



# **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA**

**Maestría en Ciencias en Conservación y  
Aprovechamiento de Recursos Naturales.  
Especialidad en Biodiversidad del Neotrópico**

**Estructura del ensamble de murciélagos de La  
Venta, Oaxaca, México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**M A E S T R O E N C I E N C I A S**

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

**BIÓL. HELXINE FUENTES MORENO**

Director de Tesis: Dr. José Antonio Santos Moreno

SANTA CRUZ XOXOCOTLÁN, OAXACA, SEPTIEMBRE 2010



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

## ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 26 del mes de julio del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: **" Estructura del ensamble de murciélagos de la Venta, Oaxaca, Mexico "**  
Presentada por el alumno:

Fuentes Moreno Helxine  
Apellido paterno materno nombre(s)

Con registro: 

B	0	7	1	1	1	6
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA  
Director de tesis

  
Dr. José Antonio Santos Moreno

  
Dr. Alejandro Flores Martínez


  
M. en C. Carlos Raúl Bonilla Ruz

  
Dr. Víctor Sánchez Cordero

  
Dr. Gabriel Ramos Fernández

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

  
Dr. Juan Rodríguez Ramírez

  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día **26** del mes **julio** del año **2010**, el (la) que suscribe **Fuentes Moreno Helxine** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **B071116**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. José Antonio Santos Moreno y cede los derechos del trabajo titulado: "**Estructura del ensamble de murciélagos de la Venta, Oaxaca, México**", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: **posgradoax@ipn.mx** ó **alumnbiosqgmail.com** Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Fuentes Moreno Helxine



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACION PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.

Siluetas nocturnas/que surcan el cielo,/fugaces, silentes,/explorando el viento  
Las vocales todas/vuelan en sus vuelos/diestros, zigzagueantes,/ágiles, certeros.  
El rebote mudo/de sus mudos ecos/llega a sus oídos,/detectando, presto,/obstáculos  
mudos/que acechan arteros;/rutas infalibles/y rumbos perfectos/que guían precisos/al  
grato alimento:/néctar, frutas, polen/peces, agua, insectos.  
Hartos y agotados/tornan, satisfechos,/a sus escondrijos/y  
retraimientos:/árboles,/cavernas/casas,/troncos huecos/(húmedos y oscuros/refugios  
secretos/que eficaces burlan/el constante asedio/de los enemigos/y los elementos).  
El alba saluda/sus colgantes sueños/(la cabeza abajo)/en sombras inmersos/¡Un sueño  
que dura/lo que yo, despierto!  
Por eso, en las noches,/al surcar el cielo/(buscando celosos/el dañino insecto/el fruto  
maduro/aún no disperso/la flor infecunda/que espera sus cuerpos)/los contemplo  
alegre/y paciente espero/que agiten sus alas/y en un giro nuevo,/suave y  
elegante/atrapen, contentos,/todo mi cariño/¡Murciélagos Buenos!

N. González G., en P.A. Morton, 1989. *Murciélagos tropicales americanos*

Voy a guardar intacto el recuerdo de este instante porque todo lo que existe ahora  
mismo nunca volverá a ser igual. Un día lo veré como la más remota prehistoria.

J. E. Pacheco, 1981. *Las Batallas en el desierto*

*Non e' questo il racconto di gesta impressionanti. E' un segmento di due vite,  
raccontato nel momento in cui hanno persorso, insieme, un determinato tratto, con la  
stessa identita' di aspirazioni e sogni.*

Ernesto Guevara de la Serna

1952

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Director de tesis, Dr. José Antonio Santos Moreno y a mi comité revisor, M. en C. Carlos Bonilla Ruz, Dr. Gabriel Ramos Fernández y Dr. Víctor Sánchez Cordero.

Al Dr. Alejandro Flores Martínez y a la M. en C. Gladys I. Manzanero Medina, síndicos, porque se tomaron el tiempo para leer las últimas versiones de este trabajo y por su apoyo en la última parte de mi posgrado.

Al Dr. Miguel Ángel Briones Salas y al Dr. Jorge Albino Vargas Contreras por su apoyo en la primera fase de este proyecto. Al primero por el financiamiento económico para llevar a cabo este trabajo y al segundo por las sugerencias críticas al manuscrito.

A los Drs. José C. Bojorges Baños y Rafael Flores Peredo quienes amablemente revisaron versiones tempranas de este escrito, son excelente amigos.

A todas las personas que compartieron el proyecto *Estudio anual de monitoreo de poblaciones de murciélagos*: Fernando Huerta, Malinalli Cortés, Verónica Cortés, Gerardo Chichino, Yazmín Martínez, Mario Peralta y Josué Yuriko.

A la comunidad de La Venta, por permitirme trabajar en su pueblo e incluso apoyarnos con información muy valiosa acerca de su fauna.

A la M. en C. M. Cecilia Londoño Murcia y a la Biól. Margarita García Luis, por sus lecciones tempranas del uso del Anabat, las conversaciones con ambas fueron muy estimulantes para desarrollar el tema del muestreo acústico.

Al Biól. Josué Yuriko por elaborar el mapa del área de estudio que se presenta en el trabajo.

A los Drs. Michael J. O'Farrell y Bruce W. Miller, quienes apoyaron incansablemente en la revisión de los archivos de Anabat, ayudaron en la identificación de las especies y dieron importantes sugerencias al trabajo. El Dr. Miller amablemente revisó la versión final del Abstract.

Al Dr. Fernando A. Cervantes y las M. en C. Yolanda Hortelano y Juliet a Vargas de la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA) porque fueron mis profesores en la Mastozoología, porque siempre me han tenido confianza y por tantas experiencias vividas. Y. Hortelano amablemente ayudó en la catalogación del material colectado.

Al Ing. Forestal Martín Centeno Quiñones de la Delegación SEMARNAT, Oaxaca quien llevó a cabo la gestión pertinente ante la Dirección General de Vida Silvestre para la obtención de la licencia de colecta científica por proyecto a nombre de Helxine Fuentes Moreno (SGPA/DGVS/06107/09).

A mis profesores del posgrado, Dr. José Antonio Santos Moreno, Dr. Alejandro Flores Martínez, Dr. Miguel Ángel Briones Salas, Dr. Rafael del Castillo Sánchez, M. en C. Graciela González Pérez, M. en C. Sonia Trujillo Argueta, M. en C. Glagys I. Manzanero Medina y M. en C. Carlos Bonilla Ruz por compartir sus conocimientos conmigo.

A la Fam. Huerta Valdez, Fernando y Mireya, gracias por darme de su tiempo y enseñarme otro campo de la Biología, sus hormonas, del que tanto trabajo falta por hacer. Las charlas, la convivencia y su apoyo hicieron del tiempo que pasé en el posgrado y aún después, algo que vale la pena recordarse. “...y *nuestro nombre va a estar encendido en un cartel, solo hay que juntar mucha arena en los pies...*”

A mis compañeros de la Compañía Minera Cuzcatlán, sin sus permisos para faltar al trabajo esto no hubiera salido a flote. Al C.P. Misael Mendez y a los Ings. Francisco Toledo y Raúl Silva.

Finalmente doy mis más sinceros agradecimientos a la Dra. Yolanda Ortiz - Hernández, porque su entrega, perseverancia y responsabilidad en el trabajo es el ejemplo a seguir, es la manera como se deberían hacer las cosas ; al Biól. David Uribe Villavicencio por su férreo apoyo, aún con los riesgos que esto significó y al Dr. José Antonio Santos Moreno, ya que su apoyo académico y personal fue la base de esta última etapa de mi posgrado, por aceptarme como su alumno aún con la premura, sin ustedes tres esto no estaría hoy aquí, en verdad muchas gracias.

## **DEDICATORIAS**

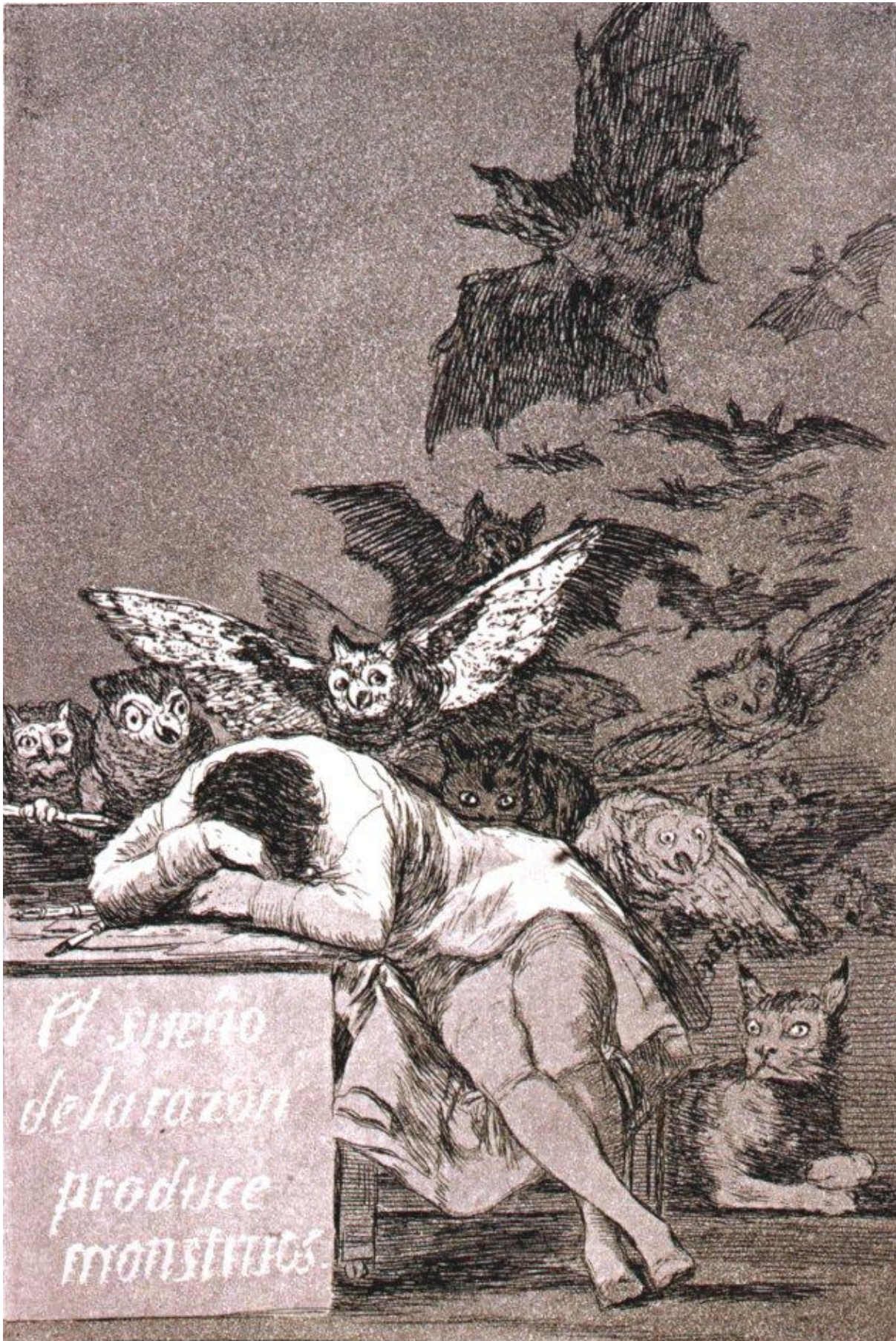
A mis padres, Ismael y María del Carmen, porque desde hace 11 años que salí de casa han seguido conmigo, siempre apoyándome y dándome el valor para seguir adelante. Porque sin sus enseñanzas desde siempre nunca hubiera pensado en la Biología, ni fuera tan perseverante como siempre trato de serlo.

A mi hermano, Axel, porque siempre me demuestra que hay cosas en este mundo que merecen nuestra atención. Porque sin las aves este mundo no sería lo mismo.

A Aida, que me ha acompañado en esta aventura oaxaqueña, porque ha aguantado de todo, tantas cosas hemos aprendido juntos, gracias por no dejar que me ensimismara más en esto y por siempre alentarme a terminar, siempre hay una vida afuera por vivir y la viviremos juntos. *“Volando por las noches, siempre juntos, pero sin detenernos para no gastar los sueños”*.

A la Fam. Trejo Ortiz, Marisela y Santiago, May, Griselda y Andrea, por su alojamiento en mis visitas al D.F., por su amistad y su apoyo en las situaciones difíciles.

A mis amigos de toda la vida y de varias partes de este pequeño mundo de la Biología y sitios adyacentes: Carlos A. de la Cruz, Alex Rojas, Luis Tágano, J. Pablo Amayo, Pepe Campillo, Alex Castillo, Lázaro Guevara, Luis Reyes, Xóchitl I. Luna, Fernando Huerta, Mireya Valdez, Alex Cruz y Fernando Arce por que cada uno de ellos puso un granito de arena para la culminación de este trabajo.



*El sueño de la razón produce monstruos.* Grabado de la serie Los Caprichos. Goya, 1779.



## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	<i>i</i>
ABSTRACT	<i>ii</i>
INTRODUCCIÓN	<i>1</i>
MARCO TEÓRICO	<i>3</i>
LOS ENSAMBLES DE MURCIÉLAGOS	<i>3</i>
EL MONITOREO ACÚSTICO	<i>5</i>
OBJETIVOS	<i>7</i>
OBJETIVO GENERAL	<i>7</i>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<i>7</i>
ÁREA DE ESTUDIO	<i>8</i>
MATERIALES Y MÉTODOS	<i>11</i>
TRABAJO DE CAMPO	<i>11</i>
REDES DE NIEBLA	<i>11</i>
MANEJO DE EJEMPLARES	<i>11</i>
MUESTREO ACÚSTICO	<i>13</i>
ANÁLISIS DE DATOS	<i>14</i>
ESFUERZO DE CAPTURA	<i>14</i>
CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	<i>15</i>
DIVERSIDAD ALFA ( $\alpha$ )	<i>15</i>
DOMINANCIA	<i>16</i>
DIVERSIDAD BETA ( $\beta$ )	<i>17</i>
ESTRUCTURA TRÓFICA	<i>17</i>
RESULTADOS	<i>18</i>
ESFUERZO DE CAPTURA	<i>18</i>
RIQUEZA Y ABUNDANCIA	<i>21</i>
CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES	<i>24</i>
DIVERSIDAD ALFA ( $\alpha$ )	<i>25</i>
DOMINANCIA	<i>26</i>
DIVERSIDAD BETA ( $\beta$ )	<i>26</i>
ESTRUCTURA REPRODUCTIVA	<i>26</i>
MUESTREO ACÚSTICO	<i>29</i>
ESTRUCTURA TRÓFICA	<i>35</i>
DISCUSIÓN	<i>36</i>
CONCLUSIONES	<i>45</i>
LITERATURA CITADA	<i>46</i>
APÉNDICE 1	<i>59</i>
APÉNDICE 2	<i>60</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación geográfica del área de estudio y los puntos de trabajo. 10
- Figura 2.** Abundancias relativas de las especies de murciélagos capturadas con redes de niebla en el ensamble de La Venta, Oaxaca, de julio 2007 a junio 2008 y calculadas en base a los m red/h. Las abreviaturas de las especies son considerando las primeras tres letras del género y las primeras tres de la especie. 24
- Figura 3.** Curva de acumulación de especies de murciélagos capturados con redes de niebla de julio 2007 a junio 2008 en el ensamble de La Venta, Oaxaca. En el esfuerzo de muestreo el número 1 equivale al mes de julio de 2007 y así progresivamente. 25
- Figura 4.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Emballonuridae y Noctilionidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *B. plicata*; **B**, *P. macrotis*, **C**, *C. centralis* y **D**, *N. leporinus*. 31
- Figura 5.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Mormoopidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *P. davyi*; **B**, *M. megalophylla*, **C**, *P. personatus* y **D**, *P. parnellii*. 31
- Figura 6.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Molossidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *C. mexicanus*; **B**, *T. brasiliensis*; **C**, *N. laticaudatus*; **D**, *Eumops* 12 kHz; y **E** *Eumops* 16 kHz. 32
- Figura 7.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de las especies del género *Molossus* de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a julio 2008. **A**, *M. molossus*; **B**, *M. rufus* y **C**, *M. sinaloae*. 33
- Figura 8.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Vespertilionidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *L. blossevillii*; **B**, *L. intermedius*; **C**, *L. xanthinus* y **D**, *E. fuscus*. 34
- Figura 9.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Vespertilionidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *Myotis* 40 kHz; **B**, *Myotis* 60 kHz; **C**, vespertiliónido desconocido 45 kHz. 34

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Esfuerzo de captura total de murciélagos con redes de niebla en La Venta, Oaxaca de julio 2007 a junio 2008.	19
<b>Cuadro 2.</b> Esfuerzo de captura de murciélagos con redes de niebla en el sitio 1 y durante la temporada de lluvias y secas en La Venta, Oaxaca de julio 2007 a junio 2008.	19
<b>Cuadro 3.</b> Esfuerzo de captura de murciélagos con redes de niebla en el sitio 2 y durante la temporada de lluvias y secas en La Venta, Oaxaca de julio 2007 a junio 2008.	20
<b>Cuadro 4.</b> Especies de murciélagos y su abundancias en cada uno de los dos sitios de estudio en el ensamble de La Venta, Oaxaca, obtenidos mediante el uso de redes de niebla. La nomenclatura se basa en Simmons (2005) y el arreglo taxonómico en Ramírez-Pulido <i>et al.</i> (2005).	21
<b>Cuadro 5.</b> Índices de diversidad y dominancia calculados para el ensamble de murciélagos, para cada uno de los sitios y para las temporadas (lluvias y secas) en La Venta, Oaxaca, de julio 2007 a junio 2008. $H'$ , diversidad de Shannon; $H_{max}$ , diversidad máxima; $E$ , equidad de Pielou y $d$ , dominancia de Berger-Parker.	26
<b>Cuadro 6.</b> Condiciones reproductivas de hembras adultas de algunas especies de murciélagos de La Venta, Oaxaca. Los números representan el número de hembras preñadas (P) y/o lactantes (L) entre el número total de hembras capturadas.	28
<b>Cuadro 7.</b> Condiciones reproductivas de machos adultos de algunas especies de murciélagos de La Venta, Oaxaca. Los números representan el número de machos con testículos inguinales (I) y/o escrotados (E) entre el número total de machos capturadas.	28
<b>Cuadro 8.</b> Promedios de las medidas cuantitativas de los llamados de ecolocalización ( $\pm$ 1 desv. est.) del ensamble de murciélagos insectívoros de La Venta, Oaxaca, de julio 2007 a junio 2008. El superíndice <sup>1</sup> indica llamados de la fase de búsqueda y el <sup>2</sup> de la fase de aproximación.	30
<b>Cuadro 9.</b> Matriz de alimentos consumidos en relación a la masa corporal de los murciélagos del ensamble de La Venta, Oaxaca, de julio, 2007 a junio, 2008. Se incluyen las especies capturadas en redes y las que se registraron por monitoreo acústico. Las abreviaturas de las especies son considerando las primeras tres letras del género y las primeras tres de la especie.	36

## RESUMEN

Este trabajo caracteriza al ensamble de murciélagos de La Venta, Municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, a través de la diversidad (riqueza y abundancia), el recambio de especies (diversidad  $\beta$ ) y la estructura reproductiva y trófica, describe también los llamados de ecolocalización de los murciélagos insectívoros y un piscívoro. El trabajo de campo se llevó a cabo de julio de 2007 a junio de 2008 usando dos métodos de muestreo: redes de niebla y muestreo acústico. Con las redes de niebla se muestreó durante 46 noches (ocho horas cada noche) para un total de 368 horas (27,360m red/h). el esfuerzo del muestreo acústico fue de 22 noches (ocho horas cada noche) para un total de 176 horas (5350 archivos). Se capturaron 425 murciélagos de tres familias (Phyllostomidae, Mormoopidae y Vespertilionidae) y 19 especies. La familia más rica en número de especies e individuos fue la Phyllostomidae. La diversidad del ensamble ( $H'$ )= 1.02 con  $H_{max}$ = 1.28, equidad ( $E$ )= 0.80 y dominancia ( $d$ )= 0.20. No hubo diferencias estadísticas entre sitios o temporadas (lluvias vs. secas). El valor del recambio de especies ( $\beta_w$ )= 0.26. La actividad reproductiva se concentró en la mitad de la temporada seca (marzo-mayo) y en la temporada lluviosa (junio-octubre). El muestreo acústico permitió registrar 12 especies más que representan cinco familias (Emballonuridae, Noctilionidae, Mormoopidae, Molossidae y Vespertilionidae) que no fueron capturadas en redes. Seis especies fueron registradas por ambos métodos. Cinco gremios tróficos componen el ensamble: frugívoros, nectarívoros, piscívoros, sanguívoros e insectívoros, siendo estos últimos los más abundantes. El mayor número de especies estuvo presente dentro de los gremios de frugívoros e insectívoros que pesan entre 11 y 20 g. Se presenta dependencia entre la masa corporal de los murciélagos y los alimentos que consumen. Este ensamble es parecido a otros del trópico, los filostómidos fueron la familia más rica, la diversidad y la dominancia fueron bajas, mientras que la equidad fue alta y el recambio de especies fue bajo lo que indica que la composición taxonómica es similar entre sitios. Se distinguen dos patrones reproductivos en el ensamble, el monoéstrico estacional (*Pteronotus parnellii*) y el poliéstrico estacional encontrado en las subfamilias Carrollinae, Glossophaginae y Stenodermatinae. El muestreo acústico contribuyó a un mejor entendimiento del ensamble de murciélagos registrando aquellas especies que escapan al muestreo

tradicional con redes. La red trófica estuvo representada por todos los gremios descritos para un ambiente tropical seco y de cobertura arbórea baja.

**PALABRAS CLAVE:** estructura, ensamble, murciélagos, La Venta, Oaxaca.

### ABSTRACT

This paper characterizes the assemblage of bats from La Venta, municipality of Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, through diversity (richness and abundance), species turnover ( $\beta$  diversity) and the reproductive and trophic structure and describes the echolocation calls of insectivorous bats and one piscivorous species. Fieldwork was conducted from July 2007 to June 2008 using two methods: mist netting and acoustic sampling. Forty six nights were sampled (eight hours each night) for a total of 368 hours (27,360 m nest/h) of mist netting and 22 nights was sampled (eight hours each night) for a total of 176 hours (5,350 files) of acoustic sampling. Mist netting resulted in the capture of 425 individual bats representing three families (Phyllostomidae, Mormoopidae and Vespertilionidae) and 19 species. As expected from mist net sampling bias, species and individuals of the family Phyllostomidae were most numerous. The diversity of the assemblage ( $H'$ )= 1.02,  $H_{max}$ = 1.28, evenness ( $E$ )= 0.80 and dominance ( $d$ )= 0.20. There were no statistical differences between sites or between season (rainy vs. dry season). Value of species turnover ( $\beta_w$ )= 0.26. Reproductive activity was concentrated in the middle of the dry season (March to May) and rainy season (June-October). Acousting monitoring resulted in an additional 12 species representing five families (Emballonuridae, Noctilionidae, Mormoopidae, Molossidae and Vespertilionidae) that were not captured in nets. Six species were recorded by both methods. Five trophic guilds were present in the assemblage: frugivores, nectarivores, piscivores, sanguinivorous and insectivores, the latter being the most abundant. The highest number were present within the frugivore and insectivore guilds with a mass ranging between 11 and 20 g. Dependency occurs between the body mass of bats and their feed. This assemblage was found to be similar to others in the tropics, phyllostomids were the richest family, diversity and dominance were low, while evenness was high and species turnover was low indicating that the taxonomic composition is similar between sites.

There were two reproductive patterns in the assemblage, seasonal monoestrous (*Pteronotus parnellii*) and seasonal polyestrous found in Caroliinae, Glossophaginae and Stenodermatinae. Acoustic monitoring contributed a more complete understanding of the bat assemblage by recording those species that avoid traditional sampling with the nest. The food web is represented by all guilds described for dry tropical environment of low tree cover.

**KEY WORDS:** structure, assemblage, bats, La Venta, Oaxaca.

## INTRODUCCIÓN

La gran diversidad de especies animales y vegetales con que cuenta México lo han convertido en uno de los llamados países megadiversos, es decir, que alberga una diversidad biológica mayor de la que se esperaría encontrar para su tamaño (Toledo 1988). Además, el país ha sido reconocido como centro de origen de varios grupos, así como de diversificación de otros, (un ensayo amplio acerca del tema se encuentra en Rammamoorthy *et al.* 1998) por lo que muchas de las especies se encuentran restringidas a sus barreras geográficas, es decir, son endémicas (Flores-Villela y Gerez 1994; Challenger 1998; Ramamoorthy *et al.* 1998).

Sin embargo, la diversidad presente en México no se distribuye de forma equitativa, por ejemplo en el caso de los mamíferos sigue un gradiente de sur a norte, así Chiapas mantiene más especies de mamíferos que Sonora y a su vez es posible reconocer a las selvas tropicales secas de las costas del Pacífico y la Faja Transvolcánica Mexicana como sitios en los que se concentran los endemismos (Ceballos y Navarro 1991; Fa y Morales 1998). En otros grupos zoológicos y botánicos otra área de importancia la constituye la Sierra Madre del Sur (Ramamoorthy *et al.* 1998).

Dentro de los estados sureños, Oaxaca ocupa un lugar privilegiado ya que muchos grupos biológicos muestran una gran riqueza de especies (e.g. mariposas diurnas, mamíferos y plantas de la familia Solanaceae) y otros tienen la mayor reportada para el país (e.g. aves, reptiles y helechos). La distribución espacial de esta riqueza, al igual que a nivel nacional, no es constante y hay regiones que presentan mayor relevancia por poseer condiciones ambientales y fisiográficas muy particulares (García-Mendoza 2004; González *et al.* 2004).

Una de estas regiones es la subprovincia fisiográfica Planicie Costera de Tehuantepec, que se ubica sobre la vertiente del Pacífico y que desde el punto de vista biológico y específicamente zoogeográfico, actúa como una barrera que ocasiona la separación de las especies (Peterson *et al.* 1999; Watson y Peterson 1999; Carleton *et al.* 2002; León-Paniagua *et al.* 2007). Por otro lado, desde el punto de vista económico a nivel nacional genera las mayores ganancias por la captación del viento y su posterior transformación en energía eléctrica (Elliott *et al.* 2004).

Si bien, la región es adecuadamente conocida desde el punto de vista climático (Elliott *et al.* 2004), estudios básicos como los listados de su fauna y su flora son incompletos (García-Mendoza 2004; González-Pérez *et al.* 2004) y existen pocos trabajos que estudien los múltiples tipos de interacciones inter e intraespecíficas, así como entre las especies y su hábitat.

Con 1116 especies reconocidas a nivel mundial, los murciélagos (orden Chiroptera) son el segundo grupo más abundante de mamíferos, solo después de los roedores (orden Rodentia) y para su clasificación se dividen en dos subórdenes: los Megachiroptera y los Microchiroptera. Los primeros, también llamados zorros voladores, comprenden solamente una familia (Pteropodidae) con 42 géneros y 186 especies, que se distribuyen en las regiones tropicales y subtropicales del Viejo Mundo y Australia (Kunz y Pierson 1994; Murray y Kunz 2004; Simmons 2005).

Los Microchiroptera están representados por 16 familias, 135 géneros y 759 especies que muestran una distribución cosmopolita. En México se distribuyen ocho familias: Vespertilionidae, Molossidae, Emballonuridae, Phyllostomidae, Mormoopide, Noctilionidae, Natalidae y Thyropteridae (Villa y Cervantes 2003; Simmons 2005).

La riqueza del grupo refleja la variedad de funciones y modos de vida que tienen los murciélagos. Los hay polinizadores y dispersores de semillas, comedores de insectos; un pequeño número se alimentan de vertebrados y tres especies lo hacen de sangre (Kunz y Pierson 1994; Hutson *et al.* 2001; Villa y Cervantes 2003).

Todos estos servicios ambientales han convertido a los murciélagos en un grupo de estudio prominente para analizar la biodiversidad debido además a la facilidad con que pueden ser muestreados, a su abundancia en número de especies e individuos por especie, a su diversidad trófica, su respuesta hasta cierto punto predecible a cambios en el ecosistema y a que su estudio no es tan caro (Moreno y Halffter 2000).

Por tanto, este estudio tiene como objetivo caracterizar la estructura del ensamble de murciélagos en La Venta, Oaxaca, con lo que se contribuirá al conocimiento de la quiropterofauna de la región y al entendimiento de su dinámica. Este conocimiento deberá redundar en un mejor entendimiento de la biota mexicana y propiciará esfuerzos de conservación más coherentes, social y ambientalmente hablando, a favor de la preservación de una de las mastofaunas más ricas del planeta, la de México.



## MARCO TEÓRICO

### LOS ENSAMBLES DE MURCIÉLAGOS

Los términos que hacen referencia a las agrupaciones que pueden llegar a ocurrir en la naturaleza varían dependiendo de los organismos a tratar, por ejemplo, en las plantas se usa el término asociación, mientras que para los animales es la comunidad (Krebs 1978) y es éste último el que se ha usado generalmente, aunque en un sentido calificativo (ecología de comunidades), para estudiar el conjunto de poblaciones que interactúan en un espacio y un tiempo determinado (Krebs 1978).

La gran cantidad de información que se ha generado en torno al tema de las comunidades bióticas ha hecho que muchos de sus términos sean inexactos y en ocasiones erróneamente entendidos, por lo que se han sugerido vocablos que faciliten y aclaren conceptos y directrices. Uno de estos es el que hace alusión al contexto en que se puede llevar a cabo el estudio de las comunidades (Fauth *et al.* 1996) y que se describe a continuación:

- Contexto filogenético (taxa). Las especies a estudiar se encuentran relacionadas genealógicamente considerando jerarquías taxonómicas lineanas (géneros, familias, orden, clases).
- Contexto geográfico (comunidades). Los límites a considerar los proporcionan áreas físicas, es decir, es el número de especies que ocurren en el mismo lugar al mismo tiempo.
- Contexto ecológico (gremios). Los organismos pueden no pertenecer al mismo grupo taxonómico, ni encontrarse en la misma área, la relación entre ellos es que comparten el uso de un recurso.

El uso de estos términos no debe ser visto de manera aislada sino que hay una integración entre los tres, lo que provee epítetos propios. Así, la interacción entre el contexto filogenético y el geográfico crea el concepto de ensamble, grupo de especies relacionadas filogenéticamente dentro de una comunidad; el geográfico y el de uso de recursos crea el de gremios locales, donde las especies comparten un recurso común y ocurren en la misma comunidad y finalmente el resultante de la interacción del contexto filogenético y de uso de recursos, en el cual las especies están relacionadas

filogenéticamente y explotan la misma clase de recursos de un manera similar, pero no necesariamente en la misma comunidad, caso en el que no se presenta un nombre definido, sino más bien, en su lugar es usado un descriptor. La unificación de los tres contextos da por resultado el ensamblaje, entendido como el grupo de especies, delimitadas filogenéticamente que usan recursos de manera similar dentro de una comunidad (Fauth *et al.* 1996).

La propuesta anterior logra su cometido al definir fronteras entre los términos, aunque en la literatura clásica acerca de la ecología de comunidades se maneja ambiguamente el vocablo, por lo que teóricamente las propiedades emergentes que caracterizan a la comunidad en el sentido tradicional (diversidad de especies, formas de crecimiento y estructura, dominancia, abundancia relativa, estructura trófica) serán propias al ensamble.

Los ensambles de murciélagos, *sensu lato*, han sido ampliamente estudiados para tratar de comprender, desde la riqueza de las especies presentes en diferentes sitios (Medellín 1993; Willig *et al.* 2000; Aguirre 2002; Bernard y Fenton 2002; Sánchez *et al.* 2007), hasta la fuerzas que han conformado los ensambles actuales (Willig y Moulton 1989; Stevens y Willig 1999; Sánchez *et al.* 2007), lo que ha dado como resultado que a la fecha mucho sea conocido de este grupo de mamíferos (Kunz y Pierson 1994; Stevens y Willig 2002; Willig *et al.* 2003).

Con esto ha sido posible establecer ciertos patrones del grupo, como en el caso de la densidad de especies de mamíferos a nivel continental, donde la contribución de los murciélagos en número de especies es muy importante en la conformación de la diversidad alfa y beta (Willig y Sandlin 1991; Badgley y Fox 2000; Rodríguez *et al.* 2003).

A menor escala, está bien documentada su afinidad a hábitat tropicales y es contundente la disminución del número de especies conforme aumenta la altitud (Navarro y León-Paniagua 1995; Sánchez-Cordero 2001; Briones-Salas *et al.* 2005), con solo algunas familias llegando a los lugares más templados o fríos.

Una manera de comprender estos patrones es mediante el recurso alimento como limitante para la presencia o ausencia de las especies (McNab 1982; Fenton *et al.* 1992), así como de cierto gremio trófico (McNab 1971), aunque hipótesis exploradas

recientemente consideran a los factores ambientales como limitantes importantes en la conformación de los ensambles (Mello *et al.* 2008).

## **EL MONITOREO ACÚSTICO**

A pesar de la gran diversidad de murciélagos a nivel mundial y en particular en México (136 especies; Villa y Cervantes 2003); por ser animales noctívagos, de gran movilidad y que en ocasiones se alimentan muy por arriba del dosel, su estudio se vuelve complicado (Voss y Emmons 1996).

La manera usual de conocer la presencia de las especies de murciélagos que habitan en un lugar es mediante el uso de redes de niebla, llevando a cabo un monitoreo constante a través de la noche; sin embargo, las redes deben ser suficientes para cubrir los distintos hábitat de interés ya que en caso contrario se tendrá representada solamente una porción de éstos (Kunz y Kurta 1988; Voss y Emmons 1996; O'Farrell y Gannon 1999; Hodgkison *et al.* 2002).

Otra manera de conseguir datos acerca de la presencia, abundancia relativa o actividad de los murciélagos, y particularmente las especies insectívoras, es mediante detectores acústicos (Rydell *et al.* 1999; O'Farrell *et al.* 1999a; Swystun *et al.* 2001; Fuentes-Moreno *et al.* 2008), tecnología que se basa en la caracterización de los sonidos ultrasónicos que emiten cuando se alimentan (Kunz *et al.* 1996b).

El monitoreo acústico, llevado a cabo con cualquier tipo de detector, sirve para hacer visibles y audibles las vocalizaciones ultrasónicas que los murciélagos emiten, revelando de esta manera su presencia y permitiendo al operador obtener alguna información sobre la naturaleza del llamado y sus sonidos (Fenton 1988; Kunz *et al.* 1996b).

Este innovador método de estudio se ha empleado básicamente y en condiciones de campo para la detección de murciélagos que se alimentan de presas móviles (e.g. insectos, peces, ranas) más que para los que lo hacen de organismos sésiles (e.g. frutas, néctar, hojas, polen), ya que estos últimos tienen llamados de baja intensidad y corta duración lo que dificulta su grabación y parecen diferir poco entre las especies (O'Farrell *et al.* 1999b).

Hay dos maneras de llevar a cabo el monitoreo acústico. Pasivamente, cuando la actividad de los murciélagos es registrada sin la presencia de un operador humano y los datos obtenidos se almacenan en una tarjeta de memoria la cual puede guardar varios meses de información, o activamente cuando se generan gráficos en tiempo real de las vocalizaciones de los murciélagos que posibilitan su identificación en campo y los datos son enviados directamente a una computadora mediante una interfaz. En este último el detector acústico se mantiene en movimiento intentando maximizar la posibilidad para detectar un murciélago y cuando es localizado se le sigue con la finalidad de incrementar la calidad de la secuencia (Britzke 2004).

Resultados obtenidos a la fecha mediante este método de muestreo reconocen que hay especies y hasta familias que poseen firmas vocales características que los vuelven de fácil reconocimiento en el campo (Fenton 1994; O'Farrell y Miller 1997; Ibáñez *et al.* 1999; O'Farrell y Miller 1999), aunque también afirman que para otras familias como los vespertiliónidos y los molósidos la identificación es complicada (O'Farrell *et al.* 1999a; Rydell *et al.* 2002).

Otros resultados acerca del uso del monitoreo acústico como herramienta para evaluar la riqueza de especies de murciélagos de un sitio concluyen en la necesidad de combinar este método con el de redes en busca de obtener un inventario más completo (O'Farrell y Gannon 1999; Siles *et al.* 2005; Martínez 2007). Así mismo hacen hincapié en la necesidad de contar con bibliotecas de sonidos que permitan llevar a cabo comparaciones con las grabaciones obtenidas en el campo (Siles *et al.* 2003).

Así, en este estudio se pretende caracterizar la estructura del ensamble de murciélagos en dos sitios de La Venta en Oaxaca, conjuntando dos métodos de muestreo complementarios, con lo cual se espera contribuir al conocimiento de la quiropterofauna de la región y asimismo entender su dinámica, haciendo uso de herramientas contemporáneas aplicadas al estudio de la diversidad biológica.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Caracterizar el ensamble de murciélagos de La Venta, Oaxaca, México.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer la composición taxonómica del ensamble de murciélagos de La Venta, Oaxaca, México.
- Estimar la diversidad anual y temporal del ensamble de murciélagos de dos sitios de La Venta, Oaxaca, México.
- Describir la estructura reproductiva anual del ensamble de murciélagos de La Venta, Oaxaca, México.
- Describir la estructura trófica del ensamble de murciélagos de La Venta, Oaxaca, México.
- Describir los llamados de ecolocalización de las especies insectívoras que conforman el ensamble.

## ÁREA DE ESTUDIO

El poblado de La Venta se encuentra en el Municipio de Juchitán, dentro de la subprovincia fisiográfica denominada Planicie Costera de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca. Limita al norte con la depresión Ístmica de Tehuantepec, al noreste con la Sierra Madre del Sur de Oaxaca y Chiapas; al este con el estado de Chiapas; al suroeste parcialmente con la Planicie Costera del Pacífico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Oaxaca. Al sur con el Océano Pacífico (Ortiz *et al.* 2004).

El terreno es plano, con pendientes que no sobrepasan los 20° y altitudes por debajo de los 200 m. El clima es marcadamente estacional, con un gran periodo de sequía, la temperatura promedio mensual oscila entre los 25 y 29°C y las lluvias se presentan de junio a octubre. Los últimos y los primeros meses del año hay un periodo de temperaturas medias mínimas por debajo de los 25°C generadas por las fuertes ráfagas de viento provenientes de las masas de aire del Océano Pacífico (García 1988).

La vegetación presente en el sitio muestra diversas comunidades, todas ligadas profundamente a la perturbación así como a la litología, el relieve, la profundidad y la textura del suelo, el drenaje y la disponibilidad de agua (Rzedowski 1978).

La selva baja caducifolia, conformada por árboles de menos de 15 m de altura, presenta copas planas y la gran mayoría pierde el follaje durante la temporada seca, son abundantes las plantas trepadoras herbáceas y las leñosas delgadas. Una modalidad de éstas es la selva baja espinosa, que también puede ser perennifolia, es una comunidad heterogénea dominada por árboles espinosos de baja altura (Miranda y Hernández-X. 1963; Rzedowski 1978).

La vegetación ribereña, muy semejante en composición y fisonomía a la selva mediana subcaducifolia o subperennifolia, en el trópico seco forma bosques de galería. Su composición está íntimamente relacionada con el drenaje del suelo, la composición de especies circundantes y los disturbios, además de que se ha postulado su importancia como reservorio de especies durante cambios climáticos pasados, al funcionar como corredor biológico y como regulador del ciclo hidrológico (Rzedowski 1978; Meave y Kellman 1994; Challegger 1998).

Otro tipo de comunidad vegetal son los palmares, dominados monoespecíficamente por la familia Aracaceae (Palmae), que se desarrollan en lugares

generalmente húmedos o asociados a terrenos inundables. Es sabido que éstos son favorecidos por las actividades humanas, en especial los fuegos periódicos (Miranda y Hernández-X. 1963; Torres-Colín 2004).

El listado preliminar de especies vegetales reconoce a las familias Mimosaceae, Cesalpiniaceae, Fabaceae, Boraginaceae y Euphorbiaceae como las que presentan mayor riqueza específica (Dames & Moore de México, S. de R.L. de C.V. 2007).

En el área se dispusieron dos sitios de trabajo, el sitio 1 se ubica al norte de la localidad y de la carretera federal libre 185 (Fig. 1). Se caracteriza por presentar dos parques eólicos en funcionamiento, La Venta I y La Venta II, con una extensión total de 900 hectáreas (Dames & Moore, com. pers.) y con 98 aerogeneradores (obs. pers.). Este sitio es importante por presentar en su límite noroeste colindancia con el macizo montañoso El Tolistoque, área comunal protegida que alberga remanentes importantes de selva baja caducifolia (Dames & Moore de México, S. de R.L. de C.V. 2007).

El sitio 2 se ubica al sur del poblado y de la carretera federal libre 185 y se caracteriza por presentar terrenos planos con potreros y cultivos de maíz, no hay aerogeneradores, aunque durante el periodo de estudio se estuvieron realizando los preparativos para la instauración de un parque eólico (obs. pers.).

Un río que atraviesa al este de la localidad y canales de riego temporales que se distribuyen en toda el área fueron primordiales para el muestreo de ambos sitios debido a la importancia que representan para el forrajeo de los murciélagos (Jones *et al.* 1996; Rydell *et al.* 1999; Ciechanowski 2002).

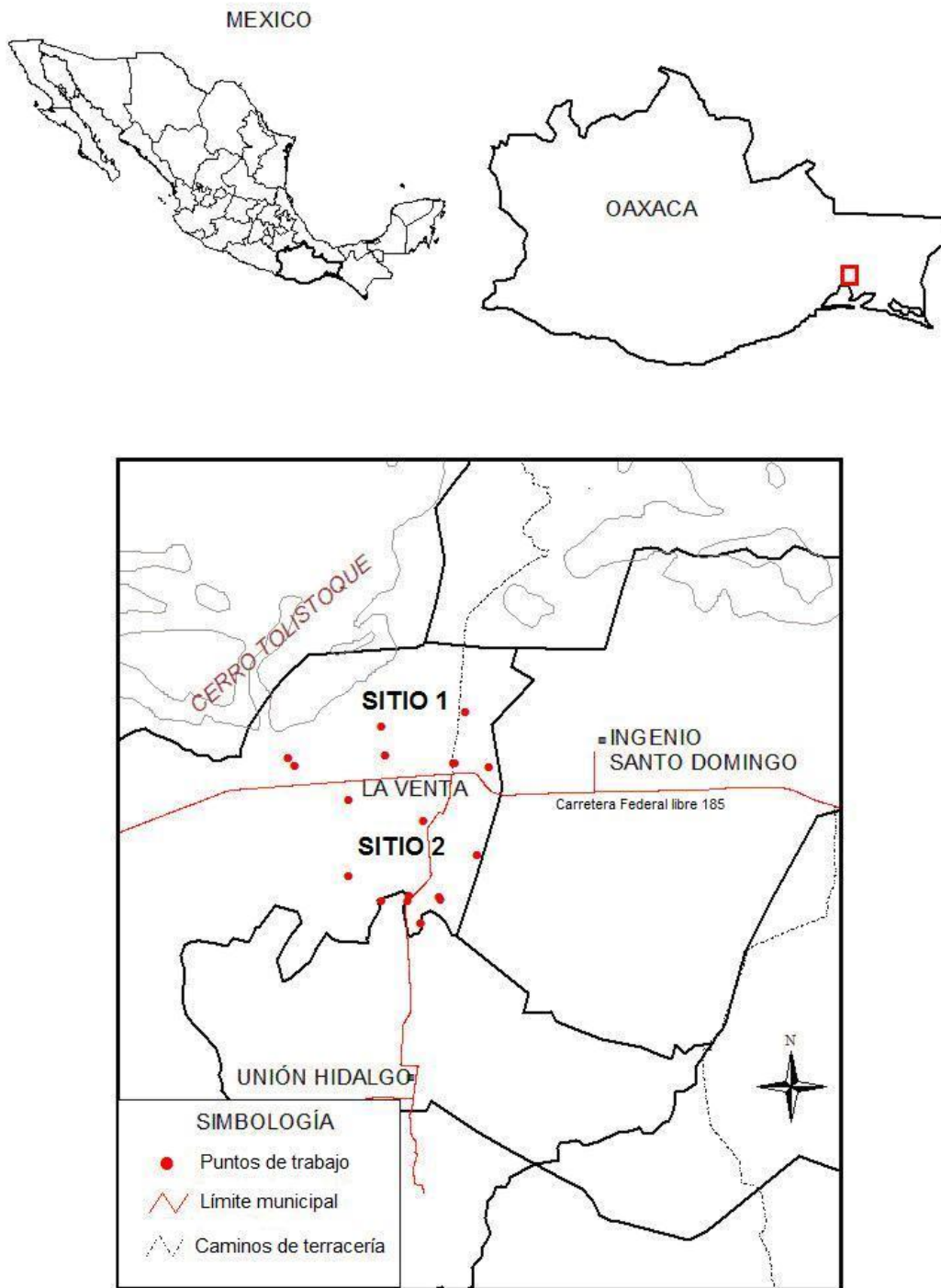


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y los puntos de trabajo.



## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **TRABAJO DE CAMPO**

El trabajo de campo se llevó a cabo durante un año (de julio 2007 a junio 2008). Se realizaron salidas mensuales al área de estudio de cuatro noches de colecta de datos. En el área se ubicaron dos sitios y en cada uno se trabajó durante dos noches en cada salida. Los métodos de muestreo fueron el de captura con redes de niebla y el de monitoreo acústico con el *Anabat Bat Detector SD1* (Titley Electronics, Ballina, New South Wales, Australia).

### **REDES DE NIEBLA**

Con excepción de la primera salida en que se usaron nueve redes de niebla, en el resto del trabajo se emplearon seis redes de 12 m de largo x 2.5 m de ancho y con 30 mm de abertura de malla. Las redes se colocaron en los sitios de paso de los murciélagos como bordes de fragmentos de vegetación, canales de agua, cruces de caminos, árboles en época de fructificación o cerca del ganado (Kunz y Kurta 1988). Las redes se mantuvieron abiertas desde el atardecer y permanecieron así por ocho horas.

Las redes de niebla fueron colocadas a ras de suelo usando el método convencional que proporciona una altura máxima de 3 m (Kunz y Kurta 1988; Voss y Emmons 1996). Cuando fue posible se ubicaron redes de dosel, las que alcanzan mayor altura al sujetarse de ramas de árboles y estacas en la parte baja, creando un sistema de poleas que posibilita que la red suba y baje (Kunz y Kurta 1988).

### **MANEJO DE LOS EJEMPLARES**

El manejo de los ejemplares se realizó usando guantes de carnaza. Los organismos recién liberados de las redes fueron guardados en bolsas de manta (Gannon *et al.* 2007) hasta que se les tomaron los datos somáticos, de edad y sexuales que se vaciaron en una ficha de captura (modificado de Kinkead 2006; Apéndice 1).

Otros datos que se registraron fueron los relacionados con su captura y las condiciones ambientales predominantes en ese momento: fecha, la localización del sitio, hora en que se abrieron y cerraron las redes, si se presentó lluvia y otras notas pertinentes.

Las medidas somáticas que se obtuvieron fueron las convencionales para murciélagos: longitud total, de cola vertebral, de pata derecha, de oreja derecha y de antebrazo derecho, así como la masa corporal (Hall 1981; Romero-Almaraz *et al.* 2000). Todas las longitudes se expresaron en milímetros (mm) y fueron medidas usando una regla de 30 cm. Para cuantificar la masa corporal se usó un dinamómetro de una capacidad de 100 g.

Los organismos fueron determinados en el campo hasta el nivel específico con la ayuda de claves dicotómicas, libros especializados y monografías de las especies (Webster y Knox 1984; Webster y Knox 1985; Álvarez *et al.* 1991; Webster 1993; Webster y Knox 1993; Álvarez *et al.* 1994; Medellín *et al.* 1997) y liberados en el sitio donde se capturaron o en sus alrededores. Una muestra de las especies capturadas fue preservada como ejemplares de museo (Apéndice 2) y depositada en la Colección Nacional de Mamíferos (CNMA), en el Instituto de Biología de la UNAM.

Los ejemplares fueron asignados a una categoría de edad (jóvenes o adultos). Para la ubicación en la primera se tomó en cuenta la epífisis de las falanges no fusionada (Anthony 1988; Kunz *et al.* 1996a). Para la segunda se consideró, en los machos, la presencia de testículos inguinales (TI) que se encuentran en individuos que se preparan para la reproducción, los testículos se ubican a la altura del pene y el escroto está cubierto de pelo o testículos escrotados (TE), donde ya han descendido y se ubican por debajo del pene, el escroto es notorio y sin pelo, aquí los individuos se hallan en periodo reproductivo (Kunz *et al.* 1996a).

En el caso de las hembras la condición de adulta reproductiva fue en base a signos de preñez (P), cuando se palpó la presencia de un embrión en el abdomen o cuando los pezones se notaban protuberantes y rosados; lactancia (L), cuando los pezones eran grandes y rosados o se capturó a la hembra junto con la cría y poslactancia (PL), indicada por el ennegrecimiento de los pezones, aún conspicuos (Kunz *et al.* 1996a; Papadatou *et al.* 2008). En ambos sexos se presentaron adultos inactivos (I), es

decir, no mostraban signos de encontrarse en alguna de las condiciones reproductivas antes descritas.

## MUESTRO ACÚSTICO

De enero a junio de 2008, al mismo tiempo que se llevó a cabo el trabajo de captura con redes se empleó el *Anabat Bat Detector SD1* (Titley Electronics, Ballina, New South Wales, Australia) que se ubicó en las rutas de vuelo, en el borde y dentro de los fragmentos de vegetación, cerca de corrientes de agua y en general, los lugares en los que se observó volar a los murciélagos, mismos que también fueron los de colocación de las redes (O'Farrell y Gannon 1999).

Mediante el método de muestreo pasivo se grabaron desde el atardecer y durante ocho horas los llamados de los murciélagos. El Anabat se ubicó de forma vertical a una altura de 30 cm del suelo (en algunas ocasiones se colocó a 3 m de altura), los datos se almacenaron en una tarjeta de memoria marca Kingston® CF/4GB-S y posteriormente se vaciaron en una computadora laptop HP Pavilion tx1332la Notebook con sistema operativo Windows Vista de 160 GB de disco duro y 2048 MB de memoria RAM a 667 MHz. Todas las grabaciones se realizaron en ausencia de lluvia.

Las grabaciones fueron visualizadas (gráfico denominado espectrograma) con el programa *AnalookW*® versión 3.3q ([www.hoarybat.com](http://www.hoarybat.com)) que proporciona como representación primaria la relación entre el tiempo, expresado en milisegundos (ms) y que se ubica en el eje de las abscisas y la frecuencia, expresada en kilohertz (kHz) y que se ubica en el eje de las ordenadas (Simmons *et al.* 1979).

En las grabaciones se hace referencia a los llamados que se definen como cada uno de los pulsos individuales y discretos de los cuales es posible cuantificar parámetros característicos (frecuencia máxima, frecuencia mínima y duración) y a la secuencia que está constituida por el conjunto de llamados de una misma especie en un mismo archivo grabado (O'Farrell *et al.* 1999a; Gannon *et al.* 2004).

Una vez que los espectrogramas fueron visualizados en el *AnalookW*® se llevó a cabo una discriminación visual donde se eliminaron las secuencias que contenían llamados fragmentados e incompletos. Se utilizó el software *Analook*® v4.9g, con el que

fue posible observar las características cualitativas de los llamados empleadas para discriminar a las especies.

Las secuencias fueron identificadas hasta el nivel específico, siempre que fue posible, mediante comparación con secuencias incluidas en bibliotecas virtuales (<http://www.msb.unm.edu/mammals/batcall/>) y mediante la revisión de artículos científicos (e.g. O'Farrell 1997; O'Farrell y Miller 1997; Ibáñez *et al.* 1999; O'Farrell *et al.* 1999a; O'Farrell y Miller 1999; Ochoa *et al.* 2000; Ibáñez *et al.* 2002).

La característica cualitativa empleada en la identificación de las especies fue la forma, mientras que las características cuantitativas fueron la frecuencia máxima ( $F_{\max}$ ), definida como la frecuencia más alta del llamado; la frecuencia mínima ( $F_{\min}$ ), definida como la frecuencia más baja del llamado, ambas expresadas en kilohertz (kHz) y la duración que es el intervalo de tiempo que abarca el llamado y se expresa en milisegundos (ms; Gannon *et al.* 2004).

En el caso de la familia Molossidae, debido a que sus llamados varían considerablemente, los datos se separaron en las fases de ecolocalización de búsqueda y de aproximación. Las señales emitidas son de banda ancha (varios kHz de diferencia entre la  $F_{\max}$  y la  $F_{\min}$ ) que incrementan en el índice de repeticiones y disminuyen en el intervalo interseñal cuando el murciélago pasa de la búsqueda de una posible presa a su persecución (Simmons *et al.* 1979).

## ANÁLISIS DE DATOS

### ESFUERZO DE CAPTURA

El esfuerzo de captura fue obtenido en general, por sitio y por temporadas, para su cálculo se sumó el total de metros red empleados cada noche por el total de horas muestreadas (m rh), lo que posteriormente permitió calcular la abundancia relativa de las especies mediante la división del número de organismos de cada especie entre el esfuerzo de captura (Medellín 1993).

Las especies se separaron en abundantes que fueron aquellas en las que se capturaron más de 10 individuos y raras en las que el número total de capturas de la especie tuvo un máximo de 10 en el muestreo (Medellín *et al.* 2000).

## CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES

Para estimar la representatividad específica obtenida con el muestreo mediante redes de niebla se elaboró una curva de acumulación de especies para todo el ensamble. La función de acumulación de especies grafica el número acumulado de diferentes especies encontradas dentro de una cierta área geográfica en función de una medida de esfuerzo para colectarlas (Díaz-Francés y Soberón 2005).

Para eliminar el orden particular en que las muestras son colectadas o agregadas al análisis se lleva a cabo la aleatorización, proceso mediante el cual se reordenan repetidamente y al azar las muestras (Longino y Colwell 1997; Colwell 2006). La muestra fue aleatorizada 100 veces usando el programa *EstimateS* (Colwell 2006).

Se aplicó el modelo de Dependencia Lineal para estimar el número de especies que pudieran faltar por registrarse.

$$S(t) = a/b[1 - \exp(-bt)]$$

donde:

$t$  = medida de esfuerzo

$S(t)$  = número predicho de especies en  $t$

$a$  = representa la tasa de incremento al inicio del muestreo

$b$  = acumulación de especies

El supuesto sobre el que funciona este modelo es que el número de especies colectadas decrementa linealmente conforme el esfuerzo de muestreo se incrementa. Se recomienda su uso cuando el taxa en cuestión es bien conocido y el área a estudiar es relativamente pequeña por lo que teóricamente se alcanzará la asíntota ( $a/b$ ) en un tiempo finito de tiempo (Soberón y Llorente 1993; Moreno y Halffter 2000).

## DIVERSIDAD ALFA ( $\alpha$ )

La diversidad alfa se evaluó numéricamente con el índice de diversidad de Shannon. Este índice se basa en el concepto de equidad y asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Magurran 1989; Moreno 2001). Se puede concebir también como una medida de

incertidumbre al no saber a qué especie pertenecerá el siguiente individuo capturado, con lo que, mientras más alto sea el valor, mayor será la incertidumbre.

$$H' = \sum_{i=1}^s pi \ln pi$$

donde:

$S$  = número de especies

$pi$  = proporción del número de individuos de la  $i$ -especie con respecto al total

Para saber si hay diferencias significativas entre la diversidad espacio-temporal, se usó la prueba pareada de  $t$  modificada por Hutcheson (Zar 1984).

Otra manera de concluir acerca de la diversidad alfa esperada en los sitios de estudio fue mediante el cálculo de la diversidad máxima ( $H_{max}$ ) que indica la situación ideal en que todas las especies presentes en la muestra pudieran ser igualmente abundantes ( $H_{max} = \ln S$ ).

Finalmente se obtuvo el valor del índice de Pielou, coeficiente de equidad que sopesa la diversidad observada con la máxima esperada. Los valores resultantes son del orden de 0 a 1. Este último expresa una equidad total en la abundancia de las especies (Magurran 1989).

$$E = H' / H_{max} = H' / \ln S$$

Todos los índices fueron obtenidos para el ensamble en general, así como para cada uno de los sitios y para cada una de las temporadas (lluvias y secas).

## DOMINANCIA

El valor de dominancia para el ensamble, para cada sitio y entre temporadas se obtuvo mediante el índice de Berger-Parker, parámetro inverso al de equidad de Shannon, el cual toma en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto. El resultado adquiere valores comprendidos entre 0 y 1 (0% y 100%) y el incremento se interpreta como aumento en la dominancia y disminución en la equidad (Magurran 1989; López *et al.* 2006).

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

donde:

$N_{max}$ = número de individuos en la especie más abundante

$N$ = número total de individuos del sitio

### **DIVERSIDAD BETA ( $\beta$ )**

La similitud o diferencia que existe entre las especies presentes en una serie de hábitat o muestras se calcula mediante la diversidad beta ( $\beta$ ; Koleff *et al.* 2003). Se utilizó el índice de Whittaker ( $\beta_w$ ), considerado el más robusto y cuyo resultado se interpreta en un aumento en el coeficiente obtenido sí los sitios muestreados difieren en su composición y por lo tanto las especies presentan una distribución restringida o habitan en una pequeña parte del territorio, caso contrario cuando las especies se distribuyen en gran parte del área trabajada, ya que los sitios tendrán una composición parecida, por lo que la diversidad beta será baja (Moreno 2001; Koleff *et al.* 2003). Los valores que se resultan en este índice van del 0 al 1.

$$\beta_w = \frac{S}{\alpha} - 1$$

donde:

$S$ = número de especies registradas en un conjunto de muestras

$\alpha$ = número promedio de especies en las muestras

### **ESTRUCTURA TRÓFICA**

Para el análisis de la estructura trófica se consideró el total de especies capturadas en redes y registradas mediante el monitoreo acústico. Los datos se agruparon como lo sugiere McNab (1971) en una matriz de dos dimensiones, aunque a diferencia de este autor, que considera seis grupos de masa corporal y seis de gremios tróficos, en este ejercicio se consideraron cinco en ambos debido a que en el último grupo que va en masa corporal de los 81 a 160 g y en gremio trófico incluye a los murciélagos carnívoros se ubican especies que habitan solamente en selvas altas.

La dimensión de la masa corporal se expresa en gramos (g), en intervalos de 0-5, 6-10, 11-20, 21-40, 41-80. La otra dimensión, que hace referencia a los gremios tróficos

explotados por los quirópteros *sensu* McNab (1971) incluye a frugívoros, hematófagos, insectívoros, nectarívoros y piscívoros).

Los datos de la masa corporal promedio de las especies fueron obtenidos de hembras no preñadas y machos adultos capturados. En el caso de las especies que fueron registradas mediante muestreo acústico se consultó a Arroyo-Cabrales *et al.* (1988), Sánchez y Romero (1995), Ávila-Flores *et al.* (2002), Villa y Cervantes (2003) y Santos-Moreno *et al.* (en prensa).

Los datos de alimentación fueron obtenidos de Villa (1966), Howell y Burch (1974), Bateman y Vaughan (1974), Bradbury y Vehrencamp (1976), Álvarez (1977), Gardner (1977), Bonaccorso (1978), Webster *et al.* (1980), Wilkins (1989), Fleming (1991), Rezsutek y Cameron (1993), Sánchez y Romero (1995), Ávila-Flores *et al.* (2002), Jennings *et al.* (2002) y Villa y Cervantes (2003).

La matriz se analizó como una tabla de contingencias y se probó la hipótesis de que la masa corporal y el gremio trófico son independientes y la hipótesis alternativa de que la masa corporal y el gremio trófico son dependientes con una significancia del 5%.

## **RESULTADOS**

### **ESFUERZO DE CAPTURA**

Se muestrearon 368 horas (h) durante 46 noches (3420 m red). El promedio de metros red por noche fue de 74.35 y los m red/h totales fueron 27,360 (Cuadro 1). En el sitio 1 se trabajaron 184 h en 23 noches de muestreo (1,692 m red). Los m red/h fueron 13,536. En secas el esfuerzo de captura fue de 112 h en 14 noches de muestreo (1,008 m red). Por noche el promedio de metros de red usados fue de 72 y los m red/h fueron 8,064. En lluvias se trabajaron 72 h en nueve noches de muestreo (684 m red). El promedio de red usada por noche fue de 76 m. Los m red/h fueron 5,472 (Cuadro 2).

En el sitio 2 se trabajaron 184 h durante 23 noches de muestreo (1,728 m red). Los m red/h fueron 13,824. En la temporada seca el esfuerzo de captura fue de 112 h en 14 noches (1,008 m red), un promedio de 72 m red por noche y un total de 8,064 m red/h. En lluvias se trabajó 74 h en nueve noches (120 m red). El promedio de metros red por noche fue de 80 y 5,760 fue el total de m red/h (Cuadro 3).



**Cuadro 1.** Esfuerzo de captura total de murciélagos con redes de niebla en La Venta, Oaxaca de julio 2007 a junio 2008.

	jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	Total	Promedio salida	Promedio noche
Redes	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	75	6.25	1.63
Metros	108	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	900	75.00	19.57
Noches	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	46	3.83	1.00
Horas	24	24	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	368	30.67	8.00
m red	324	216	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	3,420	285.00	74.35
m red/h	2,592	1,728	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	2,7360	2,280.00	594.78
No. individuos	11	34	37	41	51	4	31	4	41	44	66	61	425		
No. especies	8	9	9	11	10	4	9	2	8	9	12	12			

**Cuadro 2.** Esfuerzo de captura de murciélagos con redes de niebla en el sitio 1 y durante la temporada de lluvias y secas en La Venta, Oaxaca de julio 2007 a junio 2008.

	LLUVIAS					SECAS					LLUVIAS	TOTAL LLUVIAS			TOTAL SECAS			
	jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	Total	Prom. salida	Prom. noche	Total	Prom. salida	Prom. noche
Redes	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	33	6.6	3.67	42	6	3.00
Metros	108	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	396	79.2	44	504	72	36
Noches	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	1.8	1	14	2	1
Horas	8	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	72	14.4	8	112	16	8
m red	108	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	684	136.8	76	1,008	144	72
m red/h	864	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	5,472	1,094.4	608	8,064	1,152	576
No. individuos	1	31	16	19	14	1	10	0	20	37	40	45	112			122		
No. especies	1	9	6	8	5	1	6	0	7	9	7	9						

**Cuadro 3.** Esfuerzo de captura de murciélagos con redes de niebla en el sitio 2 y durante la temporada de lluvias y secas en La Venta, Oaxaca de julio 2007 a junio 2008.

	LLUVIAS				SECAS							LLUVIAS	TOTAL LLUVIAS			TOTAL SECAS		
	jul	ago	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	Total	Prom. salida	Prom. noche	Total	Prom. salida	Prom. noche
Redes	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	33	6.6	3.67	42	6	3.00
Metros	108	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	396	79.2	44	504	72	36
Noches	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	9	1.8	1	14	2	1
Horas	16	8	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	72	14.4	8	112	16	8
m red	216	72	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	720	144	80	1,008	144	72
m red/h	1,728	576	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	1,152	5,760	1,152	640	8,064	1,152	576
No. individuos	10	3	21	22	37	3	21	4	21	7	26	16	72			119		
No. especies	8	3	8	8	8	3	7	2	6	5	9	8						

## RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA

Se capturaron 425 individuos que representan a tres familias, 11 géneros y 19 especies. La familia más rica por número de especies e individuos fue Phyllostomidae con 13 y 343, respectivamente, lo que representa el 81% del total de los individuos capturados. La familia que aportó el menor número de individuos fue Vespertilionidae con cinco (Cuadro 4). Un solo ejemplar de *Balantiopteryx plicata* fue capturado a mano en una cueva por lo que no se incluye en ningún análisis a excepción del de la estructura trófica.

**Cuadro 4.** Especies de murciélagos y su abundancia en cada uno de los dos sitios de estudio en el ensamble de La Venta, Oaxaca, obtenidos mediante el uso de redes de niebla. La nomenclatura se basa en Simmons (2005) y el arreglo taxonómico en Ramírez-Pulido *et al.* (2005).

	Sitio 1	Sitio 2
Familia Mormoopidae		
<i>Pteronotus davyi fulvus</i> (Thomas, 1892)	4	-
<i>Pteronotus parnellii mexicanus</i> (Miller, 1902)	62	4
<i>Mormoops megalophylla megalophylla</i> (Peters, 1864)	2	4
Familia Phyllostomidae		
<i>Desmodus rotundus murinus</i> Wagner, 1840	5	-
<i>Glossophaga commissarisi commissarisi</i> Gardner, 1962	20	15
<i>Glossophaga leachii</i> (Gray, 1844)	34	14
<i>Glossophaga morenoi mexicana</i> Webster y Jones, 1980	18	11
<i>Glossophaga soricina handleyi</i> Webster y Jones 1980	28	9
<i>Leptonycteris curasoae yerbabuenae</i> Martínez y Villa-Ramírez, 1940	4	1
<i>Carollia subrufa</i> (Hahn, 1905)	2	-
<i>Sturnira lilium parvidens</i> Goldman, 1917	3	8
<i>Sturnira ludovici ludovici</i> Anthony, 1924	8	35
<i>Uroderma bilobatum davisii</i> Baker y McDaniel, 1972	-	3
<i>Artibeus jamaicensis triomylus</i> Handley, 1966	35	52
<i>Artibeus lituratus palmarum</i> J.A. Allen y Chapman, 1897	8	30
<i>Artibeus phaeotis palatina</i> Davis, 1970	1	-
Familia Vespertilionidae		
<i>Rhogeessa parvula major</i> Goodwin, 1958	-	3
<i>Lasiurus blossevillii teliotis</i> (H. Allen, 1891)	-	1
<i>Lasiurus intermedius intermedius</i> H. Allen, 1862	-	1
TOTAL	234	191

En el sitio 1 se capturaron 234 individuos y las especies abundantes en orden decreciente fueron *Pteronotus parnellii*, *Artibeus jamaicensis*, *Glossophaga leachii*, *G. soricina*, *G. commissarisi* y *G. morenoi*. De nueve especies se capturaron entre uno y ocho ejemplares por lo que se consideraron raras. *Pteronotus davyi*, *Desmodus rotundus*, *Carollia subrufa* y *A. phaeotis* fueron exclusivas de este sitio.

En el sitio 2 las especies que concentraron la mayoría de las capturas en orden decreciente fueron *A. jamaicensis*, *Sturnira ludovici*, *A. lituratus*, *G. commissarisi*, *G. leachii* y *G. morenoi* quienes representaron 157 de los 191 individuos capturados. Nueve especies se consideraron raras. Especies exclusivas de este sitio fueron *U. bilobatum*, *L. intermedius*, *L. blossevillii* y *Rhogeessa parvula*.

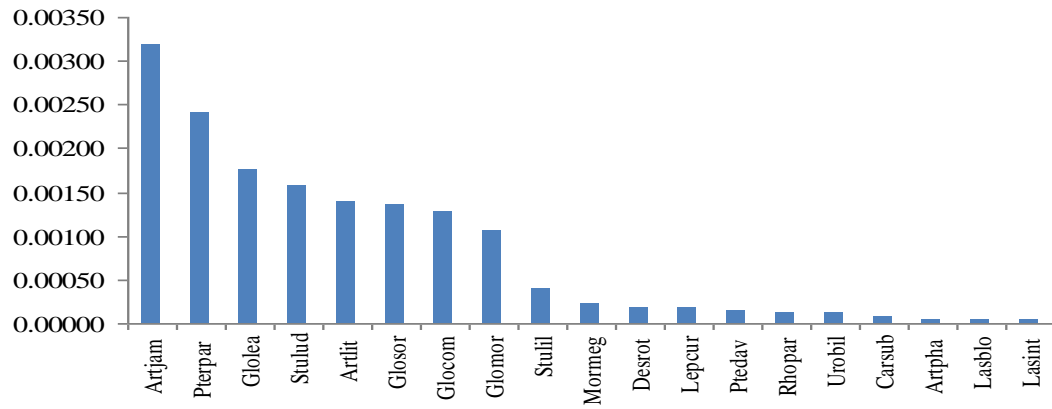
*A. jamaicensis* fue la especie con la mayor abundancia relativa anual (0.00318), seguida de un grupo que presentó abundancias relativas intermedias entre 0.00241 y 0.00106. Finalmente se ubican las especies de las cuales se capturaron menos de diez individuos y cuyas abundancias relativas van de 0.00022 a 0.00004. De *S. lilium* se capturaron once individuos por lo que su abundancia fue también menor (Fig. 2).

En el sitio 1 *P. parnellii* fue la especie con mayor abundancia relativa anual y estacionalmente. Cinco especies tienen abundancias superiores a 0.00133 y son aquellas especies de las cuales se capturaron más de 10 individuos. El resto de las especies mostraron abundancias bajas.

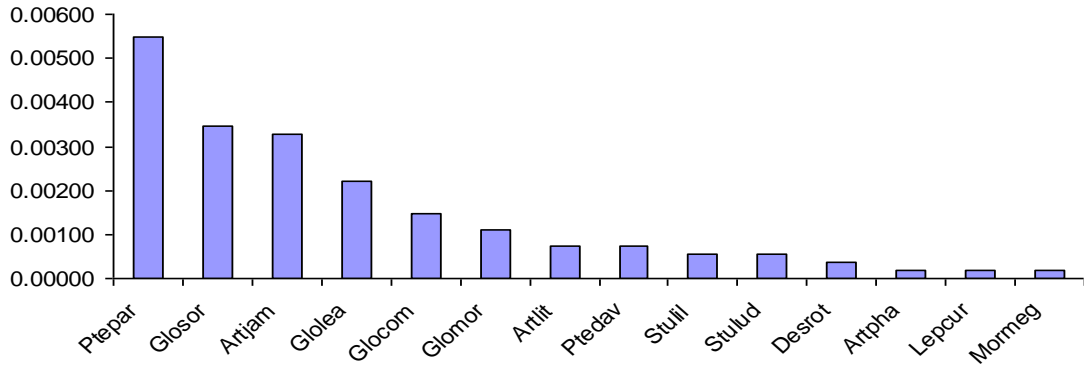
En el sitio 2 las especies más abundantes fueron *A. jamaicensis*, *S. ludovici* y *A. lituratus*, entre las tres representaron el 61% de los individuos capturados. Del resto de las especies se capturaron menos de 15 individuos y sus abundancias relativas fueron de 0.00109 a 0.00007 (Fig. 2).

En la temporada lluviosa *S. ludovici* y *A. jamaicensis* fueron las especies con mayor abundancia relativa (0.00313 y 0.00295 respectivamente). En la temporada seca *A. jamaicensis* fue la especie más abundante (0.00434) seguida de *A. lituratus* y *S. ludovici*. Entre las tres representaron el 64% de las capturas.

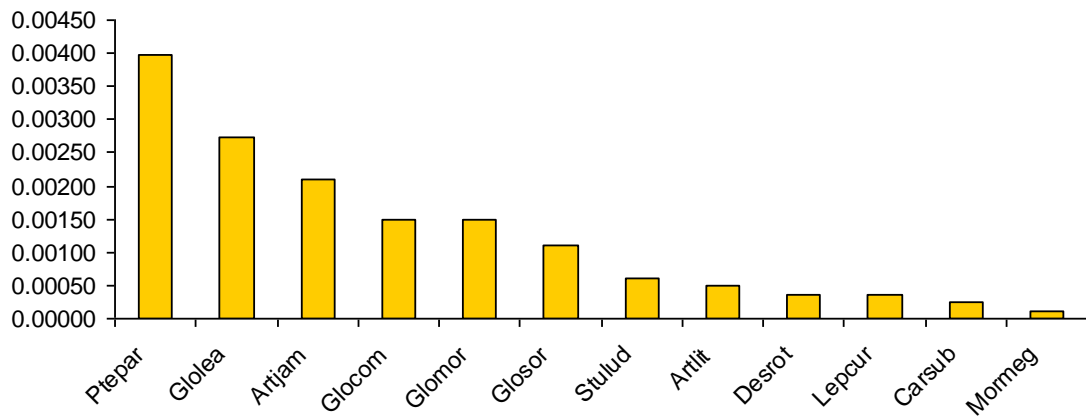
**ENSAMBLE**

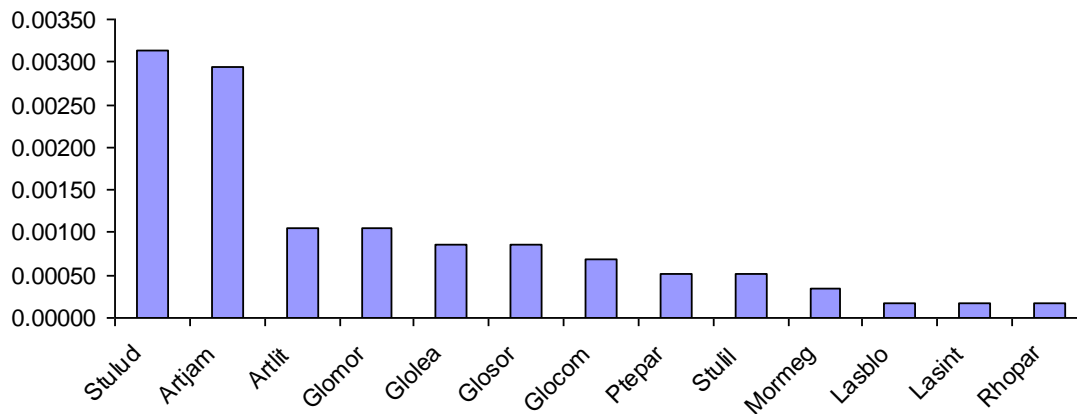
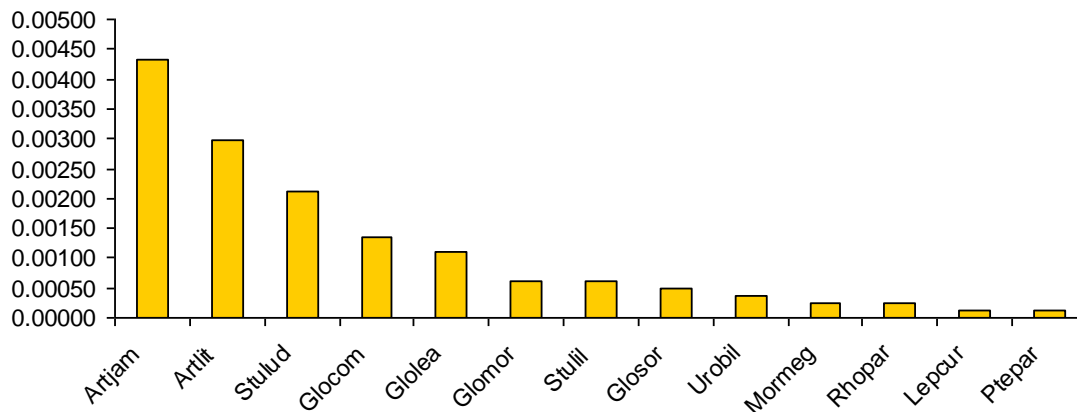


**SITIO 1 LLUVIAS**



**SITIO 1 SECAS**

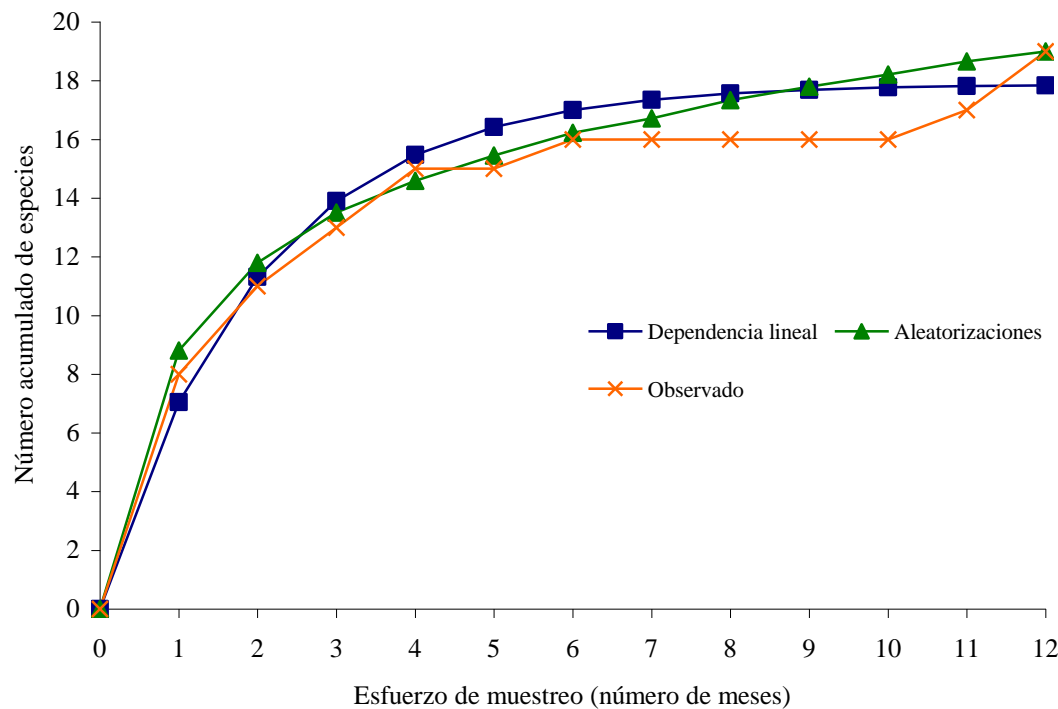


**SITIO 2 LLUVIAS****SITIO 2 SECAS**

**Figura 2.** Abundancia relativa de las especies de murciélagos capturadas con redes de niebla en el ensamble de La Venta, Oaxaca, de julio 2007 a junio 2008 y calculadas en base a los m red/h. Las abreviaturas de las especies son considerando las primeras tres letras del género y las primeras tres de la especie.

**CURVAS DE ACUMULACIÓN DE ESPECIES**

La curva de acumulación de especies muestra que en los seis primeros meses (de julio a diciembre) se capturaron 16 de los 19 taxa registradas para ambos sitios y solamente en los últimos dos meses se aumentaron otras tres especies (Fig. 3). Los parámetros obtenidos de la ecuación de Dependencia Lineal son  $a= 8.95$ ,  $b= 0.50$ , con lo cual la asíntota se alcanzó según este modelo al tener registradas 18 especies.



**Figura 3.** Curva de acumulación de especies de murciélagos capturados con redes de niebla de julio 2007 a junio 2008 en el ensamble de La Venta, Oaxaca. En el esfuerzo de muestreo el número 1 equivale al mes de julio de 2007 y así progresivamente.

### DIVERSIDAD ALFA ( $\alpha$ )

El valor de la diversidad alfa expresado mediante el índice de Shannon ( $H'$ ) para todo el ensamble tuvo un valor de 1.02 con una  $H_{max}$  de 1.28 y un valor de equidad ( $E$ ) de 0.80. En el sitio 1 el valor  $H'$  obtenido fue de 0.95, con una  $H_{max}$  de 1.18 y un valor de  $E$  de 0.81. Para el sitio 2 el valor de  $H'$  fue de 0.94, con una  $H_{max}$  de 1.18 y  $E$  de 0.80 (Cuadro 5).

Los valores de diversidad ( $H'$ ) entre temporadas fueron desde 0.90 en el sitio dos durante la temporada seca a 0.94 en la temporada lluviosa en ambos sitios. Los valores de  $H_{max}$  reportados en estas temporadas son de 1.11, 1.15 y 1.18 respectivamente (Cuadro 5). El sitio 1 en la temporada seca y el sitio 2 en la lluviosa tuvieron los mayores índices de equidad ( $E$ ).

Los resultados de la prueba  $t$  modificada por Hutcheson denotan que no hay diferencias significativas en la diversidad de los dos sitios ( $t= 1.65$ ,  $P= 0.049$ ), así como entre las temporadas en cada uno de los sitios (sitio 1,  $t= 1.65$ ,  $P= 0.050$ ; sitio 2,  $t= 1.66$ ,  $P= 0.049$ ).

## DOMINANCIA

La dominancia de las especies más abundantes medida a través del índice de Berger-Parker muestra un valor del ensamble de 0.20. El valor más alto se presentó en el sitio 2 en la temporada seca (0.29) cuando la especie más abundante fue *A. jamicensis*, mientras que la menor dominancia fue en el mismo sitio en la temporada lluviosa (0.25). La dominancia en el sitio 1 fue de 0.26 y en el sitio 2 de 0.27, *P. parnellii* y *A. jamaicensis* fueron las especies más abundantes en cada uno de los sitios respectivamente (Cuadro 5).

## DIVERSIDAD BETA ( $\beta$ )

El recambio de especies entre el sitio 1 y el sitio 2 fue calculado mediante el índice de Whittaker ( $\beta_w$ ) de lo cual se obtuvo un valor de 0.26, lo que significa que la composición de especies entre los sitios es parecida y que el recambio es bajo, además de que los organismos se distribuyen ampliamente en la zona estudiada.

**Cuadro 5.** Índices de diversidad y dominancia calculados para el ensamble de murciélagos, para cada uno de los sitios y para las temporadas (lluvias y secas) en La Venta, Oaxaca, de julio 2007 a junio 2008.  $H'$ , diversidad de Shannon;  $H_{max}$ , diversidad máxima;  $E$ , equidad de Pielou y  $d$ , dominancia de Berger-Parker.

	Ensamble	SITIO 1			SITIO 2		
		Anual	Lluvias	Secas	Anual	Lluvias	Secas
$H'$	1.02	0.95	0.94	0.92	0.94	0.94	0.90
$H'_{max}$	1.28	1.18	1.15	1.08	1.18	1.11	1.11
$E$	0.80	0.81	0.82	0.85	0.80	0.85	0.81
$d$	0.20	0.26	0.27	0.26	0.27	0.25	0.29

## ESTRUCTURA REPRODUCTIVA

De 16 de las 19 especies registradas se obtuvieron datos reproductivos. Para las hembras se consiguieron datos de 11 especies, dos insectívoras, *M. megalophylla* y *P. parnellii*, y nueve frugívoras que incluyen a todas las especies de los géneros *Artibeus*, *Glossophaga* y *Sturnira* (Cuadro 6).



Para los insectívoros los datos compilados fueron escasos. De *M. megalophylla* se registró una hembra preñada en noviembre y de *P. parnellii*, en el mismo estado, se obtuvieron ejemplares en octubre y luego de marzo a junio, cuatro lactantes de esta especie se capturaron en mayo.

En el caso de las hembras de las especies frugívoras y nectarívoras la cantidad de datos obtenidos fue mayor y solo *A. phaeotis* tuvo un único registro de una hembra preñada en el mes de junio. Durante todo el año, con excepción del mes de diciembre se capturaron hembras preñadas de este grupo, aunque la cantidad fue mayor de marzo a abril, caso contrario a las hembras lactantes, donde la mayoría de las capturas se concentra en agosto y septiembre.

Para los machos se obtuvieron datos de 14 especies que incluyen a una hematófaga, dos insectívoras, cinco nectarívoras y seis frugívoras. Dos ejemplares de *D. rotundus* capturados en abril y mayo presentaron testículos inguinales, mientras que otros tres de agosto, marzo y junio los tenían escrotados. De *P. parnellii* y *R. parvula* los machos adultos capturados en octubre, para la primera especie, y en diciembre, abril y junio, para la segunda, tenían todos testículos inguinales (Cuadro 7).

Ejemplares de machos adultos de las especies nectarívoras y frugívoras presentaron testículos inguinales en agosto, octubre y noviembre, enero y de marzo a junio. Los testículos escrotados se registraron todo el año con excepción del mes de agosto. La mayor cantidad de capturas de machos de esta categoría fue en noviembre y de marzo a mayo. De *C. subrufa* solamente se obtuvo un macho con testículos escrotados en mayo.



## MUESTREO ACÚSTICO

Se realizaron un total de 22 noches de esfuerzo de grabación entre los meses de enero y junio de 2008, lo que dio un total de 176 h y 5,350 archivos, de los cuales 3,352 fueron desechados en una revisión previa debido a que contenían ruido o secuencias fragmentadas e incompletas y 1,998 fueron analizados para este trabajo. Del total de archivos examinados, el 32% (640) corresponden al mes de mayo, mientras que el mes de febrero fue el que aportó una menor cantidad de grabaciones con 21 en total en los tres días de trabajo.

Mediante este método se registraron 12 especies que no fueron capturadas en redes y que corresponden a dos embalonúridos, *Centronycteris centralis* y *Peropteryx macrotis*; un noctiliónido, *Noctilio leporinus*; un mormópido, *Pteronotus personatus*; seis molósidos, *Cynomops mexicanus*, *Tadarida brasiliensis*, *Nyctinomops laticaudatus*, *Molossus molossus*, *M. rufus* y *M. sinaloae* y dos vespertiliónidos, *Lasiurus xanthinus* y *E. fuscus*. Adicionalmente se obtuvieron tres patrones de sonido de la familia Vespertilionidae, dos que corresponden al género *Myotis* ( $F_{\min}$  40 kHz y 60 kHz respectivamente) y otro desconocido ( $F_{\min}$  45 kHz; Cuadro 8).

Seis especies que fueron capturadas se grabaron también con el Anabat (*B. plicata*, *P. davyi*, *P. parnellii*, *M. megalophylla*, *L. blossevillii* y *L. intermedius*). Gracias a este método fue posible registrar a las familias Noctilionidae y Molossidae que no fueron capturadas con las redes.

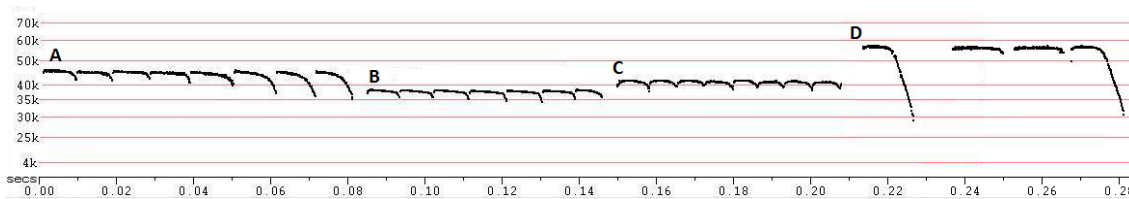
*M. megalophylla*, *P. davyi*, *P. parnellii* y *M. molossus* fueron las especies de las que se obtuvo un mayor número de secuencias y representan el 73% del total analizado.

De la familia Emballonuridae se obtuvieron 142 secuencias; 95 de *B. plicata*, 24 de *C. centralis* y 23 de *P. macrotis*. La forma del llamado en *B. plicata* y *P. macrotis* es parecida aunque en el primero la  $F_{\max}$  es en promedio de 45.17 kHz, mientras que en el segundo es 38.81 kHz. En la identificación del llamado de *C. centralis* se consideró la forma (Fig. 4C) y su  $F_{\max}$  que es en promedio de 41.63 kHz.

**Cuadro 8.** Promedios de las medidas cuantitativas de los llamados de ecolocalización ( $\pm 1$  desv. est.) del ensamble de murciélagos insectívoros de La Venta, Oaxaca, de julio 2007 a junio 2008. El superíndice <sup>1</sup> indica llamados de la fase de búsqueda y el <sup>2</sup> de la fase de aproximación.

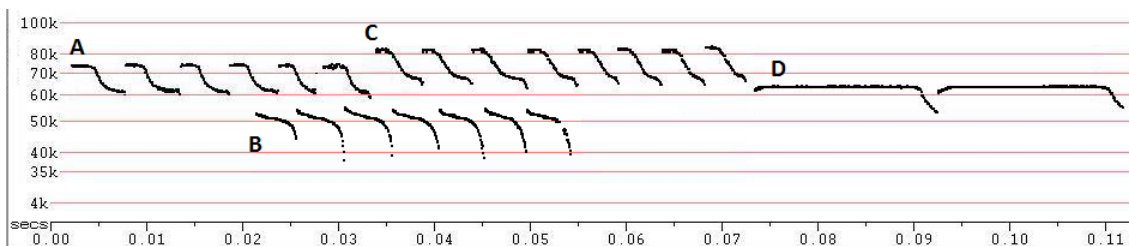
	n	F <sub>max</sub> (kHz)	F <sub>min</sub> (kHz)	Duración (ms)
Familia Emballonuridae				
<i>Centronycteris centralis</i>	39	41.63 $\pm$ 0.37	39.29 $\pm$ 0.61	6.98 $\pm$ 0.73
<i>Balantiopteryx plicata</i>	60	45.17 $\pm$ 0.83	39.99 $\pm$ 2.48	9.03 $\pm$ 2.38
<i>Peropteryx macrotis</i>	80	38.81 $\pm$ 0.41	36.56 $\pm$ 0.86	6.14 $\pm$ 1.98
Familia Noctilionidae				
<i>Noctilio leporinus</i>	1	57.14	29.63	13.95
Familia Mormoopidae				
<i>Pteronotus davyi</i>	28	72.96 $\pm$ 1.32	59.64 $\pm$ 1.06	5.92 $\pm$ 0.99
<i>Pteronotus parnellii</i>	94	64.73 $\pm$ 1.42	54.93 $\pm$ 1.61	24.42 $\pm$ 3.70
<i>Pteronotus personatus</i>	12	83.72 $\pm$ 1.44	66.75 $\pm$ 1.61	4.40 $\pm$ 0.57
<i>Mormoops megalophylla</i>	32	54.05 $\pm$ 2.31	47.87 $\pm$ 1.63	5.55 $\pm$ 2.19
Familia Molossidae				
<i>Cynomops mexicanus</i> <sup>1</sup>	21	27.17 $\pm$ 0.55	21.15 $\pm$ 0.77	57.32 $\pm$ 16.05
<i>Cynomops mexicanus</i> <sup>2</sup>	55	26.45 $\pm$ 0.56	23.57 $\pm$ 1.2	17.41 $\pm$ 4.78
<i>Tadarida brasiliensis</i>	16	34.04 $\pm$ 3.16	27.32 $\pm$ 0.97	8.69 $\pm$ 2.72
<i>Nyctinomops laticaudatus</i> <sup>1</sup>	21	19.15 $\pm$ 0.85	17.67 $\pm$ 0.67	14.49 $\pm$ 1.50
<i>Nyctinomops laticaudatus</i> <sup>2</sup>	19	28.39 $\pm$ 3.24	20.74 $\pm$ 0.9	10.03 $\pm$ 4.50
<i>Eumops</i> 12 kHz <sup>1</sup>	12	13.95 $\pm$ 0.33	12.32 $\pm$ 0.49	23.05 $\pm$ 5.47
<i>Eumops</i> 12 kHz <sup>2</sup>	21	16.96 $\pm$ 1.40	13.30 $\pm$ 0.68	13.92 $\pm$ 3.61
<i>Eumops</i> 16 kHz <sup>1</sup>	16	18.08 $\pm$ 0.91	15.58 $\pm$ 0.54	18.91 $\pm$ 1.12
<i>Eumops</i> 16 kHz <sup>2</sup>	5	40.49 $\pm$ 2.80	19.25 $\pm$ 3.01	9.83 $\pm$ 2.57
<i>Molossus molossus</i> <sup>1</sup>	66	38.55 $\pm$ 3.17	33.65 $\pm$ 2.82	9.54 $\pm$ 2.06
<i>Molossus molossus</i> <sup>2</sup>	54	55.93 $\pm$ 4.96	39.64 $\pm$ 1.60	15.45 $\pm$ 4.07
<i>Molossus rufus</i> <sup>1</sup>	62	29.70 $\pm$ 3.74	25.16 $\pm$ 4.05	11.08 $\pm$ 3.55
<i>Molossus rufus</i> <sup>2</sup>	12	44.51 $\pm$ 4.91	32.01 $\pm$ 1.57	17.52 $\pm$ 4.15
<i>Molossus sinaloae</i> <sup>1</sup>	106	40.78 $\pm$ 2.86	37.09 $\pm$ 3.12	6.66 $\pm$ 2.44
<i>Molossus sinaloae</i> <sup>2</sup>	33	50.63 $\pm$ 4.60	35.28 $\pm$ 3.79	2.70 $\pm$ 0.70
Familia Vespertilionidae				
<i>Lasiurus blossevillii</i>	20	62.89 $\pm$ 8.14	43.58 $\pm$ 1.36	6.11 $\pm$ 1.67
<i>Lasiurus intermedius</i>	43	47.50 $\pm$ 8.12	29.31 $\pm$ 1.32	8.30 $\pm$ 1.91
<i>Lasiurus xanthinus</i>	12	42.34 $\pm$ 3.33	29.91 $\pm$ 1.07	7.07 $\pm$ 2.33
<i>Eptesicus fuscus</i>	55	55.19 $\pm$ 9.19	31.43 $\pm$ 1.61	6.19 $\pm$ 1.83
<i>Myotis</i> 40 kHz	74	70.69 $\pm$ 10.25	41.23 $\pm$ 1.82	3.53 $\pm$ 0.98
<i>Myotis</i> 60 kHz	40	78.61 $\pm$ 7.28	61.72 $\pm$ 4.10	0.55 $\pm$ 0.19
Vespertiliónido desconocido 45 kHz	83	76.90 $\pm$ 12.44	46.04 $\pm$ 1.73	2.80 $\pm$ 1.11

Se obtuvo solamente una secuencia de la familia Noctilionidae. En la identificación se consideró la forma (Fig. 4D) y la  $F_{\max}$  que fue de 57.14 kHz, además se comparó con archivos grabados de *N. leporinus* de Huatulco, Oaxaca (A. Trejo, datos no publicados). La grabación ocurrió el 13 de marzo en el sitio 2 y en un hábitat de vegetación de galería.



**Figura 4.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Emballonuridae y Noctilionidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *B. plicata*; **B**, *P. macrotis*, **C**, *C. centralis* y **D**, *N. leporinus*

La familia Mormoopidae aportó el mayor número de secuencias (1,302) del total grabado; 585 de *P. davyi*, 388 de *P. parnellii*, 329 de *M. megalophylla* y 12 de *P. personatus*. Para la identificación de *P. davyi* y *P. personatus*, se consideró el intervalo de  $F_{\max}$ - $F_{\min}$  que para la primera especie se ubicó en promedio entre 72.96 y 59.64 kHz y para la segunda entre los 83.72 y los 66.75 kHz, es decir, más o menos 10 kHz de diferencia. *P. parnellii* muestra vocalizaciones muy constantes en forma y en frecuencia y ésta última es igual en su valor máximo a la parte más plana y larga de su llamado (Fig. 5D), que en los datos se reportó en promedio en 64.73 kHz.



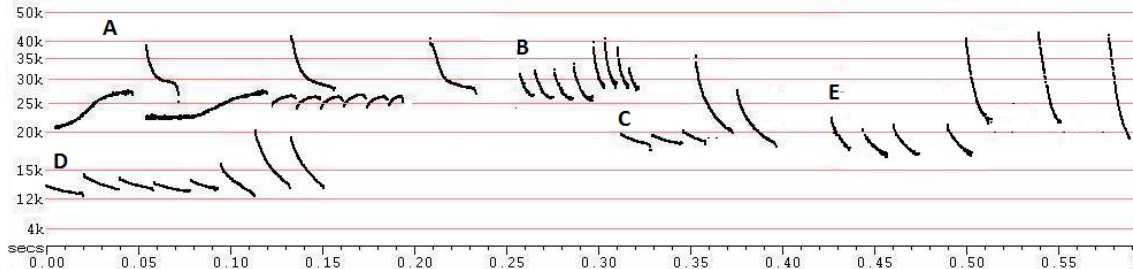
**Figura 5.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Mormoopidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *P. davyi*; **B**, *M. megalophylla*, **C**, *P. personatus* y **D**, *P. parnellii*.

La familia Molossidae fue la segunda en número de secuencias grabadas con 380 de las cuales 160 correspondieron a *M. molossus*, 59 a *M. rufus*, 44 a *C. mexicanus*, 34 a *Eumops* 12 kHz, 31 a *Eumops* 16 kHz, 18 a *M. sinaloae* y tres a *T. brasiliensis*. Adicionalmente, se identificaron 27 secuencias del género *Molossus* en las cuales no fue posible identificar a la especie.

En la identificación de los llamados de esta familia se consideró la forma, los intervalos entre la  $F_{\max}$  y la  $F_{\min}$ , así como la  $F_{\min}$  promedio (Figs. 6 y 7).

La identificación de *C. mexicanus* se basó primeramente en la forma, donde fue posible identificar tres patrones, dos que difieren poco en su  $F_{\max}$ - $F_{\min}$ , 27.17-21.15 kHz y 26.45-23.57 kHz respectivamente, ambos de búsqueda y otro de corta duración y que tiene que ver con la fase de aproximación. En el caso de los llamados de búsqueda, la diferencia radica en su duración, ya que en el primero es de 57.32 ms (el más largo de todas las especies registradas), mientras que en el segundo es de 17.41 ms. Los llamados de búsqueda por ser útiles en la identificación de la especie fueron cuantificados (Cuadro 8).

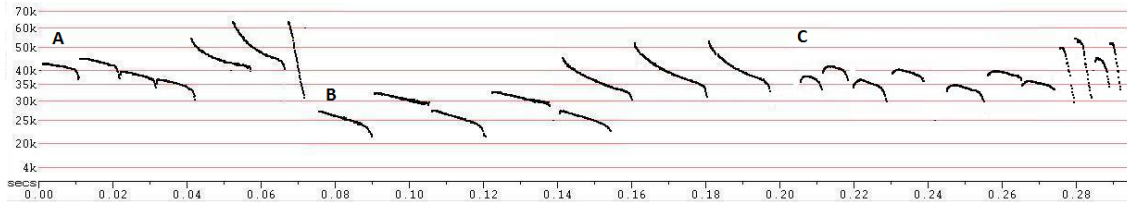
Para la identificación de *T. brasiliensis*, *N. laticaudatus* y *Eumops* spp. se consideró la forma y la  $F_{\min}$  que en promedio fue en la fase de búsqueda de 27.32, 17.67, 12.32 y 15.58 kHz respectivamente (Cuadro 8). Para el género *Eumops* no fue posible llegar al nivel de especie, sin embargo se consideró que debido al carácter diagnóstico y lo constante de la  $F_{\min}$  en las secuencias obtenidas es posible discriminar a dos especies (Fig. 6D, E).



**Figura 6.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Molossidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *C. mexicanus*; **B**, *T. brasiliensis*; **C**, *N. laticaudatus*; **D**, *Eumops* 12 kHz y **E**, *Eumops* 16 kHz.

Se distinguieron tres especies del género *Molossus* considerando la forma de un patrón distintivo, donde en la fase de búsqueda los llamados son alternados con diferencias entre  $F_{\max}$ - $F_{\min}$ ; en *M. molossus* el intervalo va de 38.55-33.65 kHz, en *M. rufus* de 29.70-25.16 kHz y en *M. sinaloae* de 40.78-37.09 kHz (Cuadro 8). Los llamados de aproximación de las tres especies mostraron diferencia en las  $F_{\max}$  y  $F_{\min}$ , pero se observó mucha variabilidad y superposición en la muestra obtenida, por lo que no se consideró de utilidad en la identificación.

*M. sinaloae* es un nuevo registro para el estado (Fig. 7 C). De esta especie se grabaron pocas secuencias en los meses de enero, abril y mayo en los sitios 1 y 2, en hábitat que corresponden a terrenos de pastoreo, bordes de fragmentos de selva baja y en el espacio que circunda a los parques eólicos.



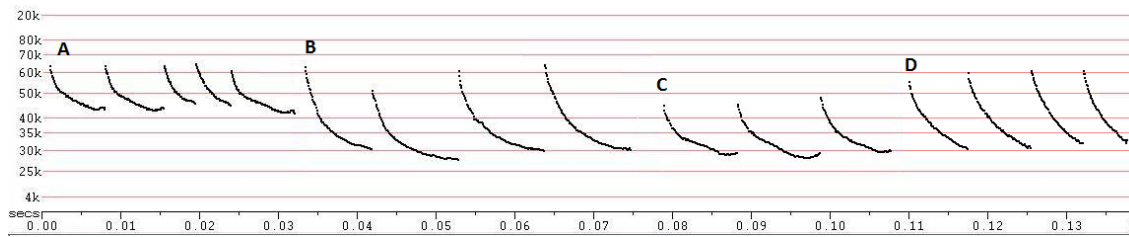
**Figura 7.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de las especies del género *Molossus* de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *M. molossus*; **B**, *M. rufus* y **C**, *M. sinaloae*.

Se obtuvieron un total de 135 secuencias de la familia Vespertilionidae de las cuales 56 pertenecen a un vespertiliónido desconocido de  $F_{\min}$  45 kHz, 24 a *L. intermedius*, 23 a una especie del género *Myotis* de  $F_{\min}$  40 kHz, 14 a *E. fuscus*, ocho a *L. blossevillii*, seis a una especie del género *Myotis* de  $F_{\min}$  60 kHz y cuatro a *L. xanthinus*.

Para la identificación de los vespertiliónidos se consideró la  $F_{\min}$  y posteriormente la forma, aunque esta última llega a ser muy subjetiva dependiendo de la resolución a que se observe la secuencia.

Tres especies del género *Lasiurus* fueron separadas considerando que su  $F_{\min}$  promedio va de 29.31 kHz en *L. intermedius* y 29.91 kHz en *L. xanthinus* a 43.58 en *L. blossevillii*. Para las primeras dos especies, aunque su  $F_{\min}$  promedio es de valor similar, los valores individuales de cada uno de sus llamados tienden, en el caso de *L. intermedius* a estar por debajo de los 28 kHz, mientras que en *L. xanthinus* se aproximan más a los 30 kHz. Adicionalmente, la  $F_{\max}$  de estas especies muestra mayores diferencias en su frecuencia promedio (47.50 kHz vs. 42.34 kHz), lo que ayudó a su identificación (Cuadro 8).

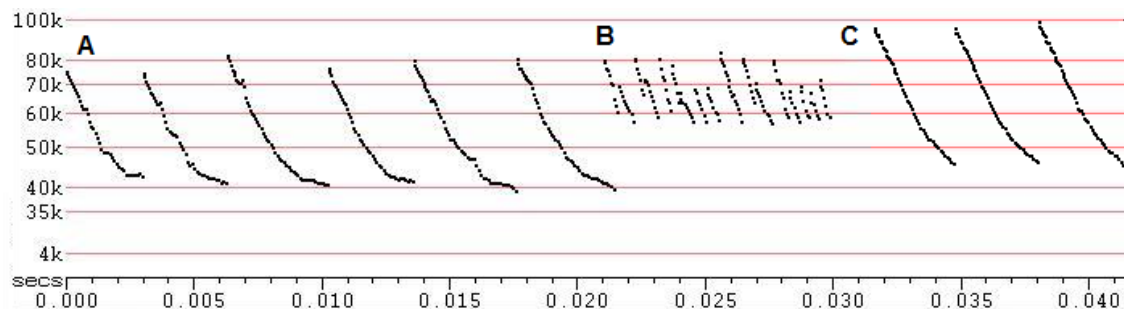
La  $F_{\min}$  y la forma fueron las características consideradas en la identificación de *E. fuscus*. Sus llamados tuvieron una  $F_{\min}$  promedio de 31.43 kHz y su forma fue menos curva que en *Lasiurus* (Fig. 8), esto debido en parte a la amplitud de banda que presenta *E. fuscus*: entre la  $F_{\max}$  y la  $F_{\min}$  hay una amplitud de 23.76 kHz, mientras que en ninguna de las especies de *Lasiurus* llega a 20 KHz.



**Figura 8.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Vespertilionidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *L. blossevillii*; **B**, *L. intermedius*; **C**, *L. xanthinus* y **D**, *E. fuscus*.

Dos especies del género *Myotis* fueron identificadas considerando sus  $F_{\min}$  que en la primera fue de 40 kHz y en la segunda de 60 kHz (Fig. 9A, B). El *Myotis* de 40 kHz muestra llamados de anchura de banda amplio ( $F_{\min}$ - $F_{\max}$  promedio 70.69-41.23 kHz) y duración de los llamados promedio de 3.53 ms. Por su parte el *Myotis* de 60 kHz muestra una anchura de banda menor ( $F_{\min}$ - $F_{\max}$  promedio 78.61-61.72 kHz) y la duración promedio de sus llamados es mucho menor (0.55 ms; Cuadro 8). De esta última especie cinco de las seis secuencias obtenidas fueron grabadas en el sitio 1, en fragmentos de selva baja y terrenos de pastoreo, la única secuencia obtenida en el sitio 2 se grabó en vegetación riparia.

Una especie de vespertiliónido desconocido categorizada en una  $F_{\min}$  de 45 kHz fue grabada (Fig. 9C). La identificación a nivel de familia se realizó considerando la forma del llamado, su frecuencia modulada y corta duración (2.80 ms promedio). Como en el caso de la mayoría de vespertiliónidos, su  $F_{\max}$  es menos constante (desv. est. 12.44; Cuadro 8).



**Figura 9.** Espectrogramas de llamados de ecolocalización de la Familia Vespertilionidae de La Venta, Oaxaca, de junio 2007 a junio 2008. **A**, *Myotis* 40 kHz; **B**, *Myotis* 60 kHz; **C**, vespertiliónido desconocido 45 kHz.



## ESTRUCTURA TRÓFICA

El ensamble de murciélagos se compone de cinco gremios tróficos. Los insectívoros comprenden el 57.5% (19 especies), los frugívoros el 21.2% (7 especies), los nectarívoros el 36.3% (5 especies) y los piscívoros y sanguinívoros el 3.03% cada uno, con una especie respectivamente.

Las especies insectívoras pertenecen a cinco familias: Emballonuridae, Vespertilionidae, Mormoopidae y Molossidae. La familia Phyllostomidae agrupa a todas las especies fitófagas (frugívoras y nectarívoras) en las Subfamilias Carrollinae, Stenodermatinae y Glossophaginae; y a la sanguinívora en la Desmodontinae. La única especie piscívora se encuentra en la familia Noctilionidae.

Se obtuvieron datos de las masas corporales de 27 especies de las 32 registradas mediante la captura en redes y el monitoreo acústico. Datos de 19 de las especies fueron obtenidos de los ejemplares capturados y ocho más de la literatura.

El número de especies por celda fue de una hasta cinco. La menor cantidad de especies dentro de una misma se presenta en los insectívoros de 0-5 g, en los nectarívoros y el sanguinívoro de 21-40g y en el piscívoro de 41-80; la mayor cantidad de especies dentro de una misma celda se presenta en los frugívoros e insectívoros de 11-20 g (Cuadro 9).

La masa corporal de los murciélagos del ensamble va de 4 g en *R. parvula* hasta 70 g en *N. leporinus*, la mayor cantidad de especies muestran masas corporales que oscilan entre los 10 y 20 g.

Los resultados obtenidos mediante la tabla de contingencias y evaluados con la prueba de ji cuadrada muestran que a una significancia del 5% se presenta dependencia ( $X^2=27.85$ ,  $P= 0.032$ ) entre la masa corporal de las especies de murciélagos y los alimentos de que se pueden alimentar, es decir, existe influencia entre estas variables.

**Cuadro 9.** Matriz de alimentos consumidos en relación a la masa corporal de los murciélagos del ensamble de La Venta, Oaxaca, de julio, 2007 a junio, 2008. Se incluyen las especies capturadas en redes y las que se registraron por monitoreo acústico. Las abreviaturas de las especies son considerando las primeras tres letras del género y las primeras tres de la especie.

	Masa corporal en g					TOTAL	
	0 a 5	6 a 10	11 a 20	21 a 40	41 a 80		
Alimentación	Frutas	-	-	5 Carsub, Stulil, Stulud, Urobil, Artpha	-	2 Artjam, Artlit	7
	Néctar	-	-	4 Glocom, Glolea, Glomor, Glosor	1 Lepcur	-	5
	Insectos	1 Rhopar	5 Lasblo, Cencen, Balpli, Ptedav, Pteper	5 Tadbra, Nyclat, Molmol, Eptfus, Mormeg	3 Molsin, Lasint, Ptepar	-	14
	Peces	-	-	-	-	1 Noclep	1
	Sangre	-	-	-	1 Desrot	-	1
	No. especies por intervalo	1	5	14	5	3	28

## DISCUSIÓN

La diversidad de quirópteros del ensamble obtenida mediante el muestreo con redes de niebla concuerda con lo encontrado para otros sitios tropicales. Los filostómidos y especialmente los estenodermatinos y los glosofaginos tuvieron el mayor número de especies y fueron los más abundantes, algo similar a lo reportado en Panamá (Fleming *et al.* 1972) y Costa Rica (LaVal y Fitch 1977); en La Lacandona, Chiapas (Medellín 1993); en Chamela, Jalisco (Chávez y Ceballos 2001); en Colombia (Sánchez *et al.* 2007) y en la Amazonía (Bernard y Fenton 2002). *P. parnellii* fue el único no filostómido que presentó abundancias considerables, dato similar al encontrado en Barro Colorado, Panamá (Bonaccorso 1978).

Si se consideran las características intrínsecas a la historia natural de estos murciélagos las explicaciones tendrían que ver con su afinidad biogeográfica, que es netamente tropical (Villa y Cervantes 2003), la versatilidad en su alimentación (Gardner 1977) y su facilidad para adaptarse a la perturbación (Fenton *et al.* 1992; Galindo-González 2004).

El menor número de especies y de individuos capturados fue en los meses de diciembre y febrero durante la estación seca, mientras que el mayor lo tuvieron los meses de mayo y junio, al final de la estación seca e inicio de la lluviosa. Esto concuerda con lo observado por Bonaccorso (1978) y Navarro y León-Paniagua (1995). El primero encontró la máxima diversidad de murciélagos de Barro Colorado, Panamá de marzo a julio aunque la mínima fue a finales de la estación lluviosa. Para los segundos autores en Querétaro, México, en un ambiente seco, el mes con menor número de especies de murciélagos capturadas fue febrero y el mayor mayo.

Sin embargo, Navarro y León-Paniagua (1995) en el mismo estudio pero en un ambiente húmedo reportan la mayor riqueza de especies en el mes de abril y la menor en enero.

El esfuerzo de captura realizado entre sitios fue parecido (sitio 1: 13,536 vs. sitio 2: 13,824 m red/h) y la diversidad encontrada para cada uno también, aportando el primero el 55.05% de capturas y el segundo el 44.9%. Asimismo la composición taxonómica de ambos sitios es similar y probablemente las especies que fueron registros únicos de uno de los dos se encuentren ampliamente distribuidas y habrían sido capturadas en el otro aplicando mayor esfuerzo de trampeo.

Si se desglosa el esfuerzo de captura estacionalmente, la temporada seca que fue en la que hubo mayor esfuerzo (sitio 1 y 2: 8,064 m red/h), se tuvo mayor éxito, 122 y 119 individuos en el sitio 1 y 2 respectivamente y el número de especies fue muy parecido con 12 y 13.

Los resultados obtenidos del esfuerzo de captura y el número de individuos capturados en la temporada lluviosa fueron más bajos. El primero fue de 5,472 y 5,760 m red/h, mientras que el segundo fue de 112 y 72 para los sitios 1 y 2 respectivamente. El número de especies capturadas fue similar al de la temporada seca (sitio 1: 14 y sitio 2: 13).

A pesar de esto, en la temporada lluviosa la abundancia de recursos alimentarios como son insectos, flores y frutos posibilita la reproducción de los murciélagos, con lo que aumenta su número. El alto índice de capturas en varios meses de la temporada seca puede deberse a que el alimento disponible disminuye, lo que hace que la actividad de los murciélagos se concentre en ciertos lugares y sea más sencilla su captura (Willig *et al.* 2000).

Los resultados publicados usando el índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ) son muy disímiles y van de 0.64 en un ambiente de dunas-manglar en Yucatán, México (Cimé *et al.* 2006) a 2.88 en una sabana dominada por pastizales en Espíritu, Bolivia (Aguirre 2002). En La Venta el valor de  $H'$  para el ensamble fue de 1.02, lo que comparado con ambientes similares es el valor más bajo. Chávez y Ceballos (2001) calcularon un valor de  $H'$  de 1.99 en Chamela, Jalisco, México; Cimé *et al.* (2006) encontraron una  $H'$  de 1.39 para la asociación vegetal de selva baja caducifolia-selva baja caducifolia inundable en Yucatán, México; García-García y Santos-Moreno (2008) reportaron un valor de 1.68 para la selva baja caducifolia de San Miguel Chimalapa, Oaxaca, México; Vargas-Contreras *et al.* (2008) obtuvieron un valor de 1.72 para la selva baja subcaducifolia de Calakmul, Campeche, México y Fleming *et al.* (1972) alcanzaron un valor de 1.89 en un bosque seco tropical de Panamá.

Las diferencias encontradas y la gran variabilidad en estos resultados podría deberse a la riqueza específica de cada sitio en combinación con la distribución de las muestras (LaVal y Fitch 1977; Magurran 1989; Moreno 2001) o bien a la base logarítmica usada para la obtención del índice, ya que por ejemplo en Yucatán el índice fue calculado empleando logaritmos naturales y un tamaño muestral de 43 individuos y siete especies, dos de las cuales constituyeron el 72% de la muestra (Cimé *et al.* 2006), mientras que en Espíritu no se especifica el logaritmo usado y el tamaño muestral fue de 455 individuos y 34 especies, cinco de las cuales conformaron el 52% de la muestra (Aguirre 2002).

En el caso del ensamble de La Venta, si bien, la riqueza específica es mayor que la de Yucatán (Cimé *et al.* 2006) y la distribución entre las muestras es más equitativa, la diferencia en el valor de  $H'$  reportado puede deberse a que se emplearon logaritmos base 10; si se hubieran empleado logaritmos naturales el resultado habría sido 2.35, es decir, mayor que el de Yucatán.

Una vez considerado lo anterior, si comparamos la  $H_{max}$  y la equidad ( $E$ ) de La Venta usando logaritmos naturales con los resultados obtenidos en Calakmul ( $H_{max}=2.30$ ,  $E=0.74$ ), Chamela ( $H_{max}=2.56$ ,  $E=0.77$ ), Chimalapa ( $H_{max}=2.48$ ,  $E=0.67$ ) y Yucatán ( $H_{max}=1.94$ ,  $E=0.71$ ) podemos concluir que el ensamble de La Venta es el más diverso ( $H_{max}=2.94$ ,  $E=0.79$ ).

Estacionalmente el valor menor de  $H'$  se obtuvo en la temporada seca en el sitio 2 y fue de 0.90, la  $E$  fue de 0.81 y la  $d$  de 0.29, lo que significa que la diversidad fue baja, aunque las abundancias de las especies es parecida. Si bien el valor de dominancia es el más alto encontrado en todo el estudio, en la escala de valores que puede obtenerse de este índice representaría que las especies más abundantes del ensamble dominan en un 29%. Cuatro de 13 especies representaron el 73.1% de las capturas y tuvieron más de 10 individuos capturados por especie. La  $H'$  más alta se obtuvo en las temporadas de lluvias en ambos sitios (0.94), en ambos la  $E$  fue mayor a 0.80 y la  $d$  no mayor a 0.27.

Debido a la gran vagilidad que poseen los murciélagos (Kunz y Pierson 1994), la tasa de recambio de especies expresada por  $\beta\omega$  fue baja, a diferencia de lo encontrado cuando se consideran gradientes altitudinales donde la heterogeneidad de hábitat y de topografía, así como la variación en la precipitación, la productividad y los recursos favorecen un mayor recambio y una menor complementariedad aumentando la diversidad  $\beta$  (Sánchez-Cordero 2001; Briones-Salas *et al.* 2005).

La comparación entre el número de especies observadas y las estimadas mediante el modelo de Dependencia Lineal indica que éste último ha subestimado la riqueza específica del ensamble, aunque este modelo es el que se recomienda en situaciones en las cuales el taxa es bien conocido y el área de estudio relativamente pequeña (Soberón y Llorente 1993; Moreno y Halffter 2000). Con el resultado anterior se podría concluir que el esfuerzo de muestreo realizado es satisfactorio.

Moreno y Halffter (2000) aplicaron el modelo de Dependencia Lineal y el de Clench encontrando que el primero subestima el número de especies que pueden ser encontradas mientras que el segundo lo sobreestima. Por su parte Medellín (1993) y Aguirre (2002) consideran que con el modelo de Dependencia Lineal se logra tener una buena idea de la representatividad del muestreo y el número de especies presentes.

El número de especies total que conforma el ensamble, obtenido mediante la captura y el muestreo acústico da un total de 32 a las que se agregan tres sonotipos que

corresponden a dos géneros y una familia. Este total casi duplica la riqueza específica obtenida en las redes, es decir con el muestreo acústico fue posible detectar al 59% de las especies. Trabajos similares han reportado porcentajes que van del 51% (MacSwiney *et al.* 2008) y hasta el 100% (O'Farrell y Gannon 1999; Siles *et al.* 2005; Martínez 2007).

El uso del muestreo acústico como herramienta para lograr un mejor inventario de especies de murciélagos en los trópicos ha sido a la fecha muy exitoso y ha permitido registrar especies raras o difíciles de capturar, además de que el promedio al cual son acumuladas nuevas especies noche tras noche es mayor con lo que es posible reducir el tiempo, esfuerzo y dinero invertido (MacSwiney *et al.* 2008).

Diferencias en la riqueza de los ensambles pueden deberse al método o los métodos empleados para el registro de las especies, el tiempo invertido para el muestreo, la extensión de área muestreada y la cantidad de información previa que se tenga del sitio así como el conocimiento del grupo de interés (Voss y Emmons 1996; Moreno y Halfpeter 2000).

Para los trópicos húmedos este sesgo ha sido estudiado y se ha determinado que el uso de un solo método de captura puede subestimar el número de especies presentes en un sitio (Kunz y Kurta 1988; Voss y Emmons 1996; Kalko y Handley 2001; Bernard y Fenton 2002; Hodgkison *et al.* 2002; García-García y Santos-Moreno 2008). Esta misma aseveración puede aplicar al trópico seco donde habitan varias especies de molósidos y vespertiliónidos que vuelan más allá de la altura de las redes de niebla.

Vale la pena mencionar entonces que la riqueza de murciélagos en muchos sitios pudiera estar subestimada a la fecha y que hasta que no se lleven a cabo muestreos con varios métodos conjuntos no se tendrá una visión completa de estos ensambles (Voss y Emmons 1996; Kalko y Handley 2001; Hodgkison *et al.* 2002).

En el caso del Istmo de Tehuantepec esta situación es realmente interesante por sus características ecológicas y geográficas. La presencia de pastizales que cubrieron vastas extensiones del sur del continente, incluyendo el Istmo de Tehuantepec, y que quedaron aisladas a inicios del Pleistoceno ocasionaron el establecimiento de especies propias y permitieron el intercambio de flora y fauna. El área además es el punto de contacto entre el reino biogeográfico neártico y el neotropical lo que ha representado una barrera para las especies debido a los cambios geológicos, climáticos y ambientales

que han acontecido (López *et al.* 2009). Un caso similar ha sido reportado en un ecotono de climas templados y tropicales de Paraguay (Willig *et al.* 2000).

El registro para el estado de Oaxaca de *M. sinaloae* con base en el muestreo acústico es importante ya que de nuevo constata la importancia del uso de varias técnicas de captura, sin embargo es necesaria la búsqueda sistemática de ejemplares que validen fehacientemente su presencia (Patterson 2002).

Los patrones reproductivos en mamíferos son geográficamente variables y son afectados por factores abióticos como la temperatura, el fotoperiodo, la precipitación (Wilson 1979; Racey 1982) y la disponibilidad de recursos alimentarios (Willig 1985; Gannon y Willig 1992).

En el ensamble de La Venta, durante todo el año, a excepción de diciembre fueron capturadas hembras adultas preñadas y/o lactantes, aunque la proporción más alta fue en mayo (69.23%) y la mayor contribución la tuvieron las hembras preñadas de *P. parnellii*. Esta especie es monoéstrica estacional (Fleming *et al.* 1972; Bonaccorso 1978), se ha registrado que la cópula se lleva a cabo en enero y los partos son en mayo, justamente al inicio de la temporada lluviosa cuando la cantidad de insectos de que se alimenta se incrementa (Herd 1983).

En Panamá, Bonaccorso (1978) describió el ciclo reproductivo de esta especie. El periodo de preñez fue de finales de diciembre hasta mediados de abril, es decir la estación seca, y la lactancia desde mediados de marzo hasta finales de octubre, en la transición y durante la época de lluvias. Si comparamos los datos registrados en La Venta con el ciclo anteriormente descrito, el estadio de preñez se presenta de igual forma, a la mitad de la estación seca y justamente al finalizar ésta empezarán los nacimientos.

En el caso de los filostómidos fitófagos, de los cuales fue posible obtener una mayor cantidad de datos, los individuos reproductivos, ya fueran hembras o machos, se capturaron todo el año. Los patrones reproductivos de esta familia son muy variables, con especies monoéstricas (Thomas 1972, citado en Willig 1985) y poliéstricas, de estas últimas puede existir o no sincronía en la reproducción dentro de la población (Wilson 1979; Willig 1985; Gannon y Willig 1992).

Las especies de La Venta se asemejan al patrón poliéstrico estacional, en el cual se presentan múltiples picos (tres o más) de preñez y lactancia que se sobreponen a

través del año (Willig 1985). Debido a la falta de datos homogéneos a través de todos los meses no es posible aseverar la existencia de bimodalidad y menos de sincronía en estas especies del ensamble.

Mucho ha sido publicado en relación a los patrones reproductivos en *A. jamicensis* y se ha concluido que muestra un patrón poliéstrico bimodal, relacionando las modas con la preñez, una en la estación seca y otra al final de la estación lluviosa (Fleming 1971; Fleming *et al.* 1972; Bonaccorso 1978; Willig 1985). Parte de esta estrategia consiste en el desarrollo embrionario retardado, que permite que la cría nazca en condiciones ambientales más favorables (Fleming 1971). En Tabasco, México, Sánchez y Romero (1995) concluyeron que la especie presenta un patrón poliéstrico asincrónico con hasta cuatro periodos de nacimientos al año.

Las hembras capturadas en La Venta se encontraron preñadas en la estación seca y a principios de la lluviosa, pero fue imposible distinguir los dos picos de preñez y sus subsecuentes picos de lactancia, indicación de la condición de poliéstrico bimodal estacional (Willig 1985), por lo que solo se corrobora en parte lo citado anteriormente. La lactancia en la estación lluviosa permitiría a las hembras tener recursos para soportar esta etapa de mayor gasto energético.

Poco es conocido acerca de la reproducción de *G. leachii* (Webster y Jones 1984; Webster 1993). Estos autores examinaron ciento cinco hembras que mostraron señales de preñez y/o lactancia todo el año a excepción de mayo, octubre y diciembre. Los mismos autores señalan que su patrón reproductivo debe ser similar al de sus congéneres: poliéstrico bimodal monótoco.

Los datos obtenidos para esta especie en La Venta fueron pocos ( $n= 25$ ) y no se distribuyeron uniformemente a través de los meses. La presencia de hembras preñadas al inicio de la temporada de lluvias, así como al finalizar la temporada seca y de lactantes al inicio y al final de la temporada de secas es similar al reportado por Webster y Jones (1984) y Webster (1993), así como al descrito para *G. soricina* en Brasil (Willig 1985) y Tabasco, México (Sánchez y Romero 1995). La gran plasticidad adaptativa que poseen las especies de este género les permite desarrollar una gran cantidad de estrategias tanto reproductivas como de explotación de recursos.

La disponibilidad del recurso alimento es una limitante importante para comprender la presencia o ausencia de ciertas especies o determinados gremios tróficos



(Íñiguez 1993; Navarro y León-Paniagua 1995). En el caso de los murciélagos, la mayor riqueza de ambos se encuentra en los climas tropicales donde los tipos de alimento, así como sus abundancias son mayores, aunque sea estacionalmente (Bonaccorso 1978; Villa y Cervantes 2003).

Para entender la manera en que los murciélagos reparten el alimento disponible se han construido matrices considerando los diferentes gremios tróficos contra la masa corporal (McNab 1971) o la longitud del antebrazo (Fleming *et al.* 1972; La Val y Fitch 1977; Fleming 1986; Willig 1986), llegando con cada una a aproximaciones acerca de la diferenciación del nicho trófico.

En el ensamble de murciélagos de La Venta, como es de esperarse por su condición cálida, se encuentran especies que consumen cinco de los seis grupos de alimentos registrados para los quirópteros, faltando el de carnivoría que se halla en lugares más tropicales y húmedos (McNab 1971; Fleming *et al.* 1972; La Val y Fitch 1977; Bonaccorso 1978; Medellín 1993). El grueso de las especies son de talla pequeña a mediana y se alimentan de insectos o algún tipo de materia vegetal (frutas o néctar), siendo las de este último gremio, las más abundantes en los ambientes tropicales (Fenton *et al.* 1992; Giannini y Kalko 2004).

La superposición de más de una especie en el 24% de las celdas disponibles sí bien puede atribuirse a una mayor competencia por un recurso en particular (McNab 1971) también puede ser entendida como una mayor disponibilidad de este recurso, sin olvidar que los grupos de alimento fueron separados *a grosso modo* y que infinidad de subdivisiones pueden ser establecidas. Por ejemplo, cinco especies están presentes en la celda de los murciélagos insectívoros que pesan entre 6 y 10g: *L. blossevillii*, *C. centralis*, *B. plicata*, *P. davyi* y *P. personatus*. Los hábitos de forrajeo varían entre estas especies, las primeras tres cazan en espacios abiertos aunque la altura a la que lo hacen es diferente (Bradbury y Vehrencamp 1976; Schnitzler y Kalko 2001), al igual que el tamaño de las presas que consumen (Villa 1966; Bradbury y Vehrencamp 1976; López-Forment 1981; Villa y Cervantes 2003). Aunque las dos especies de *Pteronotus* forrajean en los bordes de vegetación, cerca de las copas de los árboles (Schnitzler y Kalko 2001), la segregación para evitar la competencia podría estar relacionada con diferencias en el horario en que lo hacen o la preferencia en el uso de un hábitat en

particular (Fuentes-Moreno *et al.* 2008) o con el tamaño de presas que pueden capturar (Villa 1966; Villa y Cervantes 2003).

En el caso de las especies fitófagas, que en el continente americano pertenecen a la familia Phyllostomidae (Simmons 2005), varias son las causas que se han postulado para explicar la compleja estructura trófica que puede hallarse en un sitio cálido. La gran diversidad que presenta la familia *per se* en los trópicos, es decir, son abundantes en especies y en individuos (Villa y Cervantes 2003), su gran plasticidad adaptativa (Galindo-González 2004) y su eurifagia les permite tener un amplio espectro de posibilidades de alimentación (Gardner 1977; Fleming 1986; Giannini y Kalko 2004).

En el ensamble estudiado esta familia se distribuye de los 11 a los 80 g, aunque su máximo lo tiene en el intervalo de 11 a 20 g donde se ubica todo el género *Glossophaga*, cuatro especies de estenodermatinos y el único Carolino, *C. subrufa*. Si bien, la superposición en el uso de los recursos parece inminente, distinta proporción de cada alimento consumido ha sido reportada, así, *G. commissarisi* compone su dieta en un 100% de polen, mientras que para *G. soricina* la complementa con frutos e insectos (Bonnacorso 1978; Giannini y Kalko 2004).

En el caso de las seis especies frugívoras ubicadas en este intervalo, cierta especialización por algún alimento ha sido registrada. Todo el género *Carollia* se alimenta preferentemente de Piperaceas, el género *Sturnira* de Solanaceas y en menor grado de Piperaceas, *Artibeus* y *Uroderma* son especialistas en *Ficus* y en menor grado de Piperaceas (Howell y Burch 1974; Gardner 1977; Bonnacorso 1978; Fleming 1991; Giannini y Kalko 2004; Mello *et al.* 2008). Esta condición posibilita la simpatría de hasta 49 especies en ciertos lugares (Simmons y Voss 1998; Giannini y Kalko 2004). Bonnacorso (1978) considera que diferentes horarios de forrajeo así como el tamaño del aparato bucal que posibilita la toma de distintos tipos de alimento reducen también la competencia entre las especies.

Las afirmaciones y propuestas presentadas en los párrafos anteriores y enmarcadas en el contexto de la alimentación que muestran los murciélagos de este ensamble tienen que ver tal y como lo han reportado otros autores con la capacidad que tengan de acceder a este recurso ya que existen limitantes morfológicas y perceptuales que todas las especies tienen que enfrentar al buscar su alimento (Willig 1986; Fenton 1990; Schnitzler y Kalko 2001).

## CONCLUSIONES

El ensamble de murciélagos de La Venta, Oaxaca, es parecido a otros estudiados en los trópicos, con predominio de la familia Phyllostomidae y particularmente de las subfamilias Stenodermatinae y Glossophaginae.

La diversidad y la dominancia fueron bajas, mientras que la equidad fue alta. No hubo diferencias entre los sitios a través del año o entre las temporadas y el recambio de especies fue bajo lo que indica que la composición taxonómica de ambos sitios es parecida.

Se obtuvieron datos reproductivos de 16 especies, la mayoría fitófagas, que mostraron actividad reproductiva a través de casi todo el año, aunque se distinguen picos a la mitad de la temporada seca y en la temporada lluviosa. Al parecer dos tipos de patrones reproductivos se encuentran en los murciélagos de La Venta, el monoéstrico estacional, llevado a cabo por *P. parnellii* y el poliéstrico estacional por las especies de filostómidos fitófagos.

La red trófica se halló representada por todos los gremios reportados para un ambiente tropical seco y de cobertura arbórea baja. La insectivoría, frugivoría y nectarivoría representada por especies de tamaño pequeño o mediano dominó. La piscivoría solamente quedó restringida a ambientes de vegetación de galería.

El uso de un método complementario de registro de especies, como lo fue el monitoreo acústico permitió una mejor representatividad de la riqueza del sitio, logrando de esta forma registrar a especies raras y de vuelo por arriba del dosel. Con este método se registró una especie nueva para el estado de Oaxaca.

A futuro se sugiere continuar la línea de investigación de los murciélagos de esta zona, particularmente importante por sus características geográficas y climáticas, abordar aspectos zoogeográficos, con énfasis en la ecología de comunidades y el entendimiento de los procesos que han ocasionado el ensamblaje de las especies actuales.

Investigar la relación de la diversidad así como de los ciclos reproductivos con la fenología y la estacionalidad, particularmente la relación con los vientos y finalmente proponer estrategias de conservación de este grupo considerando el parque eólico que

hay en el sitio y toda la controversia que hay en torno al impacto que tiene sobre la fauna voladora.

#### LITERATURA CITADA

- Aguirre, L.F. 2002. Structure of a Neotropical savanna bat community. *Journal of Mammalogy*, 83:775-784.
- Alfaro, A.M., J.L. García-García, and A. Santos-Moreno. 2005. The false vampire bat *Vampyrum spectrum* in Oaxaca, Mexico. *Bat Research News*, 46:145-146.
- Álvarez, J., M.R. Willig, J.K. Jones, Jr., and Wm. D. Webster. 1991. *Glossophaga soricina*. *Mammalian Species*, 379: 1-7.
- Álvarez, T., S.T. Álvarez-Castañeda y J.C. López-Vidal. 1994. Claves para murciélagos mexicanos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. México. 64 p.
- Álvarez, T.M. 1977. Los mamíferos de Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez. 147 p.
- Anthony, E.L.P. 1988. Age determination in bats. Pp. 47-58. *In*: T.H. Kunz, (Ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
- Arroyo-Cabrales, J. and J.K. Jones, Jr. 1988. *Balantiopteryx plicata*. *Mammalian Species*, 301:1-4.
- Ávila-Flores, R., J.M. Flores-Martínez, and J. Ortega. 2002. *Nyctinomops laticaudatus*. *Mammalian Species*, 697:1-6.
- Badgley, C. and D.L. Fox. 2000. Ecological biogeography of North American mammals: species density and ecological structure in relation to environmental gradients. *Journal of Biogeography*, 27:1437-1467.
- Bateman, G.C., and T.A. Vaughan. 1974. Nightly activities of mormoopid bats. *Journal of Mammalogy*, 55:45-65.
- Bernard, E. and 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.

- Bonaccorso, F.J. 1978. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum of Biological Sciences*, 24:359-408.
- Bradbury, J.W., and S.L. Vehrencamp. 1976. Social organization and foraging in emballonurid bats. I. Field studies. *Behavioural and Ecological Sociobiology*, 1:337-381.
- Briones-Salas, M. y V. Sánchez-Cordero. 2004. Mamíferos. Pp. 423-447. *In: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.*
- Briones-Salas, M., V. Sánchez-Cordero y A. Santos-Moreno. 2005. Diversidad de murciélagos en un gradiente altitudinal de la Sierra Mazateca, Oaxaca, México. Pp. 67-76. *In: V. Sánchez-Cordero y R.A. Medellín (Eds.). Contribuciones mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México; Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.*
- Britzke, E. R. 2004. Designing monitoring programs with frequency division bat detectors: active vs. passive sampling. Pp. 79-83. *In R. M., Brigham, E.K.V. Kalko, G. Jones, S. Parsons and H.J.G.A. Limpens (Eds.). Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis. Bat Conservation International. Austin, Texas.*
- Carlenton, M.D., O. Sánchez and G. Urbano-Vidales. 2002. A new species of *Habromys* (Muroidea: Neotominae) from Mexico, with generic review of species definitions and remarks on diversity patterns among Mesoamerican small mammals restricted to humid montane forest. *Proceedings of the Biological Society, Washington*, 115: 488-533.
- Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of mexican mammals. Pp. 167-198. *In: M.A. Mares and D. J. Schmidly (Eds.). Latin American Mammalogy, history, biodiversity and conservation. University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma.*
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso

- de la Biodiversidad, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Agrupación Sierra Madre, A. C. México, D.F. 847 p.
- 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.
- Ciechanowski, M. 2002. Community structure and activity of bats (Chiroptera) over different water bodies. *Mammalian Biology*, 67:276-285.
- Cimé, P.J.A., J.B. Chablé S., J.E. Sosa E. y S.F. Hernández B. 2006. Quirópteros y pequeños roedores de la Reserva de la Biosfera Ría Celestún, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 22:127-131.
- Colwell, R.K. 2006. EstimateS: Statical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 8 User's Guide. University of Connecticut, Storrs. USA. 23 p.
- Dames & Moore de México, S. de R.L. de C.V. 2007. Estudio Prospectivo de Flora Silvestre – condicionante 3 Parque Eólico Eurus Juchitán, Oaxaca, México. Reporte Técnico. 55 p.
- Díaz-Francés, E. and J. Soberón. 2005. Statistical estimation and model selection of species-accumulation functions. *Conservation Biology*, 19:569-573.
- Elliott, D., M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller and R. George. 2004. Atlas de recursos eólicos del estado de Oaxaca. Laboratorio Nacional de Energía Renovable. USA. 127 p.
- Fa, E.J. y L. Morales. 1998. Patrones de diversidad de mamíferos de México. Pp. 315-352. *In*: T. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Fauth, J.E., J. Bernardo, M. Camara, W.J. Resetais, Jr., J. Van Buskirk and S.A. McCollum. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *American Naturalist*, 147: 282-286.
- Fenton, M.B. 1988. Detecting, recording, and analyzing vocalizations of bats. Pp. 91-104, *In*: T.H. Kunz, (Ed). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

- Fenton, M.B. 1994. Assessing signal variability and reliability: “to thine ownself be true”. *Animal Behaviour*, 47:757-764.
- Fenton, M.B., L. Acharya, D. Audet, M.B.C. Hickey, C. Merriman, M.K. Obrist and D.M. Syme. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitats disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24: 440-446.
- Fleming, T.H. 1971. *Artibeus jamaicensis*: Delayed embryonic development in a Neotropical bat. *Science*, 171:402-404.
- Fleming, T.H. 1986. The structure of Neotropical bat communities: a preliminary analysis. *Revista Chilena de Historia Natural*, 59:135-150.
- Fleming, T.H. 1991. The relationship between body size, diet, and habitat use in frugivorous bats, genus *Carollia* (Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy*, 72:493-501.
- Fleming, T.H., E.T. Hooper, and D.E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology*, 53:555-569.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. 2ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. México. 463 p.
- Fuentes-Moreno., H., J. Y. García M., V. V. Cortés G., M. García L. y M.A. Briones-Salas. 2008. Actividad de los murciélagos bigotudos (Chiroptera: Mormoopidae) en un ambiente tropical fragmentado de Oaxaca, México. IX Congreso Nacional de Mastozoología. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C./Centro Universitario de la Costa Sur. Atlán de la Grana, Jalisco, México.
- 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 (nueva serie)*, 20:239-243.
- Gannon, M.R. and M.R. Willig. 1992. Bat reproduction in the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico. *The Southwestern Naturalist*, 37:414-419.
- Gannon, W.L., M.J. O’Farrell, C. Corben, and E.J. Bedrick. 2004. Call character lexicon, and analysis of field recorded bat echolocation calls. Pp. 478-486. *In*: J.A. Thomas, C.F. Moss, and M. Vater (Eds.). *Echolocation in bats and dolphins*. University of Chicago Press. Chicago.

- Gannon, W.L., R.S. Sikes, and The Animal Care and Use Committee of the American Society of Mammalogists. 2007. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy*, 88:809-823.
- García, E. 1988. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.
- García-García, J.L. y A. Santos-Moreno. 2008. Diversidad de cuatro ensambles de murciélagos en San Miguel Chimalapa, Oaxaca, México. Pp. 411-426. *In*: 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.
- García-García, J.L., A. Santos-Moreno, A.M. Alfaro, and A. Soto-Centeno. 2007. Noteworthy records of *Eptesicus brasiliensis* (Vespertilionidae) from Oaxaca, México. *Bat Research News*, 48:5-6.
- García-Mendoza, A.J. 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. Pp. 305-325 *In*: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Gardner, A.L. 1977. Feeding Habits. Pp. 293-350. *In*: Baker, R.J., J.K. Jones Jr. and D.C. Carter (Eds.). Biology of bats of the New World Family Phyllostomatidae. Part. II. Special Publications The Texas Tech University, 13.
- Giannini, N.P. and E.K.V. Kalko. 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos*, 105:209-220.
- González-Pérez, G., M. Briones-Salas y A.M. Alfaro. 2004. Integración del conocimiento faunístico del estado. Pp. 449-466 *In*: A.J. García-Mendoza, M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México -Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México, .
- Hall, E.R. 1981. The Mammals of North America. John Wiley & Sons, Inc. Vol.1: xv+600+90, Vol.2: vi+601-1181+90.
- Herd, R.M. 1983. *Pteronotus parnellii*. *Mammalian Species*, 209:1-5.



- Hodgkison, R., D. Ahmad, S. Balding, T. Kingston, A. Zubaid, and T. H. Kunz. 2002. Catching bats (Chiroptera) in tropical forest canopies. Pp. 160-167. *In*: A.W. Mitchell, K. Secoy, and T. Jackson (Eds.). The Global Canopy Programme Handbook: Techniques of Access and Study in the Forest Roof. Oxford.
- Howell, D.J., and D. Burch. 1974. Food habits of some Costa Rican bats. *Revista de Biología Tropical*, 21:281-294.
- Hutson, A.M., Mickleburgh, S.P., and Racey, P.A. (Comp.). 2001. Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan. International Union for Conservation of Nature/Species Survival Commission Chiroptera Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom. x + 258 p.
- Ibáñez, C., A. Guillén, J. Juste B., and J.L. Pérez-Jordá. 1999. Echolocation calls of *Pteronotus davyi* (Chiroptera: Mormoopidae) from Panamá. *Journal of Mammalogy*, 80:924-928.
- Ibáñez, C., J. Juste, R. López-Wilchis, L. Albuja V., and A. Núñez-Garduño. 2002. Echolocation of three species of sac-winged bats (*Balantiopteryx*). *Journal of Mammalogy*, 83:1049-1057.
- Íñiguez, D.L.I. 1993. Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlán. Pp. 355-370 *In*: R.A. Medellín y G. Ceballos (Eds.). Avances en el Estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones Especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, D.F.
- Jennings, J.B., T.L. Best, S.E. Burnett, and J.C. Rainey. 2002. *Molossus sinaloae*. *Mammalian Species*, 691:1-5.
- Jones, C., W.J. McShea, M.J. Conroy, and T.H. Kunz. 1996. Capturing mammals. Pp. 115-155. *In*: Wilson, D.E., F. Russell C., J.D. Nichols, R. Rudran and M.S. Foster (Eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for mammals, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- Kalko, E.K.V. and C.O. Handley, Jr. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology*, 153:319-333.
- Kinkead, K. 2006. Iowa Multiple species inventory and monitoring program technical manual. Iowa Department of Natural Resources. USA. 131p.

- Koleff, P., K.J. Gaston y J.J. Lennon. 2003. Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, 72:367-382.
- Krebs, Ch.J. 1978. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 2<sup>nd</sup> ed. Harper International Edition. USA. 678 p.
- Kunz, T.H. and E.D. Pierson. 1994. Bats of the World: An introduction. Pp. 1-46. *In*: Nowak R.W. *Walker's Bats of the World*. Johns Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Kunz, T.H., and A. Kurta. 1988. Capture methods and holding devices. Pp. 1-29. *In*: Kunz, T.H. (Ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. USA.
- Kunz, T.H., C. Wemmer and V. Hayssen. 1996a. Sex, age and reproductive condition of mammals. Pp. 279-290. *In*: Wilson, D.E., F. Russell C., J.D. Nichols, R. Rudran and M.S. Foster (Eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for mammals*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. USA.
- Kunz, T.H., D.W. Thomas, G.C. Richards, C.R. Tidemann, E.D. Pierson and P.A. Racey. 1996b. Observational techniques for bats. Pp. 105-114. *In*: Wilson, D.E., F. Russell C., J.D. Nichols, R. Rudran and M.S. Foster (Eds.). *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for mammals*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. USA.
- LaVal, R.K. and H.S. Fitch. 1977. Structure, movements and reproduction in three Costa Rican bats communities. *Occasional Papers, Museum of Natural History of the University of Kansas*, 69:1-28
- León-Paniagua, L., A.G. Navarro-Sigüenza, B.E. Hernández-Baños and J.C. Morales. 2007. Diversification of the arboreal mice of the genus *Habromys* (Rodentia: Cricetidae: Neotominae) in the Mesoamerican highlands. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 42:653-664.
- Longino, J.T. and R.K. Colwell. 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications*, 7:1263-1277.
- López, J.A., C. Lorenzo, F. Barragán y J. Bolaños. 2009. Mamíferos terrestres de la zona lagunar del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca , México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80:491-505.

- López, O.L.I., E.A. Pérez G. y J.A. Meave. 2006. Estructura y composición florística de las sabanas de la región de Nizanda, Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), México. *Acta Botánica Mexicana* (nueva serie), 77:41-67.
- López-Forment, W. 1981. Algunos aspectos ecológicos del murciélago *Balantiopteryx plicata plicata* Peters, 1867 (Chiroptera: Emballonuridae) en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 50:673-699.
- MacSwiney, M.C., F.M. Clarke and P.A. Racey. 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.
- Magurran, A.E. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. España. 200 p.
- Martínez, G. R. 2007. Inventario de los murciélagos de los parques nacionales Sierra de San Pedro Mártir y Constitución de 1857, Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California. Informe final Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, proyecto No. BK009 México D. F.
- McNab, B. 1971. The structure of tropical bat faunas. *Ecology*, 52:352-358.
- McNab, B.K. 1982. Evolutionary alternatives in physiological ecology of bats. Pp. 151-200 *In: Kunz, T.H. (Ed.). Ecology of bats*. Boston University. Plenum Press.
- Meave, J. and M. Kellman. 1994. Maintenance of rainforest plant diversity in tropical riparian forest fragments: implications for species conservation during Pleistocene drought. *Journal of Biogeography*, 21:121-135.
- Medellín, R.A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. Pp. 333-354. *In: R.A. Medellín y G. Ceballos (Eds.). Avances en el estudio de los mamíferos de México. Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, D. F.*
- Medellín, R.A., H.T. Arita y Ó. Sánchez H. 1997. Identificación de los murciélagos de México clave de campo. *Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., Publicaciones especiales Num. 2. México D.F.* 83 p.

- Medellín, R.A., M. Equihua, and M.A. Amin. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforest. *Conservation Biology*, 14:1666-1675.
- Mello, M.A.R., E.K.V. Kalko, and W.R. Silva. 2008. Diet and abundance of the *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a brazilian montane atlantic forest. *Journal of Mammalogy*, 89:485-492.
- Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación en México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28:29-179.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Moreno, C.E. and G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37:149-158.
- Murray, S.W., and T.H. Kunz. 2004. Bats. Pp. 39-45, *In: Encyclopedia of Caves*. Academic Press, New York.
- Navarro, P. and L. León-Paniagua. 1995. Community structure of bats along altitudinal gradient in tropical eastern México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:9-21.
- O'Farrell, M.J. 1997. Use of echolocation calls for the identification of free-flying bats. *Transactions of the Western Section of the Wildlife Society*, 33:1-8.
- O'Farrell, M.J. and B.W. Miller. 1997. A new examination of echolocation calls of some Neotropical bats (Emballonuridae and Mormoopidae). *Journal of Mammalogy*, 78:954-963.
- O'Farrell, M.J. and B.W. Miller. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of free-flying neotropical bats. *Biotropica*, 31:507-516.
- O'Farrell, M.J. and W.L. Gannon. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for inventory of bats. *Journal of Mammalogy*, 80:24-30.
- O'Farrell, M.J., B.W. Miller and W.L. Gannon. 1999a. Qualitative identification of free-flying bats using the anabat detector. *Journal of Mammalogy*, 80:11-23.
- O'Farrell, M.J., C. Corben, W.L. Gannon, and B.W. Miller. 1999b. Confronting the dogma: a reply. *Journal of Mammalogy*, 80:297-302.

- Ochoa, G.J., M.J. O'Farrell, and B.W. Miller. 2000. Contribution of acoustic methods to the study of insectivorous bat diversity in protected areas from northern Venezuela. *Acta Chiropterologica*, 2:171-183.
- Ortiz, P.M.A., J.R. Hernández S. y J.M. Figueroa Mah-Eng. 2004. Reconocimiento fisiográfico y geomorfológico. Pp. 43-54. *In*: A.J. García-Mendoza, M.A. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México -Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Papadatou, E., R.K. Butlin, and J.D. Altringham. 2008. Seasonal roosting habits and population structure of the long-fingered bat *Myotis capaccinii* in Greece. *Journal of Mammalogy*, 89:503-512.
- Patterson, B.D. 2002. On the continuing need for scientific collecting of mammals. *Mastozoología Neotropical*, 9:253-262.
- Peterson, A.T., J. Soberón and V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of Ecological Niches in Evolutionary Time. *Science*, 285:1265-1267.
- Racey, P.A. 1982. Ecology of bat reproduction. Pp. 57-104, *In*: Ecology of bats, T.H. Kunz (Ed.). Plenum Press, New York.
- Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1998. Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 812 p.
- Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 21:21-82.
- Rezsutek, M. and G.N. Cameron. 1993. *Mormoops megalophylla*. *Mammalian Species*, 448:1-5.
- Rodríguez, P., J. Soberón y H.T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 80:241-259.
- Romero-Almaraz, M. de L., C. Sánchez-Hernández, C. García-Estrada y R. D. Owen. 2000. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Facultad de Ciencias e Instituto de Biología, UNAM y Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México, D.F. 162 p.

- Rydell, J., H.T. Arita, M. Santos y J. Granados. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, México. *Journal of Zoology*, 257:27-36.
- Rydell, J., L. A. Miller y M. E. Jensen. 1999. Echolocation constraints of Daubenton's bat foraging over water. *Functional Ecology*, 13:247-255.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. México, D.F. 432 p.
- Sánchez, F., J. Álvarez, C. Ariza and A. Cadena. 2007. Bat assemblage structure in two dry forest of Colombia: composition, species richness, and relative abundance. *Mammalian Biology*, 72:82-92.
- Sánchez, H.C. y M de L. Romero A. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche una propuesta para su conservación. *Cuadernos del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 24:1-215.
- Sánchez-Cordero, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology & Biogeography*, 10:63-76.
- Santos-Moreno, A., S. García O., and E.E. Pérez C. En prensa. Noteworthy records of bats from Oaxaca, Mexico. *The Southwestern Naturalist*.
- Schinitzler, H-U and E.K.V. Kalko. 2001. Echolocation by insect-eating bats. *BioScience*, 51:557-569.
- Siles, L., D. Peñaranda, J.C. Pérez-Zubieta y K. Barboza. 2005. Los murciélagos de la ciudad de Cochabamba. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 18:51-64.
- Siles, L., N. Rocha, A. Selaya y L. Acosta. 2003. Comunidad de murciélagos en el Parque Nacional Kaa Iya del Gran Chaco y su conservación. *Andira*, 3:1-3.
- Simmons, J.A., M.B. Fenton, and M.J. O'Farrell. 1979. Echolocation and pursuit of prey by bats. *Science*, 203:16-21.
- Simmons, N.B. 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529. *In: Mammals Species of the world: a taxonomic and geographic reference*. D.E. Wilson and D.M. Reeder (Eds.). Vol. 2. 3<sup>rd</sup> edition. The John Hopkins University Press.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7:480-488.
- Stevens, R.D. and M.R. Willig. 1999. Size assortment in New World bat communities. *Journal of Mammalogy*, 80:644-658.

- Stevens, R.D. and M.R. Willig. 2002. Geographical ecology at the community level: perspectives on the diversity of New World bats. *Ecology*, 83:545-560.
- Swystun, M. B., J. M. Psyllakis and R. M. Brigham. 2001. The influence of residual tree patch isolation on habitat use by bats in central British Columbia. *Acta Chiropterologica*, 3:197-201.
- Toledo, V.M. 1988. La diversidad biológica de México, *Ciencia y Desarrollo*, 81:17-30.
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. Pp.105-117. *In: A.J. García-Mendoza , M.A. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México -Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.*
- Vargas-Contreras, J.A., G. Escalona-Segura, J.D. Cú-Vizcarra, J. Arroyo-Cabrales y R.A. Medellín. 2008. Estructura y diversidad de los ensambles de murciélagos en el centro y sur de Campeche, México. Pp. 551-577. *In: 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.*
- Villa, R.B. 1966. Los murciélagos de México. Tesis doctoral. UNAM. México, D.F. 491 p.
- Villa, R.B. y F.A. Cervantes. 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 140 p. + Disco compacto.
- Voss, R.S. and L.H. Emmons. 1996. Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforest: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 230:1-115.
- Watson, D., and T. Peterson. 1999. Determinants of diversity in a naturally fragmented landscape: humid montane forest avifaunas of Mesoamerica. *Ecography*, 22:582-589.
- Webster, Wm.D. 1993. Systematics and evolution of bats of the genus *Glossophaga*. *Special Publications, The Museum, Texas Tech University*, 36:1-184.
- Webster, Wm.D. and J.K. Jones, Jr. 1984. *Glossophaga leachii*. *Mammalian Species*, 226:1-3.
- Webster, Wm.D. and J.K. Jones, Jr. 1985. *Glossophaga mexicana*. *Mammalian Species*, 245:1-2.

- Webster, Wm.D. y J.K. Jones, Jr. 1993. *Glossophaga commissarisi*. Mammalian Species:1-4.
- Webster, Wm.D., J.K. Jones, Jr., and R.J. Baker. 1980. *Lasiurus intermedius*. Mammalian Species, 132:1-3.
- Wilkins, K.T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. Mammalian Species, 331:1-10.
- Willig, M.R. 1985. Reproductive patterns of bats from Caatingas and Cerrado Biomes in Northeast Brazil. *Journal of Mammalogy*, 66:668-681.
- Willig, M.R. 1986. Bat community structure in South America: a tenacious chimera. *Revista Chilena de Historia Natural*, 59:151-168.
- Willig, M.R. and E.A. Sandlin. 1991. Gradients of species density and species turnover in New World bats: a comparison of quadrant and band methodologies. Pp. 81-96, *In: Latin American Mammalogy: History, Biodiversity, and Conservation*. M.A. Mares and D.J. Schmidly (Eds.). University of Oklahoma Press, Oklahoma.
- Willig, M.R. and M.P. Moulton. 1989. The role of stochastic and deterministic processes in structuring neotropical bat communities. *Journal of Mammalogy*, 70:323-329.
- Willig, M.R., B.D. Patterson, and R.D. Stevens. 2003. Patterns of range size, richness, and body size in the Chiroptera. Pp. 580-621. *In: Kunz, T.H. and M.B. Fenton (Eds.). Bat Ecology*. University of Chicago Press. USA.
- Willig, M.R., S.J. Presley, R.D. Owen, and C. López-González. 2000. Composition and structure of bat assemblages in Paraguay: a subtropical-temperate interface. *Journal of Mammalogy*, 81:386-401.
- Wilson, D.E. 1979. Reproductive patterns. Pp. 317-378, *In: Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part III*. R.J. Baker, J.K. Jones, Jr., and D.C. Carter (Eds.). Special Publications The Museum, Texas Tech University, 16:1-441.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. 2<sup>nd</sup> edition. Prentice-Hall, New Jersey. 718 p.



**Apéndice 1.** Formato de colecta de datos de captura con redes.

Datos de colecta de murciélagos con redes de niebla. Fecha \_\_\_\_\_ Localización \_\_\_\_\_ Pág. \_\_\_\_ de \_\_\_\_  
 Hora de inicio \_\_\_\_\_ Hora de término \_\_\_\_\_ Lluvia \_\_\_\_\_ Notas del tamaño de la red y su colocación \_\_\_\_\_

No= número de individuo marcado; Sexo: ♀-hembra, ♂-macho, D-desconocido; Est. Rep.= estado reproductivo: P-preñada, L-lactante, PL-poslactante, I-inactiva, TE-testículos escrotados, TI-testículos inguinales; edad: A-adulto, J-joven; medidas a tomar: LT-longitud total, CV-cola vertebral, PT-pata derecha, O-oreja derecha, AB-antebrazo, P-peso. Las medidas se toman de lado derecho del ejemplar.

Hora de captura	No.	Especie	Sexo	Est. Rep.	Edad	LT	CV	PT	O	AB	P	Comentarios

Datos escritos por \_\_\_\_\_ Revisado por \_\_\_\_\_

**Apéndice 2.** Datos de campo de los ejemplares de referencia de murciélagos capturados en La Venta, Oaxaca, durante el periodo de julio 2007 a junio 2008. CNMA indica el número con el que se depositaron en la Colección Nacional de Mamíferos del Instituto de Biología, UNAM; PRESERV indica la preservación en que se encuentran, p/e= piel y esqueleto, s/e= solo esqueleto, tej= se conservaron tejidos, ecto= se colectaron ectoparásitos; SEXO, ♀= hembra, ♂= macho, test. escr.= testículos escrotados, preñ= preñada, lact= lactante; MEDIDAS que son longitud total, cola vertebral, pata derecha, oreja derecha, antebrazo y masa corporal todos expresados en mm y la masa corporal en g.

CNMA	ESPECIE	PRESERV.	SEXO	LOCALIDAD	COORDENADAS/ALTITUD	MEDIDAS	FECHA
45085	<i>Artibeus jamaicensis</i>	p/e, tej.	♂	4.58 km SW La Venta, Municipio La Venta	16°32'32.2"N, 94°51'01.4"W, 20m	58-5-11-12-38≡10	18 de jul de 07
45086	<i>Artibeus jamaicensis</i>	p/e	♀	4.58 km SW La Venta, Municipio La Venta	16°32'32.2"N, 94°51'01.4"W, 20m	86-26-9-19-53≡15	18 de jul de 07
45087	<i>Artibeus jamaicensis</i>	p/e	♂	3.49 km W La Venta, Municipio La Venta	16°34'04.5"N, 94°51'01.5"W, 10m	59-7-11-14-36≡10	19 de jul de 07
45088	<i>Artibeus jamaicensis</i>	p/e, tej.	♂	3.49 km W La Venta, Municipio La Venta	16°34'04.5"N, 94°51'01.5"W, 10m	65-5-10-12-39≡15	19 de jul de 07
45090	<i>Artibeus phaeotis</i>	p/e	♀	5.47 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'44.6"N, 94°52'05.4"W, 15m	80-22-11-16-47≡?	23 de ago de 07
45061	<i>Balantiopteryx plicata</i>	p/e	♀	5.47 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'44.6"N, 94°52'05.4"W, 15m	74-21-10-17-43≡?	23 de ago de 07
45089	<i>Carollia subrufa</i>	p/e	♀	5.47 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'44.6"N, 94°52'05.4"W, 15m	71-22-10-16-44≡?	23 de ago de 07
45073	<i>Desmodus rotundus</i>	p/e, tej.	♀	5.47 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°30'35.3"N, 94°49'48.4"W, 15m	65-7-11-13-34≡15	9 de sep de 07
45074	<i>Glossophaga commissarisi</i>	p/e, tej., ecto.	♀lact.	5.47 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°30'35.3"N, 94°49'48.4"W, 15m	54-0-11-15-41≡15	9 de sep de 07
45075	<i>Glossophaga leachii</i>	p/e, tej.	♀	5.47 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°30'35.3"N, 94°49'48.4"W, 15m	110-55-9-13-40≡10	9 de sep de 07
45076	<i>Glossophaga morenoi</i>	p/e, tej.	♀	1.12 km SW La Venta, Municipio La Venta	16°33'39.2"N, 94°49'31.5"W, 37 m	81-24-11-15-54≡13	14 de oct de 07
45077	<i>Glossophaga morenoi</i>	p/e, tej.	♂	1.12 km SW La Venta, Municipio La Venta	16°33'39.2"N, 94°49'31.5"W, 37 m	73-33-6-14-31≡5	14 de oct de 07

07

45078	<i>Glossophaga morenoi</i>	s/e	♂	3.19 km N La Venta, Municipio La Venta	16°35'49"N, 94°48'40.7"W, 40 m	55-6-10-12-35≡9	16 de nov de 07
45079	<i>Glossophaga morenoi</i>	p/e	♀	2.68 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'57.6"N, 94°50'16.8"W, 18 m	82-22-10-14-53≡12	10 de ene de 08
45080	<i>Glossophaga morenoi</i>	s/e	♀	2.68 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'57.6"N, 94°50'16.8"W, 18 m	62-5-10-12-35≡8	10 de ene de 08
45081	<i>Glossophaga morenoi</i>	s/e	♂	2.68 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'57.6"N, 94°50'16.8"W, 18 m	61-6-10-12-34≡7	10 de ene de 08
45082	<i>Glossophaga soricina</i>	p/e tej.	♀	3.69 km S La Venta, Municipio La Venta	16°32'08.1"N, 94°49'12.4"W, 17 m	65-0-8-17-46≡15	12 de ene de 08
45083	<i>Glossophaga soricina</i>	p/e	♀	3.69 km S La Venta, Municipio La Venta	16°32'08.1"N, 94°49'12.4"W, 17 m	85-30-9-14-55≡14	13 de ene de 08
45084	<i>Glossophaga soricina</i>	s/e	♀	4.71 km S La Venta, Municipio La Venta	16°31'36.3"N, 94°49'34.7"W	62-24-6-11-30≡4	18 de nov de 08
45097	<i>Lasiurus blossevillii</i>	s/e	♂	4.71 km S La Venta, Municipio La Venta	16°31'36.3"N, 94°49'34.7"W	60-27-6-13-30≡5	18 de nov de 08
45098	<i>Lasiurus intermedius</i>	s/e	♂	6.39 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°35'16.8"N, 94°52'28.5"W		13 de mar de 08
45062	<i>Mormoops megalophylla</i>	p/e, tej.	♀	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	66-7-10-12-35≡9	7 de abr de 08
45063	<i>Mormoops megalophylla</i>	p/e, tej.	♀preñ.	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	81-18-10-22-56≡16	8 de abr de 08
45064	<i>Mormoops megalophylla</i>	p/e, tej.	♂	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	56-8-11-11-35≡10	5 de jun de 08

45065	<i>Mormoops megalophylla</i>	p/e, tej., embr.	♀preñ.	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	55-0-10-16-41≡15	5 de jun de 08
45066	<i>Pteronotus davyi</i>	p/e, tej., ecto.	♂	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	73-22-12-23-58≡15	6 de jun de 08
45067	<i>Pteronotus davyi</i>	p/e, tej.	♂	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	52-0-12-13-41≡17	6 de jun de 08
45068	<i>Pteronotus davyi</i>	p/e, tej.	♀	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	50-0-15-16-39≡14	6 de jun de 08
45069	<i>Pteronotus parnellii</i>	p/e, tej.	♀lact.	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	55-0-15-15-40≡19	6 de jun de 08
45070	<i>Pteronotus parnellii</i>	p/e, tej.	♂test. escr.	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	75-0-20-18-58≡32	6 de jun de 08
45071	<i>Pteronotus parnellii</i>	p/e, tej.	♂	6.66 km S La Venta, Municipio La Venta	16°30'35.3"N, 94°49'48.4"W	134-59-10-12-51≡21	7 de jun de 08
45072	<i>Pteronotus parnellii</i>	s/e	♂	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	61-5-10-11-38≡8	9 de may de 08
45099	<i>Rhogeessa parvula</i>	s/e, embr.	♀preñ.	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	103-21-12-25-58≡?	10 de may de 08
45100	<i>Rhogeessa parvula</i>	s/e	♂	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	88-21-13-23-57≡?	10 de may de 08
45101	<i>Rhogeessa parvula</i>	s/e	♂	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	62-0-16-20-65≡?	10 de may de 08
45091	<i>Sturnira lilium</i>	s/e	♂	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	79-0-16-20-61≡?	10 de may de 08
45092	<i>Sturnira lilium</i>	s/e	?	5.79 km NW La Venta, Municipio La Venta	16°34'55.0"N, 94°52'13.9"W, 33 m	67-6-10-15-40≡?	10 de may de 08
45093	<i>Sturnira lilium</i>	s/e	♂test. escr.	2.29 km SE La Venta, Municipio La Venta	16°32'57.8"N, 94°48'29.4"W, 25 m	82-0-16-17-65≡50	11 de may de 08

45094	<i>Sturnira lilium</i>	s/e	♀	2.29 km SE La Venta, Municipio La Venta	16°32'57.8"N, 94°48'29.4"W, 25 m	60-5-12-10-36-10	11 de may de 08
45095	<i>Sturnira lilium</i>	s/e	♀	2.29 km SE La Venta, Municipio La Venta	16°32'57.8"N, 94°48'29.4"W, 25 m	55-0-12-15-38≡16	11 de may de 08
45096	<i>Uroderma bilobatum</i>	s/e	♂	2.29 km SE La Venta, Municipio La Venta	16°32'57.8"N, 94°48'29.4"W, 25 m	83-0-15-21-67≡50	11 de may de 08

---