



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**Centro Interdisciplinario de Investigación  
para el Desarrollo Integral Regional**

---

---

**USO DEL HÁBITAT POR LOS MURCIÉLAGOS  
(CHIROPTERA) EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO NAZAS,  
DURANGO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS**

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

**JORGE ALBERTO RASCÓN ESCAJEDA**

**DIRECTORA DE TESIS: DRA. CELIA LÓPEZ GONZÁLEZ**





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

*ACTA DE REVISIÓN DE TESIS*

En la Ciudad de Durango, Dgo. siendo las 12:00 horas del día 19 del mes de Febrero del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR-IPN Durango para examinar la tesis titulada:

"Uso del hábitat por los murciélagos (Chiroptera) en la cuenca baja del Río Nazas, Durango"

Presentada por el alumno:

**RASCÓN**  
Apellido paterno

**ESCAJEDA**  
Apellido materno

**JORGE ALBERTO**  
Nombre(s)

Con registro: 

B	0	7	1	2	5	3
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental

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

**LA COMISIÓN REVISORA**

Director(a) de tesis

Dra. Celia López Goñzález

Dr. Ricardo López Wilchis

Dra. Yolanda Herrera Arrieta

Dr. Marco Antonio Márquez Linares

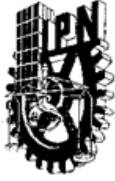
M. en C. Rebeca Álvarez Zagoya

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

Dr. José Bernardo Proal Nájera



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



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

México, D.F. a 10 de Junio del 2009

El Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR-IPN en su sesión Unidad Durango ordinaria No. 5 celebrada el día 12 del mes de Mayo conoció la solicitud presentada por el(la) alumno(a):

RASCÓN  
Apellido paterno

ESCAJEDA  
Apellido materno

JORGE ALBERTO  
Nombre (s)

Con registro: 

B	0	7	1	2	5	3
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de: Maestría en Ciencias en Gestión Ambiental

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:  
Uso del hábitat por los murciélagos (Chiroptera) en la cuenca baja del Río Nazas

De manera general el tema abarcará los siguientes aspectos:  
Aspectos ecológicos y biológicos de los murciélagos de la cuenca baja del Nazas

2.- Se designa como Director de Tesis al C. Profesor:  
Dra. Celia López González

3.- El trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:  
CIIDIR IPN Unidad Durango  
que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente hasta la aceptación de la tesis por la Comisión Revisora correspondiente:

El Director de Tesis

Dra. Celia López González

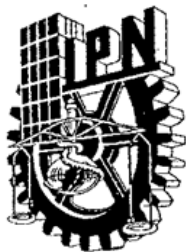
El Aspirante

Jorge Alberto Rascón Escajeda

El Presidente del Colegio



Dr. José de Jesús Hernández  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD DURANGO  
I.P.N.



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

***CARTA CESIÓN DE DERECHOS***

En la Ciudad de **DURANGO, DGO.**, el día **17** del mes **FEBRERO** del año **2010**, el (la) que suscribe **JORGE ALBERTO RASCÓN ESCAJEDA** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL** con número de registro **B071253**, adscrito a **CIIDIR IPN UNIDAD DURANGO**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la **DRA. CELIA LÓPEZ GONZÁLEZ** y cede los derechos del trabajo intitulado **"USO DEL HÁBITAT POR LOS MURCIÉLAGOS (CHIROPTERA) EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO NAZAS"**, 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 [jorge\\_albertore@hotmail.com](mailto:jorge_albertore@hotmail.com) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
RASCÓN ESCAJEDA JORGE ALBERTO  
Nombre y firma

Este proyecto se realizó con el financiamiento de CONACYT 089853 y SIP-IPN 0193. El documento fue elaborado bajo la dirección de la Dra. Celia López-González en el Laboratorio de Fauna Silvestre del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.

## **AGRADECIMIENTOS**

A las becas proporcionadas por  
CONACYT  
PIFI  
INSTITUCIONAL

Agradezco a la Dra. Celia López-González por la dirección del trabajo, asesoría, valiosísimos comentarios, por todo el conocimiento transmitido, el tiempo invertido en la realización de este documento y su amistad.

A los Dres. Marco Antonio Márquez Linares, Yolanda Herrera Arrieta, Ricardo López Wilchis (UAM-Iztapalapa), así como a los M. en C. Diego García Mendoza y Rebeca Álvarez Zagoya, por su revisión del trabajo sus valiosos comentarios y aportaciones al trabajo.

A la Dra. Martha González-Elizondo por la identificación de las plantas del área de estudio.

Agradezco a la familia Domínguez-Reyes por facilitarnos su casa durante el trabajo, también a las autoridades correspondientes de cada localidad de trabajo. A Don Martín Uriarte por facilitarnos hospedaje durante las últimas salidas a campo.

Agradezco a mis compañeros de trabajo; C. A. Longoria Quiroz, G. A. Tapia Ramírez, Diego F. García Mendoza, Nancy D. Lemus Medina, Perla García Hernández, por el trabajo realizado en el campo.

A mis padres Jorge Luis Rascón Rascón y María de Los Angeles Escajeda Orozco por haberme apoyado durante esta estancia en la Ciudad de Durango. Y a mi Familia.

## ÍNDICE

	Páginas
Relación de Figuras.....	iii
Relación de Cuadros.....	vi
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
I. Antecedentes.....	6
2.1.-Generalidades sobre los murciélagos.....	6
2.2.-Estudios sobre el uso del hábitat.....	6
2.3.-Estudios sobre el uso del hábitat por medio de detectores de Ultrasonidos.....	7
2.4.-Ecolocalización de las diversas especies de murciélagos.....	8
2.5.-Identificación de los murciélagos por medio de detectores acústicos.....	9
2.6.-Importancia del hábitat ripario para los murciélagos.....	9
2.7.-Importancia del hábitat agrícola para los murciélagos.....	10
2.8.-Importancia del hábitat desértico para los murciélagos.....	11
III. Justificación.....	12
IV. Objetivos.....	14
V. Métodos.....	15
5.1.-Descripción y ubicación del área de estudio.....	15
5.2.-Trabajo de campo.....	18
5.3.-Grabaciones de actividad de los murciélagos en transectos.....	19
5.4.-Captura de murciélagos.....	22
5.5.-Grabaciones de ultrasonidos de murciélagos capturados.....	23
5.6.-Construcción del catálogo de ultrasonidos.....	24
5.7.-Identificación de los sonidos de ecolocalización por medio del catálogo de ultrasonidos.....	26
5.8.-Datos ambientales.....	26
5.9.-Análisis de datos.....	27
VI. Resultados.....	28
6.1.-Descripción del ensamble de murciélagos por salidas.....	28
6.2.-Descripción y comparación de la actividad (pulsos).....	30
6.3.-Patrones de actividad por salida.....	32
6.4.-Comparaciones de la actividad entre hábitats.....	33
6.5.-Actividad medida como buzzes de caza por salida y hábitat.....	34
6.6.-Identificación de las especies de murciélagos por medio de detectores acústicos.....	34

6.7.-Variación espacial y temporal de las especies grabadas por hábitat, hora y salida.....	35
6.8.-Relación de la actividad de murciélagos con la temperatura ambiental.....	39
VII. Discusión.....	46
7.1.-Calidad de la información.....	46
7.2.-Correlaciones entre la temperatura ambiental y la actividad por salida y hábitat.....	46
7.3.-Diferencias de los niveles de actividad (pulsos y buzzes) por hábitat y salida.....	47
7.4.-Patrones de actividad a lo largo de la noche.....	49
7.5.-Patrón general del uso del hábitat.....	51
VIII. Conclusiones y Recomendaciones.....	54
IX. Literatura citada.....	57
Anexo I- Figuras.....	66
Anexo II- Cuadros.....	68



## RELACIÓN DE FIGURAS

	Páginas
Fig. 1. Ubicación del área de estudio, Ejido General Lázaro Cárdenas y Paso Nacional, municipio de Nazas, Durango, México.....	16
Fig. 2. Ubicación de los transectos marcados en los tres hábitats: ripario, agrícola y matorral.....	18
Fig. 3. Representación esquemática de las estaciones de muestreo marcadas para cada hábitat en el Ejido Lázaro Cárdenas y Paso Nacional. I primer día, II segundo, III tercero y IV cuarto día.....	20
Fig. 4. Imagen del programa BatSound donde se muestra el oscilograma con los parámetros utilizados para definir un pulso y un buzz de caza.....	22
Fig. 5. Imagen del programa BatSound Pro v.3.3, donde se muestran las distintas ventanas (10000, 200 y 50x) que se utilizaron para la medición de los pulsos.....	22
Fig. 6. Espectrograma en donde se muestra como se midieron los Intervalos (ms) entre pulsos.....	25
Fig. 7. Espectrograma donde se muestra la medición de la duración (en ms) de un pulso y la Frecuencia Máxima y Mínima en kHz.....	25
Fig. 8. Espectro de poder donde se muestra como se midieron la Frecuencia de máxima energía en kHz y la Intensidad máxima en dB..	25
Fig. 9. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la primera salida (3 al 6 de mayo del 2008), en el hábitat ripario. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	40
Fig. 10. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la segunda salida (31 de mayo al 03 de junio del 2008). Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	40
Fig. 11. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la	

tercera salida (28 al 31 de agosto del 2008) en el hábitat ripario. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	41
Fig. 12. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la cuarta salida (24 al 27 de octubre del 2008) en el hábitat ripario. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	41
Fig. 13. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la primera salida (3 a 6 de mayo del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	42
Fig. 14. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la segunda salida (31 de mayo al 03 de junio del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto .....	42
Fig. 15. Número de pulsos registrados durante cuatro noches de trabajo para la tercera salida (28 al 31 de agosto del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto .....	43
Fig. 16. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la cuarta salida (24 al 27 de octubre del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	43
Fig. 17. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la segunda salida (31 de mayo al 03 de junio del 2008) en el matorral. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	44
Fig. 18. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la tercera salida (28 al 31 de agosto del 2008) en el matorral. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	44
Fig. 19. Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la cuarta salida (24 al 27 de octubre del 2008) en el matorral. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.....	45

Fig. 20. Ejemplo de una ficha informativa del catálogo de ultrasonidos. 67

## RELACIÓN DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Ubicación de los puntos de muestreo acústico marcados en los tres hábitats y su coordenada correspondiente en UTM Zona 13-N. E= este, N= Norte.....	19
Cuadro 2. Estadística básica para señales acústicas características de 17 especies de murciélagos. Datos utilizados como base para la identificación de las grabaciones de este trabajo. Tomadas de Rascón <i>et al.</i> (datos no publicados).....	69
Cuadro 3. Murciélagos identificados con ayuda de los catálogos de ultrasonidos y capturados en redes para dos localidades del municipio de Nazas, Durango. Nomenclatura según Ceballos <i>et al.</i> (2002). Se conserva el nombre de <i>Myotis occultus</i> propuesto por Simmons (2005). *especie capturada, **grabada, *** capturada y grabada.....	28
Cuadro 4. Murciélagos capturados y grabados por temporada (secas y lluvias), salida (03-06 de mayo, 31 de mayo al 03 de junio, 28-31 de agosto y 24-27 de octubre) y hábitat (R= ripario, A= agrícola, M= matorral) para un ciclo anual. Los números corresponden a ejemplares capturados; – no se registró la especie; r= registros acústicos.....	30
Cuadro 5. Pulsos y buzzes de caza por noche, hábitat y salida. Promedio de la actividad (pulsos y buzzes) para las cuatro noches de trabajo.....	31
Cuadro 6. Resultados del Anova de dos vías para la actividad de murciélagos por salida y hábitat. A= resultados del Anova de pulsos por salida y hábitat y su interacción. B= resultados del Anova para buzzes por salida y hábitat y su interacción. C= Resultados de la prueba de Tukey para pulsos y buzzes por hábitat y salida. Los resultados de esta prueba están acomodados de mayor a menor de acuerdo al promedio de actividad por hábitat y salida. Resultados significativos, $\alpha= 0.05$ . Las líneas en la prueba de Tukey unen medias que no son significativamente diferentes. R= 10879; A= 4332; M= 893.....	32
Cuadro 7. Especies identificadas a través del tiempo (5 horas de trabajo) por hábitat y salida.....	38

Cuadro 8. Resultados del coeficiente de correlación de Spearman entre la actividad (pulsos y buzzes) con la temperatura ambiental. \*Resultados significativos,  $\alpha= 0.05$ . NaN: son ausencia de datos. Fechas de salida: 03-06 de mayo, 31 de mayo al 03 de junio, 28-31 de agosto y 24-27 de octubre.....

39

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue documentar, mediante capturas y el uso de detectores acústicos, las especies de murciélagos que ocurren en una localidad de la cuenca baja del Río Nazas, describir y comparar el uso que dan los murciélagos a tres hábitats (ripario, agrícola y matorral) a lo largo del tiempo (4 temporadas en 2008), y determinar si existe una relación entre la actividad y la temperatura. Se registraron 18 especies; los forrajeadores aéreos se registraron en los tres hábitats, los insectívoros de sustrato en los cultivos, los de cuerpos de aguas, de bosque y áreas abiertas en el bosque ripario y áreas de cultivos. La actividad fue significativamente mayor en mayo y agosto, y en río y cultivos. Se encontró una interacción significativa entre ambos factores. Los picos de actividad se registraron sin patrón aparente. La actividad fue mayor en el río pero la diversidad de especies mayor en los cultivos. La correlación entre actividad y temperatura no fue significativa, probablemente porque aquella no llega a ser tan baja como para tener un efecto detectable. En general, la presencia permanente de agua superficial y la diversidad de cultivos en el sitio parece estar determinando la estructura y dinámica del ensamble de murciélagos en tiempo y espacio, y propiciando una alta diversidad. Esto se puede deberse a una alta disponibilidad de alimento (esencialmente insectos) y agua. A diferencia de otros sitios, en el área de estudio la modificación antropogénica parece tener un efecto positivo en el ensamble de quirópteros. Sin embargo, es necesario realizar estudios que permitan establecer las relaciones entre la actividad de los murciélagos, las poblaciones de insectos de los que se alimentan y la relación de ambos con los cultivos, que permitan evaluar esta hipótesis.

**Palabras clave:** Chiroptera, uso del hábitat, actividad, Río Nazas.

## ABSTRACT

Using mist nets and acoustic detectors, differences in habitat use were evaluated among habitats (riparian, agricultural, desert scrub), sampling seasons (May, June, August, October), and their interactions through an annual cycle, in one locality at the lower Nazas river basin. Significance of the relationship activity-temperature was also assessed. A total of 18 species were recorded or captured. Aerial insectivores were common in the three habitats. Gleaners occurred more frequently in crops; and forest and clearing aerials, as well as water surface foragers, occurred in riparian forest and agricultural areas. Bat activity was significantly higher in the riparian habitat and in May, the interaction between factors also was significant. Bat species richness was highest in the crops. Activity peaked through nights, habitats, and seasons with no apparent pattern. No significant relationship between activity and temperature was detected, probably because the lower threshold at which temperature affects activity was not reached. In general, the continuous presence of superficial water, as well as the diversity of crops in the area may generate a high availability of insects and drinking water, therefore being the driving factors of the structure and dynamics of the site species assemblage, both in time and space. Unlike other areas, in our site anthropogenic modification seems to have a positive effect in the bat species assemblage. Nonetheless, further research is needed to test this hypothesis, in particular the possible association between bat activity and insect populations, and the relationship between both and the agricultural dynamics need to be assessed.

**Keywords:** Chiroptera, habitat use, activity, Río Nazas.

## I. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos son organismos importantes dentro de una gran variedad de comunidades naturales, sin embargo algunos de los aspectos básicos de su biología son poco conocidos debido a las dificultades que se presentan al momento de estudiarlos, ya que son organismos nocturnos y presentan la capacidad de volar (Altringham, 1996). Los murciélagos presentan atributos ecológicos que benefician a los ecosistemas; un ejemplo de esto es que algunas especies de murciélagos se alimentan de insectos, disminuyendo así poblaciones que pudieran convertirse en plagas (Hill y Smith, 1984; Lee y McCracken, 2002). Otro grupo de murciélagos participa indirectamente en la polinización de algunas plantas de importancia comercial, como el maguey pulquero (*Agave salmiana*), el agave mezcalero (*A. angustifolia*) y el agave azul o tequilero (*A. tequilana*) plantas de gran tradición e importancia económica en México (Arita y Martínez del Río, 1990). Otras especies de murciélagos se alimentan de frutos y dispersan semillas en zonas tropicales (Hill y Smith, 1984). Resulta de vital importancia entender la relación que hay entre esos organismos y su hábitat, ya que esta información es esencial para mantener la biodiversidad e integridad de los ecosistemas (Sherwin *et al.*, 2000).

Los murciélagos enfrentan cada noche la necesidad de alimento y de refugio, ya sea que el alimento se encuentre cercano a sus refugios o bien que los murciélagos tengan que recorrer grandes distancias para obtenerlo (Hill y Smith, 1984). Los murciélagos toman el alimento del suelo, sobre las copas de los árboles, en cuerpos de agua en reposo, sobre el follaje de la vegetación (Altringham, 1996) y en el aire, utilizando distintas llamadas de ecolocalización y combinaciones de frecuencias (ej. FM-FC-FQC, Kalko, 1998) para buscar y capturar a sus presas (Racey, 1998).

La movilidad de los murciélagos para viajar grandes distancias con un costo energético relativamente bajo (Fenton y Rautenbach, 1986; Fenton, 1997) les da



acceso a una gran variedad de hábitats y disminuye la dependencia de una sola área en particular (Findley, 1993).

La existencia de hábitats modificados intercalados con hábitats nativos podría estar contribuyendo a aumentar la diversidad de murciélagos y a favorecer a las especies que son capaces de utilizar pequeños parches de hábitat, mientras que las especies que dependen de parches más grandes para forrajear se ven afectadas (Racey, 1998). Por otra parte la conversión de los hábitats naturales a monocultivos afecta la calidad de forrajeo de los murciélagos (Ober, 2006), esto debido a la conversión de hábitats heterogéneos en hábitats monotípicos (Menzel *et al.*, 2005), dando lugar a una pérdida de relaciones ecológicas entre los organismos y su ciclo biológico; esto es, la alteración de sus hábitos alimenticios y probablemente de sus ciclos reproductivos (Begon *et al.*, 2006).

Algunos factores ecológicos como la heterogeneidad y disponibilidad de hábitat influyen en la composición de las comunidades de murciélagos. El bosque ripario es uno de los principales hábitats que prefieren los murciélagos insectívoros para llevar a cabo una parte de su ciclo biológico (Racey, 1998; Ober, 2006) ya que les provee de protección contra depredadores, agua, espacios abiertos dentro de la cubierta vegetal para la búsqueda de sus presas y espacios para refugiarse durante el transcurso del día. Otros hábitats que resultan también importantes para las comunidades de murciélagos son los ecosistemas agrícolas y desérticos; en los cuales las comunidades de murciélagos se alimentan o se refugian (Kunz, 1982). Las modificaciones en el caudal de los ríos y alteraciones de la composición de las comunidades vegetales a lo largo de los corredores riparios son factores que afectan indirectamente el comportamiento de forrajeo de los murciélagos (Racey, 1998).

En nuestro país existe un sin número de publicaciones relacionadas con los murciélagos, algunos de estos trabajos se enfocan en la composición de las comunidades de murciélagos para zonas tropicales (Medellín, 1993; Navarro y León-Paniagua, 1995), diversidad, abundancia (Moreno, 2000; Estrada *et al.*,

2004), selección de refugios (Ortiz-Ramírez *et al.*, 2006), estudios de conservación (Arita, 1993), etc. La mayoría de estos trabajos se refieren al centro o sur del país y abarcan períodos de uno o más años. Sin embargo para el norte del México, en especial para las zonas desérticas es escasa la información sobre las comunidades de murciélagos y su ensamblaje en los ecosistemas, ya sea naturales (ej. zonas desérticas) o modificados por el hombre (ej. agricultura).

Resulta de vital importancia conocer los usos que dan los diferentes organismos a los hábitats presentes en un ecosistema. Dado que hay poca información de las especies de quirópteros presentes en ambientes semidesértico para el norte de México y en particular en ecosistemas naturales intercalados con hábitats modificados por el hombre, lo que deriva en la importancia de este trabajo, ya que se utilizan herramientas y metodologías estandarizadas para el monitoreo de la actividad de murciélagos y la detección de las especies de murciélagos mediante detectores acústicos. Especialmente, no hay información de los ensambles de quirópteros que se encuentran habitando diferentes nichos dentro de un bioma como lo es el Desierto Chihuahuense (Begon *et al.*, 2006). Dado que existe poca información de las especies de quirópteros presentes en ambientes semidesérticos para el norte de México y en particular en ecosistemas naturales intercalados con hábitats modificados por el hombre, es imperativo realizar estudios a largo plazo para tratar de entender cual es el papel que juegan los murciélagos en los ecosistemas semidesérticos.

La presencia de agua permanente en la zona semidesértica permite el establecimiento de una gran diversidad de flora y fauna en la ribera del Río Nazas (Hernández y García-Arévalo, 2007) lo que favoreció el establecimiento de numerosos asentamientos humanos, acompañados de grandes extensiones de cultivo, a cuyos extremos se encuentra la vegetación original; matorral xerófilo.

Este trabajo tiene por objetivo en conocer la composición del ensamble de murciélagos que habitan los diferentes hábitats que componen un paisaje

modificado por el hombre en la cuenca baja del Río Nazas, así como la respuesta de los mismos a las variaciones espaciales y temporales del paisaje.

## **II. ANTECEDENTES**

### **2.1.-Generalidades sobre los murciélagos**

Existen alrededor de 1100 especies de murciélagos distribuidos en todo el mundo, los cuales integran el segundo orden más diverso de mamíferos después de los roedores (Wilson y Reeder, 2003). México es considerado dentro de los países de mayor diversidad biológica; en lo que se refiere a mamíferos, se encuentran alrededor de 525 especies en nuestro país, de las cuales 137 pertenecen al orden Chiroptera (Ceballos y Oliva, 2005; Ramírez-Pulido *et al.*, 2005). Los murciélagos ocupan una gran diversidad de ecosistemas, como selvas, bosques templados, desiertos, zonas agrícolas y bosques riparios. Muchos murciélagos se alimentan de pequeños insectos y otros artrópodos, e influyen en la reducción de sus poblaciones; algunas especies son nectarívoras y frugívoras e intervienen en la regeneración de bosques y selvas ya que dispersan las semillas durante la noche (Hill y Smith, 1984). El tipo de hábitat en donde se alimentan puede encontrarse alejado de sus refugios, algunos murciélagos prefieren espacios abiertos o cerrados entre la vegetación, ecotonos, o cuerpos de agua; sus estrategias de alimentación pueden ser variadas, dependiendo de sus hábitos alimenticios (Kunz, 1982). Algunas especies de murciélagos suelen refugiarse en cuevas, troncos huecos, túneles abandonados y debajo de rocas, estos refugios se caracterizan por tener temperaturas adecuadas para la permanencia de los murciélagos durante el día (Hill y Smith, 1984).

### **2.2.-Estudios sobre el uso del hábitat**

Numerosos estudios enfocados en cómo los murciélagos usan el hábitat se han realizado en Sudamérica y Centroamérica (Fleming *et al.*, 1972; Kalko, 1998;

Stoner, 2001), Estados Unidos (Bell, 1980; Menzel *et al.*, 2005; Loeb y O'Keefe, 2006; Williams *et al.*, 2006), Canadá (Grindal, 1998; Grindal y Brigham, 1999; Hogber *et al.*, 2002), Europa (Rydell *et al.*, 1999; Russo y Jones, 2003) y algunos en México (Estrada *et al.*, 2004; Gómez-Ruiz, 2007; Torres-Morales, 2007). Varias investigaciones han examinado la actividad de forrajeo en diferentes estratos de la vegetación y la relación que hay entre la abundancia de insectos y la actividad de los murciélagos (Grindal y Brigham, 1999; Ober, 2006).

La selección del hábitat por los murciélagos está influenciada por diversos factores, entre ellos la disponibilidad de presas y factores ambientales (temperatura, humedad, viento, entre otros, Rydell *et al.*, 1999; Russo y Jones, 2003; Ober, 2006). Kusch y Scotte (2007) sugieren que las comunidades de plantas determinan la estructura física del medio ambiente y tienen una considerable influencia en la distribución e interacción con las especies de murciélagos. Kusch y colaboradores (2004) afirman que la heterogeneidad espacial del hábitat influye principalmente en la disponibilidad de presas y en la actividad de los murciélagos.

### **2.3.-Estudios sobre el uso del hábitat por medio de detectores de ultrasonidos**

Los detectores de ultrasonidos han sido establecidos como métodos estandarizados para llevar a cabo investigaciones sobre las actividades de los murciélagos en los distintos hábitats dentro de una comunidad natural (O'Farrell y Gannon, 1999; Sherwin *et al.*, 2000). Se ha estudiado el tipo de forrajeo que realizan durante la noche y algunas variables ambientales que pudieran estar relacionadas con su actividad (ej. temperatura, viento, humedad, etc., Korine y Pinshow, 2004; Kusch *et al.*, 2004).

Los estudios sobre los murciélagos en México han experimentado un notable incremento durante las últimas décadas (Ceballos y Oliva, 2005). La mayoría de los trabajos están enfocados en ecología, zoogeografía, biología de la

reproducción y estudios moleculares (Neuweiler, 2000). Sin embargo, en los últimos años se han publicado numerosos trabajos relacionados con el uso del hábitat y la actividad de los quirópteros (Grindal y Brigham, 1999); estos estudios tratan de explicar la relación que hay entre éstos y el hábitat, principalmente en aquellas especies que se alimentan de insectos (Meyer *et al.*, 2004). Estos estudios requieren de la ayuda de radiotransmisores y/o detectores de ultrasonidos. El subsecuente análisis de los datos obtenidos con los detectores permite la identificación de señales acústicas para comparar la actividad por hábitat y por especies de murciélagos durante la noche (Moreno, 2000).

#### **2.4.-Ecolocalización de las diversas especies de murciélagos**

Muchas especies de microquirópteros utilizan la ecolocalización para encontrar y capturar a sus presas. Las frecuencias usadas se encuentran generalmente entre 10 (audibles al oído humano) y 150 kHz (Grinnell, 1995). Los llamados de ecolocalización tienen estructura simple y estereotipada, con cambios de frecuencia y tiempo definidos. Los llamados de ecolocalización de los murciélagos tienen dos tipos de elementos, los de frecuencia modulada (FM), en el que la frecuencia cambia con respecto al tiempo, y los de frecuencia constante (FC) en los que ésta no cambia con respecto al tiempo (Schnitzler y Kalko, 1998). Algunas especies de murciélagos modifican estos tipos de señales de acuerdo al tipo de alimento y hábitat en donde se encuentren (Schnitzler y Kalko, 1998). Existen otros tipos de llamados, tales como los pulsos de frecuencia modulada de forma lineal (FLM), pulsos con periodo modulado de forma lineal (PLM), pulsos de tipo de frecuencia casi constante (FQC) y diferentes combinaciones entre estos componentes. Estas diferencias en la forma de pulsos están asociadas al tipo de forrajeo y el origen filogenético de los linajes de los murciélagos (Schnitzler y Kalko, 1998).

## **2.5.-Identificación de los murciélagos por medio de detectores acústicos**

Uno de los problemas que se tiene en cuanto al estudio de la actividad y el uso que dan los murciélagos a los diferentes hábitats, es la identificación en campo de las distintas especies de murciélagos que se encuentran en el lugar a estudiar (Milne *et al.*, 2004). Los detectores acústicos son herramientas útiles para el monitoreo de la actividad y se han implementado como método para llevar a cabo grabaciones de murciélagos durante la noche para posteriormente identificar estas grabaciones en el laboratorio (Kunz *et al.*, 1996). Durante el proceso de identificación de las llamadas se toma en cuenta la variación en su intensidad, tipos de armónicos, duración de la llamada, forma del pulso y otros atributos que permitan la identificación de las señales (Thomas *et al.*, 1987; Kunz *et al.*, 1996; Gannon *et al.*, 2004). En cuanto a la interpretación las mismas, algunos pulsos se ven afectados por factores ambientales, tales como la humedad excesiva en el ambiente, el viento y la precipitación (Parsons, 2004). Es importante tener en cuenta que para determinar las especies de murciélagos presentes en un área en particular, es necesario capturar individuos de diferentes especies y grabarlos para crear así un catálogo de referencia de las llamadas de ecolocalización de cada especie capturada (Kunz *et al.*, 1996).

## **2.6.-Importancia del hábitat ripario para los murciélagos**

Algunas especies de mamíferos usan regularmente los bosques riparios para completar alguna parte de su ciclo de vida, por ejemplo alimentarse, refugiarse, o como una ruta migratoria (Korine y Pinshow, 2004). En el área de estudio algunas especies de quirópteros insectívoros se refugian principalmente en bosques riparios, por ejemplo *Myotis lucifugus*, *M. californicus*, *M. yumanensis*, *M. volans*, *Eptesicus fuscus*, *Corynorhinus townsendii*, *Lasiurus cinereus* y *L. ega*, (Grindal, 1998; Menzel *et al.*, 2005). En estos ambientes buscan refugios en troncos huecos o grietas. Sus refugios se caracterizan por estar cercanos a cuerpos de agua y tener temperaturas ambientales adecuadas (25-40 °C; Kunz y

Lumsden, 2003). La zona riparia es de especial importancia para este gremio trófico de murciélagos, debido a que los provee no solo de refugios, si no también de alimento (Kusch *et al.*, 2004); el cual consiste principalmente de coleópteros, lepidópteros y dípteros (Racey, 1998; Patriquin y Barclay, 2003; Ober, 2006; Williams *et al.*, 2006); a menudo se alimentan sobre la vegetación y sobre cuerpos de agua en reposo (Racey, 1998). Al alimentarse, los murciélagos insectívoros transportan los nutrientes desde la zona riparia hasta sus refugios (Pierson, 1998), después, estos materiales orgánicos (ej. guano) son utilizados por los agricultores, quienes al extraerlo pueden alterar sus refugios produciendo que los murciélagos se dispersen hacia otros lugares (Kusch y Shotte, 2007).

### **2.7.-Importancia del hábitat agrícola para los murciélagos**

Se sabe que comunidades de murciélagos insectívoros representan un componente importante en los ecosistemas agrícolas, un ejemplo de esto son las poblaciones de *Tadarida brasiliensis*, esta especie llega a formar colonias que alcanzan el millón de individuos o más y que se alimentan durante cada noche de numerosas toneladas de insectos, que incluyen polillas y plagas de los cultivos (Cleveland *et al.*, 2006). Otras especies son atraídas hacia los cultivos debido a que representan un hábitat para los insectos que son consumidos por los murciélagos cada noche. También se sabe que en algunos lugares de Europa (Wickramasinghe *et al.*, 2003) los sistemas agrícolas podrían estar atrayendo una mayor cantidad de especies de murciélagos y que estos a su vez se ven influidos por el tipo de alimento que se encuentra en los campos cultivados (Walsh y Harris, 1996). También los murciélagos pueden estar utilizando corredores dentro de los cultivos para refugiarse o bien para viajar hacia otro tipo de hábitat para seguir alimentándose durante la noche (Hill y Smith, 1984). En este contexto, la utilización continúa de plaguicidas, los cuales se pueden acumular en los tejidos de estos animales causando numerosas enfermedades, podría estar afectando la salud de las poblaciones de quirópteros que los usan. Así, es imperativo saber

cual es el papel y la importancia que juegan los murciélagos en cultivos ya sea en sistemas monotípicos o heterogéneos.

### **2.8.-Importancia del hábitat desértico para los murciélagos**

Los murciélagos que se alimentan en las zonas desérticas están implicados en la función de polinizar algunas cactáceas y agaves (Hill y Smith, 1984); otros por su parte se alimentan de pequeños insectos y artrópodos durante la noche. Ambos grupos enfrentan la problemática de tomar agua (Bell, 1980) por lo que a veces tienen que viajar largas distancias para encontrar un cuerpo de agua (Racey, 1998). Además de la disponibilidad de agua y alimento, los murciélagos deben enfrentar la transformación del hábitat original en áreas de cultivo, el constante sobrepastoreo y las perturbaciones sobre sus refugios. Finalmente todas estas perturbaciones afectan directamente en la dispersión de los murciélagos hacia otros sitios.



### III. JUSTIFICACIÓN

En el norte de México se cuenta con escasa información sobre la actividad de los murciélagos y el uso que dan a hábitats semidesérticos, por lo cual es necesario llevar a cabo más estudios enfocados en este tema. En áreas aledañas al sitio de estudio (Jimulco, Mapimí, Cañón de Fernández) se tienen inventarios de flora y fauna, pero en el caso de la fauna, son los mamíferos de talla pequeña los más estudiados (Hernández y García-Arévalo, 2007). Sin embargo, en el área de estudio no existe un reporte alguno, ya sea de flora o fauna, aunque resultaría de gran importancia generar información del sitio, pues esta área ha sido modificada desde hace más de 100 años por los productores agrícolas, quienes se asentaron a lo largo de la ribera del Río Nazas para cultivar algodón y posteriormente otros tipos de cultivos.

Estudios previos del uso del hábitat por murciélagos realizados en otros países (ej. Canadá, Estados Unidos, México, Centro América, Sudamérica y Europa) arrojan resultados positivos en lo que se refiere al uso de detectores acústicos como herramientas empleadas en la identificación de especies de murciélagos, el monitoreo de la actividad y uso que dan los murciélagos a hábitats modificados (transformación del hábitat original en áreas de cultivo e intercalados con vegetación original).

Por otra parte, un área en particular interesante para realizar investigaciones sobre la fauna quiropterológica es la cuenca baja del Río Nazas. Este río presenta un sistema de drenaje endorreico, nace en la parte alta de la Sierra Madre Occidental en el Estado de Durango y desemboca en la Laguna de Mayrán, en Coahuila (a una altura de 1,150 msnm). La vegetación que se encuentra en los márgenes es de matorral rosetófilo, micrófilo, crasicale y vegetación acuática y ribereña. También se encuentran establecidas zonas agrícolas (aun lado de la franja de vegetación riparia), las cuales han modificado en gran parte el hábitat original que se asocia al cauce del río y lo han convertido

en zonas de cultivo de alfalfa, maíz, sorgo, plantaciones de nogales, etc. Junto a estos cultivos se encuentra aun vegetación de origen semidesértico (el matorral arriba descrito). El cauce del Río Nazas ha sido desviado para riego de los cultivos ubicados a lo largo del cauce de este río. La vegetación general que compone el bosque ripario es de sabinos, álamos, sauces, fresnos, huizaches, mezquites, bejucos, jarillas, etc. Estos tres hábitats (ripario, agrícola y desértico) pueden verse como un transecto de diversidad biológica que empieza en la zona de bosque ripario, pasando por las zonas de cultivos y terminando en el matorral.

La transformación del hábitat original en áreas de cultivo es un problema de nivel regional, nacional e internacional. La constante transformación de los ecosistemas en áreas agrícolas mecanizadas y el constante crecimiento de ciudades industriales, dan origen a una pérdida de la biodiversidad. De todo esto resulta primordial conocer el uso que dan los murciélagos a hábitats compuestos por vegetación modificada combinada con vegetación original.

#### IV. OBJETIVOS

- Describir el ensamble de murciélagos presentes en un sitio dentro de la cuenca baja del Río Nazas (Ejido General Lázaro Cárdenas y Paso Nacional, municipio de Nazas, Durango).
- Describir y comparar el uso que dan los murciélagos a tres hábitats (ripario, agrícola y desértico) en un sitio de la cuenca baja del Río Nazas.
- Comparar la actividad de los murciélagos entre salidas (mayo, junio, agosto y octubre del 2008) y hábitats (ripario, agrícola y matorral). En particular, se evaluarán las siguientes hipótesis:
  - 1.-Hipótesis nula: No existen diferencias significativas entre la actividad de los murciélagos y el tipo de hábitat en que se registran.
  - Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas entre la actividad de los murciélagos y el tipo de hábitat en que se registran.
  - 2.-Hipótesis nula: No existen diferencias significativas entre la actividad de los murciélagos por salidas.  
Hipótesis alternativa: Si existen diferencias significativas entre la actividad de los murciélagos por salidas.
  - 3.-Comparar la actividad de los murciélagos con la temperatura ambiental. En particular, se evaluará la siguiente hipótesis:  
Hipótesis nula: No existe una relación significativa entre la actividad de los murciélagos y la temperatura ambiental.  
Hipótesis alternativa: Existe una relación significativa entre la actividad de los murciélagos y la temperatura ambiental.

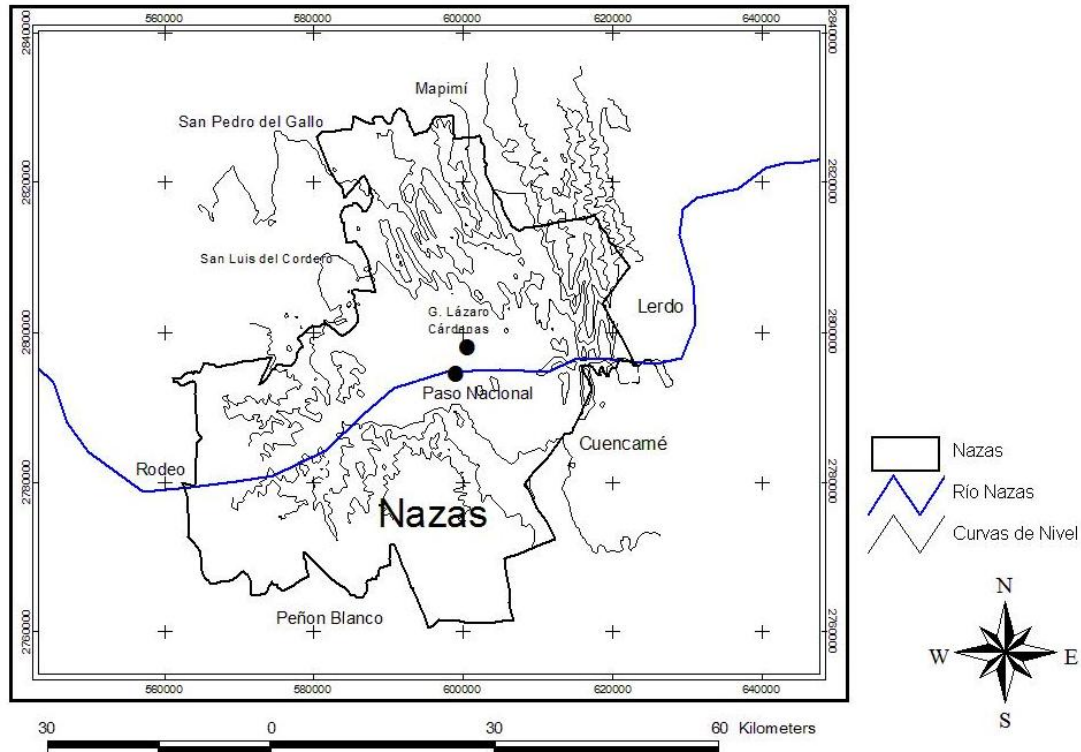
## V. MÉTODOS

### 5.1.-Descripción y ubicación del área de estudio

El trabajo de campo se realizó en dos localidades dentro de la cuenca baja del Río Nazas; Paso Nacional y General Lázaro Cárdenas, municipio de Nazas, Durango. El municipio de Nazas se encuentra ubicado al noreste del estado de Durango, colindando con los municipios de Cuencamé, Lerdo, San Juan del Río, Peñón Blanco, Rodeo, San Pedro del Gallo, San Luís del Cordero y Mapimí (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988; Fig. 1). Se caracteriza por ser atravesado por el Río Nazas, el cual se abastece de la Sierra Madre Occidental, sus aguas bajan a la Presa Lázaro Cárdenas en la cual se regula su flujo de acuerdo a las necesidades agrícolas; y el resto del caudal se almacena río abajo en la Presa Francisco Zarco, donde se hace una nueva regulación del flujo hacia la Región Lagunera.

La mayor parte del suelo del área de estudio está constituida por fluvisoles y luvisoles; la mayor parte del suelo del valle tiene uso agrícola tanto de riego como de temporal y las regiones montañosas circundantes son altamente productoras de orégano (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988).

Los sitios en los cuales se llevó a cabo el trabajo de campo se seleccionaron de modo que abarcaran los hábitats disponibles y por su accesibilidad. Existe una separación entre los tres hábitats de aproximadamente 600 m (entre el ripario y el agrícola) y 1 km (entre el agrícola y el matorral). Estos sitios representan un transecto de diversidad biológica dentro del Desierto Chihuahuense (Fig. 1).



**Fig. 1.** Ubicación del área de estudio, Ejido General Lázaro Cárdenas y Paso Nacional, municipio de Nazas, Durango, México.

La vegetación de la zona riparia incluye especies de árboles y arbustos como *Taxodium mucronatum* (Sabino), *Populus tremuloides* (álamo), *Salix* sp. (sauces), *Fraxinus* sp. (fresnos), *Acacia farnesiana* (huizaches), *Prosopis glandulosa* (mezquites), *Clematis* sp. (bejucos) y *Helianthemum chamaecistus* (jarillas).

La zona agrícola incluye cultivos como; sorgo, alfalfa, maíz, nogales, trigo y chile (Centro Nacional de Estudios Municipales, 1988). Los cultivos de sorgo (*Sorghum* sp.) y maíz (*Zea mays*) se siembran en el ciclo primavera-verano, el resto del tiempo el campo de ambos cultivos permanece sin siembra. En cambio el cultivo de avena (*Avena sativa*) se siembra en el ciclo otoño-invierno, y la alfalfa (*Medicago sativa*) es cortada cada mes y medio aproximadamente, las parcelas de alfalfa son usadas por 15 años.

El hábitat desértico se caracteriza por tener una comunidad vegetal de matorral rosetófilo y matorral micrófilo, elementos dominantes de estas asociaciones son: *Fouquieria splendens* (ocotillo), *Acacia farnesiana* (huizache), *Larrea tridentata* (gobernadora), *Prosopis glandulosa* (mezquite), *Agave lechuguilla* (lechuguillas), *Flourensia cernua* (hoja sen), *Opuntia rastrera* (nopal), *Cylindropuntia imbricata* (cardenche), *C. leptocaulis* (tasajillo), *Coryphanta* sp. (biznaga), *Euphorbia antisyphilitica* (candelilla), *Jatropha dioica* (sangre de drago), *Ferocactus hamatacanthus* (biznaga), *Grusonia* sp., *Yucca* sp., *Echinocereus enneacanthus* (pithaya), *Mammillaria grusonii*.

Los sitios de estudio están bajo dos regímenes hidrológicos: el de lluvias y el de riego; esto es, los cultivos dependen para su crecimiento de agua liberada por la presa General Lázaro Cárdenas en los ciclos agrícolas, que como ya se mencionó son dos de otoño-invierno y de primavera-verano; durante estos ciclos agrícolas, las compuertas permanecen abiertas todo el mes de marzo y son cerradas en abril, reabren en el mes de mayo para ser cerradas a finales del mes de agosto (Fernández, Comunicación personal). Salvo en casos excepciones, el resto del año las compuertas permanecen cerradas y entonces el nivel del río es considerablemente menor.

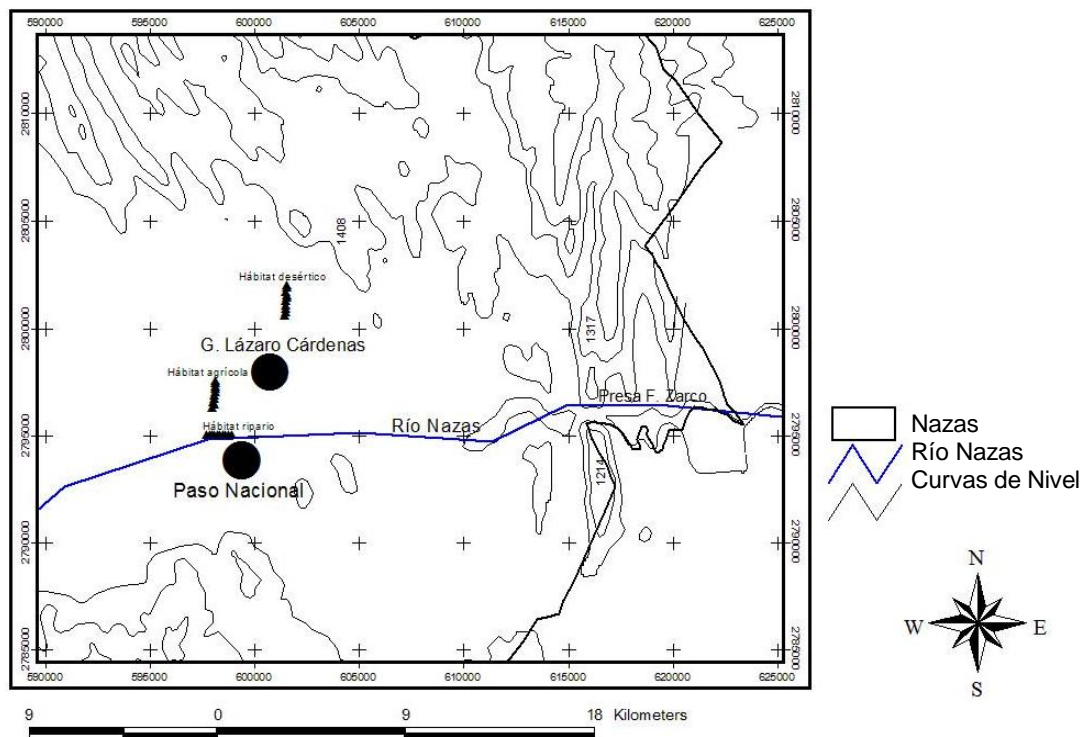
Por otra parte, la vegetación en el hábitat desértico depende enteramente del régimen de lluvias, el cual comienza desde el mes de mayo, cuando se registran las primeras lluvias moderadas (14.7 mm) y continua hasta octubre, registrándose la mayor precipitación en los meses de agosto (64.5 mm) y septiembre (59 mm; García, 1988).

En el año 2008 en el área de estudio las lluvias se registraron en el mes de agosto y se prolongaron hasta mediados del mes de septiembre. Las lluvias fueron tan abundantes que las compuertas de la Presa Lázaro Cárdenas fueron abiertas de manera paulatina y antes de tiempo, desbordando el río. La inundación del área se prolongó hasta mediados de octubre.

## 5.2.-Trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó durante cuatro salidas el 2008. Cada salida tuvo una duración de cuatro noches consecutivas. La primera fue del 03 al 07 de mayo, la segunda del 31 de mayo al 03 de junio, la tercera del 28 al 31 de agosto y la cuarta del 24 al 28 de octubre.

El diseño general fue un muestreo sistemático. La una unidad de muestreo, es un sitio, en cada uno se marcó una línea de 900 m de largo y con 10 puntos separados por 100 metros cada uno (Fig. 2, Cuadro 1). Para tener referencias sobre las especies de murciélagos del área de estudio en cada hábitat se colocaron 60 m/red/noche siempre en el mismo lugar y durante todo el trabajo. Al mismo tiempo se recorrieron simultáneamente transectos para grabar actividad durante cuatro noches consecutivas como se explica a continuación.



**Fig. 2.** Ubicación de los transectos marcados en los tres hábitats: ripario, agrícola y matorral.

**Cuadro 1.** Ubicación de los puntos de muestreo acústico marcados en los tres hábitats y su coordenada correspondiente en UTM Zona 13-N. E= este, N= Norte.

Punto	Ripario		Agrícola		Matorral	
	E	N	E	N	E	N
1	598946	2795931	599384	2796254	600733	2801002
2	598972	2795931	599394	2796354	600719	2801101
3	598997	2795807	599407	2796454	600716	2801101
4	599018	2795711	599415	2796554	600666	2801302
5	599066	2795648	599428	2796654	600677	2801401
6	599148	2795616	599440	2796753	600663	2801500
7	599244	2795580	599441	2796854	600653	2801600
8	599378	2795587	599421	2796954	600654	2801700
9	599458	2795568	599402	2797054	600637	2801806
10	599580	2795551	599400	2797154	600628	2801900

### 5.3.-Grabaciones de actividad de los murciélagos en transectos

En cada hábitat fueron marcados 10 puntos separados por 100 metros cada uno; a estos puntos se les llamó estaciones de muestreo. A su vez, estos puntos forman una línea, la cual fue dividida en dos tramos de 5 puntos cada uno, esos tramos se denominaron transectos (las líneas se recorrieron de ida y vuelta cada noche, por lo que se tienen entonces 20 muestras por noche y hábitat, Fig. 3).

En la primera noche de trabajo, en cada hábitat, se inició la grabación de la actividad de murciélagos en el primer punto del primer transecto, en la segunda noche, en el punto 6 del segundo transecto, en la tercera noche, en el punto 11 del tercer transecto y en la cuarta noche en el punto 16 del cuarto transecto (Fig. 3); esto se realizó con el objetivo de registrar la variación espacio-temporal de la actividad de murciélagos por hábitat y temporada. Este diseño aseguró que la variación espacial de cada hábitat se muestreara a lo largo de una línea de 900 m dos veces por noche y hábitat. Por otro lado, también permitió que se grabara en una misma estación de muestreo a diferentes horas en cada noche de trabajo (2 muestras por noche, para un total de 8 muestras por estación de muestreo durante el periodo de 4 noches), lo que da cuenta simultáneamente de la variación

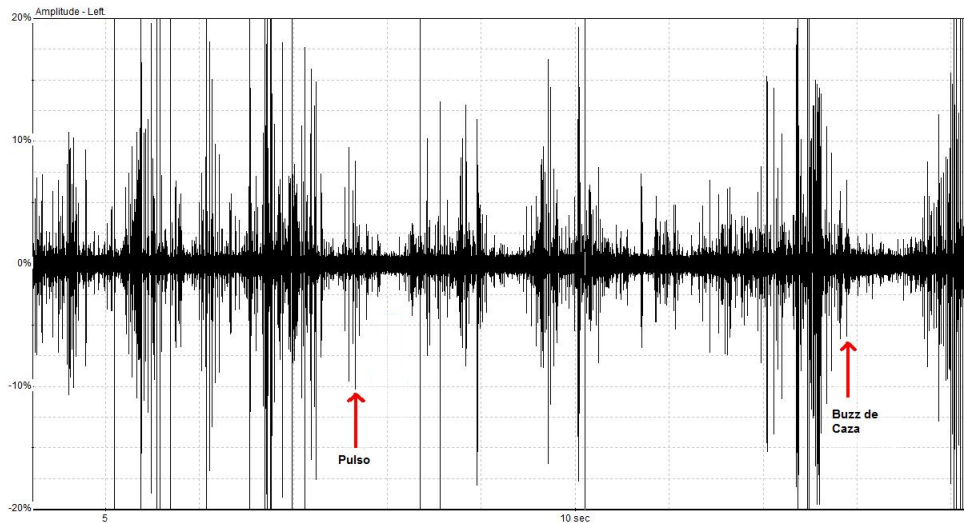




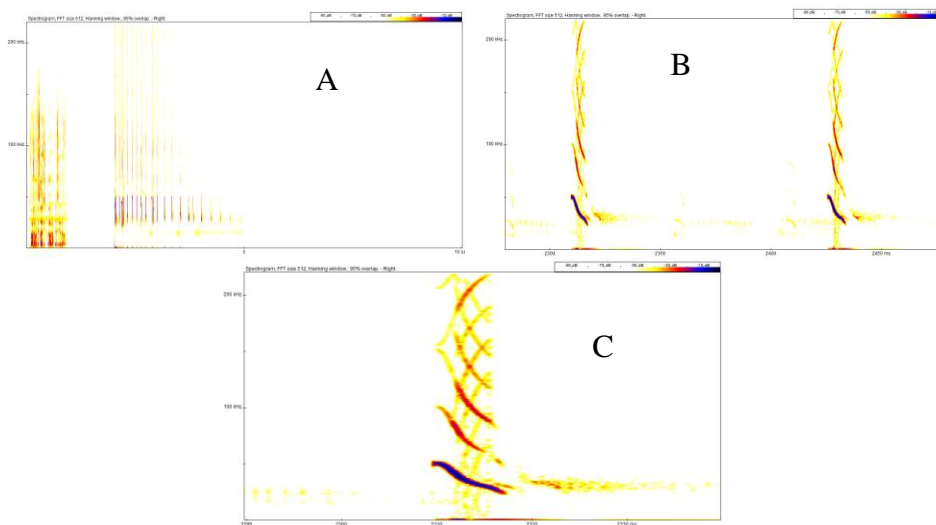
Las grabaciones de actividad por hábitat se realizaron con tres detectores de ultrasonido (Peterson Elektronik AB, D240X) conectados cada uno a una grabadora digital (Marantz PDM670). Las pistas grabadas durante todo el trabajo se llevaron al laboratorio donde se etiquetaron de la siguiente manera; fecha, hábitat, estación de muestreo, clave del día (A, B, C y D, cada letra corresponde a las noches de trabajo, ej. 241008A1A1915) y hora. Las pistas se almacenaron en un disco duro portátil y fueron llevadas al laboratorio para ser analizadas en el programa BatSound versión 3.3 (Peterson Elektronik AB, 2003).

Se utilizaron pistas grabadas en heterodino para medir la actividad de murciélagos, ésta se midió con base en el conteo de pulsos y buzzes de caza por unidad de tiempo. Un pulso se define como una vocalización simple emitida por un murciélago (Fig. 4) y un buzz de caza se define como una serie de pulsos de alta frecuencia de repetición continua que indica ataques de los murciélagos a sus presas (Griffin, 1958; Gannon *et al.*, 2004; Fig. 4). Dado que en algunas pistas existe interferencia causada por ruido externo durante las sesiones de trabajo, se procedió a estandarizar el conteo de pulsos y buzzes para todas las pistas, esto es; se registraron pulsos y buzzes de caza por encima del 0% observado en el Oscilograma (Fig. 4).

En el programa BatSound, se revisó el Oscilograma (canal izquierdo) y Espectrograma (canal derecho) bajo los siguientes settings: FFT (Fourier Fast Transform); 512 muestras; ventana FFT: Hanning; sobreposición FFT: 95%, milliseconds *per plot*= 10000 (Fig. 4), 1000, 200 y 50x *per plot* (Fig. 5), amplitud mínima: -20, máxima: 20; amplitud de retícula: 2; tiempo: 5 segundos, señal expandida a 10x, 3.1 segundos de grabación, trigger manual. Las secuencias de ultrasonidos fueron digitalizadas con una resolución de 16 bits y a una velocidad de muestreo de 44100 kHz, en tarjeta digitales (COMPACTFLASH™) de un GB de memoria. Las pistas grabadas durante cada sesión se llevaron a gabinete, donde se etiquetaron y respaldaron en un disco duro y en DVD's.



**Fig. 4.** Imagen del programa BatSound Pro v.3.3, donde se muestra el oscilograma con los parámetros utilizados para definir un pulso y un buzz de caza.



**Fig. 5.** Imagen del programa BatSound Pro v.3.3, donde se muestran las distintas ventanas A) 10000, B) 200 y C) 50x, que se utilizaron para la medición de los pulsos.

#### 5.4.-Captura de murciélagos

Con el fin de crear un catálogo de grabaciones de referencia para identificar a las especies grabadas durante los transectos y para completar el inventario de

murciélagos del área de estudio, se colocaron redes de niebla en cada hábitat y salida. Se abrieron a la hora del crepúsculo según lo marcó el GPS y se cerraron al término de la sesión de trabajo. Las redes se colocaron entre la vegetación de matorral, nogales, cultivos, cerca de canales de riego y en los márgenes del Río Nazas, a una distancia de aproximadamente 50 m de las estaciones de muestreo.

Los individuos capturados en redes se colocaron de manera individual en bolsas de tela las cuales fueron etiquetadas con fecha/hora/hábitat y el nombre de la especie. Al término de la sesión de trabajo los ejemplares capturados fueron llevados al campamento. Al siguiente día se le tomaron los siguientes parámetros a cada individuo:

- Longitud del antebrazo: con un calibrador marca Truper<sup>®</sup> de acero inoxidable.
- Peso (g): con una balanza marca pesola<sup>®</sup>.
- Edad relativa: (adulto, subadulto y juvenil), mediante la observación del grado de osificación de los metacarpales (Anthony, 1988).
- Sexo.

Condición reproductiva: para las hembras se registró el grado de desarrollo mamario (presencia de leche y ausencia de pelo alrededor de la mama), observaciones sobre cópula y preñez (mediante palpaciones en el vientre), lactancia (carencia de pelo alrededor de la mama y desarrollo de la misma); por último se revisó si la vagina se encuentra abierta o cerrada y si hay tapón vaginal. Para los machos se tomaron la posición de los testículos (abdominales o escrotados) y la condición del epidídimo; lleno o vacío (Racey, 1982). Los ejemplares se identificaron siguiendo las claves de Medellín *et al.* (1997). Los ejemplares capturados y grabados fueron ordenados de acuerdo a sus estrategias alimenticias según Findley (1993).

### **5.5.-Grabaciones de ultrasonidos de murciélagos capturados**

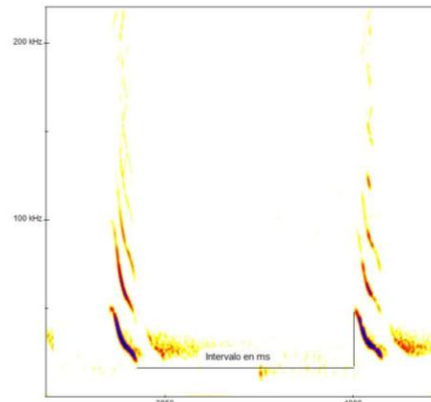
Los murciélagos colectados en redes la noche anterior fueron liberados y grabados al vuelo individualmente en modo expandido con un detector conectado

a una grabadora digital. La información obtenida para cada murciélago se guardó en una tarjeta digital (COMPACTFLASH™) de 64 MB de memoria. Los datos fueron analizados en el programa BatSound versión 3.3. Las grabaciones pasaron a formar parte del catálogo de ultrasonidos y de la fonoteca del Laboratorio de Fauna Silvestre del CIIDIR-IPN, Unidad Durango.

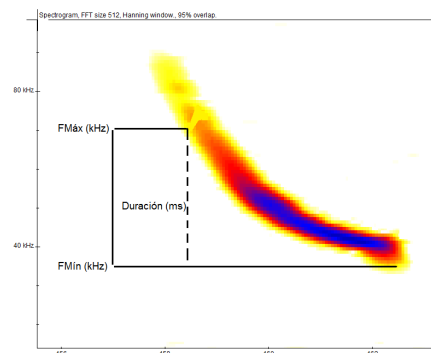
### **5.6.-Construcción del catálogo de ultrasonidos**

Para la construcción del catálogo de ultrasonidos, se utilizaron las grabaciones de 127 individuos de 17 especies de murciélagos correspondientes a cuatro áreas del Estado de Durango (Reserva de la Biosfera La Michilía, Municipio de Nazas, Municipio de Guanaceví y Lerdo). Estas grabaciones se han estado realizando en diversos proyectos desde el 2004 y continúan hasta la fecha.

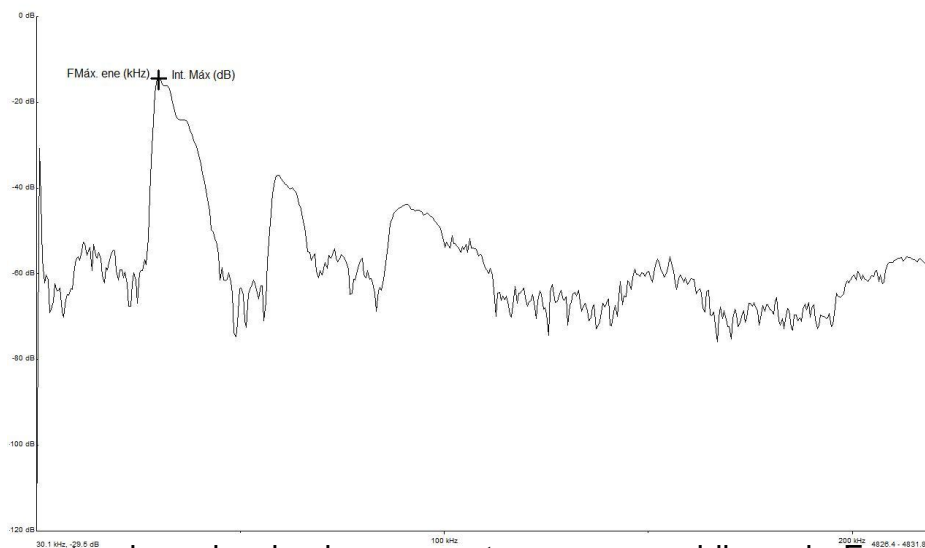
Para cada ejemplar se seleccionaron 10 pulsos que tuvieran suficiente energía, que estuvieran completos y que no estuvieran deformados por algún factor ambiental (ej. humedad, ruido, viento, etc., Gannon *et al.*, 2004). A cada pulso se le midió Frecuencia máxima (F<sub>máx</sub> en kHz), Frecuencia mínima (F<sub>mín</sub>, kHz), Frecuencia promedio (F<sub>med</sub>, kHz), Duración de la llamada (Dur en ms, Fig. 7), Frecuencia de máxima energía (F<sub>máxe</sub>, kHz), Intensidad máxima (Int. Max., en dB, Fig. 8), e Intervalo en tiempo entre pulsos (Int, en ms, Fig. 6). Todas estas medidas se tomaron como se describe en Gannon *et al.* (2004). Para todas ellas se obtuvo la media, máximo, mínimo y desviación estándar de todos los pulsos de todos los individuos, por especie. Con esta información se construyó el catálogo, que incluye para cada especie una tabla con la estadística básica (Anexo 2, Cuadro 2) obtenida de las mediciones tomadas, una breve descripción de la especie, de las señales acústicas, foto de un ejemplar de la especie y una imagen de los pulsos (Fig. 20).



**Fig. 6.** Espectrograma en donde se muestra como se midieron los Intervalos (ms) entre pulsos.



**Fig. 7.** Espectrograma donde se muestra la medición de la duración (en ms) de un pulso cualquiera y la Frecuencia Máxima y Mínima en kHz.



**Fig. 8.** Espectro de poder donde se muestra como se midieron la Frecuencia de máxima energía en kHz y la Intensidad máxima en dB.

### **5.7.-Identificación de los sonidos de ecolocalización por medio del catálogo de ultrasonidos**

Las pistas obtenidas durante el trabajo se revisaron en una computadora portátil y fueron etiquetadas como se menciona en párrafos superiores. Para cada pista grabada en expandido y visualizando el espectrograma, tentativamente se localizaron murciélagos individuales. Cuando fue posible se midieron 10 pulsos consecutivos por individuo. Para cada individuo, se compararon las medidas y la forma de los pulsos con las tablas y las figuras del catálogo, respectivamente, con lo que se llegó a determinar a los individuos hasta especie. Para complementar la información de este catálogo, se utilizó además el catálogo de Gannon y Ding Fecha de consulta: Octubre, 2009 (<http://www.msb.unm.edu/mammals/batcall/>), del cual se utilizaron los espectrogramas de *Corynorhinus townsendii*, *Myotis ciliolabrum*, *M. occultus* y *M. thysanodes*, *Eumops perotis* y *Nyctinomops macrotis*. Sin embargo la información que se presenta de los pulsos en los espectrogramas para este catálogo se da en frecuencia dividida, por lo que se tiene sólo una porción de la información de los pulsos de las especies mencionadas anteriormente. Y estos datos obtenidos del catálogo en línea son descritos en otro programa ANABAT por lo que pueden ser poco confiables.

### **5.8.-Datos ambientales**

Durante las cuatro noches de trabajo y en cada salida, se obtuvieron los datos de la temperatura ambiental (°C) con un medidor marca Oakton<sup>®</sup> colocado siempre en el hábitat ripario. Se programó para tomar la lectura en intervalos de 15 minutos; estos intervalos corresponden al tiempo que pasa entre cada estación de muestreo. Al término de la sesión la información se pasó a una computadora portátil con el programa MicroLab<sup>®</sup> versión 3.11 (Oakton Instruments, 2002).

### **5.9.-Análisis de datos**

Se construyeron gráficas para apreciar el nivel de actividad de los murciélagos a través del tiempo (transcurso de la sesión de trabajo) y el espacio (distribución de la actividad de los murciélagos a través del transecto) por noche, hábitat y salida. Se graficó el nivel de actividad para las cuatro noches de trabajo medida como pulsos, que corresponden al eje de las "Z". En el eje de las "X" se representan los puntos del transecto numerados del 1 al 10 (cada punto es una estación de muestreo) y en el eje de las "Y" esta el tiempo transcurrido desde el inicio de la sesión de trabajo en intervalos de 15 minutos numerados del 1 al 20, los cuales equivalen a 300 minutos de grabación por noche.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las diferencias en la actividad de los murciélagos (medida como pulsos y buzzes de caza), entre temporadas y hábitats, sin embargo, visualizando la magnitud de pulsos y buzzes obtenidos por salidas, hábitats y noches de trabajo (Cuadro 4), se pudo apreciar que hay diferencias muy marcadas entre las cantidades de pulsos y buzzes registrados para las dos salidas dentro de una temporada de trabajo, por lo que entonces la actividad de los murciélagos se evaluó por salidas y no por temporadas. Usando un ANOVA de dos factores (salida y hábitat), se evaluaron las diferencias significativas entre la actividad (pulsos y buzzes) entre salidas y hábitats, y la interacción entre estos factores. Se realizó una prueba de recorridos múltiples (Tukey, HSD), para ver las diferencias de la actividad entre las cuatro salidas y los tres hábitats. Los datos de actividad fueron normalizados, calculando la raíz cuadrada de cada valor (Sokal y Rohlf, 1982).

Para determinar si la actividad de los murciélagos (pulsos y buzzes) esta relacionada con la temperatura ambiental se realizaron correlaciones de Spearman (Sokal y Rohlf, 1982), para cada salida y hábitat, promediando las observaciones de las cuatro noches a la misma hora, tanto para la actividad como para la temperatura ambiental. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo en el programa SPSS ver. 17 (Inc. 2007) y las gráficas de actividad se realizaron en el



programa MatLab<sup>®</sup> ver. 4.2c (1994). Las pruebas estadísticas se consideraron significativas a un nivel de  $\alpha = 0.05$ .

## VI. RESULTADOS

### 6.1.-Descripción del ensamble de murciélagos para cuatro salidas

En total se capturaron 50 individuos de 8 especies de murciélagos y se identificaron con ayuda de los catálogos de ultrasonidos 16. De las 16 especies identificadas por ultrasonidos, 6 fueron también capturadas en redes. El total de especies registradas fue de 18 para todo el estudio (Cuadro 3). Estas especies se agruparon en cinco grupos de acuerdo a su estrategia de alimentación según Findley (1993): Forrajadores aéreos de bosque (4), insectívoros de agua (4), insectívoros de sustrato (4), Forrajadores aéreos de áreas abiertas (4) y un polinívoro.

**Cuadro 3.** Murciélagos identificados con ayuda de los catálogos de ultrasonidos y capturados en redes para dos localidades del municipio de Nazas, Durango. Nomenclatura según Ceballos *et al.* (2002). Se utiliza el nombre de *Myotis occultus* propuesto por Simmons (2005). \*especie capturada, \*\*grabada, \*\*\* capturada y grabada.

Especie
<b>Familia Mormoopidae</b>
1.- <i>Mormoops megalophylla</i> *** (Peters, 1864)
<b>Familia Phyllostomidae</b>
<b>Subfamilia Phyllostominae</b>
<b>Tribu Glossophagini</b>
2.- <i>Choeronycteris mexicana</i> * Tshudi, 1844
<b>Familia Vespertilionidae</b>
<b>Subfamilia Myotinae</b>
3.- <i>Myotis auriculus</i> ** Baker y Stains, 1955

- 4.-*Myotis californicus*\*\* (Audubon y Bachman, 1842)
- 5.-*Myotis ciliolabrum*\*\* Merriam, 1886
- 6.-*Myotis occultus*\*\* Hollister, 1909
- 7.-*Myotis thysanodes*\*\* Miller 1897
- 8.-*Myotis velifer*\*\*\* (J. A. Allen, 1890)
- 9.-*Myotis volans*\*\* (H. Allen, 1866)
- 10.-*Myotis yumanensis*\*\* (H. Allen, 1864)

**Subfamilia Vespertilioninae**

- 11.-*Corynorhinus townsendii*\*\*\* (Cooper, 1837)
- 12.-*Eptesicus fuscus*\*\* (Beauvois, 1796)
- 13.-*Lasiurus cinereus*\*\*\* (Beauvois, 1796)
- 14.-*Lasiurus ega*\* (Gervais, 1856)

**Familia Antrozoidae**

- 15.-*Antrozous pallidus*\*\*\* (Le Conte, 1856)

**Familia Molossidae**

**Subfamilia Molossinae**

- 16.-*Eumops perotis*\*\* (Schinz, 1821)
- 17.-*Nyctinomops macrotis*\*\* (Gray, 1840)

**Subfamilia Tadarinae**

- 18.-*Tadarida brasiliensis*\*\*\* (L. Geoffroy, 1824)
- 

Las especies con mayor frecuencia de capturas durante el ciclo anual fueron *Antrozous pallidus* (n= 24) y *Myotis velifer* (n= 14, Cuadro 4). La frecuencia más alta de registros de especies identificadas acústicamente y capturadas en redes se dio en mayo y junio (Cuadro 4), en estos meses, las especies con mayor frecuencia de capturas son asimismo *Antrozous pallidus* y *Myotis velifer*; para agosto, *A. pallidus* fue el más abundante en cuanto a individuos (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Murciélagos capturados y grabados por salida (03-06 de mayo, 31 de mayo al 03 de junio, 28-31 de agosto y 24-27 de octubre) y hábitat (R= ripario, A= agrícola, M= matorral) para un ciclo anual. Los números corresponden a ejemplares capturados; – no se registró la especie; r= registros acústicos.

Hábitat	mayo				junio				agosto				octubre			
	R	A	M	Σ	R	A	M	Σ	R	A	M	Σ	R	A	M	Σ
<i>Choeronycteris mexicana</i>	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*	1	1
<i>Mormoops megalophylla</i>	1	1/r	*	2	*	1	*	1	*	*	*	0	*	*	*	0
<i>Eumops perotis</i>	*	/r	*	0	r	r	r	0	*	*	*	0	*	*	*	0
<i>Tadarida brasiliensis</i>	1/r	*/r	*/r	1	*/r	*/r	*/r	0	*/r	*/r	*/r	0	*/r	*/r	*/r	0
<i>Nyctinomops macrotis</i>	r	*	r	0	*/r	*/r	*/r	0	*/r	*/r	*/r	0	*/r	*	*	0
<i>Eptesicus fuscus</i>	r	r	*	0	*/r	*/r	*	0	*/r	*/r	*	0	*	*	*/r	0
<i>Antrozous pallidus</i>	7/r	11/r	1/r	19	2/r	*/r	1/r	3	1	1	*	2	*	*/r	*	0
<i>Myotis velifer</i>	3/r	*/i	6	9	*/r	5/r	*/r	5	*/r	*/r	*/r	0	*	*	*/r	0
<i>M. volans</i>	*	r	*	0	*	*/r	*	0	*	*	*	0	*/r	*	*/r	0
<i>M. californicus</i>	r	r	*	0	*	*/r	*	0	*	*/r	*	0	*	*	*/r	0
<i>M. ciliolabrum</i>	*	r	r	0	*/r	*	*/r	0	*	*/r	*/r	0	*	*	*	0
<i>M. yumanensis</i>	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*/r	*/r	0
<i>M. thysanodes</i>	*	*	*	0	*	*	*/r	0	*/r	*	*	0	*	*	*	0
<i>M. occultus</i>	*	r	*	0	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*/r	*	0
<i>M. auriculus</i>	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*	*	0	*/r	*	*	0
<i>Lasiurus cinereus</i>	1	*/r	*	1	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*	*/r	0
<i>L. ega</i>	*	*	*	0	*	1	*	1	*	*	*	0	*	*	*	0
<i>Corynorhinus townsendii</i>	*/r	2/r	*	2	*	*	*	0	*	*	*	0	*	*	*	0

Para regiones similares se ha registrado además *Leptonycteris nivalis*, *L. yerbabuena*, *Parastrellus hesperus*, *Idionycteris phyllostotis* y *Euderma maculatum* (Baker, 1956; Baker y Greer, 1962; Hall, 1981; Wilson *et al.*, 1985), pero en este estudio no se grabaron ni capturaron. *Leptonycteris nivalis*, *L. yerbabuena* y *Choeronycteris mexicana*, emiten señales de baja intensidad por lo que es difícil grabarlas con detectores acústicos (Fenton, 1981).

## 6.2.-Descripción y comparación de la actividad (pulsos)

En total se contaron 66,026 pulsos y 1026 buzzes de caza para cuatro meses de trabajo. En cuanto a la actividad registrada por salidas, el mes de agosto registró la mayor cantidad de pulsos con 100,951, seguida por el mes de mayo con 96,638 pulsos, en cuanto a buzzes de caza se refiere, el mes de mayo

registró 514 buzzes y agosto 363. En todas las salidas se registró más actividad de murciélagos (pulsos y buzzes) en el ambiente ripario, seguido por el agrícola y por último el matorral (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Pulsos y buzzes de caza por noche, hábitat y salida. Promedio de la actividad (pulsos y buzzes) para las cuatro noches de trabajo.

Fecha	Ripario	Agrícola	Matorral
Mayo	Pulsos/Buzzes	Pulsos/Buzzes	Pulsos/Buzzes
03-May-2008	9655/70	3596/69	97/0
04-May-2008	17103/84	5139/23	95/0
05-may-08	15506/140	3206/21	43/0
06-may-08	27066/102	3981/5	128/0
Promedio	17332/99	3980/29	90/0
Junio			
31-may-08	12643/31	6722/8	1003/0
01-jun-08	9575/33	9096/3	554/0
02-jun-08	7502/30	7881/1	352/0
03-jun-08	5446/10	3246/13	329/0
Promedio	8791/26	6736/6	559/0
Agosto			
28-ago-08	23625/47	6742/6	3283/25
29-ago-08	18088/47	2946/3	3484/30
30-ago-08	9104/83	8464/23	825/1
31-ago-08	17131/38	4836/25	2423/35
Promedio	16987/53	5747/14	2503/22
Octubre			
24-oct-08	657/0	592/0	569/0
25-oct-08	544/1	1507/0	432/1
26-oct-08	343/7	469/0	239/0
27-oct-08	93/0	906/8	441/0
Promedio	409/2	868/2	420/0.25

Los resultados del ANOVA de dos vías arrojaron lo siguiente; se encontraron diferencias y fueron significativas entre la actividad (pulsos y buzzes) por salida y hábitat y en la interacción entre salida y hábitat (Cuadro 6). Con los resultados de la prueba de Tukey para salidas, se pudieron distinguir los

siguientes grupos para pulsos: mayo y junio, y para buzzes: mayo y agosto, junio y octubre y junio y agosto (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Resultados del Anova de dos vías para la actividad de murciélagos por salida y hábitat. A= resultados del Anova de pulsos por salida y hábitat y su interacción. B= resultados del Anova para buzzes por salida y hábitat y su interacción. C= Resultados de la prueba de Tukey para pulsos y buzzes por hábitat y salida. Los resultados de esta prueba están acomodados de mayor a menor de acuerdo al promedio de actividad por hábitat y salida. Resultados significativos,  $\alpha = 0.05$ . Las líneas en la prueba de Tukey unen medias que no son significativamente diferentes. R= 10879; A= 4332; M= 893.

	Pulso	MS	gl	F	P
A	Salida	8160.48	3	38.41	0.00
	hábitat	18113.52	2	85.27	0.00
	salida*hábitat	2905.19	6	13.68	0.00
	Error	212.432	36		

	Buzzes	MS	gl	F	P
B	Salida	54.532	3	26.591	0.00
	hábitat	86.576	2	42.216	0.00
	salida*hábitat	17.209	6	8.391	0.00
	Error	2.051	36		

	Tukey test	Hábitat	P	Salida	P
C	Pulsos	<u>R</u> <u>A</u> <u>M</u>	0.00	<u>3</u> <u>1</u> <u>2</u> <u>4</u>	0.00
	Buzzes	<u>R</u> <u>A</u> <u>M</u>	0.00	<u>1</u> <u>3</u> <u>2</u> <u>4</u>	0.00

### 6.3.-Patrones de actividad por salida

Para el mes de mayo, se registraron dos picos de actividad de 3242 y 4808 pulsos. Estos dos picos corresponden, respectivamente, a la segunda y cuarta noches de trabajo en el hábitat ripario (Fig. 9). El pico mayor, registrado en la segunda noche, se observó en las últimas horas y estaciones de muestreo, el de la cuarta se registró en las primeras horas y estaciones de trabajo. En general los

picos de actividad para las cuatro noches en todos los hábitats se dan a todas horas y en todas las estaciones, pero no son de la misma magnitud (Fig. 9 a 19).

Para la salida de mayo-junio se registró un pico máximo de 3150 pulsos para el primer transecto de la primera noche de trabajo (Fig. 10) en el hábitat ripario, la actividad registrada para las siguientes noches es menor a los 1000 pulsos. Los picos de actividad se registraron también en todas las estaciones de muestreo y en todas las horas de trabajo (Fig. 10).

En el mes de agosto se registró un pico máximo de 2861 pulsos y varios de entre 1500 y 2500 pulsos en el hábitat ripario (Fig. 11). Esto picos ocurren en todas las horas y puntos de muestreo. En octubre, la actividad disminuye considerablemente en comparación con la registrada para las otras salidas. Para este mes, el pico más alto fue de 563 pulsos en el área agrícola (Fig. 16), y para el resto de los picos y hábitats fue menor que 200. Los picos para octubre se observaron en todas las horas y estaciones de muestreo.

#### **6.4.-Comparaciones de la actividad entre hábitats**

Los mayores picos de actividad se observaron en el hábitat ripario, seguido por el agrícola y por último el matorral. No se pudo observar un patrón definido de actividad para cada hábitat, se observaron a diferentes horas y en diferentes estaciones de muestreo, aunque con diferentes magnitudes. El nivel general de actividad disminuyó durante el mes de agosto y octubre para los tres hábitats.

Ripario.- Para este hábitat, los picos de actividad se registraron en todas las estaciones de muestreo y en todas las horas de trabajo (Fig. 9 a 12). Se registraron picos de 5177 y 4808 para el mes de mayo (Fig. 9). La actividad de los murciélagos registrada para este hábitat, disminuyó considerablemente durante los meses de agosto y octubre (Fig. 11 y 12).

Agrícola.- Los picos de actividad de murciélagos registrados para las cuatro salidas de trabajo, se registraron en todas las estaciones de muestreo y en todas las horas (Fig. 13 a 16). Durante los meses de mayo, mayo-junio y agosto, se

alcanzaron picos de 2176, 1619 1939 pulsos respectivamente. Para el mes de octubre, la cantidad de pulsos disminuyó a 153 pulsos en una noche.

Matorral.- No se tienen grabaciones de actividad para la primera salida en el matorral, pero en las tres salidas restantes, los picos de actividad se observaron en todas las estaciones de muestreo y en todas las horas de trabajo (Fig. 17 a 19). Comparada con los otros dos hábitats, la actividad en el matorral es mínima y se reduce aún más en octubre (Fig. 19), cuando no llega a ser mayor de 184 pulsos en una noche de trabajo.

### **6.5.-Actividad medida como buzzes de caza por salida y hábitat**

En cuanto a los buzzes de caza registrados para las cuatro salidas y en los tres hábitats, se registraron más en los meses de mayo y agosto, y la mayoría se registraron en el hábitat ripario (Cuadro 5). El patrón de actividad registrado como pulsos y buzzes es similar aunque las cantidades de los pulsos son superiores a los buzzes, pero son directamente proporcionales.

### **6.6.-Identificación de las especies de murciélagos por medio de detectores acústicos**

Con ayuda de los catálogos de ultrasonidos, se logró identificar un total 16 especies de murciélagos para las cuatro salidas (Cuadro 3). De las 16 especies registradas en las grabaciones, *Tadarida brasiliensis*, *Nyctinomops macrotis* y *Myotis velifer*, fueron las especies con más grabaciones por hábitat y salida (Cuadro 10). Los hábitats el ripario y el agrícola registraron un mayor número de especies que el matorral (Cuadro 7).

### **6.7.-Variación espacial y temporal de las especies grabadas por hábitat, hora y salida**

La mayoría de las especies fueron grabadas en el hábitat agrícola, seguido por el ripario y posteriormente el matorral. Especies como *Nyctinomops macrotis* y

*Tadarida brasiliensis*, se registraron en todos los hábitats y en todas las horas de trabajo. Sin embargo *T. brasiliensis* fue grabado en las cuatro salidas, aunque en el mes de octubre disminuyó su frecuencia de grabación. En cambio, *N. macrotis* sólo se grabó en el ripario del mes de octubre y en las primeras horas (Cuadro 7). *Eumops perotis* fue grabado con más frecuencia en el hábitat agrícola y ripario.

*Mormoops megalophylla* fue grabado sólo en el agrícola en el mes de mayo (Cuadro 7). *Lasiurus cinereus*, *M. ciliolabrum* y *M. occultus* se grabaron en el agrícola y matorral. *Myotis auriculus*, *M. yumanensis* y *M. thysanodes* fueron grabados solamente en octubre. *Antrozous pallidus* fue grabado con mayor frecuencia en los campos agrícolas, en tanto que *Corynorhinus townsendii* solo se grabó en mayo en el ambiente agrícola y ripario.

Durante agosto y octubre se grabaron muy pocas especies en los transectos, esto probablemente ocurrió debido a que en el mes de agosto se registraron lluvias y se prolongaron hasta el mes de septiembre. Para el año 2008, las lluvias fueron tan abundantes, que las compuertas de la Presa General Lázaro Cárdenas aguas arriba fueron abiertas para evitar el desbordamiento, registrando así una inundación en el área de estudio, lo cual impidió trabajar en el siguiente mes (septiembre) y retrasó la grabación hasta octubre.



**Cuadro 7.** Especies identificadas a través del tiempo (5 horas de trabajo) por hábitat y salida. 1=Forrajadores aéreos de bosque; 2=insectívoros de agua; 3=insectívoros de sustrato; 4=Forrajadores aéreos de áreas abiertas y 5= nectarívoro, según Findley (1993):

Hora	03-06 mayo					31 mayo 03 junio					28-31 agosto					24-27 octubre					Tipo de forrajeo															
	Ripario		Agrícola			Matorral		Ripario		Agrícola			Matorral		Ripario		Agrícola			Matorral																
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
<i>Lasiurus cinereus</i>	■																																			aéreos
<i>Lasiurus ega</i>																																				
<i>Eumops perotis</i>																																				
<i>Nyctinomops macrotis</i>	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Tadarida brasiliensis</i>	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Mormoops megalophylla</i>																																				forrajeador de bosque (aéreo)
<i>M. californicus</i>		■	■																																	
<i>M. volans</i>																																				
<i>Eptesicus fuscus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Myotis auriculus</i>																																				
<i>M. thysanodes</i>																																				
<i>Corynorhinus townsendii</i>																																				
<i>Antrozous pallidus</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>M. ciliolabrum</i>																																				
<i>M. occultus</i>																																				
<i>Myotis velifer</i>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
<i>M. yumanensis</i>																																				
<i>Choeronycteris mexicana</i>																																				nectarívoros

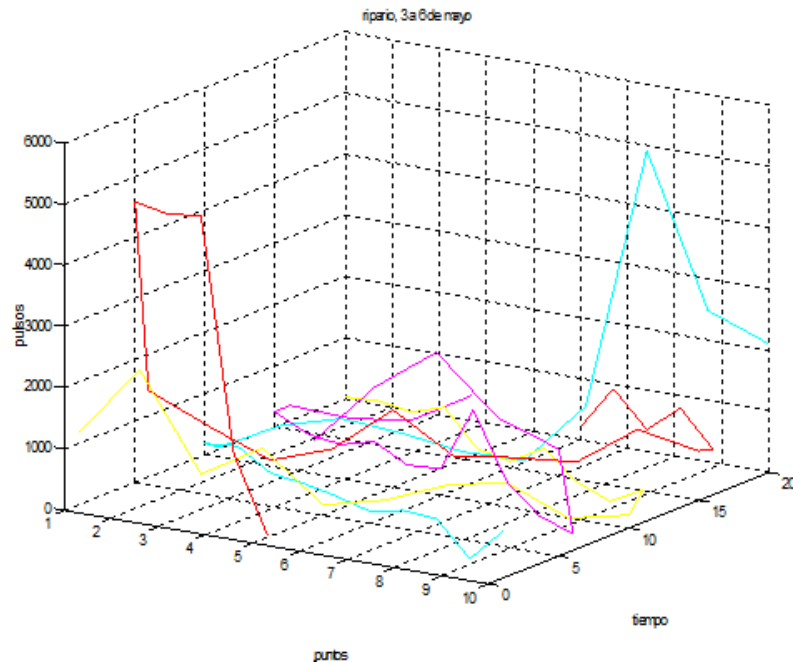
### 6.8.-Relación de la actividad de murciélagos con la temperatura ambiental

La temperatura ambiental registrada por salida, fue la siguiente; en la primera se registró una temperatura de 26.5 °C en promedio, un máximo de 30 y un mínimo de 19.6, la segunda, 22.4 °C en promedio, un máximo de 31.3 y un mínimo de 16.5. La tercera, 21.1 °C en promedio, un máximo de 23.3 y un mínimo de 18.6, la cuarta, 16.6 °C en promedio, un máximo de 28 y un mínimo de 13.5. Solo se encontraron correlaciones significativas entre la temperatura y la actividad de murciélagos en el hábitat ripario (positiva) en el mes de junio (Cuadro 8) y en los ambientes agrícola y ripario del mes de octubre (negativas, Cuadro 8).

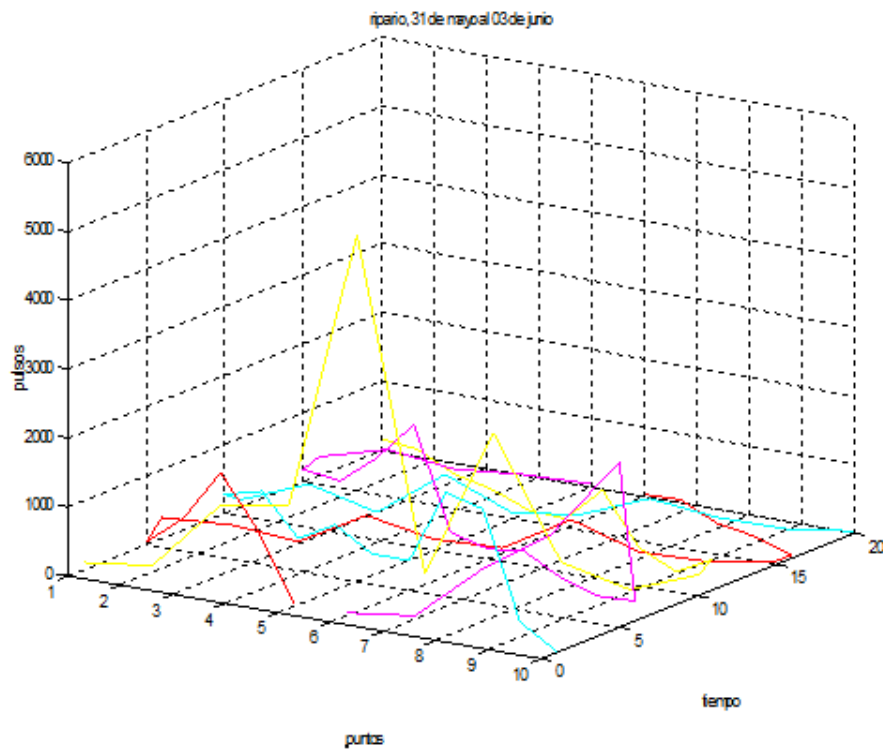
**Cuadro 8.** Resultados del coeficiente de correlación de Spearman entre la actividad (pulsos y buzzes) con la temperatura ambiental. \*Resultados significativos,  $\alpha= 0.05$ . NaN, ausencia de datos.

Hábitat	Pulsos	Buzzes	Salida	Pulsos	Buzzes	Salida
Agrícola	R= 0.291	0.252	mayo	R= -0.295	0.373	agosto
	P= 0.213	0.285		P= 0.207	0.105	
Matorral	NaN	NaN		R= 0.126	0.142	
	NaN	NaN		P= 0.595	0.55	
Ripario	R= 0.423	0.215		R= 0.026	0.207	
	P= 0.063	0.362		P= 0.912	0.38	
Agrícola	R= 0.101	NaN	junio	R= -.587**	NaN	octubre
	P= 0.672	NaN		P= 0.007	NaN	
Matorral	R= 0.193	NaN		R= 0.307	NaN	
	P= 0.414	NaN		P= 0.188	NaN	
Ripario	R= 0.461*	0.292		R= -.542*	NaN	
	P= 0.041	0.212		P= 0.014	NaN	

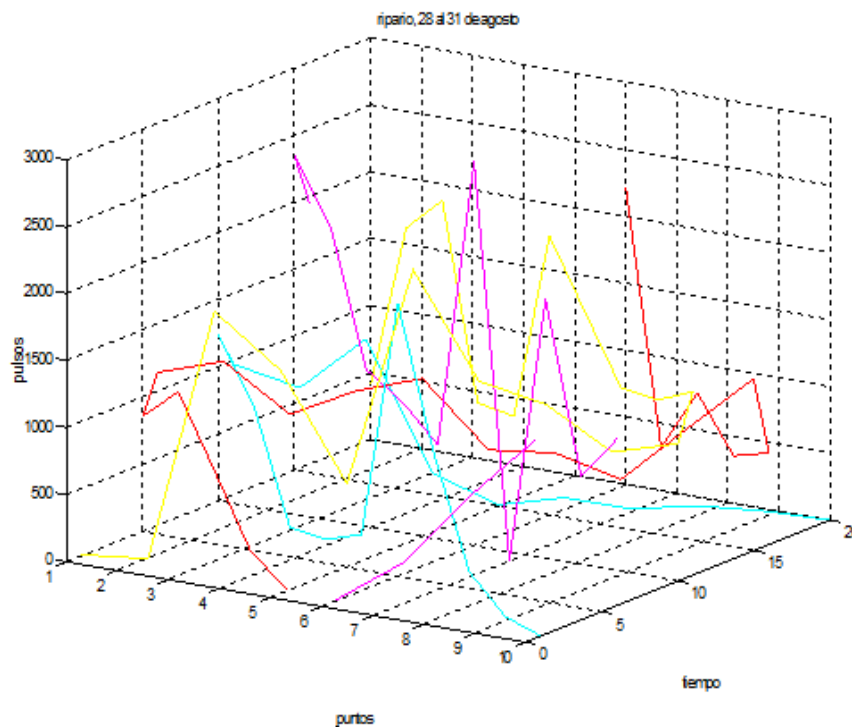
**Fig. 9.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la primera salida (3 al 6 de mayo del 2008), en el hábitat ripario. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



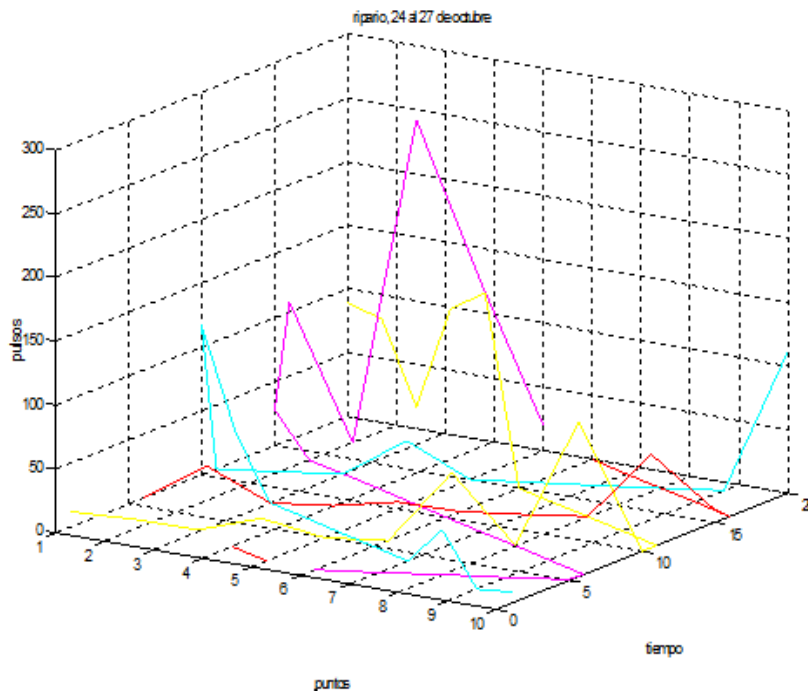
**Fig. 10.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la segunda salida (31 de mayo al 03 de junio del 2008). Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



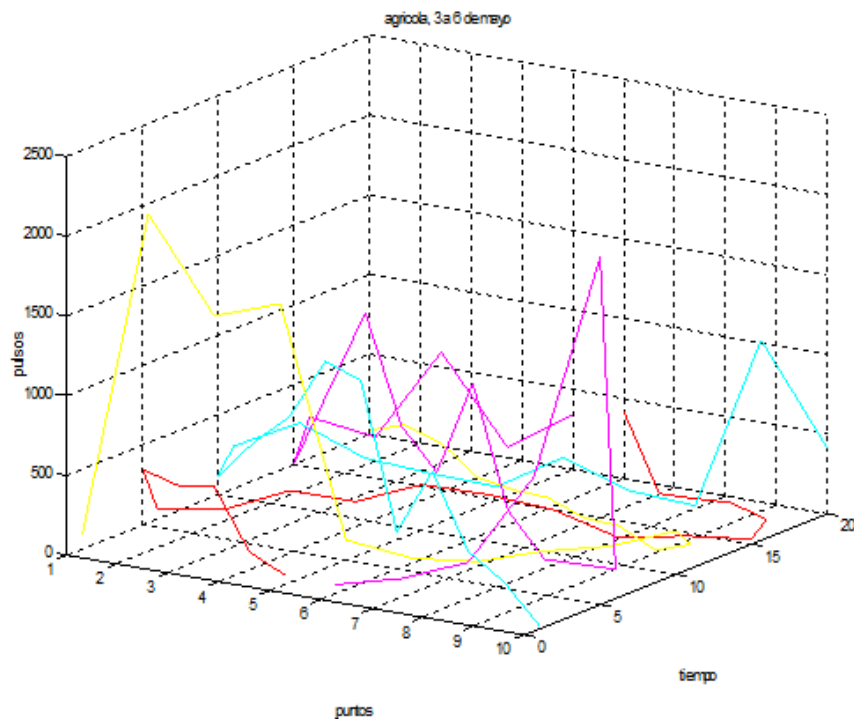
**Fig. 11.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la tercera salida (28 al 31 de agosto del 2008) en el hábitat ripario. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



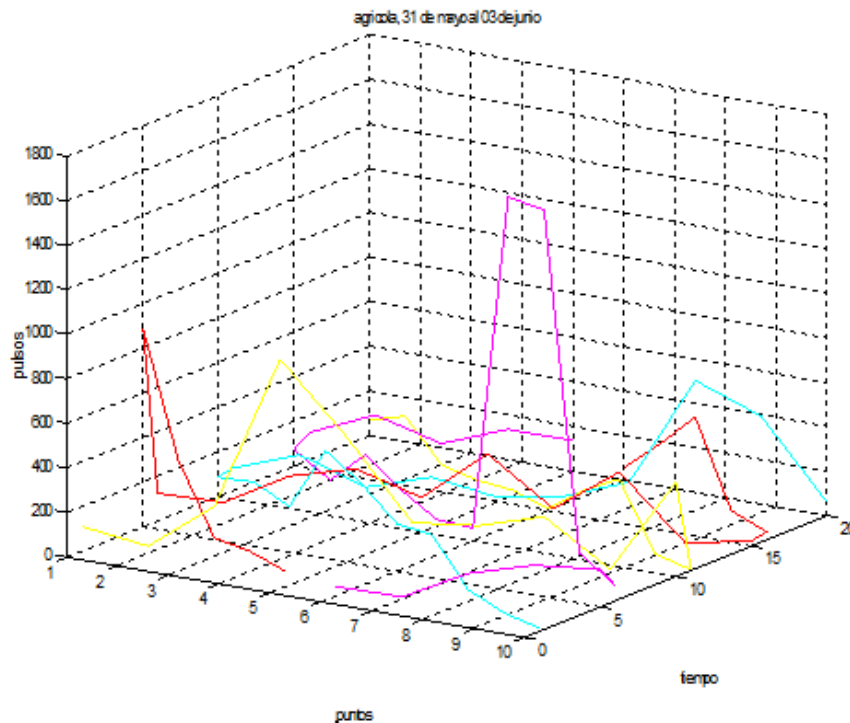
**Fig. 12.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la cuarta salida (24 al 27 de octubre del 2008) en el hábitat ripario. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



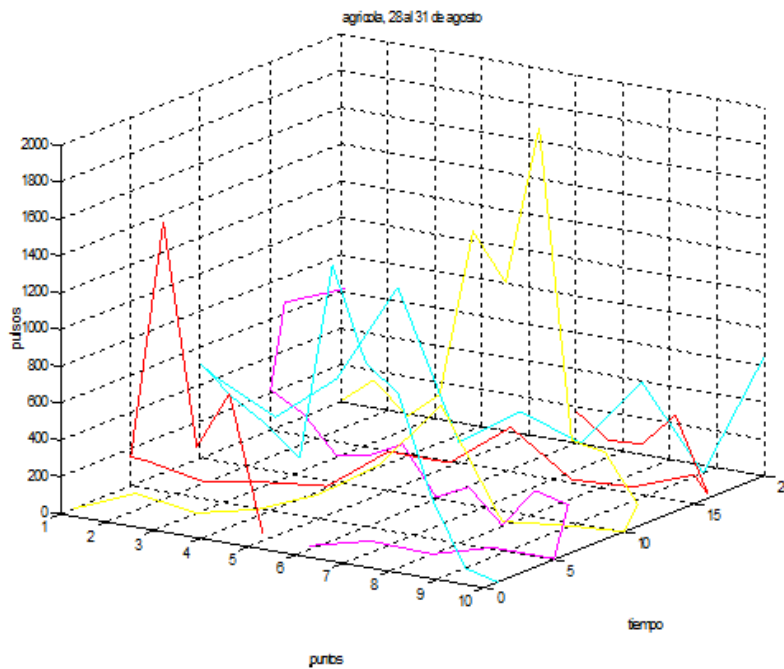
**Fig. 13.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la primera salida (3 a 6 de mayo del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



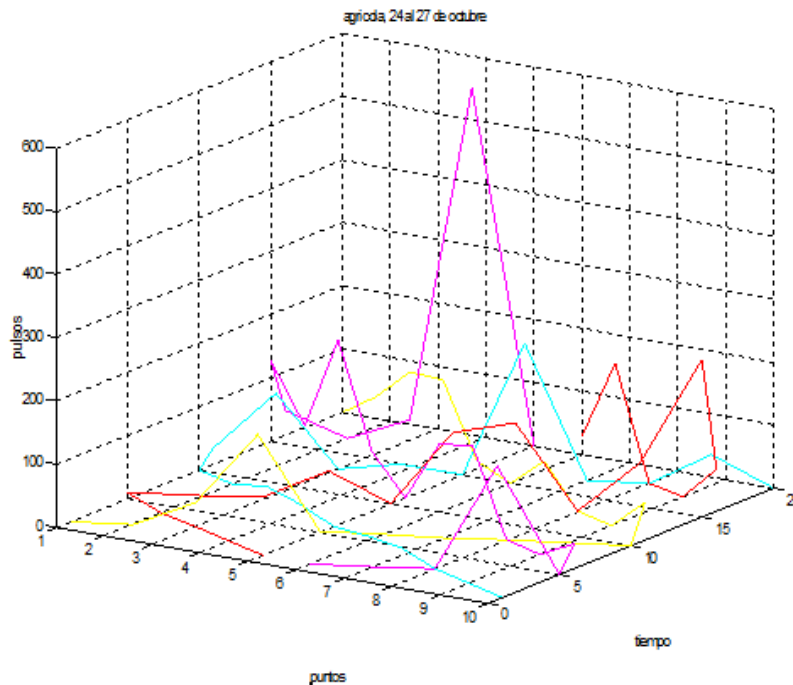
**Fig. 14.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la segunda salida (31 de mayo al 03 de junio del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



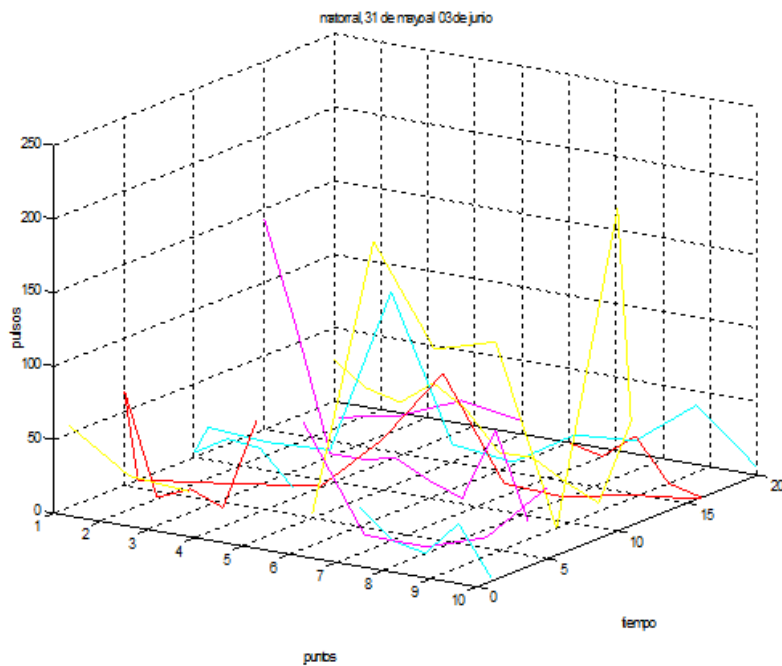
**Fig. 15.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches de trabajo para la tercera salida (28 al 31 de agosto del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



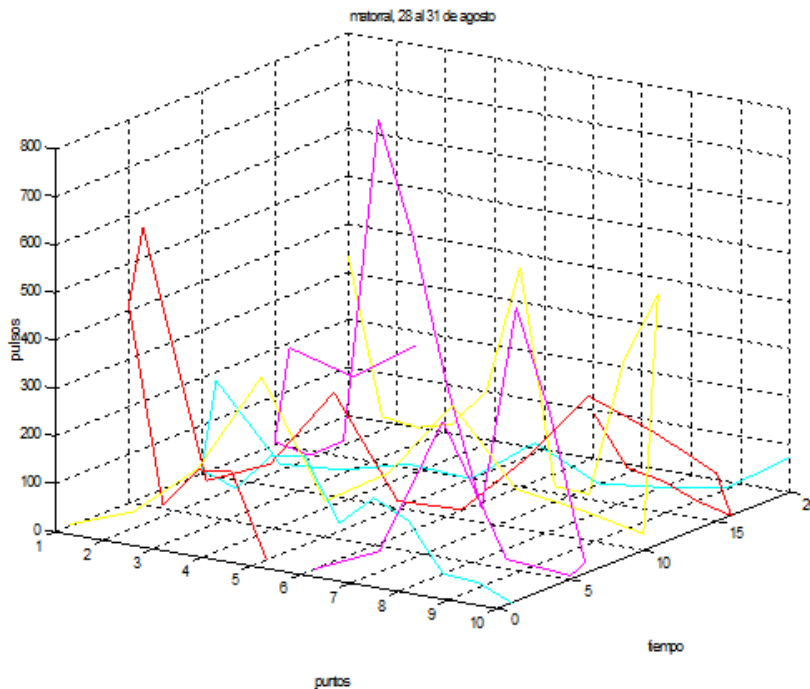
**Fig. 16.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la cuarta salida (24 al 27 de octubre del 2008) en el hábitat agrícola. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



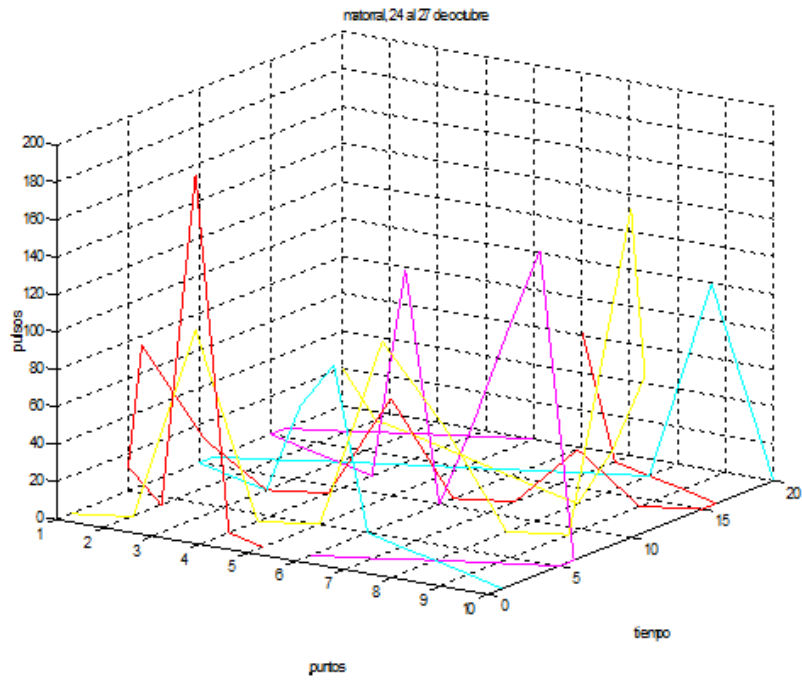
**Fig. 17.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la segunda salida (31 de mayo al 03 de junio del 2008) en el matorral. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



**Fig. 18.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la tercera salida (28 al 31 de agosto del 2008) en el matorral. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.



**Fig. 19.** Número de pulsos registrados durante cuatro noches para la cuarta salida (24 al 27 de octubre del 2008) en el matorral. Amarillo: primer día, morado: segundo, azul: tercero y rojo: cuarto.





## VII. DISCUSIÓN

### 7.1.-Calidad de la información

Algunos autores, por ejemplo Thomas *et al.* (1987), Kunz *et al.* (1996) y Barclay (1999), recomiendan tener precaución a la hora de identificar las especies pertenecientes a la familia Vespertilionidae, ya que a veces no se puede tener una clara identificación debido a sus características similares en cuanto al tipo y frecuencia de los pulsos que utilizan para la búsqueda de su alimento. Sin embargo, para el conjunto de especies detectadas en este trabajo se logró identificar con poca ambigüedad a las diferentes especies de vespertiliónidos presentes en el área utilizando el catálogo de ultrasonidos creado *ex profeso* y que incluyó estadística básica de mediciones útiles taxonómicamente, así como imágenes de los pulsos.

Las técnicas de detección acústica empleadas en este estudio permitieron identificar 16 especies de murciélagos. Estas pertenecen a las familias Mormoopidae, Vespertilionidae, Antrozoidae y Molossidae. Otras especies que podrían haber sido detectadas durante el estudio porque se distribuyen en áreas similares fueron *Euderma maculatum*, *Idionycteris phyllotis* y *Parastrellus hesperus*, que sin embargo no fueron registradas en las grabaciones acústicas ni capturadas.

Aunque los equipos acústicos no proveen estimaciones de densidades poblacionales, permiten hacer una estimación de la proporción del tiempo que las especies pasan en cada hábitat (Williams *et al.*, 2006). Sin embargo, si permiten observar la variación de la actividad a través del tiempo y espacio e identificar los taxa presentes en cada momento, por lo que fueron adecuados para alcanzar el objetivo general.

### 7.2.-Correlaciones entre la temperatura ambiental y la actividad por salida y hábitat

Algunos trabajos encuentran una relación positiva y significativa entre la actividad de murciélagos, de insectos y la temperatura ambiental (Anthony *et al.*,

1981; Hayes, 1997; Russo y Jones 2003; Ober, 2006). Esta última variable afecta el metabolismo de los insectos (Altringham, 1996; Neuweiler, 2000), por lo que su actividad tendería a disminuir con la temperatura (Hill y Smith, 1984; Altringham, 1996), y en consecuencia la actividad de los murciélagos insectívoros se vería afectada también por la disminución de su alimento.

En general, no se encontró una correlación entre la temperatura ambiental y la actividad de los murciélagos para nuestro sitio de estudio, puesto que se registraron picos de actividad a lo largo de todas las estaciones de muestreo y en todas las horas de trabajo para los cuatro meses, independientemente de la temperatura (Cuadro 8). Las excepciones fueron el mes de junio en el hábitat ripario, donde se encontró una correlación positiva y significativa, y octubre en el hábitat agrícola y ripario, con correlaciones negativas y significativas (Cuadro 8). Estos resultados probablemente reflejen eventos aleatorios, por lo que se considera que en el área de estudio la temperatura ambiental no es un factor que influya en la actividad de los murciélagos como lo mencionan otros autores para otros lugares.

### **7.3.-Diferencias de los niveles de actividad (pulsos y buzzes) por hábitat y salida**

Los niveles de actividad de pulsos y buzzes variaron considerablemente a lo largo de las cuatro salidas (Cuadro 5) y fueron significativamente diferentes (Cuadro 6). Durante el mes de mayo y agosto se registró el mayor número de pulsos y buzzes de caza para los tres ambientes (Cuadro 5). Sin embargo, los niveles de actividad disminuyeron considerablemente en el mes de octubre (Cuadro 5).

Varios trabajos han encontrado que la actividad de los murciélagos es mayor durante la primavera-verano y menor durante el otoño-invierno (Rydell, 1993). Algunos autores sugieren que el aumento de la actividad durante la primavera-verano, se da por la presencia de hembras gestantes (O'Farrell y Bradley, 1970; Anthony y Kunz, 1977; Rydell, 1993; Armstrong, 2004) y poblaciones de especies migratorias (ej. *Tadarida brasiliensis mexicana*, Villa-R.,

1956; Villa-R. y Cockrum, 1962). Las hembras gestantes necesitan viajar distancias considerables durante la noche para buscar agua y comida (insectos voladores en estado adulto, Kunz, 1973; Rydell 1993; Fukui *et al.*, 2006). Las poblaciones migratorias por otro lado, necesitan alimentarse durante su estadía y almacenan grasa durante el proceso premigratorio o bien para pasar el invierno en algún sitio en particular (Villa-R. y Cockrum, 1962). Las hembras capturadas en las redes durante este estudio, estuvieron en estado gestante y lactante. También se capturaron especies (*Tadarida brasiliensis*, *Mormoops megalophylla*, *Leptonycteris yerbabuena* y *L. nivalis*) que se sabe migran a la región lagunera cada año en primavera-verano y desaparecen en otoño-invierno (Rascón-Escajeda, 2007). Entonces, la actividad registrada en el área de estudio durante la primavera-verano muy probablemente se deba, en buena medida, a la presencia de hembras gestantes y especies migratorias.

La disminución de la actividad durante la temporada de otoño-invierno, es típica de algunas especies de murciélagos (O'Farrell y Bradley, 1970; Hayes, 1997; Williams *et al.*, 2006). Algunos autores reportan que este descenso se da por la disminución del alimento disponible (Kunz, 1973; Wickramasinghe *et al.*, 2003), menor disponibilidad de agua (Bell, 1980) y la disminución de la temperatura ambiental (Anthony *et al.*, 1981).

En el área de estudio, en otoño-invierno, desaparecieron la mayoría de las especies. *Tadarida brasiliensis*, *Mormoops megalophylla*, *Leptonycteris yerbabuena* y *L. nivalis*, se sabe que dejan el área en otoño (Rascón-Escajeda, 2007). Las especies restantes, podrían estar o no en el área, ya sea que entren en torpor o realicen migraciones locales; sin embargo no contamos con información para establecer cual es la dinámica de cada especie. Solo *Myotis yumanensis* no siguió el patrón antes descrito (Cuadro 7). Esta especie fue grabada solamente en octubre, lo que nos sugiere que probablemente esté pasando por, o bien que migre hacia el área de estudio.

Para el mes de agosto se registraron lluvias en la parte alta de la Sierra Madre Occidental ocasionando la apertura de las compuertas de la Presa Lázaro Cárdenas (aguas arriba) y esto aumentó el nivel del río, ocasionando que se

desbordara, permaneciendo el valle inundado hasta octubre. Este factor probablemente contribuyó a la disminución de la actividad sobre el río durante el otoño, debido por una parte a que los insectos fueron eliminados por el agua, y por otra a que los murciélagos prefieren forrajear en cuerpos de agua en reposo (Racey, 1998) y durante la inundación el caudal llevaba mucha velocidad.

#### **7.4.-Patrones de actividad a lo largo de la noche**

Algunos trabajos referentes a la actividad por noche, sugieren que se presentan dos picos después del crepúsculo (Hayes, 1997) y otros picos justo antes del amanecer (Cockrum y Cross, 1964; Hayes, 1997). Este patrón es característico de algunas especies de murciélagos insectívoros (Kunz, 1973; Anthony y Kunz, 1977). Hayes (1997) registró picos de actividad después de la salida de los murciélagos de su refugio, esto es, al principio del periodo de forrajeo (Racey, 1998). También se ha encontrado que durante la segunda mitad de la noche la actividad disminuye debido a que los murciélagos regresan a sus refugios (Hayes, 1997).

Para bosques templados de Canadá, la actividad ocurre sólo durante las primeras horas de la noche (Kunz y Brook, 1975; Kalcounis *et al.*, 1999; Erickson y West, 2002; Boland, 2007), posteriormente va disminuyendo hasta cesar por completo. Boland (2007) describe que el patrón de actividad registrado para estos ambientes, se debe a las bajas temperaturas que se registran conforme avanza la noche. Los ambientes donde se llevaron a cabo estos estudios, son descritos por los autores como áreas de vegetación homogénea, es decir, son bosques con sólo un tipo de especie de árbol dominante. En estos bosques, se han registrado *Myotis occultus*, *Eptesicus fuscus*, *Lasiurus cinereus*, *L. borealis* y *Lasionycteris noctivagans* (Hickey *et al.*, 1996) durante la primera hora de trabajo, y desaparecen hacia la mitad de la noche (Kalcounis *et al.*, 1999). Gómez-Ruiz (2007), en su trabajo realizado en la Reserva de la Biosfera “La Michilía” en Durango, encuentra que la actividad de los murciélagos tiene un pico en las primeras horas después de la puesta del sol, y decrece de manera no lineal y significativa con la disminución de la temperatura.

En contraste, en este estudio los picos a lo largo del transecto y de las horas de trabajo variaron en cada noche, hábitat y salida, lo cual aparentemente se dio al azar a lo largo del espacio y del tiempo para todos los hábitats (Fig. 9 a 19). Por otro lado, no hubo una correlación significativa con la temperatura ambiental, esto es, los murciélagos realizan sus actividades, independientemente de si la temperatura disminuye o aumenta (Cuadro 8). Hasta donde se pudo investigar el patrón observado no se ha registrado para otros sitios templados.

Este patrón puede deberse a la heterogeneidad del sitio y a la disponibilidad de alimento. Sobre la heterogeneidad, se sabe que en el área se encuentran zonas de vegetación de tipo semidesértico, la franja de bosque ripario, los campos de cultivo en los que se siembran sorgo, maíz, chile, alfalfa y nogales, mismos que están en constante cambio a lo largo del año, de modo que siempre hay plantas cultivadas en diferentes estados de crecimiento. Además, estos ambientes están bajo dos regímenes hidrológicos: el de lluvias y el de riego; esto es, los cultivos dependen para su crecimiento de agua liberada por la presa General Lázaro Cárdenas, y el matorral depende del periodo de lluvias que se presenta en los meses mayo y agosto. La temperatura en el área oscila entre 13.3 y 34.8 °C con un promedio de 20.9 (García, 1988). Esta diversidad de hábitats incrementaría la disponibilidad de alimento en el área de estudio lo que permitiría el desarrollo de una gran diversidad y abundancia de especies de insectos, que a su vez incrementarían el número de especies de murciélagos que se alimentan de éstos.

Con respecto a las especies de murciélagos insectívoros, se sabe que tienen distintos periodos de forrajeo durante la noche (Kurta y Baker, 1990) y preferencias sobre ciertos insectos (Jones y Rydell, 1994). Varios autores han encontrado variaciones en los tiempos de la actividad para murciélagos de la familia Vespertilionidae, por ejemplo, Jones (1965) y Kurta y Baker (1990) mencionan que *Myotis auriculus* y *Eptesicus fuscus* tienen más actividad a partir de la segunda hora después del crepúsculo, en cambio *M. californicus* se encuentra activo poco después de la puesta del sol (Simpson, 1993); *M. volans* se registra que su mayor actividad se da 3 a 4 horas después de la puesta del sol

(Warner y Czaplewski, 1984) y *Lasiurus cinereus* tiene picos de actividad que varían después de la primera hora (Shump y Shump, 1982).

Así, el patrón de actividad registrado a lo largo de la noche probablemente se deba a que los insectos tienen actividades a distintas horas de la noche en distintos sitios; los murciélagos estarían siguiendo este patrón de actividad, produciendo los picos observados. Dado que las temperaturas durante este trabajo nunca son demasiado bajas, no se llega a observar el patrón de disminución de la actividad con la temperatura observado para otros sitios.

### **7.5.-Patrón general del uso del hábitat**

El ensamble de murciélagos del área de estudio incluye al menos 18 especies de murciélagos, estas especies fueron agrupadas de acuerdo a su estrategia de forrajeo (Findley, 1993) como se menciona en párrafos anteriores.

Especies como *Lasiurus cinereus*, *Eumops perotis*, *Nyctinomops macrotis* y *Tadarida brasiliensis* son forrajeadores aéreos y especies generalistas, su distribución abarca todo el país, y se refugian generalmente en huecos de árboles, grietas y cuevas de gran tamaño (Shump y Shump, 1982; Wilkins, 1989; Milner *et al.*, 1990; Best *et al.*, 1996). Best y Geluso (2003) y Corbett *et al.*, (2008), registran que *N. macrotis* y *T. brasiliensis* viajan distancias de 50 km para forrajear, por lo que se esperaba encontrar a estas especies activas en toda el área. En efecto, fueron grabadas en los tres hábitats para las cuatro salidas (Cuadro 7).

*Lasiurus cinereus* generalmente habita en huecos de árboles y *Eumops perotis* se refugia en grietas, oquedades de los árboles, cuevas, habita en zonas con vegetación árida y semiárida, se encuentra desde 850 a 2,240 msnm (Best *et al.*, 1996). Estas especies fueron grabadas con menos frecuencia en comparación con las otras dos especies, de ellas solo se registraron pulsos y fueron grabadas con más frecuencia en el río y en el matorral.

*Mormoops megalophylla*, *Myotis californicus*, *M. volans* y *Eptesicus fuscus*, forrajean en las copas de los árboles y se alimentan de una variedad de insectos que toman del follaje; su distribución abarca ambientes de tipo desértico o bosques templados. Son especies que forman colonias con numerosos individuos

(Bateman y Vaughan, 1974; Warner y Czaplewski, 1984; Kurta y Baker, 1990; Rezsutek y Cameron, 1993; Simpson, 1993). En algunas localidades de los EUA abarcan áreas cultivadas, matorrales y bosques de galería (Bell, 1980; Williams *et al.*, 2006), por lo cual se esperaría que estuvieran alimentándose en ambientes similares en el área de estudio, como efectivamente sucedió.

*Myotis auriculus*, *M. thysanodes*, *Corynorhinus townsendii* y *Antrozous pallidus* son insectívoros de sustrato (O'Farrell y Studier, 1980; Warner, 1982; Hermanson y O'Shea, 1983) que viajan distancias considerables para buscar alimento y agua; se han encontrado forrajeando en áreas desérticas, pastizales, cultivos y bosques de galería (Williams *et al.*, 2006). En este trabajo se registraron con mayor frecuencia en el ambiente agrícola, y para *A. pallidus* y *M. auriculus*, se registraron pulsos y buzzes de caza para ambos ambientes. Este sitio puede proveerles de espacio para forrajear, además de una variedad de plantas cultivadas que pudieran contener insectos de los cuales alimentarse, además pueden encontrar agua en los campos cultivados, pues hay canales de riego.

*Myotis ciliolabrum*, *M. occultus*, *M. velifer* y *M. yumanensis*, son forrajeadores de agua (Fenton y Barclay, 1980; Fitch *et al.*, 1981), que se alimentan sobre espejos de agua estáticos o de corriente lenta (Racey, 1998), por lo que comúnmente se capturan en vados de ríos, bordos y agujajes (Kunz, 1973). Sin embargo, estas especies estuvieron presentes con mayor frecuencia en el área agrícola y fueron registrados pulsos y buzzes. Aunque se esperaría que estuvieran alimentándose en el Río Nazas, durante el mes de mayo fueron abiertas las compuertas de la presa (aguas arriba) y el cauce del río llevaba mucha velocidad.

Por otra parte, en agosto se registraron lluvias y se prolongaron hasta septiembre, ocasionando una inundación en el valle que duró hasta mediados de octubre. Probablemente el estancamiento de agua en el área agrícola produjo una elevación de las poblaciones de insectos en esa zona, lo que atrajo a las especies forrajeadoras de agua.

En la zona riparia se registró la mayor actividad pero no la mayor diversidad de especies. En cambio, en el matorral no se registró ni una ni otra. En la ribera

del Nazas se encontraron especies de todos los grupos funcionales, excepto nectarívoros. Su presencia ahí puede deberse a que en las márgenes del río hay cultivos de maíz y cultivos abandonados, lo cual permite que los murciélagos forrajeen tanto en la vegetación riparia como en los cultivos, lo que podría dar cuenta de la mayor actividad en el río que en los otros ambientes.

La presencia de una mayor riqueza de especies en el área agrícola, puede deberse a los cambios en los cultivos que durante el ciclo agrícola se siembran en el área. Éstos pueden, albergar un gran número y diversidad de insectos, por lo que se esperaría encontrar que debido a esta condición exista una mayor diversidad de especies de murciélagos visitando estas zonas.

La dinámica del agua y de los ciclos agrícolas del área de estudio, están influyendo en la actividad de los murciélagos; tanto el río como los cultivos tienen aparentemente una adecuada oferta de hábitat y de recursos, permitiendo éstos soportar una gran riqueza de especies (Wickramasinghe *et al.*, 2003). La poca actividad registrada en el matorral se debió a que en este ambiente no hay agua y esta se encuentra disponible tanto en el río como en el área agrícola.



## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se capturaron y grabaron un total de 18 especies de murciélagos en el área de estudio. Con la ayuda de los detectores acústicos fue posible tener un buen inventario de especies en el sitio, los murciélagos que no se capturaron y grabaron fueron *Parastrellus hesperus*, *Idionycteris phyllostis* y *Euderma maculatum*, aún cuando su distribución abarca la zona estudio. Este trabajo evidencia la importancia de los catálogos de ultrasonidos como herramientas indispensables para la identificación de las especies de murciélagos. Conforme se tengan más grabaciones de especies diferentes, el catálogo seguirá creciendo y su utilidad aumentando.

La actividad de murciélagos medida como pulsos y buzzes de caza fue distinta durante cada noche, hábitat y salida, esta variación no se distinguió del azar. Se encontró más actividad durante los meses de mayo y agosto y se registraron diferentes picos de actividad a lo largo de los transectos y de las horas de trabajo. Dos de los tres ambientes (ripario y agrícola), son utilizados por los murciélagos como áreas de alimentación. Los murciélagos usan el matorral solo de paso.

El patrón observado no se ha documentado con anterioridad para zonas templadas. Por lo que este es el primer trabajo en el que se encuentra este tipo de patrón de actividad por noche, hábitat y salida.

No se encontró una relación significativa entre la temperatura y la actividad, por lo que no parece ser un factor que influyera en los cambios en la actividad de los murciélagos durante la noche.

Se grabaron más especies de murciélagos en el área agrícola, menos en el ambiente ripario y el menor número en el matorral. El ambiente agrícola proporciona agua, alimento en los cultivos y refugios en las nogaleras para los murciélagos durante la noche. El río proporciona agua y alimento así como refugio para los murciélagos durante la noche. El matorral, en cambio podría proporcionar poco alimento para los murciélagos insectívoros, pero si disponibilidad de refugio (cuevas, minas, casa abandonadas).

El área de estudio es un sitio heterogéneo con vegetación en constante cambio y agua permanente durante todo el año, siendo éste un factor de atracción para los murciélagos del área de estudio.

Estos resultados nos permitieron conocer cómo las especies de murciélagos están utilizando los distintos ambientes durante un ciclo anual. Este trabajo provee información que puede coadyuvar en la realización de estudios a largo plazo que permitan incrementar el conocimiento sobre las especies y posteriormente implementar medidas de manejo y conservación de la fauna quiropterológica en el área de estudio.

Hasta donde se sabe, los murciélagos juegan un papel muy importante en los ecosistemas. Las áreas cultivadas son ambientes importantes para los murciélagos insectívoros puesto que son sitios donde pueden encontrarse variedades de plantaciones que son explotadas por insectos, los cuales a su vez son alimento de algunas especies de murciélagos insectívoros. Además de encontrar alimento en estos sitios los murciélagos, también pueden encontrar cuerpos de agua estancados ya sea en los cultivos cuando son regados o bien en los canales que transportan el agua hacia las zonas de cultivos.

La modificación del hábitat por las actividades del hombre ha traído como consecuencia la pérdida de biodiversidad por la transformación del hábitat en zonas de cultivo, y esto trae consigo que numerosas especies de vertebrados, de entre ellos los murciélagos, tengan que desplazarse hacia otros sitios para buscar alimento y agua, los cuales encontraban en los sitios originales que habitaban. En cambio, en este trabajo encontramos que los murciélagos parecen estar siendo beneficiados por los hábitats modificados por el hombre; aunque más que la agricultura, el factor determinante podría ser la disponibilidad de agua.

Aunque se han estudiado los efectos que tienen los hábitats fragmentados para los murciélagos en zonas tropicales, y algunas zonas Estados Unidos y Canadá, para el norte de México hacen falta más estudios sobre el impacto que pudieran estar generando las aéreas modificadas (zonas de cultivos) por el hombre y que estén intercaladas con hábitats naturales.

La información recabada durante un ciclo anual, es el primer paso para entender el papel que juegan los murciélagos en hábitats modificados por el hombre. Es necesario realizar estudios a mediano y largo plazo para ver como se relaciona la actividad de los murciélagos y la actividad de los insectos, y si esta actividad se ve afectada por los factores ambientales del área de estudio. El análisis de los datos mediante una prueba de aleatoriedad permitirá explorar si la actividad de los murciélagos se esta dando o no al azar, también es necesario llevar a cabo un muestreo intensivo el cual abarque por lo menos la identificación de los insectos del área agrícola y establecer cuales insectos son plagas de cultivos y cuales no y si estos entran en la dieta de los murciélagos. También se tendrían que revisar los refugios de murciélagos y coleccionar heces fecales para determinar si los murciélagos se están alimentando en los cultivos o no. Esto permitiría establecer el valor económico de los murciélagos como controladores de plagas.

**IX. LITERATURA CITADA**

- Altringham, J. D. 1996. Bats: Biology and Behaviour. Oxford University Press, Oxford. 262 pp.
- Anthony, E. L. P. and T. H. Kunz. 1977. Feeding Strategies of the Little Brown Bat, *Myotis lucifugus*, in Southern New Hampshire. Ecology, 58:775-786.
- Anthony, E. L. P., M. H. Stack, and T. H. Kunz. 1981. Night Roosting and the Nocturnal Time Budget of the Little Brown Bat, *Myotis lucifugus*: Effects of Reproduction Status, Prey Density, and Environmental Conditions. Oecologia, 51:151-156.
- Anthony, E. L. P. 1988. Age determination in bats. Pp. 47-58. En: Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats (T. H. Kunz, ed.) Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 533 pp.
- Arita, H. T. y Martínez del Río. 1990. Interacciones flor-murciélago: un enfoque zocéntrico. Publicaciones Especiales, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 4:1-35.
- Arita, H. T. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. Journal of Mammalogy, 74:693-702.
- Armstrong, A. I. 2004. The Temporal and Spatial Distribution of Bats in Southeast Missouri. Thesis of Master of Natural Science. Southeast Missouri State University. USA. 45 pp.
- Baker, R. H. 1956. Mammals of Coahuila, México. University of Kansas Publication, Museum of Natural History, 9:125-335.
- Baker, R. H. and J. K. Greer. 1962. Mammals of the Mexican State of Durango. East Lansing. Museum of Michigan State University. Biological Series. 2:25-154.
- Barclay, R. M. R. 1999. Bats are not Birds. A cautionary note on using echolocation calls to identify bats: a comment. Journal of Mammalogy, 80:290-296.
- Bateman, G. C. and T. A. Vaughan. 1974. Nightly activities of mormoopid bats. Journal of Mammalogy, 55:45-65.
- Begon, M., C. R. Townsend, and J. L. Harper. 2006. Ecology individuals, populations and communities. 3th ed. Blackwell Science, 738 pp.

- Bell, G. P. 1980. Habitat use and response to patches of prey by desert insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 58:1876-1883.
- Best, T. L., W. M. Kiser, and P. W. Freeman. 1996. *Eumops perotis*. *Mammalian Species*, 534:1-8.
- Best, T. L. and K. N. Geluso. 2003. Summer foraging range of Mexican free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis mexicana*) from Carlsbad Cavern, New Mexico. *Southwestern Naturalist*, 48:590-596.
- Boland, J. L. 2007. Distribution of Bats in Southeast Alaska and Selection of Day-roosts in Trees by Keen's Myotis on Prince of Wales Island, Southeast Alaska. Master of Science in Forest. Oregon State University. 127 pp.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, and R. A. Medellín. 2002. The mammals of Mexico: composition, distribution, and conservation status. *Occasional Papers*, Museum of Texas Tech University, 218:1-27.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. CONABIO-Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 pp.
- Centro Nacional de Estudios Municipales, Secretaría de Gobernación. 1988. "Enciclopedia de los Municipios de México". Los Municipios de Durango, Talleres Gráficos de la Nación, México. 183 pp.
- Cleveland, C. J., M. Betke, P. Federico, J. D. Frank, T. G. Hallam, J. Horn, J. D. López Jr., G. F. McCracken, R. A. Medellín, A. Moreno-Valdez, C. Sansone, J. K. Westbrook, and T. H. Kunz. 2006. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 45:238-243.
- Cockrum, E. L., and S. P. Cross. 1964. Time of Bat Activity over Water Holes. *Journal of Mammalogy*, 45:635-636.
- Corbett, R. J. M., C. L. Chambers, and M. J. Herder. 2008. Roosts and activity areas of *Nyctinomops macrotis* in northern Arizona. *Acta Chiropterologica*, 10:323-329.
- Estrada, A., C. Jiménez, A. Rivera, and E. Fuentes. 2004. General bat activity measured with an ultrasound detector in a fragmented tropical landscape in Los Tuxtlas, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 27:5-13.
- Erickson, J. L. and S. D. West. 2002. The influence of regional climate and nightly weather conditions on activity patterns of insectivorous bats. *Acta Chiropterologica*, 4:17-24.

- Fenton, M. B. and R. M. R. Barclay. 1980. *Myotis lucifugus*. Mammalian Species, 142:1-8.
- Fenton, M. B. and G. P. Bell. 1981. Recognition of Species of Insectivorous Bats by Their Echolocation Calls. Journal of Mammalogy, 62:233-243.
- Fenton, M. B. and I. L. Rautenbach. 1986. A comparison of the roosting and foraging behavior of three species of African insectivorous bats (Rhinolophidae, Vespertilionidae, and Molossidae). Canadian Journal of Zoology, 64:2860-2867.
- Fenton, M. B. 1997. Science and the conservation of bats. Journal of Mammalogy, 78:1-14.
- Findley, J. S. 1993. Bats: a community perspective. Cambridge University Press. 167 pp.
- Fitch, J. H, K. A. Shump, Jr., and A. U. Shump. 1981. *Myotis velifer*. Mammalian Species, 149:1-5.
- Fleming, T. H., Hooper E. T., and D. E. Wilson. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. Ecology, 53:555-569.
- Fukui, D., M. Murakami, S. Nakano, and T. Aoi. 2006. Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. Journal of Animal Ecology, 75: 1252-1258.
- 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. 478-484. En: Echolocation in Bats and Dolphins. (J. A. Thomas, C. T. Moss and M. Vater, eds.). The University of Chicago Press. Chicago and London. 604 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Talleres Larios, México. 217 pp.
- Gómez-Ruiz, E. P. 2007. Actividad de murciélagos (Chiroptera) en cuerpos de agua y su relación con variables ambientales en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango. Tesis de Maestría. CIIDIR-IPN, Unidad Durango. Victoria de Durango. 73 pp.
- Griffin, D. R. 1958. Listening in the Dark, the acoustic orientation of bats and men. Dover Publications, Inc. New York, xxvi + 413 pp.
- Grindal, S. D. 1998. Habitat use by bats in second- and old-growth stands in the Nimpkish Valley, Vancouver Island. Northwest Science, 72:116-118.

- Grindal, S. D. and R, M. Brigham. 1999. Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales. *Ecoscience*, 6:25-34.
- Grinnell, A. D. 1995. Hearing in bats: an Overview. En: *Hearing by Bats*. Pp. 1-36. (Popper, A. N., and Fay R. R., ed.). Springer-Verlag, NY.
- Hall, E. R. 1981. *The mammals of north America*. Second ed. John Wiley and Sons, New York, 1:1-600+90.
- Hayes, J. P. 1997. Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *Journal of Mammalogy*, 78:514-524.
- Hermanson, J. W. and T. J. O'Shea. 1983. *Antrozous pallidus*. *Mammalian Species*, 213:1-8.
- Hernández, L. y A. García-Arévalo. 2007. Especies biológicas representativas de la Comarca Lagunera: Potencialidad y riesgos actuales En: *Comarca Lagunera: procesos territoriales regionales en el contexto global* (López A. y Sánchez A., edit.). Instituto de Geografía, UNAM (En dictamen).
- Hickey, M. B. C., L. Acharya, and S. Pennington. 1996. Resource Partitioning by Two Species of Vespertilionid Bats (*Lasiurus cinereus* and *Lasiurus borealis*) Feeding around Street Lights. *Journal of Mammalogy*, 77:325-334.
- Hill, J. E., and J. D. Smith. 1984. *Bats: a Natural History*. University of Texas Press Austin. 243 pp.
- Hogber, L. H., K. J. Patrinqui, and R. M. R. Barclay. 2002. Use by Bats Patches of Residual Trees in Logged Areas of the Boreal Forest. *American Midland Naturalist*, 148:282-288.
- Jones, C. 1965. Ecological distribution and activity periods of bats of the Mogollon mountains area of New Mexico and adjacent Arizona. *Tulane studies in zoology*, 12:93-100.
- Jones, G. and J. Rydell. 1994. Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocation bats. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences*, Vo. 346:445-455.
- Kalcounis, M. C., K. A. Hobson, R. M. R. Brigham, and K. R. Hecker. 1999. Bat Activity in the Boreal Forest: Importance of Stand Type and Vertical Strata. *Journal of Mammalogy*, 80:673-682.
- Kalko, E. K. V. 1998. Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101:281-297.

- Korine, C. and B. Pinshow. 2004. Guild structure, foraging space use, and distribution in a community of insectivorous bats in the Negev Desert. *Journal Zoology*, London, 262:187-196.
- Kuch, J., C. Weber, S. Idelberger, and T. Koob. 2004. Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoologica*, 53:113-128.
- Kuch, J. and F. Schotte. 2007. Effects of fine-scale foraging habitat selection on bat community structure and diversity in a temperate low mountain range forest. *Folia Zoologica*, 56:263-276.
- Kunz, T. H. 1973. Resource Utilization: Temporal and Spatial Components of Bats Activity in Central Iowa. *Journal of Mammalogy*, 54:14-32.
- Kunz, T. H. and C. E. Brock. 1975. A comparison of Mist Nets and Ultrasonic Detectors for Monitoring Flight Activity of Bats. *Journal of Mammalogy*, 5:907-911.
- Kunz, T. H. 1982. (Ed.). Roosting Ecology of Bats. Pp.1-55. En: *Ecology of bats* New York. Plenum Press. 425 pp.
- Kunz, T. H., D. W. Thomas, G. C. Richards, C. R. Tidemann, E. D. Pierson, and P. A. Racey. 1996. Observational Techniques for Bats. Pp. 105-114. En: *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standar Methods for Mammals* (D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran and M. S. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press. Washington and London. 409 pp.
- Kunz, T. H. and L. F. Lumsden. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. Pp. 3-89. En: *Bat Ecology* (T. H. Kunz and M. B. Fenton, eds.). University of Chicago Press. 779.
- Kurta, A. and R. H. Baker. 1990. *Eptesicus fuscus*. *Mammalian species*, 356:1-10.
- Lee, Y. F. and G. F. McCracken. 2002. Foraging activity and food resource use of Brazilian free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis* (Molossidae). *Ecoscience*, 9:306-313.
- Loeb, S. C. and J. M. O'Keefe. 2006. Habitat use by Forest Bats in South Carolina in Relation to Local, Stand, and Landscape Characteristics. *Journal of Wildlife Management*, 70: 1210-1218.
- Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo de México. Pp. 333-354. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R. A. y G. Ceballos, eds.). Publicaciones especiales, Vol. 1. Asociación de Mastozoología, A.C., México, D.F. 464 pp.



- Medellín, R. A., H. T. Arita, y O. Sánchez. 1997. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicaciones especiales Número 2, México, DF. 83 pp.
- Menzel, J. M., M. A. Menzel Jr., J. C. Kilgo., W. M. Ford., J. W. Edwards, and G. F. McCracken. 2005. Effect of habitat and foraging height on bat activity in the coastal plain of South Carolina. *Journal of Wildlife Management* 69:235-245.
- Meyer, C. F. J., C. J. Schwarz, and J. Fahr. 2004. Activity patterns and habitat preferences of insectivorous bats in a West African forest-savanna mosaic. *Journal of Tropical Ecology*, 20:397-407.
- Milne, D. J., M. Armstrong, A. Fisher, T. Flores, and C. R. Pavey. 2004. A comparison of three survey methods for collecting bat echolocation calls and species-accumulation rates from nightly *Anabat* recordings. *Wildlife Research*, 31:57-63.
- Milner, J., C. Jones, and J. K. Jones, Jr. 1990. *Nyctinomops macrotis*. *Mammalian Species*, 351:1-4.
- Moreno, O. C. E. 2000. Diversidad de quirópteros en un paisaje del centro de Veracruz, México. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver., México. 150 pp.
- Navarro, L. D. and L. León-Paniagua. 1995. Community structure of bats along an altitudinal gradient in tropical eastern México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:9-21.
- Neuweiler, G. 2000. *The Biology of Bats*. Oxford University Press. 310 pp.
- Ober, H. K. 2006. Functional relationships among vegetation, nocturnal insects, and bats in riparian areas of the Oregon coast range. Ph. D. Dissertation. Oregon State University. USA. 224 pp.
- O'Farrell, M. J. and W. G. Bradley. 1970. Activity Patterns of Bats over a Desert Spring. *Journal of Mammalogy*, 51:18-26.
- O'Farrell, M. J. and E. H. Studier. 1980. *Myotis thysanodes*. *Mammalian Species*. 137:1-5.
- O'Farrell, M. J. and W. L. Gannon. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy*, 80:24-30.
- Ortiz-Ramírez, D., C. Lorenzo, E. Naranjo, y L. León-Paniagua. 2006. Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77: 261-270.

- Parsons, S. 2004. Signal processing techniques for species identification. Pp. 114-120. En: Bat Echolocation Research: tools, techniques and analysis (R. M. Brigham, E. K. V. Kalko, G. Jones, S. Parsons and H. J. G. Limpens, eds.). Bat Conservation International, Austin, Texas. 167 pp.
- Patriquin, K. J. and R. M. R. Barclay. 2003. Foraging by bats in cleared, thinned and unharvested boreal forest. *Journal of Applied Ecology*, 40:646-657.
- Pierson, E. D. 1998. Tall trees, deep holes, and scarred landscapes. Pp. 309-325. En: Bat biology and conservation (T. H. Kunz and P. A. Racey, eds.). Smithsonian Institution Press Washington and London. 365 pp.
- Racey, P. 1982. Ecology of Bat Reproduction. Pp. 57-93. En: Ecology of Bats (T. H. Kunz ed.). New York, Plenum Press.
- Racey, P. A. 1998. The importance of the riparian environment as a habitat for British bats. *habitat*. Pp. 69-89. En: Behaviour and Ecology of Riparian Mammals (Dunstone, N., and M. Gorman, eds.). Cambridge University Press. 371 pp.
- 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* (n. s.), 21:21-82.
- Rascón-Escajeda, J. R. 2007. Dinámica poblacional del Murciélago guanero *Tadarida brasiliensis mexicana* (Chiroptera: Molossidae) de la Cueva del Guano, Municipio de Lerdo, Durango. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez del Estado de Durango. Escuela Superior de Biología. 44 pp.
- Rezsutek, M. and G. N. Cameron. 1993. *Mormoops megalophylla*. *Mammalian Species*, 448:1-5.
- Russo, D. and Jones, G. 2003. Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography*, 26:197-209.
- Rydell, J. 1993. Variation in Foraging Activity of an Aerial Insectivorous Bat during Reproduction. *Journal of Mammalogy*, 74:503-509.
- Rydell, J., L. A. Miller, and M. E. Jensen 1999. Echolocation constraints of daubenton's bat foraging over water. *Functional Ecology*, 13:247-255.
- Schnitzler, H. U., and E. K. V. Kalko 1998. How echolocating bats search and find food. Pp.183-196. En: Bat Biology and Conservation (T. H. Kunz and P. A. Racey, eds.). Washington and London, Smithsonian Institution Press. 365 pp.

- Sherwin, R. E., W. L. Gannon, and S. Haymond. 2000. The efficacy of acoustic techniques to infer differential use of habitat by bats. *Acta Chiropterologica*, 2:145-153.
- Shump, k. A. Jr., and A. U. Shump. 1982. *Lasiurus cinereus*. *Mammalian Species*, 185:1-5.
- Simmons, N. B. 2005. Order Chiroptera. Pp. 312-529. En: *Mammal Species of the World* (D. E. Wilson, and D. M. Reeder, eds.) 3th. Ed. Johns Hopkins University Press, Baltimore. Vol. 1. 743 pp.
- Simpson, M. R. 1993. *Myotis californicus*. *Mammalian species*, 428:1-4.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1982. *Biometry*. W. H. Freeman and Company, New York.
- Stoner, K. E. 2001. Differential habitat use and reproductive patterns of frugivorous bats in tropical dry forest of northwestern Costa Rica. *Canadian Journal of Zoology*, 79:1626-1633.
- Thomas, D. W., G. P. Bell, and M. B. Fenton. 1987. Variation in Echolocation Call Frequencies Recorded from North American Vespertilionid Bats: A Cautionary Note. *Journal of Mammalogy*, 68:842-847.
- Torres-Morales, L. 2007. Patrones de Uso de los hábitats por los murciélagos insectívoros del valle del río Los Pescados, Veracruz. Tesis de Maestría. Xalapa, Veracruz, México. 187 pp.
- Villa-R. B. 1956. *Tadarida brasiliensis mexicana* (Saussure), el murciélago, es una subespecie migratoria. *Acta Zoologica Mexicana*, 11: 1-11.
- Villa-R. B. and E. L. Cockrum. 1962. Migration in the guano bat *Tadarida brasiliensis mexicana* (Saussure). *Journal of Mammalogy*, 43:43-64.
- Walsh, A. L. and S. Harris. 1996. Foraging habitat Preferences of Vespertilionid Bats in Britain. *Journal of Applied Ecology*, 33:508-518.
- Warner, R. M. 1982. *Myotis auricolus*. *Mammalian Species*, 191:1-3.
- Warner, R. M. and N. J. Czaplewski. 1984. *Myotis volans*. *Mammalian Species*, 224:1-4.
- Wickramasinghe, L. P., S. Harris, G. Jones, and N. Vaughan. 2003. Bat activity and species richness on organic and conventional farms: impact of agricultural intensification. *Journal of Applied Ecology*, 40: 984-993.
- Wilkins, K. T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. *Mammalian Species*, 331:1-10.

- Wilson, D. E., R. A. Medellín, D. V. Lanning, and H. T. Arita. 1985. Los murciélagos del Noreste de México, con una lista de especies. *Acta Zoologica Mexicana* (n. s.), 8:1-26.
- Wilson, D. E. and D. E. Reeder. Eds. 2003. *Mammals species of the world: A taxonomic and geographic reference*. 2d ed. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- Williams, J. A., M. J. O'Farrell, and B. R. Riddle. 2006. Habitat use by bats in a riparian corridor of the Mojave desert in southern Nevada. *Journal of Mammalogy*, 87:1145-1153.

# ANEXO I- FIGURAS

**Fig. 20.** Ejemplo de una ficha informativa del catálogo de ultrasonidos.

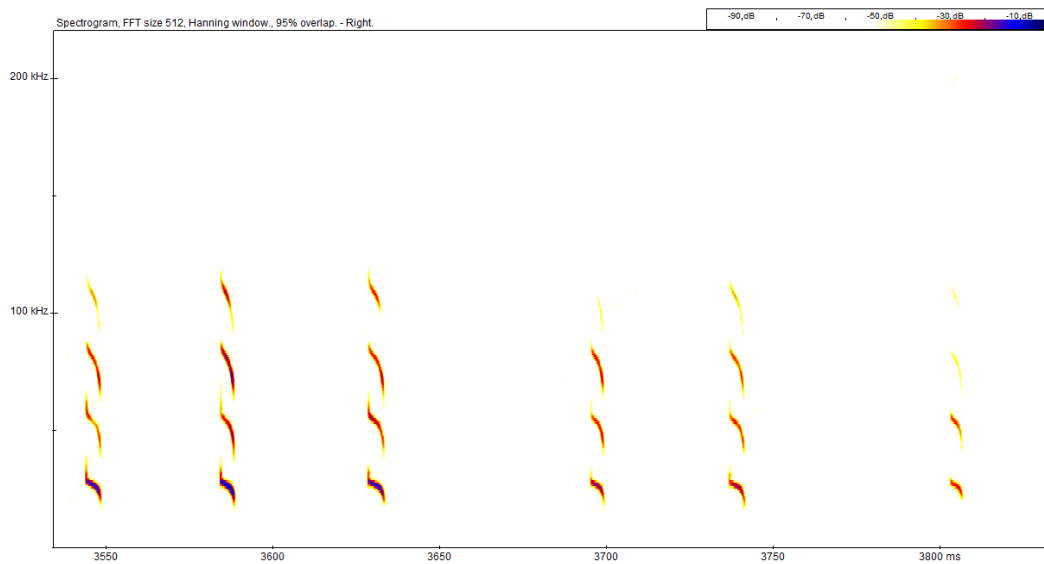
## *Mormoops megalophylla*

Descripción breve de la especie:

Descripción breve de la llamada:



Fotografía: C. López-González



<i>M. megalophylla</i>	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Duración de pulso (ms)	Frecuencia de máxima energía (kHz)	Intensidad máxima (dB)	Intervalo entre pulsos (ms)
Mínimo						
Máximo						
Promedio						
SD						

Individuos grabados (n); Pulsos disponibles

## ANEXO II- CUADROS

**Cuadro 2.** Estadística básica para señales acústicas características de 17 especies de murciélagos. Datos utilizados como base para la identificación de las grabaciones de este trabajo. Tomadas de Rascón *et al.* (datos no publicados).

	Fmáx (kHz)	Fmín (kHz)	Durp (ms)	Fmáxe (kHz)	Intmáx (dB)	Int (ms)
<i>Mormoops megalophylla</i> (n= 19)						
Mínimo	58	16.6	2	47	-23.1	10.1
Máximo	65.6	42	4	56.7	-10	22.9
Media	61.1	28.6	3.08	53.1	-14.2	14.8
SD	1.9	8.4	0.6	2.2	4.3	3.9
<i>Myotis auriculus</i> (n= 7)						
Mínimo	53.1	19	2.2	14.1	-33.3	70.6
Máximo	126.1	91.4	8	54.3	-10	197.7
Media	87.2	42.02	4.4	44.8	-18.1	111.07
SD	20.1	21.3	1.4	5.8	5.25	25.1
<i>Myotis californicus</i> (n= 4)						
Mínimo	59	32	2.6	34.9	-30.9	41.1
Máximo	127.8	87.6	7.2	58.6	-10	187.1
Media	99.8	52.8	4.7	48.6	-18.3	91.9
SD	16.3	19.08	1.28	4.4	-6.08	26.9
<i>Myotis ciliolabrum</i> (n= 1)						
Mínimo	56	38	2.4	42.6	-37.1	34
Máximo	60	41	3.3	45	-30.7	67
Media	57.1	38.9	2.99	43.72	-33.88	49
SD	1.4	0.8	0.3	0.9	1.7	13.9
<i>Myotis occultus</i> (n= 3)						
Mínimo	56.7	25	1.7	15	-32.8	41.9
Máximo	115	72.4	8.1	55.7	-11.7	196.1
Media	78.2	39.2	4.7	44.2	-22	107.9
SD	13.06	9.7	1.4	5.7	5.7	28.8
<i>Myotis thysanodes</i> (n= 3)						
Mínimo	35	11	2	21.9	-35.7	42.9
Máximo	92	19	7	34.1	-14	149.2
Media	64.3	14.8	3.93	26.5	-25.1	85.5
SD	13.8	1.9	1.4	2.6	6.3	28.07
<i>Myotis velifer</i> (n= 10)						
Mínimo	40	15.9	1.6	25.9	-36.1	15
Máximo	115.1	81.1	37.4	61.3	-10	301.7
Media	86.2	40.7	4.7	46.7	-19.4	94.7
SD	13.1	10.9	2.4	5.1	5.4	34.01



	<b>Fmáx (kHz)</b>	<b>Fmín (kHz)</b>	<b>Durp (ms)</b>	<b>Fmáxe (kHz)</b>	<b>Intmáx (dB)</b>	<b>Int (ms)</b>
<i>Myotis volans</i> (n= 9)						
Mínimo	58	29	3.4	39.2	-36.9	47.5
Máximo	104	40	7.2	56.9	-10.2	182
Media	83.5	33.1	5.3	46.1	-23.6	104.2
SD	10.8	2.5	0.9	4.4	6.1	25.9
<i>Myotis yumanensis</i> (n= 1)						
Mínimo	81	41	2.9	53.3	-33	28.2
Máximo	99	44	4.2	57.1	-22.2	74.9
Media	91.8	42.5	3.5	54.5	-28.2	61.5
SD	6.3	1.1	0.4	1.1	4.2	14.5
<i>Corynorhinus mexicanus</i> (n= 2)						
Mínimo	40.5	18.6	1.5	27.1	-30.6	16.9
Máximo	45.8	27.5	3.6	33.4	-19.6	66.5
Media	43.1	22.5	2.6	31.2	-23.2	44.1
SD	1.5	2.7	0.5	1.4	3.5	13.6
<i>Corynorhinus townsendii</i> (n= 5)						
Mínimo	35	20.1	1.5	19.4	-38.3	21.4
Máximo	46.6	29.4	2.6	34.9	-10.2	76.3
Media	41.9	24.2	2.08	28.5	-23.3	39.05
SD	2.4	2.2	0.2	4.8	6.02	11.8
<i>Eptesicus fuscus</i> (n= 15)						
Mínimo	38	19	4	27.9	-30	53
Máximo	81	38	12.6	42.9	-9.4	186.5
Media	62.1	26.5	6.4	32.7	-18.8	112.1
SD	9.2	3.05	1.8	2.3	4.8	21.8
<i>Idionycteris phyllotis</i> (n= 1)						
Mínimo	30	11	4.7	15.7	-17	96
Máximo	36	12	5.8	18.6	-6.3	125
Media	32.7	11.6	5.18	18.02	-11.05	107
SD	2	0.5	0.3	1.03	3.4	9.13
<i>Lasiurus cinereus</i> (n= 4)						
Mínimo	37	16	3.7	19.8	-26.4	98
Máximo	67	36.4	13.7	55.6	-6.9	200
Media	52.5	23.3	6.5	31.4	-17.7	126
SD	6.9	4.5	2.6	7.9	5.3	29.6
<i>Antrozous pallidus</i> (n= 8)						
Mínimo	38.9	10.1	3.1	13.6	-28.6	31.2
Máximo	79.4	48.1	18.3	44.1	-24.7	142.8
Media	59.7	34.8	7.5	31.7	-13.8	89.6
SD	10.5	8.5	4.9	8.4	14.5	32.5

---

	<b>Fmáx (kHz)</b>	<b>Fmín (kHz)</b>	<b>Durp (ms)</b>	<b>Fmáxe (kHz)</b>	<b>Intmáx (dB)</b>	<b>Int (ms)</b>
<i>Nyctinomops macrotis</i> (n= 2)						
Mínimo	17	8	4.4	13	-25.2	114
Máximo	28	10	10.7	15.9	-4.8	231
Media	21.9	8.9	8.3	14.4	-12	213.4
SD	3.7	0.7	2.1	0.6	5.8	35.5
<i>Tadarida brasiliensis</i> (n= 6)						
Mínimo	35	13	3.5	19.1	-31.5	31.2
Máximo	58	27	9.1	53.3	-8.5	281.8
Media	48.8	19.9	6.5	32.2	-16.3	87.4
SD	5.05	3.4	1.4	6.4	3.7	44.5

---