



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**INSTITUTO DE BIOLOGÍA**

**DINAMICA POBLACIONAL DE *Leptonycteris yerbabuena* EN EL  
CENTRO DE MÉXICO.**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**(AMBIENTAL)**

P R E S E N T A

JORGE ANDRÉS VILLALPANDO ROSALDO

**DIRECTOR DE TESIS: DR. FERNANDO CERVANTES REZA**

MÉXICO, D. F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.




Hg. Leopoldo Silva Gutiérrez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presenta

Por medio de la presente me permito informarle usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 30 de enero del 2006, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del alumno **Villalpando Rosaldo Jorge Andrés** con número de cuenta **591004192** con la tesis titulada: **"Dinámica Poblacional de *Leptonycteris yerbabuena* en el Centro de México"** bajo la dirección del Dr. **Fernando Alfredo Cervantes Reza**.

Presidente:	Dra. Kathryn Elizabeth Stoner
Vocal:	Dr. Luis Gerardo Herrera Montiel
Secretario:	Dr. Fernando Alfredo Cervantes Reza
Suplente:	Dr. Gerardo Ceballos González
Suplente:	Dr. Cornelio Sánchez Hernández

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
Cds. Universitaria, D.F. a 2 de mayo del 2006

  
Dr. José López Farfán  
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

**A la memoria del Maestro Ticul Álvarez,** quien con su amistad y enseñanzas motivo el interés en el estudio de los mamíferos mexicanos.

**Al Comité Tutorial,** quiero darles las gracias ya que con sus comentarios y puntos de vista enriquecieron este trabajo, al Dr. Fernando A. Cervantes Reza, Dr. Gerardo Herrera Montalvo, Dra. Kathryn Stoner, Dr. Gerardo Ceballos González y Dr. Cornelio Sánchez Hernández.

**A mi compañera de vida y ahora madre de mi hijo Nansy,** por su incondicional ayuda tanto en el campo como en la compu y que siempre ha estado dispuesta para la ciencia.

**A mis entrañables amigos Noe González y Aurelio Ocaña,** quienes siempre han estado ahí en las buenas y en las malas, gracias por todo.

**A Lucas,** quien le ha dado otro sentido a todo.

**A mis alumnos de la Universidad,** en quienes he podido inculcar el interés por la Biología.

**A Icaro.**

**Gracias.**

## INDICE

RESUMEN .....	<i>i</i>
ABSTRACT .....	<i>ii</i>
INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	3
OBJETIVOS .....	6
ÁREAS DE ESTUDIO .....	7
REFUGIOS Y TIPOS DE VEGETACIÓN .....	9
MATERIAL Y METODOS .....	13
Marcado de ejemplares .....	13
Datos poblacionales .....	15
Análisis de datos .....	16
RESULTADOS .....	19
Cueva “El Salitre”, 4 Km NW Xochimancas, Ticumán, Morelos, 1300 m.....	19
Grutas de Xoxafí, 6 Km N Lagunillas, Hidalgo, 2000 m.....	33
Grutas de Juxtlahuaca, 7 Km NW Colotlipa, Guerrero, 940 m.....	39
Isla Don Panchito, Bahía Chamela, Jalisco .....	47
Marcado y recaptura .....	50
DISCUSIÓN .....	54
CONCLUSIONES .....	65
LITERATURA CITADA .....	66

## RESUMEN

La migración es un aspecto relevante en la vida de muchos organismos vivos, y ha sido definida como el desplazamiento periódico y cíclico de poblaciones entre sus lugares de reproducción y no reproducción y el regreso a estos mismos. Dentro de la subfamilia Glossophaginae (Chiroptera:Phyllostomidae) existen tres especies consideradas migratorias, *Leptonycteris yerbabuena*, *L. nivalis* y *Choeronycteris mexicana*.

El murciélago hocicudo, *L. yerbabuena* tiene su principal centro de distribución en México y durante muchos años se considero que toda la especie realizaba una migración generalizada en busca de recursos alimenticios desde el sur de los Estados Unidos de América hasta el norte de México y Sudamérica.

Estudios recientes en el trópico del país han planteado la hipótesis de poblaciones residentes de esta especie en esta parte de su distribución, las cuales se ven favorecidas por los recursos alimentarios presentes durante todo el año, proporcionados por las selvas bajas caducifolias, subcaducifolias y matorrales xerófilos.

En este trabajo se analiza la dinámica poblacional en una cueva habitada todo el año en el estado de Morelos, así como de otras cuevas localizadas en el centro de México. Así como movimientos entre las poblaciones del centro de México, por medio de técnicas de captura y recaptura.

Para relacionar la alimentación con la presencia anual de la especie, en cada refugio fueron tomadas muestras de polen de los murciélagos y se siguió la fenología de las plantas utilizadas como parte de la dieta.

Los resultados obtenidos proporcionan evidencias de la residencia en el trópico de México de la especie, con características comportamentales particulares en los diferentes refugios, el flujo de migrantes entre los refugios localizados en esta parte de su distribución y una alta preferencia por los recursos proporcionados por las selvas bajas caducifolias.

Nuestros resultados, al igual que otros recientemente obtenidos reflejan un comportamiento complejo por parte de esta especie de murciélago, por lo que para tener un mejor entendimiento de la especie y poder proponer y tomar medidas de conservación de la especie y de los hábitats donde se encuentran localizados sus refugios son necesarias más investigaciones en México, ya que es aquí donde existe el mayor número de poblaciones y refugios que se conocen para estos murciélagos.

## ABSTRACT

Migration is a relevant aspect in the life of many organisms, and it has been defined as the periodic and cyclic movement of populations between their reproductive and non reproductive places. In the bat subfamily Glossophaginae (Chiroptera:Phyllostomidae) there are three migratory species *Leptonycteris yerbabuena*, *L. nivalis* and *Choeronycteris mexicana*.

The snout bat *L. yerbabuena* has its principal distribution in center Mexico and for many years it was thought that the entire species migrates in search of food sources from the south of the United States of America to the north of Mexico and South America.

Recent studies in the Mexican tropic have supported the hypothesis that populations of this bat in Central and south Mexico are resident. This seems to be possible thanks to the availability of food sources all year long in dry forests and xenophile thickets therein.

This research describes the population dynamics of *L. yerbabuena* in a cave in the state of Morelos, including data from other caves in central Mexico. It also provides data of the movement routes between populations of central Mexico derived from capture and recaptures techniques.

To relate feeding with annual presence of the species in every shelter were taken some pollen samples from the bats with the identification of the plants that form part of their dietary.

The final results show evidence of the species residence in the tropic of Mexico, with particular behavior characteristics in the different shelters, the migrations movements between the caves localized in this part of their distribution and high preferences for available dry forest sources.

Our results, as others recent publications show a complex behavior for this bat species, so to have a better understanding of the species and in order to take conservation measures also of their habitats where they localize are necessarily more investigations in Mexico, because its here where there's the major number of populations and shelters knows for this bats.





## INTRODUCCIÓN

La migración es un aspecto relevante en la vida de muchos organismos. Se define migración como el desplazamiento periódico y cíclico de poblaciones entre sus lugares de reproducción y no reproducción, y el regreso a estos mismos sitios (Thomas, 1926; Dingle 1996; Neuweiler, 2000). Tal comportamiento migratorio ha evolucionado en respuesta a diferentes presiones de índole ecológico, como puede ser la búsqueda de alimento y de un ambiente más apropiado para la reproducción, así como de condiciones climáticas más favorables en ciertas temporadas del año, según la dirección, las migraciones pueden agruparse en latitudinales, altitudinales o longitudinales.

El murciélago *Leptonycteris yerbabuena* (Glossophaginae:Phyllostomidae) ha sido considerado como una especie migratoria generalizada (Cockrum y Ordway, 1959; Fleming, et al., 1993). De acuerdo con esta idea, al haber una escasez de recursos alimentarios en el trópico de México durante los meses de primavera y verano, los desplazamientos son hacia el norte de su distribución (Arizona y Nuevo México en los Estados Unidos y en Sonora en México) donde se alimentan de polen y néctar de agaves y cactáceas columnares (Cockrum, 1991; Fleming et al., 1993). Durante su estancia en el trópico se alimentan de polen y néctar de agaves y cactáceas columnares ampliamente diversificados (Valiente-Banuet et al., 1996; Rojas-Martínez et al., 1999), así como de plantas propias de las selvas bajas caducifolias (Álvarez y González-Quintero, 1970; Fleming et al., 1993; Quiroz et al., 1986; Rojas Martínez, 1996, Stoner et al. 2003).

En el contexto anterior, en este trabajo se revisa la dinámica poblacional del murciélago *Leptonycteris yerbabuena* en la Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos habitada durante todo el año, y de manera ocasional en otras cuevas conocidas como refugios de la especie: Grutas de Xoxafi, Hidalgo; Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero e Isla Panchito, Bahía Chamela, Jalisco.

La región de estudio comprende algunos refugios habitados de manera continua durante todo el año, por lo que se analiza el flujo de individuos entre las poblaciones, para establecer rutas de los movimientos en esta región, e identificar las especies que forman parte de la dieta de estos murciélagos en las regiones de estudio.

## ANTECEDENTES

Los primeros estudios relacionados con la alimentación de *Leptonycteris yerbabuena* (Alvarez y González, 1970; Cockrum y Ordway, 1959; Hayward y Cockrum, 1971; Howell, 1974) y la presencia estacional de los murciélagos tanto en México como en el sur de los Estados Unidos, evidenciaron un comportamiento migratorio de estos murciélagos como respuesta a los cambios estacionales de los recursos a lo largo de su distribución.

Algunos autores han propuesto que los murciélagos se ven obligados a desplazarse grandes distancias para asegurar los recursos alimentarios, Fleming et al. (1983) proponen que durante la primavera los murciélagos se ven obligados a migrar del SW de los Estados Unidos hacia regiones tropicales de México, siguiendo la floración secuencial de cactáceas y agaváceas; por lo que se formaría un corredor, el cual, se encontraría representado por al menos cuatro especies de cactáceas columnares de floración nocturna y *Agave colorata*, las cuales, presentan picos de floración desplazados, lo que proporcionaría alimento durante diferentes momentos a estos murciélagos. Durante el verano, el corredor estaría formado de varias especies de agaves, considerado como un género coevolucionado con los murciélagos (Gentry, 1982); en este sentido, dicho corredor permitiría el desplazamiento de los murciélagos a través de las zonas templadas (primavera-verano).

La primer evidencia de la residencia de *L. yerbabuena* en México fue proporcionada para la Sierra de la Laguna, Baja California Sur (Wolozsyn y Wolozsyn,

1982) donde se documentó la presencia de individuos en la misma cueva cumpliendo todo su ciclo de vida. Esta región se caracteriza por tener una serie de asociaciones vegetales que incluyen matorral xerófilo, selvas bajas caducifolias y bosque de pino-encino, las cuales, proporcionan recursos alimentarios durante todo el año (Valiente-Banuet et al., 1996).

Rojas-Martínez et al. (1999) cuestionan la existencia de una migración generalizada de la especie, y sugieren una región extra tropical con poblaciones migratorias a latitudes por arriba de los 29 °N, y una región intertropical con presencia continua durante todo el año de murciélagos a latitudes menores a los 21°N.

Para el centro-sur de México, Rojas-Martínez (1996) y Rojas-Martínez et al. (1999) registran la presencia continua de *L. yerbabuena* en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en matorrales crasicaules y selvas bajas caducifolias, y muestran que los recursos alimentarios para estos murciélagos pueden estar disponibles durante todo el año, pero su mayor abundancia ocurre en la primavera cuando 13 especies de flores quiropterófilas y 11 frutos zoocóricos están disponibles. La cantidad de recursos que proporcionan las cactáceas columnares es considerable, porque la mayoría florece en primavera formando asociaciones de cactáceas de *Neobuxbaumia tetetzo*, *N. mezcalaensis*, *N. macrocephala*, *Pachycereus weberi* y *Cephalocereus chrysacanthus* (Valiente-Banuet et al., 1996).

Herrera (1997) capturó ejemplares de *L. yerbabuena* en Orizaba, Veracruz durante los meses de agosto y en Tlilapan, Veracruz, durante julio. Sus estudios de isótopos de carbono en tejido revela que la alimentación de estos murciélagos esta basada en plantas con metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) tales como cactus y agaves. Al relacionar la ubicación de los sitios de colecta en Veracruz con los del Valle de

Tehuacán, Puebla (Rojas-Martínez, 1996), sugiere que los murciélagos capturados en Veracruz se desplazan al valle para alimentarse en donde existe gran cantidad de alimento disponible durante todo el año desplazándose una distancia de aproximadamente 62 kilómetros.

Otros estudios realizados en el centro de México (Álvarez y López-Vidal, 1996; Álvarez et al., 1998, 1999; Sánchez-Casas y Álvarez, 1998; Sánchez-Casas, 2004 y Villalpando y Álvarez, 1998;) con *L. yerbabuena*, en cuevas localizadas en los estados de Morelos, Hidalgo, Guerrero y Puebla, muestran que las poblaciones están presentes en el centro de México y permanecen durante todo el año en esta parte de su distribución, lo cual corrobora lo señalado por Rojas-Martínez (1998).

En el contexto anterior, son escasos los estudios existentes de la dinámica poblacional de *L. yerbabuena* que nos proporcionen información relacionada con los cambios en el tamaño y estructura de las poblaciones (Ceballos et al., 1997, Galindo et al., 2004; Sánchez-Casas, 2004; Stoner et al., 2003; Téllez, 2001) y que nos permitan tener un espectro mas amplio para interpretar el comportamiento migratorio de la especie.

## OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio, comprenden:

- a) Determinar la estructura poblacional de *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, así como de otros refugios ocupados de manera temporal en el centro de México.
- b) Identificar los recursos alimentarios que son utilizados como parte de la dieta en las áreas de estudio.
- c) Identificar la existencia de movimientos entre los refugios localizados en esta región de su distribución.

## ÁREAS DE ESTUDIO

El trabajo de campo se realizó de noviembre del 2000 a mayo de 2002; se llevó a cabo el seguimiento mensual de la población de *Leptonycteris yerbabuena* que habita la Cueva "El Salitre", localizada a 4 Km NW Xochimancas, Ticumán, Morelos, 1300 m.

En los meses de mayo y junio del 2001, se examinó la población de las Grutas de Xoxafí, Hidalgo; siendo estos meses, la época en la que se encuentra el mayor número de ejemplares en este refugio.

Durante los meses de enero, febrero y abril de 2001, se realizó el seguimiento de la población que habita las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, y en el mes de abril de 2000 se visitó la Isla Panchito, Bahía Chamela, Jalisco (Figura 1).

Los diferentes refugios fueron seleccionados considerando la presencia de la especie reportada por otros autores (Álvarez y González, 1970; Álvarez et al., 1999; Ceballos et al., 1997; Stoner et al. 2003, Sánchez-Casas, 2004) y por estar dentro de la región de estudio (centro de México). Se utiliza esta información disponible de otros autores para complementar la obtenida en este estudio.





**Figura 1.** Localización de las cuevas estudiadas en el centro de México: **1.** Grutas de Xoxafí, Hidalgo. **2.** Cueva "El Salitre", 4 Km NW Xochimancas, Tlaxcala. **3.** Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero. **4.** Minas de Ixtapan del Oro, Estado de México. **5.** Isla Panchito, Bahía Chamela, Jalisco. **6.** Cueva Tzinacanostoc, Puebla.

## REFUGIOS Y TIPOS DE VEGETACIÓN

### **Cueva “El Salitre”, 4 Km NW Xochimancas, Ticumán, Morelos, 1300 metros.**

Este refugio se localiza en la parte inferior de una cámara muy amplia de forma irregular de aproximadamente 40 m x 15 m con un ligero declive. Al final de esta existe una oquedad con una profundidad de unos 10 m con una entrada amplia de aproximadamente tres metros de ancho y dos metros de altura que presenta un declive de unos 45°, donde se presentan estalactitas y estalagmitas, así como columnas. A la mitad se encuentra un área plana de unos tres metros de ancho para continuar con un declive. En la parte más alta (aproximadamente seis metros) se presenta una grieta en el techo, que es donde se concentran los murciélagos. El estudio de la población en la cueva se realizó durante los meses de noviembre y diciembre de 2000, marzo a diciembre de 2001 y enero a mayo de 2002.

Se encuentra inmersa en una selva baja caducifolia, con dominancia en el estrato superior de *Ceiba pentandra*, *C. aesculifolia*, *Bursera fagoroides*, *B. microphylla*, *B. copallifera*, *B. bicolor*, *B. morelensis*, *B. simuruba*, *Ipomoea wolcottiana*, *I. murucoides*, *Acacia cochliacantha* (= *cymbispina*), *Thevetia peruviana*, *Spondias* spp., *Cordia pennatula*, *Crescentia cujete*, *Plumeria* spp. El estrato medio se caracteriza por *Opuntia* sp., *Acacia cochliacantha*, *A. pennulata*, *A. berlandieri*, *Mimosa* spp., *Thevetia ovata*, *Tecoma stans*, *Pachycereus weberi* y el estrato inferior se encuentra conformado con

*Mimosa albina*, *M. biuncifera*, *Agave spp.*, *Croton ssp.*, *Euphorbia spp.*, *Lantana camara*, *Indigofera virgata* (Sánchez-Casas, 2004).

**Grutas de Xoxafí, 6 Km N Lagunillas, Hidalgo, 2000 metros.**

Se localizan dentro del Valle del Mezquital, donde la vegetación dominante es el matorral desértico calcícola. Este tipo de vegetación se distribuye desde el extremo sureste de Durango y suroeste de Nuevo León hasta Hidalgo, a través de Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato y Querétaro (González-Quintero, 1967).

Las especies dominantes son *Myrtillocactus geometrizans*, *Opuntia streptacantha*, *Prosopis juliflora* (González-Quintero, 1970). Además de esta vegetación existen zonas destinadas al cultivo de agaves y nopales, cuya época de floración y fructificación coincide con la presencia de la población en este refugio.

La época de lluvia en esta región se presenta en los meses de junio a septiembre, observándose la presencia de flores y frutos durante el periodo de marzo a septiembre (González-Quintero, 1967).

**Grutas de Juxtlahuaca, 7 Km NW Colotipla, Guerrero, 940 metros.**

Las grutas fueron visitadas en enero, febrero y abril de 2001. Este refugio se encuentra en el interior de las grutas las cuales son amplias y visitadas por gran cantidad

de gente, ya que son un atractivo turístico de importancia en la zona. La cámara en la que se encuentran los murciélagos es aproximadamente 200 m de largo por 30 de altura, recibe el nombre “del infierno”, dada la elevada temperatura y humedad que se presenta. Esto resulta del elevado número de individuos, tanto de esta especie como de algunas otras (entre las cuales se pueden mencionar *Glossophaga soricina*, *Pteronotus parnelli*, *P. davyi*, *Macrotus waterhousii*).

La vegetación de la zona corresponde a un bosque tropical caducifolio. Las especies dominantes son *Pseudobombax (=Bombax) ellipticum*, *Ceiba aesculifolia*, *Cordia morelosana*, *C. alliodora*, *Bursera copallifera*, *B. schlechtendalii*, *Nopalea karwinskiana*, *Combretum farinosum*, *Ipomoea arborescens*, *I. leptotoma*, *I. parasitica*, *Operculina pinnatifida*, *Croton morifolius*, *Acacia cochliacanta*, *A. farnesiana*, *A. macracantha*, *Bauhinia latifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*, *Calliandra houstoniana*, *Senna biflora*, *S. pauciflora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Eritrina lanata*, *Pithecellobium sp.*, *Citrus aurantifolia*, *Bumelia cartilaginea*, *Russelia sarmentosa*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Lantana achyranthifolia*, *L. camara*, *Petrea volubilis* y *Priva lappulacea*. (Quiroz et al., 1986, Rzedowki, 1978). La temperatura promedio es de 24.2° C (22.7°-26.1°).

#### **Isla “Don Panchito”, Bahía Chamela, Jalisco.**

Este refugio fue visitado en el mes de abril del 2000, la Isla “Don Panchito” es de aproximadamente 12 hectáreas y se localiza aproximadamente a 1 kilómetro de la Bahía Chamela, en el estado de Jalisco.

La vegetación dominante se encuentra representada por *Cephalocereus purpusii*, *Pachycereus pecten-aboriginum*, *Stenocereus chrysocarpus*, *S. standleyii*, *Ceiba grandiflora* y *Amphipterygium adstringens*. La época de lluvias se presenta de junio a octubre y una extensa temporada seca de noviembre a mayo. El promedio de lluvia anual es de 750 mm y la temperatura promedio de 24.9° C (Stoner et al., 2003).

## MATERIAL Y METODOS

### Marcado de ejemplares

En cada una de las cuevas (Cuadro 1) los murciélagos fueron capturados utilizando una trampa consistente en un aro de acero con mango formado por tubos ensamblados de aluminio; el aro sostiene un cilindro de plástico a través del cual caen los murciélagos y son colocados en una jaula especial donde se mantienen hasta ser revisados, marcados y registrados, liberándose posteriormente.

A cada uno de los murciélagos se le colocó un collar de plástico con un código numérico de colores (Álvarez et al., 1999) en el cuello. Los collares cuentan con anillos de plástico de diferentes colores, cada uno de estos representa un número (del 0 al 9) y la combinación de los mismos, conforma el número consecutivo correspondiente a cada individuo. En cada ocasión se consignaron los datos correspondientes en las bitácoras de campo respectivas, en las cuales para cada número de collar colocado a los murciélagos le correspondieron los datos poblacionales (sexo, edad aproximada, condición reproductiva y peso), fecha de marcado y localidad de marcado.

Cueva "El Salitre", Morelos	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero	Isla Don Panchito, Jalisco
18/Noviembre/2000	19/Mayo/2001	13/Enero/2001	18/Abril/2000
16/Diciembre/2000	30/Junio/2001	3/Febrero/2001	
24/Marzo/2001		7/Abril/2001	
28/Abril/2001			
19/Mayo/2001			
16/Junio/2001			
14/Julio/2001			
18/Agosto/2001			
22/Septiembre/2001			
20/Octubre/2001			
29/Noviembre/2001			
27/Diciembre/2001			
15/Enero/2002			
18/Febrero/2002			
18/Marzo/2002			
19/Abril/2002			
05/Mayo/2002			

**Cuadro 1.-** Fecha de muestreo para cada una de las cuevas estudiadas para *Leptonycteris yerbabuena* durante los años 2000 y 2001.

## Datos poblacionales

De cada murciélago se obtuvieron los siguientes datos:

- a) **Sexo.** Con esta información fue calculada la proporción de los sexos en cada visita, obteniendo una proporción anual en cada una de las cuevas estudiadas.
- b) **Edad aproximada.** La edad de cada murciélago se estimó usando una combinación de características del pelaje, peso y fusión de epífisis metacarpales (Anthony, 1988), distinguiéndose tres categorías: juvenil (ejemplares en los cuales el pelaje es ralo, de color grisáceo y las articulaciones de las falanges aun no se encuentran osificadas); subadultos (ejemplares en los que el pelaje es grisáceo y la osificación de las falanges incompleta); y adultos (aquellos en los que el pelaje es completamente castaño o pardo y la osificación de las articulaciones es completa).
- c) **Condición reproductiva.** De acuerdo con Racey (1982) para los machos la actividad reproductiva se estimó a partir del volumen de los testículos, por lo que se consideraron con testículos escrotados, aquellos individuos con un volumen testicular considerable y su descenso al escroto, y el caso contrario fue considerado como no escrotados. En el caso de las hembras, de acuerdo con Racey (1988), Sosa y Soriano (1993), Ruiz et al. (2000), se registraron las categorías de: a) preñadas; b) lactantes, y c) inactivas.
- d) **Peso.** Cada uno de los murciélagos fue colocado en una bolsa de plástico y pesado con una balanza, consignando en la bitácora correspondiente el peso en gramos para conocer las fluctuaciones mensuales.



e) **Obtención de muestras de polen.** En el caso de la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, la obtención de muestras de polen se realizó durante todo el año; en el caso de Xoxafi, Hidalgo y Juxtlahuaca, Guerrero las muestras analizadas corresponden a las fechas de muestreo.

La toma de muestras consistió, en la captura de 20 ejemplares por medio de redes (cuando fue posible), los cuales fueron colocaron en vasos de unicel, en donde se mantuvieron por periodos de 1 a 2 horas, para obtener las heces fecales. Además a cada ejemplar se le cepilló el rostro, hombros y abdomen para obtener granos de polen.

En el laboratorio, las muestras fueron procesadas por medio de la técnica de acetólisis (Erdman, 1966) e identificados con claves especializadas, preparaciones de referencias de las plantas presentes en el área de estudio, y preparaciones de la Palinoteca de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional.

f) **Parámetros físicos.** En cada una de las visitas a las cuevas se consignaron los datos de temperatura y humedad relativa con un termo-higrómetro marca Ohaus.

### **Análisis de datos**

En el caso de la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos se realizaron todos los análisis citados a continuación. En el caso de los refugios que se visitaron de manera ocasional, solo aquellos en los cuales los datos obtenidos permitieron realizar alguno de los análisis.

Del total de ejemplares marcados se estimaron los siguientes parámetros:

- a) **Proporción de sexos.** Los ejemplares obtenidos a lo largo de todo el trabajo se agruparon mensualmente por sexo, para explorar la posibilidad de segregación sexual asociada a la reproducción. Se realizó una prueba de  $X^2$  para determinar si existen diferencias significativas respecto de una proporción sexual de 1:1.
- b) **Estimación del tamaño poblacional.** Se calculó de manera mensual en cada una de las cuevas (en las que fue posible, por las condiciones de las cuevas), considerando el área donde se perchan la mayoría de los murciélagos dentro de la cueva. Se contó el número de ejemplares en un área de 1 m<sup>2</sup>, y estos valores se extrapolaron al área ocupada por los murciélagos en la cueva. Con estos datos se evaluó la variación mensual y anual de las poblaciones dentro de las cuevas.
- c) **Pesos.** Se realizó una comparación entre el peso, sexo y edad; así como entre los diferentes refugios estudiados, por medio de un análisis de varianza (ANOVA).
- d) **Movimientos poblacionales.** Por medio del método de captura y recaptura de los ejemplares se realizó el seguimiento del desplazamiento de los murciélagos en las diferentes cuevas y así evaluar si existen movimientos poblacionales en el centro de México.
- e) **Alimentación.** De las plantas identificadas como parte de la alimentación de los murciélagos en los diferentes meses de muestreo, se relacionó la frecuencia de aparición de estas plantas con la presencia de los murciélagos en cada una de las cuevas estudiadas.

- f) **Temperatura y humedad.** Con estos parámetros físicos se analizó si existe una relación entre ellos y los cambios de las poblaciones a lo largo del año.

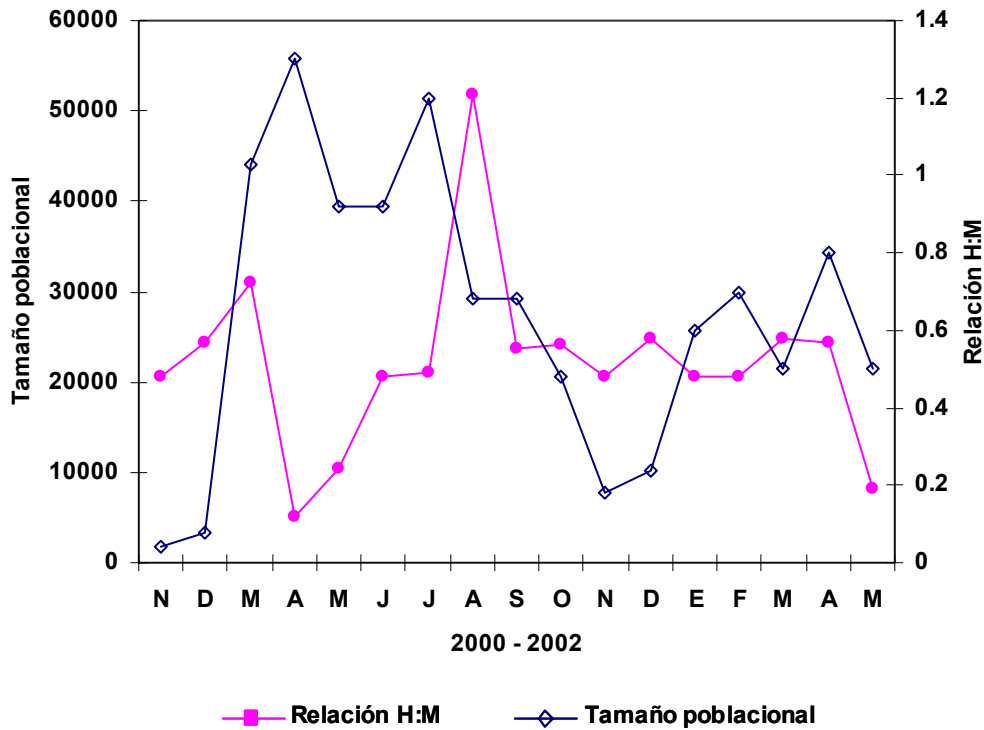
## RESULTADOS

### CUEVA “EL SALITRE”, 4 KM NW XOCHIMANCAS, TICUMÁN, MORELOS, 1300 M.

#### *Tamaño poblacional y proporción de sexos*

Se capturaron un total de 1491 murciélagos de *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos (Cuadro 2). Durante los meses de monitoreo, la población se mantuvo fluctuando alrededor de los 20 000 individuos (Figura 2). Durante el mes de abril del 2001, la población que se encontró en la cueva fue de 5175 individuos, siendo éste, y el mes de mayo del 2002, en el que se estimó una población de 8280 individuos, en donde se encontró el menor número de individuos. Posteriormente, en mayo del 2001, se observó un incremento, el cual alcanzó su máximo en el mes de agosto, llegándose a calcular una población de 51,750 individuos, valor que representó poco más del doble del promedio en la cueva. Seguido del incremento del mes de agosto, se observó una tendencia a disminuir el número de individuos que ocupan la cueva a partir del mes de septiembre y hasta el mes de diciembre, promediando 23,340 murciélagos.

En el 2002 las fluctuaciones en el número de individuos presentes en la cueva se mantuvieron en un promedio de 20,000 individuos. Únicamente, se observó una disminución en mayo, mes en el que la población fue menor a 8 000 individuos.



**Figura 2.** Cambios mensuales en el tamaño poblacional y relación Hembra:Macho de *Leptoncyteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002.

En lo que respecta a la proporción de sexos (hembras:machos), la población que habita la cueva se encontraba representada en su mayoría por machos, durante la mayor parte del año (Figura 2); siendo los meses de noviembre ( $\chi^2=64.4$ , g.l. =1) y diciembre ( $\chi^2=62.4$ , g.l. =1) del 2000, en los cuales se observaron diferencias significativas en el número de hembras con relación a los machos que habitaban la cueva, encontrando una proporción de 0.04 en noviembre y 0.08 en diciembre.

Durante la primera mitad del 2001 (marzo a julio) la relación de hembras y machos (Cuadro 2), fue cercana a 1, por lo que la población que habita la cueva durante esos meses es muy homogénea. Posteriormente, a partir de agosto, esta relación disminuye

significativamente ( $\chi^2=3.84$ , g.l. =1), encontrando que la cueva se encuentra habitada principalmente por machos, por lo que las proporciones calculadas a partir del mes de agosto y hasta noviembre van disminuyendo de 0.68 hasta 0.18.

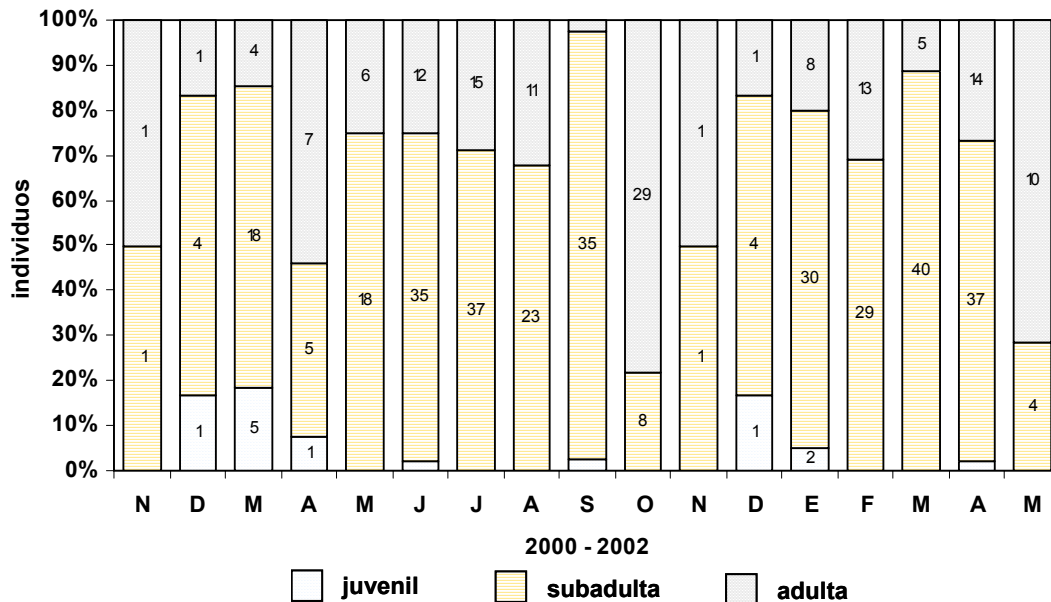
Para el 2002 las diferencias entre hembras y machos son significativas en la mayoría de los meses (Cuadro 2). De enero a mayo, con la excepción de marzo ( $\chi^2=7.5$ , g.l. =1), la presencia de los machos fue mayor que la de las hembras, por lo que la proporción fluctuó entre los 0.60 y 0.80.

Fecha	n	Hembras	Machos	H:M	X <sup>2</sup>
Noviembre	76	3	73	0.04	X <sup>2</sup> =64.4
Diciembre	88	7	81	0.08	X <sup>2</sup> =62.4
Marzo	53	27	26	1.03	X <sup>2</sup> =0.018
Abril	25	14	11	1.3	X <sup>2</sup> =0.36
Mayo	50	24	26	0.92	X <sup>2</sup> =0.08
Junio	100	48	52	0.92	X <sup>2</sup> =0.16
Julio	97	52	45	1.2	X <sup>2</sup> =0.5
Agosto	104	42	62	0.68	X <sup>2</sup> =3.84
Septiembre	104	42	62	0.68	X <sup>2</sup> =3.84
Octubre	132	43	89	0.48	X <sup>2</sup> =16.02
Noviembre	86	13	73	0.18	X <sup>2</sup> =41.8
Diciembre	101	20	81	0.24	X <sup>2</sup> =35.8
Enero	100	40	60	0.60	X <sup>2</sup> =4.0
Febrero	100	42	58	0.70	X <sup>2</sup> =2.56
Marzo	120	45	75	0.50	X <sup>2</sup> =7.5
Abril	115	52	63	0.80	X <sup>2</sup> =1.06
Mayo	40	14	26	0.60	X <sup>2</sup> =3.6
<b>Total</b>	<b>1491</b>	<b>528</b>	<b>963</b>		

**Cuadro 2.-** Proporción sexual para *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002; n = número de individuos, H = hembra, M = macho, X<sup>2</sup> = prueba de chi cuadrada, g.l.= grados de libertad.

**Estructura de edades**

El comportamiento poblacional en la cueva pone de manifiesto que los individuos que la habitan de manera mensual son ejemplares subadultos, tanto para las hembras como para los machos, durante todo el año, siendo un refugio utilizado de manera temporal por individuos que aun no alcanzan la madurez para desplazarse a otros refugios de copula o reproducción. La estructura de edades de las hembras observada durante el periodo de estudio refleja que esta cueva es ocupada principalmente por hembras subadultas, las cuales estuvieron presentes durante todos los meses (Figura 3); de las 528 hembras capturadas, el 62.3% (329 individuos) lo representaron las subadultas, mientras que las adultas representaron el 35.2% (186 individuos) y el 2.5% restante (13 ejemplares) las hembras juveniles.

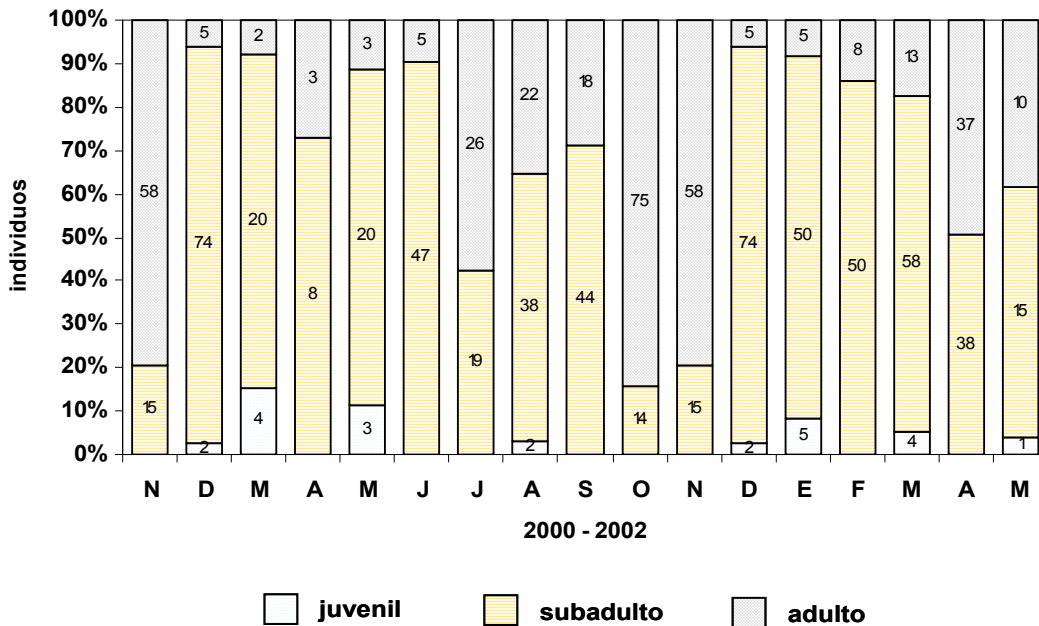


**Figura 3.** Porcentaje de hembras adultas, subadultas y juveniles capturadas en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002. Nota: las categorías en las cuales no aparece el número de individuos en la sección correspondiente, dicho número corresponde a 1.



De las tres categorías de edad consideradas para las hembras, tanto las subadultas como las adultas se encontraron presentes durante todos los meses de muestreo, mientras que las juveniles solo en los meses de diciembre (2000), marzo, abril, junio, septiembre y diciembre del 2001, y enero y abril del 2002, el número de ejemplares de esta categoría en cada uno de los meses capturado esta por debajo de los 5 individuos.

En el caso de los machos, el comportamiento observado en esta cueva es similar al de las hembras (Figura 4), siendo los individuos subadultos la categoría dominante durante los meses de muestreo. Los murciélagos correspondientes a las categorías de subadultos y adultos se encontraron presentes durante todo el año en la cueva, aunque con fluctuaciones en cuanto al número de individuos presentes durante cada mes.



**Figura 4.** Porcentaje de machos adultos, subadultos y juveniles capturados en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002.

Durante los meses de diciembre (2000), marzo, mayo, agosto y diciembre del 2001, y enero, marzo y mayo del 2002 se capturaron murciélagos correspondientes a la categoría juvenil, representando el 2.4% (23 ejemplares). Los subadultos representaron el 60.9% (587 individuos) del total de murciélagos capturados y por último, los adultos, representaron el 36.7% (353 murciélagos).

### ***Condiciones reproductivas***

Durante los meses de muestreo del 2000 al 2002, fueron pocas las hembras preñadas que se capturaron. En octubre fue el mes en donde se observó un pico en esta categoría (Figura 4), encontrando 20 hembras preñadas de un total de 30 hembras, por lo que en este mes representaron el 46.5% de las hembras totales. En julio y agosto se encontraron 4 hembras preñadas en cada uno de los meses y en noviembre de ambos años, solo se encontró una hembra. En los meses de enero a mayo de 2002 no se encontraron hembras preñadas en la cueva.

De las observaciones de campo realizadas al estar revisando los ejemplares para su censado y marcado durante los meses de julio y agosto se encontraron hembras adultas en las cuales la vulva presentaba sangre, lo que podría ser considerado como el inicio de la época reproductiva. Así mismo, en estos meses, se observaron ejemplares realizando cópula.

Los machos con testículos escrotados, independientemente de la categoría de edad, se encontraron presentes durante todos los meses de muestreo (Figura 5). Durante los meses de junio a noviembre se observó un marcado incremento en el número de individuos con testículos escrotados presentes en la cueva. El mayor número de

murciélagos de esta categoría se observó en el mes de octubre, en donde de los 89 machos censados, el 77.5% (69 individuos) presentaron testículos escrotados. En el 2002 el pico de machos con testículos escrotados se observó durante el mes de febrero, en el cual, de los 58 machos censados, 37 individuos (63.8%) correspondieron a esta categoría.

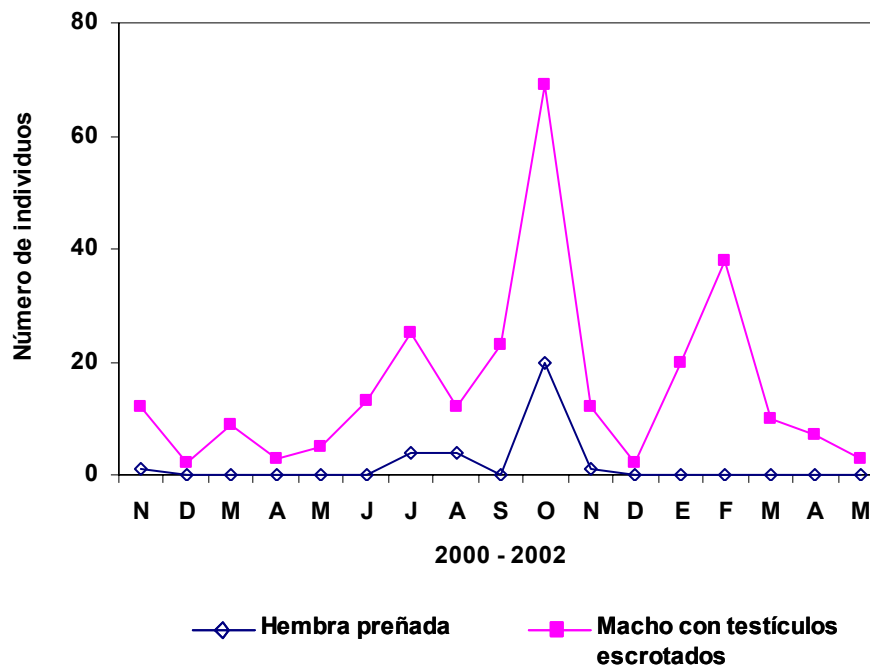
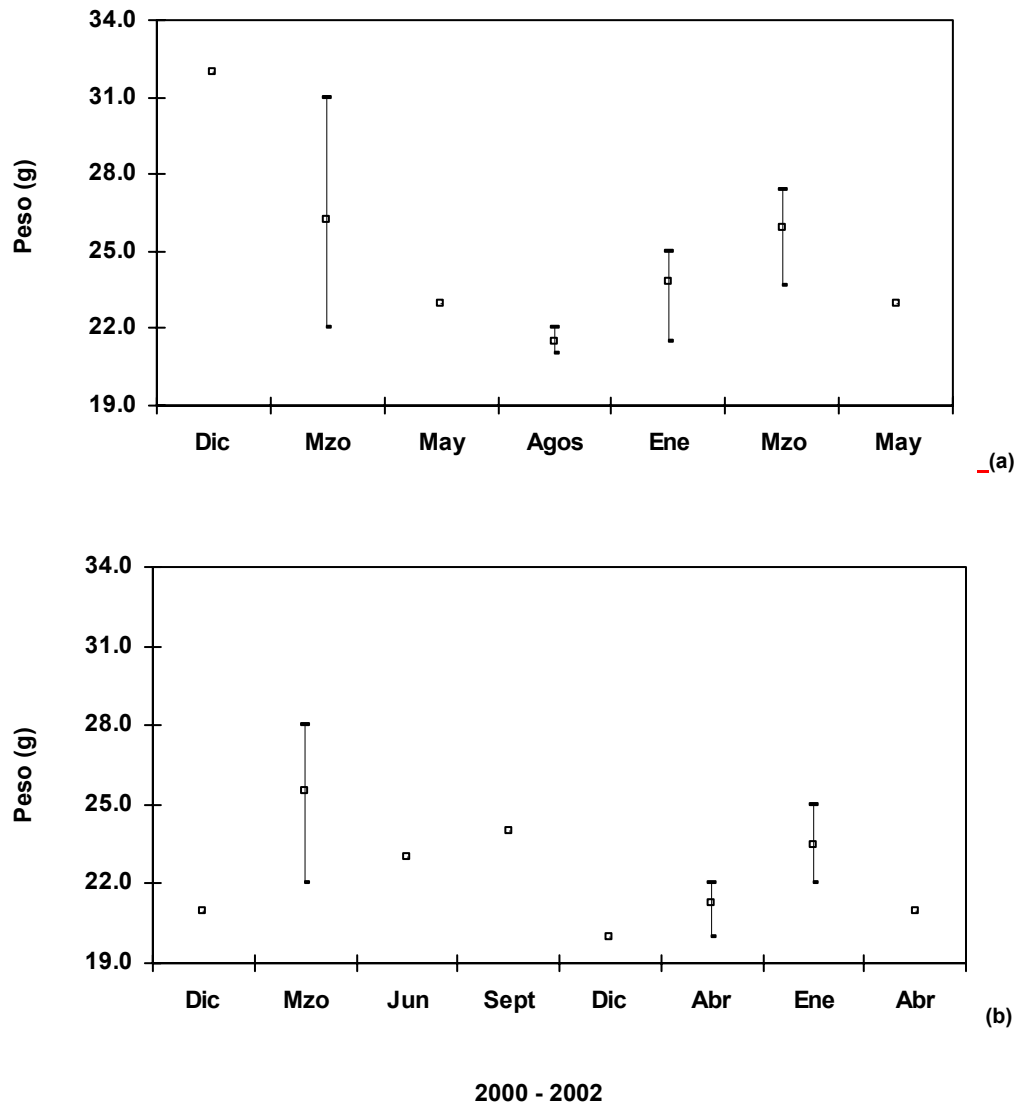


Figura 5. Condición reproductiva de *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002.

**Variación en el peso con respecto a la edad**

Los cambios observados en el peso de las hembras (528 individuos) y de los machos (963 individuos) y entre las diferentes categorías de edad consideradas mostraron diferencias significativas ( $F_{1,1015} = 21.45, P < 0.0001$ ).

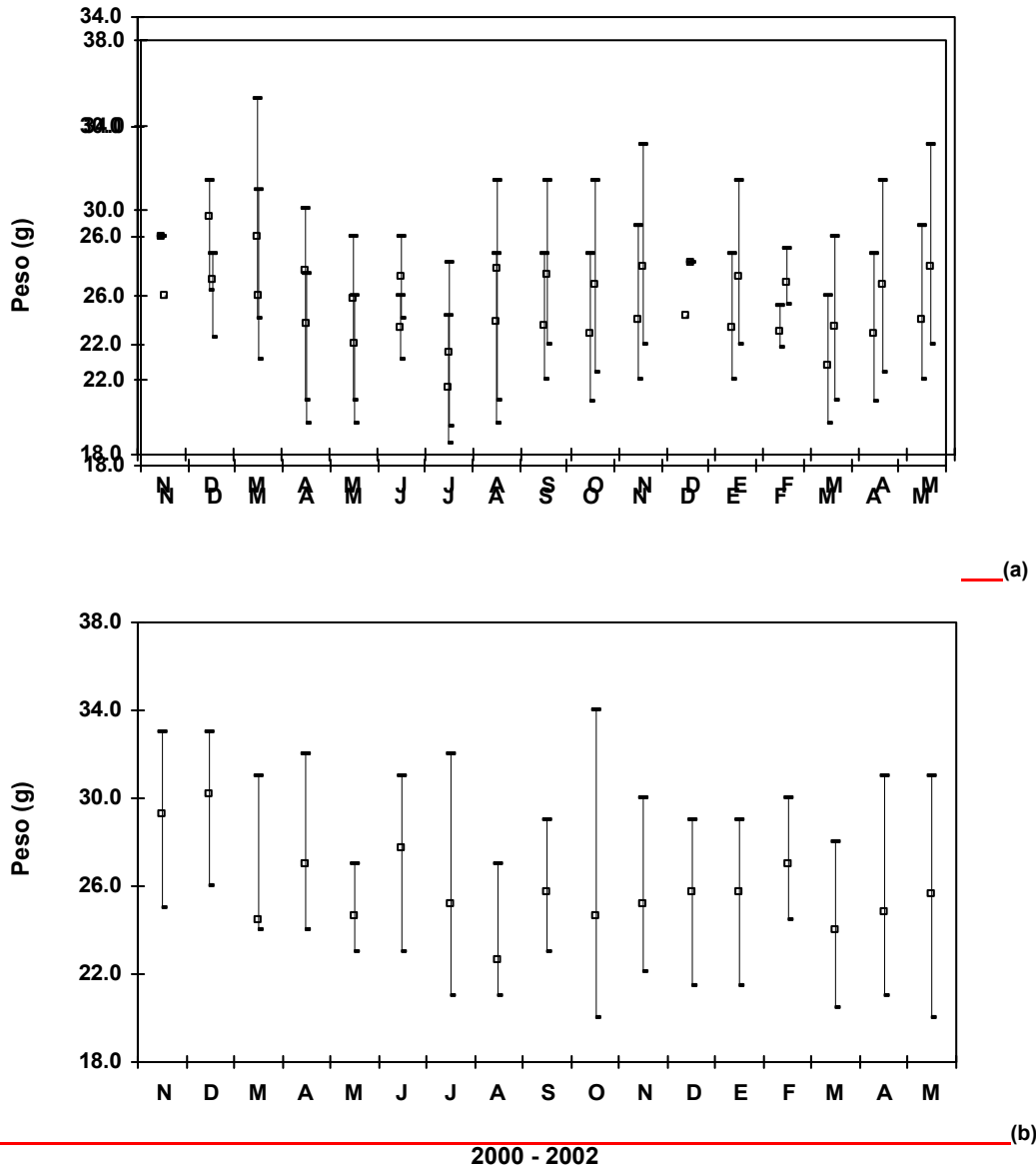
Al comparar el peso promedio de los individuos juveniles (Figura 6) en los meses que se encuentran presentes en la cueva, las hembras (13 ejemplares) mantuvieron un peso promedio de 23.2 g (21.4 – 23.8) y los machos (3 individuos) de 24.6 g (23.6 – 25.6). Sin embargo, al comparar los pesos de manera mensual, los machos alcanzan durante el mes de marzo un peso máximo de 31.0 g, mientras que las hembras, alcanzan un peso máximo de 28.0 g; en el mes de diciembre se encontraron machos juveniles de hasta 32.0 g, siendo este peso, el máximo observado en esta categoría; en tanto que las hembras durante este mes pesaron cuando más 21.0 g; en el mes de enero (correspondiente al 2002), las hembras alcanzaron un promedio de 22.5 g (21.5 – 23.5) y los machos de 25.6 g (24.6 – 26.6).



**Figura 6.** Cambios mensuales en el peso de individuos juveniles de *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de diciembre del 2000 a mayo del 2002. **(a)** hembras (13 individuos), **(b)** machos (3 individuos), (–) mínimo, (□) promedio, (—) máximo.

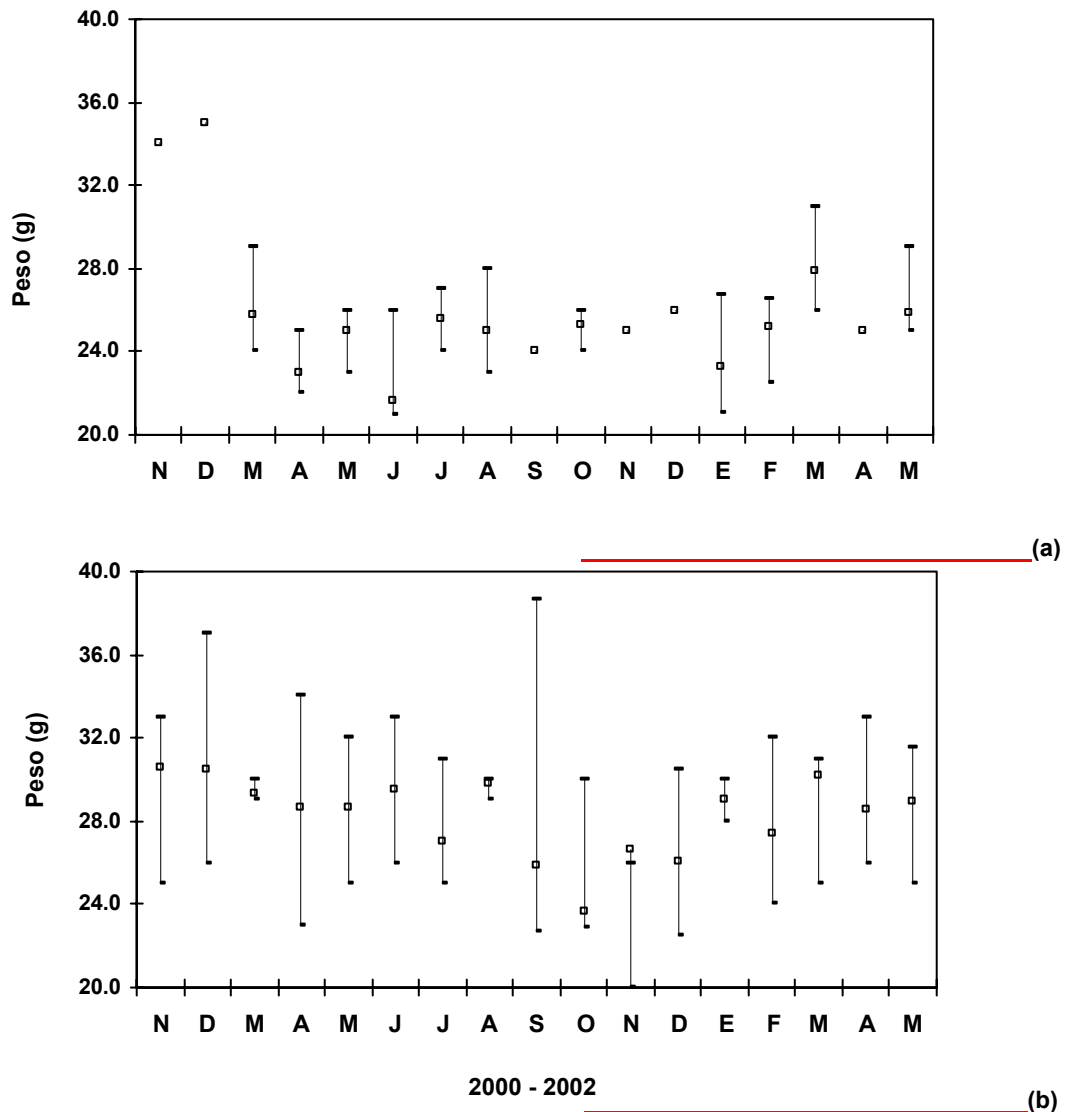
En el caso de los subadultos (Figura 7) las diferencias en el peso promedio de las hembras (329 individuos) y los machos (587 individuos) es muy similar, encontrando un peso promedio en las hembras de 24.7 g (18.8 – 30.2) y en los machos de 26.3 g (20.0 –

35.6). Para esta categoría las hembras alcanzan su mayor peso durante el mes de marzo, encontrándose ejemplares de hasta 31.0 g; en el caso de los machos, es en el mes de octubre, donde los ejemplares llegan a pesar hasta 35.6 g.



**Figura 7.** Cambios mensuales en el peso de subadultos de *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002. **(a)** hembras (329 individuos), **(b)** machos (587 individuos), (•) mínimo, (□) promedio, (—) máximo.

Finalmente en el caso de los adultos (Figura 8), las hembras (186 murciélagos) tienen un peso promedio de 25.4 g (21.6 – 35.9) y el de los machos (353 murciélagos), fue de 29.3 g (22.0 – 40.5). Las diferencias en el peso en esta categoría de edad muestran un claro incremento en el peso de los machos con respecto a las hembras, los cuales pueden llegar a pesar hasta 5.0 g de diferencia.



**Figura 8.** Cambios mensuales en el peso de adultos de *Leptonycteris yerbabuena* en la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002. **(a)** hembras (186 individuos), **(b)** machos (353 individuos), (•) mínimo, (□) promedio, (—) máximo.

### Alimentación

Las muestras identificadas como parte de la alimentación de esta especie de murciélago en la cueva (Cuadro 3) muestran que durante todo el año, se alimentan de los granos de polen de *Pseudobombax ellipticum* (41 muestras), seguidos por los de *Ceiba aesculifolia* (22 muestras), *Agave* sp., (15 muestras) *Neobuxbaumia mezcalaensis* (12 muestras), *Ipomoea murucoides* (5 muestras), *I. arborescens* (4 muestras) y *Operculina ornithopoda* (4 muestras). Estas son las especies que aparecen de manera más frecuente en la dieta, sin embargo, existen algunas otras (Cuadro 3), que su presencia es esporádica.

PLANTAS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ceiba aesculifolia</i>			X	X	X	X	X	X				
<i>Agave</i> sp.				X	X	X	X	X				
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
<i>Cordia dodecandra</i>	X	X			X							
<i>Ipomoea murucoides</i>		X	X	X	X	X		X	X	X	X	
<i>Ipomoea arborescens</i>							X	X	X	X	X	
<i>Thevetia ovata</i>			X	X								
<i>Mucuna</i> sp.					X							
<i>Mastichodendron capiri</i>						X						
<i>Operculina ornithopoda</i>	X	X	X	X	X							
<i>Cassia occidentalis</i>			X									
<i>Cordia alliodora</i>					X							

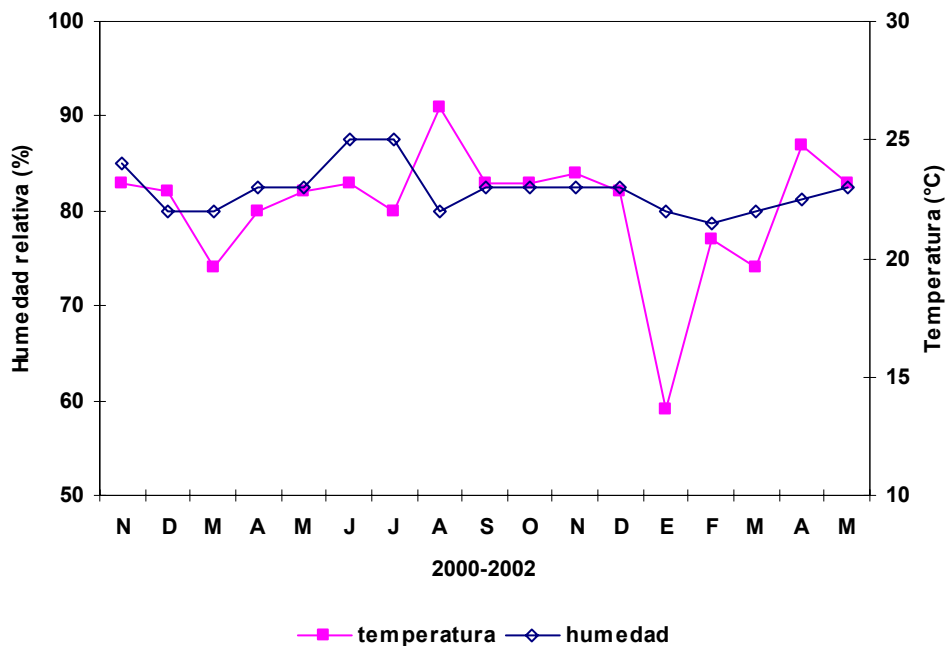
**Cuadro 3.** Especies de plantas identificadas por medio de los granos de polen como parte de la alimentación de *Leptonycteris yerbabuena* en la Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos.



### Temperatura y Humedad Relativa

Los cambios en la temperatura dentro de la cueva durante los meses de muestreo (Figura 9) son poco fluctuantes, observando la temperatura más baja (21.5 °C) durante el mes de febrero y la más alta, de 25 °C durante los meses de junio y julio. A lo largo del año este parámetro fluctúa de manera poco significativa, manteniéndose la mayor parte entre los 22 y 23 °C.

Con relación a los cambios en la humedad relativa en la cueva (Figura 9), se muestran cambios considerables. Se tiene un promedio del 80% de humedad, la cual disminuye durante el mes de marzo al 74%, para incrementarse nuevamente en los meses siguientes, hasta un 91% durante agosto. Posterior a este incremento, se observa nuevamente una disminución al 83%, que se mantiene hasta el mes de enero, donde se registra un cambio drástico del 59%, siendo este el mes menos húmedo.



**Figura 9.** Cambios mensuales en la humedad relativa (%) y la temperatura (°C) en la cueva "El Salitre", Ticumán, Morelos, de noviembre del 2000 a mayo del 2002.

## **GRUTAS DE XOXAÍ, 6 KM N LAGUNILLAS, HIDALGO, 2000 METROS.**

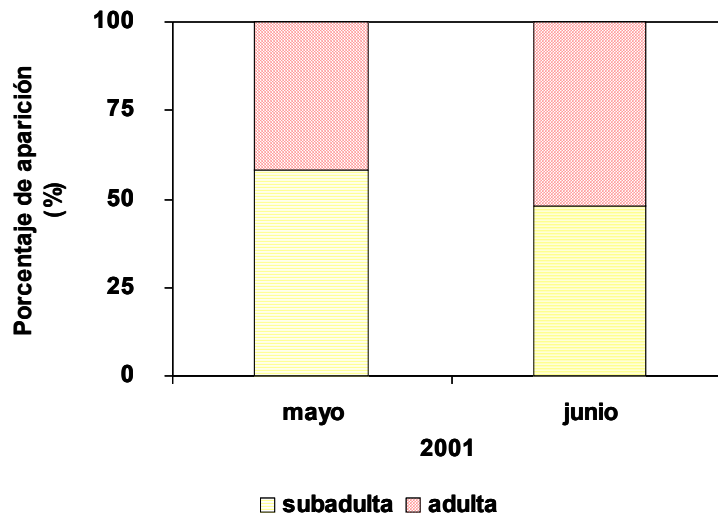
### ***Tamaño poblacional y proporción de sexos***

Se realizaron dos muestreos durante el periodo de estudio, el primero de ellos durante el mes de mayo y el segundo en junio de 2001. Durante el mes de mayo se estimó un tamaño poblacional de 17,142 murciélagos. En junio este número disminuye de manera drástica a menos de la mitad, ya que se estimó un tamaño poblacional de 6171 individuos.

Se encontraron diferencias significativas en la proporción de sexos (hembras:machos) durante los dos meses muestreados. Durante el mes de mayo ( $X^2=20.2$ , g.l.=1), la proporción fue 0.3 hembras, durante el mes de junio ( $X^2=22.4$ , g.l.=1), la proporción de hembras fue de 1.8 por cada macho presente.

### ***Estructura de edades***

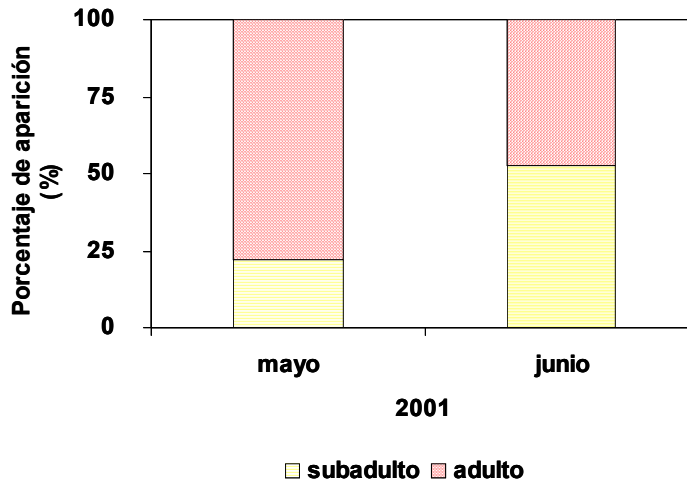
De las 31 hembras capturadas durante el mes de mayo, el 58.0 % (18 individuos) correspondieron a la categoría de adultas y el 42.0 % (13 individuos) a la categoría de subadultas (Figura 10); para el mes de junio, se capturaron 89 hembras, de las cuales el 48.3 % (43 hembras) fueron subadultas, y el 51.7 % (las 46 restantes) eran individuos adultos. De manera general, en las hembras, se observó un incremento en la presencia de las adultas en las grutas durante el mes de junio, y una disminución en las subadultas.



**Figura 10.** Cambios en las categorías de edad para las hembras de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, durante los meses de mayo y junio de 2001.

En el caso de los machos, la categoría mejor representada, con un 78.2 % fueron los individuos adultos (61 ejemplares), seguida por los subadultos con un 21.8 % (17 individuos) (Figura 11); de los ejemplares capturados durante este mes, ninguno correspondió a la categoría de juvenil. Para el mes de junio, se censaron 36 individuos, de los cuales 19 fueron subadultos (52.8 %) y los 17 (47.2 %) restantes correspondieron a individuos adultos.

A diferencia de lo observado en las hembras, en los machos, los cambios en las categorías de edad observados de un mes a otro, son significativos, observando un marcado incremento de los adultos en el mes de junio, con el cual, el porcentaje de subadultos y adultos en este mes, llega a ser casi el mismo.



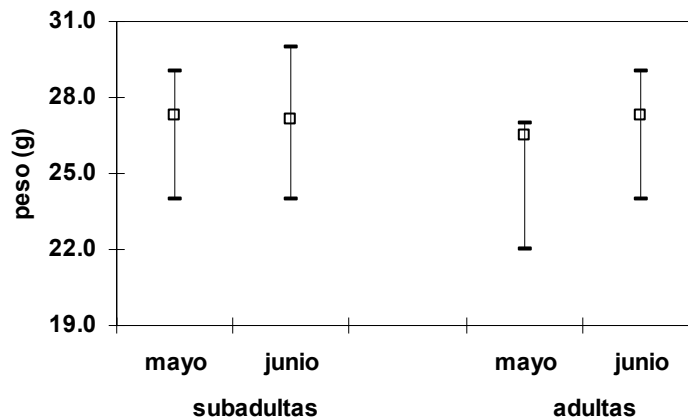
**Figura 11.** Cambios en las categorías de edad para los machos de *Leptonycteris yerbabuenae* en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, durante los meses de mayo y junio de 2001.

### **Condiciones reproductivas**

De las hembras capturadas, ninguna presentó signos aparentes de preñez, ni de lactancia. En el caso de los machos, de los 78 machos revisados durante el mes de mayo, 64 (14 subadultos y 50 adultos) presentaron testículos escrotados, y para el mes de junio, de los 36 machos capturados, el 52.7 % (19 murciélagos) presentaron signos de reproducción, siendo 6 subadultos y 13 adultos. En ninguna ocasión se encontraron crías, ni hembras lactantes.

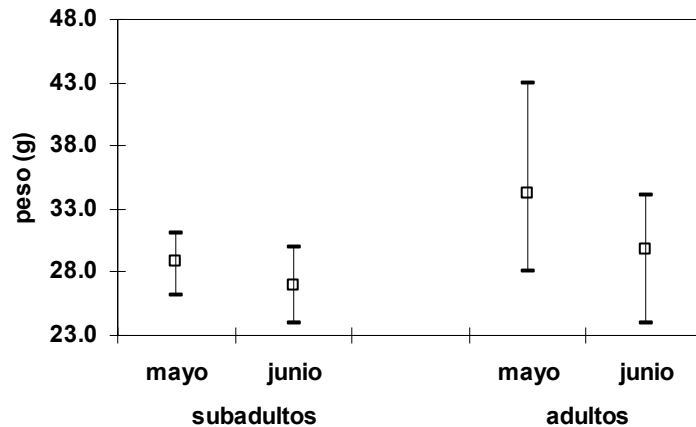
**Variación del peso con respecto a la categoría de edad**

En el caso del mes de mayo, el peso promedio fue de 27.3 g (24.0 - 29.0) en las hembras subadultas y de 26.5 g (22.0 - 27.0) en las adultas, y para el mes de junio, el peso promedio fue de 27.1 g (24.0 - 30.0) y de 27.3 g (24.0 - 29.0), en subadultas y adultas, respectivamente (Figura 12).



**Figura 12.** Fluctuaciones en el peso de hembras subadultas y adultas de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, durante los meses de mayo y junio de 2001. (–) mínimo, (□) promedio, (–) máximo.

En lo que se refiere a los machos, durante el mes de mayo, el peso promedio en los individuos subadultos es de 28.8 g (26.2 - 31.0) y en los adultos de 34.5 g (28.0 - 43.0 g), mientras que para el mes de junio los pesos promedio se encuentran en el intervalo de 27.0 g (24.0 - 30.0) para los subadultos y de 29.8 g (24.0 - 34.0) en los adultos (Figura 13). Las diferencias en el peso entre los subadultos y adultos, llega a ser de hasta 10.0 gramos, encontrando que los adultos alcanzan pesos máximos de hasta 43.0 gramos, contra 31.0 gramos, que es el máximo observado en los subadultos.



**Figura 13.** Fluctuaciones en el peso de machos subadultos y adultos de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, durante los meses de mayo y junio de 2001. (–) mínimo, (□) promedio, (–) máximo.

### Alimentación

De las 30 muestras de excretas colectadas en ambos meses, se identificaron como especies dominantes en más del 50% de las muestras los granos de *Myrtillocactus geometrizans*, seguidos en un 35% por los de *Agave* sp. Como especies complemento se identificaron *Pseudobombax ellipticum* y *Croton morifolius* en mes de junio (Cuadro 4).

PLANTAS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Álvarez y González-Quintero (1970)</b>												
<i>Myrtillocactus</i> sp.		X		x	x	x	x					
<i>Agave</i> spp.		X		x	x	x	x					
<i>Ipomoea</i> sp.		X					x					
<i>Ceiba</i> sp.				x	x		x					
<i>Pseudobombax</i> sp.		X		x								
<b>Muestras de excretas</b>												
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>					x	x						
<i>Agave</i> sp.					x	x						
<i>Pseudobombax ellipticum</i>						x						
<i>Croton morifolius</i>						x						

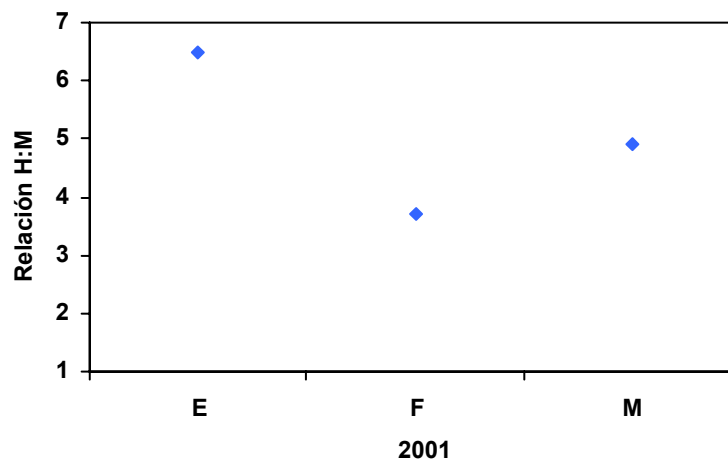
**Cuadro 4.** Especies de plantas identificadas por medio de los granos de polen (Álvarez y González-Quintero, 1970) e identificados (durante 2001) como parte de la alimentación de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo (30 muestras).

### ***Temperatura y Humedad Relativa***

En lo que se refiere a estos parámetros en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, durante el mes de mayo se registro una temperatura de 24 °C y el 75% de humedad relativa; y, para el mes de junio de 27 °C y de 80%, respectivamente; en este caso es claro un incremento, de un mes a otro, en ambos parámetros.

**GRUTAS DE JUXTLAHUACA, 7 KM NW COLOTIPLA, GUERRERO, 940 METROS.*****Tamaño poblacional y proporción de sexos***

La proporción de sexos hembra:macho es significativamente diferente, obteniéndose en el mes de enero una proporción de 6.5 ( $X^2=93.0$ , g.l.=1), en febrero de 3.7 ( $X^2=32.8$ , g.l.=1) y en abril de 4.9 ( $X^2=41.8$ , g.l.=1). Estas proporciones reflejan una clara presencia de las hembras en la cueva por sobre la de los machos (Figura 14). Del total de individuos capturados en las grutas las hembras representan el 86.9% (253 ejemplares) de la población en tanto que los machos solo el 13.1% (38 individuos).

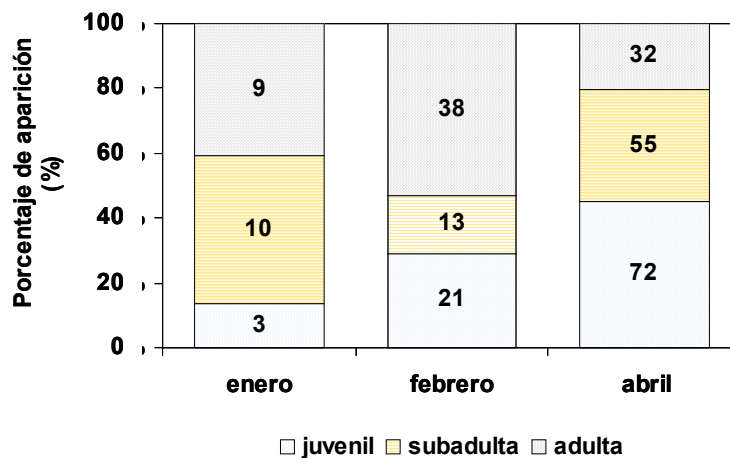


**Figura 14.** Cambios en la proporción de sexos (Hembra:Macho) de la población de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, durante los meses de enero, febrero y abril de 2001.



**Estructura de edades**

Con relación a la estructura de edades observada en las grutas durante las salidas realizadas, encontramos que la presencia de las hembras juveniles es muy fluctuante de un mes a otro, encontrando el máximo en el mes de abril. De las 253 hembras capturadas (Figura 15), el 37.9% (96 murciélagos) correspondieron a la categoría juvenil; el 30.8% (78 murciélagos) a la categoría subadulta y el 31.2% (79 murciélagos) a la categoría de adultas. El comportamiento que se observa para las hembras subadultas, durante los primeros dos meses es muy similar, encontrando 10 y 13 individuos, en enero y febrero, respectivamente; pero este comportamiento cambia en el mes de abril, en donde, se capturaron 55 hembras correspondientes a esta categoría.

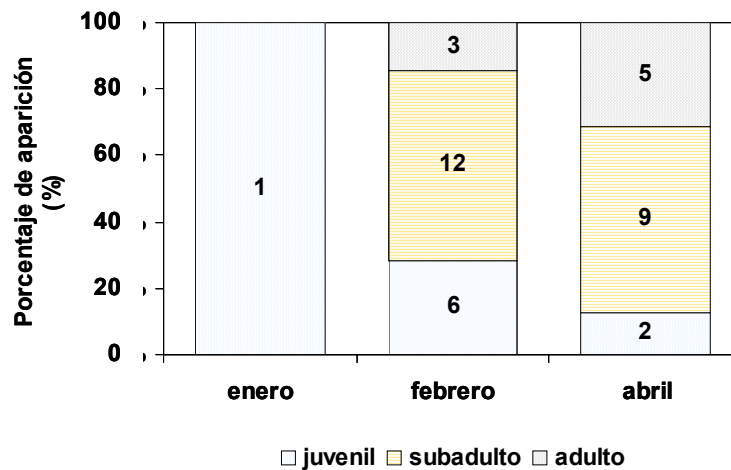


**Figura 15.** Cambios en la estructura de edades de la hembras de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, durante los meses de enero, febrero y abril de 2001.

Contrario a lo observado en las hembras juveniles y las subadultas, en el caso de la categoría de las adultas, el comportamiento es el inverso. Durante el mes de enero únicamente se capturaron 9 hembras de esta categoría, en tanto que para los meses de febrero y abril, el número se incremento a 38 y 32, respectivamente.

En lo que se refiere a los machos, las dos categorías de edad de la población son los subadultos y los adultos, la presencia de individuos juveniles es esporádica. En el mes de enero (Figura 16), el único macho capturado fue un individuo juvenil; en el mes de febrero, de los 21 machos capturados, 6 fueron juveniles, 12 subadultos y 3 adultos, y para el mes de abril se capturaron 2, 9 y 5, respectivamente.

De lo anterior, se desprende que el 23.7% (9 murciélagos) del total de los machos eran individuos juveniles, el 55.3% (21 individuos) subadultos y el 21.0% (8 individuos) correspondieron a los adultos.



**Figura 16.** Cambios en la estructura de edades de los machos de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, durante los meses de enero, febrero y abril de 2001.

### ***Variación en el peso con respecto a la edad***

En el mes de enero, se colectaron tres hembras juveniles, cuyo peso promedio fue de 23.6 g (22.0 – 25.0); en febrero, se capturaron 10 individuos, con peso promedio de 20.0 g (20.0 - 24.0) y para las 9 hembras del mes de abril, el peso promedio fue de 23.1 g (20.0 - 25.0). En el caso de los machos, de la categoría juvenil, durante el mes de enero se censaron 10 ejemplares, cuyo peso promedio fue de 23.5 g (19.0 -30.0); en febrero, no se capturo ningún ejemplar de esta categoría, y para el mes de abril, el peso promedio de dos ejemplares fue de 25.0 g (23.0 - 27.0).

En la categoría de subadulto (Figura 17), el peso promedio de las hembras durante el mes de enero (46 individuos) fue de 26.5 g (23.0 - 30.0); en febrero (12 individuos) de 24.0 g (21.0 - 26.0) y en abril (38 individuos) de 23.0 g (22.0 - 27.0). En el caso de los machos, únicamente se capturaron nueve ejemplares durante abril, correspondientes a esta categoría de edad, de los cuales, el peso promedio fue de 24.3 g (23.0 - 25.0).

Por último, en lo que se refiere a los adultos (Figura 16), no se capturaron ejemplares machos de esta categoría de edad; en el caso de las hembras, durante el mes de enero se capturaron 46 individuos con peso promedio de 27.3 g (22.0 - 30.0); en el de febrero, 55 individuos, con un peso promedio de 26.5 g (23.0 - 31.0) y en abril, de las 32 hembras capturadas, el peso promedio fue de 25.2 g (23.0 - 29.0).

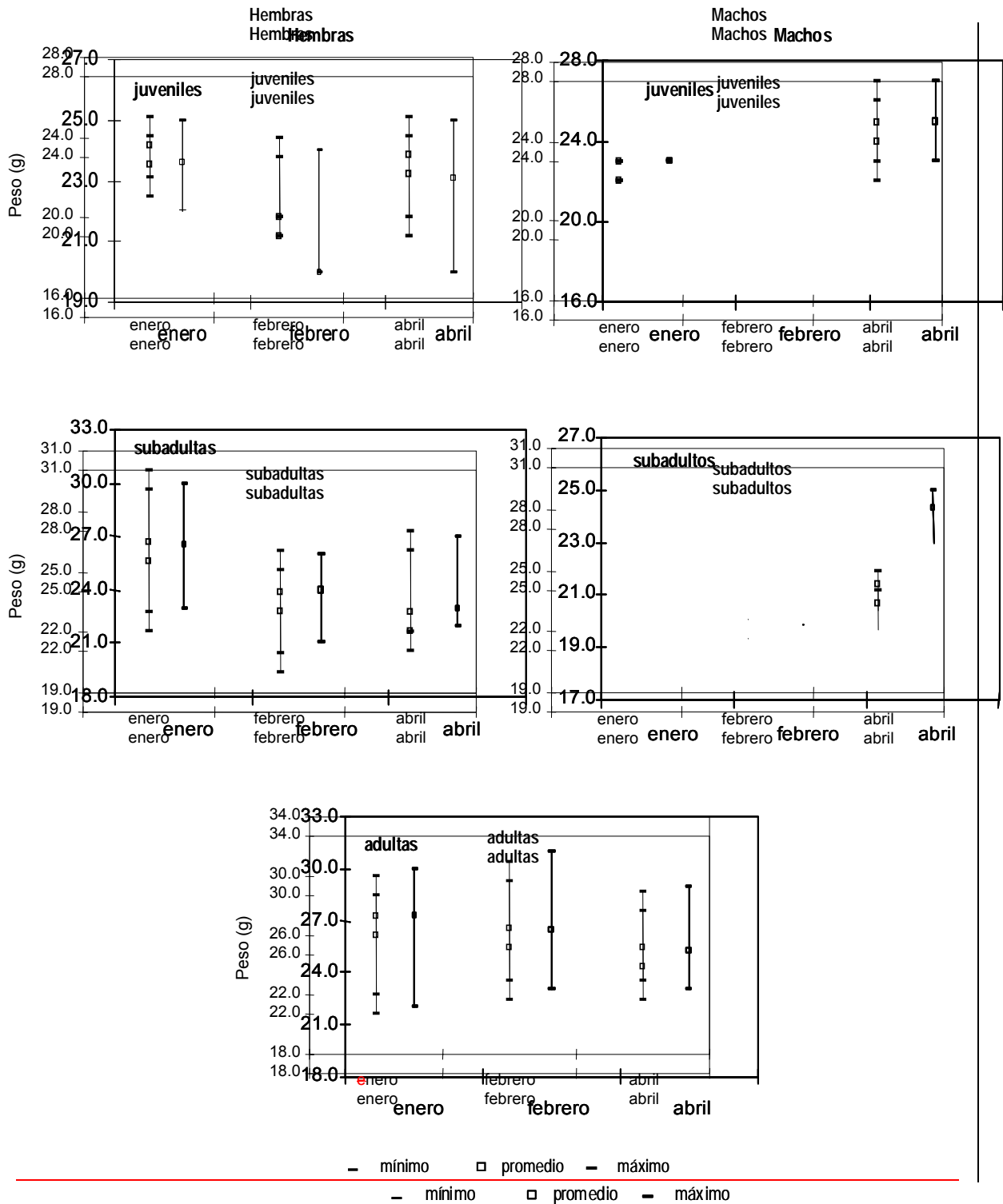
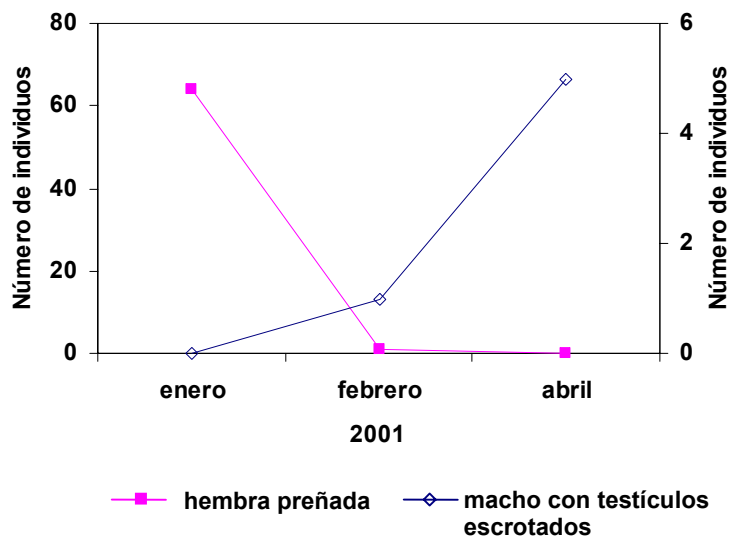


Figura 17. Fluctuaciones en el peso de individuos de *Leptoncyteris yerbabuena* en las Grutas de Juxtlahuca, Guerrero durante los meses de enero, febrero y abril de 2001.

### Condiciones reproductivas

Como se observa en la Figura 18, se encontraron hembras preñadas durante los meses de enero y febrero; siendo el primero, en el que se observó el mayor número de hembras preñadas, 64 de las 96 revisadas, lo que represento más del 60% de las hembras presentes en las grutas. La presencia de machos escrotados en la población, puede ser considerada esporádica, de todos los machos revisados durante el estudio, únicamente se encontró un individuo, en el mes de febrero y cinco en abril escrotados. En enero se observaron grupos de crías aun sin pelo localizados en las paredes verticales de la gruta, a una altura no mayor a dos metros.



**Figura 18.** Condición reproductiva de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, durante los meses de enero, febrero y abril de 2001.

**Alimentación**

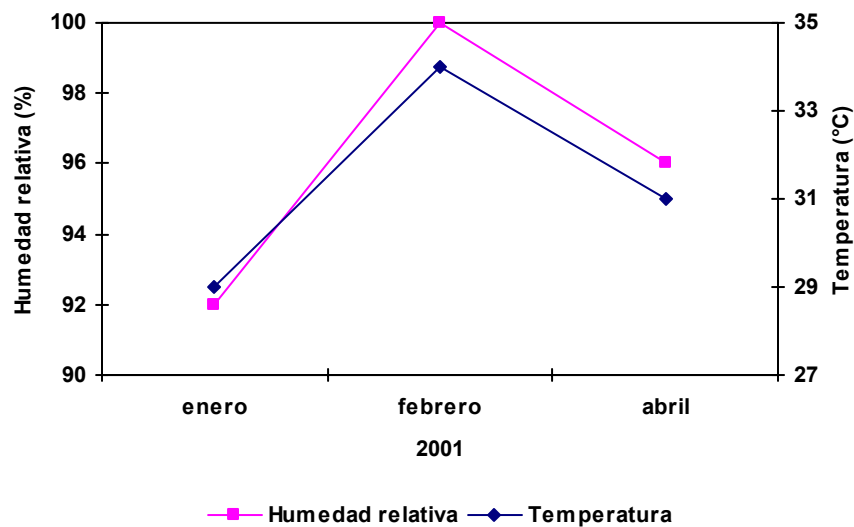
Para el estudio de la dieta en estas grutas se revisaron 30 muestras de excretas colectadas en las diferentes salidas. De las especies identificadas (Cuadro 5) los granos de polen de *Pseudobombax ellipticum* se encontraron en todos los meses de muestreo y representaron más del 46% de la dieta. Las otras tres especies identificadas se presentaron en porcentajes semejantes, pero *Ceiba aesculifolia* y *Cordia alliodora* fueron identificadas solo en las muestras del mes de enero, en tanto que *Ipomoea arborescens* se identificó exclusivamente en las muestras colectadas en el mes de abril.

PLANTAS	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Quiroz et al. (1986), Álvarez y González-Quintero (1970)</b>												
<i>Pseudobombax ellipticum</i>		x										
<i>Ceiba sp.</i>		x										
<i>Bauhinia unguolata</i>		x										x
<i>Ipomoea sp.</i>		x										
<i>Agave sp.</i>		x										
Cactaceae								x				
<i>Crescentia alata</i>		x										
<i>Myrtillocactus sp.</i>		x										
<b>Muestras de excretas</b>												
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	x		X	x				X				
<i>Ipomoea arborescens</i>			X									
<i>Ceiba aesculifolia</i>	x											
<i>Cordia alliodora</i>	x											

**Cuadro 5.** Especies de plantas identificadas por medio de los granos de polen (Álvarez y González-Quintero, 1970; Quiroz et al., 1986) e identificados (durante 2001) como parte de la alimentación de *Leptonycteris yerbabuena* en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero (30 muestras).

### Temperatura y Humedad Relativa

De los diferentes refugios muestreados durante este estudio, las Grutas de Juxtlahuaca son las que presentan las condiciones más drásticas en lo que se refiere a estos dos parámetros ambientales (Figura 19); en el caso de la temperatura, al inicio del año se registraron 29 °C, valor que tiene un incremento de 5 °C tan solo en un mes, por lo que para el mes de febrero, la temperatura dentro de la gruta es de 34 °C, para posteriormente en el mes de abril disminuir a 31 °C. Para la humedad relativa, se observa un patrón semejante al de la temperatura, iniciando con un 92% en el mes de enero, valor que pasa al 100% en febrero, y, posteriormente disminuye a un 96%.

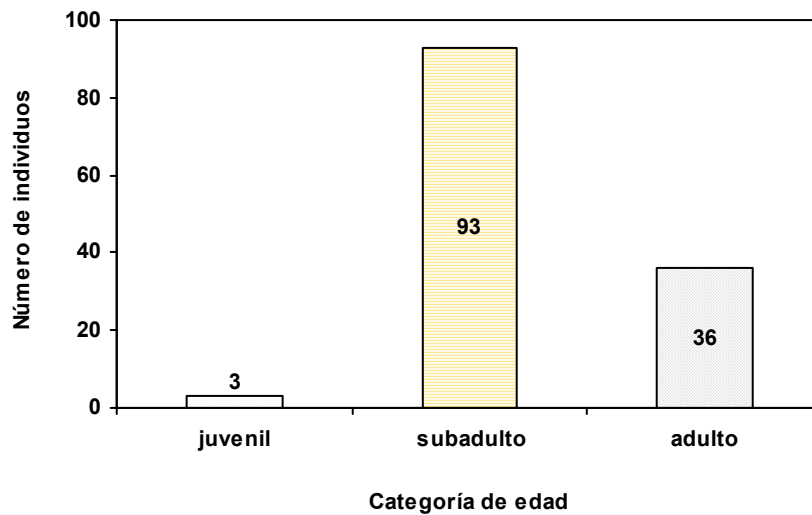


**Figura 19.** Cambios mensuales en la humedad relativa (%) y la temperatura (°C) en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, durante los meses de enero, febrero y abril del 2001.

**ISLA “DON PANCHITO”, BAHÍA CHAMELA, JALISCO.*****Tamaño poblacional y proporción de sexos***

La población fue de aproximadamente 5000 murciélagos que se distribuyen en una grieta, localizada a la mitad de la isla. Se capturaron 147 murciélagos de los cuales el 89.9 % (132 individuos) fueron machos y el 10.2% (15 murciélagos) hembras; como se aprecia la diferencia de sexos ( $X^2=93.5$ , g.l.=1), lo que se refleja en una proporción sexual de un macho por cada 0.1 hembras.

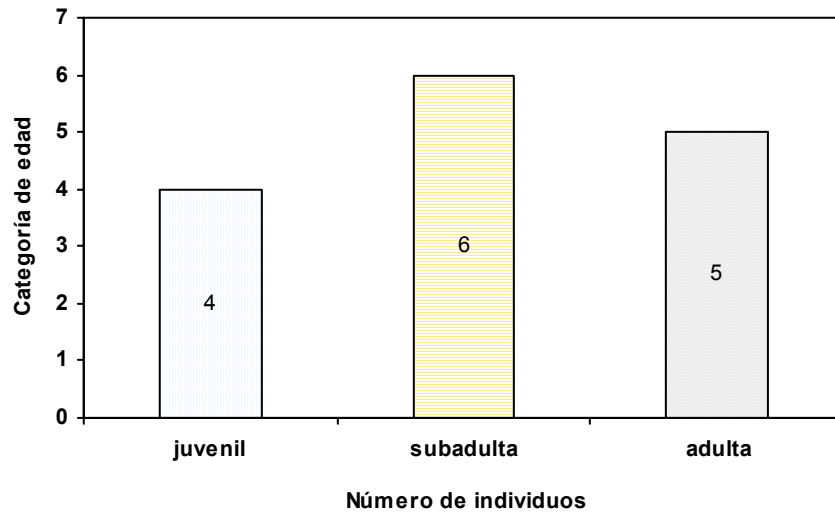
De la estructura de edades, se observó, en el caso de los machos, una mayor presencia de ejemplares subadultos (Figura 20), los cuales llegan a representar el 70.5% de los machos censados; en lo que se refiere a los ejemplares asignados a la categoría de los adultos, estuvo representada por el 27.2% (36 individuos) y el resto, lo conformaron los individuos considerados juveniles (3 ejemplares).





**Figura 20.** Estructura de edades en machos de *Leptonycteris yerbabuena* en la Isla Don Panchito, Chamela, Jalisco, en abril de 2000.

La estructura de edades de los ejemplares presentes en la cueva, se capturaron un total de 15 hembras (Figura 21), de las cuales, el 33.3% (cinco ejemplares) fueron adultas, 40.0% (seis) a las subadultas y cuatro ejemplares juveniles, representaron el 26.7% restante.



**Figura 21.** Estructura de edades en hembras de *Leptonycteris yerbabuena* en la Isla Don Panchito, Chamela, Jalisco, en abril de 2000.

Con respecto a los pesos, las hembras adultas promediaron 25.0 g (23.0 - 29.0); subadultas 24.3 g (20.0 - 28.0) y juveniles 24.5 g (19.0 - 28.0); en tanto que, para los machos adultos el peso promedio fue de 28.8 g (22.0 - 29.0); subadultos 23.8 g (20.0 - 30.0) y los tres juveniles promediaron 22.0 g (20.0 - 24.0).

En cuanto a las condiciones reproductivas no se capturaron hembras preñadas ni lactantes; en el caso de los machos, únicamente, se encontraron dos machos adultos con testículos escrotados, el resto no mostró signos aparentes de reproducción.

### **Alimentación**

Del polen identificado (15 muestras) como parte de la dieta de *Leptonycteris yerbabuena*, se identificaron (Cuadro 6) granos de *Ceiba aesculifolia*, *Pseudobombax ellipticum* e *Ipomoea* sp.

PLANTAS	Abril
<b>Muestras de excretas</b>	
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	<b>X</b>
<i>Ipomoea</i> sp.	<b>X</b>
<i>Ceiba aesculifolia</i>	<b>X</b>

**Cuadro 6.** Especies de plantas identificadas por medio de los granos de polen como parte de la alimentación de *Leptonycteris yerbabuena* en la Isla Don Panchito, Chamela, Jalisco, en abril de 2000 (15 muestras).

## MARCADO Y RECAPTURA

Durante noviembre del 2000 a mayo del 2002 se marcaron un total de 981 individuos de *Leptonycteris yerbabuena*, de los cuales se obtuvieron 23 recapturas, que representan el 2.2% del total de individuos marcados (Cuadro 7).

AÑO	LOCALIDAD	MARCADOS	RECAPTURADOS en el mismo lugar
2000	Cueva "El Salitre", Ticumán, Morelos	160	1
	Cueva Don Panchito, Chamela, Jalisco	147	0
2001	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	202	12
	Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero	292	3
	Cueva "El Salitre", Ticumán, Morelos	129	0
2002	Cueva "El Salitre", Ticumán, Morelos	51	7
		<b>981</b>	<b>23</b>

**Cuadro 7.** Ejemplares recapturados de *Leptonycteris yerbabuena* en cuevas del centro de México durante el periodo del 2000 al 2002.

En las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, fueron marcados un total de 202 murciélagos, de los cuales, 12 fueron recapturados durante el periodo de estudio. En la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, se marcaron 340 y se tienen 7 recapturas, en el caso de las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, se marcaron 292 murciélagos, obteniéndose tres recapturas; de los 147 ejemplares marcados en Chamela, Jalisco, a la fecha, no se ha recapturado ningún ejemplar.

### ***Relación entre las recapturas y el sexo***

De los 1249 murciélagos capturados en las diferentes cuevas durante el periodo de estudio (Cuadro 8), el 58.2% (727 individuos) fueron machos y las hembras representaron el 41.8% restante (522 murciélagos); sin que las diferencias en los porcentajes de aparición sea considerable.

Al comparar el número de hembras y machos marcados en cada una de las cuevas estudiadas, se observaron dos tipos de patrones, el primero de ellos en los que la población se encuentra representada en su mayoría por hembras, y aquellas, en las que los machos son el sexo más abundante en la población.

El primer tipo de patrón, en el que las hembras son el sexo dominante en la población se observó en las Grutas de Juxtlahuaca en Guerrero; y el segundo tipo de patrón, es decir, las cuevas en donde los machos fueron más abundantes que las hembras durante el periodo de estudio, fue observado en las grutas de Xoxafí, Hidalgo y en la Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, donde el 72.8% de los murciélagos marcados para el seguimiento de la población fueron machos; patrón observado también en la

Cueva Don Panchito, Chamela, Jalisco en donde de los 147 murciélagos marcados el 89.8% estuvo representado por los machos (Cuadro 8).

Localidad	Hembra			Macho		
	adulta	subadulto	juvenil	adulto	subadulto	juvenil
Grutas de Xoxafí, Hidalgo	17	56	0	64	36	0
Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero	127	34	13	5	33	7
Cueva "El Salitre", Ticumán, Morelos	95	145	17	127	312	9
Cueva Don Panchito, Chamela, Jalisco	5	6	4	36	93	3
<b>Total</b>	<b>244</b>	<b>241</b>	<b>34</b>	<b>232</b>	<b>474</b>	<b>19</b>

**Cuadro 8.** Estructura de edades de los ejemplares capturados para el marcado de *Leptonycteris yerbabuenae* en cuevas del centro de México durante noviembre del 2000 a mayo del 2002.

### ***Movimientos entre las cuevas estudiadas en el centro de México***

Durante el estudio se recapturaron 376 murciélagos, pero de estos, solo uno, nos permite evidenciar los movimientos que se establecen entre las diferentes cuevas localizadas en el centro de México.

Un ejemplar macho adulto, marcado el 25 de marzo de 1997 en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, el cual fue recapturado en la Cueva "El Salitre", Morelos, localizada a 160

kilómetros, de las grutas el 29 de mayo de 2001, cuyo estado reproductivo fue testículos escrotados (Cuadro 9).

Año	Localidad		Numero de recapturas	Distancia (Km)
	Marcado	Recaptura		
2001	Grutas de Xoxafi, Hidalgo	Cueva "El Salitre", Ticumán, Morelos	1	160

**Cuadro 9.** Recapturas de ejemplares de *Leptonycteris yerbabuena* en diferentes cuevas de las de marcado en el centro de México durante el periodo 2000 a 2002.

## DISCUSIÓN

El conocimiento que se tiene sobre *Leptonycteris yerbabuenae* en el centro de México nos permite observar que tiene un comportamiento complejo y que es necesario realizar más investigaciones que nos permitan hacer una interpretación más objetiva del comportamiento de la especie en esta parte de su distribución. Los resultados obtenidos en esta investigación, muestran que las poblaciones de murciélagos en las regiones tropicales de México se encuentran presentes durante todo el año en esta región. En el

caso de la cueva “El Salitre” en el estado de Morelos, se observó la presencia continua de murciélagos habitando la cueva con fluctuaciones en el tamaño y composición de la población. Así mismo, existen evidencias de poblaciones tropicales que habitan todo el año los mismos refugios en los estados de Puebla (Sánchez-Quiroz et al., 1996; Téllez, 2001), Guerrero (Quiroz et al., 1986), Jalisco (Ceballos et al., 1997, Stoner et al., 2003) y Oaxaca (Rojas-Martínez et al., 1999, 2002), y de refugios localizados fuera del trópico, tales como en el sur de Baja California (Fleming et al., 1993; Woloszyn y Woloszyn, 1982).

Nuestros resultados nos permitieron identificar diferentes tipos de refugios en el centro de México:

**a)** refugios utilizados durante todo el año, principalmente por individuos subadultos y en su gran mayoría machos, como fue el caso de la cueva “El Salitre”, en Morelos, lo cual es semejante a lo encontrado por Rojas-Martínez et al. (2002) en la cueva “del Obispo” en el estado de Oaxaca.

**b)** cuevas de “maternidad”, como es el caso de las grutas de Juxtlahuaca, en Guerrero, donde se encontraron evidencias del nacimientos de las crías y una mayor ocupación por parte de las hembras, comportamiento documentado anteriormente por Álvarez et al. (1999) y Quiroz et al. (1986). En México se tienen registros de cuevas de maternidad en Chiapas (Martínez-Coronel et al., 1996; Riechers et al., 1998), Puebla (Sánchez-Quiroz et al., 1996) y Sonora (Wilkinson y Fleming, 1996).

**c)** cuevas de “copula” en Xoxafí, Hidalgo, las cuales son habitadas de manera temporal y donde observamos, que, se lleva a cabo la copula, pero no los nacimientos; dicho comportamiento es similar al observado por Álvarez y González-Quintero (1970) y



Álvarez et al. (1999) y en el caso de Jalisco por Ceballos et al. (1996) y Stoner et al. (2003).

En lo que respecta al tamaño poblacional, en el centro de México, se localizan poblaciones numerosas, entre las que se pueden mencionar las Grutas de Xoxafí en el estado de Hidalgo, donde en este estudio, durante el mes de mayo de 2001, llegamos a encontrar hasta 17 000 individuos y en un estudio previo (Álvarez et al., 1999) reportaron la presencia de hasta 30 000 individuos. En el estado de Morelos, la cueva “El Salitre”, alberga una población numerosa, llegando a encontrar hasta 50 000 individuos (en este estudio, durante el mes de agosto); en un estudio previo (Sánchez-Casas, 2004) se hizo una estimación de hasta 90 000 murciélagos habitando la cueva. Para el estado de Puebla, Téllez (2001) reportó una colonia de murciélagos de hasta 10 000 individuos, y en el estado de Guerrero, diferentes investigadores (Álvarez et al., 1999; Quiroz et al., 1986) han estimado la presencia de hasta 150 000 murciélagos.

Fuera del centro de México, se tienen registros de poblaciones numerosas en Baja California, Jalisco, Sonora y Chiapas (Woloszyn y Woloszyn, 1982, Ceballos et al., 1993, Martínez-Coronel et al., 1996), el número de individuos estimados en estas poblaciones, indica que, realmente las poblaciones de la especie han sido subestimadas (NOM-059-ECOL-2001), aunque es muy importante hacer hincapié que la destrucción de los habitats donde se encuentran las cuevas habitadas por la especie, representa un peligro inminente para la especie.

En el contexto de la migración de la especie, la reproducción ha sido propuesta como una de las posibles causas que motiva los desplazamientos de los murciélagos

hacia el norte ante la escasez de recursos disponibles en México (Cockrum, 1991; Fleming et al., 1993). Otros investigadores han tratado de explicar los movimientos dándole un enfoque relacionado con la segregación y argumentan que solamente uno de los sexos, en este caso las hembras, son las que llevan a cabo los movimientos tan extensos y que los machos son los que se quedan en las áreas de residencia (Medellín y López-Forment, 1986; Téllez, 2001). Así mismo argumentan que la especie presenta dos periodos reproductivos, uno durante los meses de primavera, en el cual las hembras tienen sus crías en la primavera en el norte de su distribución y, el otro, en los meses de invierno en donde las crías nacen en el centro-sur del país.

De las observaciones que se realizaron en la cueva “El Salitre” en Morelos durante los meses de julio, agosto y octubre se encontraron hembras preñadas, y para las grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, en el mes de enero, se encontró el 60% de las hembras preñadas y hembras con crías. Estos resultados, y los obtenidos en algunas otras cuevas del trópico de México (Rojas-Martínez, 1996; Rojas-Martínez et al., 2002; Sánchez-Casas, 2004, Sánchez-Quiroz et al., 1996; Quiroz et al., 1986) confirman que estos murciélagos se reproducen en algunas cuevas del centro de México en el invierno.

Aunque ambos sexos están presentes durante todo el año en la cueva “El Salitre”, en Morelos se observó la preponderancia de individuos machos durante una parte del año, lo que puede ser considerado como una evidencia de una posible segregación sexual en la especie, tal y como ha sido observado en otros refugios.

Los resultados obtenidos de la estructura de edades en la cueva “El Salitre”, muestran que la población estuvo dominada la mayor parte del año por individuos subadultos, mientras que los individuos juveniles se encuentran de manera poco

considerable en la población. Un comportamiento diferente fue el observado en las grutas de Xoxafi, en el estado de Hidalgo, en donde los individuos adultos son los componentes dominantes de la población. Lo anterior evidencia el hecho de que la primera sea una cueva de reclutamiento (Sánchez-Casas, 2004) y la segunda, una cueva de apareamiento.

Los resultados de este trabajo finalmente indican la presencia continua de *Leptonycteris yerbabuena* en una cueva en el centro de México durante todo el año, lo cual, aunado a lo observado por Rojas-Martínez (1996; 2001) en el Valle de Tehuacán en los estados de Puebla y Oaxaca y por Sánchez-Quiroz et al. (1996) en la cueva de Tzinacanostoc, proporcionan información que se contrapone a la supuesta migración generalizada de la especie y pone en evidencia la presencia continua de estos murciélagos en el trópico de México durante todo el año. Así como evidencias de que los individuos se mueven dentro de la zona tropical.

A partir del trabajo de Álvarez y González-Quintero (1970) se sugirió un posible flujo de murciélagos entre las poblaciones del centro de México y las de la cuenca del Balsas, flujo que estaría favorecido por los diferentes recursos alimentarios proporcionados por los diferentes hábitats dominantes de esta parte del país, tales como los bosques de cactáceas columnares, las selvas bajas caducifolias y subcaducifolias y los matorrales xerófilos. Posteriormente por medio de recapturas de murciélagos que habían sido marcados (Álvarez et al., 1999; Rojas-Martínez, 1996; Valiente-Banuet et al., 1996), se ha evidenciado este flujo de murciélagos entre las poblaciones del trópico de México. Considerando nuestros datos de recapturas y los datos de Álvarez et al. (1999)

los cuales fueron parte inicial de este trabajo, para establecer el comportamiento de la especie en el centro de México, de enero de 1994 a 2002 se han marcado un total de 7577 murciélagos de los cuales se tienen un total de 376 recapturas lo que representa el 4.9% del total de individuos marcados.

Durante el año de 1999, previo al inicio de este estudio, se realizaron visitas mensuales a la Cueva “El Salitre”, Morelos, obteniéndose recapturas de ejemplares posteriores al trabajo de Álvarez et al. (1999), las cuales fueron un total de 16 ejemplares de los cuales, en el Cuadro 9 se observa el lugar donde fueron marcados y recapturados. Del total de las recapturas, 13 corresponden a ejemplares marcados y recapturados en la misma cueva con diferencia hasta de cinco años. Una hembra adulta preñada se marco en la Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos durante el mes de septiembre, y se recapturo en las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero durante el mes de marzo, lo que supondría, que fue a parir a dicha cueva durante los meses de diciembre a enero. Un macho adulto, marcado en Las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero durante el mes de marzo, fue recapturado en las Grutas de Xoxafí, en el mes de agosto, y otro macho adulto, marcado en la Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, en julio se recapturo en las Grutas de Xoxafí, Hidalgo en el mes de agosto.

Sexo	Localidad de Marcado	Fecha de marcado	Localidad de recaptura	Fecha de recaptura
H	Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos	24-09-97	Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero	06-03-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-95	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
H	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	22-07-95	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	15-08-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99

M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-03-95	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
H	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-03-05	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	27-05-95	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero	06-03-99	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	01-07-94	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	02-08-99
M	Cueva "El Salitre", Ticumán, Morelos	20-07-96	Grutas de Xoxafí, Hidalgo	29-05-99

**Cuadro 9.-** Recapturas de ejemplares de *Leptonycteris yerbabuena* en diferentes cuevas de las de marcado en el centro de México durante 1999.

Lo anterior, deja ver los movimientos entre las cuevas localizadas en el centro de México, y en el caso de los de las Grutas de Xoxafí, Hidalgo, que regresan a estas grutas de manera anual, quizá para el periodo de copula. Cabe mencionar, que estos datos no han sido publicados y corroboran uno de los objetivos de este trabajo, que es conocer los movimientos que realizan estos murciélagos en el centro de México. Así mismo, es importante mencionar, que en el caso del número tan bajo de recapturas, puede implicar que la población es muy grande y por lo tanto la probabilidad de recapturar un individuo es muy baja.

Analizando los datos, de manera particular, en las Grutas de Xoxafí, en Hidalgo, se han marcados un total de 4242 murciélagos, de los cuales 290 han sido recapturados; en

la cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos, se han marcado 2381 individuos, teniéndose hasta el momento 82 recapturas; en el caso de las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero, se han marcado 651 murciélagos y se tienen cuatro recapturas; en las Minas de Ixtapan del Oro, México se marcaron 151 ejemplares, sin tenerse hasta el momento, ninguna recaptura; de los 147 ejemplares marcados en Chamela, Jalisco, a la fecha no se han recapturado ejemplares.

Algunas de las recapturas claramente permiten evidenciar el flujo de individuos que se establece entre las poblaciones que habitan estas cuevas; así como también, se han podido establecer rutas de desplazamiento y distancias entre los refugios de los cuales se han obtenido ejemplares marcados, obteniéndose la mayor distancia entre las grutas de Xoxafí (Hidalgo) y las de Juxtlahuaca (Guerrero) siendo de 500 km, lo que indica desplazamientos en dirección norte-sur, entre los 17 y 20° de latitud norte.

La distancia más corta se observó entre la cueva “El Salitre” en Ticumán (Morelos) y la cueva “Del Diablo” en Tequesquitengo (Morelos) la cual es de 21 km. Sin embargo, lo que es importante en este caso, más que la distancia es que este ejemplar se desplazó esta distancia en una noche, lo cual puede ser interpretado por un desplazamiento corto hacia otros sitios de forrajeo, tal como ha sido planteado por Rojas-Martínez (1996) entre diferentes refugios del Valle de Tehuacan en donde estos movimientos, se encuentran relacionados con el desplazamiento de los murciélagos a zonas de forrajeo diferentes a las de donde se encuentran inmersos sus refugios.

En San Juan Nochixtlán, Oaxaca se recapturó un ejemplar macho subadulto, marcado 8 meses antes en la cueva “El Salitre” (Morelos), la cual se localiza a una distancia de 183 km. Otra recaptura cruzada se obtuvo de un ejemplar macho adulto, el cual fue marcado en Ixtapan del Oro (estado de México) el 29 de julio de 1994 y

recapturado el 11 de marzo de 1995, en las grutas de Xoxafí (Hidalgo) a una distancia de 315 km. En el caso de estas recapturas se establece un flujo de migrantes entre las selvas caducifolias (Morelos y el Estado de México) y los matorrales xerófilos (Oaxaca y Morelos).

Actualmente con la información generada se ha propuesto que en algunas poblaciones del trópico de México (Ceballos et al., 1999; Rojas-Martínez et al., 1999; Stoner et al., 2003) el flujo de migrantes es hacia la parte norte de la distribución de la especie y no dentro del trópico. Así como también se ha propuesto (Martínez-Coronel et al., 1997; Riechers et al., 2003) que los individuos de las poblaciones del sur, en particular de la cueva “Los Laguitos” en el estado de Chiapas, podrían migrar hacia Sudamérica. Las recapturas obtenidas en nuestro trabajo, presentan evidencia del flujo de murciélagos entre cuevas localizadas en el centro de México (en los estados de Hidalgo, Morelos, Guerrero, México y Oaxaca), todos ubicados dentro de la franja de permanencia anual (Rojas-Martínez et al., 1999)

Es importante mencionar, que aunque el número de recapturas en el mismo sitio, es un 8.3% del total de ejemplares marcados, y de recapturas cruzadas es un 0.1%, estas son importantes si consideramos que se han estimado tamaños poblacionales de más de 60 000 individuos (Ceballos et al., 1997; Hayward y Cockum, 1971 y Sánchez-Casas, 2004) y en otras especies de murciélagos donde también se han marcado ejemplares no se ha logrado ninguna recaptura (Cockum, 1967; Glass, 1982). Otra evidencia proporcionada por las recapturas logradas hasta el momento, además del flujo de migrantes entre las poblaciones del trópico de México, es la persistencia de los individuos

principalmente de los machos dentro de una misma población. Del total de las recapturas, 150 individuos han sido recapturados el mismo mes del año (s) siguiente (s) en el mismo refugio donde fueron marcados y de estos, más del 80%, corresponde a recapturas de machos adultos.

El comportamiento anterior puede ser interpretado en el contexto reproductivo de la especie. Por antecedentes, es conocido que este refugio es utilizado para la copula (Álvarez y González-Quintero, 1970; Álvarez et al., 1999) por lo que podemos establecer que durante estos meses, junio y julio, arriban los machos a este refugio para copular con las hembras y este arribo se realiza año con año. Lo anterior no corresponde con lo mencionado por Téllez (2001) que menciona que quizá exista una segregación sexual y que sean únicamente las hembras las que realizan los movimientos entre los refugios debido al ciclo reproductivo, y que sean estas las que realizan los movimientos en busca de refugios para parir a las crías y obtener la mayor cantidad y calidad de alimento.

En estimación de vida para murciélagos de la especie *L. yerbabuenae* por medio de recapturas, hechas por Álvarez et al. (1999), el mayor lapso transcurrido entre el marcado y recaptura fue de tres años y un mes. Sin embargo, nuestras evidencias arrojan un lapso de ocho años y un mes, siendo éstas las recapturas de mayor tiempo realizadas en el estudio de esta especie en el trópico, ya que solo se conocen las estimaciones de Hayward y Cockum (1971) de recapturas de siete y nueve años. En este sentido, podemos decir que el periodo de longevidad para *Leptonycteris yerbabuenae* es de al menos nueve años.



La migración de esta especie ha sido interpretada principalmente en relación a la disponibilidad espacio-temporal de los recursos de los que se alimenta a lo largo del año y por lo tanto los murciélagos se ven en la necesidad de desplazarse hacia zonas de alimentación. La mayoría de estudios enfocados en la alimentación han relacionado directamente a estos murciélagos con las cactáceas y agávaceas. Sin embargo, recientemente se ha evidenciado una gran cantidad de recursos quiropterófilos en el trópico (Rojas-Martínez, 1996; Rojas-Martínez y Valiente-Banuet, 1996; Rojas-Martínez et al., 1999; Sánchez-Casas, 2004; Stoner et al., 2003; Valiente-Banuet et al., 1996) proporcionados principalmente por los bosques tropicales caducifolios, las selvas bajas caducifolias y los desiertos tropicales del Valle de Tehuacan-Cuicatlán, los cuales proporcionan néctar, polen y frutos, o ambos, durante todo el año.

Estudios recientes han reportado que el periodo de mayor disponibilidad en los bosques tropicales de occidente se presenta durante los meses de otoño e invierno (O-Salazar y Ruiz-Fernández, 2000; Stoner et al., 2003) y durante la primavera y el verano la disponibilidad de los recursos se ve disminuida. El patrón alimentario obtenido en este trabajo en las cuevas ubicadas en selvas bajas caducifolias (Morelos y Guerrero) indican que los recursos proporcionados por estos habitats son el elemento dominante en la dieta de *Leptonycteris yerbabuena* durante todo el año. Sánchez-Casas (2004) reporta 13 especies de plantas como parte de la dieta de las cuales únicamente uno es cactáceas y una agávacea, siendo la plantas más importante durante todo el año *Pseudobombax ellipticum*, planta que también resultó ser la más consumida en Juxtlahuaca, Guerrero. El patrón alimentario observado en este trabajo se complementa ampliamente con los trabajos de Álvarez y González-Quintero (1970); Quiroz et al. (1986). Estos resultados se complementan con los diferentes trabajos que han reportado un gran número de especies

de plantas de vía metabólica C<sub>3</sub> que corresponden principalmente a las familias Bignoniaceae, Bombacaceae, Convolvulaceae y Leguminosae (Álvarez y González-Quintero, 1970; Quiroz et al., 1986; Rojas-Martínez, 1996; Rojas-Martínez, 2001; Rojas-Martínez et al., 2002; Riechers et al., 2003; Sánchez-Casas, 2004; Stoner et al., 2003). Es claro que en algunas de las cuevas estudiadas en el trópico de México los principales recursos consumidos por *Leptonycteris yerbabuena* son los proporcionados por las plantas C<sub>3</sub>, con los cuales cubren sus requerimientos nutricionales y solo necesitan realizar desplazamientos altitudinales no tan extensos, entre estos habitats sin tener que desplazarse hasta el norte o el sur de su distribución.

## CONCLUSIONES

La población presente en la cueva “El Salitre”; Ticumán, Morelos es residente durante el año, con diferencias en su estructura poblacional.

La población que permanece durante todo el año en la Cueva El Salitre, Morelos se alimenta principalmente de *Pseudobombax ellipticum*, seguida de *Ceiba aesculifolia* y *Agave* sp.

El movimiento de individuos que se establece por las recapturas, involucra a las Grutas de Xoxafí, Hidalgo (temporal), Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos (anual) y Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero (maternidad).

No debe ser generalizado el comportamiento de toda la especie en nuestro país.

### LITERATURA CITADA

**Alvarez, T. y S. T. Álvarez-Castañeda. 1996.** Aspectos biológicos y ecológicos de los murciélagos de Ixtapan del Oro, Estado de México, México. Pp: 169-182. Contributions in Mammalogy: A Memorial Volume Honoring Dr. J. Knox Jones Jr., Museum of Texas Tech University, 315 pp.

**Álvarez, T. y L. González-Quintero. 1970.** Análisis polínico del contenido gástrico de murciélagos Glossophaginae de México. Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas, México, 18(1-4):137-165.

El movimiento de individuos que se establece por las recapturas, involucra a las Grutas de Xoxafí, Hidalgo (temporal), Cueva “El Salitre”, Ticumán, Morelos (anual) y Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero (maternidad).

No debe ser generalizado el comportamiento de toda la especie en nuestro país.

## LITERATURA CITADA

**Alvarez, T. y S. T. Álvarez-Castañeda. 1996.** Aspectos biológicos y ecológicos de los murciélagos de Ixtapan del Oro, Estado de México, México. Pp: 169-182. Contributions in Mammalogy: A Memorial Volume Honoring Dr. J. Knox Jones Jr., Museum of Texas Tech University, 315 pp.

**Álvarez, T. y L. González-Quintero. 1970.** Análisis polínico del contenido gástrico de murciélagos Glossophaginae de México. Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas, México, 18(1-4):137-165.

**Álvarez, T. y J. C. López-Vidal. 1996.** Estudio de la migración de *Leptonycteris* en el centro de México. Memorias del III Congreso Nacional de Mastozoología, Morelos, Pp:1-2.

**Álvarez, T., N. Sánchez-Casas y A. Ocaña. 1999.** La Mastofauna de la región de Ticumán, Morelos, México. Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México, 43(1-4):51-66.

**Álvarez, T., N. Sánchez-Casas y J. A. Villalpando. 1999.** Registro de los movimiento de *Leptonycteris yerbabuenae* en el centro de México. Anales Escuela Nacional Ciencias Biológicas, México, 45(1-4):9-15.

**Álvarez, T. y N. Sánchez-Casas. 2000.** Palinofagia en los murciélagos del genero *Glossophaga* (Mammalia:Chiroptera) en México. Acta Zoológica Mexicana, nueva serie, 81:23-62.

**Anthony, E. L. P. 1988.** Age determination in bats. Pp:47-58. In: Ecological and behavioral methods for the study of bats (T. H. Kunz, ed.). Smithsonian Institution Press, London, Pp:xxii+533.

**Arita, H. T., y S. R. Humphrey. 1988.** Revisión taxonómica de los murciélagos magueyeros del género *Leptonycteris* (Chiroptera:Phyllostomidae). Acta Zoológica Mexicana, sueva serie, 29:1-60.

**Ceballos, G., T. H. Fleming, C. Chavez y J. Nassar. 1997.** Population dynamics of *Leptonycteris yerbabuenae* (Chiroptera:Phyllostomidae) in Jalisco, México. Journal of Mammalogy, 78 (4):1220-1230.

**Cockrum, E. L. 1991.** Seasonal distribution of northwestern populations of the long nosed bats family Phyllostomidae. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma México, serie zoología, 62:181-202.

- Cockrum, E. L. y E. Ordway. 1959.** Bats of the Chiricahua Mountains, Cochise County, Arizona. American Museum Novitates, 1938:1-35.
- Davis, W. B. y D. C. Carter. 1962.** Review of the genus *Leptonycteris* (Mammalia:Chiroptera). Proceedings of the Biological Society of Washington, 75:193-198.
- Erdman, G. 1966.** Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperm. Hafner Publishing Company, New York, 533 pp.
- Fleming, T. H., R. A. Nuñez, L. da S. Lobo Sternberg. 1993.** Seasonal changes in the diets of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. Oecologia 94: 72-75.
- Fleming, T. H. 1995.** Pollination and frugivory in phyllostomid bats of arid region. Marmosiana, 1:87-93.
- Galindo, C., A. Sánchez Q., R. H. Quijano. 2004.** Population Dynamics of a Resident Colony of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera:Phyllostomidae) in Central México. Biotropica, 36(3):382-391.
- Gardner, A. L. 1977.** Feeding habits. Pp:293-350. In: Biology of bats of New World family Phyllostomidae. Part II (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., and D. C. Carter, eds.). Special Publications, Museum Texas Tech University, Pp:1-364.
- Gentry, H. S. 1982.** Agaves of continental North America. University of Arizona Press, Tucson, 670 pp.
- Glass, B. P. 1982.** Seasonal movements of Mexican freetail bats *Tadarida brasiliensis mexicana* banded in the Great Plains. Southwestern Naturalist, 27:127-133.
- González-Quintero, L. 1967.** Flora polínica y tipos de vegetación del Valle del Mezquital. Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México.

- Hayward, B. J. y E. L. Cockrum. 1971.** The natural history of the western long-nosed bat *Leptonycteris sanborni*. Western New Mexico University Research in Science, 1(2):75-123.
- Heithaus, R. E. 1982.** Coevolution between bats and plants. IN: Ecology of Bats (Kunz, T.H. ed.). Plenum Press, New York, Pp:327-367.
- Herrera, M. L. 1997.** Evidence of altitudinal movement of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera:Phyllostomidae) in Central Mexico. Revista Mexicana Mastozoología, 2:116-119.
- Koopman, K. F. 1981.** The distributional patterns of new world nectar-feeding bats. Annals of the Missouri Botanical Garden, 68(2):352-369.
- Martínez-Coronel, M., M. Pérez-Gutiérrez y J. Albores-Pérez. 1996.** Los murciélagos de la cueva de “Los Laguitos”, su importancia biológica y social. Revista ICACH, nueva época, 1(2):10-18.
- Medellín, R. A. y López-Forment, W. 1986.** Las cuevas: un recurso compartido. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, serie zoología, 55(3):1027-1034.
- Quiroz, D. L., M. S. Xelhuantzi y M. C. Zamora. 1986.** Análisis palinológico del contenido gastrointestinal de los murciélagos *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris yerbabuenae* de las grutas de Juxtlahuaca, Guerrero. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, Pp:1-51.
- Racey, P. A. 1988.** Reproductive Assessment in Bats Pp:31-45. In: Ecological and behavioral methods for the study of bats (T. H. Kunz, ed.). Smithsonian Institution Press, London, Pp:xxii+533.

**Riechers, A., M. Martínez-Coronel y S. Gaona. 1998.** Hábitos alimentarios de una colonia de maternidad de *Leptonycteris curasoae* de la cueva “Los Laguitos”, Chiapas. Memorias del IV Congreso Nacional de Mastozoología, Xalapa, Veracruz, Pp:66.

**Riechers, A., M. Martínez-Coronel y R. Vidal-López. 2003.** Consumo de polen de una colonia de maternidad de *Leptonycteris curasoae yerbabuena* en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 74(1):43-66.

**Rojas-Martínez, A. 1996.** Estudio poblacional de tres especies de murciélagos nectarívoros considerados como migratorios y su relación con la presencia estacional de los recursos florales, en el Valle de Tehuacán y la Cuenca del Balsas. Tesis Maestría. Facultad Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Pp:1-88.

**Rojas-Martínez, A., A. Valiente-Banuet, M. del Coro Arizmendi, A. Alcántara-Eguren y H. T. Arita. 1999.** Seasonal distribution of the long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in North America: does a generalized migration pattern really exist?. *Journal of Biogeography*, 26:1065-1077.

**Rojas-Martínez, A., O. García V. y K. Torres V. 2002.** Dinámica poblacional del murciélago *Leptonycteris curasoae* en una cueva habitada todo el año, en el centro de México. Memorias del V Congreso Nacional de Mastozoología, Oaxaca, México.

**Ruíz, A. M. Santos, J. Cavelier y P. J. Soriano. 2000.** Estudio fenológico de cactáceas en el Enclave Seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica*, 32(2): 397-407.

**Rzedoski, J. 1978.** Vegetación de México. Edit. Limusa, México.

**Salazar, O. K. y R. C. R. Fernández. 2000.** Cambios en la abundancia y la utilización de recursos florales a través de un año en los murciélagos nectarívoros de la región de



Chamela, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, 50 pp.

**Sánchez-Casas, N. 2004.** Disponibilidad del alimento, dieta y patrón reproductivo de una población residente del murciélago *Leptonycteris yerbabuena* (Phyllostomidae:Glossophagiane) en una selva baja caducifolia en Morelos, México. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.

**Sánchez-Casas, N. y T. Álvarez. 1998.** Estudio de la migración de *Leptonycteris yerbabuena* en el centro de México. Memorias IV Congreso Nacional de Mastozoología, Pp:79.

**Sánchez-Quiroz, A., C. Galindo-Galindo, A. Castro-Campillo y J. Ramírez-Pulido. 1996.** Patrón reproductivo de *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera:Phyllostomidae) en una cueva del sudoeste del Estado de Puebla, México. Memorias III Congreso Nacional de Mastozoología, Pp:53.

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

**Téllez, Z. J. G. 2001.** Migración de los murciélagos hocicudos (*Leptonycteris*) en el trópico mexicano. Tesis e Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Pp:1-156.

**Valiente-Banuet, A., M. Del Coro A., A. Rojas-Martinez y L. Domínguez-Canseco. 1996.** Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal Tropical Ecology*, 12:103-

**Valiente-Banuet, A. y E. Escorra. 1991.** Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse shrub *Mimosa luisna* in the Tehuacán Valle. *Journal of Ecology*, 79:961-971.

**Villalpando, J. A. y T. Alvarez. 1998.** Aspectos biológicos de *Leptonycteris yerbabuenae* (Chiroptera:Phyllostomidae) en el centro de México. *Memorias IV Congreso Nacional Mastozoología*, Pp:99.

**Wilkinson, G. S. y T. H. Fleming. 1996.** Migration and evolution of lesser long-nosed bats *Leptonycteris curasoae* inferred from mitochondrial DNA. *Molecular Ecology*, 5:329-339.

**Woloszyn, D. y D. D. Woloszyn. 1982.** *Los Mamíferos de la Sierra de la Laguna, Baja California Sur*, CONACYT, México, Pp:1-167.