. 4. Comisión Nacional para Uso y Conocimiento de la Biodiversidad/ Diversitas/ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Zaragoza, España. Pp. 153-164.
- Wilson, L. D y J. D. Johnson. 2010. Distributional patterns of the Herpetofauna of Mesoamerica, a biodiversity hotspot. *En Conservation of Mesoamerican amphibians and reptiles*. L. D. Wilson, J. H. Townsend y J. D. Johnson (Eds) Eagle Mountain Publishing, L. C. EUA, Utah. Pp. 30-235.
- Young, B. E., K. R. Lips, J. K. Reaser, R. Ibañez, A. W. Salas, J. R. Cedeño, L. A. Colomna, S. Ron, E. La Marca, J. R. Meyer, A. Muñoz, F. Bolaños, G. Chaves y D. Romo. 2001. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. *Conservation Biology* 15: 1213-1223.
- Zipperer, W., C. Wu, J. R. V. Pouyat y S. T. A. Pickett. 2000. The application of ecological principles to urban and urbanizing landscapes. *Ecological Applications* 10: 685-688.



Zug, G. R., L. J. Vitt y J. P. Caldwell. 2001. Herpetology: An introductory of Amphibians and Reptiles. Academic Press. 630 p.