UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

Campus Tuxpan

Maestría en Ciencias del Ambiente

"Diversidad de murciélagos en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz."

TESIS

Que para obtener el grado de:
Maestro en Ciencias del Ambiente

PRESENTA:

Isaías Rivera Vázquez

Director:

Dr. Juan Manuel Pech Canché

Co-Directora:

Dra. Maribel Ortiz Domínguez

Tuxpan, Ver. **2014**

Universidad Veracruzana

UNIVERSIDAD VERACRUZANA
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Maestría en Ciencias del Ambiente

Universidad Veracruzana

Revisión del trabajo de intervención del alumno: **Isaías Rivera Vázquez**

Nombre	Fecha	Fecha	Dictamen	Firma
María Cristina MacSwiney González	9-Oct-2014	13-Oct-2014	Aprobado	
Consuelo Domínguez Barradas	9/X/14	4/XI/14	Aprobado	
Jorge Luis Chagoya Fuentes.	9/10/14	6/XI/14	Aprobado	

En la presente revisión se acordó que el trabajo de intervención denominado "Diversidad de murciélagos en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz" que presenta el sustentante para obtener el Título de Maestro, está terminado por lo que puede proceder a su inmediata impresión.

El presente trabajo de intervención: **"Diversidad de murciélagos en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz.",** realizado por el C. Isaías Rivera Vázquez, bajo la dirección del Dr. Juan Manuel Pech Canché y asesoría particular de la Dra. Maribel Ortiz Domínguez, ha sido revisado y aprobado como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

DR. JUAN MANUEL PECH CANCHÉ

DIRECTOR

DRA. MARIBEL ORTIZ DOMÍNGUEZ

CODIRECTORA

Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver. octubre 2014

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis no hubiera sido posible sin el programa de becas para estudios de posgrado del CONACyT (registro N° 492029)

De manera especial quiero agradecer al Dr. Juan Manuel Pech Canché quien fungió como director de tesis, por darme la oportunidad de formar parte de este proyecto, además, de sus consejos invaluables en mi formación académica, pero sobre todo por su amistad.

A la Dra. Maribel Ortiz Domínguez quien fungió como codirectora de tesis por sus observaciones y disposición para mejorar el trabajo.

A la Dra. María Cristina Mac Swiney González quien motivó la reflexión, aconsejo y quien siempre estuvo dispuesta a ayudar.

A los miembros de la comisión revisora, la Dra. Consuelo Domínguez Barradas y al Dr. Jorge Luis Chagoya Fuentes, por sus comentarios y atinadas observaciones en esta trabajo.

Al Dr. Jairo Pérez Torres y al Dr. Sergio Solari por haberme aceptado en sus respectivos laboratorios, por compartir sus experiencias y conocimientos.

A todas las personas que colaboraron en el trabajo de campo: Ma. Teresa, Reyna, Lucero, Juan Manuel, Josué, Franco, Juan Pablo, Raúl, gracias por todos los momentos memorables e inolvidables.

A los guías de campo: Eutiquio Tolentino, Juan de la Cruz y Santiago.

Esta tesis fue parcialmente financiada por el proyecto “Evaluación de la biodiversidad en la Sierra de Otontepec usando a los murciélagos como grupo indicador” Programa de apoyos complementarios para la consolidación Institucional de grupos de investigadores de CONACyT (número 191336).

DEDICATORIA

A mis padres, quienes con sus consejos y actos me han impulsado e inspirado a superarme, pero sobre todo por su infinito amor.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 1

2 ANTECEDENTES 3

2.1 MURCIÉLAGOS, IMPORTANCIA ECOLÓGICA 3
2.2 ENSAMBLE Y DIVERSIDAD FUNCIONAL 4
2.3 DIVERSIDAD ALFA, BETA Y GAMMA 5
2.4 ESTUDIOS PREVIOS EN LA SIERRA DE OTONTEPEC 7

3 OBJETIVOS 8

3.1 OBJETIVO GENERAL 8
3.2 OBJETIVOS PARTICULARES 8

4 ÁREA DE ESTUDIO 9

4.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIOS 12
4.2 DISEÑO DE MUESTREO 13

5 MATERIAL Y MÉTODOS 14

5.1 TRABAJO DE CAMPO 14
5.2 REDES DE NIEBLA 14
5.3 ANÁLISIS DE DATOS 16

6 RESULTADOS 18

6.1 RIQUEZA Y ABUNDANCIA 18
6.2 REPRESENTATIVIDAD 20
6.3 DIVERSIDAD ALFA 21
6.4 DIVERSIDAD BETA 23
6.5 PARTICIÓN ADITIVA DE LA DIVERSIDAD GAMMA (Γ). 23
6.6 COMPOSICIÓN DE GREMIOS TRÓFICOS 24

7 DISCUSIÓN 27

7.1 COMPOSICIÓN 27
7.2 DIVERSIDAD ALFA 30
7.3 DIVERSIDAD BETA 31
7.4 PARTICIÓN ADITIVA DE LA DIVERSIDAD 32
7.5 GREMIOS 33

8 CONCLUSIONES 36

9 APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO 38

10 BIBLIOGRAFÍA 40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Esfuerzo de captura por tipo de vegetación, bosque de encino (BE), bosque mesófilo de montaña (BMM) y selva mediana subperennifolia (SMSP), en la Sierra de Otontepec, Veracruz……..……..……..18

Cuadro 2. Composición taxonómica y abundancia de murciélagos capturados en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz……..……..…20

Cuadro 3. Riqueza de especies calculada por los estimadores CHAO 2 y JACK 1 en, bosque de encinos (BE), bosque mesófilo de montaña (BMM) y selva mediana subperennifolia (SMSP), y el valor de representatividad……..…19

Cuadro 4. Índice de complementariedad en los tres ecosistemas bosque de encino (BE), bosque mesófilo de montaña (SMSP) y selva mediana subperennifolia (SMSP). Entre paréntesis se presenta el número de especies compartidas……..…….23

Cuadro 5. Composición de gremios tróficos de murciélagos en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver……..…….…….…25

Cuadro 6. Valores obtenidos con la prueba (G^2) al comparar los porcentajes de cada gremio trófico en los tres ecosistemas, el valor de probabilidad y la vegetación con el mayor porcentaje…….....……26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec SEDESMA-CGMA-Gobierno del Estado de Veracruz, 2007..... 9

Figura 2. Localización de la Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec" SEDESMA- CGMA- Gobierno del Estado de Veracruz, 2007..... 10

Figura 3. Mapa de localización de los puntos de muestreo, en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz. 13

Figura 4. Curvas de rarefacción de los tres tipos de vegetación selva mediana subperennifolia (SMSP), bosque de encino (BE) y bosque mesófilo de montaña (BMM) en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver. 21

Figura 5. Curvas de rango-abundancia de murciélagos en tres ecosistemas de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver…….. 22

Figura 6. Partición aditiva de la diversidad gamma explicada por los porcentajes de alfa y beta en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver..... 24

Figura 7. Composición de gremios tróficos expresada en porcentajes en los tres tipos de vegetación BE= bosque de encinos, BMM= bosque mesófilo de montaña y SMSP= selva mediana subperennifolia..... 26

RESUMEN

En la zona norte del Estado de Veracruz se conoce poco sobre el estado actual de la diversidad de mamíferos, esta problemática se ve reflejada en los vacíos de información y escasez de inventarios de los grupos taxonómicos que integran la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, de tal manera que resulta de gran interés saber que organismos la habitan, a efectos de actualizar el conocimiento de la región. El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la diversidad y estructura trófica de murciélagos en tres ecosistemas naturales, bosque de encino (BE), bosque mesófilo de montaña (BMM) y selva mediana subperennifolia (SMSP), en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz. El trabajo de campo se realizó de mayo a octubre de 2013 a través del muestreo con redes de niebla. En total se capturaron 722 individuos, los cuales se agruparon en 21 especies, 12 géneros y tres familias. La mayor riqueza se registró en el BMM (19 especies), SMSP (11 especies) y BE (7 especies). La especie más abundante en los tres ecosistemas fue *Sturnira hondurensis*. Los valores de diversidad verdadera obtenidos en SMSP (eH'= 5.9) y BE (eH'= 5.6) fueron superiores al obtenido en BMM (eH'= 3.92). El máximo recambio de especies se obtuvo al comparar el BE con BMM (70%). La comunidad de murciélagos en los tres ecosistemas se agruparon en cinco gremios: insectívoros, frugívoros de sotobosque, frugívoros de dosel, nectarívoros y hematófagos. Los resultados de este trabajo mostraron que la estructura y composición de los ensamblajes de murciélagos en la Sierra de Otontepec, Ver., se expresa de manera diferente dependiendo del tipo de vegetación.

Palabras Clave: quirópteros, ensamble, gremio, diversidad funcional.

1 INTRODUCCIÓN

La Reserva Ecológica Sierra de Otontepec es un área de alto interés por los múltiples servicios ecológicos que brinda a la región, entre ellos se puede destacar la captación de agua, que abastece a 10 municipios. Otra característica muy notable es su posición geográfica, la cual se encuentra aislada de la Sierra Madre Oriental, lo que la convierte en un ecosistema con un alto grado de endemicidad (SEDESMA, 2007).

Desde el punto de vista biológico la Sierra posee tres ecosistemas bien definidos los cuales son: bosque de encino, selva mediana subperennifolia y bosque mesófilo de montaña, estos tres ecosistemas albergan más de 365 especies de plantas vasculares (Castillo y Medina, 1996). Sin embargo, gran parte de la vegetación original ha sido reemplazada por cultivos y otras actividades antrópicas, de tal manera que en la actualidad el 50.8% corresponde a zonas alteradas (Rodríguez-Luna *et al*., 2011). Para contrarrestar la pérdida del hábitat y con ello de especies de flora y fauna, en el 2005 la Sierra de Otontepec fue declarada como Área Natural Protegida en la categoría de Reserva Ecológica (SEDESMA, 2007). No obstante, esto parece no ser suficiente para cumplir con los objetivos del ANP, que es la protección, conservación de la diversidad biológica y recursos ambientales (Rodríguez-Luna *et al*., 2011).

En cuanto a fauna en la zona norte del Estado de Veracruz, se conoce poco o nada sobre el estado actual de los organismos, en especial de mamíferos (González *et al*., 2012), esta problemática se ve reflejada en la escasez de inventarios de los grupos taxonómicos que integran la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec.

De manera particular, el estudio sobre comunidades de murciélagos ha sido de interés en estos últimos años en Veracruz, con el fin de abordar diferentes aspectos de su estructura tales como la riqueza, sus niveles de abundancia y diversidad (Madrid-López, 2010; Lizama-Hernández, 2011), así como la variación en la composición del ensamble en diferentes tipos de vegetación (Estrada y Coates-Estrada, 2002), también se ha estudiado la respuesta de los murciélagos los impactos ocasionados por las actividades humanas , tales como: la fragmentación de los ecosistemas y la intensificación de cultivos (Galindo-González, 2004; Saldaña-Vázquez *et al*., 2010). Sin embargo, la mayoría de los trabajos que se han realizado, se concentran principalmente en la región de los Tuxtlas y la zona centro del Estado, dejando la zona norte con vacíos de información.

Por lo anterior, es necesario que se realicen estudios con organismos que forman parte de los ecosistemas de la Sierra de Otontepec, con el fin de tener criterios que permitan tomar decisiones para fortalecer la conservación en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec. Es por ello, en este estudio el objetivo es determinar la diversidad de murciélagos en tres ecosistemas naturales (bosque de encino, bosque de mesófilo y selva mediana subperennifolia) en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz, mediante la técnica de captura con redes de niebla, así como analizar la diversidad de murciélagos en la región con base en la composición de gremios tróficos.

2 ANTECEDENTES

2.1 Murciélagos, importancia ecológica

Los quirópteros representan el segundo Orden de mamíferos más diverso, solo superados por los roedores. Actualmente, se han identificado cerca de 1,293 especies en el mundo, agrupadas en 17 familias (Cinarello y Simmons, datos no publicados). México es un país importante en cuanto a diversidad de este Orden, ya que se han registrado 136 especies agrupadas en nueve familias (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012). En el estado de Veracruz se han reportado 88 especies (González-Christen, 2010), lo que representa el 64% de la riqueza de murciélagos a nivel nacional.

El Orden se caracteriza por tener los únicos mamíferos capaces de volar y porque la mayoría de las especies se guían por ecolocación (Altringham, 1996). Son de hábitos nocturnos o crepusculares, durante el día se resguardan de sus depredadores en cuevas, grietas de rocas, oquedades de troncos, también en puentes, edificios y casas abandonadas, estos lugares les brindan protección, y sirven para descansar y reproducirse (González, 1989).

Los murciélagos tienen una gran variedad de hábitos alimentarios: frugívoros, insectívoros, nectarívoros, carnívoros, hematófagos (Neuweiler, 2000). Debido a su abundancia, las especies insectívoras actúan como reguladores de poblaciones de insectos, muchos de los cuales pueden ser dañinos a la salud humana o ser plagas de cultivos (Kunz *et al.,* 2011; Boyles *et al*., 2011). Los nectarívoros tienen un papel ecológico muy importante al actuar como polinizadores, por otra parte al dispersar el polen ayudan a mantener la diversidad genética de las plantas con flores. Las especies frugívoras son eficaces dispersores de semillas con lo que contribuyen a la regeneración y

colonización de los ecosistemas (Galindo-González, 1998). Los murciélagos también constituyen parte de la dieta de algunos depredadores entres los que se encuentran aves, mamíferos, serpientes (Ceballos y Oliva, 2005).

Los murciélagos son considerados indicadores de perturbación en ambientes tropicales, debido a que algunas especies son sumamente susceptibles a la transformación del hábitat generada por actividades humanas como la ganadería y la agricultura (Medellín *et al.,* 2000; Fenton *et al*., 1992).

2.2 Ensamble y diversidad funcional

Debido a la variedad de conceptos y enfoques que se han generado en torno a las agrupaciones que pueden llegar a ocurrir en la naturaleza, muchas de estas percepciones han sido utilizadas de forma inexacta o errónea, por ello se hace necesario aclarar aquellos términos utilizados en este trabajo (Comunidad, ensamblaje, taxa y gremio), con el fin de facilitar su comprensión.

Krebs (2001) define una “comunidad” como un conjunto de poblaciones que interactúan en un espacio y un tiempo determinado. Sin embargo éste término es muy amplio, por ello se utilizaron términos conceptuales propuestos por Fauth *et al*., (1996) y que se describen a continuación.

Definieron un taxa (filogenético) como un conjunto de organismos que se encuentran relacionados genealógicamente considerando jerarquías taxonómicas linneanas (género, familias, orden, etc.). Por otra parte, la interacción entre comunidad y taxa crea el concepto de ensamblaje, el cual está definido como grupos filogenéticamente relacionados que comparten una misma área geográfica. Finalmente a la integración de los términos filogenético,

geográfico y uso de recursos se le denomina “ensamble”, entendido como un grupo de especies, delimitadas filogenéticamente que usan recursos de manera similar dentro de una comunidad (Fauth *et al*., 1996).

Por otras parte, el término " gremio " y " de grupos funcionales " habían sido utilizados como sinónimos, sin embargo, estos dos conceptos tienen significados diferentes, cuando los organismos pueden no pertenecer al mismo grupo taxonómico, pero comparten usos de un recurso se le denomina “gremios”, mientras que el concepto de “diversidad funcional se refiere a cómo un recurso o cualquier otro componente ecológico son procesados por diferentes especies de proporcionar un servicio de ecosistema o función específica (Blondel, 2003).

2.3 Diversidad Alfa, Beta y Gamma

Existen diferentes formas de conocer la diversidad, la más común es hacer un recuento o un listado de especies en un tiempo y lugar determinado (Krebs, 2001). Sin embargo un factor fundamental que se debe considerar al estudiar la biodiversidad, es que ésta no se distribuye de forma homogénea, por lo que los patrones espaciales de la diversidad han sido abordados bajo diferentes escalas y enfoques (Begon *et al*., 2006).

Desde el punto de vista geográfico, la diversidad puede ser medida en tres escalas: La diversidad alfa (α) se refiere a la diversidad dentro de un área en particular o ecosistema y generalmente se expresa como número de especies.

En este sentido, existe cierta tendencia a realizar trabajos sobre la riqueza de especies de un sitio particular (diversidad alfa). Por ejemplo el trabajo realizado

por Ávila-Torresagatón *et al*., (2012) en Palenque, Chiapas, reportaron la presencia de 52 especies de murciélagos, lo cual lo convierte en el sitio más diverso de México ya que la riqueza de especies reportadas representa el 42% de los murciélagos mexicanos.

Cuando se examina el recambio de especies entre diferentes ecosistemas o hábitats se mide la diversidad beta (β) y en general se contabiliza el número total de especies que son únicas a los ecosistemas o hábitats bajo comparación. La diversidad beta se emplea fundamentalmente para estudiar la heterogeneidad entre ecosistemas (Moreno, 2001).

En general, se ha documentado que el mayor recambio de especies se exhibe entre los hábitats con la mayor diferencia en su estructura vegetal (Fenton *et al*., 1992). Sin embargo, esta no es una condición estática: diferentes elementos intervienen para que cambie la abundancia y la riqueza de murciélagos, entre ellos tenemos los factores climáticos como la estacionalidad (Chávez y Ceballos, 2001), asociación a los diferentes tipos de vegetación (Olea-Wagner *et al*., 2007), y disponibilidad de recursos (Loayza *et al.,* 2006; Cornejo-Latorre *et al., 2011*). Por ejemplo, el trabajo realizado por Calderón-Patrón *et al.,* (2013), en la Sierra Norte de Oaxaca, donde compararon las comunidades de murciélagos en cuatro tipos de vegetación: bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio, bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña; determinando que la comunidad de murciélagos del bosque tropical perennifolio tiene una baja similitud con respecto a los otros tipos de bosque, ya que la riqueza de especies duplica la del resto de los bosques.

Finalmente, la diversidad gamma (γ) que es resultado de la combinación de la diversidad alfa (el número de especies en un sitio) y la diversidad beta (recambio de especies entre dos o más sitios) (Halffter *et al.,* 2005; Moreno, 2001). Una región con alta diversidad gamma puede ser explicada por una alta diversidad alfa, en otras palabras que todas sus localidades comparten muchas de las especies. También puede ser explicada por un alto grado de recambio de especies entre las distintas localidades, en este caso la diversidad gamma se explica por la diversidad beta.

2.4 Estudios previos en la Sierra de Otontepec

Los estudios en la Sierra de Otontepec son muy escasos (SEDESMA, 2007). Por ejemplo el estudio realizado por Castillo y Medina (1996) reportan 365 especies de plantas vasculares en la Sierra de Otontepec. En cuanto a fauna, los estudios se limitan a listados taxonómicos y riqueza de especies (SEDESMA, 2007). Uno de los pocos estudios realizados en la Sierra de Otontepec es el de Rivera y Sobal (2007), en el cual reportan la presencia de 11 especies de mamíferos mayores y medianos en la Sierra de Otontepec, de los cuales 10 están sujetos a una categoría de protección. De acuerdo a la literatura revisada, no hay a la fecha ningún trabajo publicado sobre los murciélagos de la Sierra de Otontepec, lo que demuestra la importancia de generar información acerca del estado que guarda la diversidad de este grupo biológico en la región. Sin embargo, de acuerdo a los mapas de distribución de los murciélagos de México de Medellín *et al*., (2008), sería posible encontrar 44 especies pertenecientes a 4 familias, agrupados en cuatro gremios tróficos (insectívoros, frugívoros, nectarívoros y hematófagos).

3 OBJETIVOS

3.1 General

Evaluar la diversidad de especies y la composición en gremios tróficos de quirópteros en tres ecosistemas de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz.

3.2 Particulares

Comparar la diversidad alfa, beta y gamma de murciélagos en bosque de encino, bosque mesófilo de montaña y selva mediana.

Analizar la diversidad funcional de murciélagos en la región con base en la composición de gremios tróficos.

4 ÁREA DE ESTUDIO

La Reserva Ecológica Sierra de Otontepec se encuentra situada al norte del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, en la Llanura Costera del Golfo entre las coordenadas 21º 19´19´´ - 21º 09´34´´ de latitud Norte, 97º 58´30´´ - 97º 48´00´´ de longitud Oeste aproximadamente (Figura 1). Tiene una superficie total de 15,152 ha, incluye los municipios de Ixcatepec, Tepetzintla, Chontla, Citlaltépetl, Tantima, Tantoco, Cerro Azul y Chicontepec, Estado de Veracruz (SEDESMA, 2007) (Figura 2).

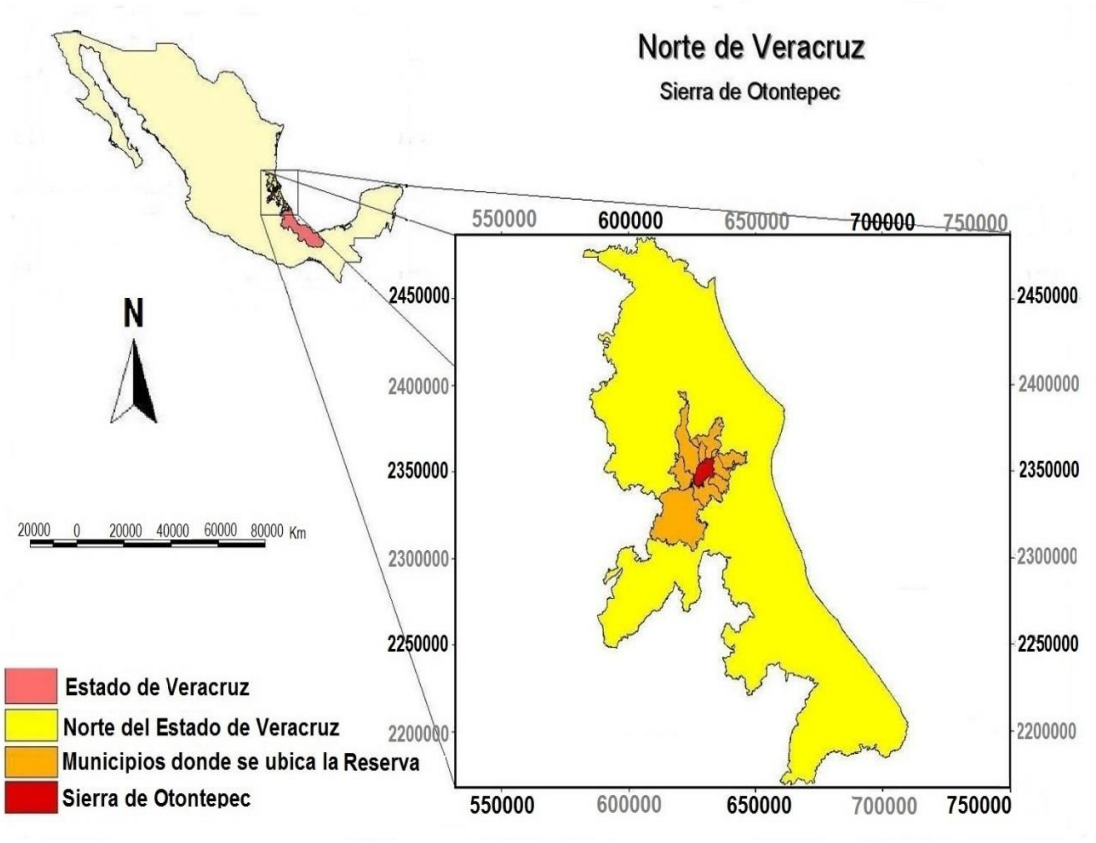

Figura 1. Macrolocalización de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec SEDESMA-CGMA-Gobierno del Estado de Veracruz, 2007.

La Sierra de Otontepec es una sierra volcánica escindida monolíticamente de la Sierra Madre Oriental, cuyo intervalo de elevación va desde los 350 msnm en las faldas de la sierra, hasta los 1320 msnm en la cúspide del Cerro Crustepec; una segunda elevación es el Cerro de San Juan Otontepec, el cual se encuentra aislado del macizo principal de la sierra y alcanza una altitud de 1000 msnm (SEDESMA, 2007).

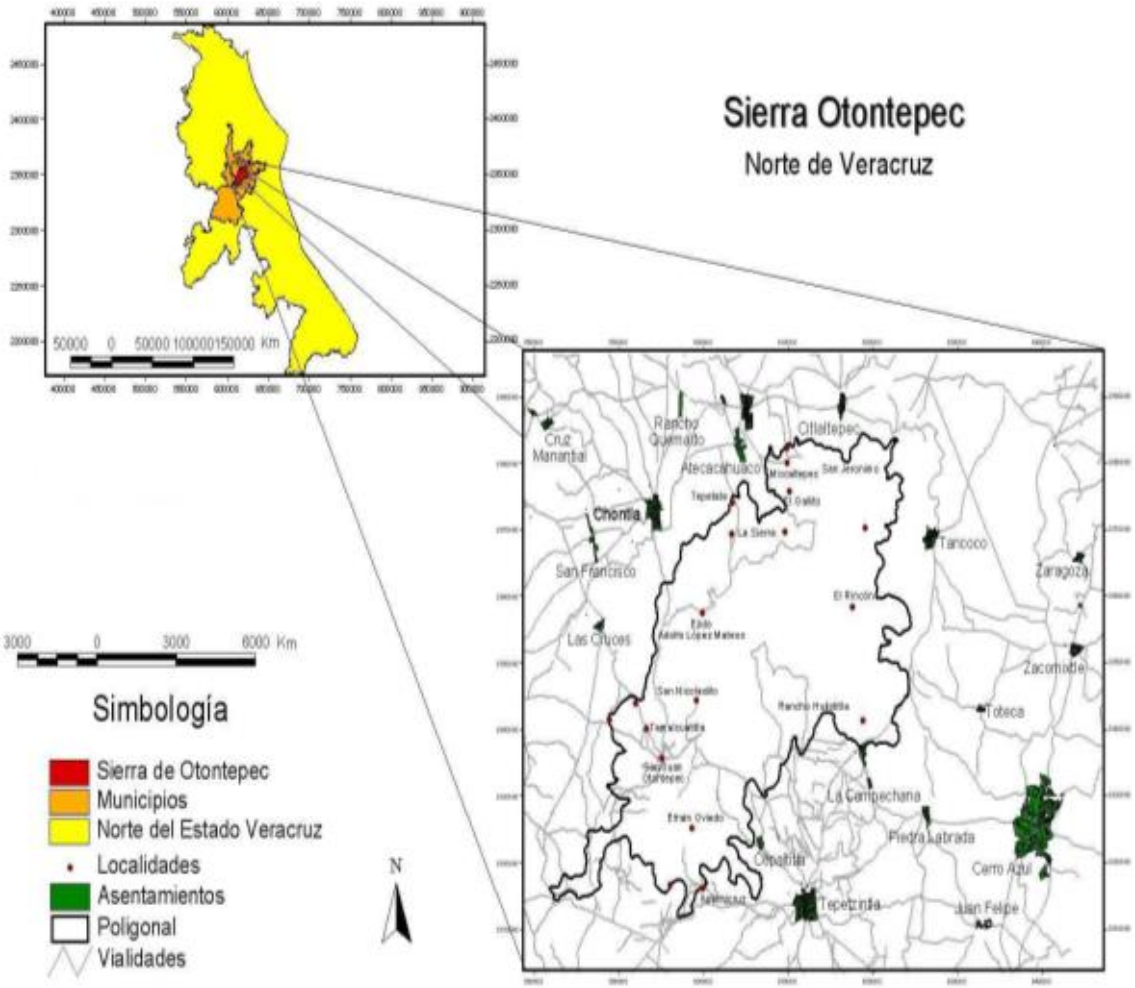

Figura 2. Localización de la Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec" SEDESMA- CGMA- Gobierno del Estado de Veracruz, 2007.

En la sierra, de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García, (1988), se presentan dos tipos de climas: Am (cálido húmedo con abundantes lluvias en verano), con una temperatura promedio que oscila entre los 18° y los 22° C en las partes más altas (entre los 750 y 1320 msnm) y aumentando hasta una temperatura media de 30° C en la cota de los 500 msnm, y; A(w) (cálido subhúmedo con lluvias en verano).

El periodo de lluvias abarca un intervalo de cinco meses (mediados de junio a principios de noviembre) teniendo su más alta expresión en septiembre. El promedio de precipitación a lo largo del año es de aproximadamente 1500 mm, por lo que la zona se considera de precipitación abundante al superar los 1000 mm anuales (SEDESMA, 2007).

Dentro de la sierra se han registrado estos tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, selva mediana subperennifolia y bosque de encinos; además de una considerable superficie cubierta por acahuales, derivados de estos tipos de vegetación en distintos grados de conservación. Sin embargo, dicha vegetación ha sido afectada fuertemente por actividades humanas, de tal manera que en la actualidad 50.8% de la superficie corresponde a zonas alteradas y tan solo 35.3% a áreas con vegetación conservada, mientras que el 13.9% restante está integrado por acahuales en proceso de regeneración (Rodríguez-Luna *et al*., 2011).

4.1 Caracterización de los sitios de estudios

Bosque de encinos cuya especie dominante es el encino *Quercus oleoides*, asociado con *Tabernaemontana alba, Icacorea compressa, Sapium nitidum, Piper auritum, Eugenia acapulcensis, Trichilia havanensis, Picramnia antidesma, Dendropanax arboreus, Parathesis conzattii, Solanum schlechtendalianum, Conostegia xalapensis, Bursera simaruba, Eugenia capuli.*

Bosque mesófilo de montaña las especies más conspicuas en esté bosque son: *Clethra alcoceri*, *Turpinia insignis*, *Styrax glabrescens* e *Ilex* sp., *Quercus* sp., *Carya palmeri*, *Clethra mexicana*, otras especies arbustivas muy comunes son *Nectandra* sp., *Persea* sp., *Hoffmannia excelsa*, *Psychotria* sp., y *Viburnum ciliatum, Piper* sp., *Piper auritum, Solanum schlechtendalianum*. Una característica destacable de estos bosques es que en las cañadas más húmedas, el helecho arborescente *Nephelea mexicana* es la especie dominante.

Selva Mediana Subperennifolia representada por las siguientes especies *Brosimum alicastrum, Cedrela odorata, Bursera simaruba, Casearia corymbosa, Tabernaemontana alba, Pleuranthodendron lindenii, Chione mexicana, Eugenia capuli, Protium copal, Piper* sp., *Eugenia acapulcensis, Eugenia mexicana, Ocotea rubriflora, Psidium salutare, Randia laetevirens, Aphananthe monoica, Dendropanax arboreus, Heliocarpus appendiculatus, Hippocratea volubilis, Trichostigma octandrum.*

4.2 Diseño de muestreo

El estudio se realizó en tres ecosistemas naturales que conforman el Área Natural Protegida Sierra de Otontepec: bosque de encinos, bosque mesófilo de montaña y selva mediana perennifolia, la condición para selección de los sitios fue que tuvieran cobertura de dosel. Cada sitio estuvo separado aproximadamente 2 km entre sí, con tres réplicas espaciales para cada ecosistema (Figura 3).

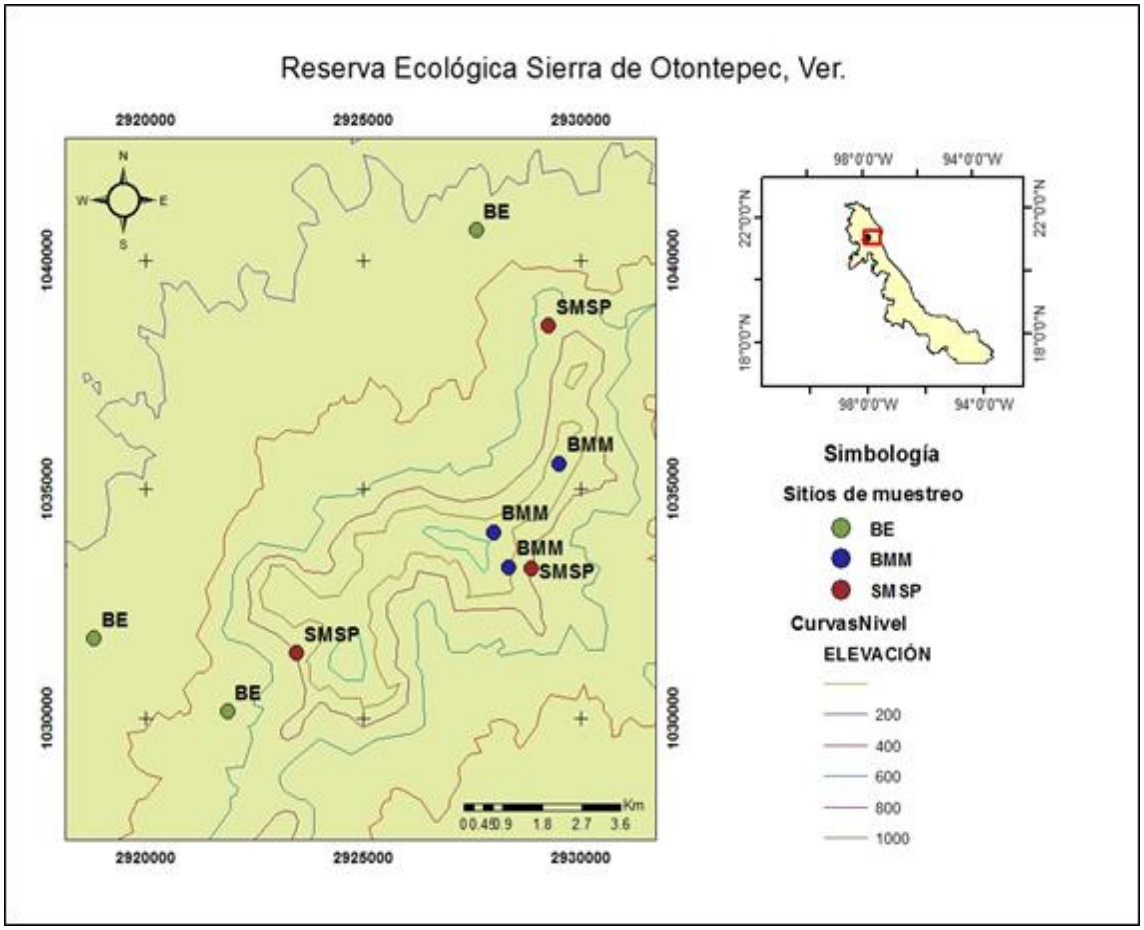

Figura 3. Mapa de localización de los puntos de muestreo, en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz.

5 MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Trabajo de campo

Los muestreos se realizaron de (mayo a octubre de 2013), evitando los periodos cercanos a la luna llena para evitar una disminución del éxito de captura en noches iluminadas por la luna (Saldaña-Vázquez y Munguía-Rosas, 2013). Para realizar el registro de especies se utilizó el directo (redes de niebla).

5.2 Redes de niebla

La captura de los murciélagos se realizó durante tres noches continuas para cada uno de los nueve sitos de muestreo, cada noche se colocaron 5 redes de niebla (todas de 12m de largo por 2.5m de alto) a nivel del sotobosque, las cuales permanecieron abiertas durante 5 horas a partir del anochecer, siendo revisadas a intervalos de 30 min. Las redes fueron movidas de lugar de una noche a otra para evitar la disminución de captura.

Los murciélagos capturados fueron tratados con base en las normas recomendadas por la *American Society of Mammalogist* (Sikes y Gannon, 2011), y bajo autorización legal mediante el permiso de colecta expedido por la SEMARNAT (SGPA/DGVS/022211/13). Todos los ejemplares capturados fueron identificados hasta nivel de especie con base en la guía de murciélagos de México, de Medellín *et al.,* (2008), también se le tomaron las siguientes medidas biométricas (en milímetros) longitud total (LT) y longitud de antebrazo (LAB), antes de ser liberados fueron marcados con violeta de genciana para descartar una posible recaptura.

Para analizar la estructura funcional, el ensamblaje de murciélagos fue agrupado en categorías tróficas basadas en Simmons y Voss (1998): insectívoros, frugívoros, carnívoros, nectarívoros, omnívoros, piscívoros y hematófagos. Los frugívoros fueron divididos en especies sotobosque (antebrazo <50mm) y de dosel (antebrazo >50mm) (Pineda *et al.,* 2005), esta clasificación se realizó debido a diferencias en el ámbito hogareño, los frugívoros de sotobosque, tienen desplazamientos hogareños a corta distancia y los frugívoros dosel tienen desplazamientos a largas distancias (Pinto y Keitt, 2008). Otra característica es el tipo de alimentación, los frugívoros dosel tienen una dieta compuesta principalmente de frutos del género *Ficus*; y los frugívoros sotobosque una dieta compuesta principalmente especies de los géneros *Piper* y *Solanum* y por frutos de arbustos (Vargas *et al.,* 2008).

Esta diferenciación entre frugívoros de sotobosque y dosel se han relacionado con la estructura del paisaje, los frugívoros sotobosque tienen preferencia por ecosistemas continuos y más conservados, y los frugívoros dosel son relacionados con ecosistemas fragmentados y ambientes perturbados (Williams-Guillen y Perfecto, 2010).

5.3 Análisis de datos

Para estimar la eficiencia del muestreo en cada tipo de vegetación se utilizaron los estimadores no paramétricos Chao2 y Jacknife 1, considerando el 90% de la riqueza estimada, como un nivel satisfactorio de eficacia del esfuerzo de muestreo (Moreno y Halffter, 2001a).

Para comparar la riqueza de especies entre los tipos de vegetación se realizaron curvas de rarefacción, usando el programa EstimateS 9.1 (Colwell, 2013). El orden de captura fue aleatorizado 1000 veces, para suavizar la curva y eliminar el sesgo del orden de captura.

La diversidad de especies se estimó por medio del índice de Shannon-Weiner el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001). Los valores se compararon con una prueba de t (Zar 1999) para probar diferencias significativas entre todas las combinaciones de pares de tipos de vegetación. Posteriormente se calculó la diversidad de especies mediante la medida de diversidad verdadera de orden 1, en la cual todas las especies son consideradas en el valor de diversidad, ponderadas proporcionalmente según su abundancia en la comunidad (Moreno *et al*., 2011), el valor del estadístico se puede obtener mediante el exponencial del índice de Shannon (Jost, 2007).

Con el fin de visualizar y comparar los patrones de riqueza y abundancia relativa de especies en los ensamblajes de los tres tipos de vegetación, se realizaron graficas de rango-abundancia. Las escalas están presentadas en escala logarítmica para acomodar en la misma grafica aquellas especies que son muy distintas en abundancia (Feinsinger, 2003)

Se usó el Índice de complementariedad (IC) de Colwell y Coddington (1994) para evaluar la similitud en la composición de especies entre tipos de vegetación, en donde el valor de la complementariedad varía desde 0, cuando ambos sitios son idénticos en composición de especies, hasta 1, cuando las especies de ambos sitios son completamente distintas. Las comparaciones entre las diferentes categorías se realizaron de manera pareada, obteniéndose una matriz triangular.

Para analizar de manera simultánea el efecto de las diferentes escalas en la diversidad regional (paisaje) de murciélagos, se empleó el método de partición aditiva de la diversidad ya que éste permite expresar los resultados de alfa y beta en las mismas unidades (Pereyra y Moreno, 2013); las escalas consideradas fueron: la diversidad puntual en cada sitio de un mismo tipo de vegetación ($\alpha 1$), el recambio de especies entre dichos sitios ($\beta 1$) y el recambio de especies entre los distintos tipos de vegetación ($\beta 2$).

La prueba no paramétrica log-*likelihood* ratio (G) se utilizó rara observar si existían diferencias en la distribución de la proporción de los gremios tróficos en cada uno de los tipos de vegetación. Las comparaciones entre las categorías se llevaron a cabo de manera pareada.

6 RESULTADOS

6.1 Riqueza y abundancia

El esfuerzo de captura fue de 1045 horas-red, y el éxito de captura por tipo de vegetación se muestra en el (Cuadro 1). En total se capturaron 742 individuos, los cuales se agruparon en tres familias (Phyllostomidae, Vespertilionidae y Mormoopidae), seis subfamilias (Carolliinae, Desmodontinae, Glossophaginae, Stenodermatinae, Myotinae y Vespertilioninae), y 11 géneros (Cuadro 2). La familia mejor representada fue la Phyllostomidae, con el 60 % de las capturas y con 13 especies, mientras que la familia Vespertilionidae representó el 35 % con 7 especies y la familia Mormoopidae representó el 5% con una sola especie. Se capturó la especie *Enchisthenes hartii,* especie que se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de riesgo 'Sujeta a protección especial' (Pr).

Cuadro 1. Esfuerzo de captura por tipo de vegetación, (BE) bosque de encino, (BMM) bosque mesófilo de montaña y (SMSP) selva mediana subperennifolia, en “la Sierra de Otontepec”, de (mayo-octubre del 2013).

	BE	BMM	SMSP
Noches de muestreo	8	8	9
Redes por noche	5	5	5
Horas totales de muestreo	40	40	45
Esfuerzo de captura (horas-red)	320	320	405
Individuos capturados	93	308	341
Éxito de captura (ind/hora/red)	0,29	0,96	0,84

Cuadro 2. Composición taxonómica y abundancia de murciélagos capturados en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Veracruz.

Familia		**Ecosistemas**		
Subfamilia	Especie	BE	BMM	SMSP
MORMOOPIDAE				
	Pteronotus parnellii		4	
PHYLLOSTOMIDAE				
Carolliinae	*Carollia perspicillata*		6	19
	Carollia sowelli	2	2	11
Desmodontinae	*Desmodus rotundus*	15	5	28
Glossophaginae	*Glossophaga*	5		18
	soricina			2
	*Choeroniscus godmani**			
Stenodermatinae	*Artibeus jamaicensis*	7	2	15
	Artibeus lituratus	19	19	29
	*Chiroderma villosum**		1	
	Dermanura phaeotis		23	6
	*Dermanura tolteca**		1	1
	Enchisthenes hartii		9	
	Sturnira parvidens	22	6	65
	Sturnira hondurensis	23	212	145
VESPERTILIONIDAE				
Myotinae	*Myotis sp.**		2	
	*Myotis californicus**		2	1
	Myotis keaysi		8	1
	*Myotis lucifugus**		1	
	*Myotis nigricans**		2	
	*Myotis yumanensis**		2	
Vespertilioninae	*Rhogeessa tumida**		1	
Riqueza especifica		7	19	13
Abundancia de especies		93	308	341
Número de especies localmente raras		0	8	3
Representatividad		100	49	83

*Especies raras (las que contribuyen con > 0.5% de las capturas totales)

6.2 Representatividad

De acuerdo con los estimadores de riqueza de especies Chao 2 y Jack 1, el número de especies registrado en el bosque de encinos (BE) representa el 100% de la riqueza del total de las especies probables. Para la selva mediana subperennifolia (SMSP), el número de especies registradas representa el 83%, y para el bosque mesófilo de montaña (BMM) se alcanzó una representatividad de 49% de las especies probables (Cuadro 3).

Los modelos de acumulación de especies realizados para el BE indican que se ha alcanzado la asíntota en la quinta noche de muestreo. Para la SMSP la curva está muy cerca de alcanzar la asíntota. En cambio, la curva de acumulación en el BMM no alcanzó la asíntota lo que sugiere que existe la probabilidad de registrar más especies si se incrementan las noches de muestreo (Figura 4).

Cuadro 3. Riqueza de especies calculada por los estimadores Chao 2 y Jack 1 en, bosque de encinos (BE), bosque mesófilo de montaña (BMM) y selva mediana subperennifolia (SMSP), y el valor de representatividad.

ESTIMADOR	BE	BMM	SMSP
CHAO 2	7	47.8	14.7
JACK 1	7	29.5	16.5
REPRESENTATIVIDAD (PROMEDIO)	100%	49%	83%

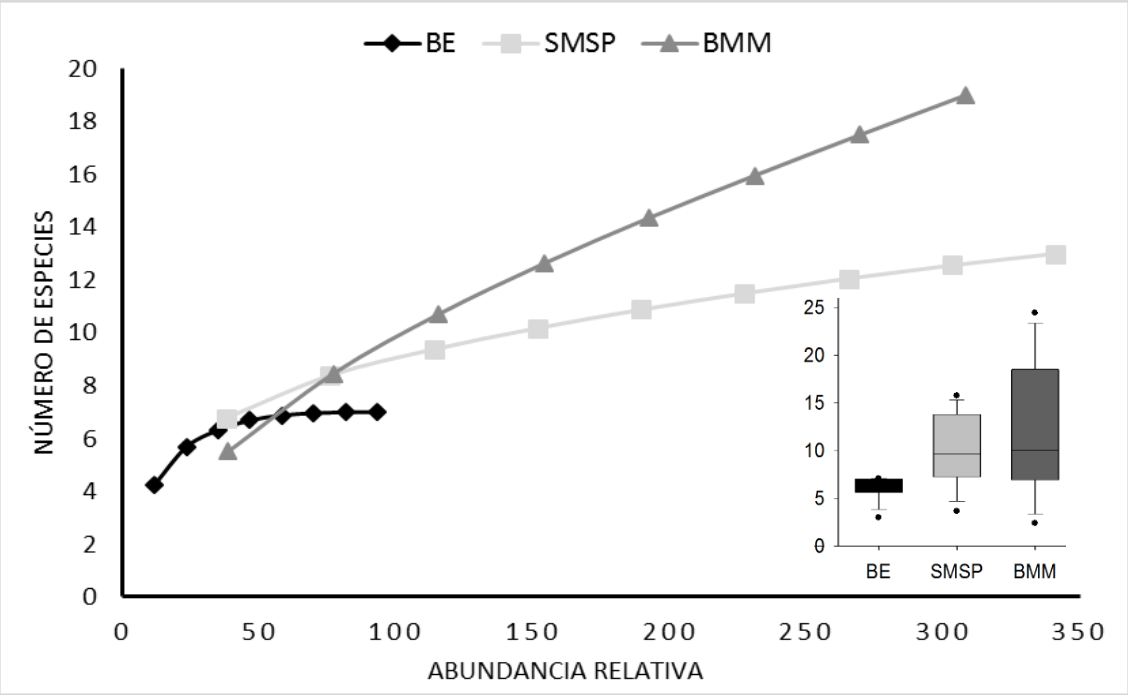

Figura 4. Curvas de rarefacción de los tres tipos de vegetación selva mediana subperennifolia (SMSP), bosque de encino (BE) y bosque mesófilo de montaña (BMM) en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver. Las cajas representan la desviación estándar de cada tipo de vegetación.

6.3 Diversidad alfa

La mayor riqueza se registró en el BMM (19 especies), SMSP (13 especies) y BE con (7 especies). En general la especie más abundante en los tres ecosistemas fue *S. hondurensis*. En el BE la especie abundante fue S. *hondurensis* (25% de las capturas totales), seguida por *S. parvidens* y *A. lituratus* (24 y 20% de las capturas totales respectivamente). *Glossophaga soricina* y *Carollia sowelli*, son las especies menos abundantes con 5 y 2 individuos capturados. Para el BMM, la especie dominante fue *S. hondurensis* (69% de las capturas totales) seguida por *D. phaeotis* y *A. lituratus* (7 y 6% de las capturas totales). *C. villosum, D. tolteca, M. lucifugus* y *R. tumida*, son las especies menos abundantes, con un individuo capturado respectivamente. Para la SMSP la

especie abundante fue *S. hondurensis* (43% de las capturas totales), *D. phaeotis, M. californicus* y *M. keaysi*, son las especies menos abundantes con un individuo capturado respectivamente.

El valor de diversidad de verdadera ($e^{H'}$) obtenidos en SMSP y BE son muy similares entre sí ($e^{H'}$= 6.1 y $e^{H'}$= 5.6 respectivamente), ambos valores superiores al obtenido en el BMM ($e^{H'}$= 3.9).

Al comparar las curvas de rango-abundancia se obtuvo que la curva que representa al BE es la que muestra una mayor equitatividad entre especies con relación a las curvas que representan a SMSP y BMM (Figura 5).

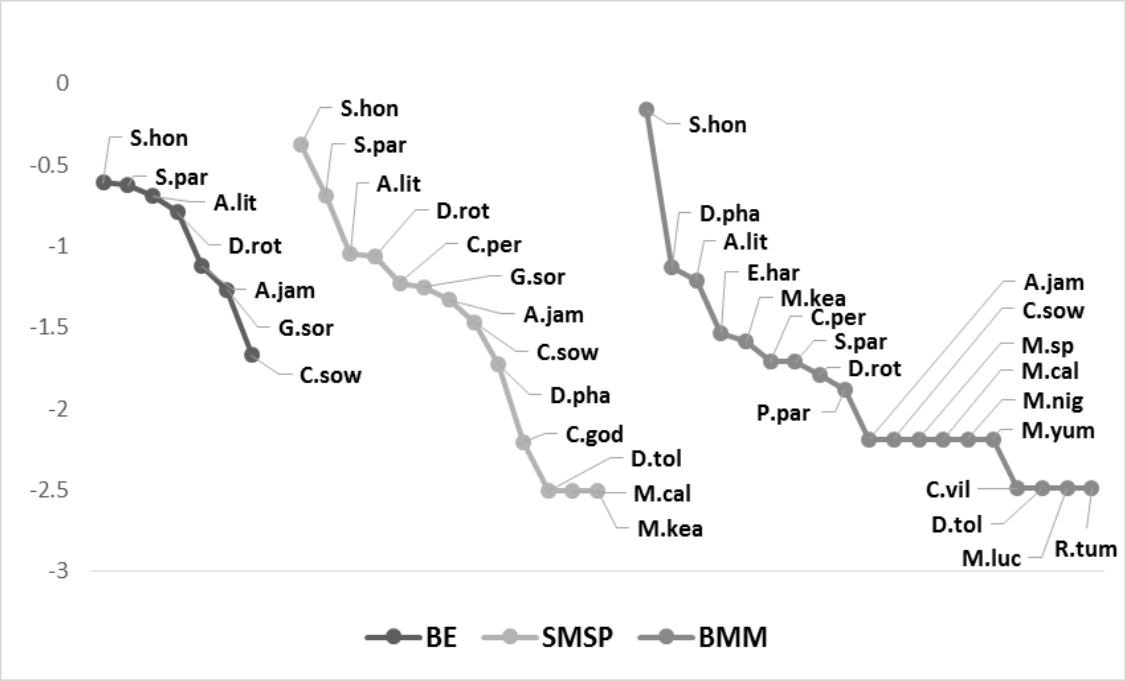

Figura 5. Curvas de rango-abundancia de murciélagos en tres ecosistemas de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver. Dónde: S.hon: *Sturnira hondurensis*, S.par: *Sturnira parvidens*, A.lit: *Artibeus lituratus*, A.jam: *Artibeus jamaicensis*, D.rot: *Desmodus rotundus,* C.per: *Carollia perspicillata*, G.sor: *Glossophaga soricina*, C.sow: *Carollia sowelli*, C.vil: *Chiroderma villosum*, D.pha: *Dermanura phaeotis*, D.tol: *Dermanura tolteca*, E.har: *Enchisthenes hartii*, M.cal: *Myotis californicus*, M.kea: *Myotis keaysi*, M.luc: *Myotis lucifugus* M.nig: *Myotis nigricans*, M.sp: Myotis sp., M.yum: *Myotis yumanensis*, P.par: *Pteronotus parnellii,* R.tum: *Rhogeessa tumida*.

6.4 Diversidad Beta

El índice de complementariedad (IC) resultó ser diferente para las tres combinaciones (Cuadro 4). Ninguna combinación tuvo valor de IC= 0, esto indica que ningún conjunto de especies se replicó totalmente en otro ecosistema. El máximo recambio de especies se obtuvo al comparar el BE con BMM (70%), es decir, la composición de especies entre ambos ecosistemas es diferente, en cuanto a SMSP con BE y SMSP con BMM el recambio fue parecido el primero (46% y el otro (47%) respectivamente.

Cuadro 4. Índice de complementariedad en los tres ecosistemas bosque de encino (BE), bosque mesófilo de montaña (BMM) y selva mediana subperennifolia (SMSP). Entre paréntesis se presenta el número de especies compartidas.

	BE	BMM	SMSP
Riqueza	**7**	**19**	**11**
BE	_	(6)	(7)
BMM	0.7	_	(11)
SMSP	0.46	0.47	_

6.5 Partición aditiva de la diversidad gamma (γ).

Combinando la captura murciélagos para los tres tipos de vegetación, se encontró el principal componente de la diversidad gamma es de recambio de especies entre tipos de vegetación (β2). Los componente α1 y β2 presentaron valores superiores a lo esperado, sin embargo, solo el valor de β2 fue significativamente más alto de lo esperado por azar. Para β1 el valor observado fue 0 (Figura 6).

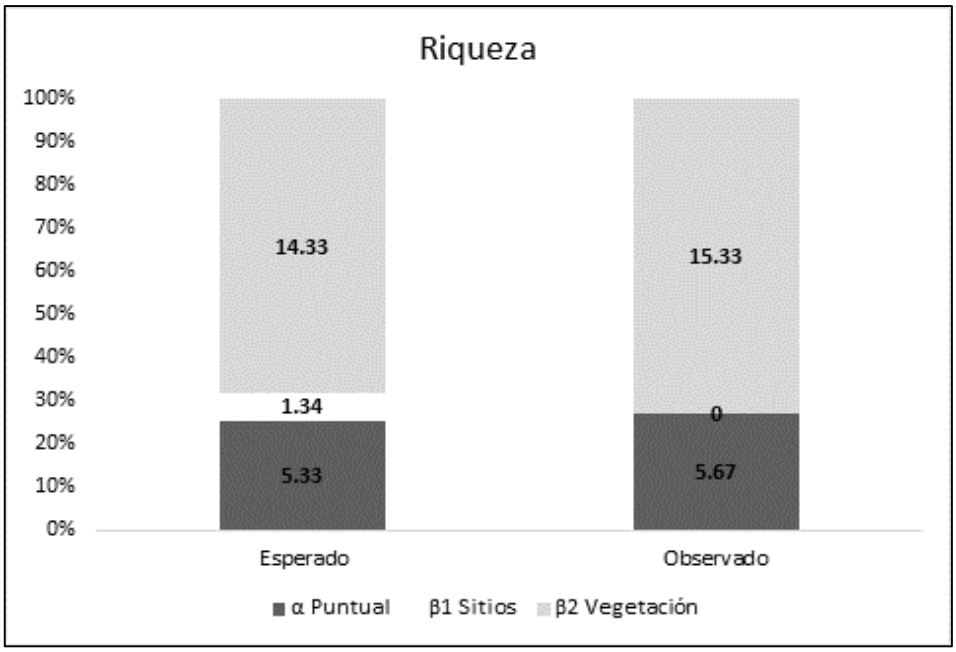

Figura 6. Partición aditiva de la diversidad gamma explicada por los porcentajes de alfa y beta en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver.

6.6 Composición de gremios tróficos

La comunidad de murciélagos en los tres ecosistemas fue agrupada en cinco categorías tróficas: insectívoros (8 especies), frugívoros sotobosque (8 especies), frugívoros dosel (2 especies), nectarívoros (2 especie) y hematófagos (1) (Cuadro 5). Los insectívoros y frugívoros sotobosque son los gremios con mayor riqueza de especies con el 38% del total de especies cada uno. Los frugívoros dosel y nectarívoros aportaron el 9.5% del total de especies para cada uno, y hematófagos aportaron el 5% del total de especies.

El BE presentó una comunidad compuesta por cuatro gremios tróficos, el mejor representado fueron los frugívoros sotobosque con el 51% y el gremio con el menor porcentaje fue el de los nectarívoros con el 5% del total. En este ecosistema no se capturaron insectívoros. Para el BMM la comunidad está compuesta por cuatro gremios, el mejor representado fue el de los frugívoros

sotobosque con el 84% del total, y el gremio con el menor porcentaje fue el hematófago con el 2%, en este ecosistema no se capturaron nectarívoros. En la SMSP se registraron los cinco gremios el porcentaje más alto lo obtuvo el gremio de los frugívoros sotobosque con el 74% y el gremio con menor porcentaje fue el insectívoro con el 1% (Figura 7).

Cuadro 5. Composición de gremios tróficos de murciélagos en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, Ver.

Gremio	**Especie**
Insectívoro	*Myotis californicus* *Myotis keaysi* *Myotis lucifugus* *Myotis nigricans* *Myotis* sp. *Myotis yumanensis* *Pteronotus parnellii* *Rhogeessa tumida*
Frugívoro sotobosque	*Carollia perspicillata* *Carollia sowelli* *Chiroderma villosum* *Dermanura phaeotis* *Dermanura tolteca* *Enchisthenes hartii* *Sturnira hondurensis* *Sturnira parvidens*
Frugívoro dosel	*Artibeus jamaicensis* *Artibeus lituratus*
Nectarívoro	*Glossophaga soricina* *Choeroniscus godmani*
Hematófago	*Desmodus rotundus*

El análisis de gremios (G^2) mostró diferencias significativas en la distribución de los gremios entre los diferentes tipos de vegetación (G^2= 59.32; P= 0.001), en particular, los insectívoros, frugívoros sotobosque, frugívoros dosel y hematófagos presentaron diferencias en los porcentajes en los ecosistemas BE,

BMM, SMSP, siendo el gremio de los nectarívoros el único que no presentó diferencias significativas (Cuadro 6). Esto indica que las proporción de los gremios varía entre los tipos de vegetación, excepto con el gremio de los nectarívoros.

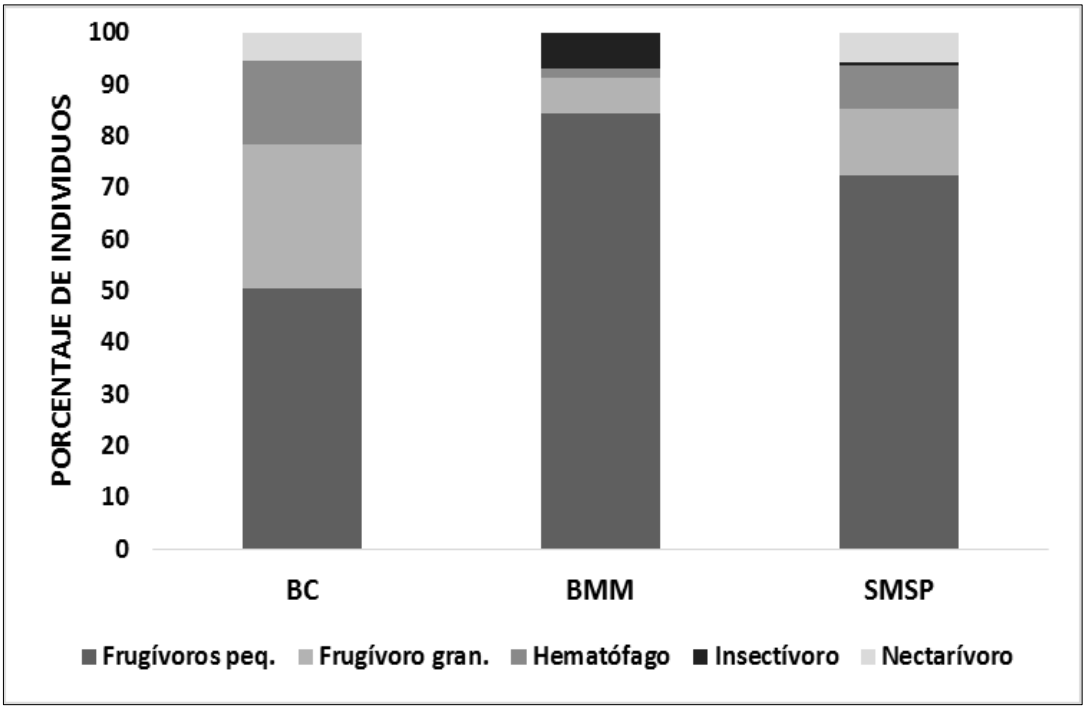

Figura 7. Composición de gremios tróficos expresada en porcentajes en los tres tipos de vegetación BE= bosque de encinos, BMM= bosque mesófilo de montaña y SMSP= selva mediana subperennifolia.

Cuadro 6. Valores obtenidos con la prueba (G^2) al comparar los porcentajes de cada gremio trófico en los tres ecosistemas, el valor de probabilidad y la vegetación con el mayor porcentaje.

Gremio	G^2	P	Hábitat asociado	Porcentaje
Insectívoro	7.04	0.0295	BMM	7%
Frugívoro sotobosque	9.39	0.0091	BMM	84%
Frugívoro dosel	15.57	0.0004	BE	28%
Hematófago	18.69	>0.0001	BE	16%
Nectarívoro	3.56	0.16	-	-

7 DISCUSIÓN

7.1 Composición

Los resultados de este trabajo mostraron que la estructura y composición de los ensamblajes de murciélagos en la Sierra de Otontepec, Ver., se expresa de manera diferente dependiendo del tipo de vegetación, lo que coincide con lo publicado por Galindo-González (2004) donde plantea que las especies de murciélagos responden de diferente forma a las condiciones ambientales, los cambios que afectan tanto a la riqueza y abundancia de quirópteros, pueden ser asociación a un tipo de vegetación (Olea-Wagner *et al*., 2007), así como la fragmentación de los ecosistemas (Pérez-Torres y Ahumada, 2004; Faria, 2006).

La riqueza de especies de murciélagos obtenida mediante el muestreo con redes de niebla es mayor a lo reportado en trabajos realizados en la zona centro del Estado. Platas-Guzmán (2010) reporta 8 especies en Mafafas, Veracruz; Lizama-Hernández (2011) reporta 14 especies en el Ejido Buena Vista, Mpio. Emiliano Zapata, Veracruz. En cambio, Estrada y Coates-Estrada (2002) reportan en Los Tuxtlas, Veracruz, 39 especies siendo este uno de los sitios con mayor riqueza reportados en el Estado. La marcada diferencia en la riqueza de especies de este trabajo con el trabajo de Estrada y Coates-Estrada (2002) puede ser explicada por la zona biogeográfica, la zona de los Tuxtlas pertenece a la zona neotropical y por ende bióticamente más diverso, a diferencia de la Sierra de Otontepec la cual se encuentran en el sur de la región biogeográfica neártica, siendo un indicador el alto porcentaje de especies de la familia Vespertilionidae los cuales se distribuyen principalmente en la zona neártica (Patten, 2004).

De acuerdo con los estimadores de riqueza Chao2 y Jack 1 solo el BE alcanzó el 100% de las especies esperadas, la SMSP se alcanzó el 83% y en el BMM el 49% lo que sugiere que el muestreo en estos dos ecosistemas estuvo incompleto y que al incrementar el esfuerzo de muestreo es posible registrar más especies. El método empleado en este trabajo (redes de niebla) exhibe una fuerte eficacia para capturar murciélagos que usan el sotobosque, sin embargo, la proporción de capturas con respecto a las especies insectívoras que en la mayoría vuelan a gran altura es muy baja (Aguirre, 2002), creando un sesgo en cuanto a la riqueza de especies de la familia Phyllostomidae sobre la Vespertilionidae, Molossidae y Mormoopidae, por lo anterior se recomienda utilizar una combinación de técnicas para incrementar la riqueza de especies de un sitio a fin de tener un inventario completo de todas las especies (Pech-Canché *et al*., 2010; Pech-Canché *et al*., 2011a).

A nivel de familias, la Phyllostomidae fue la más abundante, específicamente la subfamilia Stenodermatinae presentó la mayor riqueza de especies y la mayor abundancia, similar a lo reportado en otros Estados: Oaxaca (Calderón-Patrón *et al*., 2013), Chiapas (Avila-Torresagatón *et al.*, 2012), Tabasco (García-Morales *et al*., 2011), Yucatán (Montiel *et al*., 2006). En general no es raro que las especies de la las familias Phyllostomidae fueran las más abundantes, ya que es la familia más diversa con 55 especies dentro del Orden Chiroptera en México (Ceballos y Arroyo-Cabrales, 2012).

La riqueza de especies fue diferente en los tres ecosistemas de estudio, el BMM presentó el mayor número de especies (N= 19), riqueza superior a la reportada por otros autores en bosque mesófilo de montaña, Calderón-Patrón *et al.,* (2013) reportan en la Sierra Norte de Oaxaca 4 especies; Mendoza-Sáenz y Horváth

(2013) reportan 8 especies en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chipas; Saldaña-Vázquez (2008) en la zona centro de Veracruz reporta 11 especies. Lo anterior puede ser un reflejo del buen estado de conservación en el que se encuentra el BMM en la Sierra de Otontepec, esta condición permite la disponibilidad de recursos que influyen en la riqueza y abundancia de murciélagos.

En general, los bosques tropicales son considerados los ecosistemas con la más alta productividad y diversidad de especies del planeta (Turner *et al.,* 1998; Martínez y García, 2007). Lo que contrasta con lo encontrado en la SMSP en la Sierra de Otontepec, la cual presentó una riqueza de 13 especies, número inferior a lo que reporta Estrada *et al.,* (1993) en fragmentos de bosque tropical en los Tuxtlas (n=32). Por otra parte, en el BE se encontró la menor riqueza 7 especies, esto pudiera deberse a que la estructura vegetal dominada por *Quercus oleoides* ofrece recursos limitados para los murciélagos. No obstante, la presencia de especies en su mayoría nómadas registrada en SMSP y BE puede indicar una falta de estabilidad en la comunidad, lo que quiere decir que se tiene una comunidad abierta influenciada por especies transitorias (Soriano, 2000; Galindo-González, 2004), esto puede ser síntoma del empobrecimiento y reducción de la vegetación a consecuencia de los cultivos y ganadería que existe en la zona.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la abundancia relativa de murciélagos se comportó de manera similar en los tres tipos de vegetación, siendo el patrón general en ecosistemas neotropicales que solo unas cuantas especies son las dominantes y la mayoría son raras (Medellín *et al*., 2000; Chávez y Ceballos, 2001). Por otra parte, la abundancia total presentó variaciones, el BMM y la

SMSP exhibieron abundancias parecidas, las cuales fueron superiores a lo registrado en el BE, estas diferencias pueden deberse a gran cantidad de recursos que ofrece el BMM y la SMSP que mantiene grandes poblaciones especialmente del genero *Sturnira.* En contraste, el BE podría ofertar una cantidad limitada de recursos, esto explicaría la menor riqueza de especies y la baja abundancia de las poblaciones.

7.2 Diversidad alfa

Al comparar los valores obtenidos con el exponencial de Shannon (diversidad verdadera) coinciden con lo reportado en otros trabajos en donde los bosques tropicales (selvas) presentaron la mayor diversidad de murciélagos al ser comparados con otros tipos de vegetación (García-Morales et al., 2011; Calderón-Patrón *et al.*, 2013). El BMM obtuvo valor más bajo aun cuando fue el que presentó la mayor riqueza de especies, sin embargo, las abundancias de las especies fueron muy inequitativas. De acuerdo con Moreno (2001), los índices de diversidad representan una medida combinada de la riqueza de especies y la equidad, siendo esta razón por la cual en el BMM se registró el menor valor de diversidad de los tres tipos de vegetación. Es por lo anterior que, el uso de los índices como una aproximación para medir la diversidad alfa, deberían usarse con cautela a la hora de tomar una decisión sobre la importancia de sitio, ya que también hay que considerar aspectos como la riqueza de especies o la presencia de especies bajo algún estatus de protección, ya que podrían ser los más adecuados a la hora de tomar decisiones para la conservación.

Aunque existen una gran cantidad de trabajos sobre diversidad alfa de murciélagos estos no son comparables debido al tipo de índices empleados los cuales expresan diferentes magnitudes (Jost, 2010; García-Morales *et al.,* 2011).

7.3 Diversidad beta

Los resultados de los análisis de complementariedad muestran que el BMM y el BE son los ecosistemas más diferentes en cuanto a composición del ensamble de murciélagos, esto puede deberse en parte a las características de la vegetación, por un lado, el BE es un ecosistema homogéneo dominado por unas pocas especies arbóreas y carente de sotobosque, en contraste el BMM es un ecosistema complejo formado por una gran variedad de especies arbóreas y de sotobosque que proporcionan diferentes recursos, lo cual se refleja en la riqueza y abundancia de murciélagos frugívoros de sotobosque, cuyo principal alimento son los frutos de las plantas del género *Piper* y *Solanum* (Vargas *et al*., 2008). Otro factor a tomar en cuenta es la presencia de cuerpos de agua en el BMM en cambio, en el BE no se observaron en ninguno de los sitios de muestreo, según Ciechanowski (2002) los cuerpos de agua son un recurso importante para las especies insectívoras, lo cual puede explicar el mayor registro de este gremio en BMM.

Al comparar la SMSP con el BMM, así como la SMSP con el BE el recambio de especies fue intermedio (Cuadro 4), estas combinaciones comparten varias especies lo que puede deberse a la cercanía entre sitios que permite el flujo de especies entre los ecosistemas, en este sentido se ha comprobado que los ámbitos hogareños de algunas especies de murciélagos son capaces de desplazarse grandes distancias en una noche (Pinto y Keitt, 2008). Para el caso

particular de la SMSP y BMM otra posible explicación podría ser la similitud estructural de ambos ecosistemas que permitiría albergar especies que sean afines en el uso de recursos.

7.4 Partición aditiva de la diversidad

Los resultados obtenidos al evaluar la diversidad gamma muestran un alto recambio de especies entre ecosistemas, lo que indica que el número total de especies a nivel paisaje es mayor cuando se compara con cualquiera de sus componentes, esto significa que los tres tipos de vegetación aportan especies en mayor y menor grado, lo cual es contrario a lo publicado por Moreno y Halffter (2001b) quienes reportan que la diversidad en un paisaje fragmentado depende de la riqueza total de un hábitat.

En cambio, nuestros resultados sugieren que los elementos que integran la Sierra de Otontepec presentan un dinamismo espacial alto, debido a que algunas especies presentan asociaciones con los tres tipos de vegetación lo que se refleja en el alto recambio de especies entre ellos, lo cual puede ser producto del cambio en la disponibilidad de recursos presentes en cada uno de los ecosistemas, así como una variación en los patrones altitudinales de los sitios de estudio al existir una diferencia de más de 700 m entre el sitios más bajo (360 msnm) y el sitio más alto (1080 msnm), ya que en otras regiones, como el estado de Yucatán, que cuenta con cierta uniformidad topográfica, se ha registrado un bajo aporte del recambio espacial a escalas grandes (variación entre hábitats) para explicar la diversidad total a nivel de paisaje (Pech-Canché *et al*., 2011b).

Sin embargo Moreno y Halffter (2001b) señalan que un alto recambio puede ser ocasionado por la disparidad de hábitats y que son variaciones temporales entre hábitats principalmente en paisajes fragmentados; lo que demuestra que a nivel temporal también puede existir un efecto de las escalas grandes (elevación entre temporadas climáticas) (Pech-Canché *et al*., 2011b); sin embargo, esto no puede comprobarse en el presente trabajo debido a que el diseño de muestreo no fue el adecuado para realizar estimaciones acerca de la variación estacional en el área de estudio.

7.5 Gremios

La clasificación de la estructura gremial de la Sierra de Otontepec está integrado por cinco estrategias de forrajeo: insectívoros, frugívoros de dosel, frugívoros de sotobosque, nectarívoros y hematófagos. Se encontró que los gremios variaron entre tipos de vegetación así como las proporciones de los mismos, los insectívoros presentaron su máximo porcentaje en el BMM, los frugívoros de sotobosque BMM, los frugívoros de dosel en el BE, los hematófagos en el BE y nectarívoros en la SMSP. Estas variaciones son producto del tipo y disponibilidad de recursos; en este sentido, Fenton *et al*., (1992) mencionan que uno de los factores que más influye sobre la diversidad de murciélagos es la disponibilidad de recursos alimenticios.

El gremio de los frugívoros fue el más diverso en los tres tipos de vegetación, esto tiene una gran importancia ecológica para la Sierra de Otontepec debido a que este gremio se constituye en un grupo faunístico importante para el

mantenimiento y regeneración de los ecosistemas debido a su alta capacidad de dispersión de semillas (Galindo-González, 1998).

Dentro del gremio de los frugívoros, las especies frugívoras de sotobosque fueron los que presentaron mayor riqueza de especies así como la mayor proporción respecto a los otros gremios, en particular *S. parvidens,* especie que presenta una marcada diferencia en abundancia respecto al resto de las especies en los tres tipos de vegetación, este resultado corresponde con lo reportado por Medellín *et al.,* (2000) en la Selva Lacandona de Chiapas. Esto puede deberse a que *S. parvidens* es una especie de hábitos generalistas o "adaptables" que se beneficia de la fragmentación Galindo-González (2004), además de que se alimenta de frutos de plantas pioneras que ofertan recursos alimenticios a lo largo de todo el año, lo cual favorece la constante dominancia de estas especies.

Los murciélagos frugívoros de dosel presentaron diferencias significativas en cuanto a los porcentajes en los tres tipos de vegetación, mostrando su mayor porcentaje en el BE, estas especies de mayor tamaño utilizan preferentemente áreas abiertas y su abundancia aumenta frente a la perturbación antrópica del hábitat, pues pueden explotar eficientemente los recursos ofrecidos por el hombre (Medellín *et al.,* 2000).

El gremio de los insectívoros a pesar de ser sub-representados debido al método de muestreo, mostró una mayor riqueza y abundancia en BMM, una posible explicación es la presencia de cuerpos de agua, que según Ciechanowski (2002) los cuerpos de agua son un recurso importante debido a que son sitios donde las especies insectívoras forrajean. Otro factor determinante es la cobertura la

cual les sirve como protección contra depredadores y que algunas especies usan como sitios de forrajeo. Por otro lado, la nula captura de este gremio en el BE es resultado del método de muestreo (redes de niebla) el cual subestima a murciélagos insectívoros debido a que su sistema de ecolocación es más desarrollado y evitan las redes de niebla, así como a los que forrajean a nivel del dosel (MacSwiney *et al*., 2008).

Por otra parte, la elevada proporción de *D. rotundus* (vampiro común) en el BE y SMSP se debe a la presencia de ranchos ganaderos en la zonas aledañas a ambos ecosistemas, esto coincide con Galindo-González (2004) quien considera a *D. rotundus* como una especie asociada con perturbación, pues a pesar de su tipo de alimentación especializada su alimento lo proporcionan principalmente el ganado, se ha determinado que los tamaños poblacionales de *D. rotundus* en sitios conservado es bajo, mientras que en sitios perturbados son los tamaños poblacionales son grandes (Medellín *et al*., 2000).

Los murciélagos nectarívoros estuvieron asociados a la SMSP en donde presentaron la mayor abundancia y riqueza, lo cual puede ser explicado ya que las selvas son uno de los ecosistemas que más recursos alimentarios ofrecen a este gremio. La ausencia de nectarívoros en el BMM probablemente se deba a la baja disponibilidad de recursos florales, esto a pesar de que los muestreos coinciden con el pico de floración, donde se esperaría la presencia de especies nectarívoras debido a la floración de plantas con síndromes de polinización (Quezada *et al*., 2004; Stoner *et al*., 2003).

8 CONCLUSIONES

- En este trabajo se actualizan los registros de murciélagos para la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec reportando 21 especies, también se registró la presencia de *E. hartii* especie incluida en la (NOM-059-SEMARNAT-2010).

- El ensamble de murciélagos de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec es similar a lo reportado en otras zonas tropicales, con el predominio de la familia Phyllostomidae y particularmente la sub familia Stenodermatinae.

- La mayor riqueza de especies se registró en el bosque mesófilo de montaña, mientras que selva mediana subperennifolia presentó una mayor diversidad alfa lo que nos indica que hay mayor equidad en el ensamble.

- La especie más abundante en los tres tipos de vegetación fue *S. hondurensis* la cual es catalogada como generalista por ser de amplia distribución.

- Existe un alto recambio de especies entre los tres tipos de vegetación producto de las diferencias estructurales que brindan una distinta conformación de especies en los ensambles.

- La diversidad gamma muestra un alto recambio de especies entre ecosistemas, es decir a nivel de paisaje los tres ecosistemas aportan especies a la riqueza total de murciélagos.

- El ensamble de murciélagos de la Sierra de Otontepec está constituido por cuatro gremios tróficos: frugívoros, insectívoros, nectarívoros y hematófagos. El gremio de los frugívoros presenta la mayor riqueza y abundancia en los tres tipos de vegetación.

- La composición gremial presenta cambios significativos en las proporciones entre los tres tipos de vegetación, excepto para el gremio de los nectarívoros, lo que indica que la disponibilidad de recursos alimenticios varía entre los tipos de vegetación.

9 APLICACIÓN PRÁCTICA DEL TRABAJO

El presente trabajo permite tener un acercamiento eficiente en la determinación de patrones de diversidad, abundancia y composición de quirópteros en la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec, lo que representa una contribución al conocimiento de las especies que habitan, y así podría permitir el desarrollo de estrategias adecuadas de conservación no solamente para los murciélagos, sino también para los ecosistemas.

En la actualidad la Sierra de Otontepec experimenta procesos de transformación de vegetación natural a campos agrícolas y de pastoreo, cuyos efectos inmediatos son la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las comunidades. Con base en esto, se ha propuesto a los murciélagos como un grupo indicador, tanto de condiciones de conservación como perturbación, ya que en este caso, la presencia del vampiro común denota sitios con desarrollo de ganadería, mientras que la presencia de especies protegidas sería un indicador del buen estado de conservación de algunas zonas, por ello es de gran importancia el conocimiento sobre la riqueza y abundancia de las especies que habitan los fragmentos estudiados lo que permitirá establecer prioridades para la selección las áreas dependiendo de su grado de conservación

Los murciélagos desempeñan un papel primordial en la dinámica de los ecosistemas tropicales, fundamentalmente las especies polinizadoras y dispersoras son vitales para la reproducción de las plantas y regeneración de los bosques tropicales, a pesar de ello y del incremento de estudios de este grupo, aún hay muchos aspectos de su biología y diversidad regional que son desconocidos.

De acuerdo con los resultados, varias especies muestran respuestas flexibles a la perturbación de los bosques, sin embargo, en el bosque mesófilo se registraron 10 especies raras principalmente insectívoras y frugívoras que muestran una fuerte dependencia de hábitat, además de una especie protegida por la normatividad nacional. Basados en la información nos permite establecer al bosque mesófilo como un área prioritaria para la conservación, en la cual además se deberían realizar programas de reforestación que brinden conectividad a través de corredores biológicos entre los fragmentos con la finalidad de permitir el flujo de las especies de murciélagos frugívoros que ayuden en la regeneración natural de los bosques.

Otro punto importante en la aplicación de este trabajo, es que actualmente se inició un brote de rabia paralitica en el ganado bovino de la zona, por lo anterior la relevancia en la información presentada en este trabajo, ya que se identifican sitios en donde la abundancia de *D. rotundus* es alta, lo que permitiría el desarrollo de programas técnicos y focalizados para el control poblacional estratégico del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) basados en la (Norma Oficial Mexicana NOM-067-ZOO-2007, Campaña nacional para la prevención y control de la rabia en bovinos y especies ganaderas) lo que beneficiaría a la población dedicada a la ganadería de la zona, además de que permitiría concientizar a la gente sobre la importancia ecológica de los murciélagos y la importancia de la implementación de programas de control de vampiros que sean eficientes y permitan la conservación de toda la comunidad de murciélagos no hematófagos.

10 BIBLIOGRAFÍA

Adams M.D., Law B.S. y French K.O. 2005. Effects of lights on activity levels of forest bats: increasing the efficiency of surveys and species identification. *Wildlife Research* 32: 173-182.

Aguirre, L. F. 2002. Structure of a Neotropical savanna bat community. *Journal of Mammalogy*, *83*(3), 775-784.

Altringham, J.D. 1996. Bats biology and behaviour. New York. Oxford University Press. pp 262.

Anthony, E.L.P. 1988. Age determination in bats. In: Kunz, T. H., (ed.) Ecological and behavioral methods for the study of bats. Washington, DC: Smithsonian Institute Press. pp 533.

Avila-Torresagatón, L. G., Hidalgo-Mihart, M. y Guerrero, J. A. 2012. La importancia de Palenque Chiapas, para la conservación de los murciélagos de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 184-193.

Begon, M., Townsend, C.R. y Harper, J.L. 2006. Ecology: From individuals to ecosystems. 4ª edición, Blackwell, Publishing ltd. pp 759.

Blondel, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? – Oikos 100: 223–231.

Boyles, J.G., Cryan, P.M., McCracken, G.F. y Kunz, T.H. 2011. Economic importance of bats in agriculture. *Science,* 332 (6025): 41-42.

Calderón-Patrón, J., Briones-Salas, M., Y Moreno, C. E. 2013. Diversidad de murciélagos en cuatro tipos de bosque de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Therya,* 4 (1): 121-137

Castro-Luna, A.A., Sosa, V.J. y Castillo-Campos, G. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in Southeastern Mexico. *Animal Conservation*, 10: 219-228.

Castillo, C.G. y Medina, A. 1996. La vegetación de la Sierra de Tantima-Otontepec, Veracruz, México. *La Ciencia y El Hombre*, 24: 45-67.

Chávez, C., y González, G. C. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* (Nueva Época), 5(1), 27-44.

Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. FCE, CONABIO. México, DF. pp 987.

Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, J. 2012. Lista Actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología* (Nueva Época) 1: 27-81.

Ciechanowski, M. 2002. Community structure and activity of bats (Chiroptera) over different water bodies. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde*, 67(5), 276-285.

Colwell, R.K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.

Colwell, R.K. y Coddington, J.A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 345: 101-118.

Concha-Lozada, C.M., Gallego, M.C., y Pardo-Locarno, L.C. 2010. Fragmentación de ecosistemas montanos e impactos estructurales y poblacionales sobre la comunidad de escarabajos coprófagos (Col.: Scarabaeinae) en el Alto Río Cauca, Popayán, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 14(1): 43-55.

Cornejo-Latorre, C., Rojas-Martínez, A.E., Aguilar-López, M. y Juárez-Castillo, L.G. 2011. Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos. *Therya*, 2(2): 169-182.

Chávez, C. y Ceballos, G. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 5: 27–44.

Estrada, A., Coates-Estrada, R., y Meritt, D. 1993. Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, 16(4), 309-318.

Estrada, A. y Coates-Estrada, R. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic hábitat-island at Los Tuxtlas, México. *Biological Conservation*, 103: 237-245.

Faria, D. 2006. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 22(05), 531-542.

Fauth, J.E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits, W.J., Van Buskirk, J., y McCollum, S.A. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *American Naturalist*, 282-286.

Feinsinger, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Fenton, M.B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M.B.C., Merriman, C., Obrist, M.K. y Syme, D.M. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24: 440–446.

Fenton, M.B. 2002. Bat natural history and echolocation. in Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis (Brigham, R. M., E. K. V. Kalko, G. Jones, S. Parsons, y H. J. G. A. Limpens, eds.). Bat Conservation International. Austin. EE.UU. pp 2-6.

Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73: 57-74.

Galindo-González, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(2): 239-243.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad. Nacional Autónoma de México, México, D.F. pp 71.

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

González, J.C. 1989. Guía para la identificación de los murciélagos de Uruguay. Ilustraciones de Jaime J. Hiriart. Montevideo, Uruguay. pp 50.

González-Christen, A. 2010. Los Mamíferos de Veracruz. Guía ilustrada. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y de Desarrollo Tecnológico, México. pp 191.

González-Christen A., Delfín A. y Díaz, S.N.M. 2012. Análisis de vacíos geográficos de la colección de mamíferos en el IIB-UV. Memorias Xl Congreso nacional de Mastozoología, Xalapa, Ver.

Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. y Melic, A. 2005. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades: alfa, beta y gamma. m3m-monografias 3ercer Milenio, vol.4 SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS y CONACYT, Zaragoza. pp 242.

Hill, M.O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427–432.

Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88: 2427–2439.

Kunz, T.H., Braun De Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T. y Fleming, T.H. 2011. Ecosystem services provided by bats. Annals of the New York Academy of Sciences 1223: 1–38.

Krebs, J.C.H. 2001. Estudio de la distribución y la abundancia. Universidad de Columbia Británica. Segunda edición. Editorial Harla, Mexico D.F. pp 199-227.

Lizama-Hernández, I. 2011. Diversidad alfa y distribución local de los murciélagos en el ejido Buena Vista, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, México. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.

Loayza, A.P., Rios, R.S. y Larrea-Alcázar, D.M. (2006). Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la Estación Biológica Tunquini, Bolivia. Ecología en Bolivia, 41(1), 7-23.

MacSwiney, M.C., Clarke, F.M. y Racey, P.A. 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1364-1371.

Madrid-López, S.M. 2010 Abundancia, diversidad y composición de murciélagos en fragmentos de selva mediana subcaducifolia y cultivos de árboles frutales en la región de Apazapan, Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.

Martínez, R.M. y García, O.X. 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 80: 69-84.

Medellín, R., Equihua, M. y Amín, M.A. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 14: 1666–1675

Medellín, R., Arita, H.T. y Sánchez, O. 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo, segunda edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México – Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp 84.

Mendoza-Sáenz, V. H., y Horváth, A. 2013. Roedores y murciélagos en la zona cafetalera del Volcán Tacaná, Chiapas, México. *Therya*, 4(2): 409-423

Montiel, S., Estrada, A., & León, P. (2006). Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal of Tropical Ecology*, 22(03), 267-276.

Moreno, C.E. y Halffter, G. 2001a. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37: 149-158.

Moreno C. E. y Halffter G. 2001b. Spatial and temporal análisis of alpha, beta and gamma diversity of bats in a fragmentes landscape. *Biodiversity an Conservation*, 10: 367-382.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. MyT–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Moreno, C.E. y Rodríguez, P. 2011. Commentary: Do we have a consistent terminology for species diversity? Back to basics and toward a unifying framework. *Oecologia*, 167: 889-892.

Moreno, C.E., Barragán f., Pineda, E. y Pavón, N.P. 2011. Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261.

Neuweiler, G. 2000. The biology of bats. Translated by Ellen Covey. Oxford University Press. New York. 309 pp.

Olea-Wagner, A., Lorenzo, C., Naranjo, E., Ortiz, D. y León–Paniagua, L. 2007. Diversidad de frutos que consumen tres especies de murciélagos (Chiroptera: Phyllostomidae) en la selva lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78: 191-200

O'Farrell, M.J., Miller, B.W. y Gannon, W.L. 1999. Qualitative identification of free-flying bats using the Anabat detector. *Journal of Mammalogy*, 80: 11–23.

Patten, M.A. 2004. Correlates of species richness in North American bat families. *Journal of Biogeography*, 31(6), 975-985.

Pech-Canché, J.M, MacSwiney, M.C. y Estrella, E. 2010. Importancia de los detectores ultrasónicos para mejorar los inventarios de murciélagos neotropicales. *Therya*, 1, 227-234.

Pech-Canche, J. M., Estrella, E., López-Castillo, D. L., Hernández-Betancourt, S. F., y Moreno, C. E. (2011). Complementariedad y eficiencia de métodos de captura de murciélagos en una selva baja caducifolia de Yucatán, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(3), 896-903.

Pereyra, L.C. y Moreno, C.E. 2013. Divide y vencerás: revisión de métodos para la partición de la diversidad regional de especies en sus componentes alfa y beta. *Revista chilena de historia natural*, 86(3), 231-240.

Pérez-Torres, J., Ahumada, J.A. 2004. Murciélagos en bosques alto-andinos, fragmentados y continuos, en el sector occidental de la sabana de Bogotá (Colombia). *Universitas Scientiarum*, 9: 33-46.

Pineda, A. E. O., Halffter, G., Moreno, C., y Escobar, F. (2005). Transformación del bosque de niebla en agroecosistemas cafetaleros: cambios en las diversidades alfa y beta de tres grupos faunísticos. In Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma. pp. 177-190.

Pinto, N., y Keitt, T.H. 2008. Scale-dependent responses to forest cover displayed by frugivore bats. *Oikos*, 117(11): 1725-1731.

Platas-Guzmán, J.C. 2010. Diversidad y abundancia de murciélagos de la familia Phyllostomidae en la vegetación natural y agroecosistemas de Mafafas, Municipio de Tepetlán, Veracruz. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México. pp 51.

Quesada, M., Stoner, K.E., Lobo, J.A., Herrerias-Diego, Y., Palacios-Guevara, C., Munguía-Rosas, M.A., y Rosas-Guerrero, V. (2004). Effects of Forest Fragmentation on Pollinator Activity and Consequences for Plant Reproductive Success and Mating Patterns in Bat-pollinated Bombacaceous Trees1. *Biotropica*, *36*(2), 131-138.

Rivera, C. y Sobal, M. 2007. Diagnóstico de los mamíferos mayores y medianos en el Área Natural Protegida Sierra de Otontepec, Veracruz, México. Tesis de Especialidad. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México. pp 66.

Rodríguez-Luna, E., A. Gómez-Pompa, J.C. López-Acosta, N. Velázquez-Rosas, Y. Aguilar-Domínguez y M. Vázquez-Torres. 2011. Atlas de los espacios naturales protegidos de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana. 1ra Ed. México. 352 p.

Saldaña-Vázquez, R. A. 2008. Comparación de la diversidad de murciélagos filostómidos en fragmentos fe bosque mesófilo de montaña y cafetales de sombra en el centro de Veracruz. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología, AC. Xalapa, Ver. México pp 76.

Saldaña-Vázquez, R. A. y Munguía-Rosas, M. A. 2013. Lunar phobia in bats and its ecological correlates: A meta-analysis. *Mammalian Biology*, 78: 216-219.

Santos-Moreno, A. y Kraker-Castañeda, C. 2013. Comparación de sistemas de detección ultrasónica para actividad relativa de murciélagos insectívoros. *Therya*, 4(1): 61-68

Secretaría de Desarrollo Social y Medio Ambiente (SEDESMA). 2007. Programa de Manejo de la Reserva Ecológica Sierra de Otontepec. Gobierno del Estado de Veracruz. México.

Sikes, R.S, Gannon, W.L. And The Animal Care And Use Committee Of The American Society Of Mammalogists. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 92(1): 235–253.

Simmons, N.B. y Voss, R.S. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland forest fauna. Part 1. Bats. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 237: 1–219.

Simmons, N.B. 2005. Order Chiroptera. En: Wilson, D.E. y D.M. Reeder (Editores). Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3ª edición. Johns Hopkins University Press Baltimore, Maryland. pp 312-529.

Soriano, P.J. 2000. Functional structure of bat communities in tropical rainforests and Andean cloud forests. *Ecotrópicos*, 13:1-20

Stoner, K.E., Salazar K.A.O, Fernández. R.C.R, y Quesada M. 2003. Population dynamics, reproduction, and diet of the lesser long nosed bat (Leptonycteris curasoae) in Jalisco, Mexico: implications for conservation. *Biodiversity y Conservation*, *12*(2), 357-373.

Turner, M.G., Baker, W.L., Peterson, C.J., Peet, R.K. 1998. Factors influencing succession: lessons from large, infrequent natural disturbances. *Ecosystems*, 1: 511-523.

Vargas, E.A., Aguirre, L.F., Galarza, M.I., y Gareca, E. 2008. Ensamble de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque

montano del Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Mastozoología neotropical*, 15(2): 297-308.

Williams-Guillén, K. y Perfecto, I. 2010. Effects of Agricultural Intensification on the Assemblage of Leaf-Nosed Bats (Phyllostomidae) in a Coffee Landscape in Chiapas, Mexico. *Biotropica*, 42(5), 605-613.

Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Upple Saddle River. New Jersey.