

# Murciélagos de la Ventosa, Oaxaca: comparación entre el muestreo convencional y el muestreo acústico

José Luis García-García<sup>1</sup>, Antonio Santos-Moreno<sup>1\*</sup>,  
Alejandro Eduardo Hernández-Cruz<sup>1</sup> y Martín Pérez-Lustre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología Animal, CIIDIR U. Oaxaca del IPN. Calle Hornos 1003, Col. Nochebuena, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. C.P. 71230

Tel. 01 (951) 5170400 Ext. 82751

\*Correo electrónico: asantosm90@hotmail.com

## Resumen

Con el objetivo de comparar la eficiencia del método convencional de captura con redes de niebla y la detección acústica en la elaboración de inventarios de murciélagos, se realizó un esfuerzo de muestreo de 1,011 metros-red•hora y 23.8 horas de muestreo acústico en La Ventosa, municipio de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca. Con las redes se recolectó únicamente un ejemplar de *Glossophaga soricina*, mientras que el muestreo acústico permitió el registro de cinco especies: dos de la familia Mormoopidae (*Pteronotus parnellii* y *P. personatus*), uno de Vespertilionidae (*Lasiurus blossevillii*) y dos de Molossidae (*Tadarida brasiliensis* y *Cynomops mexicanus*), así como dos fonotipos no identificados (*Myotis sp.* y *Molossus sp.*). Estos resultados permiten concluir que en condiciones como las del área de estudio, caracterizadas por una cobertura vegetal poco densa, el muestreo acústico representa un importante complemento de la captura convencional por medio de redes de niebla para elaborar inventarios más completos y que la obtención de éstos sólo puede lograrse con el uso de varios dispositivos de registro.

**Palabras clave:** diversidad de murciélagos, sistema Anabat II, detección ultrasónica.

## Abstract

In order to compare the efficiency of the mist nets and acoustic detection in preparing inventories of bats, a sampling effort of 1,011 meters-nets•hour and 23.8 hours of acoustic sampling was done at La Ventosa, municipality of Juchitán de Zaragoza, district Juchitán, Oaxaca. With the mist nets was collected only one specimen of *Glossophaga soricina*, while the acoustic sampling allowed records of five species: two of the Mormoopidae family (*Pteronotus parnellii* and *P. personatus*), one of Vespertilionidae (*Lasiurus blossevillii*) and two of Molossidae (*Tadarida brasiliensis* and *Cynomops mexicanus*), as well as two unidentified phonotypes (*Myotis sp.* and *Molossus sp.*). These findings indicate that in circumstances such as those prevailing in the study area, characterized by very sparse vegetation, the acoustic sampling

is an important complement to conventional capture with mist nets, and the use of various collection devices allow to obtain a complete inventory.

**Key words:** bat diversity, Anabat II system, ultrasonic detection.

## **Introducción**

La gran mayoría de los estudios de murciélagos realizados en la zona Neotropical en general (Fleming *et al.*, 1972; Findley, 1993; Fenton, 1997) y en México en particular (Íñiguez, 1993; Medellín, 1993; Sánchez-Cordero, 2001; Estrada y Coates-Estrada, 2002; Briones-Salas *et al.*, 2004; Montiel *et al.*, 2006; García-García y Santos-Moreno, 2008) han tenido el objetivo primordial de inventariar la riqueza de especies. Para lograr dicho objetivo, típicamente se realiza la colecta directa de ejemplares por medio de diferentes dispositivos, principalmente redes de niebla y en ocasiones trampas de arpa. Estos métodos han demostrado su efectividad en ambientes tropicales con vegetación considerablemente densa, aunque presentan mayor selectividad hacia murciélagos de la familia Phyllostomidae, y especies insectívoras de otras familias que vuelan a baja altura (Tuttle, 1976; Kunz y Kurta, 1988; Jones *et al.*, 1996; Kunz *et al.*, 1996; Hodgkison *et al.*, 2002). Por lo tanto aquellas especies que se alimentan de insectos que vuelan a grandes alturas o en zonas abiertas, como las de las familias Molossidae y Emballonuridae, típicamente están poco representadas en los inventarios.

Una alternativa que permite el registro de las especies en un sitio determinado y que no involucra la captura y por lo tanto no se ve afectada por los sesgos de

captura antes mencionados es la detección acústica. Este método consiste en detectar y grabar los pulsos de ecolocación de alta frecuencia emitidos por los murciélagos (Kunz y Brock, 1975; O'Farrell y Gannon, 1999; Corben, 2004). Las grabaciones de individuos previamente capturados, identificados y liberados pueden ser almacenadas en bibliotecas que sirven como registros de referencia, comparación e identificación de las grabaciones obtenidas de murciélagos libres (Water y Gannon, 2004). Aunque no es una tecnología tan nueva, en México se ha utilizado muy poco (e. g., Ibáñez *et al.*, 2002, 2004; Rydell *et al.*, 2002; Estrada *et al.*, 2004; Macswiney *et al.*, 2006).

Los estudios de detección acústica normalmente registran un número mayor de especies de murciélagos insectívoros que los basados en trampeo con redes. Por ejemplo, en 57 sitios del suroeste de Estados Unidos se registraron 15 especies con redes de niebla y trampas arpa y 17 por métodos acústicos (O'Farrell y Gannon, 1999). En cuatro áreas protegidas del norte de Venezuela se registraron 27 especies por medio de la captura con redes de niebla y arpa, mientras que por medio de detección acústica se identificaron 3 especies y otros 11 taxones más a nivel de género (Ochoa *et al.*, 2000).

Este trabajo tiene por objetivo contrastar la eficiencia de registro de murciélagos por medio de redes de niebla y un

sistema de detección acústica para la elaboración de inventarios en un sitio del Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, México.

### **Materiales y métodos**

El área de estudio se localiza en la localidad de La Ventosa (94°57'8.5''W, 16°32' 41.9'' N), en el municipio de Juchitán de Zaragoza, distrito de Juchitán, en el estado de Oaxaca, a una altura promedio de 100 metros sobre el nivel del mar. El paisaje está compuesto de manchones de pastizal, terrenos de agricultura de riego y pequeños fragmentos de selva baja espinosa. El estudio fue llevado a cabo durante dos periodos de tres noches cada uno, del 24 al 26 de septiembre y del 13 al 15 de noviembre de 2007. Para la captura se usaron de tres a seis redes de niebla de 6 m x 2.5 m, que permanecieron abiertas de las 18:00 h a la 1:30 h del día siguiente. Las redes fueron colocadas en pastizales, en los fragmentos de selva espinosa y cerca de un cuerpo de agua artificial. El esfuerzo de captura se calculó multiplicando los metros de red desplegadas por las horas diarias que estuvieron abiertas (Medellín, 1993) y el sistema de clasificación seguido fue el propuesto por Simmons (2005).

De manera simultánea, al tiempo que estuvieron abiertas las redes se monitoreó en puntos fijos durante periodos de media hora con un detector ultrasónico (*AnaBat SD1 Compact Flash Bat Detector*, Titley Electronics, Ballina, New South Wales, Australia), conectado a una computadora portátil. Las grabaciones fueron realizadas en tiempo real, con una división de frecuencia de 16, división de audio de 16 y un nivel de

sensibilidad de 5 a 7. Este equipo puede detectar un rango de frecuencia que va de 4 a 210 kHz y permite la visualización inmediata de un gráfico de frecuencia versus tiempo (calculado por el método de cruces por cero; Pearson *et al.*, 2000) de las llamadas registradas, la grabación automática de los datos de localidad y los archivos con la fecha y hora de registro (O'Farrel *et al.*, 1999). Las grabaciones fueron posteriormente analizadas con el programa *Analook* ver. 4.9 (Corben, 2003). Se determinó la especie de los individuos registrados por comparación directa con registros previamente publicados (O'Farrel y Miller, 1997; 1999; O'Farrel y Gannon, 1999; O'Farrel *et al.*, 1999; Ochoa, *et al.*, 2000; Miller, 2003; Macswiney, 2006).

Cada llamada o registro acústico puede estar constituida por uno o varios pulsos, y se pueden medir varias variables (Corben, 2004). Estudios previos han demostrado que algunas de éstas son de mayor utilidad para caracterizar las vocalizaciones (e. g., O'Farrel y Miller, 1997, O'Farrel y Miller, 1999; O'Farrel, *et al.*, 1999; Miller, 2003, Corben, 2004; Miller, 2004). En este estudio decidimos emplear las seis recomendadas por Corben (2004): duración del pulso en milisegundos (ms); frecuencias máxima, mínima, media y característica del pulso, todas en kHz y la pendiente del pulso en kHz/ms (Gannon *et al.*, 2004). Para resumir la información se promediaron los valores de cada variable por secuencia de pulsos, y se calcularon las medias, rango y desviación típica de los promedios de todas las secuencias con más de dos pulsos obtenidos para cada especie. Los valores mostrados en el

texto corresponden a los valores promedio de cada variable.

## Resultados y discusión

Las redes estuvieron desplegadas 38.5 horas en total, sumándose un esfuerzo de muestreo total de 1,011 metros-red•hora, con un promedio diario de 168.5 en toda la zona. Con este esfuerzo se capturó un solo individuo del murciélago nectarívoro *Glossophaga soricina*. El esfuerzo de muestreo acústico sumó un total de 23.8 horas, muestreándose 3.9 horas diarias en promedio. En total se obtuvieron 485 pulsos agrupados en 85 secuencias. Se identificaron cinco especies y dos fonotipos (vocalizaciones de organismos de especies distintas pero solo determinadas hasta género) pertenecientes a tres familias: Mormoopidae, Vespertilionidae y Molossidae (Cuadro 1). El esfuerzo de muestreo con redes de niebla fue significativamente mayor que el empleado en el muestreo acústico ( $t$ -student=11.39,  $gl$ =5,  $P$ < 0.01).

Los pulsos de ecolocación de los mormópodos *Pteronotus parnelli* y *P. personatus* se diferencian claramente porque los del primero presentan un prominente elemento de frecuencia constante de larga duración (15 ms o más, inusual en otros murciélagos neotropicales), tiene una frecuencia característica de 124 kHz, alcanzando una frecuencia máxima de 128 kHz y mínima de 78 kHz (Cuadro 1), según el sistema de cruces por cero utilizado en *Anabat* y *Analog* (O'Farrel y Miller, 1997, 1999). En cambio, los pulsos de *P. personatus* son mucho más cortos

(menos de 2.6 ms) mostrando una frecuencia característica de 81 kHz, una frecuencia máxima de 94 y una mínima de 61 kHz. Los pulsos del Vespertiliónido *Lasiurus blossevillii*, presentaron una frecuencia característica de 61 kHz, frecuencias máxima y mínima de 70 y 48 kHz respectivamente y una duración de unos 4 ms (Miller, 2003). Se registró un fonotipo de un individuo del género *Myotis* que no pudo ser determinada hasta el nivel de especie porque no existen registros acústicos de referencia de la mayoría de especies de este género (Miller, 2003; O'Farrel, *et al.*, 1999).

Los pulsos registrados del molósido *Cynomops mexicanus* presentaron una duración de 6 ms, frecuencias máxima, mínima y característica de 69, 53 kHz y 62 kHz, respectivamente (Cuadro 1). Los pulsos de *Tadarida brasiliensis* presentaron una frecuencia característica de 38.7 kHz, frecuencias máxima y mínima de 47.3 a 36.4 kHz y una duración de 5.4 ms. Se registró un fonotipo de un individuo del género *Molossus*, sin embargo no fue posible la determinación hasta el nivel de especie, debido a que en la zona se han registrado cuatro especies (*M. rufus*, *M. molossus*, *M. aztecus* y *M. sinaloe*) y no existen grabaciones de referencia para todas ellas (Miller, 2003; Water y Gannon, 2004). La Figura 1 muestra un esquema con las características típicas de las llamadas de las tres especies de molósidos registradas en este estudio superpuestas para su comparación.

De las especies registradas en este estudio, destaca *C. mexicanus* porque

Cuadro 1. Listado de especies registradas en La Ventosa y caracterización de sus llamadas.  
*n*= número de ejemplares en el caso de capturas o número de registros acústicos.  
 1= especie capturada, 2= registro acústico.

Familia/Especie	Duración (ms)	Frec. máxima (kHz)	Frec. mínima (kHz)	Frec. media (kHz)	Frec. característica (kHz)	Pendiente característica (kHz/ms)	n
<b>Phyllostomidae</b>							
<i>Glossophaga soricina</i> <sup>1</sup>	---	---	---	---	---	---	1
<b>Mormoopidae</b>							
<i>Pteronotus parnellii</i> <sup>2</sup>	15.18	128.35	78.41	122.30	123.99	24.80	12
<i>Pteronotus personatus</i> <sup>2</sup>	2.62	94.65	61.59	77.57	81.04	-38.21	60
<b>Vespertilionidae</b>							
<i>Lasiurus blossevillii</i> <sup>2</sup>	4.05	70.41	48.60	61.08	62.23	-117.74	154
<i>Myotis sp.</i> <sup>2</sup>	8.80	105.77	33.63	66.49	69.35	87.11	11
<b>Molossidae</b>							
<i>Cynomops mexicanus</i> <sup>2</sup>	6.16	69.4	53.05	62.57	62.32	-13.83	218
<i>Molossus sp.</i> <sup>2</sup>	12.88	66.24	30.49	57.62	62.32	9.40	24
<i>Tadarida brasiliensis</i> <sup>2</sup>	5.49	47.36	36.44	41.02	38.70	-21.74	5

se trata de una especie considerada como amenazada por legislación mexicana (SEMARNAT, 2002) y porque la presencia de la especie en Oaxaca hasta la fecha se limitaba a un solo ejemplar colectado a 5 millas al este de Sola de Vega (96° 54' W, 16° 31' 12''N), municipio Villa Sola de Vega (Goodwin, 1969), por lo que el registro de La Ventosa representa una extensión de 208 km al Este de su distribución en el estado. Una posible explicación de la escasez de registros de ésta y otras especies de molósidos es su comportamiento de vuelo a gran altura, por encima del dosel forestal (Kalko *et al.*, 1996). Por ejemplo en Brasil esta especie se ha capturado en redes colocadas a 20 m de altura (Bernard, 2001). Los casos como el documentado en este trabajo y el de Macswiney *et al.* (2006) y Miller (2003) con la misma especie ilustran el potencial de la detección acústica para especies con estas características.

Aunque la detección acústica posee mayor efectividad que los métodos de captura convencional para registrar murciélagos que vuelan a grandes alturas, y requieren un esfuerzo menor (O'Farrell y Miller, 1997; O'Farrell y Gannon, 1999; Gannon *et al.*, 2003), muchos de los equipos son más caros que las redes de niebla y su uso efectivo requiere de cierto entrenamiento (Pearson *et al.*, 2000; Gannon *et al.*, 2003; Corben, 2004, Gannon y Sherwin, 2004). Por otra parte, las llamadas pueden variar considerablemente, dependiendo de la situación y especies diferentes usan llamadas similares en situaciones similares (Rydell *et al.*, 2002). También

se debe considerar que las llamadas de algunas especies pueden diferir entre zonas, por lo que las bibliotecas de referencia deben ser usadas con cautela. Por ejemplo, la amplitud y la duración de las llamadas de *P. parnellii* y *P. personatus* registradas en La Ventosa son similares a las registradas en Belice, Venezuela y la península de Yucatán (O'Farrell y Miller, 1997; 1999; Ochoa *et al.*, 2000; Rydell *et al.*, 2002), al igual que los registros de *Tadarida brasiliensis*, que no difieren de los observados en individuos grabados en Belice (O'Farrell *et al.*, 1999; Miller, 2003), pero los de *L. blossevillii* y *C. mexicanus* muestran una frecuencia característica mayor a lo registrado en Belice (Miller, 2003).

Por otra parte, la identificación acústica de las especies de la familia Phyllostomidae es especialmente difícil por la similitud en las características acústicas de las llamadas de muchas de ellas, o bien porque algunas emiten llamadas demasiado débiles para ser detectadas (O'Farrell y Miller, 1999). Sin embargo, representan el 40% de la quiróptero fauna nacional (Ceballos *et al.*, 2005) y 52.38% de las especies de murciélagos actualmente registradas en Oaxaca.

Aunque otros autores ya han destacado que los inventarios o el monitoreo empleando detectores ultrasónicos complementan la captura por medio de distintos dispositivos (e. g., Rydell *et al.*, 2002), esta situación es especialmente evidente en La Ventosa, porqué la única especie capturada no fue detectada acústicamente, mientras que ninguna de las especies que se

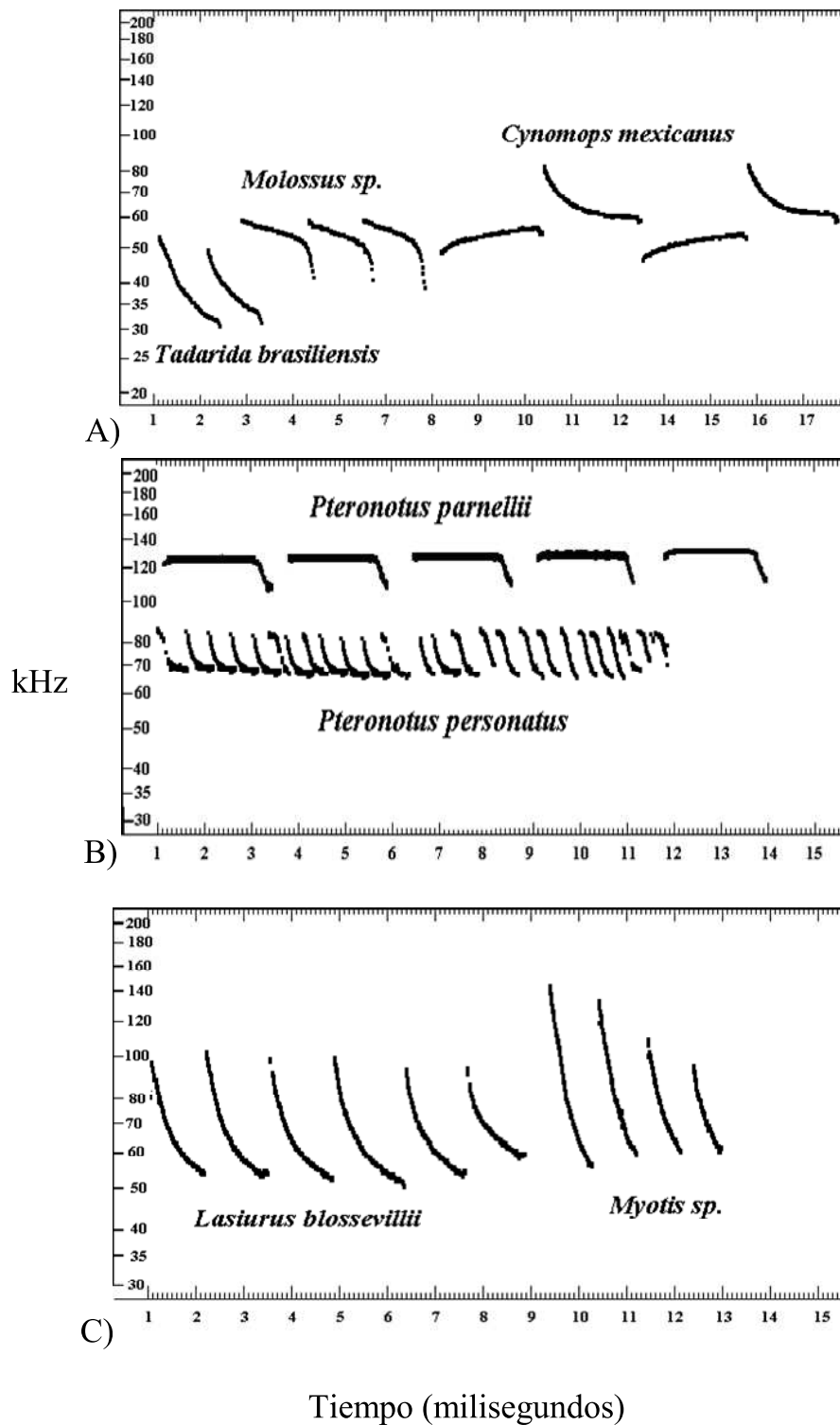


Figura 1. Representación esquemática de las llamadas típicas de los murciélagos molósidos (A), mormofidos (B) y vespertiliónidos (C) registradas en La Ventosa, Oaxaca, México.

registró por medio de sus llamadas fue capturada en redes. Aunque en zonas con vegetación densa se ha observado que la eficiencia de los métodos de captura no son diferentes a la de la detección acústica (Gannon *et al.*, 2003; Gannon y

Sherwin, 2004), los resultados de este estudio señalan que en zonas muy abiertas, con árboles poco numerosos y aislados, la detección acústica parece una técnica especialmente útil.

### Agradecimientos

A la M. C. S. Barbosa Polanco, al Ing. A. García Albino y al Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE) por invitarnos a participar en el monitoreo de murciélagos de otoño. El Instituto Politécnico Nacional proporcionó apoyo económico complementario (proyectos SIP-20070826 y SIP-20080431). La M.C. A. Alfaro y el Dr. A. Guillén-Servent hicieron valiosas sugerencias que permitieron mejorar la calidad del manuscrito.

### Literatura Citada

Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17, 115-126.

Briones-Salas, M., V. Sánchez-Cordero & A. Santos-Moreno. 2004. Diversidad de murciélagos en el gradiente altitudinal de la sierra Mazateca, Oaxaca, México. *In: Contribuciones Mastozoológicas en homenaje a Bernardo Villa*. Sánchez-Cordero, V. & R.A. Medellín. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales & R.A. Medellín. 2005. Lista sistemática de las especies. Pp. 73-95. *In: Los mamíferos silvestres de México*. G. Ceballos y G. Oliva. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México.

Corben, C. 2003. *Analook. Bat call analysis system*. Version 4.9g.

Corben, C. 2004. Zero-Crossing Analysis for bat identification: An Overview. *In: Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis*. Brigham, R.M., E.K.V. Kalko, G. Jones, S. Parsons & H.J.G.A. Limpens. Bat Conservation International.

Estrada, A. & R. Coates-Estrada. 2002. Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation* 2, 237-245.

Estrada, A., C. Jiménez, A. Rivera, & E. Fuentes. 2004. General bat activity measured with an ultrasound detector in a fragmented tropical landscape in Los Tuxtlas, Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation* 27, 5-13.

Fenton, B.M. 1997. Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy* 78, 1-14.

Findley, J.S. 1993. *Bats: A community perspective*. Cambridge University Press. New York.

Fleming, H.T., E.T. Hooper & D.E. Wilson. 1972. Three Central American bats communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology* 53, 555-569.

Gannon, W.L. & R.E. Sherwin. 2004. Are acoustic detectors a "silver bullet" for assessing habitat use by bats? *In: Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis*. Brigham, R.M., E.K.V. Kalko, G. Jones, S. Parsons & H.J.G.A. Limpens. Bat Conservation International.



- Gannon, W.L., R.E. Sherwin & S. Haymond. 2003. On the importance of articulating assumptions when conducting acoustic studies of habitat use by bats. *Wildlife Society Bulletin* 31, 45-61.
- García-García, J.L. & A. Santos-Moreno. 2008. Diversidad de cuatro ensambles de murciélagos en San Miguel Chimalapa, Oaxaca, México. *In: Avances en el estudio de los Mamíferos de México*. Lorenzo, C., E. Espinoza & J. Ortega. Vol. II. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. D. F., México.
- Goodwin, G.G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico in the American Museum of Natural History. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 141, 1-269.
- Hodgkison, R., D. Ahmad, S. Balding, T. Kingston, A. Zubaid, & T.H. Kunz. 2002. Capturing bats (Chiroptera) in tropical forest canopies. *In: The global canopy programme handbook: techniques of access and study in the forest roof*. Mitchell, A.W., K. Secoy & T. Jackson. Global Canopy Programme.
- Ibáñez, C., J. Juste, R. López-Wilchis, L. Albuja & A. Núñez-Garduño. 2002. Echolocation of three species of sac-winged bats (*Balantiopteryx*). *Journal of Mammalogy* 83, 1049-1057.
- Ibáñez, C., J. Juste, R. López-Wilchis, & A. Núñez-Garduño. 2004. Habitat variation and jamming avoidance in the echolocation call of the sac-winged bat (*Balantiopteryx plicata*). *Journal of Mammalogy* 85, 38-42.
- Íñiguez, L.I. 1993. Patrones Ecológicos en la comunidad de murciélagos de la Sierra de Manantlán. *In: Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Medellín, R.A. & G. Ceballos. Asociación Mexicana de mastozoología A. C. D.F., México.
- Jones, C.W., J. McShea, M.J. Conroy, & T.H. Kunz. 1996. Capturing mammals. *In: Measuring and monitoring biological diversity*. Wilson, D.E., F.R. Cole, F.D. Nichols, R. Rudran & M.S. Foster. Smithsonian Institution Press. U.S.A.
- Kalko, E.K.V., C.O. Handley, & D. Handley. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a neotropical bat community. *In: Long term studies in vertebrate communities*. Cody, M. & J. Smallwood. Academic Press.
- Kunz, T.H. & C.E. Brock. 1975. A comparison of mist nets and ultrasonic detectors for monitoring flight activity of bats. *Journal of Mammalogy* 56, 907-911.
- Kunz, T.H. & A. Kurta. 1988. Capture methods and holding devices. *In: Ecological and behavioral methods for study of bats*. Kunz, T.H. Smithsonian Institution Press.
- Kunz, T.H., C.R. Tidemann, & G.C. Richards. 1996. Small Volant mammals. *In: Measuring and Monitoring Biological diversity. Standard methods for mammals*. Wilson, D.E., J. Nichols, R. Rudran, R. Cole & M. Foster. Smithsonian Institution Press.
- Macswiney, G., M.C.B. Bolivar, F.M. Clarke, & P.A. Racey. 2006. Nuevos

- registros de *Pteronotus personatus* y *Cynomops mexicanus* (Chiroptera) en el estado de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 10, 80-87.
- Medellín, R.A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. In: *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Medellín, R.A. & G. Ceballos. Asociación Mexicana de Mastozoología, AC. D.F., México.
- Miller, B.W. 2003. *Community ecology of the Non-phylostomid bats of Northwestern Belize, with a landscape level assessment of the bats of Belize*. Tesis Doctoral. Durrell Institute of Conservation and Ecology, Universidad de Kent, Canterbury.
- Miller, B.W. 2004. Acoustic Surveys and Non-Phyllostomid Neotropical bats: How effective are they? In: *Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis*. Brigham, R.M., E.K.V. Kalko, G. Jones, S. Parsons & H.J.G.A. Limpens. Bat Conservation International.
- Montiel, S., A. Estrada, P. Leon. 2006. Bat assemblages in a naturally fragmented ecosystem in the Yucatan Peninsula, Mexico: species richness, diversity and spatio-temporal dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 22, 267-276.
- Ochoa, J., M.J. O'Farrell, & 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.
- O'Farrell, M.J. & W.L. Gannon. 1999. A comparison of capture versus acoustic techniques for bat inventories. *Journal of Mammalogy* 80, 24-30.
- O'Farrell, M.J., B.W. Miller, & W.L. Gannon. 1999. Qualitative identification of free-flying bats using the Anabat detector. *Journal of Mammalogy* 80, 1-23.
- O'Farrell, M.J. & B.W. Miller. 1997. A new examination of echolocation calls of some neotropical bats (Emballonuridae and Mormoopidae). *Journal of Mammalogy* 87, 954-963.
- O'Farrell, M.J. & B.W. Miller. 1999. Use of vocal signatures for the inventory of free-flying neotropical bats. *Biotropica* 31, 507-516.
- Parsons, S., A.M. Boonman, & M.K. Obrist. 2000. Advantages and disadvantages of techniques for transforming and analyzing chiropteran echolocation calls. *Journal of Mammalogy* 81, 927-938.
- Rydell, J., H.T. Arita, M. Santos, & J. Granados. 2002. Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. *Journal of the Zoological Society of London* 257, 27-36.
- Sánchez-Cordero, V. 2001. Elevation gradients of diversity for rodents and bats in Oaxaca, Mexico. *Global Ecology and Biogeography* 10, 63-76.
- SEMARNAT. 2002. *Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001*.

Protección ambiental- Especies nativas de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, segunda sección.

Simmons, N.B. 2005. Order Chiroptera. *In: Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference.* Wilson, D.E. & D.M. Reeder. Johns Hopkins University Press.

Tuttle, M.D. 1976. Collecting techniques. *In: Biology of bats of the new world family Phyllostomidae.* Part I. Baker, R.J., J.K. Jones & D.C. Carter.

Special Publications of the Museum, Texas Tech University.

Waters, D.A. & W.L. Gannon. 2004. Bat Call Libraries: management and potentials use. *In: Bat echolocation research: tools, techniques, and analysis.* Brigham, R.M., E.K.V. Kalko, G. Jones, S. Parsons & H.J.G.A. Limpens. Bat Conservation Internacional.

Recibido:

3 de octubre de 2008

Aceptado:

5 de junio 2009