



IPICYT

**INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA, A.C.**

POSGRADO EN CIENCIAS APLICADAS

**DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS Y
SU IMPORTANCIA EN LA REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN
EN LA REGIÓN DE LA HUASTECA POTOSINA**

Tesis que presenta

Rodrigo García Morales

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias Aplicadas

En la opción de

Ciencias Ambientales

Director de la Tesis:

Dr. Leonardo Chapa Vargas

San Luis Potosí, S.L.P. Octubre de 2010



Constancia de aprobación de la tesis

La tesis “**Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros y su importancia en la regeneración de la vegetación en la región de la Huasteca Potosina San Luis Potosí**” presentada para obtener el Grado de de Maestro(a) en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales fue elaborada por **(Rodrigo García Morales** y aprobada el **07 de Octubre de 2010** por los suscritos, designados por el Colegio de Profesores de la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Dr. Leonardo Chapa Vargas
Director de tesis

Dr. Ernesto Iván Badano
Asesor

Dr. Jorge Galindo González
Asesor



Créditos Institucionales

Esta tesis fue elaborada en la División de Ciencias Ambientales del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., bajo la dirección del Dr Leonardo Chapa Vargas.

Durante la realización del trabajo el autor recibió una beca académica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (No 080315) y del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C.

Esta tesis fue parte del proyecto Frugivore bat diets and forest regeneration processes at the Huasteca region of San Luis Potosí, Mexico el cual fue apoyado por la organización internacional Bat Conservation International (BCI) a través de su programa de apoyo económico Student Research Scholarship 2009



Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

Acta de Examen de Grado

El Secretario Académico del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., certifica que en el Acta 041 del Libro Primero de Actas de Exámenes de Grado del Programa de Maestría en Ciencias Aplicadas en la opción de Ciencias Ambientales está asentado lo siguiente:

En la ciudad de San Luis Potosí a los 19 días del mes de octubre del año 2010, se reunió a las 11:10 horas en las instalaciones del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., el Jurado integrado por:

Dr. Jorge Rodrigo Galindo González	Presidente	UV
Dr. Ernesto Iván Badano	Secretario	IPICYT
Dr. Leonardo Chapa Vargas	Sinodal	IPICYT

a fin de efectuar el examen, que para obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS APLICADAS
EN LA OPCION DE CIENCIAS AMBIENTALES**

sustentó el C.

Rodrigo García Morales

sobre la Tesis intitulada:

Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros y su importancia en la regeneración de la vegetación en la región de la Huasteca Potosina

que se desarrolló bajo la dirección de

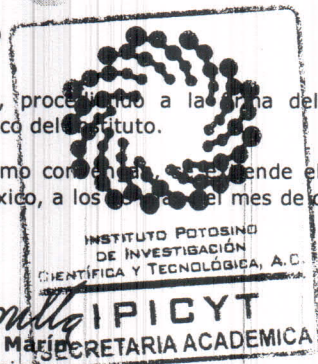
Dr. Leonardo Chapa Vargas

El Jurado, después de deliberar, determinó

APROBARLO

Dándose por terminado el acto a las 13:10 horas, procediendo a la firma del Acta los integrantes del Jurado. Dando fe el Secretario Académico del Instituto.

A petición del interesado y para los fines que al mismo conlleva, se expide el presente documento en la ciudad de San Luis Potosí, S.L.P., México, a los 19 días del mes de octubre de 2010.



Marcial Bonilla
Dr. Marcial Bonilla
Secretario Académico

Ivonne Lizette Cuevas Vélez
Mtra. Ivonne Lizette Cuevas Vélez
Jefa del Departamento de Asuntos Escolares

Dedicatoria

*A mis padres Lilian O. Morales Anaya y Dionicio García Alderete
y a mi hermano Mauricio García Morales
para ustedes con todo mi cariño*

Agradecimientos

A mi madre (Lilian) y mi hermano (Mauricio) por el apoyo que siempre me brindaron durante este proceso que para ellos parece interminable...licenciatura, maestría y sigue el doctorado.

A mi padre, quien partió antes de que empezara (nomas me dejo embarcado) donde sea que te encuentres GRACIAS, siempre me apoyaste con esto.

Un agradecimiento especial a mi hermano Mauricio por su apoyo durante mis primeros días aquí en San Luis Potosí y por que durante este tiempo junto nos hemos unido más como hermanos.

A Leonardo Chapa por su confianza, por creer en mis ideas, por su apoyo incondicional y sobre todo por ser parte de mi madures académica.

A mis compañeros que participaron durante el exhaustivo trabajo de campo Víctor, Karina, Oliverio, Mayra, Astrid, Gustavo y Rosy sin ellos los datos no habrían sido posibles.

En especial a Karina por cuidarme en campo, donde siempre salía con algo (clavos enterrado en los pies, infecciones, deshidratación y te perdiste de las avispas) Gracias karis!!

A mis amigos Gerardo Gómez González y Norberto Galván Camarillo y en especial a mi padrino Joaquín Pozos por permitirme trabajar en sus predios.

A mis amigos de generación (Mariana, Víctor, Alejandra, Dulce, Mayra, Elda, Julián, Fred, Daniel, Ingrid) aunque nunca fui muy sociable con ustedes, eso no significa que nos los aprecie.

A mi comité revisor Ernesto Badano y Jorge Galindo por su apoyo y comentarios para que esta tesis fuera escrita.

A Emilia a pesar de todo seguimos caminando juntos...gracias!!

INDICE

Constancia de aprobación de la tesis	ii
Créditos institucionales	iii
Acta de examen	iv
Dedicatorias	v
Agradecimientos	vi
Lista de tablas	viii
Lista de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
Introducción general y área de estudio	1
Introducción	1
Área de estudio	3
Literatura citada	8
Capítulo 1 Estructura y diversidad de ensamblajes de murciélagos en tres comunidades vegetales en la región de la Huasteca Potosina, San Luís Potosí	11
Introducción	11
Hipótesis	14
Objetivos	14
Métodos	15
Resultados	19
Discusión	25
Conclusiones	29
Recomendaciones	29
Literatura citada	31
Capítulo 2 Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros y su importancia en la regeneración de la vegetación en la región de la Huasteca Potosina.	36
Introducción	36
Hipótesis	38
Objetivos	38
Métodos	39
Resultados	42
Discusión	53
Conclusión	57
Recomendaciones	58
Literatura citada	59

Lista de tablas

TITULO DE LA TABLA	Página
1. Listado total de las especies de murciélagos en la región de la Huasteca Potosina, San Luis Potosí.	19
2. Listado general de especies, abundancia y comunidad vegetal de captura de murciélagos frugívoros en la región de la Huasteca Potosina, México	42
3. Listado de especies de semillas registradas, su clasificación de acuerdo a la categoría sucesional y el total de muestras de los murciélagos frugívoros en 3 comunidades vegetales en la huasteca potosina, México	47
4. Número de especies de semillas dispersadas por cada una de las especies de murciélagos y su porcentaje por tipo de categoría sucesional	48

Lista de figuras

TITULO DE LA FIGURA	Página
1.Ubicación geográfica del área de estudio y localización de los sitios de muestreo por cada tipo de comunidad vegetal seleccionada	4
2.Riqueza total de Murciélagos	20
3.Diversidad total de Murciélagos	20
4.Curvas de rango-abundancia para el total de especies de murciélagos	21
5.Riqueza de murciélagos durante la época de lluvias	22
6.Diversidad de murciélagos durante la época de lluvias	22
7.Curvas de rango-abundancia de especies de murciélagos en la época de lluvias	23
8.Riqueza de murciélagos durante la época de secas	24
9.Diversidad de murciélagos durante la época de secas	24
10. Curvas de rango-abundancia para especies de murciélagos en la época de secas	24
11. Riqueza total de murciélagos frugívoros por tipo de comunidad vegetal	43
12.Diversidad total de murciélagos frugívoros por tipo de comunidad vegetal	43
13.Curvas de rango-abundancia para el total de especies de murciélagos frugívoros	43
14.Riqueza de murciélagos frugívoros durante la época de lluvias	44
15.Diversidad de murciélagos frugívoros durante la época de lluvias	44
16.Curvas de rango-abundancia de especies de murciélagos frugívoros en la época de lluvias	45
17.Riqueza de murciélagos frugívoros durante la época de secas	46
18.Diversidad de murciélagos frugívoros durante la época de secas	46
19.Curvas de rango-abundancia de especies de murciélagos frugívoros en la época de secas	46

Resumen

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS Y SU IMPORTANCIA EN LA REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA REGIÓN DE LA HUASTECA POTOSINA.

Palabras Clave: diversidad, ensambles, frugivoría, San Luís Potosí, quirópteros.

La dispersión de semillas es clave en los mecanismos de colonización y establecimiento de muchas especies de plantas en ambientes tropicales. En las selvas, entre 70 y 98% de las plantas leñosas producen semillas y frutos que son dispersados por vertebrados frugívoros. Los murciélagos tropicales son un grupo diverso y abundante que explota una gran cantidad de recursos tróficos. Como consecuencia, estos organismos juegan un papel importante en los ecosistemas naturales a través de las interacciones ecológicas que entablan con otros organismos, como la dispersión de semillas. Este es el primer trabajo que aporta información sobre la riqueza y diversidad de especies de murciélagos y de las funciones ecológicas que desempeñan en los ecosistemas como la dispersión de semillas por los murciélagos frugívoros en la región de la Huasteca Potosina. En el capítulo I se analizan los patrones de riqueza, diversidad y abundancia de murciélagos en tres diferentes comunidades vegetales, con la finalidad de identificar tipos de vegetación prioritarios para la conservación de las especies de murciélagos en la región Huasteca de San Luis Potosí. En el capítulo II se determinó la importancia de la comunidad de murciélagos frugívoros como dispersores de semillas, los resultados muestran la importancia de los murciélagos al encontrarse que dispersan semillas de plantas importantes dentro de las etapas iniciales de la regeneración de la vegetación y de especies que se establecen en etapas sucesionales tardías.

Abstract

SEED DISPERSAL BY FRUGIVOROUS BATS AND THEIR IMPORTANCE FOR VEGETATION REGENERATION AT THE HUASTECA REGION OF SAN LUIS POTOSI

Key words: diversity, assemblages, frugivory, San Luis Potosí, bats

Seed dispersal is a key process among mechanisms of colonization and establishment of several plant species in tropical environments. In moist forests, between 70 and 98 % of all woody plants produce fruits and seeds that are dispersed by frugivorous vertebrates. Tropical bats are a diverse and abundant group which exploit a great amount of trophic resources. As a consequence, through ecological interactions with other organisms, such as seed dispersal, these organisms play an important role in natural ecosystems. This was the first study to provide information related to bat species richness and diversity and their ecological functions such as seed dispersal in the Huasteca region of San Luis Potosí. In the first chapter, abundance, species richness, and diversity patterns of bat species are analyzed for three different vegetation communities. These data provided valuable information for the identification of priority sites for bat species conservation at the Huasteca region of San Luis Potosí. In the Second chapter, the importance of the frugivorous bat community as seed dispersers was determined. The results of this study demonstrate the importance of bats as they disperse seeds of plant species that are important among initial stages of vegetation regeneration, as well as species that establish in late successional stages.

INTRODUCCIÓN GENERAL Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

I. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son un grupo abundante y muy diverso, existen aproximadamente 1,116 especies agrupadas en 18 familias a nivel mundial (Simmons 2005) de las cuales la mayoría se distribuyen en las regiones tropicales donde llegan a representar localmente hasta el 50% de las especies de mamíferos, sólo superados por los roedores (Patterson et al. 2003). En México se tienen registradas 138 especies de murciélagos, las cuales representan una cuarta parte de los mamíferos del país (Medellín et al. 2008).

Los murciélagos desempeñan una gran variedad de servicios ecológicos dentro de los ecosistemas. Por ejemplo, los murciélagos insectívoros son considerados como controladores efectivos de plagas (Williams-Guillén et al. 2008); los que se alimentan de polen y néctar polinizan una gran cantidad de especies de cactus columnares y agaves (Arizmendi et al. 2002); los murciélagos frugívoros dispersan semillas de frutos que son de importancia ecológica y económica para el hombre. Además de los servicios ecológicos que brindan, los murciélagos han sido utilizados como modelos para estudiar las consecuencias de la pérdida y fragmentación del hábitat debido que las especies responden de manera diferente a las perturbaciones de los hábitats (Galindo-González 2004).

La región Huasteca, en el estado de San Luis Potosí, destaca por ser una zona ganadera y agrícola importante. Esto ha provocado que gran parte de la cobertura vegetal original haya sido sustituida por una matriz de pastos, cultivos y zonas de

vegetación secundaria (Rzedowski 1961). Hasta el momento no existe información que nos permita comprender los efectos de las actividades humanas sobre las especies de murciélagos en la región.

Este es el primer trabajo que aporta información sobre la riqueza y diversidad de especies de murciélagos y de las funciones ecológicas que desempeñan en los ecosistemas como la dispersión de semillas por los murciélagos frugívoros en la región de la Huasteca Potosina. En el capítulo I se analizan los patrones de riqueza, diversidad y abundancia de murciélagos en tres diferentes comunidades vegetales, con la finalidad de identificar tipos de vegetación prioritarios para la conservación de las especies de murciélagos en la región Huasteca de San Luis Potosí. En el capítulo II se determinó la importancia de la comunidad de murciélagos frugívoros como dispersores de semillas, los resultados muestran la importancia de los murciélagos al encontrarse que dispersan semillas de plantas importantes dentro de las etapas iniciales de la regeneración de la vegetación y de especies que se establecen en etapas sucesionales tardías.

II. ÁREA DE ESTUDIO

La Huasteca Potosina se ubica al sureste del estado de San Luís Potosí (Figura 1). Es una planicie que se extiende desde la Sierra Madre Oriental hasta la costa del Golfo de México, cubriendo una superficie de 11,184.3 Km² (OEIDS 2009). El clima predominante es cálido-húmedo, subtipo subhúmedo con lluvias en verano A(w). Asimismo, en menor proporción se encuentra representado el clima semicálido-húmedo con abundantes lluvias en verano AC(m) y el clima templado C(m), este último restringido a las estribaciones más altas de la Sierra (INEGI 2002). La temperatura media anual es de 18-25°C. La precipitación media total, mínima y máxima, oscila entre 700 mm y 2,500 mm respectivamente (OEIDS 2009).

Las unidades geomorfológicas predominantes son el sistema cársico y montaña de plegamiento. Al oeste, el macizo de la Sierra Madre alcanza altitudes menores a los 2,000 msnm, y sólo en su parte sur la Sierra alcanza altitudes de hasta 3,000 msnm, cuyo desnivel hacia la planicie llega a ser abrupto. La hidrología está dada por un sistema fluvial con tres cuencas: ríos Moctezuma, Tamesí y Pánuco (IG-INE 2003).

Dada la variedad de condiciones climáticas, fisiográficas e hidrológicas regionales, en la Huasteca se encuentran representados al menos 26 tipos de vegetación entre los que destacan la selva mediana subperennifolia, la selvas bajas subcaducifolia y caducifolia, los bosques de coníferas, encinos y mesófilo de montaña, y la vegetación hidrófila y acuática (Puig y Lacaze 2004). La vegetación predominante es la selva mediana, cubriendo la mayor parte de esta región. Estos ecosistemas presentan evidencias de perturbación, sobre todo las regiones con condiciones climáticas y fisiográficas favorables para actividades agrícolas, ganaderas o forestales.

No obstante, estos ecosistemas poseen una gran biodiversidad debido a que se ubican en la zona de transición entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical (INE 1996). Respecto a la fauna, en el estado se han estimado 891 especies de vertebrados: 41 anfibios, 62 peces, 147 reptiles, 154 mamíferos y 487 aves (Chapa-Vargas 2007).

La región presenta dos estaciones climáticas claramente marcadas: la época de lluvias, que va de junio a octubre y la temporada de secas que comprende los meses de noviembre hasta mayo (Medina-García et al. 2005).

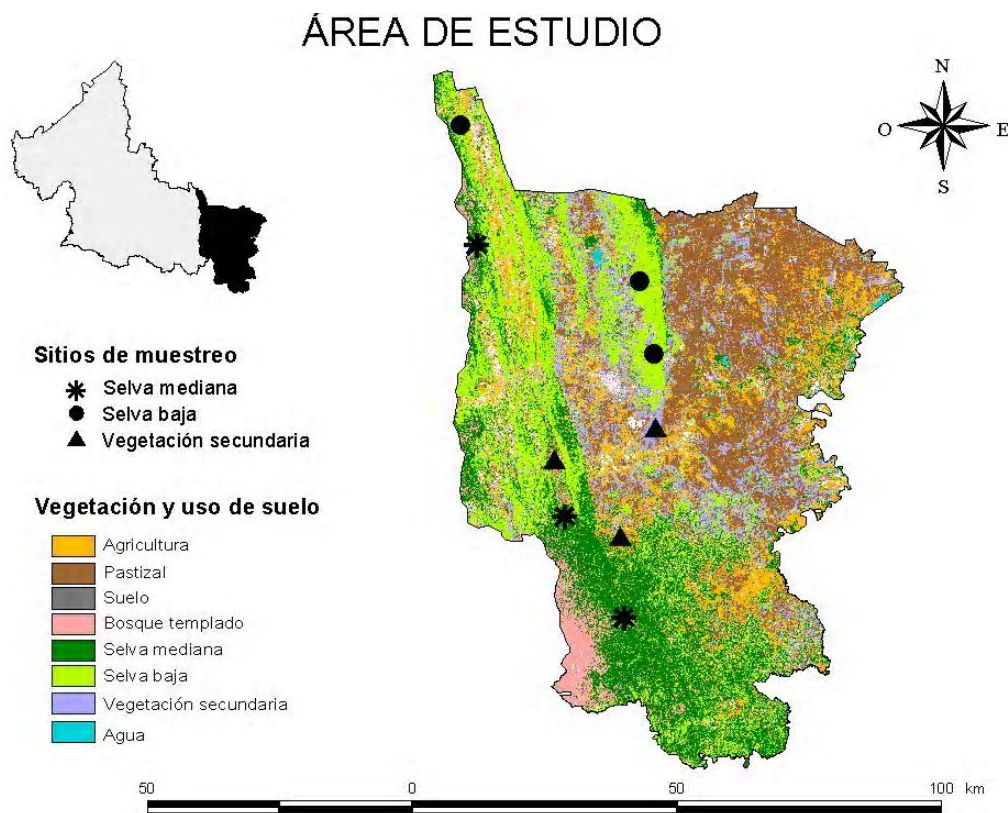


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y localización de los sitios de muestreo por cada tipo de comunidad vegetal seleccionada.

2.1) Selección de sitios de muestreo

Se eligieron 3 tipos de comunidades vegetales (ver abajo) con base en su representatividad dentro del área de estudio. Para cada comunidad vegetal se establecieron 3 sitios de muestreo al azar, los cuales estuvieron a una distancia mínima de 10km de separación, que es la distancia máxima que puede cubrir un murciélago durante una noche de vuelo (Galindo-González 1998). Esto se hizo con la finalidad de evitar la pseudoreplicación en los datos.

2.2) Comunidades Vegetales

1) Selva Baja: se localiza en los declives orientales de la sierra Madre Oriental. Se sitúa en alturas de los 50 hasta los 800 msnm. El clima es cálido, con temperaturas superiores a los 20⁰ C. La precipitación oscila entre los 800 mm y 1,200 mm. Se desarrolla principalmente en suelos someros de tipo sedimentario. La estructura vegetal se encuentra dominada por árboles de copas extendidas, con alturas promedio entre 7 y 10 m, aunque algunos individuos pueden alcanzar los 15 m. El estrato herbáceo es reducido y sólo se aprecia después de las lluvias, cuando las semillas germinan. Los bejucos y lianas son abundantes. Es posible encontrar formas de vida suculentas como las cactáceas columnares y candelabriformes (Pennington y Sarukhán 2005). Presenta una estación seca marcada de 2 a 6 meses, durante la cual la mayoría de las especies pierden sus hojas. Las especies más representativas son Palo mulato (*Bursera simaruba*), Paraca (*Lysiloma divaricata*), Aguacatillo (*Phoebe tampicensis*) y Palo de arco (*Acacia coulteri*).

2) Selva Mediana: Se distribuye en el sureste de la región; mayormente se encuentra en zonas montañosas o cerros de origen calizo o de constitución calcárea y de arenisca. La precipitación es de alrededor de 1,800 a 2,600 mm en promedio, con dos meses de marcada estación seca. La temperatura promedio oscila entre los 20 y 24°C. Se pueden distinguir 3 estratos verticales en la vegetación; el primero está conformado por árboles entre 25 y 30 mts de altura. Las especies dominantes en este estrato son Ramón (*Brosimum alicastrum*), Escobillo (*Mirandaceltis monoica*), Palo Mulato (*Bursera simaruba*) y Jolote (*Pithecolobium arboreum*). El siguiente estrato está conformado por especies arbóreas que van de los 8 a 15 mts de altura, como Carne de caballo (*Alchornea dioica*), Hoja blanca (*Guarea glabra*), Pimienta gorda (*Pimenta doica*), Casalcahuite (*Cupania spp.*) El estrato arbustivo está dominado por especies pertenecientes a la familia Rubiácea (Puig 1991).

3) Vegetación Secundaria: Este tipo de vegetación se origina a partir de la perturbación de la vegetación primaria y el posterior proceso de sucesión. Esta vegetación se observa en zonas principalmente destinadas al pastoreo de ganado vacuno y en áreas agrícolas abandonadas (Rzedowski 1961). De acuerdo con el tiempo que ha transcurrido desde la perturbación se identifican las siguientes etapas sucesionales: **Etapá herbácea:** se desarrolla inmediatamente después del desmonte, durando de 1 a 2 años según el sitio; existe un número muy grande de plantas que se presentan durante este período, sobresaliendo especies de las familias Chenopodiaceae y Compositae, así como helechos. **Etapá arbustiva:** se desarrolla transcurrido un tiempo corto (mayor a 2 años) después de la perturbación de la vegetación original; está conformada por muchas especies arbustivas o sub-arbóreas de los generos *Acacia*, *Calliandra* *Opuntia* y *Mimosa*. **Etapá arbórea:** se desarrolla

después de transcurridos varios años y, por lo tanto, después de las etapas herbácea y arbustiva; según la antigüedad se pueden encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o varias; algunas especies características de esta etapa son Guarumo (*Cecropia obtusifolia*), Bototillo (*Cochlospermum vitifolium*), *Cnidoscolus* spp., *Coccoloba* spp., Acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*), *Lysiloma* spp., *Cassia* spp., Matarratón (*Gliricidia sepium*), Chijol (*Piscidia communis*), Ciruelillo (*Trichilia havanensis*), *Croton* spp., *Luehea speciosa*, Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), *Ipomoea* spp. y *Cordia* spp. (CONAFOR 2010).

Para la realización de los muestreos en la vegetación secundaria se consideró únicamente la etapa arbórea. Los sitios muestreados presentaban una etapa arbórea avanzada, de más de 15 años de haber sido abandonados. Los sitios se caracterizaban por tener una cobertura herbácea bastante densa en algunas zonas y árboles de menos de 15 m de altura.

III. LITERATURA CITADA

- Arizmendi M. del C., A. Valiente-Banuet, A. Rojas-Martínez y P. Dávila-Aranda. 2002. Columnar cacti and the diets of nectar feeding bats. *En* H. Fleming and A. Valiente-Banuet (eds.). Columnar cacti and their mutualists: Evolution, ecology, and conservation. The University of Arizona Press
- Chapa Vargas L. 2007. Conservación de fauna silvestre en San Luis Potosí. ciencia@sanluispotosi.mx. 3:31
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) 2010. Tipos de vegetación forestal y de suelos. http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&view=task&layout=edit&Itemid=7 Accesado 25 Junio 2010
- Flores Rivas J.D., Mireles Sánchez R, Flores Cano, J.A., González Silva, B.M. y Chapa Vargas, L. 2008. Programa Estratégico forestal del Estado de San Luis Potosí (PEFE-SLP) 2006-2025.
- Galindo-González J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta zoológica Mexicana* (n.s.) 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* (n.s.) 20:239-243
- IG-INE (Instituto de Geografía- Instituto de Ecología). 2003. Sistema clasificatoria del relieve de México. IG, UNAM, INE, SEMARNAT, México.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 1996. Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, San Luis Potosí, México. Semarnap.

- <http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/2/abratan.html>. Accesado 11 Agosto 2009
- INEGI 2002. Síntesis de Información Geográfica del estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Pp. 124.
- Medina-García G., G. Díaz Padilla, C. Loredó Osti, V. Serrano Altamirano y M.A. Cano García. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de San Luis Potosí (período 1961-2001). Libro Técnico No2 Centro de investigación regional Noreste Campo Experimental San Luis.
- OEIDS (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Sustentable) 2009. Sistema de Información Geográfica de San Luis Potosí. <http://www.campopotosino.gob.mx/>. Accesado 20 Agosto 2009.
- Puig H. 1991. Vegetación de la Huasteca, México. Estudio fitogeográfico y ecológico. Instituto de Ecología. México
- Puig H. y D. Lacaze. 2004. Huasteca y biodiversidad. En Ruvalcava, J., J. Pérez, O. Herrera (coords.) La Huasteca un recorrido por su diversidad. CIESAS, El Colegio de San Luis A.C., El Colegio de Tamaulipas. México. p. 129-152.
- Pennington T. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 523 p
- Rzedowski J. 1961. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. México D.F.
- Simmons N.B. 2005. Orden Chiroptera. In Mammal Species of the World: a taxonómica and geographic reference , Third edition Volumen 1 (D.E. Wilson and D.M. Reeder eds) Johns Hopkins University press, Baltimor, USA.

Williams-Guillen K., I. Perfecto y J. Vandermeer. 2008. Bats limit insects in a Neotropical agroforestry system. *Science* 320:70

CAPÍTULO I

ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE ENSAMBLES DE MURCIÉLAGOS EN TRES COMUNIDADES VEGETALES EN LA REGIÓN DE LA HUASTECA POTOSINA, SAN LUIS POTOSÍ

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las actividades humanas son consideradas uno de los agentes modificadores más importantes del medio ambiente, habiendo alterado directamente entre un tercio y la mitad de la superficie del suelo a nivel mundial (Hook 2000). Esta situación es más notable en las regiones neotropicales del mundo, donde la deforestación y el cambio de uso de suelo hacia zonas agrícolas y de ganadería son la principal causa de extinción de especies (Pimm y Raven 2000).

La mayor riqueza y diversidad de fauna y flora se presentan en las regiones tropicales. Estos ambientes albergan dos terceras partes de las especies conocidas en el mundo (Whitmore 1990; Heywood 1995). En México, las selvas perennifolias y caducifolias tropicales sostienen los mayores índices de riqueza y endemismos de especies (Trejo y Dirzo 2000; Espinoza-Medinilla 2004). A pesar de su importancia como reservorios de especies, estos ecosistemas son los más afectados por la deforestación y cambio de uso de suelo (Pimm y Raven 2000).

Se ha demostrado que la pérdida y reducción de hábitat se traduce en una disminución en el número de especies presentes. Por ejemplo, algunos estudios han registrado que la comunidad de aves presenta una disminución en el número de especies conforme el tipo de hábitat original se va alterando (Schmiegelow y

Monkkonen 2002). Este patrón también ha sido observado en mamíferos (Gurd et al. 2001; Kinnaird et al. 2003).

Los murciélagos son un grupo abundante y muy diverso, principalmente en las regiones tropicales donde llegan a representar localmente hasta el 50% de las especies de mamíferos presentes (Patterson et al. 2003). Se ha considerado a los quirópteros como un grupo indicador de degradación ambiental debido a que responden de maneras diferentes a las perturbaciones del hábitat (Galindo-González 2004). Por ejemplo, las comunidades de murciélagos en sitios perturbados tienden a ser menos diversas y estar dominadas por unas pocas especies, en comparación con las comunidades en sitios conservados (Brosset et al. 1996; Bernard y Fenton 2002; Estrada y Coates-Estrada 2002). En México existen 138 especies de murciélagos, lo que lo ubica como uno de los países con mayor riqueza para este grupo (Medellín et al. 2008). Sin embargo, las actividades humanas, como el cambio de uso de suelo, la deforestación, la fragmentación del hábitat y la falta de conocimiento general acerca de su biología y ecología ponen en riesgo la quiróptero fauna del país (Medellín 2003).

El estado de San Luis Potosí se encuentra catalogado a nivel nacional como el 21^o lugar en pérdida de cobertura vegetal. Por ejemplo, en nueve años se perdieron 164,587 ha de vegetación natural (Flores et al. 2008). La región Huasteca destaca por ser una zona ganadera y agrícola importante en el estado, lo que ha provocado que la cobertura vegetal original haya sido sustituida por una matriz de pastos, cultivos y vegetación secundaria (Rzedowski 1961). Sin embargo, aun se mantienen relictos de selva mediana, que es el tipo de vegetación más importante en términos de cobertura, seguida de la selva baja. Ante esta situación de pérdida de hábitat y cambio de uso de suelo en la región Huasteca, se pretende determinar si los relictos de selva mediana y

baja podrían actuar como reservorios de fauna. Para esto, se pretende responder la siguiente pregunta: ¿difieren los patrones de diversidad de murciélagos entre la selva mediana, la selva baja y la vegetación secundaria en la región de la Huasteca Potosina? Dado que se espera que los murciélagos respondan diferencialmente ante la disponibilidad de recursos alimenticios, los cuales son más abundantes en la temporada de lluvia (Huerta 2003), se espera también que los patrones de diversidad difieran entre estaciones de secas y lluvias. Toda esta información contribuirá sentar bases para la conservación de los murciélagos en el Estado.

II. HIPÓTESIS

De manera general, se ha señalado que la perturbación de hábitats naturales ocasionada por las actividades humanas provoca la pérdida de especies. Por ello se proponen las siguientes hipótesis:

- 1) Las selvas mediana y baja tendrán una mayor riqueza y diversidad de las especies de murciélagos que la vegetación secundaria, debido a que presentan un mayor grado de conservación.
- 2) Se espera que la riqueza, diversidad y abundancia de murciélagos difieran por tipo de estación climática, siendo mayor durante la época de lluvias que en secas.

III. OBJETIVOS

- 3.1.) Determinar si existen diferencias en cuanto a la riqueza, diversidad y abundancia de las comunidades de murciélagos entre la selva mediana, selva baja y vegetación secundaria.
- 3.2) Determinar si estos patrones de diversidad varían entre estaciones climáticas (secas vs. lluvias).

IV. MÉTODOS

4.1) Área de estudio (ver sección anterior)

4.2 Selección de sitios de muestro (ver sección anterior)

4.3) Comunidades vegetales (ver sección anterior)

4.4) Captura de Murciélagos

Durante tres noches consecutivas en cada sitio, los murciélagos se capturaron mediante el empleo de diez redes de niebla de 12 mts de largo x 2.5 mts de altura, las cuales permanecieron abiertas por un periodo de 6 hrs a partir del anochecer (18:30 h). Las redes se colocaron de manera aleatoria dentro de cada sitio de muestro. La identificación de las especies se realizó mediante la clave de campo de Medellín et al. (2008).

4.5) Esfuerzo de Muestreo

Se muestrearon un total de 54 noches que corresponden a 16,200 m²/red colocadas durante el periodo anual. Para cada comunidad vegetal el total de noches muestreadas fue de 18 (5,400 m²/red). Por época del año (secas y lluvias) se trabajaron 27 noches (2,700 m²/red) efectivas y por comunidad vegetal fueron 9 noches

4.6) Análisis de los datos

Para describir la comunidad de murciélagos se utilizaron la riqueza (S), diversidad relativa (H') y la abundancia (AB) de especies. A continuación se describen en qué consiste cada atributo comunitario.

A) Riqueza y diversidad relativa de especies

Para medir la riqueza (S) se utilizó el número de especies presentes, que es la medida más simple de diversidad (Magurran 2004).

La diversidad relativa se midió con el índice de Shannon-Weiner (H'). El índice se expresa como una medida de la incertidumbre que existe para predecir a que especie pertenecerá el próximo individuo capturado (Magurran 1988; Baev y Penev 1995). La fórmula con la cual se calcula el índice de diversidad es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde: p_i es la proporción de individuos de la i -ésima especie en la muestra ($p_i = n_i/N$) y S es la riqueza total de la muestra.

Para realizar comparaciones estadísticas validas entre tipos de vegetación, los valores de S y H' se estimaron con la técnica de rarefacción basada en el número de individuos (Gotelli y Colwell 2001). En una primera instancia, las comparaciones de S y H' se realizaron separadamente para cada estación climática (lluvias y secas) y, posteriormente, se realizó un análisis global incluyendo ambas estaciones.

Para el cálculo de cada atributo comunitario se agruparon los datos de los sitios que pertenecían a la misma comunidad vegetal. En estos análisis, los atributos de la comunidad se calculan como el tamaño de la muestra (n) la cual disminuye desde un valor máximo (N), el cual está dado por el número total de individuos en cada comunidad vegetal (Gotelli y Colwell 2001). Los valores de S y H' se calculan con una

estimación de 1,000 re-muestreos para cada tamaño de muestra (n), y este procedimiento se repitió hasta incluir desde N hasta 1 individuo. Así, para cada tamaño muestral, se calcularon S y H' como el promedio de los 1,000 re-muestreos. Para la construcción de las curvas se utilizó el modulo *Species Diversity* del software EcoSim v. 7.72 (Gotelli y Entsminger 2006).

4.7) Comparaciones Estadísticas

Para determinar si existían diferencias estadísticas en S y H' entre tipos de vegetación, se estimaron los intervalos de confianza 95% para sus promedios estimados en cada tamaño muestral (n). Los intervalos se calcularon con la siguiente fórmula:

$$IC = \bar{x} \pm EE \cdot 1.96$$

Donde: \bar{x} =media y EE = Error Estándar. En todos los casos, se asumió que existen diferencias significativas cuando los intervalos de confianza no se solaparon entre las curvas de rarefacción estimada para cada tipo de vegetación.

El número de capturas de murciélagos en la selva baja (81 individuos), fue insuficiente para poder realizar comparaciones estadísticas validas, por lo tanto, los datos correspondientes a esta comunidad vegetal fueron omitidos de los análisis debido a que se requiere de un mayor esfuerzo de muestreo para que sean comparables a los de las demás comunidades vegetales.

B) Abundancia de especies

Para comparar los patrones de abundancia de murciélagos entre comunidades vegetales se usaron curvas de rango-abundancia o curvas de Whittaker (Feinsinger 2001). Para cada comunidad se graficó la abundancia relativa (n_i/N) de cada especie en una escala logarítmica ($\text{Log } 10$) en orden de mayor a menor abundancia. Estas curvas permiten identificar visualmente si las distribuciones de abundancia de las especies varían entre comunidades vegetales.

V. RESULTADOS

5.1) Comunidad de murciélagos

Se registró un total de 650 individuos, agrupados en cuatro familias y 16 especies para toda la zona de estudio (Tabla 1). Las especies más abundantes fueron *Sturnira ludovici*, un frugívoro seguida de *Glossophaga soricina*, un nectarívoro, con 142 y 107 individuos respectivamente. Las especies menos abundantes fueron *Natalus stramineus*, *Diphylla ecaudata*, *Myotis keaysi* y *Rhogeessa tumida*, con dos individuos cada una. La familia mejor representada fue Phyllostomidae con un 75% del total de las especies registradas. Por gremio alimenticio, los frugívoros estuvieron mejor representados que los demás grupos, y en menor proporción los nectarívoros y hematófagos con dos especies cada uno (Tabla 1).

TABLA 1. LISTADO TOTAL DE LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS EN LA REGIÓN DE LA HUASTECA POTOSINA, SAN LUIS POTOSÍ.

Familia	Especie	SB	SM	VS	Total	GA	Clave
Mormoopidae	<i>Pteronotus parnellii</i>	2	3	0	5	Insectívoro	Pp
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	0	1	1	2	Insectívoro	Ns
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	6	23	44	73	Frugívoro	Ai
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	0	29	62	91	Frugívoro	Aj
	<i>Artibeus lituratus</i>	2	7	21	30	Frugívoro	Al
	<i>Artibeus toltecus</i>	8	14	7	29	Frugívoro	At
	<i>Carollia sowelli</i>	0	12	2	14	Frugívoro	Cs
	<i>Desmodus rotundus</i>	2	30	36	68	Hematófago	Dr
	<i>Diphylla ecaudata</i>	1	1	0	2	Hematófago	De
	<i>Glossophaga soricina</i>	2	61	44	107	Nectarívoro	Gs
	<i>Leptonycteris yerbabuena</i>	0	0	2	2	Nectarívoro	Ly
	<i>Micronycteris microtis</i>	2	5	1	8	Insectívoro	Mm
	<i>Sturnira liliium</i>	13	35	25	73	Frugívoro	Sl
	<i>Sturnira ludovici</i>	41	43	58	142	Frugívoro	Slu
	Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	1	1	0	2	Insectívoro
<i>Rhogeessa tumida</i>		1	0	1	2	Insectívoro	Rt
Total Individuos		81	265	304	650		
Total Especies		12	14	13	16		

Abreviaturas: SB= Selva Baja SM=Selva Mediana VS=Vegetación Secundaria GA=Gremio Alimenticio

5.1.1) Riqueza, diversidad relativa y abundancia de murciélagos (Total)

La mayor riqueza de especies de murciélagos se registró en la selva mediana. En general se observa que esta comunidad vegetal contiene la mayoría de las especies presentes en ambas comunidades vegetales (Figura 2). La diversidad relativa fue mayor en la selva mediana, en comparación con la vegetación secundaria; el valor del índice de Shannon-Weiner a la asíntota de las curvas de rarefacción fue $H'=2.18$ para la selva mediana y $H'=2.04$ para la vegetación secundaria (Figura 3). Para el patrón anual de murciélagos, se observó una clara abundancia de la especie *Glossophaga soricina* en ambas comunidades vegetales. Tanto la selva mediana como vegetación secundaria presentan tres especies raras o poco abundantes (Figura 4).

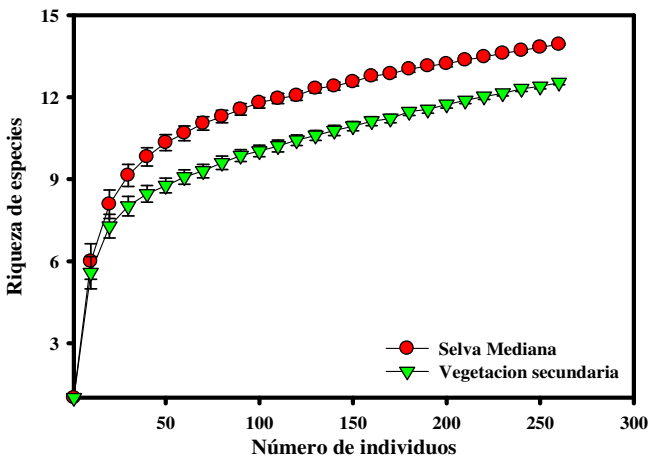


Figura 2. Riqueza total de Murciélagos
Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

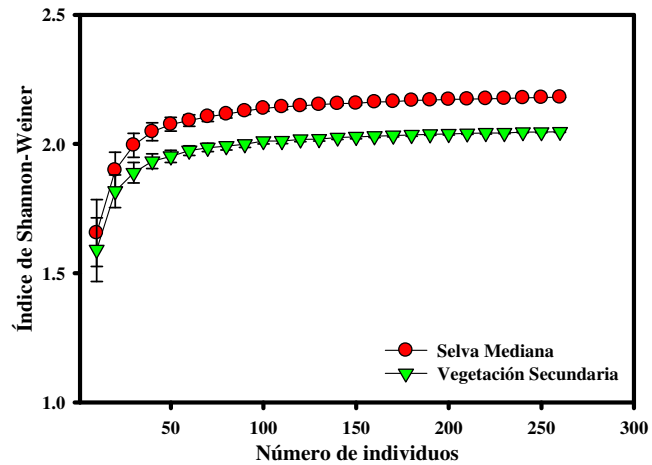


Figura 3. Diversidad total de Murciélagos
Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

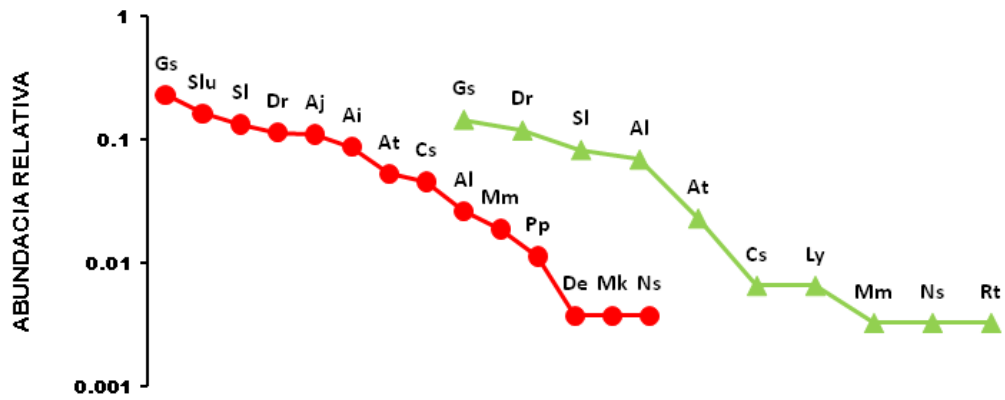


Figura 4. Curvas de rango-abundancia para el total de especies de murciélagos.
●=Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 1

5.1.2) Riqueza, diversidad y abundancia de murciélagos (Lluvias)

Durante la época de lluvias, la riqueza de murciélagos fue mayor en la selva mediana que en la vegetación secundaria (Figura 5). De manera similar el valor del índice de Shannon-Weiner fue mayor para la selva mediana ($H'=2.09$) que para la vegetación secundaria ($H'=2.00$) (Figura 6). Al igual que el análisis de abundancia total (ver arriba), durante la época de lluvias, la especie dominante en la selva mediana fue *Glossophaga soricina*, mientras que en la vegetación secundaria *Artibeus jamaicensis* y *Sturnira ludovici* fueron las dos especies dominantes en esta estación de año; las especies raras fueron una para la selva mediana y dos para la vegetación secundaria (Figura 7).

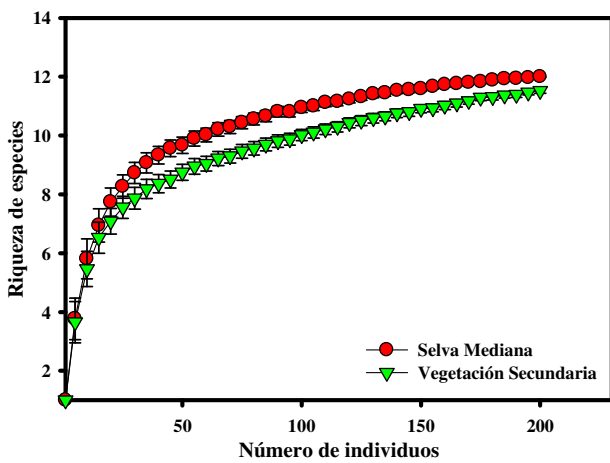


Figura 5. Riqueza de murciélagos durante la época de lluvias.
Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

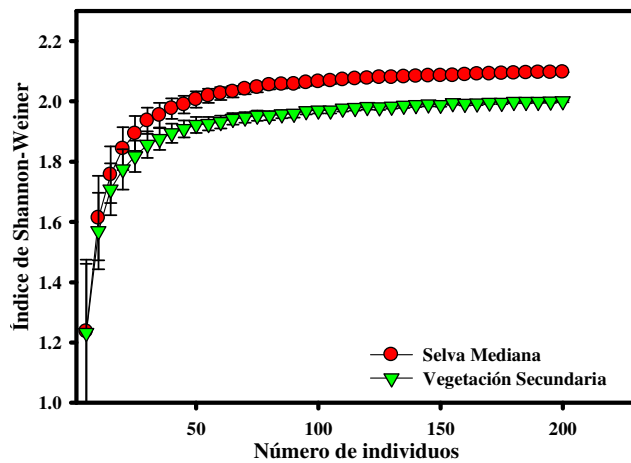


Figura 6. Diversidad de murciélagos durante la época de lluvias.
Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

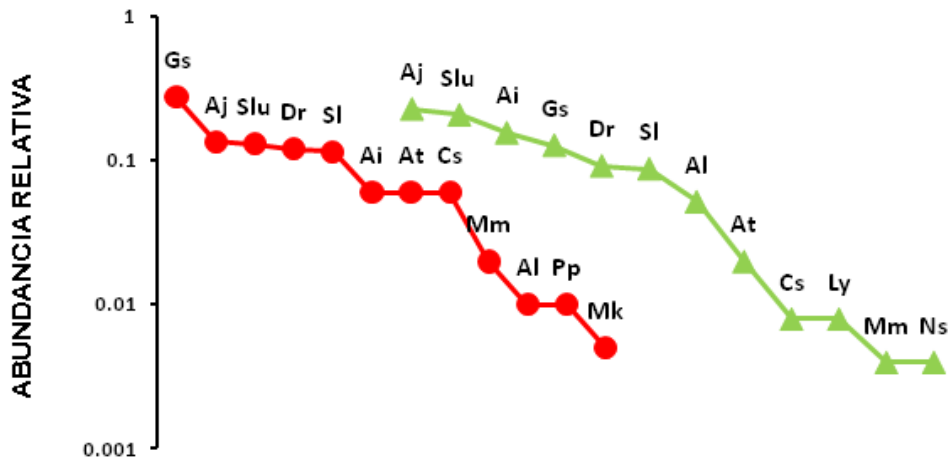


Figura 7. Curvas de rango-abundancia de especies de murciélagos en la época de lluvias.
 ●=Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 1

5.1.3) Riqueza, diversidad y abundancia de murciélagos (Secas)

Durante la época de secas la captura de murciélagos fue mucho menor que en la temporada de lluvias. En esta estación, la mayor riqueza se dio en la selva mediana, en comparación con la vegetación secundaria, en la curva se aprecia que la selva mediana no alcanza a estabilizarse (Figura 8). La diversidad, a diferencia de la riqueza, fue estadísticamente similar en ambas comunidades vegetales (Figura 9). El análisis de abundancia mostró un cambio en las especies dominantes en la selva mediana, donde *Glossophaga soricina* fue reemplazada como especie dominante por *Sturnira lilium*. En la vegetación secundaria *Artibeus intermedius* fue la especie más abundante. La selva mediana en esta época presentó un mayor número de especies raras, o poco abundantes, que en la estación de lluvias (Figura 10).

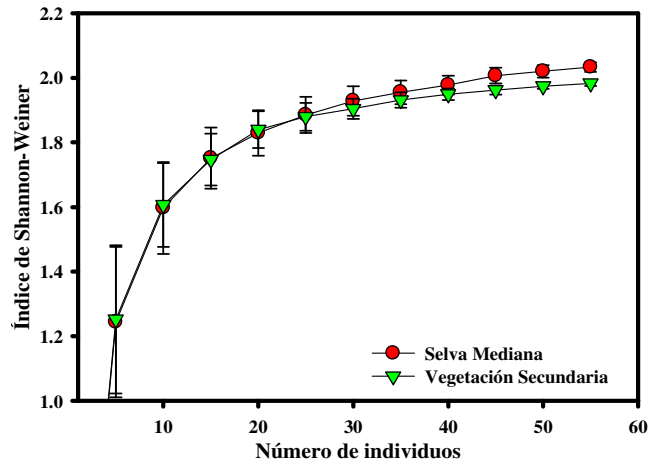
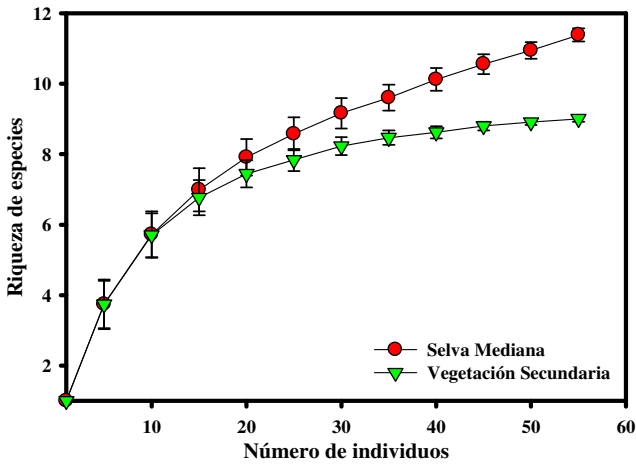


Figura 8. Riqueza de murciélagos durante la época de secas.

Figura 9. Diversidad de murciélagos durante la época de secas.

Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

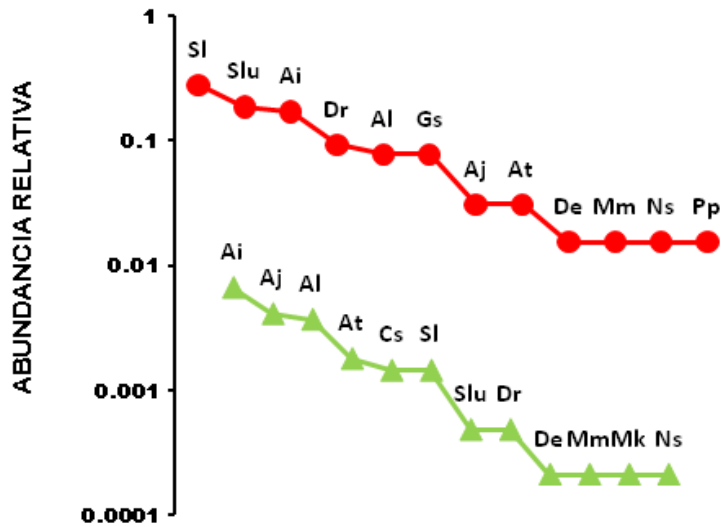


Figura 10. Curvas de rango-abundancia para especies de murciélagos en la época de secas.

●=Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 1

VI. DISCUSIÓN

6.1) Aspectos generales

El conocimiento sobre los murciélagos de la región Huasteca se limita sólo a listados y capturas aisladas, el inventario más completo es el que proporciona Dalquest (1953) quien reporta 21 especies para la región, cinco más que el presente estudio, sin embargo el presente es el primero en generar información sobre la riqueza de especies y la estructura de la comunidad de murciélagos en la Huasteca Potosina bajo un esquema metodológico.

El número de especies para la región es mucho menor que el de otras zonas del país. Por ejemplo, en los estados del sureste de México, la riqueza de murciélagos supera las 60 especies (Medellín 1994; Briones-Salas y Sánchez-Cordero 2004). La menor riqueza de murciélagos que registramos en la Huasteca Potosina podría explicarse debido a los gradientes latitudinales, donde las zonas cercanas al ecuador albergan la mayor cantidad de especies (Simpson 1964). En México la mayor riqueza de murciélagos se registra en los estados de Chiapas y Oaxaca, que tienen una alta influencia de la región neotropical (Escalante et al. 2005), las regiones más septentrionales del país presentan una riqueza menor de murciélagos (Iñiguez 1993) como, al parecer, ocurre en la región Huasteca Potosina.

Aunque la riqueza de especies podría explicarse por los patrones latitudinales, otro factor importante que puede influir en el número de especies de murciélagos detectadas en la Huasteca es el método empleado para su captura. Se ha demostrado que las redes de niebla están sesgadas hacia las especies que forrajean a nivel del sotobosque, como las pertenecientes a la familia Phyllostomidae (Kalko et al. 1996, Siles et al. 2004), las cuales suele estar mejor representadas que otras familias de

murciélagos en muchos de los estudios conducidos en el neotrópico con redes de niebla (Medellín et al. 2000; Giannini y Kalko 2004; Montiel et al. 2006; Bernard y Fenton 2002; García-Morales 2008; Zortúa y Alho 2008). Este patrón se observa en la comunidad de murciélagos de la región Huasteca en donde el 75% de las especies registradas en este estudio pertenecen a la familia Phyllostomidae, siendo poco representadas las especies de las familias Vespertilionidae y Molossidae, las cuales se suelen registrar mediante otros métodos (Kalko 1996).

6.2) Riqueza, diversidad relativa y abundancia de murciélagos en comunidades vegetales.

Las selvas tropicales son consideradas hábitats complejos en su estructura y composición vegetal, lo que facilita la presencia de una gran cantidad de fauna. Se ha demostrado que las comunidades de murciélagos tienden a presentar una mayor riqueza de especies en hábitats con estas características (Montero-Muñoz y Sáenz 2007). Sin embargo, tanto el análisis total como el de la temporada de lluvias indicaron que la vegetación secundaria también presenta una riqueza considerable, con solo 1-2 especies menos que la selva mediana. Esta situación podría deberse a la etapa sucesional avanzada de la vegetación secundaria que fue muestreada en este estudio. Castro-Luna et al. (2007) reportan que en sitios donde la vegetación secundaria tiene un periodo de abandono de más de 8 años, la riqueza de murciélagos es similar a la de una selva no perturbada, e indican que esta similitud se debe a que la cobertura del dosel en ambos hábitats es similar. Dado que la vegetación secundaria seleccionada para este estudio se encuentra en una etapa sucesional avanzada (>15 años), su similitud estructural con la selva mediana podría explicar porque ambos hábitat

presentan similar composición y riqueza de murciélagos. A su vez, esto puede relacionarse con una disponibilidad de alimento similar, especialmente durante las lluvias, época durante la cual el recurso alimenticio es más abundante. No obstante, cabe destacar que en la temporada de secas se registraron tres especies más en la selva mediana que en la vegetación secundaria. Así, estas especies podrían estar utilizando la selva mediana como refugio cuando los alimentos escasean en los otros tipos de vegetación debido a la sequía.

Los valores de diversidad para comunidades de murciélagos reportados en México son bastante fluctuantes. Se han reportado valores muy bajos como $H' = 0.64$ en Yucatán hasta valores altos de $H' = 2.9$ en la Selva Lacandona, Chiapas (Medellín et al. 2000; Cimé-Pool et al. 2006). Los valores de H' obtenidos en este estudio, incluyendo los registros de secas y lluvias, varían de $H' = 1.98$ en la vegetación secundaria hasta $H' = 2.18$ en la selva mediana, lo que coincide con lo reportado por Chávez y Ceballos (2001) en Jalisco y Vargas et al. (2008) en Campeche. Los primeros autores reportan valores de $H' = 1.99$ y $H' = 1.40$, mientras los segundos indican valores que van desde $H' = 1.72$ hasta $H' = 2.19$. La estructura del hábitat y la disponibilidad de los recursos alimenticios han sido elementos utilizados para explicar los patrones de diversidad observados en las comunidades de murciélagos en las regiones tropicales (Barragán et al 2010), y la misma explicación aplicaría en este estudio.

En cuanto a los análisis de riqueza y diversidad por época del año (lluvias y secas) la selva mediana presentó siempre valores más altos que la vegetación secundaria en ambas estaciones climáticas. Sin embargo la dominancia cambió con las épocas climáticas. Durante la estación de lluvias *Glossophaga soricina* dominó la comunidad de murciélagos en la selva mediana, mientras que en la vegetación

secundaria *Artibeus jamaicensis* y *Sturnira ludovici* son las especies dominantes. En la estación de secas, en la selva mediana *S. ludovici* fue la especie más abundante, mientras *Desmodus rotundus* y *G. soricina* dominaban en la vegetación secundaria. Los cambios en la abundancia pueden estar dados por la oferta del recurso alimenticio, el cual suele ser más abundante en la época de lluvias (Huerta 2003). Esto es importante para las especies frugívoras, que tienden a ser dominantes en las comunidades de murciélagos tropicales (Brosset et al. 1996)

VII. CONCLUSIONES

- ❖ Los datos obtenidos demuestran que la selva mediana es importante para la conservación de las especies de murciélagos en la región de la Huasteca Potosina, dado que presenta una mayor riqueza y diversidad de especies en comparación con la vegetación secundaria.
- ❖ En este estudio se aprecia que la vegetación secundaria en estadios avanzados de la sucesión podría funcionar como una alternativa de hábitat para algunas especies de murciélagos, sobre todo las frugívoras, las cuales son las más adaptables a los cambios en los ecosistemas.
- ❖ No se pudo apreciar el papel que juega la selva baja en la conservación de los murciélagos debido a la falta de registros de los mismos. Sin embargo en otros lugares se ha documentado que suele ser importante para la conservación de los quirópteros, situación que no se descarta en la Huasteca Potosina.

VIII) RECOMENDACIONES

- ❖ En futuros estudios recomiendo el empleo de otras técnicas de captura como redes de dosel y trapas arpas, así como el empleo de equipos de detección por ultrasonidos, todo ello nos permitirá caracterizar de manera más eficiente la comunidad de murciélagos en la región.
- ❖ Evaluar el grado de importancia de la selva baja para la conservación de los murciélagos, mediante el incremento del número de noches de muestreo en este hábitat. Dado que los resultados demuestran que fue insuficiente las noches de

muestreo para poder caracterizar la comunidad de murciélagos en esta comunidad vegetal.

- ❖ Es necesario tomar en cuenta en estudios futuros los estadios más tempranos de la sucesión para determinar si son de importancia para los murciélagos en la región de la Huasteca Potosina.
- ❖ La información contenida en este escrito debe de ser tomada en cuenta para futuros planes de manejo, establecimiento de áreas naturales protegidas y zonas de aprovechamiento, con la finalidad de establecer estrategias viables de conservación que permitan aprovechar nuestros recursos naturales de una manera sustentable.

VII. LITERATURA CITADA

- Barragán, F., C. Lorenzo, A. Morón, M.A. Briones-Salas y S. López. 2010. Bat and rodents diversity in a fragmented landscape on the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. *Tropical Conservation Science* 3:1-16.
- Bernard, E. y M.B. Fenton. 2002. Species diversity of bats (Mammalia:Chiroptera) in forest fragments, primary forest, and savannas in central Amazonia Brazil. *Canadian journal of Zoology* 80:1124-1140.
- Brosset, A., P. Charles-Dominique, A. Cockie, J. Cosson and D. Masson. 1996. Bat communities and deforestation in Frech Guania. *Canadian Journal of Zoology*. 74:1974-1982.
- Castro-Luna, A., Sosa, V.J. y Castillo-Campo, G. 2007. Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in south-eastern Mexico. *Animal Conservation*. 10: 219-228.
- Chávez, C. y G. Ceballos. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5:27-44.
- Cimé Pool, J. A., J. B. Chablé-Santos, J. E. Sosa-Escalante y S. F. Hernández-Betancourt. 2006. Quirópteros y Pequeños Roedores de La Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* 22:127-131.
- Escalante., G. Rodríguez y J. J. Morrone. 2005. Las provincias biogeográficas del Componente Mexicano de Montaña desde la perspectiva de los mamíferos continentales. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:199-205

- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in a agricultural mosaic habitat-island at los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 2:237-245.
- Feinsinger, P. 2001. *Designing field studies for diversity conservation. The nature conservancy and island press.* Washington D.C.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su 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* 20:239-243
- García-Morales, R. 2008. Diversidad alfa, beta y gamma de murciélagos del parque estatal la Sierra, Tabasco. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Pp. 51
- Giannini, N.P. y K.V. Kalko. 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *OIKOS*. 105:209-220
- Gotelli, N.J. y G.L. Entsminger. 2001. *EcoSim: Null models software for ecology.* Version 7.0. Acquired Intelligence Inc. y Kesey-Bear.
- Gurd D.B, Nudds T.D, Rivard D.H. 2001. Conservation of mammals in Eastern North American wildlife reserves: How small is too small? *Conservation Biology* 15:1355-63
- Hook, R. L. 2000. On the history of humans as geomorphic agents. *Geology* 28:843-846.

- Heywood, V.H. 1995. *Global Biodiversity and Assessment*. Cambridge University Press, Nueva York.
- Huerta, P. E. 2003. *Dispersión de semillas por murciélagos y aves en la regeneración de hábitats perturbados en un bosque tropical*. Tesis, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 77p.
- Iñiguez Davalos, L.I. 1993. *Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlan* *En* Medellín, R.A. y G. Ceballos (eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México DF.
- Kalko, E., Handley Jr. C.O. y Handley, D. 1996. *Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat Community* *In*: Cody, M.L., Smallwood, J.A. (Eds.) *Long-Term Studies of Vertebrate Communities*. Academic Press, San Diego, pp. 504–555.
- Kinnaird, M.F., E.W. Sanderson, T.G. O'brien, T.H. Wibisono y G. Woolmer. 2003. *Deforestation trends in a tropical landscape and implications for endangered large mammals*. *Conservation Biology* 17:245-257.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell. Oxford, UK. 256pp
- Medellín, R.A., M. Equihua y M. Amin. 2000. *Bat diversity and abundance as indicators of disturbance inneotropical rainforests*. *Conservation Biology*.14
- Medellín, R.A. 1994. *Mammal diversity and conservation in the selva Lacandona, Chiapas, México*. *Conservation Biology* 8:788-799
- Medellín, R.A. 2003. *Diversity and Conservation of bats in México: research priorities, strategies and actions*. *Wildlife Society Bulletin* 31:87-97.

- Medellín, R.A.; H. Arita y O. Sánchez-Hernández 2008. Identificación de los Murciélagos de México clave de campo. 2da Edición. Publicaciones Especiales Núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México. 83pp.
- Montero-Muñoz J. y J.C. Sáenz. 2007. Riqueza, abundancia, y diversidad de murciélagos en diferentes hábitats y su relación con la forma y el tamaño de los fragmentos en una zona de bosque seco tropical de Costa Rica. *En Evaluación y Conservación de la Biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Celia A. Harvey y J.C. Sáenz (eds.) Editorial INBio.
- Montiel, S., A. Estrada y P. León. 2006. Bat assemblage in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 22: 267-276.
- Patterson B. D, M. R. Willig y R Stevens. 2003. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Pp: 536 579, en: *Bat Ecology* (TH Kunz y MB Fenton, eds). University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Pimm S. L y O. Raven. 2000. Extinction by numbers. *Nature* 403:843-845.
- Siles, L., Rocha N, Selaya A, y Acosta, L. 2004. Estructura de la comunidad, monitoreo y conservación de los murciélagos del PN-ANMI Kaa Iya del Gran Chaco (Bolivia) En *Memorias del VI Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonia y Latinoamérica 5–10 Septiembre 2004, Iquitos-Perú*.
- Simpson, G.G. 1964. Species density of North American Recent mammals. *Systematic Zoology*. 13:57-73.
- Schmiegelow FKA, Monkkonen M. 2002. Habitat loss and fragmentation in dynamic landscapes: avian perspectives from the boreal forest. *Ecology Applied*. 12:375–89.

- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:133-142.
- Vargas-Contreras, J.A., Escalona-Segura G, Cu-Vizcarra J. D, Arroyo-Cabrales J. y Medellín R. A. 2008. Estructura y diversidad de los ensamblajes de murciélagos en el centro y sur de Campeche. México. *En*: Lorenzo, C., E. Espinoza y J. Ortega (eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales. Vol. II Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. México, D.F.*
- Whitmore, T.C. 1990. *An introduction to tropical rain forests.* Clarendon Press, Oxford.
- Zortéa, M. y C. J. R. Alho. 2008. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. *Biodiversity Conservation* 17:791-805.

CAPÍTULO II

DISPERSIÓN DE SEMILLAS POR MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS Y SU IMPORTANCIA EN LA REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA REGIÓN DE LA HUASTECA POTOSINA.

I. INTRODUCCIÓN

La dispersión de semillas es clave en los mecanismos de colonización y establecimiento de muchas especies de plantas en ambientes tropicales. En las selvas, entre 70 y 98% de las plantas leñosas producen semillas y frutos que son dispersados por vertebrados frugívoros (Janson 1983). Los murciélagos tropicales son un grupo diverso y abundante que explota una gran cantidad de recursos tróficos. Como consecuencia, estos organismos juegan un papel importante en los ecosistemas naturales a través de las interacciones ecológicas que entablan con otros organismos, como la dispersión de semillas, polinización de plantas y el control de plagas (Bernard y Fenton 2002).

Los murciélagos frugívoros son considerados uno de los grupos más efectivos en la dispersión de semillas en regiones tropicales. Esto debido a que pueden moverse hasta 10 km en una sola noche en busca de alimento y visitar varias zonas de alimentación localizadas en diferentes hábitats (Bernard y Fenton 2003). Las semillas que dispersan los murciélagos son en su mayoría especies pioneras y características de vegetación secundaria como Solanaceae, Piperaceae y Cecropiaceae (Galindo-González et al. 2000). Estas especies son claves en los procesos de regeneración de la vegetación después de ocurrido un disturbio, ya que son de rápido crecimiento y alta tolerancia a las condiciones ambientales extremas que presentan los espacios

deforestados (Estrada-Villegas et al. 2007). Adicionalmente, también se ha reportado que dispersan semillas de especies que se establecen en estadios posteriores de la sucesión, o especies tardías (Olea-Wagner et al. 2007).

La región de la Huasteca Potosina, en el estado de San Luis Potosí, alberga una gran diversidad de comunidades vegetales naturales en un estado de conservación relativamente bueno. Algunos de los tipos de vegetación más representativos son la selva baja, selva mediana, bosques de pino y encino. Sin embargo, en el último siglo, una gran parte de estos hábitats se ha perdido o degradado debido a las actividades productivas del hombre, como la agricultura y la ganadería extensiva. Se han reportado tasas de cambio de uso de suelo del 1.7% total en la zona costera y del 0.6% en la porción de la Sierra Madre oriental (INEGI 2002). Anteriormente, la importancia de los murciélagos y su influencia en los procesos de regeneración de la vegetación no había sido evaluada en la región de la Huasteca Potosina. Así, el presente estudio tiene como objetivo principal determinar cuáles especies de plantas son dispersadas por murciélagos frugívoros y cuáles de ellas son importantes para los procesos de regeneración.

II. HIPÓTESIS

Dado que los murciélagos se mueven grandes distancias en busca de alimento y visitan diferentes zonas de forrajeo, se plantean dos hipótesis:

2.1) Los murciélagos frugívoros están presentes en los tres tipos de hábitat estudiados (selva mediana, selva baja y vegetación secundaria), por lo que no debieran existir diferencias en cuanto a la composición de especies entre tipos de hábitat.

2.2) Si la hipótesis anterior es cierta, los murciélagos dispersarán semillas entre hábitat de manera homogénea; de vegetación secundaria hacia la vegetación conservada (selva mediana y selva baja) y viceversa, favoreciendo la regeneración y el mantenimiento de los hábitats naturales.

III. OBJETIVOS

3.1) Determinar los patrones de riqueza, diversidad y abundancia de especies de murciélagos frugívoros en tres comunidades vegetales (selva baja, selva mediana y vegetación secundaria) en la región de la Huasteca Potosina.

3.2) Identificar si existen diferencias en las semillas dispersadas entre comunidades vegetales (selva baja, selva mediana y vegetación secundaria) y entre épocas del año (secas y lluvias) en la región de la Huasteca Potosina.

IV. MÉTODOS

4.1) Área de estudio (ver sección área de estudio)

4.2) Selección de sitios de muestreo (ver sección área de estudio)

4.3) Comunidades vegetales (ver sección área de estudio)

4.4.) Captura de murciélagos (ver capítulo 1)

4.5) Colecta de excretas.

La dieta de los murciélagos frugívoros se determinó mediante el análisis de heces (Thomas 1988). Para la obtención de las muestras fecales se usó la técnica propuesta por Galindo-González et al. (2009), la cual consiste en colocar debajo de cada red un tapete de plástico (12 mts de largo x 1.50 de ancho) en el cual las heces caen cuando el murciélago defeca por el estrés de la captura mientras se encuentra enredado en la red. Para identificar que excreta pertenece a un murciélago, se observó la posición del individuo capturado en la red, después se trazó una trayectoria vertical hacia abajo para observar si existe excreta defecada en el tapete. Para evitar confusión con respecto a que excreta corresponde a cada murciélago, las redes se revisaron cada 30 minutos para disminuir la probabilidad de que dos murciélagos quedaran atrapados juntos en la red.

Cada muestra fecal se colocó en un papel absorbente para evitar su contaminación por hongos y se etiquetó con los datos de la especie de murciélago a la que pertenece y tipo de vegetación de muestreo. Para la identificación de semillas se consultaron los herbarios del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, y el Herbario Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como con expertos en el tema.

4.6) Análisis de los datos

4.6.1) Categorización de las especies de semillas

El proceso de sucesión es el cambio gradual que ocurre en la comunidad vegetal, en donde una población de plantas es reemplaza por otra. De acuerdo a su origen se clasifica en dos tipos: sucesión primaria y secundaria. La primera se origina en lugares que nunca han sido ocupados por una comunidad, como los afloramientos de suelo y rocas dejados cuando retrocede un glaciar o las dunas, formadas por la acción del viento, y la segunda se origina en sitios previamente ocupados por la vegetación y que han sido perturbados por fenómenos naturales como incendios, derrumbes, caída de árboles, o por las actividades humanas.

Las semillas de las especies encontradas en las muestras fecales se clasificaron en dos categorías sucesionales: **1) Especies Pioneras:** son aquellas que requieren condiciones microclimáticas características de ambientes de sucesión temprana (alta exposición a la luz, altas temperaturas y baja humedad); estas especies son capaces de generar cambios en las propiedades del suelo y favorecer el establecimiento de especies vegetales tardías. **2) Especies Tardías:** son especies que se establecen en etapas tardías de la sucesión; requieren de condiciones microclimáticas específicas para reclutar, como sombra, temperaturas moderadas y alta humedad (Ibarra-Manríquez et al. 2001).

4.6.2) Análisis de riqueza, diversidad relativa y abundancia

Se determinó la riqueza (S), diversidad (H') y abundancia (AB) de especies para ambos grupos de organismos (murciélagos y semillas). El análisis se realizó para el total de especies, por tipo de vegetación y por estación climática (lluvias y secas). En el caso de los murciélagos, sólo se tomaron en cuenta las especies del gremio frugívoro para realizar los análisis. Los métodos de cálculo y comparación estadística de cada atributo comunitario son los mismos que los indicados en el capítulo anterior.

V. RESULTADOS

5.1) Comunidad de murciélagos frugívoros

Se capturó un total de 559 individuos pertenecientes 8 especies de murciélagos frugívoros agrupados en una sola familia (Phyllostomidae). La especie más abundante es *Sturnira ludovici* con 142, seguida de *Glossophaga soricina* con 107 individuos (Tabla 2). El número de capturas de murciélagos en la selva baja, fue insuficiente para obtener las asíntotas de las curvas de rarefacción, por lo tanto los datos correspondientes a esta comunidad vegetal fueron omitidos de los análisis.

TABLA 2. LISTADO GENERAL DE ESPECIES, ABUNDANCIA Y COMUNIDAD VEGETAL DE CAPTURA DE MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS EN LA REGIÓN DE LA HUASTECA POTOSINA, MÉXICO.

Familia	Especie	Clave	Abundancia	Comunidad Vegetal
Phyllostomidae	<i>Artibeus intermedius</i>	<i>Ai</i>	73	SB; SM; VS
	<i>Artibeus jamaicensis</i>	<i>Aj</i>	91	SM; VS
	<i>Artibeus lituratus</i>	<i>Al</i>	30	SB; SM; VS
	<i>Artibeus toltecus</i>	<i>At</i>	29	SB; SM; VS
	<i>Carollia sowelli</i>	<i>As</i>	14	SM; VS
	<i>Glossophaga soricina</i>	<i>Gs</i>	107	SB; SM; VS
	<i>Sturnira lilium</i>	<i>Sl</i>	73	SB; SM; VS
	<i>Sturnira ludovici</i>	<i>Slu</i>	142	SB; SM; VS
Total Individuos			559	
Total Especies			8	

Abreviaturas: SB=Selva Baja SM=Selva Mediana VS=Vegetación Secundaria

5.1.2) Riqueza, diversidad relativa y abundancia de murciélagos frugívoros (Total)

Se registró un total de 8 especies de murciélagos frugívoros; por comunidad vegetal y no hubo diferencias en cuanto a la riqueza de especies (Figura 11). Sin embargo la selva mediana presentó una mayor diversidad relativa ($H'=1.89$) que la

vegetación secundaria (Figura 12). Se encontraron diferencias en dominancia de murciélagos frugívoros entre tipos de vegetación.

En la selva mediana la especie dominante fue *Glossophaga soricina*, mientras que en la vegetación secundaria *Artibeus jamaicensis* y *Sturnira lilium* fueron las especies dominantes (Figura 13).

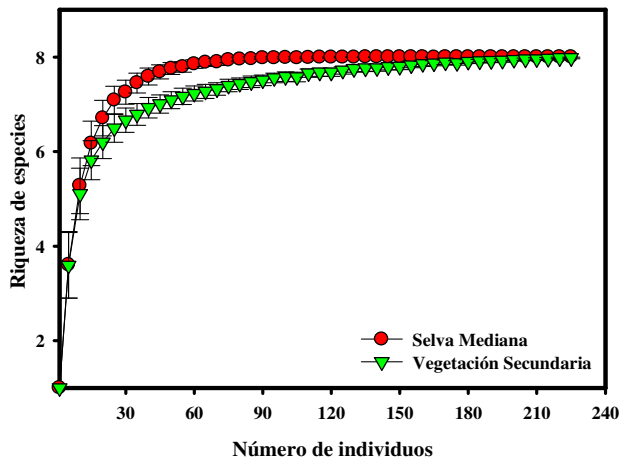


Figura 11. Riqueza total de murciélagos frugívoros por tipo de comunidad vegetal. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

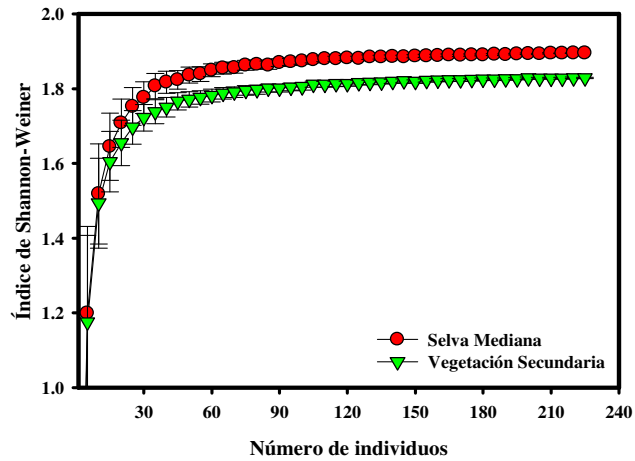


Figura 12. Diversidad total de murciélagos frugívoros por tipo de comunidad vegetal. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

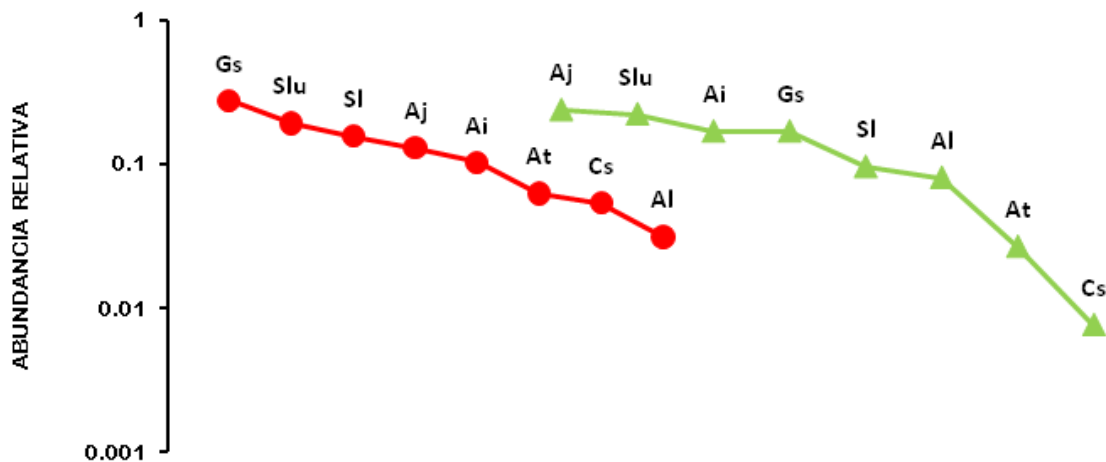


Figura 13. Curvas de rango-abundancia para el total de especies de murciélagos

frugívoros.
 ●=Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria
 Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 2.

5.1.3) Riqueza, diversidad relativa y abundancia de murciélagos frugívoros (Lluvias)

Durante la temporada de lluvias la riqueza de especies fue similar en ambas comunidades vegetales (Figura 14). La mayor diversidad se registró en la selva mediana con un valor de $H' = 1.82$. La curva de rango-abundancia muestra que en la selva mediana una sola especie fue dominante (*Glossophaga soricina*), 6 especies moderadamente dominantes y una sola poco abundante, en comparación con la vegetación secundaria donde se aprecia que *Artibeus jamaicensis* y *Sturnira ludovici* son las de mayor abundancia (Figura 16).

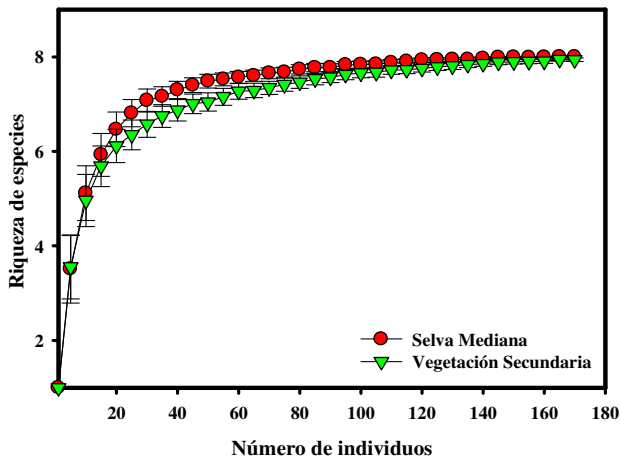


Figura 14. Riqueza de murciélagos frugívoros durante la época de lluvias. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

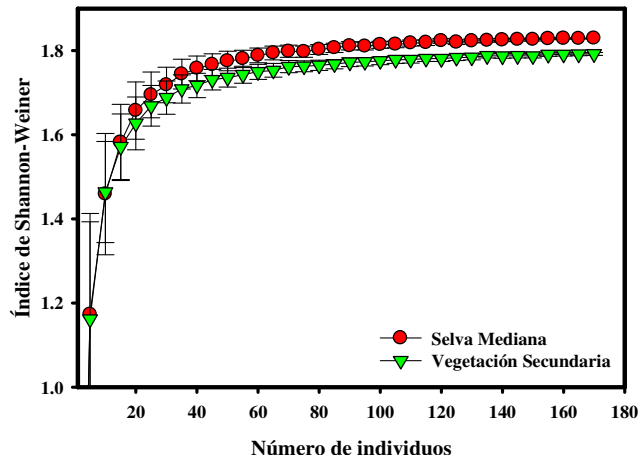


Figura 15. Diversidad de murciélagos frugívoros durante la época de lluvias. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

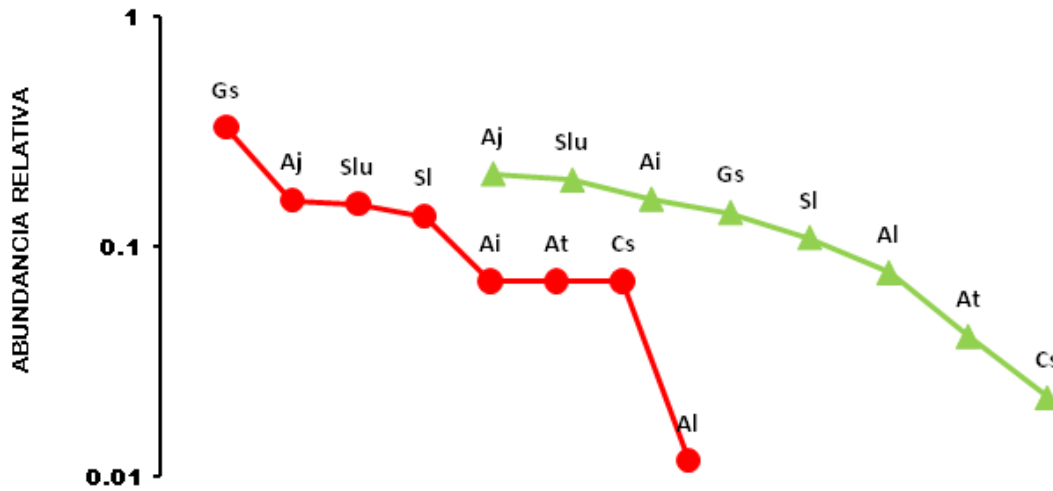


Figura 16. Curvas de rango-abundancia de especies de murciélagos frugívoros en la época de lluvias.
 ●=Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria
 Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 2.

5.1.4) Riqueza, diversidad relativa y abundancia de murciélagos frugívoros (Secas)

Al igual que en la época de lluvias, la riqueza de murciélagos frugívoros se mantuvo en 8 para ambas comunidades vegetales. Aun que las curvas no alcanzaron una asíntota clara, se aprecia la tendencia hacia su estabilización (Figura 17). La vegetación secundaria presentó una mayor diversidad ($H'=1.82$) que la selva mediana ($H'=1.67$) (Figura 18). La selva mediana estuvo dominada por una sola especie (*Sturnira ludovici*), dos especies se encontraron por debajo de esta, dos más presentaron una abundancia baja y dos fueron raras. Al contrario de lo que sucedió en la selva mediana, en la vegetación secundaria se observó un patrón diferente en cuanto a las especies más abundantes, la primera fue *Glossophaga soricina*, seguida de *Artibeus lituratus* y *Sturnira ludovici* (Figura 19).

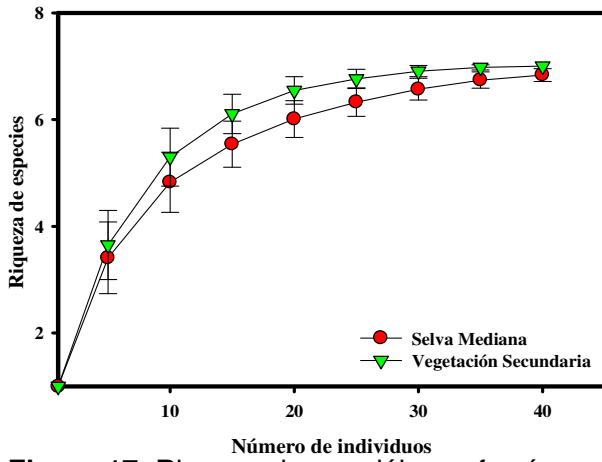


Figura 17. Riqueza de murciélagos frugívoros durante la época de secas. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

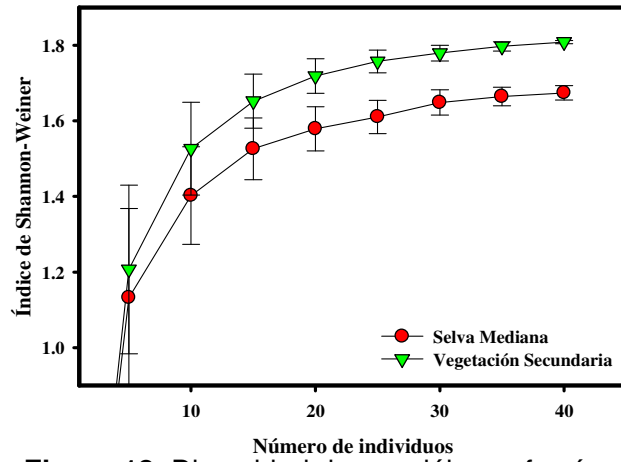


Figura 18. Diversidad de murciélagos frugívoros durante la época de secas. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

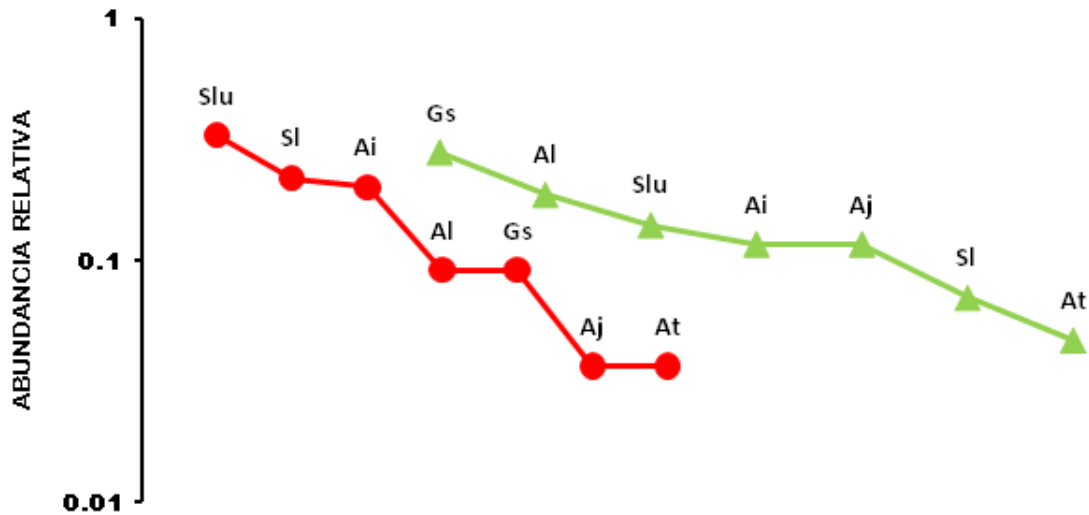


Figura 19. Curvas de rango-abundancia de especies de murciélagos frugívoros en la época de secas.
 ●=Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria
 Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 2

5.2) Dispersión de semillas

Se obtuvo un total de 167 muestras fecales, en las cuales se identificaron 16 morfoespecies pertenecientes a 4 familias. Entre las morfoespecies, 8 fueron identificadas a nivel de especie, 5 a nivel de género y el resto (3) no pudo ser identificada taxonómicamente (Tabla 3). Las familias mejor representadas en las muestras fecales fueron la Moraceae y Piperaceae, con 5 especies cada una. Del total de especies registradas, el 43% (7) fue identificado como pioneras, el 37% (6) pertenecen a la categoría de persistentes y el restante 20% (3) estuvo representado por las especies que no pudieron ser identificadas a nivel de especies o género (Tabla3).

TABLA 3. LISTADO DE ESPECIES DE SEMILLAS REGISTRADAS, SU CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA CATEGORÍA SUCESIONAL Y EL TOTAL DE MUESTRAS DE LOS MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS EN 3 COMUNIDADES VEGETALES EN LA HUASTECA POTOSINA, MÉXICO.

Familia	Especie	CS	CV	SB	SM	VS	TM
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Persistente	Fc	7	7	28	42
	<i>Ficus maxima</i>	Persistente	Fm	0	2	1	3
	<i>Ficus obtusifolia</i>	Persistente	Fo	2	4	2	8
	<i>Ficus sp1</i>	Persistente	F1	0	2	0	2
	<i>Maclura tinctoria</i>	Persistente	Mt	7	11	9	27
Piperaceae	<i>Piper hispidum</i>	Pionera	Ph	0	1	8	9
	<i>Piper sp1</i>	Pionera	P1	16	19	0	35
	<i>Piper sp2</i>	Pionera	P2	1	8	0	9
	<i>Piper sp3</i>	Pionera	P3	0	1	1	2
	<i>Piper sp4</i>	Pionera	P4	0	0	2	2
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Persistente	Pg	0	2	1	3
Solanaceae	<i>Solanum diphyllum</i>	Pionera	Sd	3	0	1	4
	<i>Solanum erianthun</i>	Pionera	Se	5	3	7	15
Desconocida	Desconocida sp1	-	D1	0	0	2	2
	Desconocida sp2	-	D2	0	0	1	1
	Desconocida sp3	-	D3	0	0	3	3
Total				41	60	66	167

Abreviaturas: CS=Categoría Sucesional CV=Clave SB=Selva baja SM=Selva mediana VS=Vegetación secundaria TM=Total de muestras

En general se observó un patrón de dispersión por parte de los murciélagos frugívoros, donde las especies del género *Artibeus* dispersan especies persistentes o tardías, como las del género *Ficus*. Las especies de murciélagos pequeños, como *Glossophaga*, *Sturnira* y *Carollia*, dispersaron especies pioneras en mayor proporción (Tabla 4).

TABLA 4. NÚMERO DE ESPECIES DE SEMILLAS DISPERSADAS POR CADA UNA DE LAS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS Y SU PORCENTAJE POR TIPO DE CATEGORÍA SUCESIONAL.

Especie de Murciélago	# Muestras	Riqueza de Semillas	Tardías (%)	Pioneras (%)	Desconocidas (%)
<i>Artibeus intermedius</i>	13	6	83.33	0	16.66
<i>Artibeus jamaicensis</i>	24	6	66.66	16.66	16.66
<i>Artibeus lituratus</i>	7	4	50	0	50
<i>Artibeus toltecus</i>	7	5	40	40	20
<i>Carollia sowelli</i>	5	1	0	100	0
<i>Glossophaga soricina</i>	6	3	0	100	0
<i>Sturnira lilium</i>	26	8	25	75	0
<i>Sturnira ludovici</i>	38	8	25	62.5	12.5

Riqueza de Semillas: Esta representada por los especies de semillas identificadas en el total de las muestras fecales para cada especie de murciélago. Los porcentajes (%) representan la cantidad de especies de semillas asignadas a cada categoría que fueron identificadas en el total de muestras obtenidas para cada especie de murciélago frugívoro

5.2.1) Riqueza, diversidad y abundancia de semillas (Total)

La riqueza de semillas dispersadas fue mayor en la vegetación secundaria que en la selva mediana durante todo el año (Figura 20), pero la diversidad fue mayor en la selva mediana (Figura 21). En ambas comunidades una sola especie fue la más abundante, *Piper* sp. 1 en selva mediana, y *Ficus cotinifolia* en la vegetación secundaria (Figura 22).

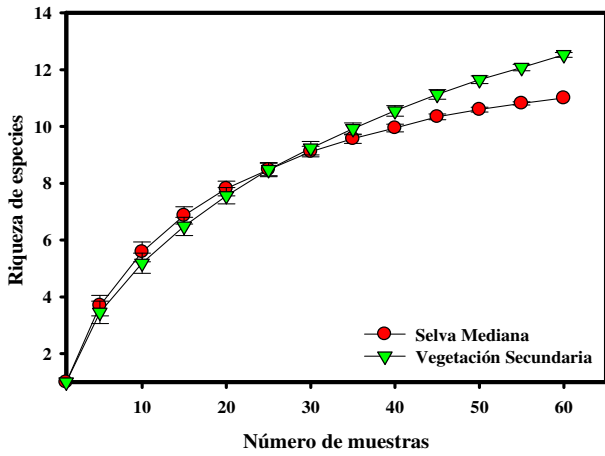


Figura 20. Riqueza total de semillas dispersadas por los murciélagos frugívoros. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

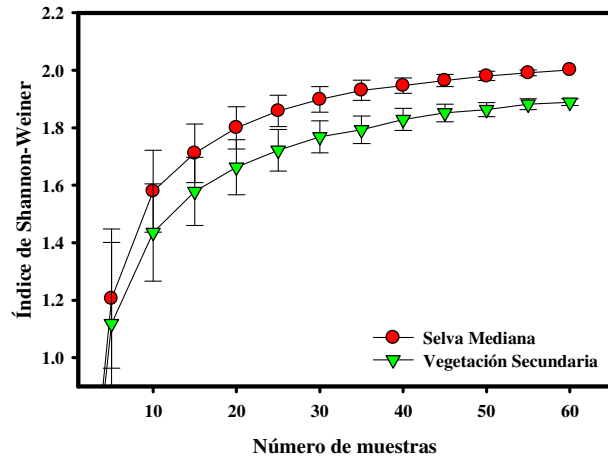


Figura 21. Diversidad total de semillas dispersadas por los murciélagos frugívoros. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

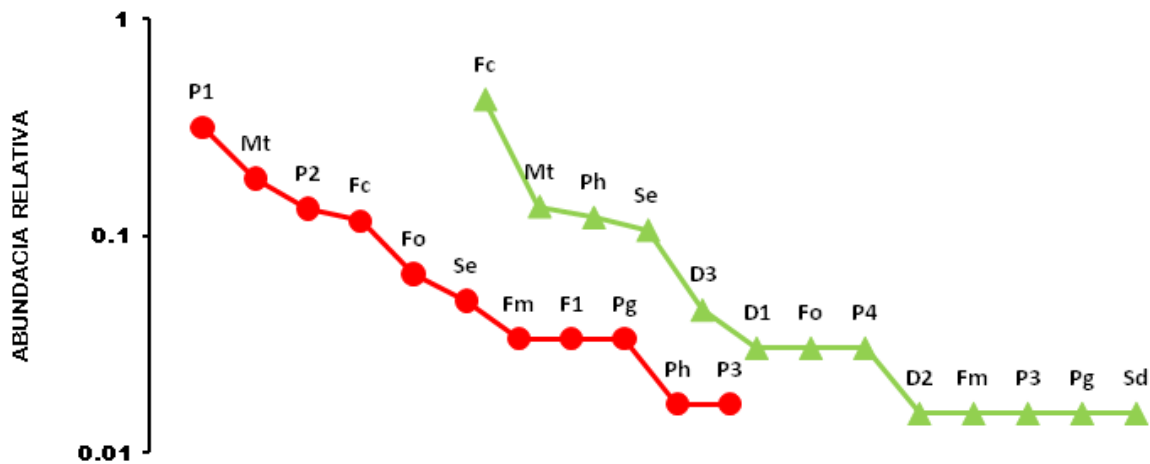


Figura 22. Abundancia total de semillas dispersadas por los murciélagos frugívoros
 ●= Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria
 Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 3.

5.2.2) Riqueza, diversidad y abundancia de semillas (Lluvias)

Durante esta época del año, la riqueza de especies dispersadas fue mayor en la vegetación secundaria (Figura 23). La diversidad de semillas dispersadas en la selva mediana fue mayor que en la vegetación secundaria (Figura 24). El patrón de abundancia en ambas comunidades vegetales fue similar al reportado en el análisis total (Figura 25).

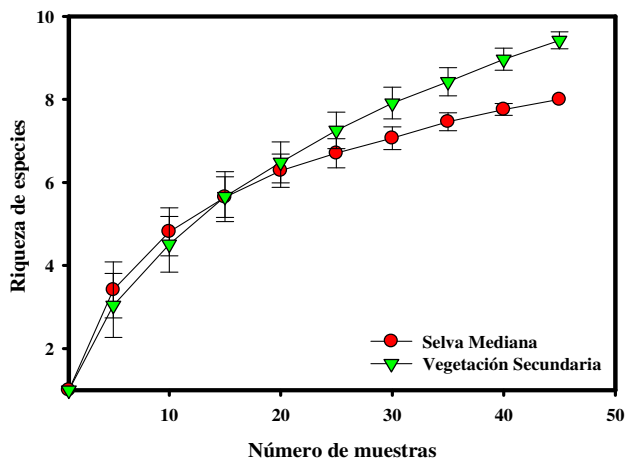


Figura 23. Riqueza de semillas dispersadas durante la época de lluvias. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

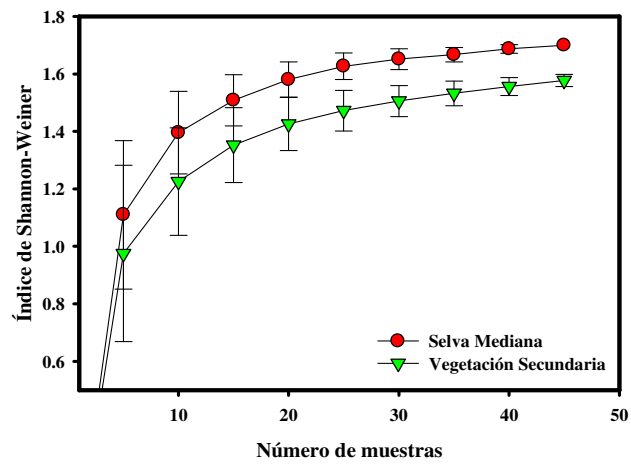


Figura 24. Diversidad de semillas dispersadas durante la época de lluvias. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

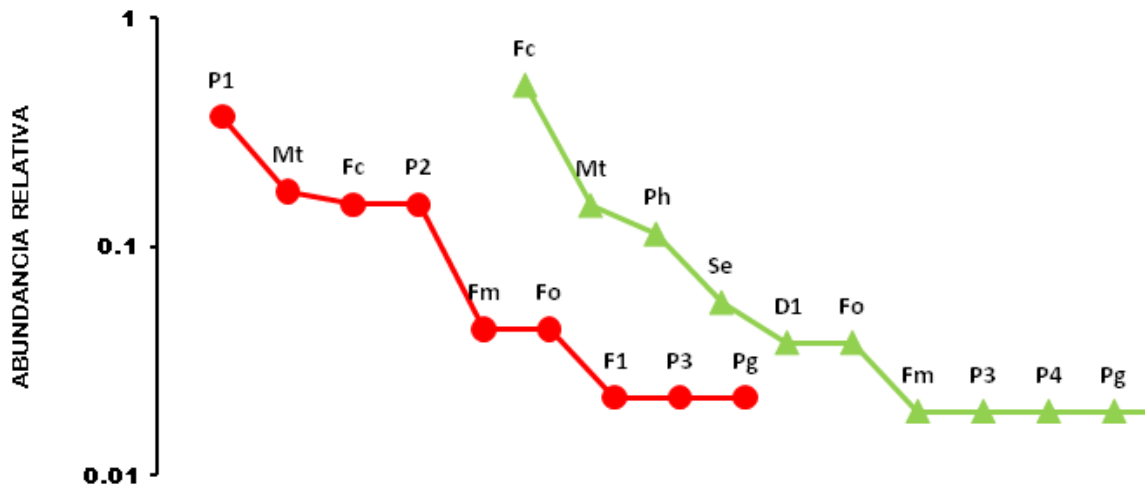


Figura 25. Abundancia de semillas dispersadas durante la época de lluvias.
 ●= Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 3

5.2.3) Riqueza, diversidad y abundancia de semillas (Secas)

Las curvas de rarefacción para la riqueza de especies de semillas no muestran una asíntota en ninguno de los dos tipos de hábitat; aunque se observa que la riqueza de semillas tiende a ser similar entre comunidades vegetales (Figura 26). La misma tendencia se observó para las curvas de diversidad (Figura 27). Durante la época seca, dos especies fueron las más abundantes en la selva mediana, mientras que en la vegetación secundaria la especie más abundante fue *Solanum erianthum* (Figura 28).

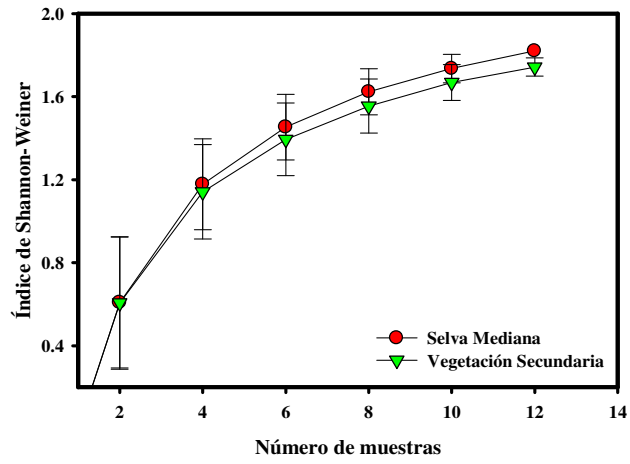
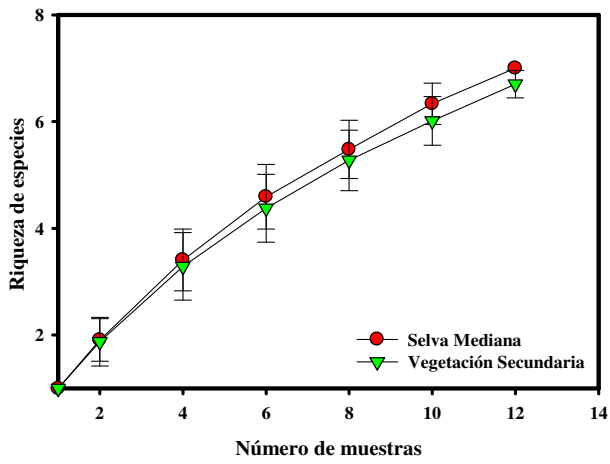


Figura 26. Riqueza de semillas dispersadas durante la época de secas. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

Figura 27. Diversidad de semillas dispersadas durante la época de secas. Barras negras representan intervalos de confianza del 95%

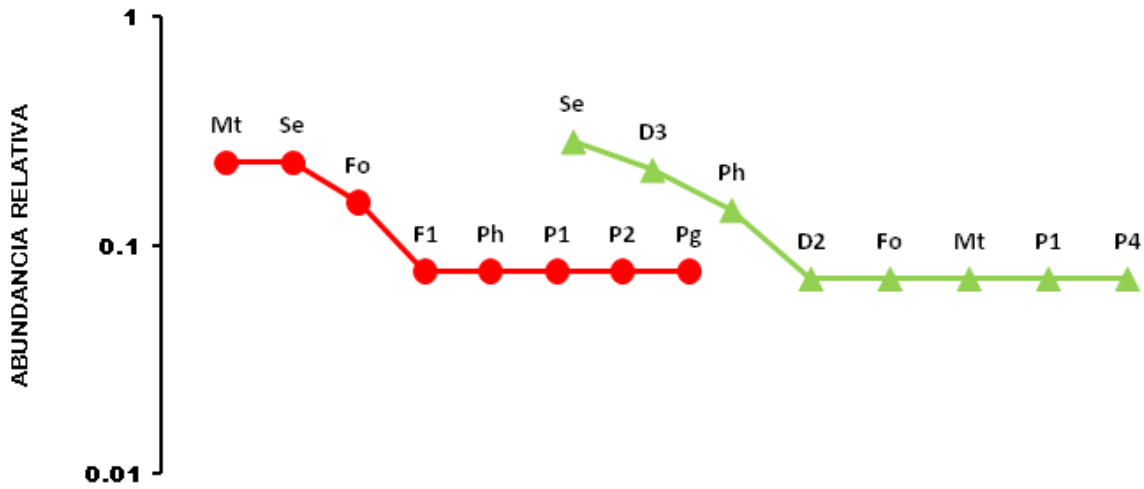


Figura 28. Abundancia de semillas dispersadas durante la época de secas
●=Selva Mediana ▲=Vegetación Secundaria Abreviaturas: Ver Clave en Tabla 3

VI. DISCUSIÓN

6.1) Comunidad de murciélagos frugívoros

La comunidad de murciélagos frugívoros en la región Huasteca de San Luis Potosí se comprende de 8 especies, una más que las registradas por Dalquest (1953). En ambas comunidades vegetales, la riqueza de estos murciélagos fue similar, pero la diversidad relativa fue mayor en la selva mediana que en la vegetación secundaria. Los murciélagos frugívoros son un gremio bastante abundante y tolerante a las perturbaciones (Galindo-González 2004), y tienden a ser dominantes en sitios perturbados (Cosson et al. 1999) y en las regiones tropicales (Patterson et al. 2003).

Del total de especies de murciélagos frugívoros registradas (8) solo seis están presentes en las tres comunidades vegetales, *Artibeus jamaicensis* y *Carollia sowelli* solo se registraron en selva mediana y vegetación secundaria, a pesar de ello la hipótesis sobre la presencia de los murciélagos frugívoros en todas las comunidades vegetales, es su mayor parte cierta. La ausencia de *C. sowelli* en la selva baja, se debe a que es una especie que normalmente se distribuye en selvas húmedas perennifolia y en pocas ocasiones ha sido reportada en selvas bajas (LaVal 1970; Pine 1972). La disponibilidad de alimentos es un factor que podría estar determinando la presencia de ciertas especies de murciélagos en los hábitats, para el caso de *Artibeus jamaicensis* la ausencia de especies vegetales como el ramón (*Brosimum alicastrum*), el ciruelo (*Spondias purpurea*), zapote (*Manilkara zapota*) e higos silvestres de tamaño mediano como *Ficus obtusifolia* y *F. maxima* en la selva baja (García-Morales obs.per.) podría evitar que esta especie utilice esta comunidad vegetal como sitio de forrajeo,

dado que estas especies han sido reportadas como básicas en su dieta (Olea-Wagner et al. 2007).

En la selva mediana la especie *Glossophaga soricina* fue la más abundante, mientras que en la vegetación secundaria *Artibeus jamaicensis* y *Sturnira ludovici* registraron un mayor número de individuos. La alta abundancia de *G. soricina* pueda deberse a que en un sitio de muestro se encontraban una serie de cuevas que albergaban una gran cantidad de individuos de la especie. Cuando una especie llega a una comunidad en altas densidades se conoce como el efecto de masa (Shmida y Wilson 1985). Sin embargo esto es un fenómeno temporal debido a que las especies no se establecen permanentemente dentro de la comunidad. Esto se reflejó en la época de secas cuando la captura de *G. soricina* fue baja y no se encontraban utilizando las cuevas.

6.2) *Dispersión de Semillas*

Las especies de murciélagos frugívoros son importantes agentes para el proceso de dispersión de semillas en las regiones tropicales (Galindo-González 1998; Galindo-González et al. 2000; Lopez y Vaughan 2004; Estrada-Villegas et al. 2007). Los datos obtenidos en el presente estudio demuestran su importancia como dispersores de por lo menos 16 especies de plantas en la región de la Huasteca Potosina. Dentro de las semillas registradas se encontraron especies de plantas tardías así como especies pioneras (Ibarra-Manríquez et al. 2001). Las especies pequeñas como *G. soricina*, *C. sowellii* y las del género *Sturnira*, consume en mayor proporción especies pionera, favoreciendo la regeneración de los ambientes perturbados mediante la dispersión de estas semillas, mientras que las especies del género *Artibeus*

consumen especies de persistentes o tardías, favoreciendo el establecimiento de especies arbóreas de estadios más avanzados de la sucesión. Olea-Wagner (2007) reporta un patrón similar de dispersión por la comunidad de murciélagos en la región Lacandona en el estado de Chiapas. Por lo tanto, los murciélagos frugívoros son un importante grupo que puede favorecer la regeneración de la vegetación y el mantenimiento de los ecosistemas naturales en toda la región de la Huasteca Potosina.

El mayor porcentaje de semillas colectadas pertenecieron a las familias Moraceae, Piperaceae y Solanaceae. Estos resultados son consistentes con los reportados por varios autores en México y en América latina quienes reportan un alto consumo de especies de las familias Moraceae, Piperaceae, Solanaceae por murciélagos frugívoros (Passos et al. 2003; Lopez y Vaughan 2004; Linder y Morawetz 2006; Estrada-Villegas et al. 2007; Olea-Wagner et al. 2007; Goncalves da Silva et al. 2008; Brito et al. 2010).

6.3) Dispersión de semillas por temporadas climáticas

Durante la temporada de lluvias se registro una mayor riqueza y diversidad de semillas dispersadas en todas las comunidades vegetales, debido a que durante esta época existe una mayor cantidad de recursos alimenticios de los cuales se pueden alimentar los murciélagos frugívoros (Huerta 2003). Esta situación es evidente cuando vemos que durante la época de seca solo cuatro especies figuran como las de mayor dispersión (*Maclura tinctoria*, *Solanum erianthun*, *Ficus obtusifolia* y *Desconocida sp.3*), posiblemente estas especies producen frutos durante esta época del año. Este patrón de dispersión durante la época de lluvias ha sido reportado por varios autores en las regiones tropicales (Fleming 1988; Huerta 2003; Olea-Wagner et al. 2007).

Por comunidad vegetal, para la época de lluvias se aprecia una mayor riqueza de especies dispersadas en la vegetación secundaria, mientras que en la selva mediana fue mayor durante la época seca, Medellín y Gaona (1999) reportan un patrón similar, en donde la riqueza de semillas dispersadas fue mayor en la vegetación secundaria en comparación con la selva, sin embargo no mencionan como son los resultados por estación climática. Aun que de manera contraria la diversidad de semillas es mayor en la selva que en la vegetación secundaria. Esto puede obedecer a la estacionalidad tan marcada en la región de la Huasteca Potosina y a la fenología de las especies vegetales presentes en las comunidades vegetales muestreadas.

VII. CONCLUSIONES

- ❖ La comunidad de murciélagos frugívoros en la Huasteca Potosina es compuesta por 8 especies. Siendo el primer estudio que aborda aspectos ecológicos como la dispersión de semillas por parte los murciélagos frugívoros.
- ❖ Los resultados demuestran que los murciélagos frugívoros son importantes en para los procesos de regeneración de la vegetación en la Huasteca Potosina, y el mantenimiento de las selvas, al dispersar semillas de plantas pioneras y tardías.
- ❖ La mayor riqueza de semillas se registro en la vegetación secundaria, mientras que en la selva mediana la diversidad fue mayor.
- ❖ Los patrones de dispersión se ven afectados por la estacionalidad de la región, siendo mayor durante la época de lluvias.

VIII. RECOMENDACIONES

- ❖ Se necesita en futuros estudios evaluar la dispersión de semillas por parte los murciélagos frugívoros en estadios más tempranos de la sucesión, dado que en el presente estudio evalué este proceso en estadios tardíos.
- ❖ En necesario realizar un inventario de los frutos que pueden ser potencialmente consumidos por los murciélagos, con la finalidad de determinar con mayor certeza el consumo de las especies vegetales consumidas.
- ❖ Aumentar el número de noches de trabajo en selva baja, así como también realizar estudios sobre la estructura y composición de la selva, con la finalidad de entender mejor los procesos de dispersión por parte de los murciélagos frugívoros.

IX. LITERATURA CITADA

- Bernard, E. y M. B. Fenton. 2002. Species diversity of bats (Mammalia:Chiroptera) in forest fragments, primary forest, and savannas in central Amazonia Brazil. *Canadian journal of Zoology* 80:1124-1140.
- Bernard, E. y B. Fenton. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35: 262-277.
- Brito J.E.C., Gazarini J y Zawadzki.. 2010. Abundancia e frugivoría da quiróptero fauna (Mammalia, Chiroptera) de um fragmento no noroeste do Estado do Parana, Brasil. *Acta Scientiarum, Biological Sciencies*. 3:265-271.
- Brosset, A., P. Charles-Dominique, A. Cockie, J. Cosson and D. Masson. 1996. Bat communities and deforestation in French Guiana. *Canadian Journal of Zoology*. 74:1974-1982.
- Cosson J. F., Ringuet S., Claessens O., de Massary J. C., Dalecky A., Villiers J. F., Granjon L., Pons J. M. 1999. Ecological changes in recent land-bridges islands in French Guiana, with emphasis on vertebrate communities. *Biological Conservation* 91: 213–222.
- Dalquest, W.W. 1953. Mammals of the Mexican state of San Luis Potosi. Louisiana State University studies biological series, 1:1-129.
- Estrada-Villegas S., J. Pérez-Torres y P. Stevenson. 2007. Dispersión de semillas por murciélagos en un borde de bosque montano. *ECOTROPICOS* 20:1-14
- Fleming, T.H. 1988. The short tailed fruit bat. A study in plant animal interaction. The Chicago University pres, Chicago Illinois.

- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* 73:57-74.
- Galindo-González J., S. Guevara y V. J. Sosa. 2000. Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology* 14:1693-1703.
- 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* 20:239-243
- Galindo-González, J., Guillermo Vázquez-Domínguez, Romeo A. Saldaña-Vázquez y J. R. Hernández-Montero. 2009. A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology* 25:205–209
- Goncalves da Silva, A., O. Gaona y R. A. Medellín. 2008. Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in Lacandon forest, Mexico. *Journal of Mammalogy* 89:43-49
- Huerta, P. E. 2003. Dispersión de semillas por murciélagos y aves en la regeneración de hábitats perturbados en un bosque tropical. Tesis, Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 77p.
- Ibarra-Manríquez, G., R. Martínez-Ramos y K. Oyama. 2001. Seedling functional types in a lowland rain forest in México. *American journal of Botany* 88:1801-1812.
- INEGI 2002. Síntesis de Información Geográfica del estado de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Pp. 124.
- Janson C. 1983. Adaptions of fruit morphology to dispersal agents in a Neotropical forest *Science* 219:187-189

- LaVal R.K. 1970. Banding returns and activity periods of some Costa Rican bats. The Southwestern naturalist 16:449-451
- Lindner A. y W. Morawetz. 2006. Seed dispersal by frugivorous bats on landslides in a montane rain forest in southern Ecuador. Chiroptera Neotropical. 12:232-237.
- Lopez, J.E. y C. Vaughan. 2004. Observation on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rica secondary humid forest. Acta Chiropterologica. 6:11-119.
- Medellin, R.A. y O. Gaona. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats of Chiapas, México. Biotropica. 31:478-485.
- Olea-Wagner, A., C. Lorenzo, E. Naranjo, D. Ortiz y L. León-Paniagua. 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
- Passos, F.C., W.L. Silva, W.A. Pedro y M.R. Bonin. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervalos, sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Zoologia. 20:511-517.
- Patterson B. D, M. R. Willig y R Stevens. 2003. Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological organization. Pp: 536 579, en: Bat Ecology (TH Kunz y MB Fenton, eds). University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Pine R.H. 1972. The bats of the genus *Carollia*. Technical monograph. The Texas Agricultural experiment station. 8:1-125
- Shmida, A y M.V. Wilson. 1985. Biological determinants of species diversity. Journal of Biogeography. 31: 246-273.

Thomas, D. W. 1988. Analysis of diets of plant-visiting bats. In T. H. Kunz (Ed.).
Ecological and behavioral methods for the study of bats, pp. 211-220.
Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.