



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE  
TABASCO**

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**USO DE MICROHÁBITAT Y DIVERSIDAD DE LOS  
ANFIBIOS Y REPTILES EN LA SIERRA EL MADRIGAL,  
TABASCO**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**P R E S E N T A**  
**MARCO ANTONIO TORREZ PÉREZ**

**DIRECTORES**  
**M. EN C. MARÍA DEL ROSARIO BARRAGÁN VÁZQUEZ**  
**DR. RAFAEL ÁVILA FLORES**

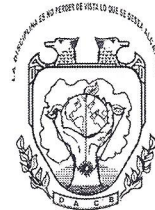
Villahermosa, Tabasco, Septiembre, 2017



**UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO**

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
DIRECCIÓN



JUNIO 22 DE 2017

**C. MARCO ANTONIO TORREZ PÉREZ  
PAS. DE LA MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES  
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **“USO DE MICROHÁBITAT Y DIVERSIDAD DE LOS ANFIBIOS Y REPTILES EN LA SIERRA EL MADRIGAL, TABASCO”**, asesorado por la M. en C. María del Rosario Barragán Vázquez y Dr. Rafael Ávila Flores, sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado está integrado por el Dr. León David Olivera Gómez, M. en C. Marco Antonio López Luna, M. en C. María del Rosario Barragán Vázquez, Dr. Rafael Ávila Flores y M. en C. Liliana Ríos Rodas.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

**M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ  
DIRECTORA**

UJAT  
DIVISIÓN ACADÉMICA  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.  
C.c.p.- Archivo

Miembro CUMEX desde 2008



KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA  
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400, Fax (993) 354-4308 y 358-1579 E-mail: dirección.dacbiol@ujat.mx



Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua y ayuda a conservar los bosques

## CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **“USO DE MICROHÁBITAT Y DIVERSIDAD DE LOS ANFIBIOS Y REPTILES EN LA SIERRA EL MADRIGAL, TABASCO”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 22 de Junio de 2017.

**AUTORIZO**



---

**MARCO ANTONIO TORREZ PÉREZ**

## CONTENIDO

---

1.0 INTRODUCCIÓN .....	6
2.0 ANTECEDENTES.....	8
2.1 Uso de microhábitat de los anfibios y reptiles.....	8
2.2 Diversidad de los anfibios y reptiles en México.....	11
2.3 Diversidad de los anfibios y reptiles.....	12
3.0 JUSTIFICACIÓN.....	13
4.0 OBJETIVO GENERAL.....	15
4.1 Objetivos específicos.....	15
5.0 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	16
5.1 Localización .....	16
5.2 Clima.....	16
5.3 Geología y Fisiografía .....	17
5.4 Suelo.....	17
5.5 Hidrología.....	18
5.6 Vegetación .....	19
5.6.1 Vegetación conservada (selva).....	19
5.6.2 Vegetación secundaria (acahual).....	19
6.0 MÉTODO.....	20
6.1 Trabajo de campo .....	22
6.1.2 Búsqueda por Observación Directa (VES: Visual Encounter Survey).....	22
6.1.3 Búsqueda por Transectos de Bandas Auditivas (AST: Audio Strip Transect)...	22
6.1.4 Captura de individuos .....	23
6.1.5 Identificación taxonómica.....	23
6.2 Microhábitat.....	24
6.2.1 Tipos de microhábitat (substrato) considerados en el estudio.....	25
6.3 Variables ambientales .....	27
6.3.1 Precipitación pluvial ( <i>P</i> ).....	27
6.3.2 Temperatura ( <i>T</i> ).....	27
6.3.3 Humedad ( <i>H</i> ) .....	28
6.3.4 Velocidad del viento ( <i>VV</i> ).....	28
6.3.5 Altitud ( <i>AL</i> ).....	28
6.3.6 Altura de percha sobre el suelo ( <i>AP</i> ).....	28
6.3.7 Análisis de variables ambientales .....	29
6.4. Composición y estructura de la comunidad herpetofaunística de la Sierra El Madrigal. ....	29

6.4.1 Composición de la comunidad herpetofaunística .....	29
6.4.3 Estructura de la comunidad .....	30
6.5. Análisis de similitud .....	30
7.0 RESULTADOS .....	32
7.1 Uso del microhábitat de los anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal .....	32
7.1.1 Uso de microhábitat en selva .....	37
7.1.2 Uso del microhábitat en acahual .....	40
7.2 Variables ambientales .....	42
7.3 Composición herpetofaunística de la Sierra El Madrigal .....	48
7.3.1 Curvas de acumulación de especies.....	48
7.3.2 Riqueza por tipo de vegetación.....	51
7.4 Estructura de la comunidad.....	52
7.4.1 Abundancia.....	52
7.4.2 Diversidad y Equidad .....	56
7.5 Similitud de la comunidad de anfibios y reptiles entre tipos de vegetación .....	57
7.5.1 Asociación de anfibios en selva .....	57
7.5.2 Asociaciones de los anfibios en acahual.....	58
7.5.3 Asociaciones de lagartijas en selva.....	59
7.5.4 Asociación de lagartijas en acahual .....	60
7.5.5 Asociación de serpientes en selva.....	61
7.5.6 Asociación de serpientes en acahual.....	62
8.0 DISCUSIÓN.....	64
8.1 Uso de microhábitat .....	64
8.2 Relación con variables ambientales .....	67
8.3 Estructura de la comunidad herpetofaunística.....	67
8.3.1 Riqueza de especies.....	68
8.3.2 Registros notables .....	69
8.3.3 Abundancia relativa .....	72
8.3.4 Diversidad y Equitatividad .....	73
8.4 Similitud entre tipos de vegetación .....	74
9.0 CONCLUSIONES .....	75
9.1 Uso de microhábitat .....	75
9.2 Variables ambientales .....	75
9.3 Composición herpetofaunística .....	75
9.4 Estructura de la comunidad.....	76
10.0 LITERATURA CITADA.....	77
11.0 ANEXOS.....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la Sierra El Madrigal, Teapa, Tabasco. ....	16
Figura 2. Climograma de precipitación y temperatura de la Sierra El Madrigal (Fuente (CONAGUA 2015).....	17
Figura 3. Flujos de agua de la Sierra El Madrigal (Fuente: INEGI 2016).....	18
Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo en la Sierra El Madrigal (Fuente: Google Earth 2016).....	21
Figura 5. Perfil de referencia en el muestreo de los anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal. ....	24
Figura 6. Perfil altitudinal de la Sierra El Madrigal (Fuente: Google Earth 2016). ....	28
Figura 7. Uso de microhábitat por anfibios en la Sierra El Madrigal. ....	32
Figura 8. Similitud de uso de microhábitat de anfibios en la Sierra El Madrigal. ....	33
Figura 9. Uso del microhábitat por lagartijas en la Sierra El Madrigal. ....	34
Figura 10. Similitud de uso de microhábitat de lagartijas en la Sierra El Madrigal.....	35
Figura 11. Uso del microhábitat por serpientes en la Sierra El Madrigal. ....	35
Figura 12. Similitud de uso de microhábitat de las serpientes en la Sierra El Madrigal. ....	37
Figura 13. Uso del microhábitat de los anfibios en selva.....	38
Figura 14. Uso del microhábitat de las lagartijas en selva. ....	39
Figura 15. Uso del microhábitat de las serpientes en selva.....	39
Figura 16. Uso del microhábitat de anfibios en acahual. ....	40
Figura 17. Uso del microhábitat de las lagartijas en acahual.....	41
Figura 18. Uso del microhábitat de serpientes en acahual.....	42
Figura 19. Análisis de componentes principales de la comunidad de anfibios en la Sierra El Madrigal.....	45
Figura 20. Análisis de componentes principales de la comunidad de lagartijas en la Sierra El Madrigal.....	46
Figura 21. Análisis de componentes principales de la comunidad de serpientes en la Sierra El Madrigal.....	47
Figura 22. Riqueza herpetofaunística de la Sierra El Madrigal.....	48
Figura 23. Curvas de acumulación de especies de anfibios en la Sierra El Madrigal.....	49
Figura 24. Curva de acumulación de especies de lagartijas en la Sierra El Madrigal .....	50
Figura 25. Curva de acumulación de especies de serpientes en la Sierra El Madrigal. ....	50
Figura 26. Representatividad de la comunidad herpetofaunística en la selva. ....	51
Figura 27. Representatividad de la comunidad herpetofaunística en la vegetación secundaria (Acahual).....	52
Figura 28. Abundancia de la herpetofauna por tipo de vegetación en la Sierra El Madrigal. ....	53
Figura 29. Arreglo de la abundancia relativa de anfibios entre tipos vegetación.....	54
Figura 30. Arreglo de la abundancia relativa de lagartijas entre tipos de vegetación. ....	55
Figura 31. Arreglo de la abundancia relativa de serpientes entre tipos de vegetación.....	56
Figura 32. Asociaciones de similitud de la comunidad de anfibios entre selvas.....	58

Figura 33. Asociaciones de similitud de la comunidad de anfibios entre acahuales.....	59
Figura 34. Asociaciones de similitud de la comunidad de lagartijas entre selvas. ....	60
Figura 35. Asociaciones de similitud de la comunidad de lagartijas en acahual. ....	61
Figura 36. Asociaciones de similitud de la comunidad de serpientes en selva.....	62
Figura 37. Asociaciones de similitud de la comunidad de serpientes en acahual. ....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas UTM-WGS84 de los sitios de muestreo. ....	21
Tabla 2. Precipitación pluvial en la Sierra El Madrigal.....	27
Tabla 3. Autovalores de los componentes ambientales de la herpetofauna. ....	42
Tabla 4. Autovectores de los componentes ambientales de la comunidad de anfibios....	43
Tabla 5. Autovectores de los componentes ambientales de la comunidad de lagartijas...	44
Tabla 6. Autovectores de los componentes ambientales de la comunidad de serpientes. 44	
Tabla 7. Riqueza estimada de la comunidad herpetofaunística de la Sierra El Madrigal..	49
Tabla 8. Valores de diversidad y equidad de la comunidad de anfibios y reptiles. ....	56
Tabla 9. Valores de similitud de la comunidad herpetofaunística de la Sierra El Madrigal. .....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Anfibios y reptiles de la Sierra El Madrigal. ....	89
Anexo 2. Catálogo fotográfico de los anfibios de la Sierra El Madrigal.....	91
Anexo 3. Catálogo fotográfico de las lagartijas de la Sierra El Madrigal.....	93
Anexo 4. Catálogo fotográfico de las serpientes de la Sierra El Madrigal.....	96

## **1.0 INTRODUCCIÓN**

El hábitat comprende los recursos y condiciones presentes en un área que permite la ocupación, supervivencia y reproducción de un organismo (Krausman 1999). Por tanto, el hábitat es el área que proporciona sustento directo a una población o comunidad, considerando factores bióticos y abióticos (por ejemplo, espacio físico, calidad del aire y del agua, asociaciones vegetales, disponibilidad de alimento, cobertura de protección, suelo, orografía, entre otras) (Gallina-Tessaro y López-González 2014). El uso, de hábitat, implica la manera en la que el animal utiliza los componentes físicos y biológicos del ambiente, lo que resulta de un compromiso evolutivo para maximizar la supervivencia y/o el éxito reproductivo a lo largo de la vida del organismo (Krebs y Davis 1993, Johnson 1980). El arreglo estructural del hábitat y las características físicas del entorno, permiten que un organismo o grupo de organismos encuentren las condiciones fundamentales basándose en la relación entre el tamaño de la población y el área física del paisaje (Hall et al. 1997, Mitchell 2005).

Las escalas de macrohábitat y microhábitat son las más utilizadas en el manejo de fauna silvestre y se refieren a una escala donde el hábitat está determinado como zonas específicas o asociaciones de vegetación (Delfín-Alfonso et al. 2011, Krausman 1999). Los hábitats estructuralmente complejos y la heterogeneidad florística de la vegetación promueven una alta diversidad de microhábitat y de recursos, lo que a su vez permite la existencia de una gran variedad de especies al ofrecer mayor disposición de microhábitat que un hábitat homogéneo o simple (Vargas y Castro 1999, Rey-Benayas 1995).

El microhábitat se refiere a las características del hábitat en una escala fina (Delfín-Alfonso et al. 2011, Krausman 1999) en la cual las características estructurales de la vegetación son percibidas por el organismo (Traba et al. 2010, Morris 1987) y el uso es reconocido como la primera etapa para entender y explicar las interacciones ecológicas entre los organismos y su ambiente (Neu et



al. 1974). En este sentido los anfibios y reptiles usan diversos microhábitats, donde encuentran y explotan los recursos necesarios para realizar sus actividades de acuerdo a sus preferencias y capacidades.

La riqueza y abundancia son influenciadas por los hábitos y dieta de las especies, y probablemente son el reflejo de una alta explotación de tipos de microhábitat disponibles en el medio, es decir, si el número de microhábitat es alto, la densidad de la especie también lo será (Cruz-Elizalde y Ramírez-Bautista 2012) y éstos pueden asociarse a variables ambientales que determinan la distribución y los límites de los organismos (Cadavid et al. 2005).

Este trabajo evalúa el uso de microhábitat de los anfibios y reptiles que habitan en la selva alta perennifolia y vegetación secundaria (acahual) de la Sierra El Madrigal, y su relación con variables ambientales con el fin de entender su comportamiento entre la vegetación conservada y vegetación secundaria mediante bases ecológicas. Además, es importante decir que el sitio de estudio no ha sido explorado por herpetólogos, por lo que este trabajo representa el primer acercamiento sobre la composición herpetofaunística de la Sierra El Madrigal.

## **2.0 ANTEDECENTES**

El uso de un recurso es definido como la cantidad del recurso que es utilizado por un animal (o de la población de animales) en un período de tiempo fijo (Johnson 1980). En los estudios sobre el uso de hábitat en comunidades de herpetofauna se consideran dos categorías de estudio, donde el macrohábitat hace referencia a las condiciones abióticas del paisaje como temperatura, humedad y precipitación, mientras que los recursos del microhábitat se enfoca en los recursos disponibles que ofrecen los tipos de vegetación que lo constituye, así como sitios de percha y sustratos (Schoener 1974).

En este sentido, Calderón-Mandujano et al. (2008) evaluaron la relación del uso del hábitat de los reptiles en dos tipos de vegetación (selva mediana y baja) con tres estados de madurez, encontrando que la comunidad de reptiles se relacionan con la selva mediana y baja con edades de más de 30 años y las abundancias presentaron tendencias que aumentan en los estados maduros y las que son abundantes en la vegetación sucesional.

### **2.1 Uso de microhábitat de los anfibios y reptiles**

Diversos investigadores han dedicado sus esfuerzos en conocer las interacciones de la herpetofauna con el microhábitat, por ejemplo, Fernández-Badillo y Goyenechea-Mayer (2010) identificaron 27 microhábitats en el valle Mezquital, Hidalgo, registrando que el sustrato “bajo roca” fue el más usado por 19 especies de anfibios y reptiles, seguido de “sobre suelo” con 12 especies respectivamente, mientras que en tres microhábitats solo se registró una especie. En relación a la abundancia, el microhábitat “sobre suelo” presentó el mayor número con 180 individuos y en contraste, siete microhábitats distintos solo presentaron un registro.

Por su parte González-Garzón (2010), realizó un estudio sobre el ensamble de anfibios y su relación con variables del microhábitat en un gradiente potrero-borde-interior de un bosque natural y uno fragmentado, donde encontró que los anfibios utilizan mayormente el sustrato de “hoja”, seguido de hojarasca. Mientras que Urbina-Cardona et al. (2006) realizaron la relación entre la diversidad de anfibios y reptiles y la dinámica de microhábitat en el borde-ecotono-interior en una selva tropical en Veracruz, México, así como los patrones de correlación entre las variables de microhábitat y la riqueza de especies. Ellos encontraron que hubo una diferencia en la composición de especies entre el pastizal y borde del bosque y hábitats interiores, además de una alta correlación entre la distancia al borde del bosque y de la temperatura con la densidad del sotobosque, la cobertura del dosel, cubierta de hojarasca, y profundidad de la hojarasca. También hubo una fuerte relación entre la composición de los conjuntos de anfibios y reptiles y las variables medidas destacando la cobertura del dosel, la densidad del sotobosque, cubierta de hojarasca y la temperatura.

En este mismo sentido Urbina y Londoño (2003) determinaron la posible relación de algunos anfibios y reptiles con la temperatura, humedad relativa y cobertura vegetal en cuatro áreas con diferente grado de perturbación. Encontrando que la mayor asociación respecto a la distribución de la comunidad fueron: la cobertura de dosel, la arbustiva y la temperatura, mientras que en las áreas boscosas (bosque primario y secundario) la asociación ocurre con la cobertura herbácea, arbustiva y dosel. Ojeda-Cabrera (2008) por su parte determinó que cinco de las seis especies pertenecientes a la familia (Brachycephalidae) prefieren microhábitats a nivel de suelos con hojarasca en el bosque de la Reserva Protectoras de Manantiales Cerro San Gil Izabal, Guatemala.

A nivel de especie el comportamiento sobre el uso de microhábitat arroja resultados interesantes, como el realizado por Macip-Ríos et al. (2013) quienes evaluaron abundancia y uso de la lagartija *Ameiva undulata* en un mosaico de vegetación de selva mediana, bosque mesófilo de montaña, selva alta perennifolia

y vegetación secundaria, destacando que distinguieron cinco tipos básicos: suelo con herbáceas, hojarasca, ramas secas sobre el suelo, rocas y troncos. La hojarasca fue el sustrato más usado de manera significativa en donde se contabilizó al 79% de los organismos observados y concluyeron que el uso fue proporcional a la abundancia reportada por localidad. De igual manera, Bustos-Sagal et al. (2013) examinó el uso que hace *Sceloporus horridus* de los diferentes microhábitat durante el día, encontrando que el 49.5% de las lagartijas usan árboles, 32.62% rocas y 2.3% arbustos.

En este mismo sentido, pero en anfibios, Martínez-Baños et al. (2011) determinaron el uso de microhábitat de la rana *Geobatrachus walkeri* entre bosque nativo y una plantación de pino (*Pinus patula*), concluyendo que la rana estuvo mayormente asociada a la hojarasca en la plantación de pino, mientras que en el bosque natural fue en el sustrato “bajo rocas” y en ambos casos no se encontró relación con los cuerpos de agua. En un estudio similar, Urbina-Cardona y Reynoso (2009) analizaron el uso de microhábitat de hembras grávidas de la rana *Craugastor loki* en seis fragmentos de selva alta perennifolia ubicada en Los Tuxtlas, Veracruz, México, donde encontraron que las hembras gestantes utilizaban el suelo, con alta cobertura y espesor de hojarasca, alta cobertura de herbácea, humedad relativa alta e independiente de los cuerpos de agua.

Otro estudio similar fue el de Muñoz-Guerrero et al. (2007), donde encontraron que *Dendropsophus microcephalus* usó un tipo de pasto, mientras que *Scarthyla vigilans* se avistó tanto en pastos como en vegetación emergente en la cual fue la más frecuente. Las ranas de mayor tamaño *Hyla pugnax* y *Scinax rostratus* generalmente usaron las ramas más altas de los arbustos y árboles, y en menor frecuencia pequeñas balsas de troncos flotantes o entre las raíces emergentes de los árboles. En el caso de la rana arborícola de cristal *Ecnomiohyla miotympanum*, Alfaro-Martínez (2009), determinó que esta especie usa los microhábitats herbáceos y arbustiva, cerca de los cuerpos de agua, indicando que la rana depende directamente de este recurso.

Desde el punto de vista de la relación de la herpetofauna, Martín-Regalado et al. (2011) determinaron que de las 40 especies reportadas en el Cerro Guiengola, Oaxaca, 27 especies de reptiles se relacionaron con microhábitats terrestres, seguido por vegetación riparia con 20 y con menor riqueza “paredes y grietas” en habitaciones humanas. Por su parte los anfibios ocuparon zonas riparias y solo las especies de la familia Bufonidae se asociaron con el sustrato terrestre. En cuanto al tipo de vegetación la mayor riqueza se presentó en la selva baja caducifolia y caducifolia espinosa con 24 y 26 especies respectivamente, mientras que el bosque de pino registró una sola especie.

## **2.2 Diversidad de los anfibios y reptiles en México**

La diversidad de la herpetofauna de México es uno de los elementos más importantes de la fauna del país y representa el 8.7% de los reptiles del mundo (Flores-Villela 1993, Flores-Villela y Gérez 1994, Flores-Villela y García-Vázquez 2014). De las 864 especies de reptiles, 417 son lagartijas, 393 serpientes, 3 anfisbénidos, 3 cocodrilos y 48 tortugas de las cuales 493 taxones son endémicos al país. Los estados con un mayor número de especies de reptiles son: Oaxaca (262), Chiapas (220) y Veracruz (200) (Flores-Villela y García-Vázquez 2014).

Los anfibios de igual manera contribuyen a que México sea considerado un país megadiverso, pues poseen un grado de endemismo cercano al 60% de sus especies (Flores-Villela 1993). Este grupo de vertebrados presenta una diversidad total de 376 especies lo cual posiciona a México como el quinto país en riqueza de anfibios y cuenta con un total de 16 familias con representantes de los 3 Órdenes. Las salamandras (Plethodontidae) son la familia más diversa de anfibios con 137 especies, seguida por los anuros con 234, mientras que el Orden Gymnophiona es representada por dos especies, posicionando a México como el quinto país más diverso a nivel mundial después de Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. La distribución de anfibios por estado denota una marcada diferencia entre los estados de Oaxaca (140 especies), Chiapas (100) y Veracruz (96) con el resto de México (Parra-Olea et al. 2014).

### **2.3 Diversidad de los anfibios y reptiles**

En un paisaje similar a la Sierra el Madrigal, Urbina-Cardona y Reynoso-Rosales (2005) realizaron un estudio, sobre el recambio de la herpetofauna en sitios de potrero, borde e interior de Selva Alta Perennifolia en Los Tuxtlas, donde encontraron 21 especies de anfibios y 33 de reptiles y observaron que la riqueza tiende a aumentar en el borde de la selva y que además se constató que hacia el interior aumentan las especies de reptiles grandes y arborícolas, y de anfibios pequeños con desarrollo directo y preferencia por microhábitats fosoriales y arborícolas. Los sitios de potrero e interior de selva presentaron el mayor grado de recambio de anfibios y reptiles.

En Tabasco, desde el punto de vista histórico, se tiene evidencia que el Ing. José Narciso Roviroso formó una colección pequeña con 14 anfibios y 39 reptiles para Tabasco, la cual donó a la Universidad de Guanajuato donde se perdió por las condiciones inadecuadas que se encontraban. Estos datos fueron publicados Alfredo Dugés (naturalista francés naturalizado mexicano) (Arriaga 1984). Actualmente en la base de datos de la Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART) se tienen registrados 96 especies para la Sierra de Tabasco, los cuales han sido de los esfuerzos de los trabajos semestrales, tesis de licenciatura y recolectas individuales de diversos puntos en la Sierra a finales de los años 90s hasta la actualidad.

Como parte de estos esfuerzos por conocer la diversidad biológica que presenta el estado, se realizaron estudios herpetofaunístico en las Áreas Naturales Protegidas de la Sierra de Tabasco y sitios cercanos a la misma por ser relictos de selva alta y mediana perennifolia (Vargas-Márquez 2001). En el monumento natural grutas de Coconá, Teapa, se reportaron 45 especies de anfibios y reptiles (Miranda-Pecero 2014), mientras que en el centro ecoturístico Muku Chen y Villa Luz municipio de Tacotalpa la comunidad de anfibios fue representada por 19 especies (Ríos-Rodas 2009) y 26 de reptiles (Guzmán-Nieto 2011). Esta representatividad

para el municipio fue incrementada por Pérez-Cruz (2008) quién reportó 15 especies de serpientes para la selva en la comunidad de Oxolotán.

En el relicto de selva del Parque Estatal de Agua Blanca, Macuspana, Torrez-Pérez (2010), Triana-Ramírez (2007) y Barragán-Vázquez et al. (2004), reportaron 19 especies de anfibios, 11 de serpientes y 17 de lagartijas. Por su parte Flores-Escalona (2016) hace lo propio en la selva y acahual de la reserva privada Holcim, aledaño al Parque Estatal, reportando 17 especies de anfibios y 17 de reptiles respectivamente. En Agua Selva, Huimanguillo se tiene una representatividad de diez especies de anfibios y 49 de reptiles (Barragán-Vázquez y Bolón-López 1999).

En el Parque Estatal Cañón del Usumacinta, Barragán-Vázquez (2008) hizo lo propio en Boca del Cerro, Tenosique, reportando 45 especies. El grupo mejor representado fue el de las lagartijas con el 44.7% y se añadieron cuatro nuevos registros a la herpetofauna del estado. En contraste, en el Parque Estatal Sierra de Tabasco, se tienen pocos datos sobre la evaluación del hábitat y microhábitat, solo se tiene el trabajo de Guzmán-Aguirre (2008) quién evaluó el uso y preferencia de hábitat del tepezcuinte (*Cuniculus paca*) quién determinó que prefiere la selva para su reproducción, descanso y alimentación, mientras que la vegetación secundaria (Acahual) es usada como zona de paso. Debido a la falta de información herpetologica en la zona, el presente trabajo evalúa el uso de microhábitat y la estructura ecológica de la comunidad de anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal, Teapa, Tabasco.

### 3.0 JUSTIFICACIÓN

El área natural protegida Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, fue decretada el 24 de febrero de 1988 a través del Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Estado de Tabasco bajo el decreto 0660 como área que requiere la protección, mejoramiento, conservación y restauración de sus condiciones ambientales con

superficie de 15,113.20 hectáreas, formadas por la Sierra El Madrigal, Tapijulapa y Poaná ubicándose en los municipios de Teapa y Tacotalpa (Vargas-Márquez 2001).

La Sierra El Madrigal tiene una larga historia de perturbaciones antropogénicas y ofrece un paisaje formado por mosaicos de parches de vegetación natural y diversos usos de suelo y vegetación. El cambio de la distribución espacial de la vegetación se ve reflejada en el periodo 1973 al 2003, registrándose una tasa de cambio de la selva alta perennifolia de ramón (*Brosimum alicastrum*) y huapaque (*Dialium guianense*) del 72.1% en 1973 y para el 2003 disminuyendo al 16%, lo que significa que en 30 años se perdió el 80% de su área. La mayor pérdida de esta vegetación (1,223 ha) ocurrió entre 1984 y 2003, por lo que la tasa de deforestación va a un ritmo acelerado (Salazar et al. 2004).

Esta pérdida de la diversidad biológica tanto de flora como de fauna, es señalada como una de las grandes tragedias de esta época, donde cuya abundancia y diversidad de anfibios y reptiles varía con los cambios en la composición y cantidad de microhábitat (Manzanilla y Péfaur 2000). Además es importante mencionar que la respuesta de los anfibios y reptiles ante tales disturbios de origen antrópico se encuentra poco estudiada y aunque se desconocen la mayoría de las relaciones ecológicas entre estos organismos, es importante generar información básica de las comunidades para diseñar estrategias de manejo (Osorno-Muñoz 1999).

La herpetofauna que alberga la Sierra El Madrigal es poco conocida debido a los pocos estudios que se tienen, por lo que éste trabajo representa el primer acercamiento sobre la evaluación de la comunidad de anfibios y reptiles, partiendo del uso de microhábitat y la relación con las variables ambientales que imperan en la sierra. Arrojando datos importantes que contribuyen sobre la historia natural de las especies, ampliaciones de distribución y nuevos registros de anfibios y reptiles para Tabasco.



#### **4.0 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el uso del microhábitat y la estructura de la comunidad de los anfibios y reptiles en dos tipos de vegetación en la Sierra El Madrigal.

#### **4.1 Objetivos específicos**

1. Analizar los patrones de uso de microhábitat de los anfibios y reptiles en dos tipos de vegetación (acahual y selva) en la Sierra El Madrigal.
2. Describir la composición y la estructura de la comunidad herpetofaunística con base en abundancia relativa, diversidad y equidad en dos tipos de vegetación en la Sierra El Madrigal.
3. Relacionar la estructura de la comunidad de anfibios y reptiles con variables ambientales en la Sierra El Madrigal.
4. Determinar la similitud de la comunidad herpetofaunística entre los tipos de vegetación (selva y acahual).

## 5.0 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1 Localización

La Sierra El Madrigal se ubica al sur del estado de Tabasco, como una prolongación de la subprovincia Sierras del Norte de Chiapas entre los  $92^{\circ} 50'$  y  $92^{\circ} 57'$  de longitud oeste y los  $17^{\circ} 30'$  y  $17^{\circ} 40'$  de latitud norte y presenta una superficie de 3,642 hectáreas (INEGI 2015). Está limitada al norte por la carretera Teapa–Tacotalpa, al este por la carretera Tacotalpa-Tapijulapa, al sur por el límite del estado de Chiapas y al oeste por el río Puyacatengo (Figura 1).

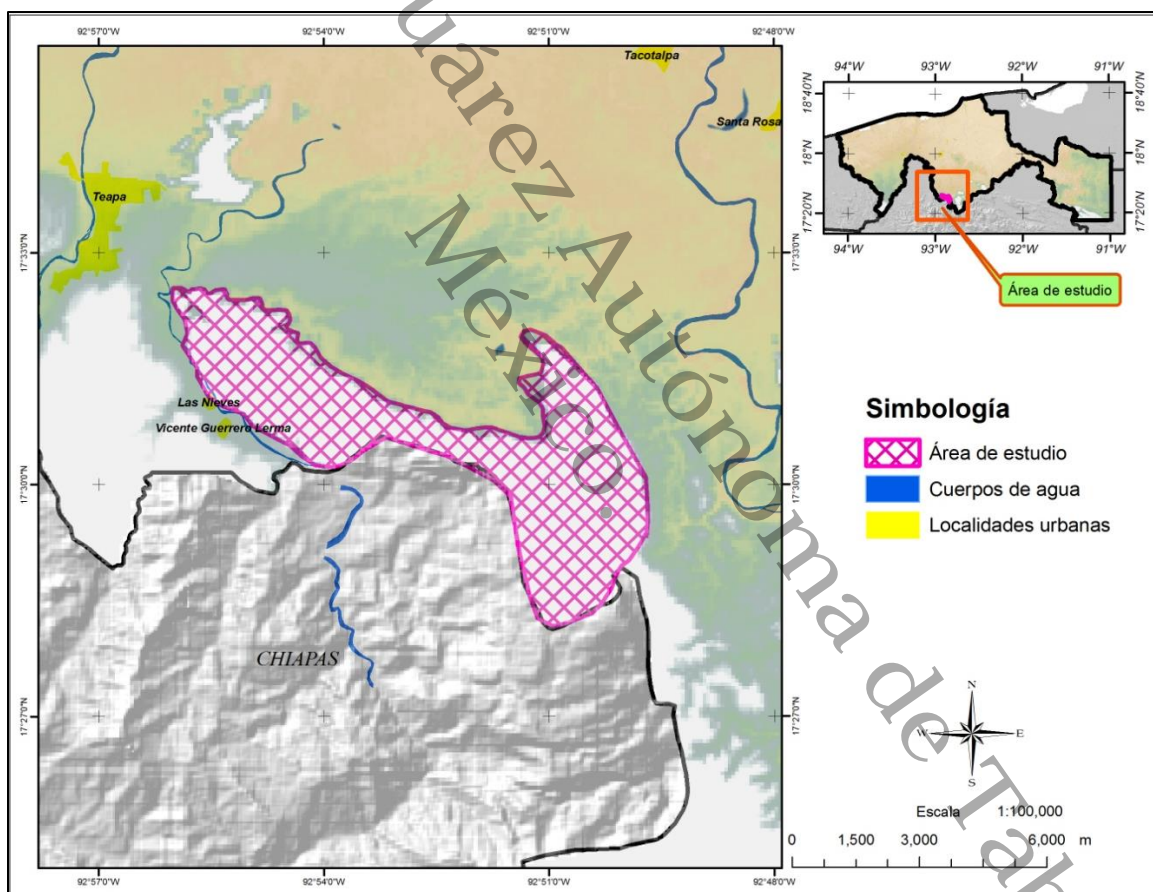
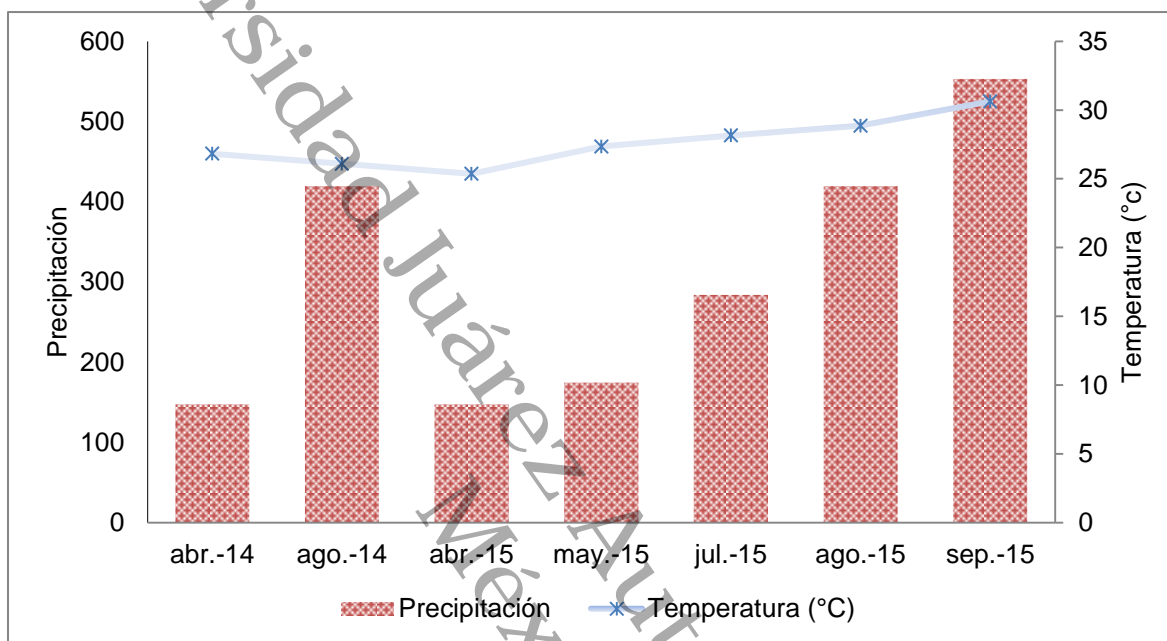


Figura 1. Localización de la Sierra El Madrigal, Teapa, Tabasco.

### 5.2 Clima

El clima es cálido húmedo Af (m) (Koeppen 1948) con lluvias todo el año y temperatura media anual de  $24.9^{\circ}\text{C}$  y oscilaciones de  $6^{\circ}\text{C}$ . La precipitación

promedio anual varía entre 2,929.4 y 4,500 mm (INEGI 2015, García 2004). Los registros de precipitación y temperatura local, define al mes de septiembre como el de mayor precipitación (534 mm) y abril por su parte recibe la menor cantidad (125 mm) en el ciclo anual (Arreola et al. 2011) (Figura 2).



**Figura 2.** Climograma de precipitación y temperatura de la Sierra El Madrigal (Fuente (CONAGUA 2015).

### 5.3 Geología y Fisiografía

La fisiografía del área se configura a partir de montañas plegadas formadas por un grueso paquete de rocas calizas del cretácico superior y por rocas del cretácico inferior. Lo constituyen rocas sedimentarias marinas del mesozoico. La sierra tiene sus eje estructurales orientados predominantemente de Este a Oeste que consta de cerros dómicos y cónicos de 50 a 1 000 metros de altitud (Arreola et al. 2011).

### 5.4 Suelo

Los suelos representativos de la Sierra El Madrigal son Leptosoles rendzicos y Leptosoles líticos. Los primeros tienen un horizonte A mólico que cubre el material calcáreo donde el equivalente de carbonato de calcio sobrepasa el 40% y no tiene roca dura continua dentro de los 10 primeros centímetros de profundidad; se

localizan con piedemontes, dolinas y laderas cársticas con pendiente de 5 a 15°. Los Leptosoles líticos están limitados por la roca caliza dentro de los primeros 10 cm de profundidad, y se ubican en mogotes y laderas escarpadas con pendientes de 15 a 45°. La capacidad de uso de estos suelos es para la conservación de la vida silvestre. Otros suelos del área son los Vertisoles, Luvisoles, Cambisoles y Acrisoles que se desarrollan en lomeríos, y los Fluvisoles en las llanuras aluviales. En estos suelos se desarrollan las actividades agropecuarias y forestales (Palma y Cisneros 2000).

### 5.5 Hidrología

Se ubica en la Región hidrológica Grijalva-Usumacinta (RH30), perteneciente a la cuenca Grijalva-Villahermosa (RH30D) y subcuenca Río de la Sierra (RHD30Di) (INEGI 2016). El patrón de drenaje es tipo dendrítico influenciado por las estructuras geológicas, que forman arroyuelos que se interconectan con el río Puyacatengo y el río de la Sierra en la parte baja de la montaña de la Sierra El Madrigal (Arreola et al. 2011) (Figura 3).



Figura 3. Flujos de agua de la Sierra El Madrigal (Fuente: INEGI 2016).

## 5.6 Vegetación

Los tipos de vegetación y usos del suelo actuales de la Sierra El Madrigal, corresponden a relictos de selva alta perennifolia de ramón (*Brosimum alicastrum*) y huapaque (*Dialium guianense*), vegetación secundaria (acahual), vegetación caldcóla, pastizales, cultivos anuales y perennes (Salazar et al. 2004).

### 5.6.1 Vegetación conservada (selva)

El estudio se realizó en los relictos de selva alta perennifolia de ramón y huapaque con árboles de más de 30 metros de altura, localizados en forma de islas sobre laderas, mogotes y mesetas cársticas, en Leptosoles rendzicos y uticos, entre los 50 y 700 metros sobre el nivel del mar cuyas pendientes varían de 15 a > 45°. En el estrato alto, además del ramón y huapaque, sobresalen los árboles chicozapote (*Martilleara zapata*), amate de montaña (*Ficus insipida*), tinco (*Vatairea lundellii*), molinillo (*Quararibea funebris*), y algunos árboles de zopo (*Guatteria anomala*). En el estrato bajo de la selva abunda la chapaya (*Astrocarium mexicanum*), guaya (*Chamaedorea sp.*) y shate (*Chamaedorea sp.*). Arcadio Zentella es el ejido con más relictos de selva y éstos no rebasan las 107 ha y su mayor frecuencia es de parches de 10 a 50 ha (Salazar et al. 2004).

### 5.6.2 Vegetación secundaria (acahual)

La vegetación secundaria (acahual) es producto de la alteración de la selva alta perennifolia por factores naturales y antrópicos donde la comunidad arbórea tiene edades mayores a 11 años y alturas superiores a 20 m, destacando las especies arbóreas de mulato (*Bursera simarouba*), guarumo (*Cecropia obtusifolia*), jolotzin (*Heliocarpus donnell-smithii*), quebracho (*Cupania dentata*), bojón (*Cordia alliodora*) y jobo (*Spondias mombin*) (Salazar et al. 2004). Tanto en selva como en acahual se presentan comunidades botánicas de herbáceas con edades de uno a tres años y altura de uno a diez metros, siendo la primera fase de desarrollo y crecimiento de hierbas de las familias gramíneas, leguminosas y compuestas. Las especies dominantes son: *Piper auritum*, *Homelia longipes*, *Phytolacca rivinoides*,

*Pasiflora coriácea*, *Carica mexicana*, *Tectaria hercleifolia*, *Pteridium aquilinum*, *Acacia sp*, *Calliandra sp* y Heliconias (Salazar et al. 2004).

De igual manera ocurre con la vegetación arbustiva que se presenta tanto en selva como en acahual, cubriendo gran parte de la sierra (30%) en laderas con pendiente de 15 a 45°, en Leptosoles rendzicos y líricos, en altitudes que van de los 50 hasta los 600 metros de altitud sobre el nivel del mar. Las especies dominantes son arbustos con edades de 4 a 10 años en la cual destaca el chalogogo (*Urera caracasana*), palo mulato (*Bursera simaruba*) y *Louteridium mexicanum* (Salazar et al. 2004).

## 6.0 MÉTODO

Se ubicaron siete sitios de muestreo con el apoyo de análisis geográfico prospectivo con la herramienta Google Earth (2014) y cotejado con el mapa de cambio de uso de suelo y vegetación de la Sierra El Madrigal, Teapa para ubicar los fragmentos de vegetación conservada (selva) y secundaria (Acahual) (Salazar et al. 2004). Las actividades de campo se realizaron en abril y agosto de 2014, continuando los muestreos en abril, mayo, julio, agosto y septiembre de 2015 (Figura 4, Tabla 1).

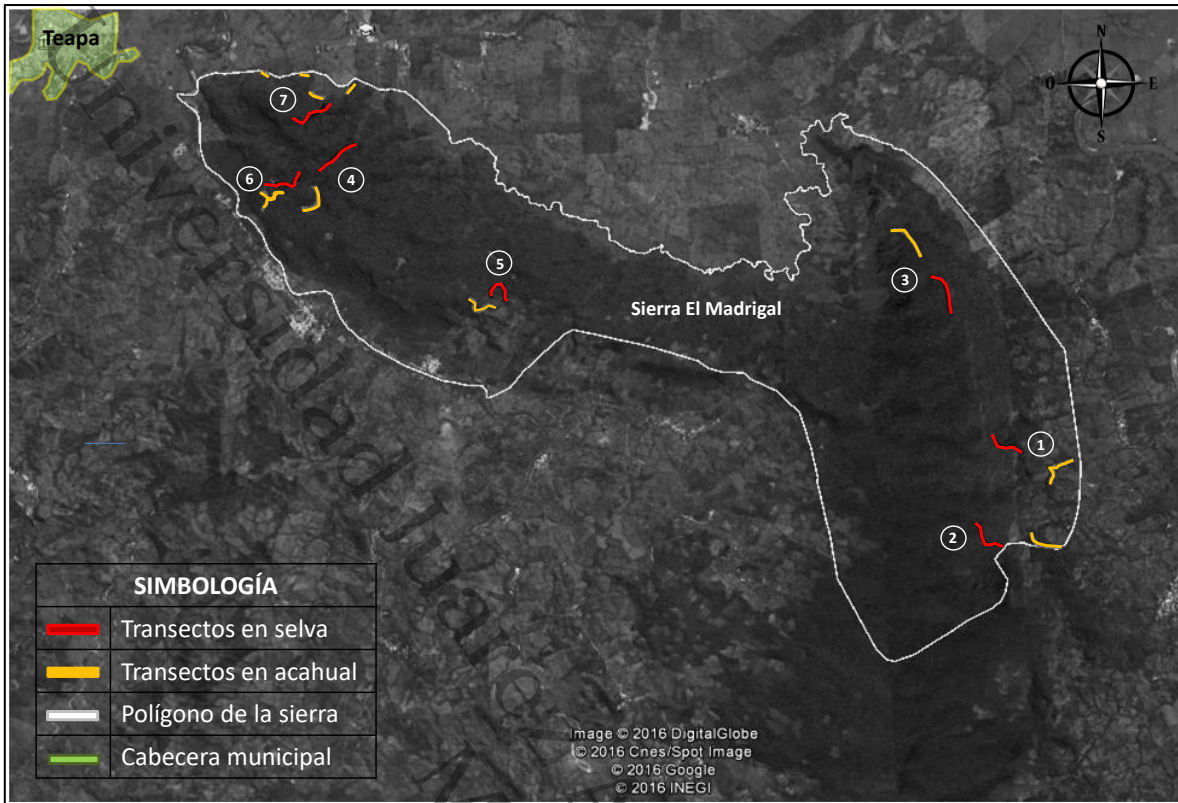


Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo en la Sierra El Madrigal (Fuente: Google Earth 2016).

Tabla 1. Coordenadas geográficas UTM-WGS84 de los sitios de muestreo.

Sitio	Vegetación	Altura msnm	Coordenadas UTM-WGS-84	
			X	Y
SITIO 1	Selva	748	517375	1934388
	Acahual	151	518341	1933686
SITIO 2	Selva	280	517809	1932835
	Acahual	601	517238	1933036
SITIO 3	Selva	645	516778	1936340
	Acahual	351	516444	1937324
SITIO 4	Selva	331	508633	1937864
	Acahual	320	508627	1937814
SITIO 5	Selva	330	511047	1936499
	Acahual	450	510832	1936318
SITIO 6	Selva	255	508157	1938104
	Acahual	202	507996	1938095
SITIO 7	Selva	147	508716	1939073
	Acahual	71	508746	1939258

msnm: metros sobre el nivel del mar

## **6.1 Trabajo de campo**

En este estudio se establecieron 70 transectos de franja con una longitud de 100 metros de largo y ancho variable entre 2 a 2.5 m de cada lado (Mandujano 1994), comprendiendo diez transectos por sitio de muestreo y a su vez repartidos equitativamente en selva y acahual (cinco transectos por tipo de vegetación). Los transectos tuvieron una separación mínima de 50 metros y un máximo de 100 metros de longitud, cuando las características topográficas del terreno y vegetación no lo permitieron, se trazaron de forma continua. Las distancias fueron medidas mediante la función Go to de un geoposicionador Garmin modelo 64s de alta sensibilidad.

En cada tipo de vegetación (selva y acahual) se realizaron recorridos con dos repeticiones (dos días) sobre los transectos establecidos en horarios de 9:00 a 13:00 horas y nocturnos 20:00 a 24:00 horas. Para el registro de los individuos se aplicaron diferentes técnicas de muestreo que permitieron una búsqueda más eficiente de los individuos. A continuación se describe cada uno de ellos:

### **6.1.2 Búsqueda por Observación Directa (VES: Visual Encounter Survey)**

La técnica VES fue aplicada para la búsqueda minuciosa de individuos a través de los transectos establecidos y consiste en la marcha a través de un área durante un periodo de tiempo predeterminado. En este trabajo se realizó con un esfuerzo de muestreo de tres a seis personas con el fin de cubrir la mayor área posible (Crump y Scott 2001).

### **6.1.3 Búsqueda por Transectos de Bandas Auditivas (AST: Audio Strip Transect)**

La técnica AST permitió detectar a todos los anuros que emplearon sus vocalizaciones para anunciar su posición a parejas y/o rivales potenciales. El AST aprovecha este comportamiento para poder contabilizarlos a lo largo de los transectos, cuyo ancho varía de acuerdo con la distancia de detección del canto de cada especie (Zimmerman 2001).



#### **6.1.4 Captura de individuos**

Solo se recolectaron ejemplares de los que no fue posible realizar la identificación en campo. La captura se realizó manualmente siguiendo los procedimientos establecidos por Casas-Andreu et al. (1991) y Martínez-Vázquez et al. (2006). Los ejemplares se colocaron temporalmente en bolsas de mantas previamente humedecidas para evitar la deshidratación de los anfibios (Vanzoline y Papavero 1985). Cada ejemplar fue etiquetado con hora de captura, fecha, nombre del colector, tipo de vegetación, localidad y número de recolecta para posterior referencia (Gaviño et al. 2007).

##### **6.1.4.1 Fijación de ejemplares**

Los ejemplares recolectados se fijaron con formol al 10% aplicando la solución en la parte ventral y extremidades, posteriormente se colocaron de forma adecuada en una recipiente de plástico hermético entre una doble capa de algodón impregnado de formol al 10%, durante un periodo de cuatro días. Transcurrido este tiempo se lavaron con abundante agua para eliminar el exceso de formol, dejándolos reposar durante 24 horas, con cuatro cambios de agua (Casas-Andreu et al. 1991).

##### **6.1.4.2 Conservación de los ejemplares para su resguardo**

Los individuos se conservaron en alcohol etílico al 70% (Casas-Andreu et al. 1991 y Martínez-Vázquez et al. 2006) y se depositaron para su resguardo en la Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco (CART) con clave de registro TAB.ANF.086.0899 y TAB.REP.087.0899, ubicado en el Laboratorio de Colecciones de la División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (DACBIOL-UJAT).

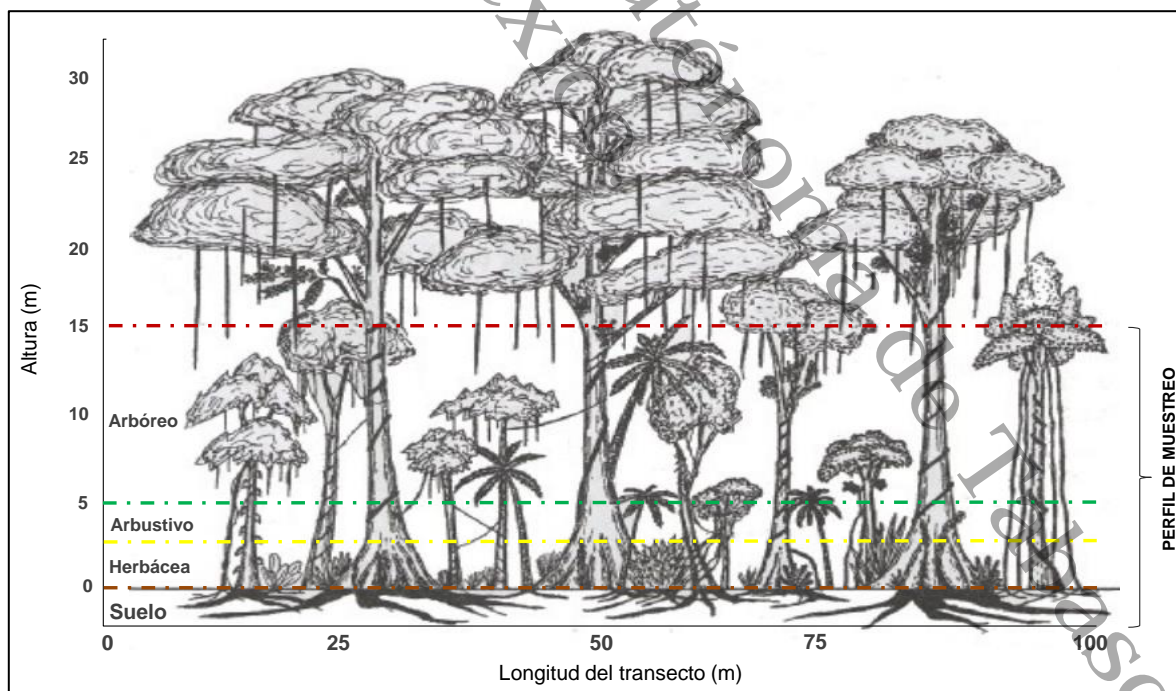
#### **6.1.5 Identificación taxonómica**

La identificación de los organismos se realizó mediante guías de campo y claves dicotómicas descritas por Campbell y Savage (2000), Campbell (1998), Lee (2000), Lee (1996), Lynch (2000), Köhler (2011), Köhler (2003), Pérez-Higareda et

al. (2007), Savage (1975), Smith y Taylor (1945), Smith y Taylor (1948), Smith y Taylor (1950), Streicher et al. (2014), Zaldivar-Riverón (2004) y Wilson y Townsend (2007). Los nombres científicos de los anfibios y reptiles siguieron la clasificación taxonómica propuesta en AmphibiaWeb (2016) y The Reptilia DataBase (Peter et al. 2016), las cuales son fuentes actualizadas constantemente basándose en las publicaciones de los cambios taxonómicos recientes a nivel mundial.

## 6.2 Microhábitat

Se tomó como microhábitat, el lugar preciso donde un individuo fue observado (Heyer et al. 1988, Heyer et al. 1994). A cada ejemplar observado por primera vez, se le registró el tipo de microhábitat (sustrato) particular al momento del avistamiento (Cáceres Andrade y Urbina-Cardona 2009). Se consideró un rango que va desde el suelo hasta los 15 metros de altura, tanto en selva como en acahual (Figura 5).



**Figura 5.** Perfil de referencia en el muestreo de los anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal.

## **6.2.1 Tipos de microhabitat (substrato) considerados en el estudio**

### **6.2.1.1 Arbusto**

Se consideraron a todos los individuos observados en el fuste del arbusto, corteza y ramas, desde la base hasta una altura aproximada de cinco metros. Los arbustos, son plantas perennes de tallo leñoso que mide entre 0.5 y cinco metros de altura, sin un tronco preponderante y usualmente presenta un diámetro a la altura del pecho (D.A.P.) menor o igual a 10 centímetros (Ochoa-Goana et al. 2012).

### **6.2.1.2 Arroyo**

En la Sierra El Madrigal existen cuerpos de agua de forma estacional y algunos permanentes que se caracterizan por llevar caudales variables de agua. En esta categoría se registraron todos los individuos que fueron avistados en el sustrato rocoso y vegetación riparia a no más de dos metros del borde del arroyo.

### **6.2.1.3 Contrafuerte**

Se registraron todos los individuos que fueron avistados en los contrafuertes de los árboles desde el nivel del suelo hasta los dos metros de altura. Los contrafuertes de los árboles son raíces comprimidas lateralmente que se forma en la base del tronco de algunos árboles (Rzedowski 2006).

### **6.2.1.4 Cuevas**

Las cuevas son cavidades subterráneas abiertas de forma natural. Se consideraron a todos los individuos que fueron avistados en el interior y entrada de esta formación rocosa.

### **6.2.1.5 Fuste (tallo del árbol)**

Tallo leñoso de más de 3 metros de alto (Rzedowski, 2006). Se consideraron a todos los individuos que fueron avistados en la corteza externa de apariencia lisa, escamosa y fisurada hasta una altura aproximada de 15 metros (Pennington y Sarukhan 2005).

#### **6.2.1.6 Herbáceo**

En esta categoría se registraron todos los individuos que fueron avistados en plantas herbáceas desde el nivel del suelo hasta una altura de cinco metros. Las hierbas, son plantas no leñosas de consistencia blanda (Rzedowski 2006).

#### **6.2.1.7 Hojarasca**

En esta categoría se registraron todos los individuos que fueron avistados en el interior y superficie de la hojarasca. Se compone del conjunto de hojas y restos vegetales y animales depositados en la superficie del suelo (Rzedowski 2006).

#### **6.2.1.8 Plantas epífitas**

Se registraron todos los individuos que fueron avistados desde el nivel del suelo hasta una altura de cinco metros en plantas epífitas. Estas viven sobre otras sin obtener de ellas nutrientes (Rzedowski 2006).

#### **6.2.1.9 Rocas (saxícolas)**

Se registraron a todos los individuos que fueron observados sobre sustrato rocoso, como grietas, oquedades y paredes rocosas.

#### **6.2.1.10 Suelo**

En esta categoría se registraron todos los individuos que fueron avistados en el interior y superficie del suelo, incluyendo agujeros, cavernas o desplazándose sobre el suelo libre de hojarasca (Wake y Lynch 1976).

#### **6.2.1.11 Troncos**

En esta categoría se registraron todos los individuos que fueron avistados en los árboles muertos en pie, árboles caídos, troncos erectos, troncos en descomposición sobre suelo y ramas caídas. Estas estructuras son consideradas como sitios de refugio de muchos animales pequeños (Gallina-Tessaro y Lopez-González 2011).

Para determinar las asociaciones de uso de microhábitat de cada especie, se realizó el análisis clustering clásico basado en el coeficiente de similitud de Jaccard ( $C_j$ ), la cual arroja una matriz simétrica de similitud/distancia. Los datos fueron calculados en el programa estadístico Past versión 3.10 (Hammer and Ryan 2001).

### 6.3 Variables ambientales

Por cada ejemplar observado se tomaron datos de las variables ambientales, que fueron posteriormente reclasificadas mediante la asignación de letras en cursiva que distinguen cada parámetro. Las variables se describen a continuación:

#### 6.3.1 Precipitación pluvial ( $P$ )

Consistió en utilizar los datos registrados por las estaciones meteorológicas localizadas en el río Puyacatengo, Tapijulapa y Teapa, los cuales fueron triangulados para promediar la precipitación pluvial correspondiente a los meses de muestreo del año 2014 y 2015 (Tabla 2), (CONAGUA 2015).

**Tabla 2.** Precipitación pluvial en la Sierra El Madrigal.

Año	Mes	Puyacatengo (mm)	Tapijulapa (mm)	Teapa (mm)	Promedio (mm)
2014	Abril	143.40	143.70	155.60	147.57
	Agosto	461.30	385.10	412.80	419.73
2015	Abril	143.40	143.70	155.60	147.57
	Mayo	180.20	196.30	147.80	174.77
	Julio	289.30	272.00	290.30	283.87
	Agosto	461.30	385.10	412.80	419.73
	Septiembre	602.10	525.40	532.40	553.30

mm: milímetros (CONAGUA 2015)

#### 6.3.2 Temperatura ( $T$ )

Se registró la temperatura ambiente en la proximidad de cada individuo observado utilizando un termohigrómetro marca Citizen. Una vez identificada la posición del ejemplar se colocó el equipo en el sustrato hasta que se estabilizaran los valores de temperatura.

### 6.3.3 Humedad (H)

A cada ejemplar observado se le tomo la humedad ambiente utilizando un termohigrómetro marca Citizen. Una vez identificado la posición del ejemplar se colocó el equipo en el sustrato hasta que se estabilizaron los valores de humedad.

### 6.3.4 Velocidad del viento (VV)

La velocidad del viento fue medida con un equipo anemómetro marca Kestrel. Una vez identificada la posición del ejemplar se colocó el equipo a la altura del individuo hasta que se estabilizaran los valores de la velocidad del viento.

### 6.3.5 Altitud (AL)

La altura sobre el nivel del mar (msnm) se midió con un geoposicionador (GPS) marca Garmin modelo Map-64s, el cual cuenta con la antena cuadrifilar helix y el sistema Glonass que permiten triangular la señal de los satélites evitando la pérdida de recepción de las coordenadas bajo la cobertura arbórea. Una vez identificada la posición del ejemplar se tomaron las coordenadas en formato UTM-WGS-84. Para conocer el perfil de elevación de la Sierra El Madrigal y sobre los sitios de muestreo, se utilizó la herramienta Google Earth 7.1.5.1557 (2016) en la cual se trazó una línea longitudinalmente sobre la capa (imagen spot) cubriendo la parte más baja y alta de la sierra (Figura 6).



Figura 6. Perfil altitudinal de la Sierra El Madrigal (Fuente: Google Earth 2016).

### 6.3.6 Altura de percha sobre el suelo (AP)

A cada ejemplar observado se le midió la altura de percha a partir del nivel del suelo utilizando un flexómetro.

### **6.3.7 Análisis de variables ambientales**

Las variables ambientales se analizaron contra la riqueza herpetofaunística mediante el análisis de Componentes Principales (ACP), el cual condensó el total de las variables originales, dentro de un conjunto pequeño de nuevas dimensiones compuestas, con un mínimo de pérdida de información. (McGarigal 2000). Es un método exploratorio que muestra un panorama general sobre las variables que probablemente estén teniendo alguna relación con las especies. Los datos se analizaron en el programa InfoStat versión 2016 (Di-Rienzo et al. 2016).

### **6.4. Composición y estructura de la comunidad herpetofaunística de la Sierra El Madrigal.**

Para el análisis de la diversidad biológica se utilizaron los parámetros ecológicos que a continuación se describen:

#### **6.4.1 Composición de la comunidad herpetofaunística**

La riqueza se estimó mediante el modelo no paramétrico Chao 1, debido a que supone homogeneidad en las muestras y relaciona el número de especies representadas por un individuo (*Singletons*) y el número de especies representadas por dos individuos (*Doubletons*) en las muestras, apropiado para comunidades con especies de baja abundancia o muestras pequeñas (Colwell y Coddington 1994, Magurran 2004). Se empleó el estimador de cobertura ACE (*Abundance-based Coverage Estimator*) debido a que considera a la abundancia de las especies y da mayor peso a las especies raras (Gotelli y Colwell 2011). Las estimaciones se realizaron con el programa estadístico Estimates versión 9.1.0 (Collwell 2013).

Se utilizó la curva de acumulación de especies para anfibios, lagartijas y serpientes debido a que estima el esfuerzo requerido fiable y posibilitar su comparación de acuerdo al número de especies y abundancias observadas hasta mostrarse en una asíntota (Colwell et al. 2004, Espinosa-Escalante 2003, Jiménez-Valverde y Hortal 2003).

### 6.4.3 Estructura de la comunidad

#### 6.4.3.1 Abundancia relativa

Para comparar el comportamiento de la abundancia de la comunidad de anfibios, lagartijas y serpientes en selva y acahual, se realizaron curvas de rango-abundancia o Whittaker, para obtenerlas se organizaron las especies de la más dominante a la menos abundante y se graficaron en escala logarítmica con el objetivo de determinar cambios en los patrones de composición de la comunidad, equidad y dominancia (Magurran 2004).

#### 6.5.3.2 Diversidad

Se utilizó el índice de diversidad ( $H'$ ) de Shannon-Wiener, el cual mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado, elegido al azar dentro de la comunidad (Hair 1987). Los datos fueron procesados en el programa Past versión 3.10 (Hammer and Ryan 2001).

#### 6.4.3.3 Equidad

La equitatividad ( $E$ ) se obtuvo con el índice de Pielou, el cual mide la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada ( $H_{max}$ ), su valor va de 0 a 1.0, donde 1.0 representa una situación en la que todas las especies son igualmente abundantes basado en la siguiente fórmula (Magurran 1989).

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Dónde:

$H'$ = Diversidad  
 $S$ = Número de especies  
 $\ln$ = Logaritmo natural

### 6.5. Análisis de similitud

Este índice expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas (Moreno 2001), es decir, el grado de reemplazo de especies entre selva y vegetación secundaria (Acahual). Para conocer la similitud



de la comunidad herpetofaunística se utilizó el coeficiente de Jaccard ( $C_J$ ), el cual está diseñado para que sus valores oscilen entre 0 y 1.0. El valor de 0 es cuando no existen especies en común entre ambas muestras, el valor de 1.0 cuando las dos muestras tienen la misma composición de especies (Magurran 1989). Para calcularlo se utilizó el software Estimates Win 9.1.0 (Collwell 2013) y el programa Past versión 3.10 para calcular las asociaciones entre los hábitat y las especies (Hammer and Ryan 2001).

Por otro lado, es importante mencionar que la información obtenida en campo fue analizada por grupo taxonómico (anfibios, lagartijas, serpientes) debido a que las especies de cada taxón presentan un comportamiento particular en el ecosistema (Altamirano-Álvarez et al. 2016). Con la finalidad de distinguir a cada especie dentro del conjunto de datos relacionados con el análisis de la información, se asignaron palabras clave partiendo de la primera letra mayúscula del nombre del género, seguido de las dos primeras letras de la especie, aplicado en anfibios como en reptiles (Ver Anexo I).

## 7.0 RESULTADOS

Con un esfuerzo de muestreo de 960 horas/hombre recorridos en selva y acahual de la Sierra El Madrigal, se registraron 811 individuos pertenecientes a 25 especies de serpientes, 20 de lagartijas y 19 de anfibios. En su conjunto suman una representatividad total de 64 especies, repartidas en 11 tipos de microhábitats.

### 7.1 Uso del microhábitat de los anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal

En general, la comunidad de anfibios se presentó en 11 tipos de microhábitats. De las 19 especies reportadas en este estudio, el 58% ocupó el sustrato “arbustivo” seguido del “herbáceo” con el 53%, mientras que el “rocoso” presentó lo propio con el 37%, seguido de “arroyo”, “fuste” y “hojarasca” todos con el 32%. En contraste, los microhábitats con menor representatividad de especies fueron: “suelo” con el 26%, “plantas epífitas” con 16%, “troncos” con 11%, “contrafuerte” y “cueva” con el 5% (Figura 7).

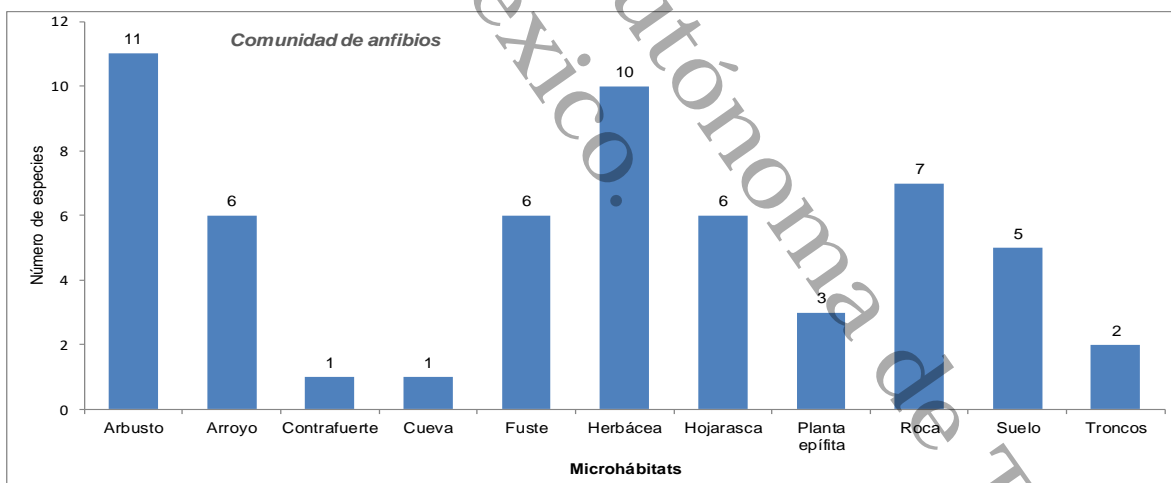
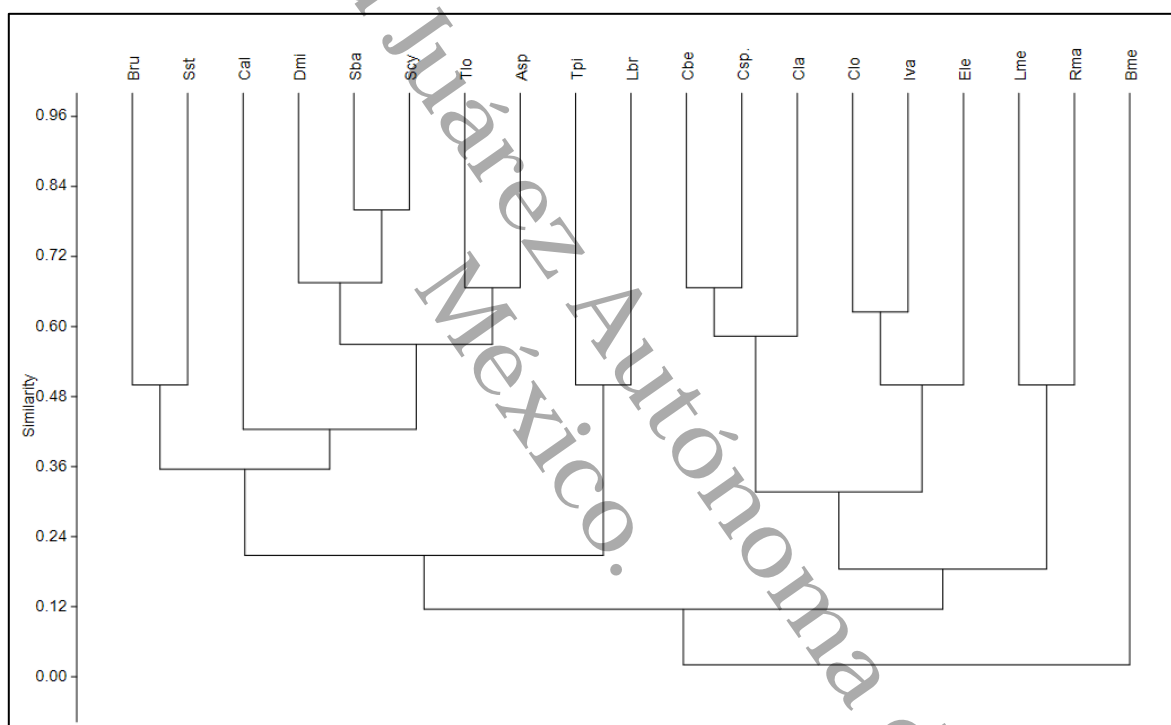


Figura 7. Uso de microhábitat por anfibios en la Sierra El Madrigal.

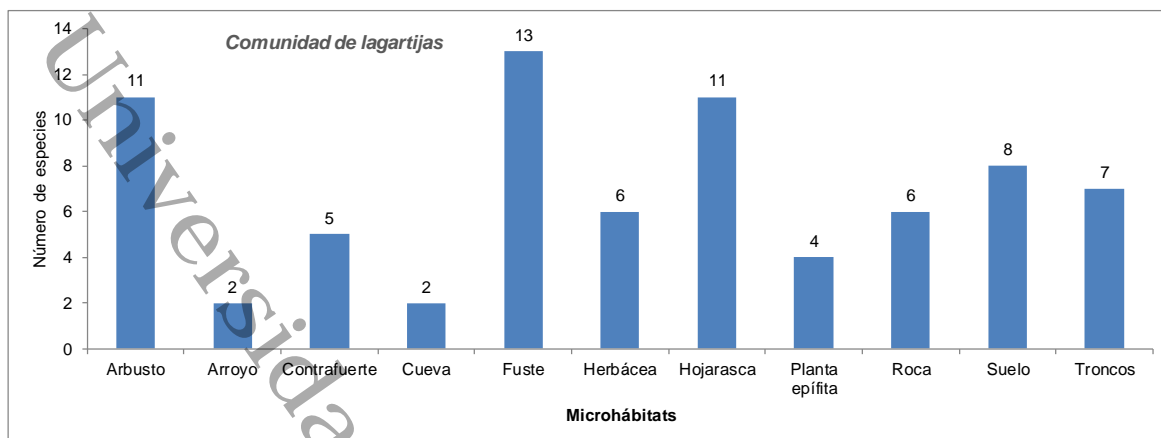
Los arreglos mostraron que *Smilisca baudinii* (Sba) y *Smilisca cyanosticta* (Scy) presentaron mayor similitud en el uso de microhábitats y que además presentan solapamientos con las especies *Dendropsophus microcephalus* (Dmi), *Tlalocohyla loquax* (Tlo) y *Anotheca spinosa* (Asp), mientras que *Craugastor alfredi* (Cal) presentó baja similitud en este grupo. El segundo arreglo formado por *Craugastor*

*berkenbuschii* (Cbe) y *Craugastor* sp. (Csp.) presentaron una similitud media y comparten microhábitats con *Craugastor laticeps* (Cla). Este mismo comportamiento ocurrió con *Craugastor loky* (Clo) e *Incilius valliceps* (Iva) que además, presentaron solapamientos con *Eletherodactylus leprus* (Ele). Las especies *Bolitoglossa rufescens* (Bru), *Scinax staufferi* (Sst), *Tlalocohyla picta* (Tpi), *Lithobates brownorum* (Lbr), *Leptodactylus melanonotus* (Lme) y *Rinella marina* (Rma) presentaron baja similitud y sólo comparten un microhábitat. Sólo *Bolitoglossa mexicana* (Bme) usó un microhábitat distinto (Figura 8).



**Figura 8.** Similitud de uso de microhábitat de anfibios en la Sierra El Madrigal.

La comunidad de lagartijas ocupó 11 tipos de microhábitats, donde el sustrato “fuste” resultó ser el más usado con un 65%, seguido de “arbusto” y “hojarasca” con el 55% cada uno. Por su parte “suelo” fue ocupado por el 40%, “troncos” el 35%, “roca” y “herbácea” con el 30% cada uno. Los sustratos que presentaron menos uso fueron: “contrafuerte” con 25%, “planta epifita” con 20%, así como en “arroyo” y “cueva” con 10% cada uno (Figura 9).



**Figura 9.** Uso del microhábitat por lagartijas en la Sierra El Madrigal.

A nivel de especie, las lagartijas presentaron rangos variables de solapamientos de uso de microhábitat formando cuatro grupos (Figura 10). De acuerdo con el dendrograma de similitud las especies *Anolis compressicauda* (Aco) y *Anolis uniformis* (Aun) presentaron mayor asociación en el uso de microhábitat, mientras que *Holcosus festivus* (Hfe) y *Sceloporus teapensis* (Ste) presentaron solapamientos con *Scincella cherriei* (Sch) y *Holcosus undulatus* (Hun). En el segundo grupo, las especies *Anolis capito* (Aca) y *Basiliscus vittatus* (Bvi) fueron los que presentaron mayor similitud y comparten microhábitat con *Anolis sericeus* (Ase) y en menor relación con *Anolis pentaprion* (Ape) y *Coleonix elegans* (Cel). Los rangos de solapamiento en el tercer grupo fueron distintos, donde *Anolis lemurinus* (Ale) y *Anolis rodriguezii* (Aro) se relacionaron en menor proporción con *Corytophanes cristatus* (Ccr) y de forma aislada lo hicieron *Plestiodon sumichrasti* (Psu) y *Corytophanes hernandesii* (Che). El último grupo formado por *Lepidophyma flavimaculatum* (Lfl), *Anolis biporcatus* (Abi) y *Sphaerodactylus glaucus* (Sgl) se caracterizó por presentar una baja similitud, mientras que *Anolis barkeri* (Aba) ocupa un microhábitat distinto.

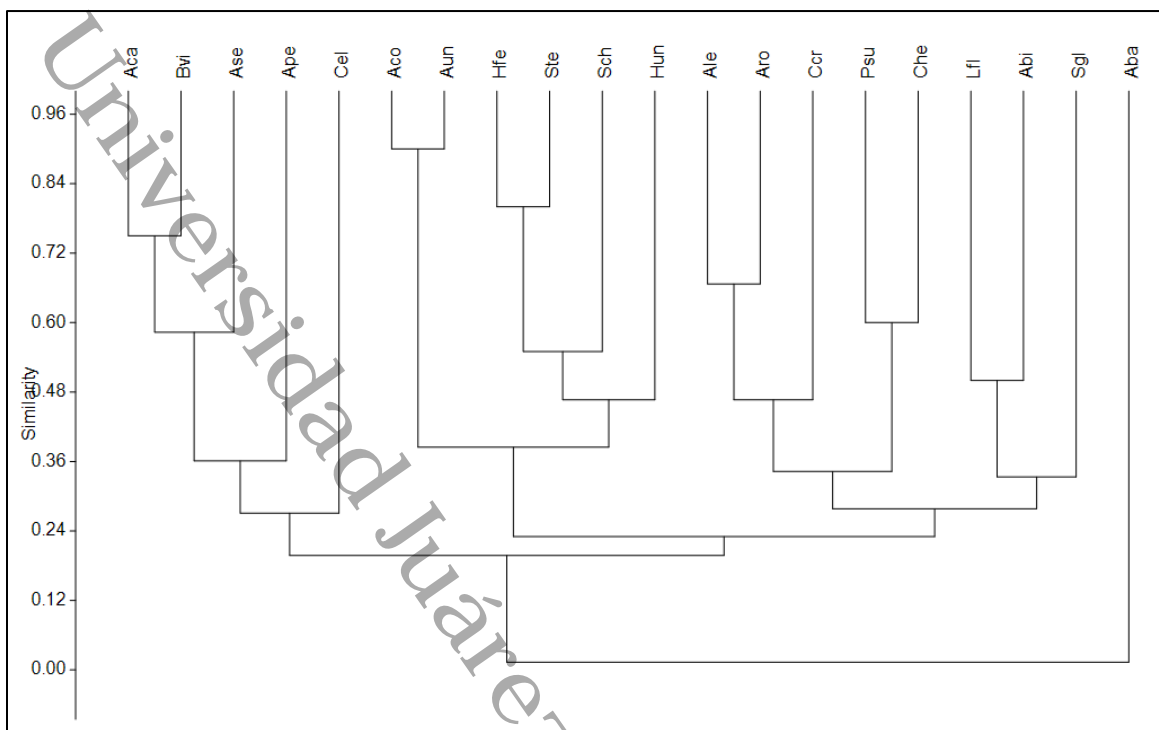


Figura 10. Similitud de uso de microhábitat de lagartijas en la Sierra El Madrigal.

La comunidad de serpientes usó nueve tipos de microhábitats, donde el sustrato “hojarasca” resultó ser el mejor representado con un 44%, seguido de “suelo” con el 28% y “roca” con el 24%. En contraste los sustratos que presentaron menos uso fueron: “herbácea” con el 12%, “arbusto”, “fuste” y troncos” con el 8% cada uno, “contrafuerte” con el 25%, “planta epífita” con el 20%, “arroyo” y “contrafuerte” con el 4%. En “cueva” y “planta epífita” no se presentaron especies (Figura 11).

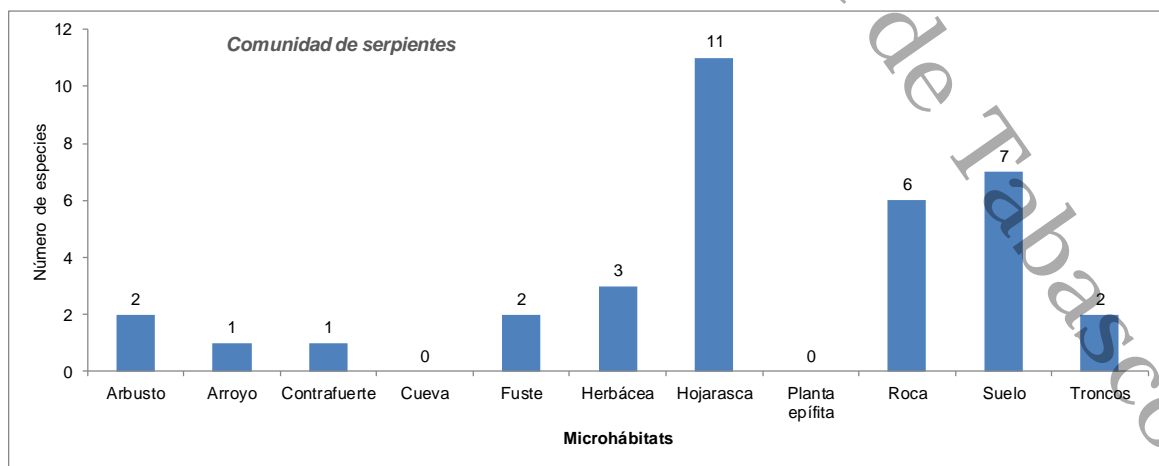


Figura 11. Uso del microhábitat por serpientes en la Sierra El Madrigal.

A nivel de especie, la mayoría de las serpientes compartieron un mismo microhábitat y de acuerdo al arreglo de similitud, se presentaron cinco agrupaciones: donde *Atropoides mexicanus* (Ame), *Boa constrictor* (Bco), *Coniophanes bipunctatus* (Cbi), *Dendrophidion vinitor* (Dvi), *Mastigodryas melanolomus* (Mme), *Ninia sebae* (Nse) y *Tropidodipsas sartorii* (Tsa) ocuparon un mismo microhábitat. Este mismo comportamiento pero en un microhábitat distinto ocurrió con *Leptodeira septentrionalis* (Lse), *Amastridium sapperi* (Asa) y *Leptophis mexicanus* (Lme).

En este mismo sentido *Drymobius margaritiferus* (Dma) y *Rhadinaea decorata* (Rde) compartieron el mismo microhábitat, solapándose con *Bothrops asper* (Bas). En contraste, las especies *Coniophanes fissidens*, *Drymarchon melanurus* (Dme), *Fiscimia publia* (Fpu), *Geophis laticinctus* (Gla), *Micrurus diastema* (Mdi) y *Oxyrhopus petolarius* (Ope) ocuparon un solo microhábitat distinto a los otros grupos y este mismo comportamiento ocurrió con *Amerotyphlops tenuis* (Ate) y *Micrurus elegans* (Mel) que se mostraron separados de los demás grupos. Por otra parte, las serpientes *Leptophis ahaetulla* (Lha) y *Sibon nebulata* (Sne) presentaron un bajo solapamiento y se relacionan poco con el microhábitat que usó *Imantodes cenchoa* (Ice) y muy distante de *Bothriechis schlegelii* (Bsl) (Figura 12).

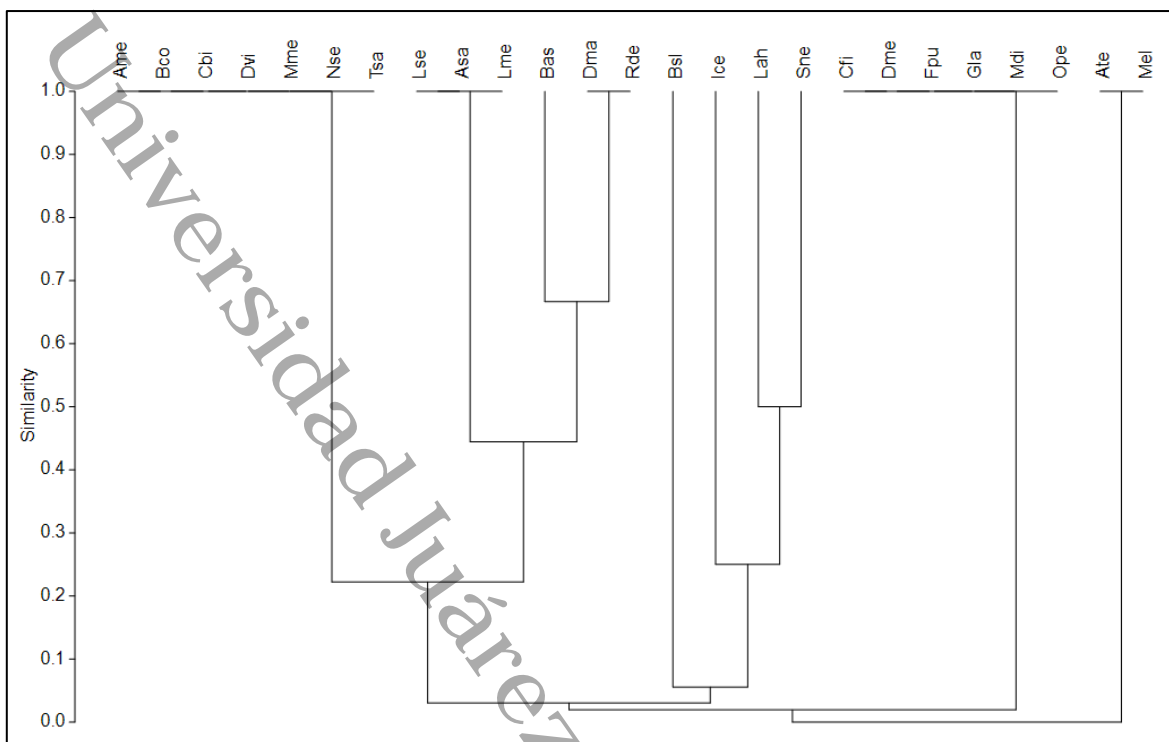


Figura 12. Similitud de uso de microhábitat de las serpientes en la Sierra El Madrigal.

### 7.1.1 Uso de microhábitat en selva

Los anfibios ocuparon diez tipos de microhábitat en este tipo de vegetación. A nivel de especie, *C. loki* (Clo) fue observado en cinco microhábitat, seguido de *C. alfredi* (Cal) e *I. valliceps* (Iva) con cuatro cada uno y *S. baudinii* (Sba) en tres microhábitat respectivamente. En contraste, los que menos microhábitat utilizaron fueron *A. spinosa* (Asp), *B. rufescens* (Bru), *C. berkenbuschii* (Cbe), *C. laticeps* (Cla), *Craugastor sp.* (Csp.), *D. microcephalus* (Dmi), *E. leprus* (Ele) y *S. cyanosticta* (Scy) con dos microhábitats utilizados, mientras que: *B. mexicana* (Bme) y *T. loquax* (Tlo) solo fueron observados en un solo microhábitat (Figura 13).

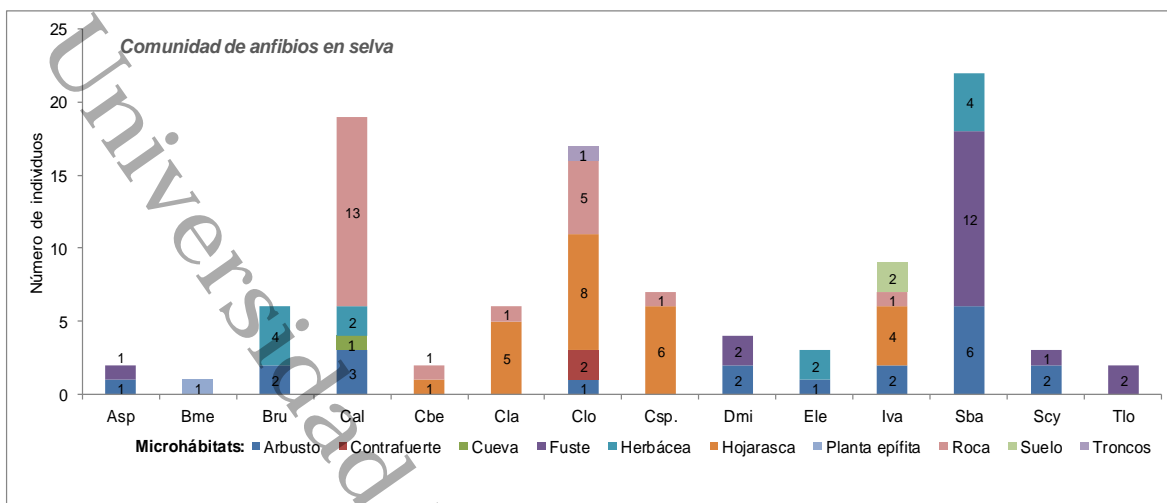


Figura 13. Uso del microhábitat de los anfibios en selva.

Las lagartijas ocuparon diez tipos de microhábitats en selva, donde *A. uniformis* (Aun) utilizó nueve de los 11 microhábitat, seguido de *A. compressicauda* (Aco) y *C. hernandesii* (Che) en siete y cuatro microhábitat respectivamente. Los saurios que presentaron menor presencia en el uso de microhábitat fueron: *A. capito* (Aca), *A. rodriguezii* (Aro) y *S. cherriei* (Sch) con tres microhábitat. Mientras que, *A. biporcatus* (Abi), *A. lemurus* (Ale), *C. cristatus* (Ccr), *H. festivus* (Hfe), *L. flavimaculatum* (Lfl), *S. teapensis* (Ste) se avistaron en dos diferentes microhábitat, solo cuatro especies fueron registradas ocupando un microhábitat: *A. pentaprion* (Ape), *A. sericeus* (Ase), *B. vittatus* (Bvi), *P. sumichrasti* (Psu) (Figura 14).



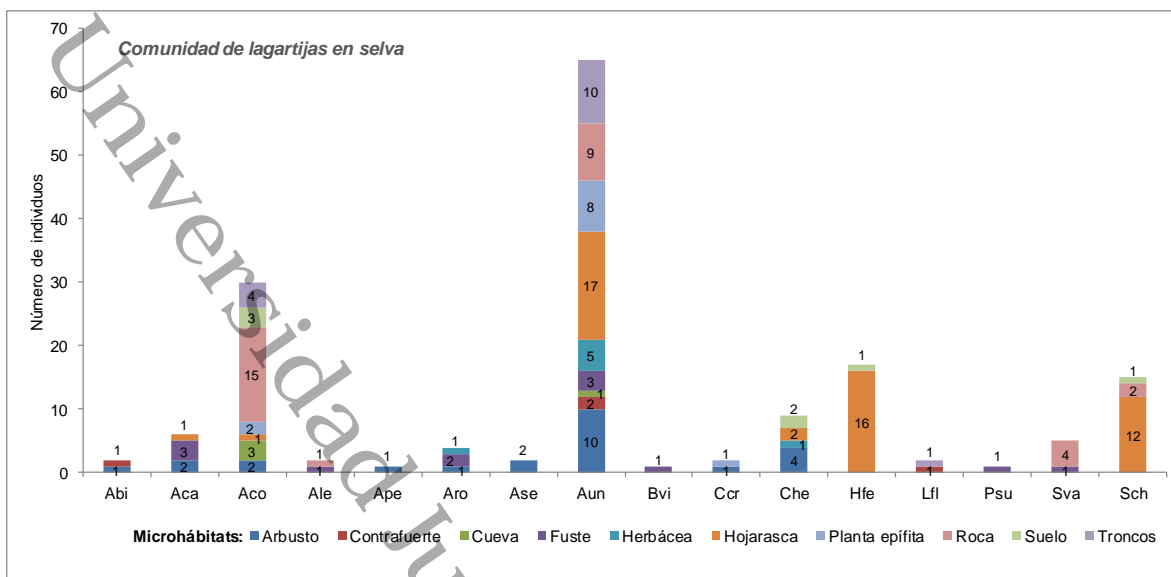


Figura 14. Uso del microhábitat de las lagartijas en selva.

Las serpientes, usaron ocho microhábitats, donde *I. cenchoa* (Ice) fue la mejor representada en este rubro registrándose en cinco microhábitats, mientras que *B. asper* (Bas) solo ocupó dos. Las especies *A. sapperi* (Asa), *A. mexicanus* (Ame), *B. schlegelii* (Bsl), *D. vinitor* (Dvi), *D. melanurus* (Dme), *F. publia* (Fpu), *G. laticinctus* (Gla), *L. septentrionalis* (Lse), *L. ahaetulla* (Lah), *M. diastema* (Mdi), *M. elegans* (Mel), *R. decorata* (Rde) y *T. sartorii* (Tsa) se presentaron una vez en distintos microhábitats (Figura 15).

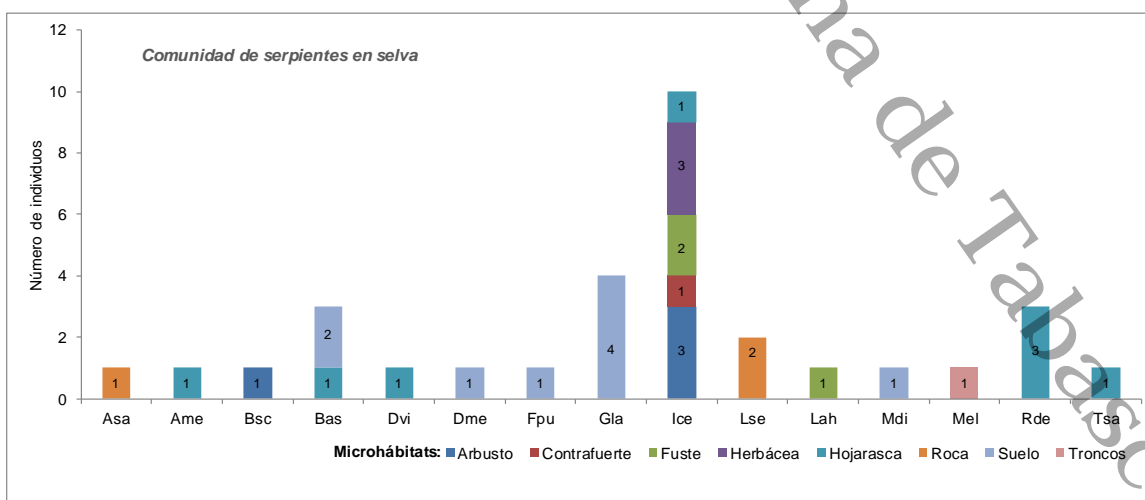


Figura 15. Uso del microhábitat de las serpientes en selva.

### 7.1.2 Uso del microhábitat en acahual

En este tipo de vegetación secundaria (acaahual), los anfibios fueron avistados en nueve tipos de microhábitats. A nivel de especie, *C. loki* (Clo), *I. valliceps* (Iva) y *S. baudinii* (Sba) ocuparon cinco microhábitats, seguido de *C. alfredi* (Cal), *E. leprus* (Ele) y *S. cyanosticta* (Scy) con cuatro cada uno, *C. berkenbuschii* (Cbe) y *T. loquax* (Tlo) con tres, *B. rufescens* (Bru), *T. picta* (Tpi), y *R. marina* (Rma) con dos. Las especies reportadas en un solo hábitat fueron: *C. laticeps* (Cla), *Craugastor* sp. (Csp.), *D. microcephalus* (Dmi), *L. melanonotus* (Lme), *L. brownorum* (Lbr) y *S. stauferi* (Sst) (Figura 16).

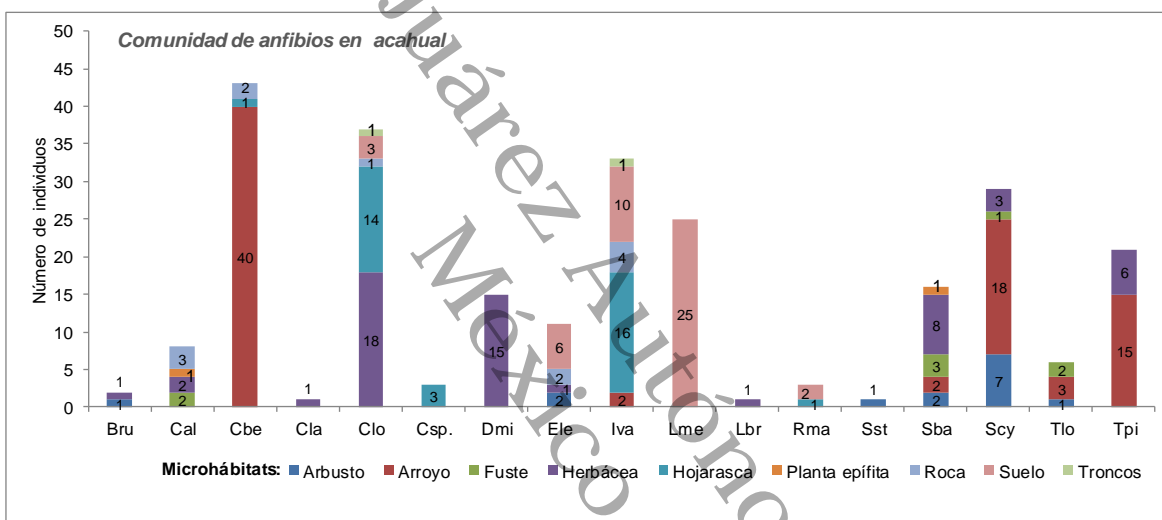


Figura 16. Uso del microhábitat de anfibios en acahual.

Por otro lado, la comunidad de lagartijas en la vegetación secundaria (acaahual), utilizaron todos los microhábitats, destacando *A. uniformis* (Aun) como la especie dominante registrándose en ocho tipos de sustratos. Las especies *A. compressicauda* (Aco) y *A. rodriguezii* (Aro) fueron registrados en siete y cinco microhábitats respectivamente, mientras que *A. lemurinus* (Ale), *C. hernandesii* (Che), *H. festivus* (Hfe), y *S. teapensis* (Ste) en cuatro sustratos, *B. vittatus* (Bvi), *H. festivus* (Hfe), *S. cherriei* (Sch) en tres, *A. sericeus* (Ase), *C. cristatus* (Ccr), *L. flavimaculatum* (Lfl), *P. sumichrasti* (Psu) en dos microhábitats. Las especies que solo ocuparon un sustrato en distintos microhábitats fueron: *A. barkeri* (Aba), *A. biporcatus* (Abi), *C. elegans* (Cel) y *S. glaucus* (Sgl) (Figura 16).

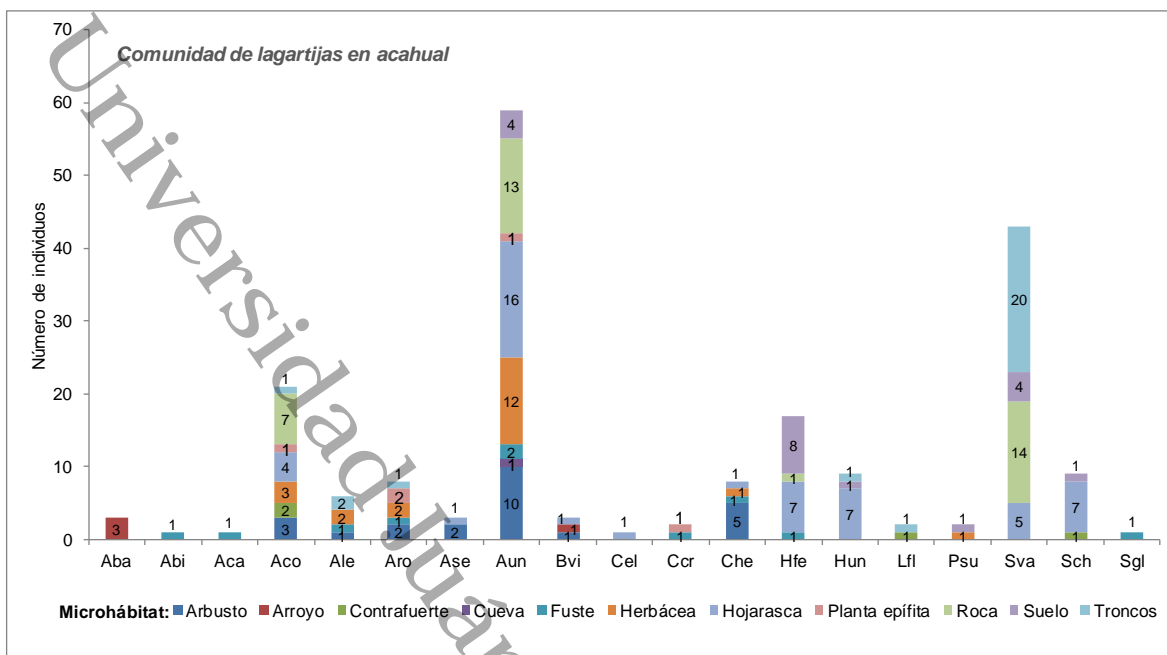


Figura 17. Uso del microhábitat de las lagartijas en acahual.

Las serpientes ocuparon siete tipos de microhábitats, donde *I. cenchoa* (Ice), y *B. asper* (Bas) usaron tres tipos, mientras que *D. margaritifera* (Dma) lo hizo en dos sustratos. *A. tenuis* (Ate), *B. constrictor* (Bco), *C. bipunctatus* (Cbi), *C. fissidens* (Cfi), *D. melanurus* (Dme), *L. septentrionalis* (Lse), *L. ahaetulla* (Lah), *L. mexicanus* (Lme), *M. melanolomus* (Mme), *N. sebae* (Nse), *O. petolarius* (Ope), *P. sumichrasti* (Psu), *R. decorata* (Rde), *S. nebulatus* (Sne), fueron observados en un solo microhábitat (Figura 17).

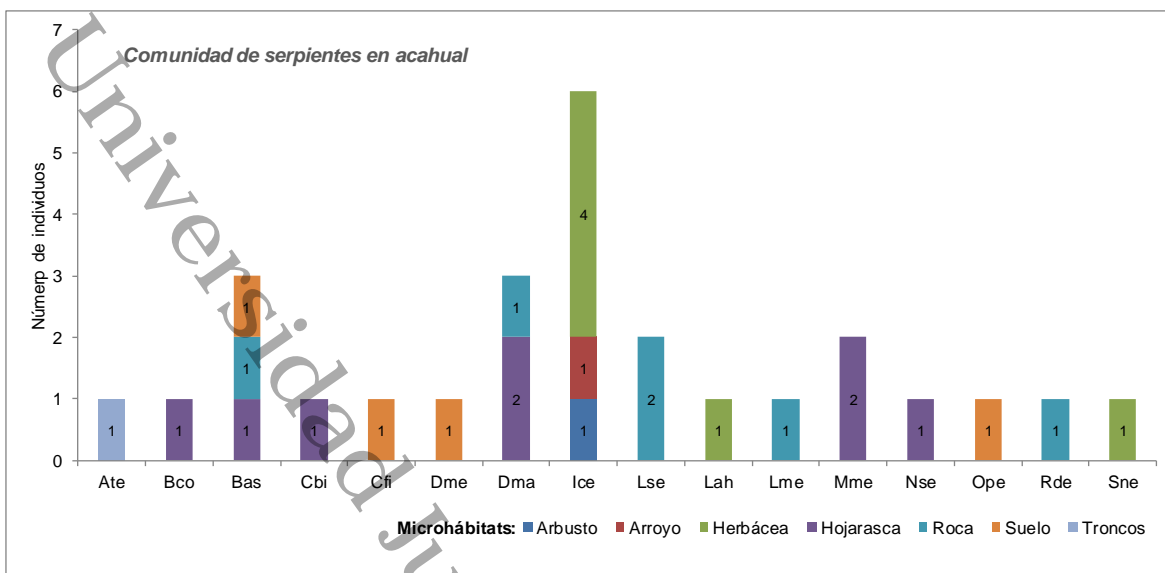


Figura 18. Uso del microhábitat de serpientes en acahual.

## 7.2 Variables ambientales

Con el análisis de componentes principales (ACP) se identificaron seis componentes para la comunidad herpetofaunística, de los cuales se consideraron los primeros dos como los más importantes para los tres grupos, debido a que se tiene un 67% de varianza explicada en anfibios y serpientes para cada taxa, mientras que en lagartijas fue del 75% (Tabla 3, Figura 19).

Tabla 3. Autovalores de los componentes ambientales de la herpetofauna.

Grupo taxonomico	Lambda	Valor	Proporción	Varianza explicada
Anfibios	1	2.51	0.42	0.42
	2	1.49	0.25	0.67
	3	0.95	0.16	0.83
	4	0.79	0.13	0.96
	5	0.21	0.03	0.99
	6	0.05	0.01	1
Lagartijas	1	2.50	0.42	0.42
	2	1.99	0.33	0.75
	3	0.81	0.13	0.88
	4	0.38	0.06	0.95
	5	0.20	0.03	0.98
	6	0.12	0.02	1.00
Serpientes	1	2.49	0.41	0.41

Grupo taxonomico	Lambda	Valor	Proporción	Varianza explicada
	<b>2</b>	<b>1.53</b>	<b>0.25</b>	<b>0.67</b>
	3	1.05	0.18	0.84
	4	0.44	0.07	0.92
	5	0.35	0.06	0.98
	6	0.14	0.02	1.00

Para la comunidad de anfibios y de acuerdo con el componente 1, las especies *R. marina* (Rma) y *L. melanonotus* (Lme), *D. microcephalus* (Dmi), *E. leprus* (Ele) e *I. valliceps* (Iva) presentaron una asociación positiva con la temperatura (T), mientras que *T. picta* (Tpi) se asoció con la precipitación pluvial (P). En contraste, las especies *S. cyanosticta* (Scy), *B. rufescens* (Bru), *S. baudinii* (Sba), *A. spinosa* (Asp) y *C. alfredi* (Cal) se relacionaron negativamente con la altitud (AL). En el componente 2, las especies *C. berkenbuschii* (Cbe) y *S. staufferi* (Sts) se asociaron positivamente con la humedad (H) (Tabla 4, Figura 19).

**Tabla 4.** Autovectores de los componentes ambientales de la comunidad de anfibios.

Variables	Componente 1	Componente 2
P	0.46	0.23
T	<b>0.59</b>	-0.05
H	0.02	<b>0.69</b>
VV	-0.28	0.34
AL	-0.57	-0.1
AP	-0.18	0.58

P: Precipitación pluvial, T: Temperatura, H: Humedad, VV: Velocidad de viento, AL: Altitud, AP: Altura de percha sobre el nivel del suelo.

En la comunidad de lagartijas se presentó un comportamiento distinto, donde el componente 1 agrupó a las especies *A. capito* (Aca) y *P. sumichrasti* asociados positivamente con la altitud (AL), mientras que la presencia de *A. barkeri* (Aba) estuvo relacionada con la humedad (H) y *A. rodriguezii* (Aro) con la altura de percha (AP). Las especies: *H. undulatus* (Hun), *H. festivus* (Hfe), *A. lemurinus* (Ale) y *A. sericeus* (Ase) se relacionaron de manera negativa con la temperatura. Por su parte, en el componente 2, la especie *B. vittatus* (Bvi) se asoció

positivamente con precipitación (P) y en este mismo sentido *S. glaucus* (Sgl) con la velocidad de viento (VV) (Figura 20, Tabla 5).

**Tabla 5.** Autovectores de los componentes ambientales de la comunidad de lagartijas.

Variables	Componente 1	Componente 2
P	0.25	<b>0.58</b>
T	-0.46	0.42
H	0.45	0.35
VV	-0.01	0.57
AL	<b>0.56</b>	-0.20
AP	0.45	0.01

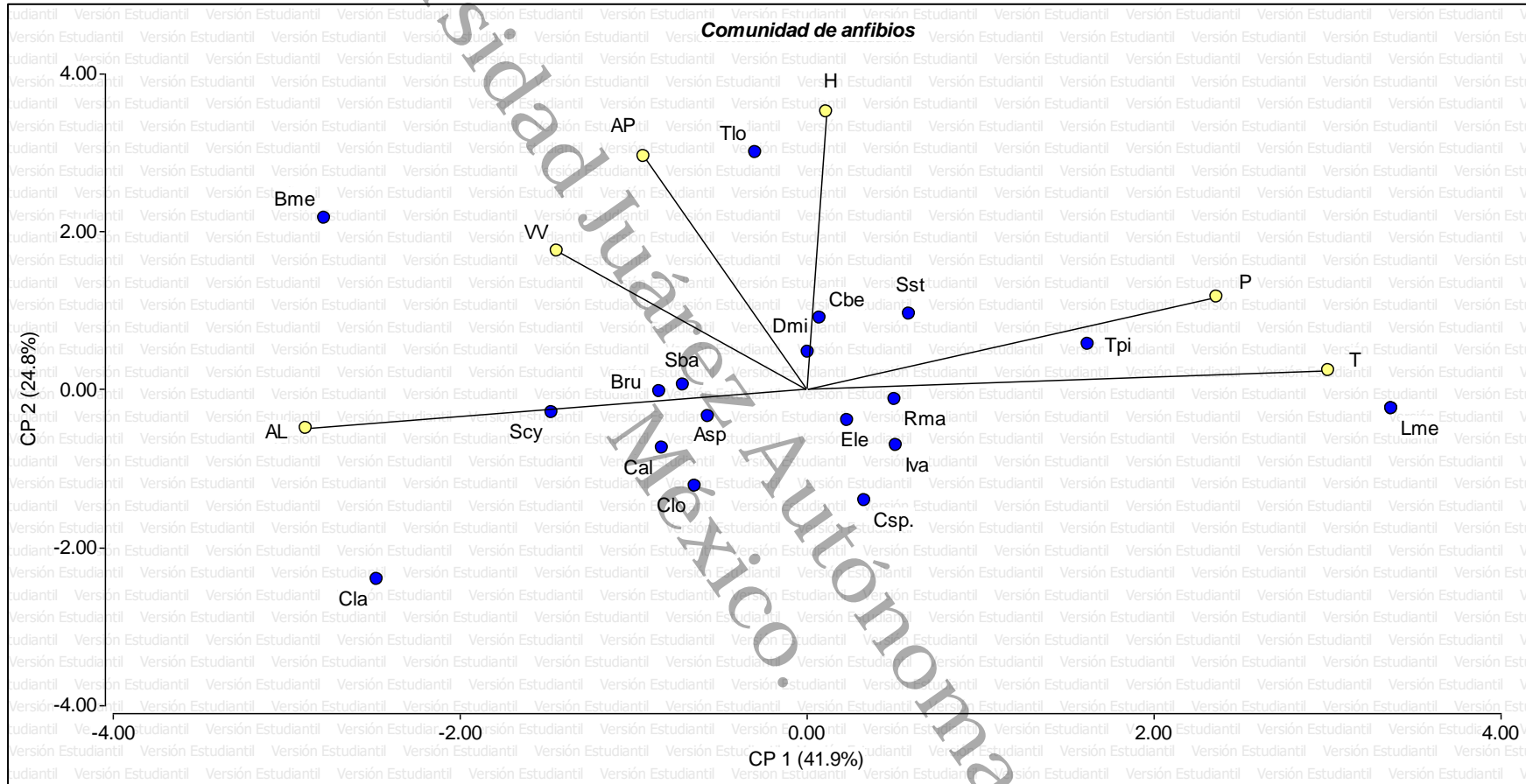
P: Precipitación pluvial, T: Temperatura, H: Humedad, VV: Velocidad de viento, AL: Altitud, AP: Altura de percha sobre el nivel del suelo.

En el caso de la comunidad de serpientes, el componente 1 indicó que *L. mexicanus* (Lme) se asoció positivamente con la temperatura (T), mientras que *N. sebae* (Nse) y *O. petolarius* (Ope) se asociaron con la precipitación (P). Por otro lado, en el componente 2, las especies *I. cenchoa* (Ice), *A. sapperi* (Asa), *S. nebulatus* (Sne) y *B. schlegelii* (Bsc) se relacionaron con la altura de percha (AP) y *D. vinitor* (Dvi) y *C. fissidens* (Cfi) se asociaron de manera negativa con la humedad (H) (Figura 21, Tabla 6).

**Tabla 6.** Autovectores de los componentes ambientales de la comunidad de serpientes.

Variables ambientales	Componente 1	Componente 2
P	0.51	-0.16
T	<b>0.56</b>	0.12
H	0.34	-0.56
VV	-0.08	-0.24
AL	-0.55	-0.23
AP	0.07	<b>0.73</b>

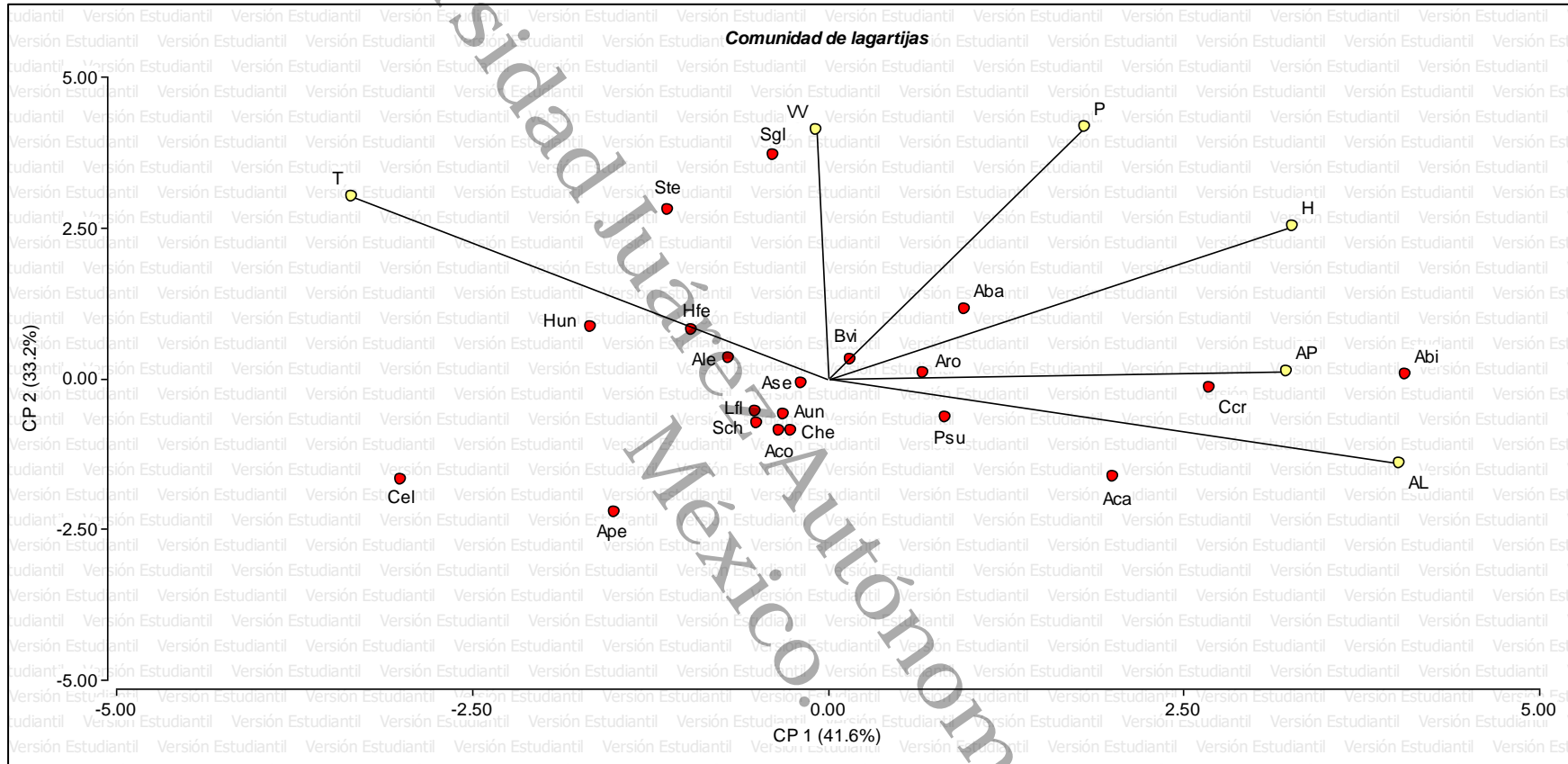
P: Precipitación pluvial, T: Temperatura, H: Humedad, VV: Velocidad de viento, AL: Altitud, AP: Altura de percha sobre el nivel del suelo.



**Figura 19.** Análisis de componentes principales de la comunidad de anfibios en la Sierra El Madrigal.

**P:** Precipitación pluvial, **T:** Temperatura, **H:** Humedad, **VV:** Velocidad de viento, **AL:** Altitud, **AP:** Altura de percha sobre el nivel del suelo.

**Asp:** *Anotheca spinosa*, **Bme:** *Bolitoglossa mexicana*, **Bru:** *Bolitoglossa rufescens*, **Cal:** *Craugastor alfredi*, **Cbe:** *Craugastor berkenbuschii*, **Cla:** *Craugastor laticeps*, **Clo:** *Craugastor loki*, **Csp:** *Craugastor sp.*, **Dmi:** *Dendropsophus microcephalus*, **Ele:** *Eleutherodactylus leprus*, **Iva:** *Incilius valliceps*, **Lme:** *Leptodactylus melanonotus*, **Lbr:** *Lithobates bromnorum*, **Rma:** *Rhinella marina*, **Sst:** *Scinax staufferi*, **Sba:** *Smilisca baudinii*, **Scy:** *Smilisca cyanosticta*, **Tlo:** *Tlalocohyla loquax*, **Tpi:** *Tlalocohyla picta*.

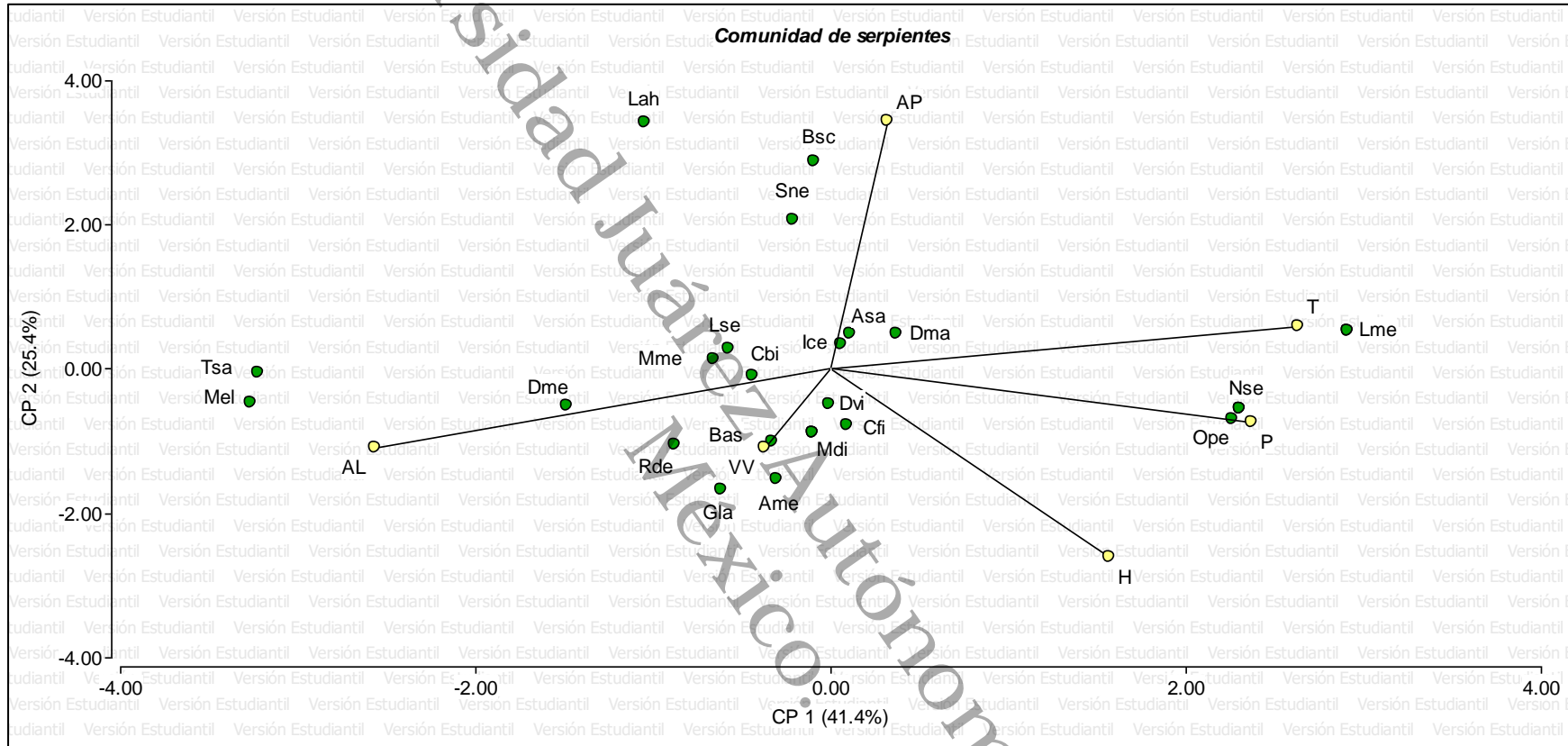


**Figura 20.** Análisis de componentes principales de la comunidad de lagartijas en la Sierra El Madrigal.

**P:** Precipitación pluvial, **T:** Temperatura, **H:** Humedad, **WW:** Velocidad de viento, **AL:** Altitud, **AP:** Altura de percha sobre el nivel del suelo.

**Aba:** *Anolis barkeri*, **Abi:** *Anolis biporcatus*, **Aca:** *Anolis capito*, **Aco:** *Anolis compressicauda*, **Ale:** *Anolis lemurinus*, **Ape:** *Anolis pentaptrion*, **Aro:** *Anolis rodriguezii*, **Ase:** *Anolis sericeus*, **Aun:** *Anolis uniformis*, **Bvi:** *Basiliscus vittatus*, **Cel:** *Coleonyx elegans*, **Ccr:** *Corytophanes cristatus*, **Ch:** *Corytophanes hernandesii*, **Hfe:** *Holcosus festivus*, **Hun:** *Holcosus undulatus*, **Lfl:** *Lepidophyma flavimaculatum*, **Psu:** *Plestiodon sumichrasti*, **Sva:** *Sceloporus teapensis*, **Sch:** *Scincella cherriei*, **Sgl:** *Sphaerodactylus glaucus*.





**Figura 21.** Análisis de componentes principales de la comunidad de serpientes en la Sierra El Madrigal.

**P:** Precipitación pluvial, **T:** Temperatura, **H:** Humedad, **VV:** Velocidad de viento, **AL:** Altitud, **AP:** Altura de percha sobre el nivel del suelo

**Asa:** *Amastridium sapperi*, **Ate:** *Amerotyphlops tenuis*, **Ame:** *Atropoides mexicanus*, **Bco:** *Boa constrictor*, **Bsl:** *Bothriechis schlegelii*, **Bas:** *Bothrops asper*, **Cbi:** *Coniophanes bipunctatus*, **Cfi:** *Coniophanes fissidens*, **Dvi:** *Dendrophidion yinitor*, **Dme:** *Drymarchon melanurus*, **Dma:** *Drymobius margaritiferus*, **Fpu:** *Ficimia publia*, **Gla:** *Geophis laticinctus*, **Ice:** *Imantodes cenchoa*, **Lse:** *Leptodeira septentrionalis*, **Lah:** *Leptophis ahaetulla*, **Lme:** *Leptophis mexicanus*, **Mme:** *Mastigodryas melanolomus*, **Mdi:** *Micrurus diastema*, **Mel:** *Micrurus elegans*, **Nse:** *Ninia sebae*, **Ope:** *Oxyrhopus petolarius*, **Rde:** *Rhadinaea decorata*, **Sne:** *Sibon nebulatus*, **Tsa:** *Tropidodipsas sartorii*.

### 7.3 Composición herpetofaunística de la Sierra El Madrigal

Se registró un total de 64 especies correspondiente a 44 géneros y 20 familias. El grupo de las serpientes fue el más diverso con 25 especies, 22 géneros y cinco familias, donde Colubridae fue la mejor representada con 18 especies. Por su parte las lagartijas presentaron una riqueza de 20 especies, diez géneros y ocho familias, donde Dactyloidae resultó con una riqueza de nueve especies. Los anfibios, tuvieron una representatividad de 19 especies distribuidas en 12 géneros y siete familias, donde Hylidae y Craugastoridae fueron las más diversas con siete y cinco especies (Figura 22).

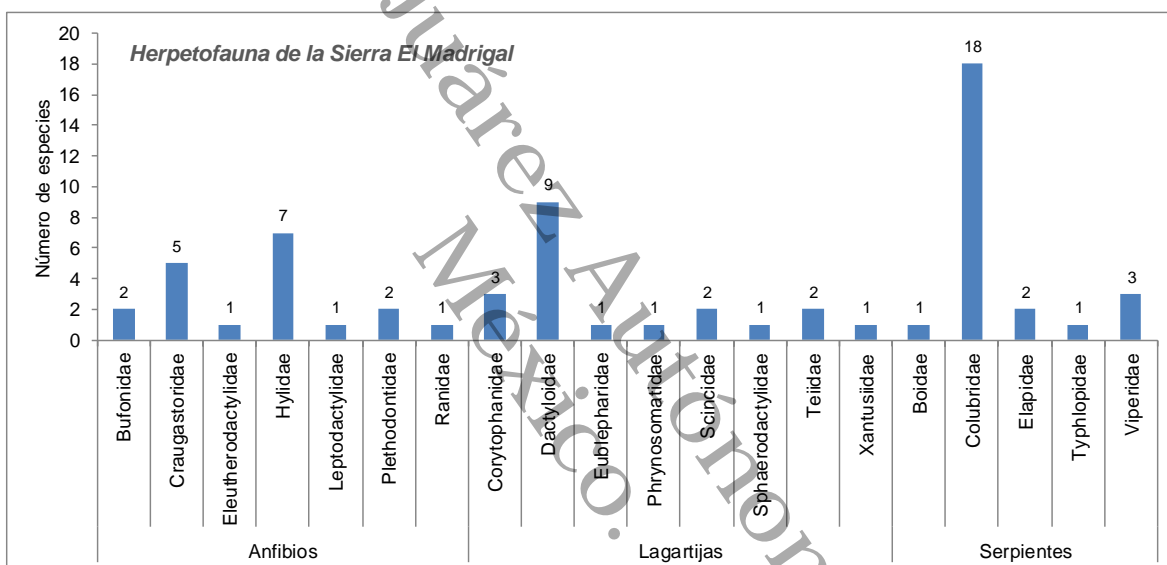


Figura 22. Riqueza herpetofaunística de la Sierra El Madrigal.

#### 7.3.1 Curvas de acumulación de especies

Los estimadores de riqueza Chao 1 y ACE reflejaron un número de especies similar a lo observado en campo estimando 19.5 y 20.2 especies para la comunidad de anfibios con porcentajes de representatividad de 97.4% y 94.2%, mientras que en lagartijas mostró un incremento estimado del 23 y 21.4 especies con una representatividad del 87% y 93.4%. En serpientes fue distinto, extrapolando 55 y 55.8 especies para la Sierra El Madrigal y una representatividad del 45.5% y 44.8%. En anfibios se presentaron dos especies singletons y una como doubletons, por su parte en las lagartijas se observaron tres especies

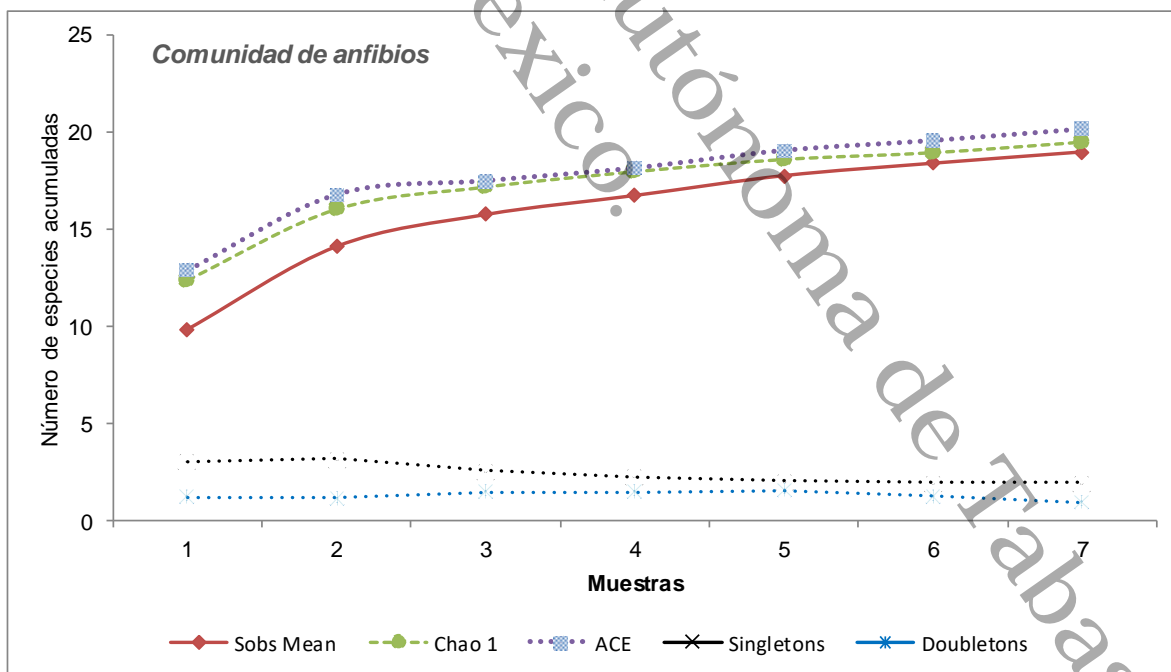
singletons y para el caso de las serpientes se presentaron 16 especies como singletons y tres como doubletons (Tabla 7).

**Tabla 7.** Riqueza estimada de la comunidad herpetofaunística de la Sierra El Madrigal.

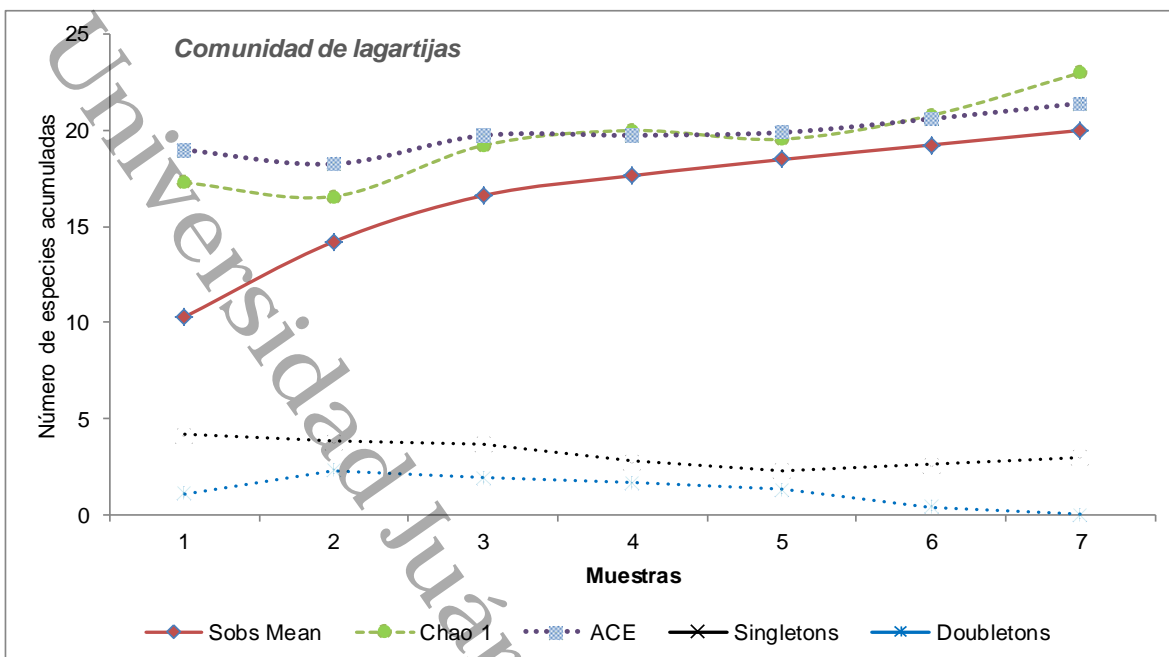
Estimadores	Anfibios	Lagartijas	Serpientes
Especies observadas (Sobs)	19	20	25
Chao 1	19.5 (97.4%)	23.0 (87%)	55 (45.5%)
ACE	20.2 (94.2%)	21.4 (93.4%)	55.8 (44.8%)
Singletons	2.0	3.0	16.0
Doubletons	1.0	0.0	3.0

**Números en paréntesis:** Porcentaje de representatividad por grupo taxonómico

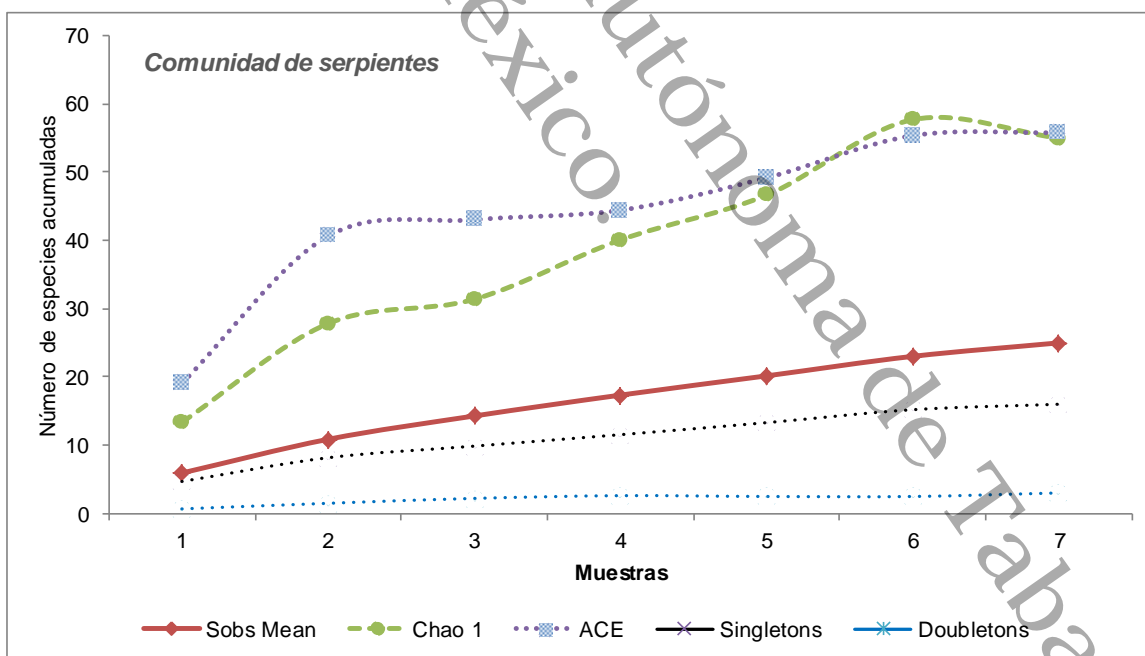
La curva de acumulación de especies muestra que la riqueza de anfibios y lagartijas presenta una tendencia a estabilizarse a partir del séptimo muestreo, alcanzando un nivel de confianza óptimo (Tabla 6). La comunidad de serpientes presentó un comportamiento distinto, donde la riqueza fue incrementándose en cada muestreo sin llegar a la asintota (Figura 23, Figura 24, Figura 25).



**Figura 23.** Curvas de acumulación de especies de anfibios en la Sierra El Madrigal. Sobs mean: Especies observadas, Chao 1: Estimador no paramétrico, ACE: Estimador abundancia, Singletons: Especies con un individuo, Doubletons: Especies con dos individuos.



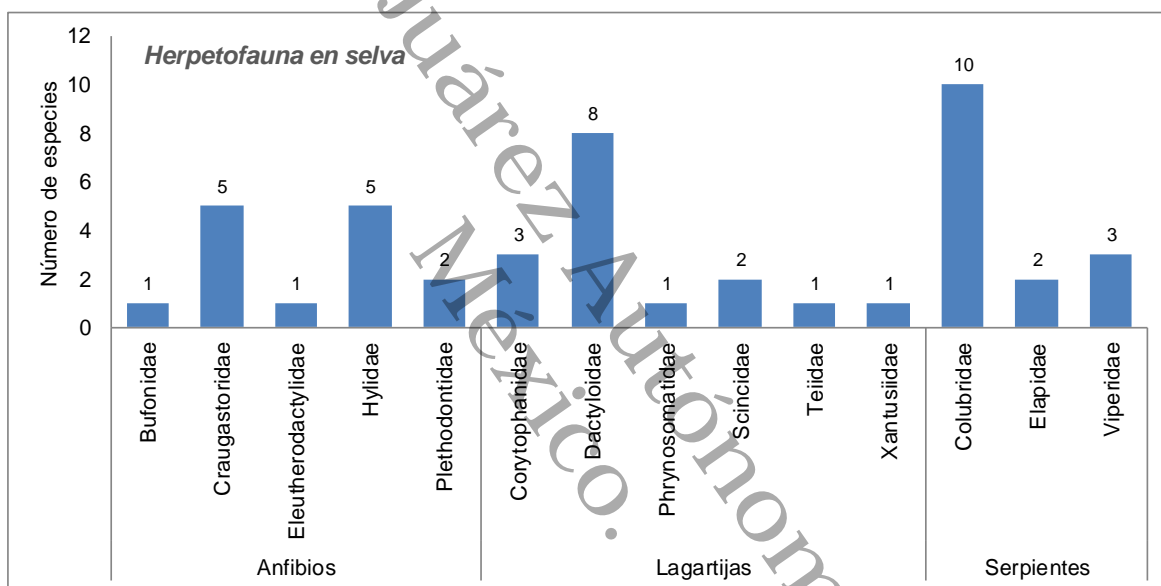
**Figura 24.** Curva de acumulación de especies de lagartijas en la Sierra El Madrigal. Sobs mean: Especies observadas, Chao 1: Estimador no paramétrico, ACE: Estimador abundancia, Singletons: Especies con un individuo, Doubletons: Especies con dos individuos.



**Figura 25.** Curva de acumulación de especies de serpientes en la Sierra El Madrigal. Sobs mean: Especies observadas, Chao 1: Estimador no paramétrico, ACE: Estimador abundancia, Singletons: Especies con un individuo, Doubletons: Especies con dos individuos.

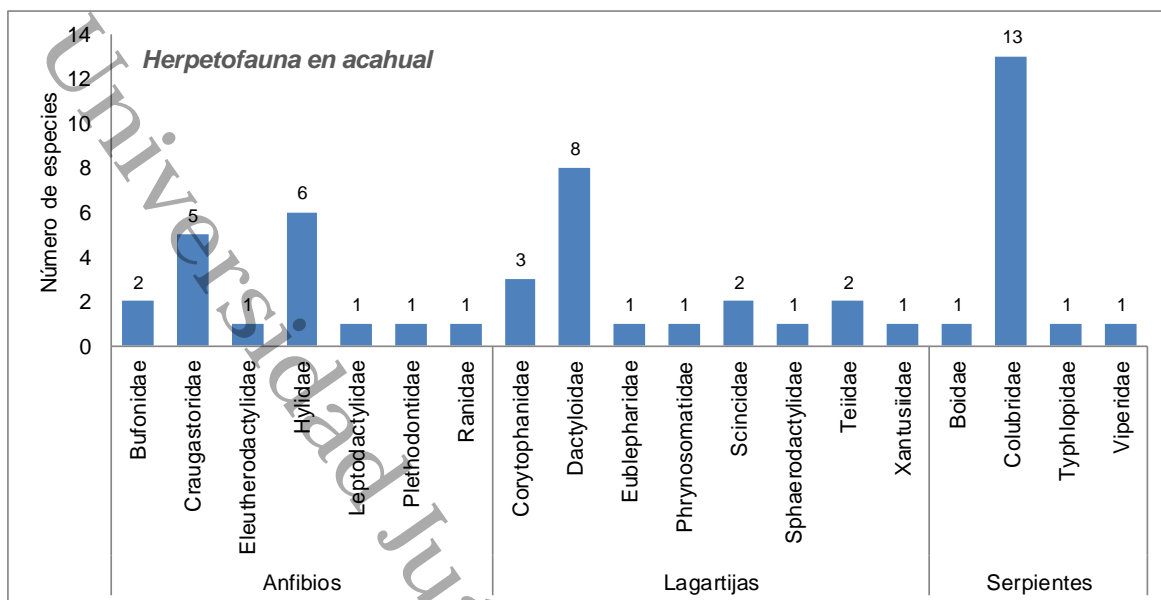
### 7.3.2 Riqueza por tipo de vegetación

En selva se registraron 45 especies, 30 géneros y 14 familias. El grupo de las lagartijas fue diverso con 16 especies, ocho géneros y seis familias, donde Dactyloidae fue la mejor representada con ocho especies respectivamente. Las serpientes presentaron una riqueza de 15 especies, 14 géneros y tres familias, donde Colubridae fue la mejor representada con 10 especies. Por su parte, los anfibios, tuvieron una representatividad de 14 especies distribuidas en ocho géneros y cinco familias, donde Hylidae y Craugastoridae fueron las más diversas con cinco especies cada una (Figura 26).



**Figura 26.** Representatividad de la comunidad herpetofaunística en la selva.

En la vegetación secundaria (acahual) se registraron 52 especies pertenecientes a 34 géneros y 19 familias. A nivel de grupos, las lagartijas fueron las más diversas con 19 especies, diez géneros y seis familias, donde Dactyloidae fue la mejor representada con ocho especies. Las serpientes presentaron una riqueza de 16 especies, 14 géneros y cuatro familias, donde Colubridae fue la mejor representada con 13 especies. Por su parte, los anfibios, tuvieron una representatividad de 17 especies distribuidas en 11 géneros y siete familias, donde Hylidae y Craugastoridae fueron las más diversas con seis y cinco especies respectivamente (Figura 27).

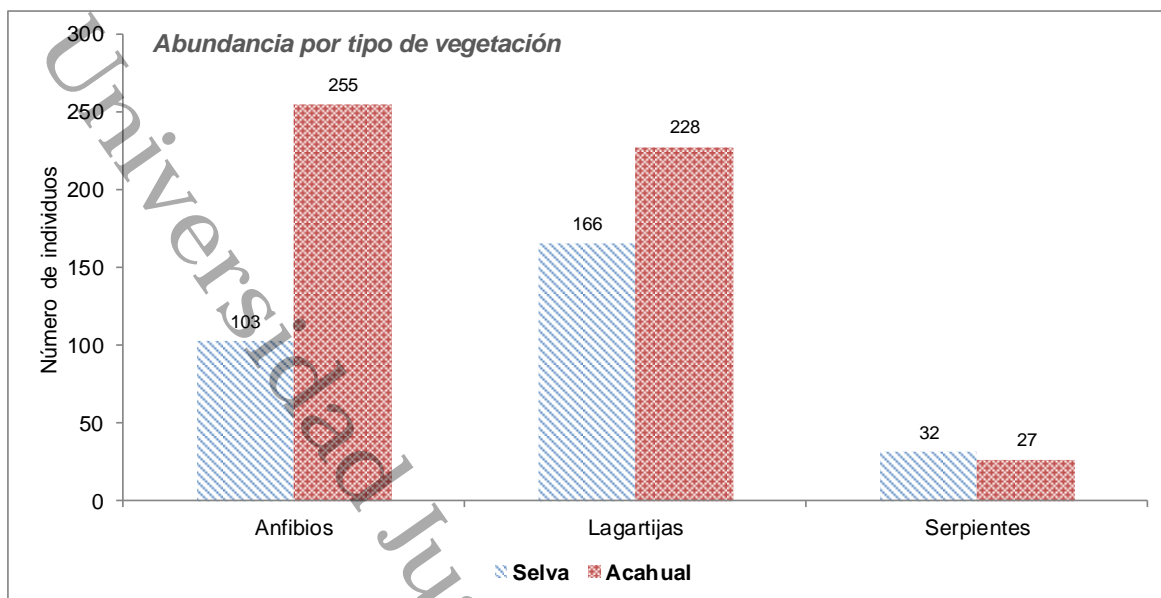


**Figura 27.** Representatividad de la comunidad herpetofaunística en la vegetación secundaria (Acahual).

## 7.4 Estructura de la comunidad

### 7.4.1 Abundancia

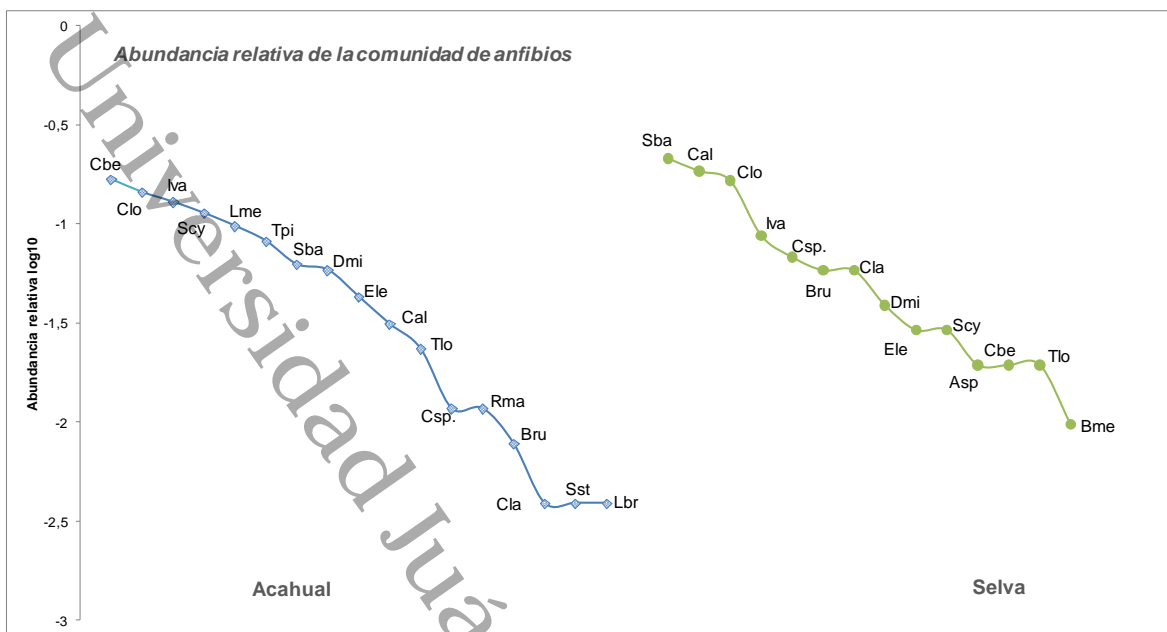
Se contabilizaron un total de 811 individuos, correspondientes a 394 registros de lagartijas, 358 de anfibios y 59 de serpientes. La vegetación secundaria resultó ser el tipo de vegetación con mayor abundancia con 510 registros, repartidos en 255 individuos de anfibios, 228 de lagartijas y 27 de serpientes, mientras que en selva se registraron 301 organismos correspondientes a 166 individuos de lagartijas, 103 de anfibios y 32 de serpientes, respectivamente (Figura 28).



**Figura 28.** Abundancia de la herpetofauna por tipo de vegetación en la Sierra El Madrigal.

Dentro del grupo de las lagartijas, *A. uniformis* fue la especie más abundante con 124 individuos repartidos de la siguiente forma: 65 en selva y 59 en acahual, mientras que *S. teapensis*, *A. compressicauda*, presentaron 64 y 51 registros. En el grupo de los anfibios, fueron *C. loki*, *C. berkenbuschii*, *I. vallicepts*, *S. baudinii* y *S. cyanosticta* los más abundantes con 54, 45, 42, 38 y 32 individuos respectivamente. En serpientes, solo *I. cenchoa* fue la más abundante con 16 individuos, por encima de *B. asper* con seis registros y *G. laticinctus*, *L. septentrionalis*, *R. decorata*, quienes presentaron cuatro organismos; el resto de las especies presentaron entre uno y tres registros.

De acuerdo con el análisis rango-abundancia, la comunidad de anfibios presentó diferencias en la dominancia de especies entre tipos de vegetación, donde *C. berkenbuschii* (Cbe), *C. loki* (Clo) e *I. vallicepts* fueron abundantes en acahual, mientras que *S. baudinii* (Sba), *C. alfredi* (Cal) y nuevamente *C. loki* (Clo) lo fueron en selva y que mostraron una ligera separación respecto a las otras especies. Por otro lado las especies que se presentaron como raras en acahual fueron *C. laticeps* (Cla), *S. staufferi* (Sst) y *L. brownorum* (Lbr) y en selva solo *B. mexicana* (Bme) (Figura 29).

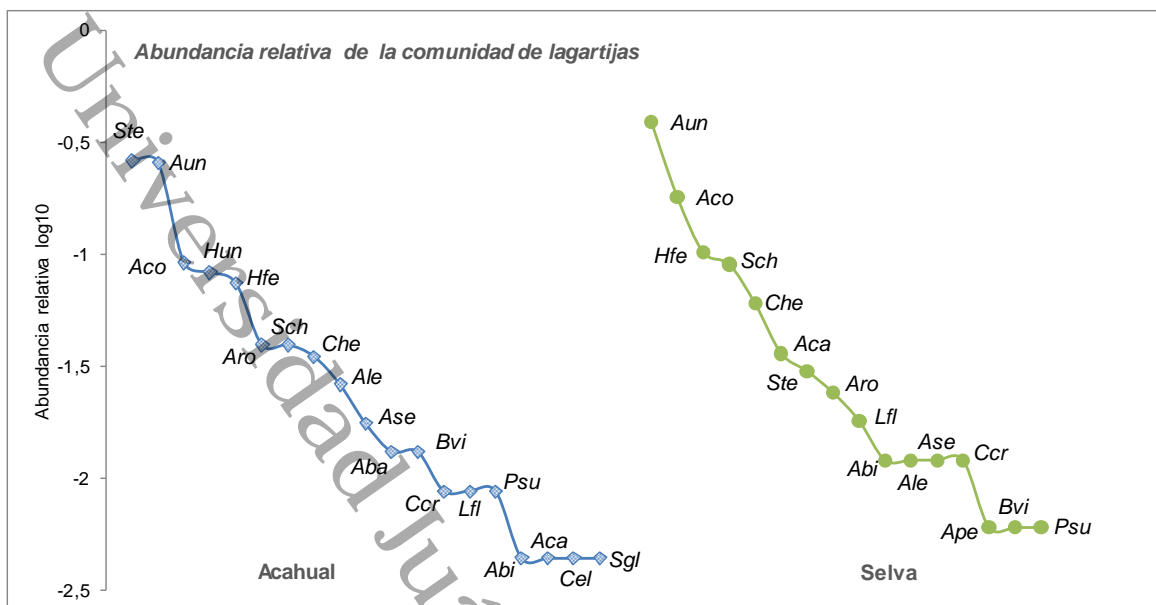


**Figura 29.** Arreglo de la abundancia relativa de anfibios entre tipos vegetación.

**Asp:** *Anotheca spinosa*, **Bme:** *Bolitoglossa mexicana*, **Bru:** *Bolitoglossa rufescens*, **Cal:** *Craugastor alfredi*, **Cbe:** *Craugastor berkenbuschii*, **Cla:** *Craugastor laticeps*, **Clo:** *Craugastor loki*, **Csp:** *Craugastor sp.*, **Dmi:** *Dendropsophus microcephalus*, **Ele:** *Eleutherodactylus leprus*, **Iva:** *Incilius valliceps*, **Lme:** *Leptodactylus melanonotus*, **Lbr:** *Lithobates bromnorum*, **Rma:** *Rhinella marina*, **Sst:** *Scinax staufferi*, **Sba:** *Smilisca baudinii*, **Scy:** *Smilisca cyanosticta*, **Tlo:** *Tlalocohyla loquax*, **Tpi:** *Tlalocohyla picta*.

En la comunidad de lagartijas la especie *A. uniformis* (Aun) resultó ser dominante en ambos hábitats, mostrando una clara separación del resto de las especies en las dos curvas de rango-abundancia. La lagartija *S. teapensis* se separa de las otras especies en el acahual por lo que se muestra dominante junto con *A. uniformis* (Aun). Se presentaron diferencias muy notorias entre las especies que resultaron con menor abundancia tanto en acahual como en selva y se separan ligeramente de las otras especies, donde *A. biporcatus* (Abi), *A. capito* (Aca), *C. elegans* (Cel) y *S. glaucus* (Sgl) fueron en acahual y *A. pentaprion* (Ape), *B. vittatus* (Bvi) y *P. sumichrasti* (Psu) en selva (Figura 30).

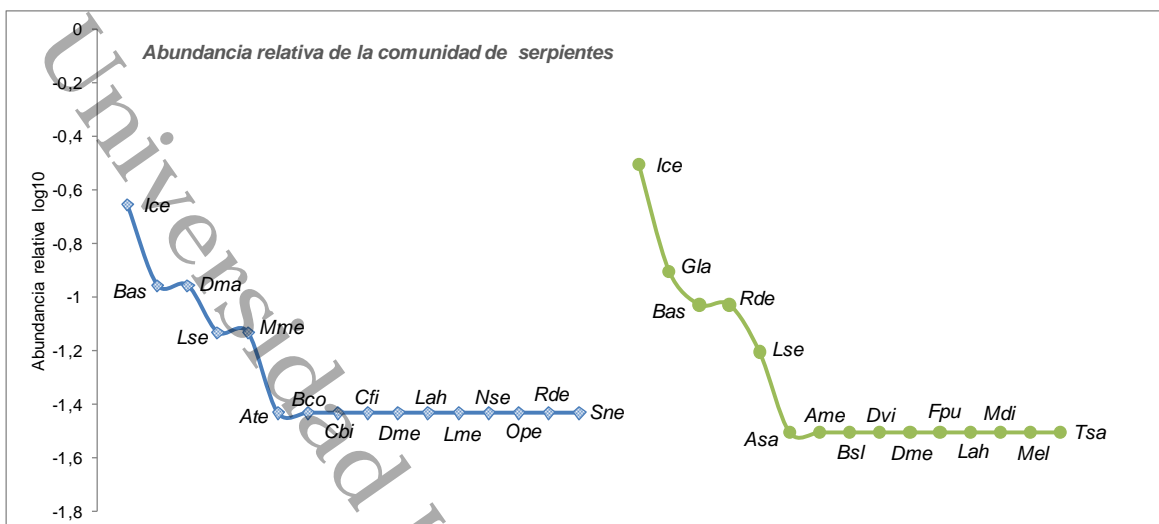




**Figura 30.** Arreglo de la abundancia relativa de lagartijas entre tipos de vegetación.

**Aba:** *Anolis barkeri*, **Abi:** *Anolis biporcatus*, **Aca:** *Anolis capito*, **Aco:** *Anolis compressicauda*, **Ale:** *Anolis lemuringus*, **Ape:** *Anolis pentapryon*, **Aro:** *Anolis rodriguezii*, **Ase:** *Anolis sericeus*, **Aun:** *Anolis uniformis*, **Bvi:** *Basiliscus vittatus*, **Cel:** *Coleonyx elegans*, **Ccr:** *Corytophanes cristatus*, **Che:** *Corytophanes hernandesii*, **Hfe:** *Holcosus festivus*, **Hun:** *Holcosus undulatus*, **Lfl:** *Lepidophyma flavimaculatum*, **Psu:** *Plestiodon sumichrasti*, **Sva:** *Sceloporus teapensis*, **Sch:** *Scincella cherriei*, **Sgl:** *Sphaerodactylus glaucus*.

En serpientes, *I. cenchoa* (Ice) resultó ser la especie dominante en ambos hábitats mostrando una separación pronunciada respecto a las otras especies que en su mayoría presentaron registros únicos, como *A. tenuis* (Ate), *B. constrictor* (Bco), *C. bipunctatus* (Cbi), *C. fissidens* (Cfi), *L. mexicanus* (Lme), *N. sebae* (Nse), *R. decorata* (Rde) y *S. nebulatus* (Sne) en acahual, y *A. sapperi* (Asa), *A. mexicanus* (Ame), *B. schlegelii* (Bsl), *D. vinitor* (Dvi), *F. publia* (Fpu), *M. diastema* (Mdi), *M. elegans* (Mel) y *T. sartorii* (Tsa) en selva, estas especies, además fueron exclusivas de cada hábitat. Dentro de este grupo de especies raras, solo *D. melanurus* (Dme) y *L. ahaetulla* (Lah) fueron compartidas (Figura 31).



**Figura 31.** Arreglo de la abundancia relativa de serpientes entre tipos de vegetación.

**Asa:** *Amastridium sapperi*, **Ate:** *Amerotyphlops tenuis*, **Ame:** *Atropoides mexicanus*, **Bco:** *Boa constrictor*, **Bsl:** *Bothriechis schlegelii*, **Bas:** *Bothrops asper*, **Cbi:** *Coniophanes bipunctatus*, **Cfi:** *Coniophanes fissidens*, **Dvi:** *Dendrophidion vinitor*, **Dme:** *Drymarchon melanurus*, **Dma:** *Drymobius margaritiferus*, **Fpu:** *Ficimia publia*, **Gla:** *Geophis laticinctus*, **Ice:** *Imantodes cenchoa*, **Lse:** *Leptodeira septentrionalis*, **Lah:** *Leptophis ahaetulla*, **Lme:** *Leptophis mexicanus*, **Mme:** *Mastigodryas melanolomus*, **Mdi:** *Micrurus diastema*, **Mel:** *Micrurus elegans*, **Nse:** *Ninia sebae*, **Ope:** *Oxyrhopus petolarius*, **Rde:** *Rhadinaea decorata*, **Sne:** *Sibon nebulatus*, **Tsa:** *Tropidodipsas sartorii*.

#### 7.4.2 Diversidad y Equidad

La Sierra El Madrigal presentó un valor de diversidad total de ( $H' = 3.307$ ). Por tipo de vegetación, el acahual fue ligeramente más diverso ( $H' = 3.181$ ) que la selva ( $H' = 3.055$ ). A nivel de taxón, las serpientes presentaron el valor más alto ( $H' = 2.735$ ), seguido de anfibios ( $H' = 2.546$ ) y lagartijas ( $H' = 2.227$ ). A nivel local la Sierra presentó un valor de equidad de  $J' = 0.7953$ . Por tipo de vegetación tanto acahual como la selva presentaron valores similares de equidad ( $J' = 0.8051$  y  $J' = 0.8026$ ). A nivel de taxón, las serpientes y anfibios presentaron valores de equidad de  $J' = 0.8497$  y  $0.8647$ , mientras que las lagartijas fue de  $J' = 0.7435$  (Tabla 8).

**Tabla 8.** Valores de diversidad y equidad de la comunidad de anfibios y reptiles.

Índice	Grupo taxonómico	Selva	Acahual	Total
Diversidad ( $H'$ )	Anfibios	2.273	2.406	2.546
	Lagartijas	1.989	2.195	2.227
	Serpientes	2.550	2.551	<b>2.735</b>
	<b>Total</b>	3.055	3.181	3.307

Índice	Grupo taxonómico	Selva	Acahual	Total
Equidad (J)	Anfibios	0.8611	0.8492	0.8647
	Lagartijas	0.7175	0.7474	0.7435
	Serpientes	0.8580	0.9200	<b>0.8497</b>
	<b>Total</b>	0.8026	0.8051	0.7953

### 7.5 Similitud de la comunidad de anfibios y reptiles entre tipos de vegetación

En general, el valor de similitud de la comunidad herpetofaunística entre selva y acahual fue de  $C_J=0.516$  y compartieron el 51.5% de las especies. En este mismo sentido, la similitud se comportó distinto por grupo taxonómico, donde los anfibios presentaron un valor  $C_J=0.632$  (63.1% de especies compartidas), las lagartijas fue de  $C_J=0.750$  (75% de especies compartidas), mientras que la comunidad de serpientes presentó un valor  $C_J=0.240$  (24% de especies compartidas) (Tabla 9).

**Tabla 9.** Valores de similitud de la comunidad herpetofaunística de la Sierra El Madrigal.

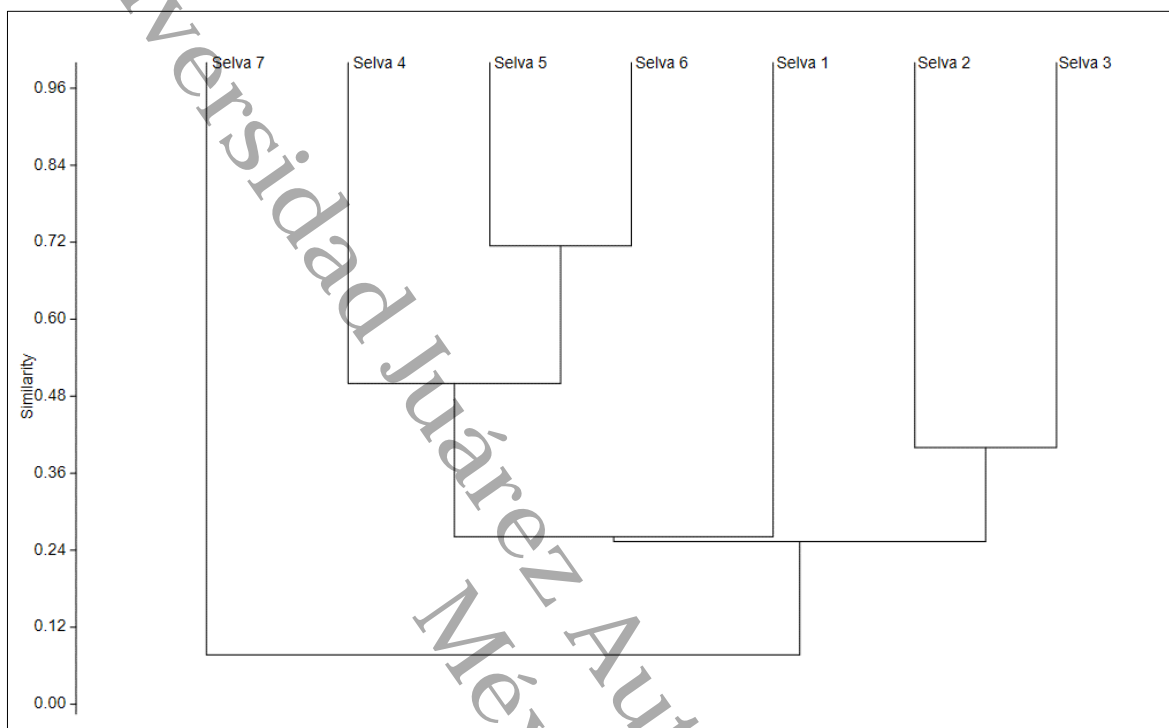
Grupo taxonómico	Tipo de vegetación	Selva	Acahual	Total de especies
Herpetofauna	Selva	<b>45</b>	<u>33</u>	64
	Acahual	<i>0.516</i>	<b>52</b>	
Anfibios	Selva	<b>14</b>	<u>12</u>	19
	Acahual	<i>0.632</i>	<b>17</b>	
Lagartijas	Selva	<b>16</b>	<u>15</u>	20
	Acahual	<i>0.750</i>	<b>19</b>	
Serpientes	Selva	<b>15</b>	<u>6</u>	25
	Acahual	<i>0.240</i>	<b>16</b>	

**Número en negrita:** Especies por tipo de vegetación, **Número subrayado:** Especies compartidas, **Número en cursivo:** Valor de similitud.

#### 7.5.1 Asociación de anfibios en selva

La similitud de jaccard muestra asociaciones muy cercanas entre la comunidad de anfibios registrados en la selva 5 y 6 ( $C_J=0.72$ ) las cuales comparten especies con la selva 4. Otra agrupación con menor similitud fueron selva 2 y 3 ( $C_J=0.40$ ) pero

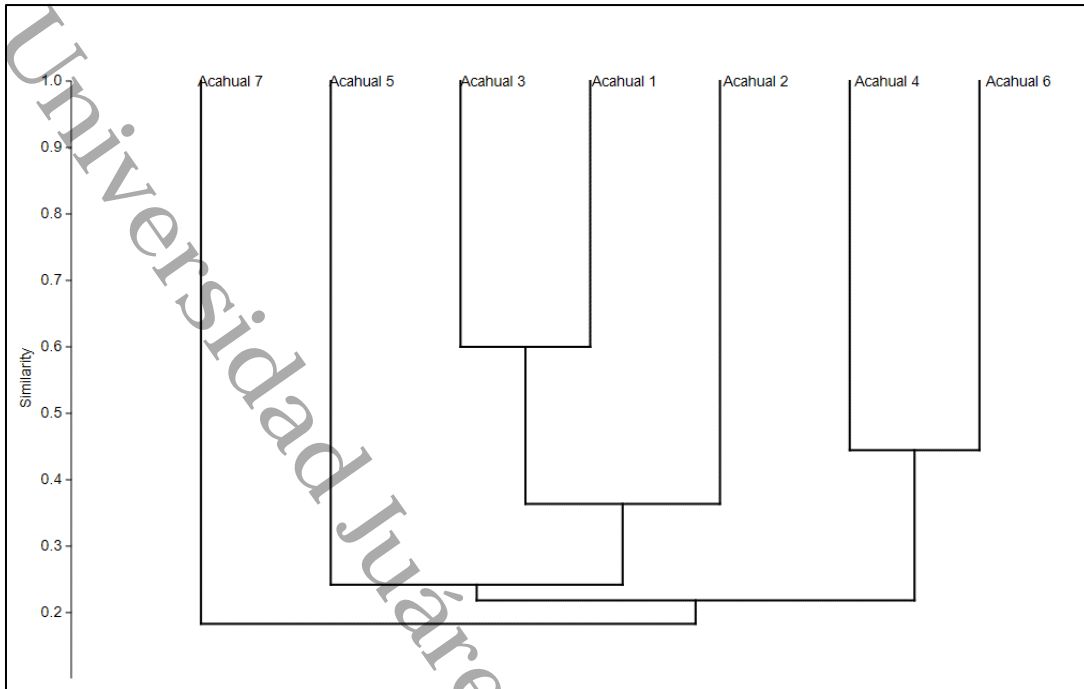
comparten algunas especies con la selva 1. Por otro lado la composición de la selva 7 es distinta respecto a las demás selvas de la sierra (Figura 32).



**Figura 32.** Asociaciones de similitud de la comunidad de anfibios entre selvas.

### 7.5.2 Asociaciones de los anfibios en acahual

En la vegetación secundaria (acahual) la comunidad de anfibios entre los acahuales 1 y 3 presentaron un valor medio de similitud ( $C_J = 0.60$ ) y compartieron algunas especies con el acahual 2. En este mismo sentido, los acahuales 4 y 6 resultaron con un valor más bajo de similitud ( $C_J = 0.44$ ), mientras que la composición de los acahuales 7 y 5 fueron diferentes respecto a los demás acahuales muestreados en la sierra (Figura 33).



**Figura 33.** Asociaciones de similitud de la comunidad de anfibios entre acahuales.

### 7.5.3 Asociaciones de lagartijas en selva

Se formaron tres grupos, donde la similitud ( $C_j = 0.55$ ) se presentó entre las selvas 4 y 6, que comparten algunas especies con la selva 5. El segundo grupo formado por las asociaciones entre las selvas 2 y 3 resultaron con valores bajos ( $C_j = 0.38$ ). El último grupo, se formó entre las selvas 7 y 1, las cuales muestran una composición diferente respecto a las otras selvas muestreadas en la sierra (Figura 34).



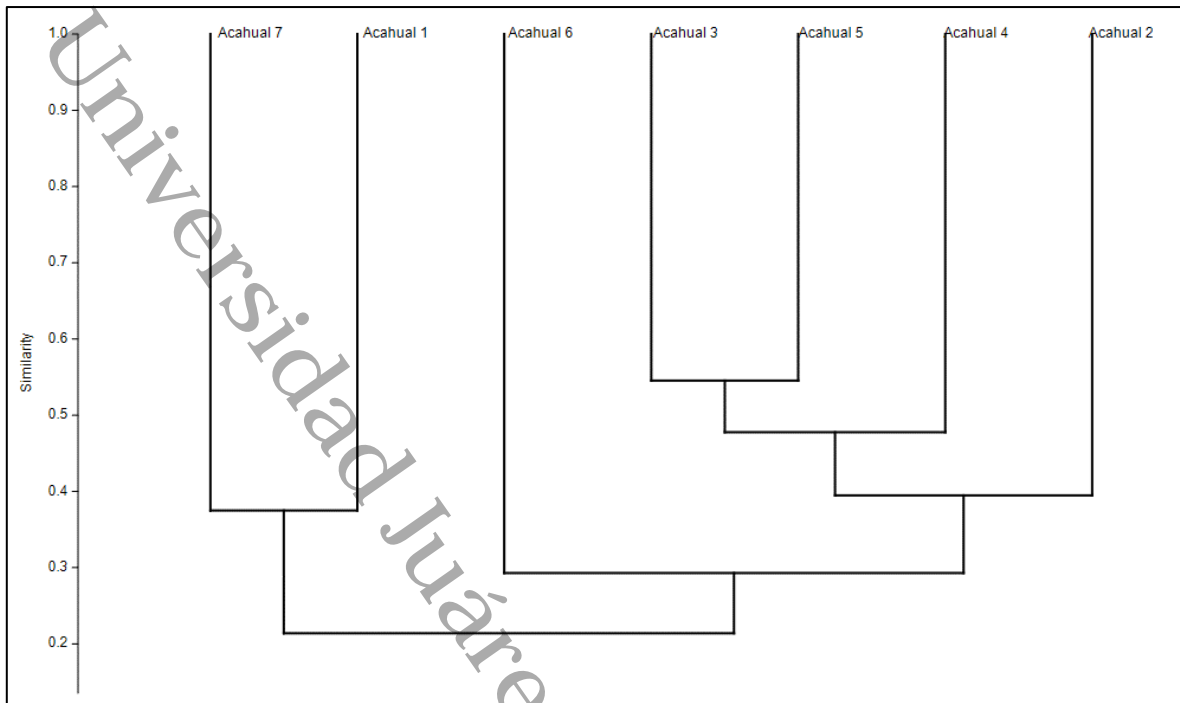
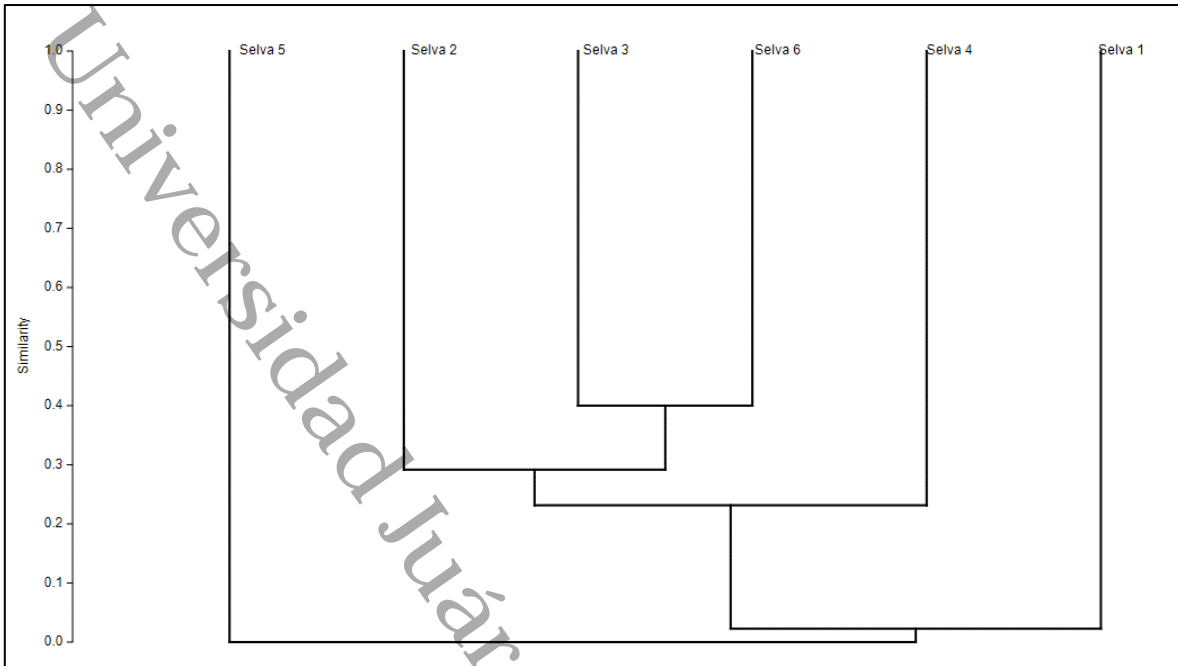


Figura 35. Asociaciones de similitud de la comunidad de lagartijas en acahual.

#### 7.5.5 Asociación de serpientes en selva

En este tipo de vegetación se registraron serpientes en seis sitios muestreo y solo en la selva 7 no se obtuvieron registros. Sin embargo las seis selvas se caracterizaron por bajos solapamientos entre los sitios, donde las selvas 3 y 6 presentaron un valor de similitud por debajo de la media ( $C_j = 0.40$ ) y compartieron algunas especies con la selva 2 y además menor asociación con la selva 4. Por su parte la selva 1 y 5 se mostraron distintas con los otros sitios (Figura 36).



**Figura 36.** Asociaciones de similitud de la comunidad de serpientes en selva

#### 7.5.6 Asociación de serpientes en acahual

En este tipo de vegetación, la comunidad de serpientes se caracterizó por bajos solapamientos entre los sitios, donde los acahuals 1, 2 y 3 presentaron un valor de similitud muy bajo ( $C_{\mathcal{F}} = 0.20$ ) y compartieron pocas especies con acahual 7. Los acahuals 3, 4 y 7 presentaron una composición diferente en comparación con los demás sitios (Figura 37).



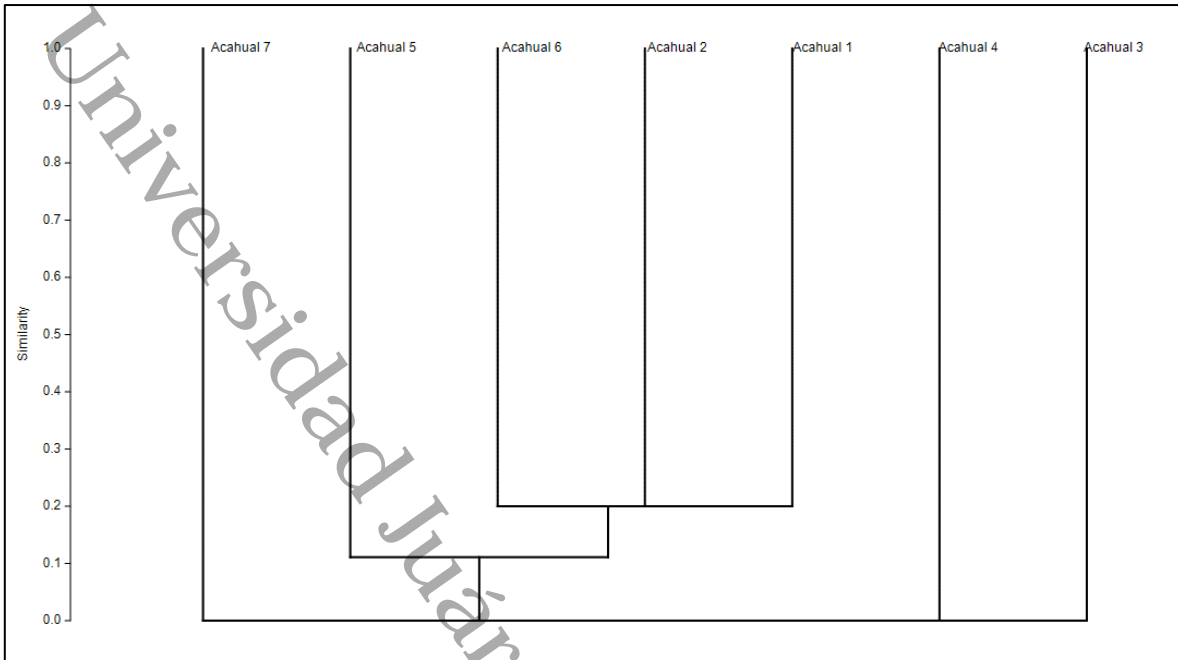


Figura 37. Asociaciones de similitud de la comunidad de serpientes en acahual.

## 8.0 DISCUSIÓN

Este trabajo representa el primer estudio ecológico sobre comunidades de anfibios y reptiles en la selva alta perennifolia y vegetación secundaria (Acahual) de la Sierra El Madrigal. Después de un esfuerzo de muestreo de 960 horas hombre, se reportó una representatividad de 19 especies de anfibios, 20 especies de lagartijas y 25 especies de serpientes, que representan el 42.1% del total reportado para Tabasco (Barragán-Vázquez et al. 2015) y el 5.1% para México (Flores-Villela y García-Vázquez 2014; Parra-Olea et al. 2014).

### 8.1 Uso de microhábitat

La representatividad de anfibios y reptiles reportada en los 11 tipos de microhábitats enfatiza la importancia de los recursos que ofrecen estos sitios. Los resultados arrojaron que unos microhábitats son más usados que otros en función de las necesidades de cada especie. Por ejemplo, en anfibios hay una distribución heterogénea en el uso de microhábitat, es decir, que la mayoría de las especies ocuparon más de un tipo. En el caso de la familia Hylidae, destacan los sustratos “arbustivo” y “herbáceo” como los más usados lo que podría ser facilitado por la presencia de extremidades adaptadas para ocupar estos sitios. Estas asociaciones son reflejadas en el análisis de similitud, donde las especies arborícolas comparten un mismo microhábitat (*D. microcephalus*, *A. spinosa*, *S. baudinii*, *S. cyanosticta*, *T. loquax*), aunque también ocuparon otros microhábitats, como “arroyo” y “fuste”.

Las especies pertenecientes a la familia Craugastoridae y Eleutherodactylidae demostraron que usan principalmente los microhábitats “roca”, “hojarasca” y “herbácea”, lo cual coincide con lo arrojado en el análisis de similitud. Estas ranas presentan desarrollo directo en el suelo del bosque sin depender de un cuerpo de agua, lo que les permite ventajas en explotar varios microhábitats terrestres (Vitt & Caldwell, 2014). De acuerdo con Toucher y colaboradores (1997), la abundancia de estos individuos se encuentra relacionada positivamente con estos tipos de microhábitat y con la cobertura de dosel. También es importante resaltar que *C. loky*, *I. valliceps* y *C. alfredi* son especies de hábitos terrestres y en este estudio se

les vieron en seis y siete microhábitats, por lo que podría decirse que no están limitados a estar a nivel del suelo. Sin embargo, *B. mexicana* fue contrario, mostrándose aislada de las otras especies y probablemente se debe a que en este estudio solo se registró un individuo en una “planta epífita”, por lo que no es un indicador fiable y se requiere aumentar los esfuerzos en este tipo de microhábitat. La distribución vertical que se presentó en el uso de microhábitat de los anfibios en selva y acahual podría ser para evitar competencia de recursos, como alimento, vocalizar, refugio o escapar de depredadores (Krausman, 1999), dado que el microhábitat es el primer recurso repartido entre especies coexistentes para reducir la competencia (Toft 1980).

El uso de microhábitat por la comunidad de lagartijas presentó una distribución heterogénea, donde la mayoría de las especies ocuparon más de un tipo de microhábitat marcado por un orden, por ejemplo, “fuste” del árbol, “arbusto” y “hojarasca” fueron los microhábitats más usados por las lagartijas de hábitos arborícolas pertenecientes a las familias Corytophanidae y Dactyloidae, además se suman las especies terrestres pertenecientes a las familias Phrynosomatidae, Scincidae, Teiidae, Xantusiidae. Todas las especies pertenecientes a esta familia, también fueron vistas usando otros microhábitats por lo que no están limitados y probablemente se mueven de acuerdo a los recursos disponibles como alimento o refugio. Los microhábitats “arroyo” y “cueva” fueron los sitios menos usados, pero en el primer caso, las especies observadas (*B. vittatus* y *A. barkeri*) se relacionan con cuerpos de agua (Lee 1996), mientras que en el segundo caso fueron ocupadas por las especies más abundantes (*A. uniformis*, *A. compressicauda*) y comparten el mayor número de microhábitats en la Sierra.

Las serpientes igualmente presentaron una distribución heterogénea en el uso de microhábitat. Es decir, que de los nueve tipos de sustratos, “hojarasca”, “suelo” y “roca”, fueron los más usados, sin limitar que al igual que los grupos anteriores compartieran más de uno. Las asociaciones igualmente manifestaron el uso de microhábitats terrestres (hojarasca, suelo, roca) por lo que la elección podrían

dependen de los recursos que ahí existan, por ejemplo, la hojarasca se caracteriza por brindar cobertura térmica y protección a pequeños animales (Gallina-Tessaro 2011) y que posiblemente forman parte de la dieta o también podría atribuirse a la estructura corporal de las serpientes; la mayoría de los ofidios terrestres observados en este estudio poseen cuerpos largos, de tamaño medio, mientras que las arborícolas tienen masas corporales pequeñas, cuerpos comprimidos, colas largas y ojos relativamente grandes (Cadle & Greene 1993).

Es importante resaltar que las serpientes presentaron baja frecuencia de observación durante los muestreos. Este el bajo número de registros también se presentó en otros sitios de la Sierra de Tabasco (Triana-Ramírez 2007, Pérez-Cruz 2008) por lo que, este comportamiento dificulta su análisis en relación al uso de los microhábitats debido a la excelente capacidad que tienen para camuflajearse con el sustrato y la abundante disponibilidad de refugios que existen en la zona, además no se descarta la posibilidad de que en este grupo taxonómico se requieran más distancia de búsqueda o aumentar los números de transecos que permita arrojar datos representativos debido a su difícil detección en campo.

Por otro lado, no se mostró una clara diferencia del uso de microhábitat entre selva y vegetación secundaria (acahual) debido a que ambos tipos de vegetación presentan características similares por la cercanía existente entre ellos y comparten características ambientales similares que se reflejan en los anfibios y lagartijas quienes presentaron poca diferencia en el recambio de especies y no así en serpientes donde la similitud de especies fueron muy bajo. Esta tendencia también fue observada por Urbina-Cardona y Reynoso-Rosales (2005) por lo que es probable que el recambio de la herpetofauna pueda estar influenciado debido a que la vegetación secundaria ocupa mayor superficie y rodea a la selva, lo que influye en el flujo de animales.

## **8.2 Relación con variables ambientales**

Es conocido que las variables ambientales explican la variación en la riqueza de especies (Koleff 2005), por lo que, la diversidad herpetológica de la Sierra El Madrigal puede estar influenciada por las variables climáticas consideradas en este estudio. Derivado del análisis exploratorio de la relación de la comunidad de anfibios y reptiles con las variables ambientales medidas (Temperatura, Humedad, Presipitación, Velocidad de viento, Altura de percha, Altitud), arrojaron asociaciones positivas donde cada taxa lo hizo de manera distinta. Por ejemplo, los anfibios se asociaron más con la temperatura (27.1°C) y la humedad ambiental (80.5%), mientras que las lagartijas con la altitud (60-900 m) y presipitación (342 mm mensuales) y las serpientes con la temperatura (27.5°C) y altura de percha. Este patrón, podría indicar que las especies no dependen de una sola variable ambiental para sobrevivir, probablemente eso les ha permitido mantenerse a pesar de que la Sierra El Madrigal a sufrido pérdidas de la vegetación original (Salazar et al. 2004).

También es importante mencionar que en los tres taxa analizados, se presentaron especies con pocos registros que proporcionaron poca información sobre su relación con las variables medidas o que probablemente se relacionen con alguna otra variable que puede ser importante en el uso de microhábitat (Heyer et al. 1994).

## **8.3 Estructura de la comunidad herpetofaunística**

Distintas poblaciones son capaces de coexistir al ocupar diferentes microhábitats dentro de un área determinada y contribuir a la biodiversidad (Pianka 1994). Esta se incrementa por la variedad y cantidad de microhábitats disponibles (Diamond 1998). En este sentido, encontramos que los 11 microhábitats considerados en este estudio albergaron una riqueza de 64 especies, por lo que si se consideran otros tipos de microhábitats como el dosel de los árboles, podrían encontrarse otras especies e incrementar la representatividad herpetofaunística de la Sierra El Madrigal.

### 8.3.1 Riqueza de especies

El estimador de riqueza Chao 1, reflejó que para la comunidad de anfibios y lagartijas se registró el mayor número de especies esperadas para la Sierra. Sin embargo, la curva de acumulación no se estabilizó totalmente en ambos taxas. Este mismo comportamiento fue observado por Urbina-Cardona y Reynoso-Rosales (2005) en la cual la curva de acumulación no logra estabilizarse en anfibios y reptiles en la sierra de los tuxtlas. Lo anterior, sugiere que en el área de estudio podrían presentarse otras especies no registradas en este trabajo. En contraste, la comunidad de serpientes, presentó un comportamiento distinto con el 45.5% y 44.8% de representatividad de acuerdo con los estimadores Chao 1 y ACE, debido a que las especies raras (16 únicas y 3 dobles) tendieron a aumentar a medida que se incrementaron los esfuerzos de muestreo.

Los datos sugieren que para incrementar la representatividad herpetofaunística es necesario aumentar los esfuerzos de muestreo o bien cubrir otros tipos de vegetación presentes en la Sierra, como los pastizales circundantes, los agroecosistemas de café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*), plantaciones forestales de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*) (Salazar et al. 2014). En este estudio, solo cubrió los relictos de selva alta perennifolia y vegetación secundaria (acáhual) donde los los muestreos fueron realizados de forma discontinua por lo que no se cubrió sistemáticamente las épocas de lluvias y secas que probablemente arrojarían registros notables. Es importante mencionar que, durante los muestreos se observó un ejemplar adulto de *Lampropeltis polizona* fuera de los transectos sumándose a la riqueza ofidiofaunística a 26 especies y no fue considerado en el análisis.

Sin embargo, estudios recientes en la Sierra de Tabasco reportaron especies que probablemente puedan encontrarse en el área de estudio debido a la similitud del paisaje y cercanía, tales como los anfibios *Agalychnis callidryas*, *Dendropsophus ebraccatus*, *Gastrophryne elegans*, *Leptodactylus fragilis*, *Lithobates vaillanti*, *Trachycephalus typhonius* (Ríos-Rodas 2009, Torrez-Pérez 2010, Miranda-Pecero

2014), las lagartijas *Sphaerodactylus millepunctatus* (Ríos-Rodas et al. 2016), *Anolis sagrei*, *Hemidactylus frenatus*, *Iguana iguana*, *Sceloporus serrifer* y *Marisora brachypoda* (Miranda-Pecero 2014 y Guzmán-Nieto 2011, Barragán-Vazquez et al. 2004), las serpientes *Sibon dimidiatus* (Ríos-Rodas et al. 2016), *Adelphicos visoninus*, *Clelia scytalina*, *Coniophanes imperialis*, *Leptodeira frenata*, *Masticophis mentovarius*, *Oxybelis aeneus*, *Pseudelaphe flavirufa*, *Spilotes pullatus*, *Xenodon rabdocephalus* (Guzmán-Nieto 2011, Pérez-Cruz 2008; Triana-Ramírez 2007), así como la tortuga *Kinosternon leucostomum* (Guzmán-Nieto 2011).

Además, no se descarta la posibilidad de presentarse especies de distribución potencial en la zona de estudio como los anfibios *Agalychnis moreletii*, *Bolitoglossa platidactyla*, *Dermophis mexicanus* (Smith and Taylor 1948), *Engystomops pustulosus*, *Hyalinobatrachium fleischmanni*, e *Hypopachus variolosus* (Köhler 2011). De lagartijas pueden encontrarse las especies: *Aspidoscelis deppii*, *Scincella gemmingeri*, (Köhler 2003), *Celestus rozellae*, (Lee 1996), *Anolis laeviventris*, *Anolis tropidonotus*, *Hemidactylus turcicus*, *Ctenosaura similis*, (Smith and Taylor 1950). En el caso de las serpientes pueden presentarse *Epictia goudotii*, *Porthidium nasutum*, *Thamnophis marcianus* (Köhler 2003), *Adelphicos quadrivirgatum*, *Amastridium veliferum*, *Thamnophis proximus*, *Tretanorhinus nigroluteu*, (Lee 1996), *Clelia clelia*, *Dipsas maxillaris*, *Indotyphlops braminus*, *Imantodes gemmistratus*, *Leptodeira annulata*, *Nerodia rhombifer*, *Ninia diademata*, *Phrynonax poecilonotus*, *Pliocercus elapoides*, *Scaphiodontophis annulatus*, *Thamnophis sauritus*, *Thamnophis sumichrasti* (Smith and Taylor 1945).

### 8.3.2 Registros notables

La riqueza de especies fue muy alta respecto a otros estudios realizados en la Sierra de Tabasco y aporta nuevos registros para la herpetofauna de Tabasco, cubriendo así un vacío en la distribución conocida de las siguientes especies: la rana coronada *Anothea spinosa* ha sido reportada en los estados de Puebla,

Oaxaca y Reserva Estatal La Pera, en Berriozabal, Chiapas, siendo ésta la localidad más cercana a la Sierra El Madrigal (Luría-Manzano, 2014). En la región de los Tuxtlas, Veracruz, Vogt et al. (1997) la reportaron como rara en la zona, dato que coincide con lo registrado en este estudio con dos individuos observados durante los muestreos (Torrez-Pérez y Barragán-Vázquez 2017).

Se confirma la presencia de *Anolis biporcatus* para Tabasco Lee (1996) y Köhler (2003) muestran una distribución potencial para la entidad, sin embargo, en este estudio fue registrado en la Sierra El Madrigal, además de otros avistamientos previos en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana y Parque Ecoturístico Muku Chen, Tacotalpa, ambos en la Sierra de Tabasco (Ríos-Rodas et al. 2016, Barragán-Vázquez et al. 2004).

La distribución de la lagartija *A. capito* está pobremente documentada en Tabasco (Köhler et al. 2005) pero fue registrada por Smith y Taylor (1950) sin una localidad específica, por lo que en este estudio se confirma su distribución.

*Anolis compressicauda* es una lagartija endémica para México con distribución conocida en los estados de Oaxaca, Veracruz y Chiapas. Esta especie extiende su área de distribución a 87 km al norte (línea recta) desde la localidad más cercana que es Berriozábal, Chiapas (García, 2015). Para Tabasco ha sido registrada en el Parque Ecoturístico Muko Chem, Tacotalpa (Ríos-Rodas et al. 2016) y Teapa correspondiente a este estudio.

*Corytophanes cristatus*, extiende su área de distribución geográfica a partir del registro más cercano en la Zona Arqueológica de Palenque, Chiapas a 83 km en línea recta al este de la Sierra El Madrigal (Triana-Ramírez et al. 2016). Esta lagartija presenta una distribución conocida desde el centro de Veracruz, hacia el sur en la base de la Península de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Oaxaca Chiapas y Guatemala (Lee 1996).



En México, *Amastridium sapperi* presenta una distribución en los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas (Lara-Tufiño et al. 2014), por lo que el registro de esta especie en el área de estudio contribuye en su ampliación de su distribución geográfica para Tabasco.

*Amerotyphlops tenuis*, fue avistada por primera vez en Teapa, Tabasco por Smith y Taylor (1945) y posteriormente por Dixon y Hendricks (1979), aunque no mencionan localidad de registro, por lo que, en este estudio se reencuentra después de 37 años del último avistamiento y con localidad específica.

Se tiene el registro histórico de que en Tabasco se distribuía *Atropoides nummifer*, descrita originalmente por un ejemplar colectado en Teapa, Tabasco (Burger 1950:62, citado en McDiarmid et al. 1999). Si embargo se ha documentado que esta especie es endémica a México con una distribución que parte del suereste del estado de San Luís Potosí, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca, en contraste, *A. mexicanus* presenta una distribución al norte del estado de Chiapas, México, Guatemala, Honduras y Costa Rica (Castoe et al. 2009, Smith y Ferrari-Castro 2008, Castoe et al. 2003). Por lo que en este trabajo se confirma su ampliación geográfica para la Sierra de Tabasco y confirmando el avistamiento realizado por Smith y Taylor (1945) quienes la registraron sin localidad definida.

*Bothriechis schlegelii*, representa el primer registro y localidad específica de su distribución para Tabasco. Presenta una distribución conocida a partir de la zona norte del estado de Chiapas en México hasta Centroamérica (Lee, 1996).

La serpiente *Geophis laticinctus* igualmente amplía su distribución tanto espacial como altitudinal a partir del registro más cercano en Francisco I. Madero, Jitotol, Chiapas, México a 1800 metros de altitud sobre el nivel del mar (Leslie 1967). En la Sierra El Madrigal fueron registrados tres organismos entre 590 y 630 de altitud sobre el nivel del mar (Barragán-Vázquez et al. 2017).

*Micrurus elegans*, fue reportada por Smith y Taylor (1945) para Tabasco y reencontrada 69 años después en este estudio. Durante mucho tiempo fue considerada con distribución potencial para el estado (Köhler (2003) sin avistamientos recientes, probablemente por ser una serpiente que se refugia entre la hojarasca, troncos podridos, o en el interior de termiteros y hormigueros haciendo difícil su avistamiento (Ramírez-Bautista et al. 2004). En este estudio fue observada a una altitud de 848 metros en selva dentro de un tronco podrido a nivel del suelo.

### 8.3.3 Abundancia relativa

De acuerdo con los datos obtenidos por cada tipo de vegetación, los anfibios presentaron mayor uniformidad en sus abundancias que en lagartijas y serpientes, es decir, que los individuos de cada especie están repartidos equitativamente y solo algunas especies muestran mayor representatividad, sin embargo entre selva (*S. baudini*, *C. alfredy*, *C. loky*) y acahual (*C. berkenbuschii*, *C. loky*, *I. valliceps*) difieren en algunas especies. Se ha reportado que estas especies han resultado ser las más abundantes en otros sitios de la sierra de Tabasco (Miranda-Pecero 2014, Torrez-Pérez 2010, Ríos-Rodas 2009) por lo que era de esperarse en este estudio.

En lagartijas fue distinto, donde se observó que *A. uniformis* fue dominante tanto en selva como en acahual y este mismo comportamiento también se presentó en la reserva privada de Holcim Apasco, Macuspana, Tabasco (Flores-Escalona 2016), en el cerro Coconá, Teapa, Tabasco (Miranda-Pecero 2014) y en la selva tropical de los Tuxtlas, Veracruz, donde igualmente fue común observarla en selvas y ecotonos (Urbina-Cardona et al. 2006). La lagartija escamosa *S. teapensis* solo fue dominante en el acahual y probablemente se debe a que en este tipo de vegetación secundaria existen claros donde penetra la luz del sol, la cual ellos aprovechan para captar energía (Zug et al. 2001).

En serpientes se presentaron pendientes similares tanto en selva como en acahual, donde se distribuyó un pequeño número de especies abundantes donde resultó dominante *I. cenchoa* siendo común en estos tipos de vegetación (Lee 2000) y además un gran número de especies raras, lo cual se atribuye a que fueron especies con pocos registro durante el estudio y esta misma tendencia fue similar en la Sierra de los Tuxtlas (Urbina-Cardona et al. 2006).

### 8.3.4 Diversidad y Equitatividad

De los tres taxones evaluados en relación a la diversidad herpetofaunística de la Sierra y por tipo de vegetación, las serpientes fue el grupo con el mayor valor de diversidad, por encima de los anfibios y lagartijas, en estos dos últimos taxones los valores presentaron variaciones poco relevantes entre acahual y selva, no así en serpientes que presentaron valores similares. Lo anterior, es un patrón ecológico que puede estar relacionado por la heterogeneidad del paisaje (Stevens, 1989) e influenciado por fenómenos demográficos que ocurren por la cercanía de los sitios de muestreo donde guardan cierta relación (Shmida y Wilson 1985).

A nivel de paisaje, la diversidad de anfibios y reptiles en la Sierra El Madrigal fue alta comparado con otros sitios de la Sierra sur del estado, por ejemplo, la comunidad herpetofaunística de Boca del Cerro presentó valores de diversidad media ( $H'=2.28$  en acahual,  $H'=2.26$  en selva) (Barragán-Vázquez 2006), mientras que la localidad de Villa Luz y Muku Chen fue de  $H'=2.53$  y  $H'=2.74$  (Guzmán-Nieto 2011). Por grupo taxonómico Miranda-Pecero (2014), encontró que la comunidad de anfibios ( $H'=1.60$ ) y reptiles ( $H'=2.05$ ) del Cerro Coconá, presentaron valores bajos en relación a lo obtenido en el presente estudio y puede atribuirse a que los muestreos fueron dirigidos en agroecosistemas de café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao*), mientras que en la Sierra El Madrigal fueron en selva alta perennifolia y vegetación secundaria (acahual). En este mismo sentido, la diversidad de anfibios del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana y Sierra de Boca del Cerro, Tenosique, resultaron bajos con valores de  $H'=1.97$  y  $H'=1.84$  representados por una riqueza de nueve y 11 especies

respectivamente, y abundancia baja en ambos estudios (Torrez-Pérez 2010, Pérez-Hernández 2004). En este estudio, la comunidad de serpientes presentó una diversidad alta ( $H'=2.73$ , 25 especies) comparada con la obtenida en los estudios ofidiofaunísticos realizados en Oxolotán, Tacotalpa ( $H'=2.58$ ) (Pérez-Cruz 2008) y en el Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana ( $H'=2.3$ ) (Triana-Ramírez 2007), los cuales fueron representados por 15 y 11 especies. En contraste, la diversidad de la comunidad de lagartijas del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana fue representada por 17 especies y con un valor ligeramente mayor ( $H'=2.48$ ) (Barragán-Vázquez, 2004) que el obtenido en el actual estudio ( $H'=2.22$ ), pero resaltando que la riqueza de lagartijas de el El Madrigal fue mayor con 20 especies, por lo que estas variaciones pueden atribuirse a fenómenos demográficos como entrada y salida de individuos que ocurren en el paisaje (Halffter y Moreno 2005).

De acuerdo con el análisis de dominancia de la comunidad herpetológica, las abundancias de cada especie se encontraron repartidos equitativamente en selva como en acahual y este mismo patrón también fue similar en cada taxón. Este comportamiento no fue ajeno a las otras selvas de la región, debido a que también resultaron con datos similares en los tres grupos taxonómicos (Torrez-Pérez 2010, Pérez-Cruz 2008, Triana-Ramírez 2007, Barragán-Vázquez, 2004).

#### **8.4 Similitud entre tipos de vegetación**

De manera general, la similitud herpetofaunística entre selva y vegetación secundaria (acahual) fue media, es decir que el 51% de las especies fueron compartidas entre ambos tipos de vegetación. Sin embargo a nivel de taxa, cada grupo reveló un comportamiento distinto, donde las lagartijas mostraron una similitud alta con el 75% de las especies compartidas, mientras que los anfibios resultaron con una similitud media con el 63.1% de especies compartidas. En contraste, la proporción de especies de serpientes entre selva y acahual fue baja con un 24% de especies compartidas. Lo que sugiere que la ofidiofauna en el área de estudio es diversa cumpliendo con un patrón ecológico que mayor diferencia de especies, mayor diversidad entre pares de muestras (Koleff et al. 2003).

## 9.0 CONCLUSIONES

### 9.1 Uso de microhábitat

Los anfibios fueron observados usando 11 tipos de microhábitats, donde la mayoría de las especies presentaron afinidad por el sustrato “arbustivo”, “herbáceo” y “rocoso” y con menor presencia el terrestre.

La comunidad de lagartijas ocupó 11 tipos de microhábitats, de la cual “fuste”, “arbusto”, “hojarasca” y suelo fueron los más representativos. Es decir, que la comunidad de lagartijas existen especies que prefieren explotar los microhábitat en distinto niveles que van desde el terrestre hasta los arborícolas.

La comunidad de serpientes fue avistada en nueve tipos de microhábitats explotando con mayor frecuencia el sustrato “hojarasca”, seguido de “suelo” y “roca”, es decir que la mayoría de las especies que habitan en la sierra son de actividades terrestres y algunas de hábitos arborícolas.

### 9.2 Variables ambientales

Los anfibios presentaron afinidad positiva con la temperatura y humedad ambiental, mientras que las lagartijas fueron por la altitud y precipitación. En el caso de las serpientes se relacionaron con la temperatura y la altura de percha.

### 9.3 Composición herpetofaunística

La Sierra El Madrigal, fue representada por 64 especies de la cual el taxa mas diverso fueron las serpientes con 25 especies durante el estudio y una especies más avistada fuera de los transectos (*L. polyzona*) sumando 26 especies. Por su parte las lagartijas y anfibios fueron representadas por 20 y 19 especies respectivamente. Los estimadores arrojaron que la comunidad de anfibios y lagartijas se encuentran bien representadas y solo en serpientes faltan especies por registrarse en el área.

Por tipo de habitat, la vegetación secundaria (acahual) fue mas diverso con 52 especies, mientras que en selva se observaron 45 especies respectivamente. Para ambos tipos de vegetación la familia de reptiles Colubridae y Dactyloidae fueron las más diversas, mientras que para anfibios fueron Hylidae y Craugastoridae.

En general se realizaron 811 registros correspondientes a 394 individuos de lagartijas, 358 de anfibios y 59 de serpientes. Por hábitat, el acahual presentó 510 registros y 301 en selva. En lagartijas las especies mas abundantes fueron *A. uniformis*, *S. teapensis* y *A. compressicauda*. En anfibios, fueron *C. loki*, *C. berkenbuschii*, *I. valliceps*, *S. baundinii* y *S. cyanosticta*. En serpientes, solo *I. cenchoa* resultó ser la mas dominante.

#### 9.4 Estructura de la comunidad

La comunidad herpetológica de la Sierra El Madrigal, fue representada por una diversidad general de  $H' = 3.307$ , mientras que por tipo de hábitat, el acahual resultó mas diverso con un valor de  $H' = 3.181$ , seguido ligeramente por selva con  $H' = 3.055$ . Por taxa, las serpientes presentaron mayor diversidad con  $H' = 2.735$ , seguido de anfibios  $H' = 2.546$  y lagartijas  $H' = 2.227$ .

La equidad fue de  $J' = 0.7953$ . Sin embargo tanto acahual como selva presentaron valores similares ( $J' = 0.8051$  y  $J' = 0.8026$ ). Por taxón, las serpientes y anfibios presentaron valores de  $J' = 0.8497$  y  $0.8647$ , mientras que las lagartijas fue de  $J' = 0.7435$ .

La similitud herpetofaunística entre selva y acahual fue media ( $C_j = 0.516$ ). Los anfibios compartieron 63.1% de las especies, las lagartijas el 75% y serpientes el 24% de especies compartidas respectivamente. Las selvas 5 y 6 presentaron similitudes muy cercanas y se asocian con las otras, mientras que las selva 7 fue distinta. Por su parte los acahuales presentaron similitudes que oscilan entre valores medios (acahuales 1 y 3) a bajos (acahuales 4 y 6) y similitudes diferentes (acahuales 7 y 5).

## 10.0 LITERATURA CITADA

- Alfaro-Martínez, C. 2009. Densidad y microhábitat de la rana arborícola *Ecnomiohyla miotympanum* (Cope, 1863) en la región centro de Veracruz. Tesis profesional. Licenciatura en biología. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. 40 p.
- Altamirano-Álvarez, T. A., M. Soriano-Sarabia y J. Franco-López. 2016. Ecología de anfibios y reptiles: Métodos y técnicas para su estudio. Liga mexicana de fauna silvestre A. C. 100 p.
- AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. 2016. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Available: <http://amphibiaweb.org/>. (Accessed: Nov 10, 2016).
- Arreola, M. A., J. Sánchez C., A. Vargas M., L. Hernández Z. 2011. Ordenamiento territorial: Microrregión sierra de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental e Instituto para el Desarrollo Sustentable en Mesoamérica A. C., Petróleos Mexicanos. Villahermosa, Tabasco, México. 125 p.
- Arriaga, W. S. 1984. La fauna de Tabasco en la atención de naturalistas y científicos. *Divulgación Científica*. 2: 63-73.
- Barragán-Vázquez, M. R., M. A. Lopez-Luna & M. A. Torrez-Pérez. 2017. Geographic Distribution Squamata Serpentes: *Geophis laticinctus*. *Herpetological Review*. 48:1. 128.
- Barragán-Vázquez, M. R., M. A. Torrez-Pérez, L. Ríos-Rodas. 2015. Registros recientes de especies de anfibios y reptiles para Tabasco, México. *Revista Oficial de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación*. 19: 1. 132.
- Barragán-Vázquez, M. R. 2008. Análisis ecológico de la comunidad de anfibios y reptiles de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco, México. Tesis profesional. Maestría en Ciencias Ambientales. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 86 p.
- Barragán-Vázquez, M. R., D. I. Triana-Ramírez, M. A. Torrez-Pérez, O. Gómez-Martínez. 2004. Las lagartijas del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. En: Reunión Nacional de Herpetología. Villahermosa, Tabasco, México. 187 p

- Barragán-Vázquez, M. R. y J. Bolón-López. 1999. Herpetofauna de la Sierra de Huimanguillo, Tabasco, Mexico. Colección de Anfibios y Reptiles de Tabasco. (Datos no publicados).
- Bustos Z., M. G., Manjarrez, J. y Castro-Franco, R. 2013. Uso de microhábitat y termorregulación en *Sceloporus horridus horridus* (Wiegmann 1939) (Sauria: Phrynosomatidae). Acta Zoológica Mexicana, 29(1): 153-163.
- Cáceres-Andrade, S. P y J. N. Urbina-Cardona. 2009. Ensamblajes de anuros de sistemas productivos y bosques en el piedemonte llanero, departamento del Meta, Colombia. Caldasia. 31 (1): 175-194.
- Cadavid C., J. G., C. Román V. y A. F. Gómez T. 2005. Composición y estructura de anfibios anuros en un transecto altitudinal de los Andes Centrales de Colombia. Buenos Aires. Revista Mus. Argentino Ciencias Naturales. 7(2): 103-118.
- Cadle J. E. & H. W. Greene. 1993. Phylogenetic patterns biogeography and the ecological structure of neotropical snake assemblages. In: R. E. Ricklefs & D. Schluter. Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives. University of Chicago Press. 281-293.
- Calderón-Mandujano, R. R., C. Galindo-Leal, y J. R. Cedeño-Vázquez. 2008. Utilización de hábitat por reptiles en estado sucesionales de selvas tropicales de Campeche, México. Acta Zoológica Mexicana. (24) 1: 95-114
- Campbell, J. A. 1998. Amphibian and reptiles of Guatemala, The Yucatán and Belice. Animal Natural History Series. University of Oklahoma, Press Norman. 380 p.
- Campbell, J. A. & J. M. Savage. 2000. Taxonomic reconsideration of middle american frogs of the *Eleutherodactylus rugulosus* group (Anura: Leptodactylidae): A reconnaissance of subtle nuances among frogs Herpetological Monographs. 14: 186-192.
- Casas-Andreu, G., G. Valenzuela, A. Ramírez. 1991. Como hacer una colección de anfibios y reptiles. Instituto de Biología. Departamento de Zoología. Universidad Nacional Autónoma de México. 68 p.
- Castoe, T. A., J. M. Daza, E. N. Smith, M. M. Sasa, U. Kuch, J. A. Campbell, P. T. Chippindale & C. L. Parkinson. 2009. Comparative phylogeography of pitvipers suggests a consensus of ancient Middle American highland biogeography. Journal of Biogeography. 36. 88-103.
- Castoe, T. A., P. T. Chippindale, J. A. Campbell, L. K. Ammerman & C. L. Parkinson. 2003. Molecular systematics of the middle american jumping



- pitvipers (Genus atropoides) and phylogeography of the atropoides nummifer complex. *Herpetologica*. 59: 3. 421-432.
- CONAGUA, 2015. Comisión Nacional del Agua. Red de Estaciones Meteorológicas: Precipitaciones de las estaciones meteorológicas de Teapa, Río Puyacatengo y Tapijulapa.
- Colwell, R. K. 2013. Statistical estimation of species richness and shared species from sample. Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, CT, USA. Available: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>. Accessed: February 24 2016.
- Colwell, R. K., C. X. Mao y J. Chang. 2004. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. En: *Sobre la diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. 73-84
- Colwell, R. K. & J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 101-118.
- Cruz-Elizalde, R. y A. Ramírez-Bautista. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. Pachuca, Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 458-467.
- Crump, L. M. y N. J. Scott. 2001. Relevamientos por encuentros visuales. En: Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster, *Medición y monitoreo de la diversidad biológica: Métodos estandarizados para Anfibios*. Universidad Nacional de la Patagonia. Smithsonian Institution Press. España: 79-87.
- Delfín-Alfonso, S. A. Gallina-Tessaro y C. A. López-González. 2011. El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. Cap. 13. En: Gallina-Tessaro S. y C. López-González. *Manual de técnicas para el estudio de la fauna silvestre*. Instituto de Ecología A. C. 285-313
- Diamond, J. 1998. Factor controlling species diversity: overview and synthesis. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75:1. 117-129.
- Di-Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. W. Robledo. 2016. Grupo InfoStat/L Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Available: <http://www.infostat.com.ar>. Accessed: Junio 12 2016.
- Dixon, J. R. and F. S. Hendricks. 1979. The Wormsnakes (family Typhlopidae) of the neotropics, exclusive of the Antilles. *Zoologische Verhandelingen* 173:1-39.

- Espinosa-Escalante, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los Estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: Ciencia y cultura*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México: 53-56.
- Fernández-Badillo, F. y I. Goyenechea-Mayer. 2010. Anfibios y reptiles del valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 81: 705-712.
- Flores-Escalona, C. I. 2016. Comunidad herpetofaunística en selva y acahual de la reserva privada Holcim, planta Macuspana, Tabasco. Tesis profesional. Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 53 p.
- Flores-Villela, O. y García-Vázquez U. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 85: 467-475.
- Flores-Villela, O. y P. Gérez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso del suelo. 2da. Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad: Universidad Nacional Autónoma de México. CONABIO-UNAM. México, D.F. 469 p.
- Flores-Villela, O. 1993. Herpetofauna of Mexico: distribution and endemism. In *Biological diversity of Mexico: origins and distributions*, T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds.). Oxford University Press, New York. p. 253-280.
- Flores-Escalona, C. I. 2016. Comunidad herpetofaunística en selva y acahual de la reserva privada Holcim, Planta Macuspana, Tabasco. Tesis profesional. Licenciatura en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 53 p.
- Gallina-Tessaro, S. y C. López-González. 2014. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A. C. Universidad Autónoma de Querétaro, INE-Semarnat. México, D.F. 377 pp.
- Gallina-Tessaro, S. y C. López-González. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología A. C. Universidad Autónoma de Querétaro. 377 pp.
- García, B. 2015. *Anolis compressicauda*. Naturalista. Disponible en: <http://www.conabio.inaturalista.org>. (Consultado en Junio 2015).
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, Instituto de Geografía, UNAM, México. 90 p.
- Gaviño, T. G., C. Juárez-López y H. H. Figueroa-Tapia. 2007. *Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y Campo*. 2da. edición. Limusa. México: 308 p.

- González-Garzón, D. C. 2010. Ensamblaje de anfibios y su relación con variables del microhábitat en un gradiente potrero borde interior de bosque en la reserva forestal San José en la laguna protectora y productora de Pedro Palo (Tena, Cundinamarca). Tesis profesional. Licenciatura en biología. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. 35 p.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. In: Magurran A. E. and McGill B. J. Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment. Oxford University. 39-54
- Guzmán-Aguirre, C. C. 2008. Uso, preferencia de hábitat y aprovechamiento del tepezcuintle *Cuniculus paca* (Linneo, 1766) en el Parque Estatal La Sierra de Tabasco, México. Tesis profesional. Maestro en Ciencias. Instituto de Ecología A. C. 70 p.
- Guzmán-Nieto, L. A. 2011. Herpetofauna de dos áreas ecoturísticas con diferente grado de perturbación en el Parque Estatal "La Sierra", Tacotalpa, Tabasco. Tesis profesional. Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 52 p.
- Halffter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gama. En: Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gama. 5-18.
- Hall, L. S., P. R. Krausman and M. L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. Wildlife Society Bulletin. 25 (1): 173-182
- Hair, J. D. 1987. Medida de la diversidad ecológica. En: Manual de técnicas de gestión de vida silvestre. 4ta. edición. Wildlife Society. United State of America: 283-289.
- Hammer, O. H. & Ryan P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. 4 (1): 9 pp
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L. C. Hayek, and M. S. Foster, 1994. Supplemental Approaches to Studying Amphibian Biodiversity. In: Heyer, W. R., Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press, pp.143-182.
- Heyer, W.R., A.S. Rand, C.A.G de Cruz y O.L. Peixoto. 1988. Decimations, extinctions, and colonization of frog populations in southeast Brazil and their evolutionary implications. Biotrópica 20: 230-235.
- INEGI. 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas SIATL. Acceso: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#). Junio 4 2016.

- INEGI. 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico de Tabasco, México. 415 p.
- 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 arcnología*. 8 (31): 151-161.
- Johnson, D. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61: 65-71.
- Krebs, J.R. y Davies, N.B. 1993. An introduction to behavioural ecology. Blackwell Scientific. Oxford.
- Koepfen, W. 1948. Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra. Fondo de Cultura Económica. México.
- Köhler, G. 2011. Amphibians of Central America. Herpeton verlag. Offenbach, Germany. 379 p.
- Köhler, G., A. Schulze and M. Vesely. 2005. Morphological variation in *Norops capito* (PETERS, 1863), a wide-spread species in southeastern Mexico and Central America. *Salamandra journal*. 41: 129-136.
- Köhler, G. 2003. Reptiles of Central America. Herpeton verlag. Offenbach, Germany. 360 p.
- Koleff, P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. En: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic. *Sobre las diversidades biológicas: El significado de las diversidad alfa, beta y gama*. 19-40.
- Koleff, P., K. J. Gaston y J. J. Lennon. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*. 72:367-382.
- Krausman, P. 1999. Some basic principles of hábitat use. In. Launchbaugh, K.L., K. D. Sanders y J.C. Mosley. *Grazing behavior of livestock and wildlife. Ido Forest, Wildlife and range experimental station bulleting* 70. University of Idaho, Moscow. 85-90.
- Lara-Tufiño, D., R. Hernández-Austria, L. D. Wilson, C. Berriozabal-Islas, A. Ramírez-Bautista. (2014). New state record for the snake *Amastridium sapperi* (Squamata: Dipsadidae) from Hidalgo, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 654-657.
- Lee, J. C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya world: The lowlands of Mexico, northern Guatemala, and Belize. Comstock Publishing Associates. United State of America. 402 p.

- Lee, J. C. 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula. Comstock Publishing Associates. United State of America. 499 p.
- Leslie, D. F. 1967. Intrageneric relationships among colubrit snakes of the genus *Geophis* Wagler. Museum of Zoology, University of Michigan. 131: 193 p
- Luría-Manzano, R., J. L. Aguilar-López, L. Canseco-Márquez y M. G. Gutiérrez-Mayén. 2014. Distribución geográfica de *Anotheca spinosa* (Anura: Hylidae) en México: nuevo registro para la anfibiafauna de Puebla. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 1285-1288
- Lynch, J. D. 2000. The relationship of an ensemble of guatemalan and mexican frogs (*Eleutherodactylus*: Leptodactylidae: Amphibia). Zoología: Revista Académica Colombiana de Ciencias. 24 (90): 129-156.
- Macip-Ríos, R., S. López-Alcaide y A. Muños-Alonzo. 2013. Abundancia, uso de hábitat, microhábitat y hora de actividad de *Ameiva undulata* (Squamata: Teiidae) en un paisaje fragmentado del Soconusco chiapaneco. Revista mexicana de biodiversidad. 84: 622-629.
- Magurran, A. E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, USA. 138 p.
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra. Madrid, España. 200 p.
- Mandujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. Ciencia. Departamento de ecología y comportamiento animal del Instituto de Ecología, UNAM. 45: 203-211.
- Manzanilla, J. y Péfaur J. E. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de los anfibios y reptiles. Revista de Ecología de Latinoamérica Ambiental. 7: 17-30.
- Martínez-Baños, V., V. Pacheco-Flores y M. P. Ramírez-Pinilla. 2011. Abundancia relativa y uso de microhábitat de la rana *Geobatrachus walkeri* (Anura: Strabomantidae) en dos hábitats en Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Revista de biología tropical. 59 (2): 907-920.
- Martín-Regalado, C. N., R. M. Gómez-Ugalde y M. E. Cisneros-Palacios. 2011. herpetofauna del Cerro Guiengola, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. México Acta Zoológica Mexicana, 27(2): 359-376.
- Martínez-Vázquez, J., R. M. González-Monroy, J. R. Dávila-Márquez. 2006. Manual de Métodos de recolecta de plantas y animales. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de biología: Dirección General de Fomento Editorial. 234 p.

- McDiarmid, R. W., Campbell, J. A. y Touré, T. A. 1999. Snake Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. USA
- McGarigal, K., S. Cushman, & S. Stafford. 2000. Multivariate Statistic for wildlife and ecology research. Springer-Verlag. New York, E. U. A. 283 p.
- Mitchell, S. A. 2005. How useful is the concept of habitat? A critique. *Oikos* 110: 634-638.
- Miranda-Pecero, O. E. 2014. Evaluación de la composición y estructura de comunidad de anfibios y reptiles en dos agrosistemas en el cerro Coconá, Teapa, Tabasco. Tesis profesional. Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 60 p.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, España. 1: 84 p.
- Morris, D. W. 1987. Ecological scale and hábitat use. *Ecology*. 62:2 362-369
- Muños-Guerrero, J., V. H. Serrano y M. P. Ramirez-Pinilla. 2007. Uso de microhábitat, dieta y tiempo de actividad en cuatro especies simpátricas de ranas hílidas neotropicales (Anura: Hylidae). *Caldasia*. (29) 2: 413-425.
- Neu, C. W., Byers, C.R. & Peec, J.M. 1974. A technique for analysis of utilization availability data. *Journal of Wildlife Management* 38: 541-545.
- Ochoa-Gaona, S. L. F. Zamora-Cornelio, S. Cabrera-Pérez, N. A. González-Valdivia, I. Pérez-Hernández y V. López-Moreno. 2012. Flora leñosa útil de la sierra de Tenosique, Tabasco, México. Colegio de la Frontera Sur, México. 311 p.
- Ojeda-Cabrera, L. M. 2008. Microhábitats utilizados por ranas Craugastor (Familia Brachycephalidae) en la Reserva Protectora de Manantiales Cerro San Gil, Izabal. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. 66 p.
- Osorno-Muñoz, M. 1999. Evaluación del efecto de borde para poblaciones de *Eleutherodactylus viejas* (AMPHIBIA: ANURA: LEPTODACTYLIDAE), frente a corredores de servidumbre en diferente estado de regeneración, en dos bosques intervenidos por líneas de transmisión eléctrica de alta tensión. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 23: 347-356.
- Palma-López, D. J. y J. Cisneros D. 2000. Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco, vol. I, Fundación Produce Tabasco A. C, Villahermosa, Tabasco.

- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85: 460-466.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhan. 2005. Árboles tropicales de México: Manual para la indentificación de las principales especies. Tercera edición. Universidad nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México. 523 p.
- Pérez-Cruz, F. A. 2008. Ofidiofauna del poblado Oxolotán, municipio de Tacotalpa, Tabasco, México. Tesis profesional. Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 56 p.
- Pérez-Hernández, I. 2004. Análisis ecológico de los anfibios de Boca del Cerro, Tenosique, Tabasco: Tesis profesional. Licenciatura en Ecología. División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 45p.
- Pérez-Higareda, G., M. A. López-Luna y H. M. Smith. 2007. Serpientes de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México. Guía de identificación ilustrada. Universidad Nacional Autónoma de México. 193 p.
- Peter U., J. Hallermann and J. Hosek. 2016. The Reptilia DataBase. Zoological Museum Hamburg (new species and updates). Web pages and scripting. Available: <http://reptiledatabase.org/>. (Accessed: Nov 10, 2016).
- Pianka, E. R. 1994. *Evolutionary ecology*. Fifth edition. Harper College Publishers. 486 pp
- Ramírez-Bautista, A., F. Méndoza-Quijano, X. Hernández-Ibarra y H. Tovar-Tovar. 2004. Ficha técnica de *Micrurus elegans*. En: Arizmendi, M.C. Estatus y conservación de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W043. México, D.F.
- Rey-Benayas, J. M. 1995. Patterns of diversity in the strata of boreal montane forest in british columbia. *Journal of Vegetation Science*. 6: 95 p.
- Ríos-Rodas, L., M. R. Barragán-Vázquez. M. A. Torrez-Pérez, D. I. Triana-Ramírez. 2016. Herpetofauna de Muku Chen: Biodiversidad y Conservación. En: XIV Reunión Nacional de Herpetología. Tepic, Nayarit, México.
- Ríos-Rodas, L. 2009. Diversidad alfa y beta de anfibios en dos áreas con diferente grado de conservación en Tacotalpa, Tabasco. Tesis profesional.

- Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 58 p.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. Primera edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 p.
- Salazar, C. E. C., J. Zavala-Cruz, O. Castillo-Acosta, R. Cámara-Artigas. 2004. Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra El Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM. 54: 7-23.
- Savage, J. M. 1975. Systematics and distribution of the mexican and central american stream frogs related to *Eleutherodactylus rugulosus*. Copeia. 2: 254-306.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. Science 185: 27-39.
- Shmida, A. y M. V. Wilson. 1985. Biological determinants of species diversity. Journal of Biogeography. 12: 1-20
- Smith, E. N. and J. A. Ferrari-Castro. 2008. A new species of jumping pitviper of the genus *Atropoides* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) from the Sierra de Botaderos and the Sierra La Muralla, Honduras. Zootaxa 1948: 57-68.
- Smith, H. M. and E. H. Taylor. 1950. An annotated checklist and key to the reptiles of Mexico exclusive of the snakes. United States National Museum Bulletin 199: 1-253.
- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1948. An annotated checklist and key to the amphibia of Mexico. Smithsonian institutions United State National Museum. Bulletin 194. 1-118.
- Smith, H. M. y E. H. Taylor. 1945. Herpetology of Mexico: An annotated checklist and key to the snake of Mexico. Smithsonian institutions United State National Museum. Bulletin 187: 1-239.
- Stevens, G. C. 1989. The latitudinal gradient in geographic range: how so many Species Coexist in the Tropics. The American Naturalist. 133: 240-256
- Streichera, J. W., U. O. García-Vázquez, P. Ponce-Campos, O. Flores-Villela, J. A. Campbell y E. N. Smith. 2014. Evolutionary relationships amongst polymorphic direct-developing frogs in the *Craugastor rhodopis* Species Group (Anura: Craugastoridae). Systematics and Biodiversity, 12:1. 1-22.
- Torrez-Pérez, M. A. y M. R. Barragán-Vázquez, 2017. Geographic Distribution Anura-Frogs: *Anothea spinosa*. Herpetological review 48:1. 118



- Torrez-Pérez, M. A. 2010. La comunidad de anuros de la selva mediana subperennifolia del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Tesis profesional. Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 46 p.
- Traba, J. P. Acebes, V.E. Campos and S.M. Giannoni. 2010. Habitat selection by two sympatric rodent species in the Monte desert, Argentina. First data for *Eligmodontia moreni* and *Octomys mimax*. Journal of Arid Environments, 74: 179-185.
- Triana-Ramírez, D. I., M. R. Barragán-Vázquez, M. A. Torrez-Pérez, L. Ríos-Rodas. 2016. Geographic Distribution Squamata Lizards: *Corytophanes cristatus*. Herpetological Review. 47:4. 627
- Triana-Ramírez, D. I. 2007. Estudio de la comunidad de serpientes del Parque Estatal Agua Blanca, Tabasco, México. Tesis profesional. Licenciatura en Biología. División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 45 p.
- Tocher, M., C. Glascon & B. Zimmerman. 1997. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: A ten-year study. P. 616. En: Laurance, W. F. & R. O. Bierregaard (Eds.), Tropical Forest Remnants. University of Chicago Press, Chicago.
- Toft, C. 1980. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. Oecologia (45), 131-141.
- Urbina, C. J. N. y M. C. Londoño L. 2003. Distribución de la comunidad de herpetofauna asociada a cuatro áreas con diferente grado de perturbación en la isla Gorgona, Pacífico Colombiano. Revista Académica de Colombia. 27 (102): 105-113.
- Urbina-Cardona, J. y V. H. Reynoso. 2009. Uso del microhábitat por hembras grávidas de la rana de hojarasca *Craugastor loki* en la selva alta perennifolia de Los Tuxtlas, Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 80: 571-573.
- Urbina-Cardona, J., M. Olivares-Pérez, y V. H. Reynoso. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. Biological conservation, Elsevier. 132: 61-75.
- Urbina-Cardona, J. y V. H. Reynoso. 2005. Recambio de anfibios y reptiles en el gradiente potrero-borde-interior en Los Tuxtlas, Veracruz, México. En: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff & A. Melic. Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. 191-207.

- Vanzoline, P. E. y N. Papavero 1985. Manual de recolección y preparación de animales. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México: UNAM. México, D. F. 246 p.
- Vargas-Márquez, F. 2001. Área Natural Protegida de México con decretos estatales. Instituto Nacional de Ecología. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 1014 p.
- Vargas, S. F y Castro H. F. 1999. Distribución y preferencias de microhábitat en anuros (Amphibia) en bosque maduro y áreas perturbadas en Anchicayá pacífico Colombiano. Ecología. Caldasia 1: 95-109.
- Vitt, L. J. & J. P. Caldwell. 2014. Herpetology: An Introductory biology of amphibians and reptiles. 4st Edition. Elsevier Academic Press. Sam Noble Museum and Biology Department University of Oklahoma. Norman, Oklahoma. 757 p
- Vogt, R. C., J. L. Villarreal-Benítez y G. Pérez-Higareda. 1997. Lista anotada de anfibios y reptiles. En Historia natural de Los Tuxtlas, E. González-Soriano, R. Dirzo y R. C. Vogt. Instituto de Biología UNAM; Instituto de Ecología, UNAM; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 507-522.
- Wake, D. B., & J. F. Lynch. 1976. The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in Tropical America. Nat. Hist. Mus. Los Angeles Co., Sci. Bull. 25:1-65.
- Wilson L. D. y J. H. Townsend. 2007. A checklist and key to the snake of the genus *Geophis* (Squamata: Colubridae: Dipsadinae), with commentary on distribution and conservation. Zootaxa. 1395: 1-31.
- Zaldivar-Riverón, A., V. León-Regagnon y A. Nieto-Montes de Oca. 2014. Phylogeny of the Mexican coastal leopard frogs of the *Rana berlandieri* group based on mtDNA sequences. Science Direct. 30: 38-49.
- Zimmerman, L. B. 2001. Transectos de Bandas Auditivas. En: Medición y monitoreo de la Diversidad Biológica: Métodos estandarizados para Anfibios. Universidad Nacional de la Patagonia. Smithsonian Institution Press. España: 87-93.
- Zug G. R., L. J. Vitt & J. P. Caldwell. 2001. Herpetology: An introductory biology on amphibians and reptiles. Segunda edición. Academic Press, San Diego, California, E.E.U.U. 630 pp

## 11.0 ANEXOS

## Anexo 1. Anfibios y reptiles de la Sierra El Madrigal.

ORDEN	Familia	Género y especie	Clave de la especie	Individuos		
				Acahual	Selva	Total
<b>ANFIBIOS</b>						
ANURA						
	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	Iva	33	9	42
		<i>Rhinella marina</i>	Rma	3	-	3
	Craugastoridae	<i>Craugastor alfredi</i>	Cal	8	19	27
		<i>Craugastor berkenbuschii</i>	Cbe	43	2	45
		<i>Craugastor laticeps</i>	Cla	1	6	7
		<i>Craugastor loki</i>	Clo	37	17	54
		<i>Craugastor sp.</i>	Csp.	3	7	10
	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus leprus</i>	Ele	11	3	14
	Hylidae	<i>Anotheca spinosa</i>	Asp	-	2	2
		<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Dmi	15	4	19
		<i>Scinax staufferi</i>	Sst	1	-	1
		<i>Smilisca baudinii</i>	Sba	16	22	38
		<i>Smilisca cyanosticta</i>	Scy	29	3	32
		<i>Tlalocohyla loquax</i>	Tlo	6	2	8
		<i>Tlalocohyla picta</i>	Tpi	21	-	21
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Lme	25	-	25
	Ranidae	<i>Lithobates brownorum</i>	Lbr	1	-	1
CAUDATA						
	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa mexicana</i>	Bme	-	1	1
		<i>Bolitoglossa rufescens</i>	Bru	2	6	8
		<b>Total individuos de anfibios</b>		<b>255</b>	<b>103</b>	<b>358</b>
<b>SQUAMATA</b>						
SUBORDEN: SAURIA (Lagartijas)						
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Bvi	3	1	4
		<i>Corytophanes cristatus</i>	Ccr	2	2	4
		<i>Corytophanes hernandesii</i>	Che	8	10	18
	Dactyloidae	<i>Anolis barkeri</i>	Aba	3	-	3
		<i>Anolis biporcatus</i>	Abi	1	2	3
		<i>Anolis capito</i>	Aca	1	6	7
		<i>Anolis compressicauda</i>	Aco	21	30	51
		<i>Anolis lemurinus</i>	Ale	6	2	8
		<i>Anolis pentapryon</i>	Ape	-	1	1
		<i>Anolis rodriguezii</i>	Aro	9	4	13
		<i>Anolis sericeus</i>	Ase	4	2	6
		<i>Anolis uniformis</i>	Aun	59	65	124

ORDEN Familia	Género y especie	Clave de la especie	Individuos		
			Acahual	Selva	Total
Eublepharidae	<i>Coleonyx elegans</i>	Cel	1	-	1
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus teapensis</i>	Ste	60	5	65
Scincidae	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Psu	2	1	3
	<i>Scincella cherriei</i>	Sch	9	15	24
Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Sgl	1	-	1
Teiidae	<i>Holcosus festivus</i>	Hfe	17	17	34
	<i>Holcosus undulatus</i>	Hun	19	-	19
Xantusiidae	<i>Lepidophyma flavimaculatum</i>	Lfl	2	3	5
<b>Total individuos de lagartijas</b>			<b>228</b>	<b>166</b>	<b>394</b>
SUBORDEN: SERPENTES					
Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Bco	1	-	1
Colubridae	<i>Amastridium sapperi</i>	Asa	-	1	1
	<i>Coniophanes bipunctatus</i>	Cbi	1	-	1
	<i>Coniophanes fissidens</i>	Cfi	1	-	1
	<i>Dendrophidion vinitor</i>	Dvi	-	1	1
	<i>Drymarchon melanurus</i>	Dme	1	1	2
	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Dma	3	-	3
	<i>Ficimia publia</i>	Fpu	-	1	1
	<i>Geophis laticinctus</i>	Gla	-	4	4
	<i>Imantodes cenchoa</i>	Ice	6	10	16
	<i>Lampropeltis polyzona*</i>	-	-	-	-
	<i>Leptodeira septentrionalis</i>	Lse	2	2	4
	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Lah	1	1	2
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Lme	1	-	1
	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Mme	2	-	2
	<i>Ninia sebae</i>	Nse	1	-	1
	<i>Oxyrhopus petolarius</i>	Ope	1	-	1
	<i>Rhadinaea decorata</i>	Rde	1	3	4
	<i>Sibon nebulatus</i>	Sne	1	-	1
	<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Tsa	-	1	1
	Elapidae	<i>Micrurus diastema</i>	Mdi	-	1
<i>Micrurus elegans</i>		Mel	-	1	1
Typhlopidae	<i>Amerotyphlops tenuis</i>	Ate	1	-	1
Viperidae	<i>Atropoides mexicanus</i>	Ame	-	1	1
	<i>Bothriechis schlegelii</i>	Bsl	-	1	1
	<i>Bothrops asper</i>	Bas	3	3	6
<b>Total individuos de serpientes</b>			<b>27</b>	<b>32</b>	<b>59</b>

\*: Especie reportado fuera de transecto.

**Anexo 2. Catálogo fotográfico de los anfibios de la Sierra El Madrigal.**

Orden: Anura

Familia: Bufonidae



Foto 1. *Incilius valliceps*



Foto 2. *Rhinella marina*

Familia: Craugastoridae



Foto 3. *Craugastor alfredi*



Foto 4. *Craugastor berkenbuschii*



Foto 5. *Craugastor laticeps*



Foto 6. *Craugastor loki*

Familia: Eleutherodactylidae



Foto 7. *Craugastor sp.*



Foto 8. *Eleutherodactylus leprus*

Familia: Hylidae



Foto 9. *Anotheca spinosa*



Foto 10. *Dendropsophus microcephalus*



Foto 11. *Scinax staufferi*



Foto 12. *Smilisca baudini*



Foto 13. *Smilisca cyanosticta*



Foto 14. *Smilisca cyanosticta*



Foto 15. *Tlalocohyla loquax*



Foto 16. *Tlalocohyla picta*

Familia: Leptodactylidae



Foto 17. *Leptodactylus melanonotus*

Familia: Ranidae



Foto 18. *Lithobates brownorum*

Orden: Caudata: Familia: Plethodontidae



Foto 19. *Bolitoglossa mexicana*



Foto 20. *Bolitoglossa rufecens*

### Anexo 3. Catálogo fotográfico de las lagartijas de la Sierra El Madrigal.

Familia: Corytophanidae



Foto 21. *Basiliscus vittatus*



Foto 22. *Corytophanes cristatus*

Familia: Dactyloidae



Foto 23. *Corytophanes hernandesii*



Foto 24. *Anolis barkeri*



Foto 25. *Anolis biporcatus*



Foto 26. *Anolis capito*



Foto 27. *Anolis compressicauda*



Foto 28. *Anolis lemuringus*



Foto 29. *Anolis pentaprion*



Foto 30. *Anolis rodriguezii*



Foto 31. *Anolis sericeus*



Foto 32. *Anolis uniformis*



**Familia: Eublepharidae**



**Foto 33.** *Coleonyx elegans*

**Familia: Phrynosomatidae**



**Foto 34.** *Sceloporus teapensis*

**Familia: Scincidae**



**Foto 35.** *Plestiodon sumichrasti*



**Foto 36.** *Sphenomorphus cherriei*

**Familia: Sphaerodactylidae**



**Foto 37.** *Sphaerodactylus glaucus*

**Familia: Teiidae**



**Foto 38.** *Holcosus festivus*



**Foto 39.** *Holcosus undulatus*

**Familia: Xantusiidae**



**Foto 40.** *Lepidophyma flavimaculatum*

Anexo 4. Catálogo fotográfico de las serpientes de la Sierra El Madrigal.

Orden: Squamata: Suborden: Serpentes  
Familia: Boidae



Foto 41. *Boa constrictor*

Familia: Colubridae



Foto 42. *Amastridium sapperi*



Foto 43. *Coniophanes bipunctatus*



Foto 44. *Coniophanes fissidens*



Foto 45. *Dendrophidion vinitor*



Foto 46. *Drymarchon melanuros*



Foto 47. *Drymobius margaritiferus*



Foto 48. *Ficimia publia*



Foto 49. *Geophis laticinctus*



Foto 50. *Imantodes cenchoa*



Foto 51. *Lampropeltis polyzona*



Foto 52. *Leptodeira septentrionalis*

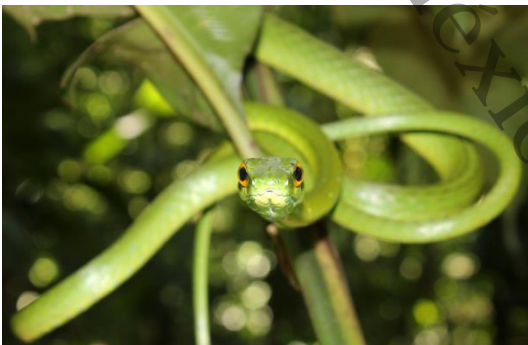


Foto 53. *Leptophis ahaetulla*



Foto 54. *Leptophis mexicanus*



Foto 55. *Mastigodryas melanolomus*



Foto 56. *Ninia sebae*



Foto 57. *Oxyrhopus petolarius*



Foto 58. *Rhadinaea decorata*



Foto 59. *Sibon nebulatus*



Foto 60. *Tropidodipsas sartorii*

Familia: Elapidae



Foto 61. *Micrurus diastema*



Foto 62. *Micrurus elegans*

Familia: Typhlopidae



Foto 63. *Amerotyphlops tenuis*



Foto 64. *Atropoides mexicanus*

Familia: Viperidae



Foto 65. *Bothriechis schlegelii*



Foto 66. *Bothrops asper*



Foto 67. Acahual (Vegetación secundaria)



Foto 68. Vista interior de la selva



Foto 69. Vista interior de la selva



Foto 70. Vista interior de la selva



Foto 71. Muestreo en acahual



Foto 72. Panorámica de la Sierra El Madrigal