



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA

ALGUNOS ASPECTOS DE LA DINAMICA  
POBLACIONAL DE *Molossus sinloae* (Chiroptera:  
Molossidae) EN LA REGION DEL ALTO BALSAS,  
EN EL ESTADO DE PUEBLA

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

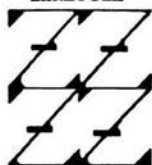
**B I O L O G O**

P R E S E N T A N:

**ADRIANA IBARRA DOMINGUEZ**

**SERGIO AYALA SANCHEZ**

U N A M  
F E S  
ZARAGOZA



LO QUE ES  
DE NUESTRA REFLEXIÓN

DIRECTOR: BIOL. CRISTOBAL GALINDO GALINDO

MEXICO, D. F.

2004



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.



*a Memo,  
donde quiera que estés.*

*¿Qué es la vida? Un frenesí.  
¿Qué es la vida? Una ilusión,  
una sombra, una ficción,  
y el mayor bien es pequeño:  
que toda la vida es un sueño,  
y los sueños, sueños son.*

*Calderón de la Barca*

## DEDICATORIAS

.....

Con amor a mi familia, porque sin su apoyo esta ilusión no hubiera sido posible.

A ti papá por dejarme soñar y por apoyar todas mis decisiones aún cuando no siempre te parecieran las mas acertadas. Por ser mi ejemplo a seguir, porque siempre he admirado tu carácter firme y tu temple ante las situaciones difíciles. Gracias porque estos valores me llevaron a cumplir esta meta profesional, que te prometo no será la última.

A ti mamá por ser la mejor amiga y madre, porque de ti aprendí que siempre hay esperanzas sin importar que tan desolado se vea todo. Por escuchar mis problemas y tener siempre esa "varita mágica" que me devuelve la confianza en mí misma. Porque eres una gran mujer y por esta familia que has formado.

A mi hermano Memo por todos esos momentos que disfrutamos juntos, por enseñarme que la vida es un sueño a veces difícil de entender pero al fin maravilloso. Por tu fuerza y valor para alcanzar tu más grande anhelo.....tu libertad.

A mi hermano Fredy por ese carácter obstinado y despreocupado que admiro y envidia. Por ser mi cómplice y amigo, por hacerme reír cada vez que la desesperación me invade, pero sobre todo por permanecer a mi lado en momentos tan difíciles. Gracias.

A Cheli por formar parte de esta familia. A mis sobrinos Ilana y Josué porque con sus gritos y risas nos devolvieron la alegría y la esperanza. En especial a Josué por el milagro de tus ojos.

A mi colega, amigo y novio, Sergio, por formar parte de este triunfo. Gracias por todas las cosas que hemos aprendido juntos, por enseñarme un mundo diferente y por compartir conmigo esta vida fantástica. Sobre todo gracias porque me has enseñado a ser más fuerte y más paciente conmigo misma. Gracias corazón por hacer posible este logro.

*Con cariño*

**ADRIANA**



## DEDICATORIAS

.....

A mis padres, Primitivo Ayala López y Feliciano Sánchez Santiago, los dos pilares principales de mi vida y mi gran inspiración, porque gracias a ellos saldré adelante. Eternamente agradecido su hijo que cada día los respeta y quiere más.

A mis hermanos: María Guadalupe, Carlos, Primitivo y Gabriela, por vivir conmigo los mejores años de mi vida hasta hoy, así como su comprensión y apoyo incondicional..... gracias.

A mis sobrinos: Luisito, Itzel, Gabriel y la bebé que está por nacer, por ser la alegría de nuestra casa.

A Guillermo Ibarra Domínguez, donde te encuentres siempre te recordaré con mucho cariño, porque sé, al igual que toda tu familia que personas como tú siempre seguirán vivos en nuestro corazón.

A ti Adriana Ibarra Domínguez, por tu gran comprensión y cariño, por este logro de ambos, del que eres parte importante. Este fragmento de poesía describe mucho mejor lo que siento y lo agradecido que estoy con la vida por tu compañía:

### ETERNA

*En mi ya no existe la soledad, solo existe el amor, un amor puro y sincero del cual me siento muy agradecido, agradecido de estar a tu lado para compartir mi vida o quizás nuestras vidas eso solo depende del destino, un futuro para dos, para ti y para mí.*

*Doy gracias al destino por el amor que me ha entregado, por ti que me has sabido querer, por entregar todo de ti, por ser mi vida, ser la amada, ser el futuro mas esperado, ser quizás la eterna enamorada...*

Con cariño

SERGIO

## AGRADECIMIENTOS

.....

Al Biól. Cristóbal Galindo Galindo por brindarnos la oportunidad de trabajar en tan importante e interesante proyecto, por compartir con nosotros tus experiencias y conocimientos. Sobre todo, por tu amistad, por esos gratos momentos y por los logros alcanzados, esperando que éste sea el principio de muchos otros. Gracias.

A los miembros del jurado: M. en C. Manuel Rico Bernal, Dr. Arcadio Monroy Ata, Biól. María del Carmen Salgado Merediz y M. en C. Carlos Pérez Malvárez por el tiempo que dedicaron a la revisión de esta tesis, por sus comentarios y observaciones que ayudaron a la realización de un mejor trabajo.

Al Dr. Armando Cervantes por su tiempo y apoyo en el análisis estadístico. Sobre todo por su apoyo moral.

Al M. en C. Guillermo Blancas Arroyo por las asesorías y sugerencias en los métodos de tamaño poblacional.

Al Biól. Raúl Arcos Ramos por alentarnos a seguir adelante, por tus consejos y por los momentos compartidos.

### **Adriana y Sergio**

A mis mejores amigos: Germán Cruz, Edgar Ruiz, Sergio Eloy, quienes demostraron lo que es tener buenos y sinceros amigos, así como por todos los días de fútbol que compartimos en nuestro equipo "Italia".

A mi mejor amiga Marisol Orozco, por los gratos momentos que compartimos en la facultad.

A todos los profesores quienes trabajaron par darme una formación de calidad. Gracias.

A todos los cuates de la facultad: Claudia Ortega, Selene, Víctor, Naham, Rodrigo, Miguelito, Edgar (cachorro), Ezequiel, Ricardo, Claudia, Néstor, Yona, Leo, Yadira, Alejandro (el "hermano"), "apu", Natalia, etc. etc.

Al Profesor Raúl Arcos por ser un buen amigo y por los consejos brindados. Gracias

### **Sergio**

A mis amigas Claudia, Selene y Naham porque todos los momentos que hemos compartido me han ayudado a crecer y madurar, tanto en lo profesional como en lo personal. A mis amigos Víctor, Lot, Leo, Hunyeli, Quique porque siempre tienen algo agradable que decir. En especial a Clau y Hunyeli por su apoyo en todo momento.

A Ivette por tantos años de amistad.

Un agradecimiento especial a Ulises por ser mi mejor amigo, por regañarme y hacerme ver mis errores, pero sobre todo por tenderme una mano cuando lo he necesitado. Gracias.

A Cristóbal Galindo por ser un excelente maestro e investigador, por enseñarme a hacer ciencia y por brindarme tu amistad.

### **Adriana**

# INDICE

	1
Resumen.....	
Introducción.....	3
• Características de la familia Molossidae.....	7
• Descripción de la especie.....	8
• Refugios y alimentación.....	8
• Distribución.....	9
Justificación.....	10
Hipótesis.....	10
Objetivos.....	11
Descripción de la zona de estudio.....	12
Material y Método.....	15
• Estructura del refugio.....	15
• Tamaño poblacional.....	17
• Proporción de sexos, estructura de edades y patrón reproductivo.....	19
• Comportamiento y patrones de actividad.....	20
Resultados.....	22
• Estructura del refugio.....	22
• Tamaño poblacional.....	26
• Proporción de sexos.....	28
• Estructura de edades.....	29
• Patrón reproductivo.....	32
• Comportamiento y patrones de actividad.....	37
Discusión.....	40
• Estructura del refugio.....	40
• Tamaño poblacional.....	43
• Proporción de sexos.....	46
• Estructura de edades.....	47
• Patrón reproductivo.....	48
• Comportamiento y patrones de actividad.....	50
Conclusiones.....	54
Literatura citada.....	56
Anexo 1.....	65

## RESUMEN

Durante la colecta de pequeños mamíferos en la región sureste del estado de Puebla en el año del 2002 se tuvo la oportunidad de conocer el árbol *Lysiloma microphylla* en donde a lo largo del tiempo de colecta la constante fue la presencia de una colonia de *Molossus sinaloae*. Al no existir datos en la bibliografía sobre aspectos biológicos y ecológicos y por la accesibilidad para llevar a cabo un estudio acerca de los aspectos poblacionales de *M. sinaloae*, en Enero de 2003 se decidió llevar a cabo un estudio con el fin de recabar información sobre la especie cubriendo un ciclo anual. El trabajo de campo fue realizado en visitas mensuales de tres días de duración y ocho visitas extras con igual número de días. La descripción del refugio manifiesta que el árbol mide 11.0 m y presenta tres oquedades por donde los murciélagos emergen y retornan al refugio al iniciar y terminar sus actividades de forrajeo; la distancia en promedio de las tres oquedades fue de 4.6 m a partir de la base del árbol. En cuanto a los parámetros físicos los resultados demuestran que la temperatura media interna del árbol fue de 25.2° C, ésta se comparó con la temperatura ambiente mediante una prueba "t" de Student, la cual demostró que no existen diferencias significativas entre ambos valores ( $t = -0.835$ ;  $P = 0.412 > 0.05$ ). La humedad relativa es alta. Con base en estos dos parámetros, se infiere que el refugio ocupado por *M. sinaloae* corresponde a las denominadas "cuevas de calor". El tamaño de la población calculado a partir de conteo directo y a través del método de captura y múltiples recapturas (método de Jolly) demostró una constancia muy similar en el número de organismos a lo largo del tiempo. Lo anterior manifiesta que el cálculo del tamaño de la población por observación directa es un buen indicador. La proporción sexual durante la mayor parte del año se mantiene en 1.3:1 a favor de las hembras, alcanzando su máximo en los meses de junio y julio con una relación 3:1, periodo que coincide con la fase final de la gestación; la prueba estadística de  $X^2$  demostró que no existen diferencias significativas en cuanto a la proporción de sexos de la colonia a lo largo del año ( $X^2=10.15$ ;  $P = 0.5174 > 0.01$ ). En cuanto a la estructura de edades, la población se mantiene conformada por organismos adultos durante los meses de enero a junio, mientras que la máxima proporción de organismos juveniles se presenta en septiembre-octubre. Los datos reproductivos reflejan que la cópula transcurre en un lapso no mayor a un mes (segunda mitad de marzo y primera mitad de abril), por lo

que la gestación da inicio en la segunda quincena de abril y concluye en la primer semana de julio, durando 75 días aproximadamente (2.5 meses). Las lactancias se inician con los primeros nacimientos (finales de junio) y terminan en la última semana de septiembre, lo que sugiere una duración de 2.5 meses en promedio. De acuerdo a las observaciones, al parecer existe una segregación sexual durante el periodo de gestación y lactancia para formar una colonia de maternidad, sin que los machos o las hembras abandonen el refugio. Durante la lactancia las hembras nunca cargan con sus crías cuando salen a forrajear. Por último se observó que los patrones de comportamiento están influenciados directamente por los eventos reproductivos que se estén dando en el seno de la población. De esta manera, los periodos de actividad estacional se modifican durante el tiempo en que se dan la gestación y lactancia. En días de lluvia o condiciones climáticas extremas, los organismos permanecen en el interior del refugio el tiempo que sea necesario.

---

## INTRODUCCIÓN

La autoecología de las especies estudia la distribución de los individuos, el uso del espacio y los recursos, interrelaciones coespecíficas y consecuentemente la estructura poblacional (Rabinovich, 1980). En México existen aproximadamente 137 especies de murciélagos, lo que representa el 14.3% del total de quirópteros reportados para todo el mundo (953 spp). Estas 137 especies están incluidas en 8 familias y 60 géneros (Wilson y Reeder, 1993; Corbet y Hill, 1991; Ramírez-Pulido *et al.*, 1996), por lo que México es considerado un país con una alta riqueza quiropterofaunística.

Lo anterior es el resultado combinado de la gran variación de topografía y clima encontrados en la superficie mexicana, factores que al mezclarse crean un mosaico muy diverso de condiciones ambientales (Flores-Villela y Navarro, 1993); además, en México confluyen dos Regiones Biogeográficas: la Neártica y la Neotropical, por lo que existen murciélagos de ambas afinidades, lo que ha propiciado una alta tasa de diferenciación *in situ* derivando en una gran cantidad de endemismos (Escalante *et al.*, 1993; Mittermeier y Mittermeier, 1992).

La mayoría de los estudios descriptivos de la quiropterofauna de localidades específicas se ha realizado en zonas tropicales (Medellín, 1993; Tuttle, 1976), en ellos se caracteriza a los murciélagos por su dieta y tamaño (Sánchez y Romero, 1995; Ramírez-Pulido *et al.*, 1995; Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1992), atributos que muestran sus relaciones ecológicas y establecen que la dinámica reproductiva y poblacional es altamente estacional. Caso contrario, el conocimiento que se tiene de la dinámica poblacional de murciélagos que habitan en áreas templadas, es mayor que el de las especies de zonas tropicales (Ceballos *et al.*, 1997). Se sabe que los cambios estacionales en la disponibilidad y calidad de los recursos alimenticios determinan la estacionalidad de la reproducción y la abundancia de los murciélagos tropicales (Brosset, 1996; Quiroz *et al.*, 1986; Ceballos *et al.*, 1997; López-Wilchis, 1989; Bonacorso, 1979; Galindo-Galindo, 1995; García, 2001). Sin embargo, los estudios que aportan esta información aún son escasos y es mucho lo que queda todavía por conocer de su dinámica poblacional (Ramírez-Pulido *et al.*, 2001a, 2001b; Galindo-Galindo *et al.*, 2000; Sánchez, 2000). Por ejemplo, en África y Australia se han reportado movimientos migratorios estacionales para diversas especies de

murciélagos pteropóridos (Eby, 1991; Thomas, 1983); en Panamá, Wilson (1971), describió la dinámica poblacional de *Myotis nigricans*; también en Trinidad y Costa Rica se han reportado cambios estacionales en las poblaciones de tres especies de embalonúridos (Bradbury y Emmons, 1974; Bradbury y Vehrencamp, 1976). En los filostómidos *Artibeus jamaicensis*, *Desmodus rotundus* y *Phyllostomus hastatus*, se han documentado variaciones, sin embargo el tamaño poblacional y proporción de sexos se mantienen constantes en sus hibernáculos (Fleming, 1988; Handley *et al.*, 1991; McCracken y Bradbury, 1981; Turner, 1975).

En México, se han documentado movimientos estacionales para fines reproductivos (Galindo-Galindo, 1995; Sánchez, 2000; García 2001), dichos movimientos alteran la estructura y composición de los grupos. Ceballos *et al.* (1997) describen el comportamiento de una colonia de *Leptonycteris curasoae*, en una cueva de Jalisco (bahía de Chamela). Cada año llegan al refugio miles de individuos, durante los meses de julio y agosto, con fines reproductivos; los organismos abandonan el refugio en diciembre y las hembras realizan migraciones hacia el norte del desierto sonorense para formar colonias de maternidad durante la primavera.

En este sentido, el tipo de refugio utilizado por una o más especies en particular, juega un papel importante en la ecología y evolución de los murciélagos. Tanto en áreas templadas como tropicales, los quirópteros pueden ocupar una amplia variedad de sitios como refugios, tales como cuevas o cavernas, árboles ahuecados, entre el follaje o debajo de las hojas grandes, y en edificios abandonados. Estos refugios ofrecen protección contra las fluctuaciones de temperatura y humedad en el ambiente y brindan resguardo contra los depredadores y el clima adverso (Kunz, 1982), además un sólo refugio puede dar albergue a más de la mitad de las especies de murciélagos de un área determinada.

Los murciélagos, como cualesquiera otras especies de mamíferos, tienen requerimientos particulares de temperatura, humedad relativa, corrientes de aire, luz, interacciones con otras especies y cercanía del recurso alimentario, entre otros, los cuales ejercen influencia en la selección de un refugio (Vargas-Contreras, 1998), siendo los más importantes los de temperatura y humedad. Existen especies que han desarrollado una selección microclimática muy estrecha hacia refugios muy especiales y presentan adaptaciones físicas y conductuales muy particulares hacia los mismos

(López-Wilchis, 1989, Lewis, 1995). La mayoría de las familias o géneros de murciélagos tienen especies que, de manera regular u ocasional, buscan refugios en las cuevas. Sin embargo, estos tipos de refugio tienen la desventaja de ser poco comunes en muchas áreas y algunos de ellos se localizan a distancias considerables de las áreas propicias de forrajeo. Además la distribución de las cuevas varía geográficamente originando una gran diversidad de ellas que difieren en dimensiones físicas, topografía y microclima, por lo que en muchas zonas donde las cuevas son abundantes, éstas resultan ser poco convenientes para ser ocupadas como refugios (Kunz, 1982). Se sabe que de las 39 especies de quirópteros descritas para Estados Unidos, al menos 18 (46%) dependen fuertemente de las cuevas como sitios de refugio (Culver, 1986; Humphrey, 1975; McCracken, 1989); mientras que en México, 60 especies (45%) de las 137 reportadas habitan regularmente en cuevas (Arita, 1993). El conocimiento de uso de estos refugios es menos preciso para otras partes del mundo, pero varias de ellas son conocidas por depender exclusivamente de las cuevas como sitios de albergue, tal es el caso de *Crooseonycteris thonglongyai*, en Tailandia (Humphrey y Bain, 1990).

Las cavidades en los troncos o en las ramas de los árboles muertos o vivos, resultan ser refugios favorables para muchas especies de murciélagos, especialmente en las zonas tropicales. Estas cavidades son utilizadas principalmente por los filostómidos, y en menor frecuencia, por algunos molósidos y vespertiliónidos (Tuttle, 1976). Al igual que las cuevas brindan protección contra los depredadores y el clima adverso, la desventaja es que estos refugios ofrecen un espacio limitado para las colonias y su permanencia en el tiempo es más corta, por lo que sus habitantes requieren de una reubicación periódica (Kunz, 1982).

Entre los factores que afectan la fidelidad hacia el refugio destacan la abundancia relativa y permanencia de estos sitios, la proximidad y estabilidad de las fuentes alimenticias, la respuesta a la presión de los depredadores y el disturbio humano. Esta fidelidad puede cambiar estacionalmente y estar afectada por la condición reproductiva, la proporción de sexos, edad y organización social (Humphrey, 1975; Bradbury y Vehrencamp, 1976). Las especies *Lasionycteris noctivagans*, *Myotis sodalis* y *Myotis evotis* siempre se refugian en árboles y pueden cambiar de refugio en pocos días (Betts, 1996; Kurta *et al.*, 1996). En cambio las especies que generalmente viven en edificios como *Myotis lucifugus* y *Nycticeius humeralis* son más



fieles a sus refugios y permanecen en ellos durante los períodos de maternidad (Clem, 1992, 1993; Kunz, 1982). Por otro lado, Brigham (1991) demostró que los murciélagos de la especie *Eptesicus fuscus*, que se refugian en árboles en el oeste de Norteamérica muestran una baja fidelidad hacia sus refugios, no siendo así para aquellos que viven en el este y que presentan una fidelidad alta a los edificios abandonados que usan como refugio. Lewis (1995) concluyó que la fidelidad hacia el refugio está determinada por el tipo de refugio ocupado; una alta fidelidad está directamente relacionada con la permanencia del refugio e inversamente relacionada con la disponibilidad de éstos. Los beneficios que genera esta fidelidad implican una mayor familiaridad con los sitios, en especial con aquellos que son viables para el desarrollo de las crías, y el mantenimiento de las relaciones sociales. En tanto que los murciélagos que realizan constantes movimientos, están familiarizados con muchos refugios que difieren en sus condiciones de microclima, evitan los problemas de perturbación de su hábitat, son menos susceptibles a los predadores y tienen niveles más bajos de ectoparásitos (Lewis, 1995).

Por otro lado, se sabe que las características fisiológicas y conductuales que poseen los murciélagos, así como su estrecha relación y dependencia con los factores ambientales afectan de manera notable sus ciclos reproductivos. En sus inicios, el estudio de la ecología reproductiva de los quirópteros se centró en especies con distribución en áreas templadas, que se alimentan fundamentalmente de insectos y que entran en estado de hibernación, por lo que se les atribuía un mecanismo pobre de termorregulación. Sin embargo, en las últimas dos décadas se ha desarrollado un intenso trabajo en las zonas tropicales que ha puesto de manifiesto la gran diversidad ecológica existente entre los murciélagos, (López-Wilchis, 1989; Ceballos *et al.*, 1997; Sánchez, 2000; García, 2001), aunque aún faltan muchos aspectos por conocer dentro de la ecología de la reproducción.

Los murciélagos tropicales presentan la preñez en la época de secas, período en que la escasez de alimento es notable, en tanto que el destete y la lactancia son sincrónicos con el período de lluvias (Fleming, 1988; Wilson y Reeder 1993).

La información que se genere sobre estos aspectos, biológicos y ecológicos, son de gran importancia, ya que se ha reportado que los murciélagos ejercen una influencia profunda y variada sobre los procesos ecológicos que ocurren en los ecosistemas que

habitan, dados sus diversos hábitos de alimentación, sus esquemas coevolutivos con las plantas, sus niveles poblacionales y sus adaptaciones a la búsqueda de insectos y otros alimentos (Medellín, 1993). *Molossus sinaloae* no escapa a la problemática señalada anteriormente y no es extraño inclusive que la familia a la que pertenece sea una de las menos conocidas.

## CARACTERÍSTICAS DE LA FAMILIA MOLOSSIDAE

Los miembros de la familia **Molossidae**, se les conoce como murciélagos de cola libre y son afines a los vespertiliónidos, aunque se diferencian de ellos en varios e importantes caracteres: el color del dorso es moreno, gris o negro; pelo corto; labios anchos; orejas hacia el frente; trago pequeño, redondo o cuadrado; las alas y el uropatagio son estrechos; la cola se proyecta más allá del final del uropatagio; con 26 a 32 piezas dentales. Se les encuentra desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm; en el interior de cuevas, construcciones o entre las frondas secas de las palmas de coco; la mayoría de las especies son coloniales pero hay especies solitarias. Son insectívoros; pueden migrar estacionalmente y no regresar al mismo refugio (Sánchez y Romero, 1995).

Dentro de los pocos trabajos donde se ocupan de esta familia, los más representativos aportan datos del género *Tadarida*, cuya distribución va desde Estados Unidos hasta Sudamérica; en México, sólo está ausente en una porción de la península de Yucatán (Ceballos y Galindo, 1984). El trabajo publicado por Keeley y Keeley (2004) reporta que la subespecie *Tadarida brasiliensis mexicana* se distribuye en climas templados y subtropicales; durante el verano un gran número de hembras se agrupan formando colonias de maternidad en cuevas naturales en la parte Sur de los Estados Unidos. Los grupos más pequeños habitan una amplia variedad de estructuras hechas por el hombre (puentes, edificios, minas, diques, etc). Las poblaciones del Suroeste de Estados Unidos son migratorias; la mayoría de los individuos pasan la primavera, el verano y parte del otoño en estas zonas y migran a finales del otoño hacia México, donde las zonas son más templadas, ahí permanecen durante el invierno y las primeras semanas de la primavera (Keeley y Keeley, 2004). Caso contrario las poblaciones de *T. b. cynocephala*, residentes de la parte Sur de

Estados Unidos, son más pequeñas y más sedentarias. Estas poblaciones realizan movimiento estacionales relativamente locales y se les encuentra en estado de torpor durante el invierno (Sherman, 1937).

## DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

El murciélago mastín sinaloense (*Molossus sinaloae*) descrito en 1906 por J. A. Allen pertenece al suborden de los microquirópteros (Jennings *et al.*, 2002). Se han descrito dos subespecies para *M. sinaloae* (Hall 1981; Jones *et al.*, 1988; Koopman 1994): *M. s. sinaloae* (Allen, 1906) y *M. s. trinitatus* (Goodwin, 1959). Ambas especies son similares, especialmente si se habla de su longitud y su pelaje bicolor. Sin embargo, las diferencias entre ellas están determinadas por el tamaño y forma del cráneo; así, *M. s. trinitatus* posee un cráneo más grande, un rostro más alargado y el tamaño de los molares es mayor que en *M. s. sinaloae* (Goodwin, 1959; Goodwin y Greenhall, 1964). Además *M. s. trinitatus* sólo se distribuye en Sudamérica, desde el Istmo de Panamá hasta la parte norte de Colombia, Venezuela, Trinidad, Surinam y Guyana (Hall, 1981; Koopman, 1994;).

*Molossus sinaloae* es un murciélago casi negro de tamaño medio. El pelaje del dorso va café oscuro a grisáceo desde la base de la cola hasta las dos terceras partes de su longitud; mientras que la parte ventral es café. Su tamaño corporal varía de 130-141 mm de longitud, su antebrazo de 49 a 51 mm y su peso fluctúa entre 16 y 19 g aproximadamente (Goodwin 1959; Goodwin y Greenhall, 1964).

## REFUGIOS Y ALIMENTACIÓN

*Molossus sinaloae* es un habitante de los bosques, es muy tolerante a los bosques secos, deciduos y tropicales, en donde es común observarlos ocupando refugios dentro de las casas u otras estructuras hechas por el hombre (Goodwin, 1959). En México ocupa zonas de pastizal inducido, matorrales xerófilos, bosques espinosos, campos de cultivo de agave y cerca de los ríos de gran caudal (Watkins *et al.*, 1972); también se le ha observado debajo de las hojas de la palma de coco (Alvarez, 1968; De la Torre, 1955). En Guerrero, sólo las palmas con un gran número de hojas sirven como refugio a los murciélagos, en algunas de ellas comparten el refugio con *Lasiurus ega* (Familia Vespertilionidae). En Yucatán, *M. sinaloae*, habita las brechas debajo de

los tejados de las casas y es común verlos volar sobre las piscinas, en pozos hechos por el hombre y sobre los cenotes. Las colonias de *M. sinaloae*, estudiadas en Yucatán, varían de 20 a 106 individuos a lo largo del año. Estas diferencias pueden ser causadas por la vegetación al obstruir la entrada a los refugios, provocando un decline en el número de murciélagos.

El murciélago mastín sinaloense es insectívoro (Goodwin y Greenhall, 1964), prefiriendo los insectos de cuerpo blando a los de cuerpo duro.

## DISTRIBUCIÓN

El murciélago mastín sinaloense, de origen neotropical, se distribuye en México (desde el sur de Sinaloa hasta la península de Yucatán (Fig. 1) y en América Central. (Hall, 1981; Koopman, 1994). En México se le encuentra a altitudes de 750 msnm (Watkins *et al.*, 1972), condición que puede variar para otros sitios de distribución (Jennings *et al.*, 2002).

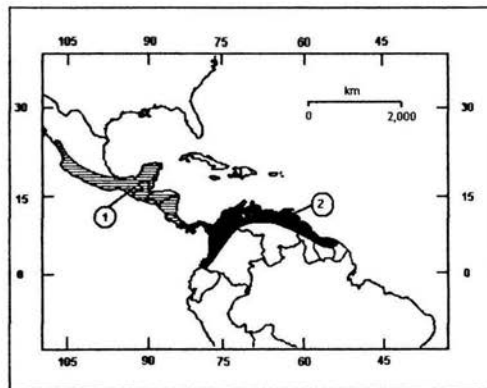


Fig. 1. Mapa de distribución de *Molossus sinaloae* (Hall, 1981):  
1, *M. s. sinaloae*; 2, *M. s. trinitatus*.

---

## JUSTIFICACIÓN

El escaso conocimiento que se tiene sobre la familia Molossidae queda reflejado en la especie *Molossus sinaloae*, de la que se desconocen por completo aspectos biológicos y ecológicos básicos. Esto probablemente se deba a que esta especie lleva a cabo sus actividades de forrajeo en alturas que sobrepasan las redes típicas "mist net" utilizadas en la colecta de murciélagos, impidiendo su captura. De acuerdo con lo anterior y debido a la facilidad de capturar individuos de esta especie, dadas las características del refugio que ocupan en la zona de estudio, se decidió llevar a cabo este trabajo cuya finalidad es dar a conocer algunos de los muchos aspectos ecológicos y biológicos de *M. sinaloae*. Los pocos datos que se tiene al respecto no permiten, hasta el momento, inferir si la especie se encuentra en algún status (amenazada, en peligro, rara) cuando menos en el sitio en el que se realizó el trabajo. Sin embargo, no se debe olvidar que el conocimiento que se genere a partir de este estudio podría ser utilizado como punto de partida que permita predecir, en un futuro, el estado de sus poblaciones.

## HIPÓTESIS

Las fluctuaciones en el tamaño de la población dependerán de la estacionalidad (época de sequía y época de lluvias), lo cual influye en la disponibilidad y abundancia de los recursos alimenticios de *M. sinaloae*.

La disponibilidad de refugios apropiados incide en los periodos de reproducción de *M. sinaloae*, lo cual tiene una relación directa con el número de organismos que integran sus poblaciones.

## OBJETIVOS

- Establecer las características estructurales del refugio (*Lysiloma microphylla*) de *Molossus sinaloae*.
- Estimar las variaciones poblacionales durante un ciclo anual.
- Determinar la relación de sexos y estructura de edades dentro de la colonia.
- Establecer el patrón reproductivo de *Molossus sinaloae* a lo largo de un ciclo anual.
- Analizar el comportamiento de la colonia de *M. sinaloae* a lo largo del período de estudio.

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El refugio utilizado por esta colonia de *Molossus sinaloae* corresponde a un árbol (*Lysiloma microphilla*) localizado en el municipio de Huehuetlán el Chico, en el estado de Puebla, en la zona limítrofe de los estados de Morelos y Guerrero (Fig. 2). El árbol se ubica en las inmediaciones del poblado y crece en la parte superior de una cañada que corre a lo largo de un río seco, cercanas al árbol se encuentran casas que lo rodean. A lo largo de la cañada y entre las casas la presencia de estos árboles (*Lysiloma microphilla*) es muy acentuada, caso contrario a lo que se observa en las zonas propias de selva baja caducifolia donde la presencia de éstos es prácticamente nula. El municipio de Huehuetlán el Chico se ubica dentro de la región del Alto Balsas entre las coordenadas geográficas 18°22'19" N y 98°41'19" W, a una altitud de 950 msnm.

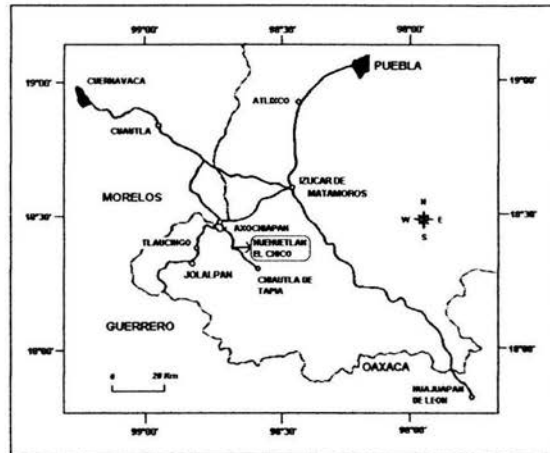


Fig. 2 Mapa de localización del área de estudio.

El estado de Puebla se encuentra ubicado en un área zoogeográficamente muy importante, debido a que aquí convergen faunas de afinidad tropical como neártica. Las regiones mastofaunísticas en Puebla, en relación a la similitud de la fauna, corresponden a seis: Del Golfo, Sierra Madre Oriental, Zacatecana, Volcánico-

Transversa, Del Balsas y Oaxaca-Tehuacanense (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1992). Específicamente, el municipio de Huehuetlán el Chico, corresponde a la región mastofaunística del Balsas.

Fisiográficamente el municipio pertenece a la Provincia Sierra Madre del Sur, considerada la más completa y menos conocida del país (debiendo muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de Cocos, como lo es la fuerte sismicidad que en ella se manifiesta) y dentro de la Subprovincia de Sierras y Valles Guerrerenses. Los sistemas de topoformas que se presentan en la subprovincia son los siguientes: sierras de cumbres tendidas y laderas escarpadas (este sistema está constituido fundamentalmente por basaltos), lomerío con llanos aislados (formado por esquistos, calizas y arenisca-conglomerado), valle de laderas tendidas con mesetas (constituido por caliza, caliza-lutita y basalto), meseta de aluvión y meseta de aluvión antiguo con cañadas (INEGI, 1995).

La cuenca hidrológica de la zona más importante es el río Balsas, su cuenca principal es el río Atoyac, además, en esta misma región se encuentra una pequeña porción de la cuenca del río Grande de Amacuzac.

La vegetación en la entidad de Puebla presenta características muy variadas que van desde el matorral xerófilo, característico de lugares secos, hasta los bosques perennifolios y caducifolios típicos de lugares con mucha humedad. La vegetación que circunda al poblado de Huehuetlán el Chico corresponde a un bosque tropical caducifolio (o selva baja caducifolia), esta vegetación se caracteriza por una alta densidad de plantas y porque la mayoría de las mismas (95%) pierden sus hojas durante la época de secas. La altura promedio de los árboles es de 15 m, aquí la producción de hojas está determinada por la concentración de agua, la cual es mayor en junio y julio al principio de la época de lluvias; otra de sus características, es la marcada estacionalidad que presenta, con una época de sequía que va de noviembre a mayo y la de lluvias comprende de junio a octubre (Rzedowski, 1988).

En esta región los elementos ecológicos dominantes están representados por especies del género *Bursera*, localmente conocidas como "cuajijotes". Otras formas representativas de esta zona pertenecen a las familias: Leguminosae, Convolvulacea, Compositae y Bombacacea. Las cactáceas columnares o candelabriformes más



comunes pertenecen a los géneros: *Lemaireocereus*, *Stenocereus*, *Neobuxbaumia*, *Pachycereus* y *Cephalocereus* (Rzedowski, 1988). La distribución de este tipo de vegetación se debe, en gran parte, a las condiciones climáticas como la baja precipitación y una alta temperatura, la cual propicia un alto índice de evapotranspiración, dando como resultado una disminución en la humedad ambiental. Este tipo de vegetación se localiza sobre las sierras de laderas abruptas integrantes de la Sierra Madre del Sur, principalmente en las cercanas a los límites con los Estados de Morelos y Guerrero (INEGI, 1995).

Desafortunadamente, estudios científicos destacan el enorme impacto que este tipo de vegetación ha sufrido a través del tiempo. Tales estudios indican que originalmente la Selva Baja Caducifolia representaba alrededor de 269,555 km<sup>2</sup>, es decir el 14% de la superficie forestal del país (Rzedowski, 1990). Sin embargo para la década de los 90's la superficie con selva baja caducifolia en buen estado de conservación representó 72,850 km<sup>2</sup> (27%), mientras que los estados alterados (27%) y degradados (23%) representan el 50%. Cabe destacar que el 23% (60,375 km<sup>2</sup>) restante ha desaparecido. A nivel mundial se habla de una tasa de deforestación de 1.9% anual, lo que equivale a 306,000 ha/año (Massera *et al.*, 1997). Sin duda, la principal causa de la deforestación de las selvas bajas caducifolias, en México y América, es la expansión de la frontera agropecuaria (Janzen, 1988; Toledo *et al.*, 1989; Carabias y Arizpe, 1993; Ceballos y García, 1997; Massera *et al.*, 1997).

A pesar de las tendencias de deterioro que este tipo de vegetación muestra y a la importancia que representa por su extensión, diversidad y número de endemismos de flora y fauna, existen pocos estudios que destaquen a los bosques tropicales secos (Cervantes *et al.*, 2001); además de que la información referente a su estado de conservación y dinámica de cambio es escasa (Massera *et al.*, 1997).

El clima del municipio de Huehuetlán el Chico corresponde al tipo cálido subhúmedo con lluvias predominantes en verano [Aw'o(w)(l')g]. Se presentan dos épocas de secas, una larga y marcada en invierno y una corta en la estación de verano (García, 1973). La temperatura media anual oscila entre los 22°C y 26°C; la temperatura del mes más frío es de 18°C, siendo la diferencia con la del mes más caliente de 5 a 7°C. La precipitación media anual varía de 800 a 1000 mm (INEGI, 1981).

---

## MATERIAL Y MÉTODO

El trabajo de campo se realizó a lo largo de un ciclo anual (enero 2003- enero 2004), para lo cual se programaron visitas periódicas mensuales con una duración de tres días cada una. Con el fin de recabar información adicional sobre diferentes aspectos de la colonia se intensificaron los muestreos programando visitas extras cada quince días. El trabajo de campo efectivo que se obtuvo al final del estudio fue de 51 días. Durante cada uno de los muestreos se hicieron colectas de las hojas y frutos del árbol para su posterior identificación taxonómica; se hizo también una descripción detallada de su fisonomía para ubicar las épocas de floración y fructificación.

### ESTRUCTURA DEL REFUGIO

Durante la primer salida se determinó la estructura del refugio, lo que consistió en lo siguiente. Primero determinamos la altura del árbol, desde su base hasta la parte más alta de la copa, para lo cual utilizamos de un clinómetro, cuyo principio se basa en los siguientes criterios: es necesario separarse del tronco una distancia considerable como para distinguir desde ahí la punta del árbol; con el clinómetro se mide el ángulo que forma la vista hacia arriba al mirar la punta, después se toma la lectura del ángulo que forma la vista al mirar hacia la base (con el fin de evitar el uso de tablas trigonométricas se utiliza la escala de porcentaje), estas dos lecturas se suman y el resultado se multiplica por la distancia horizontal y se divide entre 100, obteniéndose así la altura del árbol. Lo anterior se corroboró empleando un globo con gas helio, el cual estaba sujeto a un cordón graduado en metros. Posteriormente se determinó el diámetro del fuste del tronco a la altura del pecho (aproximadamente 1.30 m con respecto de la base), para tal objeto utilizamos una cinta métrica marca Truper de 20 m de longitud; el valor obtenido se divide ente 3.1416 resultando de esta manera el valor del diámetro.

Concluido lo anterior y conociendo previamente los sitios del árbol por donde los murciélagos emergen durante sus actividades de forrajeo, retornos nocturnos y diurnos, procedimos a registrar el número de sitios por donde salían. Una vez

identificadas las oquedades les asignamos un número (I, II y III) para su fácil ubicación; a cada una de las oquedades se les midió el diámetro de entrada, la altura a la cual se ubica con respecto a la base del árbol y la distancia que media entre cada una de ellas. Al mismo tiempo se realizaron observaciones para ver si existían algunas aberturas anexas o conductos por donde los desechos nitrogenados y fecales de los murciélagos son eliminados, de esta manera se observó que el tronco está ahuecado desde las oquedades hasta su base, lo anterior se corroboró debido a la gran cantidad de heces fecales (guano), producto del metabolismo de los murciélagos, acumulada en la parte central de la base del árbol.

Con el fin de determinar la fenología del refugio a lo largo del año seguimos sus cambios estacionales: floración y fructificación principalmente.

### **Parámetros físicos**

Los parámetros físicos a cuantificar en el interior del refugio fueron los de temperatura y porcentaje de humedad relativa. Con respecto a la temperatura empleamos un termómetro marca Brannan con un rango de -10 a 120° C, el cual quedó sujeto a un hilo de aproximadamente 1 m de longitud; el termómetro se introdujo en la oquedad I, que corresponde a la de mayor tamaño, hasta una profundidad de 60 cm y permaneció en el interior por un lapso de tiempo de entre 40 min a 1 hora, los datos de temperatura se tomaron exclusivamente durante el segundo día en un horario constante (1400h) – hora en que se registra la temperatura más alta-. Paralelamente se midió la temperatura externa utilizando un termómetro Brannan, de las mismas características, el cual se colocó en una zona cercana al árbol, de manera que la sombra producida por sus ramas no interfiriera en el momento de tomar el registro. Todos los registros mensuales fueron vaciados en hojas *ad hoc* con lo que al final se obtuvo el promedio anual de temperatura que prevalece en el interior del refugio y en el ambiente. Con el propósito de determinar si existían diferencias significativas entre la temperatura ambiente (externa) y la temperatura del refugio (interna) se realizó una prueba *t* de Student.

En el caso del porcentaje de humedad relativa, durante las dos primeras visitas se intentó introducir un higrómetro marca Taylor, lamentablemente las características estructurales internas del árbol no lo permitieron, ya que las oquedades van

disminuyendo paulatinamente su diámetro por lo que se decidió omitir la cuantificación de este parámetro. Sin embargo, se hacen comentarios al respecto, basados en la observación personal al interior de una de las oquedades.

## **TAMAÑO POBLACIONAL**

Con el propósito de determinar si existían fluctuaciones en el número de organismos que conforman la colonia a lo largo del ciclo anual, el tamaño de la población se cuantificó por dos vías: observación directa y captura-recaptura.

Para el primer caso, se realizaron conteos directos de los organismos, los cuales se efectuaron mensualmente y siempre durante la primer noche de muestreo, lo anterior se hizo con la finalidad de que los organismos no se estresaran por cuestiones de manipulación. Para tal objeto, aproximadamente una hora antes del ocaso, dos observadores nos colocamos aproximadamente a 4 m de distancia de la base del árbol, cada uno en sentido opuesto al otro (norte y sur); con la ayuda de un contador manual se registraba el número de organismos que salían por las diferentes oquedades. Al final de cada sesión se obtuvo un promedio mensual con la suma de los conteos individuales. Los avistamientos y conteos de los organismos se facilitaron debido a que la luz de los porches de las casas que rodean al árbol se proyectaban directamente sobre el refugio. En las noches que hubo interrupciones eléctricas, se utilizaron tres lámparas de halógeno, proyectando el haz de luz hacia cada uno de los sitios de salida. Los tiempos de observación fueron constantes y generalmente finalizaban entre las 0100 y las 0200 h. Paralelamente, y con la finalidad de obtener un patrón de actividad diaria de los murciélagos, el cual permitiera inferir los cambios estacionales causados principalmente durante los diferentes estadios biológicos (inactividad, copulación, gestación y lactancia), durante 8 salidas se hizo un seguimiento de 12 horas (de las 1800 a 0600 h).

Para el segundo caso se utilizó el método de Jolly, cuyo fundamento se basa en los métodos de captura –recaptura, los cuales permiten ganancias y pérdidas de organismos entre cada período de muestreo y son más apropiados para estudios de mayor tiempo (Jolly, 1965). Para ello la captura de los murciélagos se hizo con trozos de redes de niebla "mist net", que medían en promedio 3x1 m. Las redes se colocaron en cada una de las oquedades cubriendo aproximadamente el 75% de la entrada, lo

anterior se hizo con el fin de evitar un estrés mayor en la población al verse atrapados sin ninguna opción de salida. Las redes quedaron puestas una hora antes del ocaso y permanecieron abiertas un lapso no mayor a una hora. Esta colecta de organismos se llevó a cabo exclusivamente durante la segunda noche de muestreo. Todos los ejemplares capturados fueron marcados individualmente con collarines de plástico, los cuales contaban con un código que consiste en utilizar cuentas de colores distintos, cada color equivale a un número del 0 al 9, el número se lee de izquierda a derecha y la posición de las cuentas de colores les da el valor de unidad, decena o centena. La mayoría de los organismos fueron liberados al terminar los registros, aunque en algunas ocasiones fue necesario sacrificar algún individuo para efectuar otros estudios.

De acuerdo con Jolly (1965) el tamaño de la población para cada mes de muestreo está determinada por:

$$N_i = \frac{n_i M_i}{m_i}$$

donde:

$N_i$  : es la población total en el momento  $i$ .

$n_i$  : número total de individuos capturados en el período  $i$ .

$m_i$  : número de individuos marcados capturados en el período  $i$ .

$M_i$  : número total de organismos marcados en el momento  $i$ .

Pero  $M_i$  no es un dato que se obtenga directamente de los datos de historia de captura, por lo que debe de ser estimado mediante:

$$M_i = \frac{S_i Z_i}{R_i} + m_i$$

donde:

$S_i$  : número total de animales liberados en el momento  $i$ .

$Z_i$  : número de animales marcados antes del momento  $i$ , no capturados durante el momento  $i$ , pero capturados en las muestras siguientes.

Ri : número de los Si animales liberados en el momento i que fueron capturados en muestras siguientes.

## **PROPORCIÓN DE SEXOS, ESTRUCTURA DE EDADES Y PATRÓN REPRODUCTIVO**

Para determinar la proporción de sexos y estructura de edades se llevaron a cabo capturas, las cuales siempre sucedieron durante la segunda noche de muestreo. Los organismos se capturaron con trozos de redes de niebla (3 x 1 m), que quedaron colocadas en cada una de las oquedades por donde salen los murciélagos durante sus actividades, tratando de que estas redes cubrieran el 75% de la entrada. Las redes se colocaron una hora antes del ocaso y permanecieron abiertas por un lapso de una hora al término de la cual se cerraron. Cada uno de los ejemplares capturados se introdujo en costales de manta e inmediatamente se les determinó el sexo, cuyos datos fueron guardados en hojas adecuadas para obtener la relación sexual; y las medidas corporales convencionales, con la ayuda de un vernier de plástico marca Scala. Estas medidas son; longitud del cuerpo (LC), longitud de la cola vertebral (LCV), longitud de la pata derecha (LPD), longitud de la oreja derecha desde la escotadura (LOD), longitud del antebrazo (LA) y el peso en gramos con una balanza analítica marca Ohus con un grado de precisión de 0.01 g.

Para determinar la estructura de las edades la población fue dividida en dos grandes grupos: adultos y juveniles. En el caso de los juveniles los criterios utilizados fueron los siguientes: grado de osificación de las falanges del tercer dígito y una combinación de características de coloración de pelo, tamaño y peso (Kunz y Anthony, 1982; Anthony, 1988). En el caso de los adultos, cuando la osificación de las falanges ya era completa.

A los mismos organismos capturados durante esta segunda noche de muestreo se les hizo una revisión exhaustiva de la región genital para establecer los siguientes eventos reproductivos: copulación, gestación, lactancia e inactividad sexual.

Los eventos de copulación, en el caso de las hembras, se determinaron con base en los cambios de morfología en la vulva vaginal, es decir, si ésta presentaba enrojecimiento, tumefacción o bien si existían secreciones de fluidos. Para el caso de los machos, su actividad copulatoria se registró en base al incremento en el tamaño de los testículos y su disposición (escrotados e inguinales), de acuerdo a Racey (1982), quien menciona que un crecimiento en los testículos de los murciélagos es un reflejo inequívoco de actividad copulatoria.

Las preñeces en las hembras se identificaron por palpaciones directas a nivel de bajo vientre y de acuerdo al volumen de éste se reconocieron dos categorías: evidente y avanzada. Cuando se tenía duda sobre esta condición se efectuaron disecciones, al mismo tiempo éstas nos permitieron seguir en lo posible el desarrollo del producto. Los productos obtenidos fueron pesados y medidos dorsalmente dentro del saco amniótico tomando la longitud desde la cabeza hasta la base de la cola vertebral y quedaron depositados en frascos con alcohol al 70%. Para las lactancias utilizamos tres criterios de acuerdo a la conformación física de las mamas: lactantes, las mamas son grandes y pueden presentar alopecia alrededor del pezón, pero lo más importante es que haya secreción de leche al oprimir el pezón levemente; postlactantes, el tamaño de la mama reducido, puede presentarse alopecia alrededor del pezón, sin embargo no hay secreción de leche al oprimir las; e inactivas, cuando ninguna de las características señaladas anteriormente se presentaron.

Al término de cada sesión de muestreo la mayoría de los murciélagos fueron marcados con collarines de plástico para posteriores estudios y finalmente liberados.

## **COMPORTAMIENTO Y PATRONES DE ACTIVIDAD**

Con el objeto central de registrar las variaciones en el comportamiento de las hembras y machos durante los periodos biológicos (inactividad sexual, copulación, gestación y lactancia) se realizaron las siguientes observaciones, las cuales se hicieron exclusivamente en el primer día de muestreo. Por observación directa se determinó el horario de salida de los animales del refugio para dar inicio a sus actividades de forrajeo; también, se observó si estas salidas se realizaban a través de todas las oquedades, o bien si existía alguna predominancia por alguna de ellas; así mismo, se

observó la forma en que los murciélagos realizan esta emergencia, es decir, en grupos o aislados; y por último, el tiempo en que tardaban en salir todos los organismos.

Con la finalidad de observar si existían retornos nocturnos, así como el tiempo y la forma en que éstos se realizaban, en por lo menos ocho noches se hizo un seguimiento de doce horas aproximadamente. Ahora si existían estos retornos, se trató de resolver las siguientes preguntas: ¿cuál era su finalidad?, además ¿éstos se suceden indistintamente y son independientes del evento reproductivo que se esté llevando en la colonia?, si no es así, ¿cuál es la diferencia?. En cuanto a comportamiento de los miembros de la colonia, además de hacer estas observaciones también se cuantificó el horario de retorno, la permanencia dentro del refugio y si volvían a salir o no.



---

## RESULTADOS

### ESTRUCTURA DEL REFUGIO

El árbol utilizado como refugio por esta colonia de murciélagos, pertenece a la familia Leguminosae (*Lysiloma microphylla*.) El árbol se localiza en el borde superior de una cañada, cuya pendiente es de aproximadamente 15°, y tiene una profundidad de 10 m. En el fondo de la cañada, durante la época de lluvias (junio a noviembre) se forma un riachuelo que arrastra una gran cantidad de sedimentos y basura, el agua en ocasiones llega a obstruir las zonas de paso por donde transitan campesinos y animales de carga. Durante la época de secas (diciembre- mayo) el riachuelo se seca por completo.

*Lysiloma microphylla*, que es utilizado como refugio permanente por *Molossus sinaloae*, tiene una altura de 11.7 m desde su base hasta la copa, el diámetro de su fuste es de 0.604 m. A lo largo del tronco principal y en dos de sus ramas principales, se presentan tres oquedades por donde los murciélagos emergen y retornan al dar inicio y concluir sus actividades de forrajeo, también los utilizan para los constantes retornos periódicos nocturnos que los animales realizan diariamente. Las tres oquedades se ubican a lo largo del tronco principal, tomando una forma de "Y", su altura en promedio es de 4.6 m, con respecto al suelo. La primer oquedad ( I ) se localiza a 4.8 m de la base y cuenta con un diámetro de abertura de 0.43 m, está orientada hacia el noroeste con respecto al sol. La segunda entrada ( II ) se da a los 5 m de la base con un diámetro de 0.42 m y está orientada al noreste. Finalmente la tercer oquedad ( III ), se orienta al sureste, con una altura de 4.2 m y cuenta con un diámetro de 0.38 m (Fig. 3). Las tres entradas están huecas y se encuentran intercomunicadas, su interior sirve como sitio de percha a los organismos que conforman la colonia. Lo anterior se afirma porque todos los productos de desecho (heces fecales y orina) se difunden al exterior a través del tronco principal y quedan depositados en su base.

La base del tronco del árbol se encuentra dividida en cinco ramificaciones, con una disposición digitiforme, tales proyecciones corresponden a sus raíces aéreas. En el centro de estas raíces aéreas, lo aparente y constante fue la presencia de una gran

---

cantidad de residuos fecales, resultado del metabolismo de los organismos que conforman la colonia. El espacio que se forma entre estas raíces, permite el paso de una persona de manera inclinada. La presencia en el suelo de estos productos metabólicos, permiten suponer que el tronco principal y ramas importantes están huecos, desde la oquedad más alta hasta la base, y que las distintas oquedades en donde pernoctan los murciélagos están intercomunicadas entre sí.

En cuanto al aspecto fenológico de *Lysiloma microphylla*, éste presenta cambios muy acentuados a lo largo del año. A mediados de invierno, las hojas y sus ramas se encuentran secas dando la apariencia de ser un árbol muerto, sin embargo aún son aparentes la gran cantidad de frutos (en forma de vainas) que cuelgan de ellas. Estas condiciones se mantienen durante casi toda la primavera, sin embargo, a finales de ésta y justo con el inicio del período de lluvias (junio), la fenología del árbol empieza a cambiar, de tal manera que sus hojas y ramas empiezan a reverdecer, hecho que se presenta en la mayoría de los árboles que crecen en la selva baja caducifolia. A finales del verano da inicio el período de floración, el cual concluye en el otoño, momento en el cual es aparente la presencia de frutos en toda la copa.

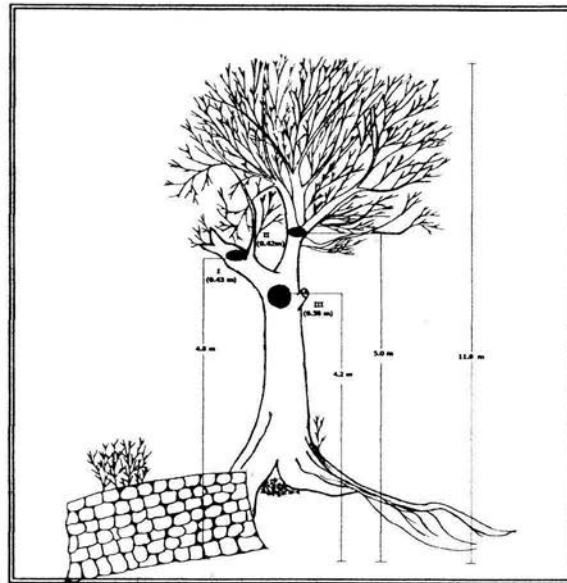


Fig. 3. Diagrama esquemático en donde se representan las diferentes oquedades de *Lysiloma microphylla*, diámetro y distancia de cada una de ellas, utilizado como refugio permanente por una colonia de *Molossus sinaloae*. Huehuetlán el Chico, Puebla.

### Parámetros físicos: temperatura

Temperatura interna. De acuerdo a los registros efectuados en el interior del tronco se observa que la temperatura se mantiene relativamente constante a lo largo del año (Fig. 4). Estos registros manifestaron que durante el periodo de marzo-octubre los valores de temperatura fluctúan muy poco entre sí, y en promedio se mantiene en 26.4°C. Los dos meses más calurosos fueron julio y septiembre, en donde la media fue de 27°C. En los meses de noviembre a febrero, se observó un ligero decremento en los valores de temperatura, alcanzando un promedio de 22.7°C, siendo diciembre el mes más frío con 21.3°C.

Con base en lo anterior, la diferencia de temperatura entre el mes más frío (diciembre) y el más caluroso (julio y septiembre) es de 5.7°C. La temperatura promedio anual para el refugio es de 25.2°C

Temperatura externa. Con respecto a la temperatura ambiente (externa), ésta presenta una mayor variación a lo largo del año (Fig. 4). De esta manera el período más cálido abarca los meses de marzo a agosto, con un promedio de temperatura de 26.8°C. El mes más caluroso corresponde a agosto con 26.9°C. A partir de septiembre la temperatura experimenta un decaimiento que se sigue hasta febrero registrando en promedio 22.6°C, registrando el valor mínimo en enero con 20°C.

La temperatura ambiente media anual es de 24.4, con una diferencia de 6.1°C entre el mes más cálido (agosto) y el más frío (enero). Por lo anterior es claro que la temperatura externa es ligeramente más baja que la del refugio.

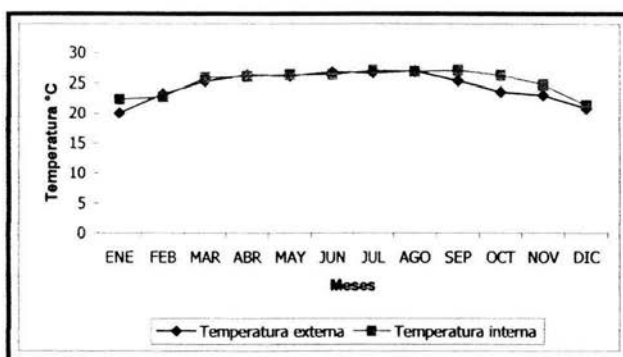


Fig. 4. Gráfica donde se muestra el comportamiento de la temperatura interna del refugio de *M. sinaloae* con respecto a la temperatura externa. Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003 - Dic 2003).

Con la finalidad de conocer si existen diferencias entre los valores de temperatura obtenidos en el interior del refugio con los registrados externamente, se realizó una prueba "t" de Student, cuyo resultado demostró que no existen diferencias significativas ( $t=-0.835$ ;  $P = 0.412 > 0.05$ ) entre los dos valores obtenidos de temperatura (Fig. 5).

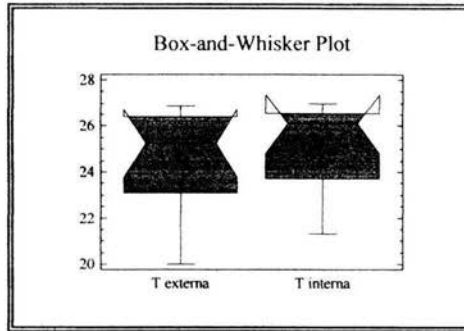


Fig. 5. Gráfica que muestra la relación entre las temperaturas ambiente y del refugio.  
Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003 - Dic 2003).

Con respecto a la humedad relativa, ésta no fue posible cuantificarla ya que el grosor de las oquedades impidió la colocación del higrómetro. Sin embargo, se puede inferir lo siguiente. Al momento en que se introdujo el termómetro en la oquedad, se podía sentir la frescura del interior del tronco a través de la piel de nuestras manos. Además la copa del árbol da sombra permanente al tronco y a las oquedades, a lo que debemos agregar que éste es un árbol vivo, por lo que sus tejidos transportan un alto porcentaje de humedad, y si a esto anexamos la orina que los murciélagos depositan en el interior del tronco y los procesos metabólicos de respiración que ahí dentro se efectúan, podemos inferir que la humedad relativa del refugio es más alta que la humedad del ambiente.

## TAMAÑO POBLACIONAL

De acuerdo al método de observación directa, no se apreciaron cambios acentuados en el tamaño de la colonia a lo largo del tiempo. Los conteos directos manifestaron que la mayor parte del año la colonia se mantuvo en un promedio de 40 individuos (Fig. 6). Sin embargo, en los meses de marzo, abril y octubre, se registró un incremento en el número de individuos que en promedio llega a ser de hasta 50 organismos en el interior del refugio. Es importante señalar que en el periodo marzo-

abril se capturaron igual número de hembras y machos, lo anterior probablemente sea el reflejo de que en la colonia se estaban cubriendo los eventos de copulación; mientras que en octubre, se capturó un porcentaje elevado (36%) de organismos juveniles, resultado del periodo reproductivo que acaba de sucederse dentro de la colonia. Por el contrario, los meses de diciembre y enero fueron los más bajos con una media de 31 individuos, a partir de febrero se observó un incremento que se mantuvo más o menos constante a lo largo del ciclo anual. Los datos anteriores, de acuerdo con este método, parecen reflejar que nuestra colonia de estudio se constituye como agrupación cerrada.

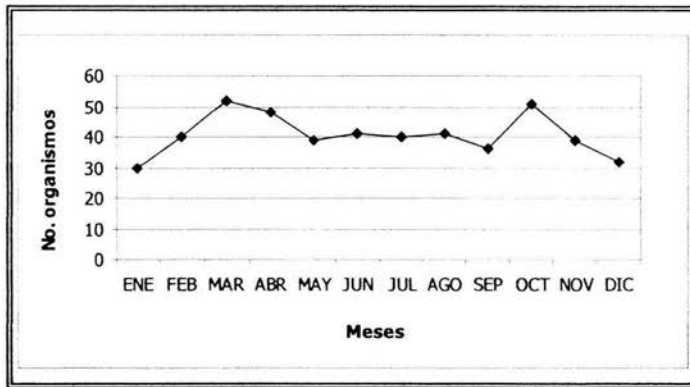


Fig. 6. Abundancia relativa de *Molossus sinaloae* en Huehuetlán el Chico, Puebla.  
(Ene 2003- Dic 2003)

Por otro lado, los resultados obtenidos de acuerdo al método descrito por Jolly (1965) a lo largo del estudio reflejan lo siguiente: De enero a agosto la colonia se mantuvo con valores relativamente constantes con una media de 93.6 individuos. Sin embargo en el mes de junio el número de organismos alcanzó su máximo con 164 murciélagos. En este orden de ideas, en el mes septiembre, el tamaño poblacional calculado obtuvo el valor más bajo de 58.8 organismos. En los meses de octubre a diciembre las restricciones del método de Jolly no permiten calcular el tamaño poblacional (dado que  $R_i$ , para estos meses, es igual a cero). Lo anterior fue el resultado de, en el momento de hacer el muestreo, capturar un número elevado de organismos ya marcados (recapturas) y muy pocos ejemplares sin marcas, los que al ser liberados tuvieron muy poca probabilidad de ser recapturados en los meses siguientes (ver Anexo 1). Esto

nos permite suponer que la población se constituye como una agrupación cerrada, donde a partir del mes de agosto no hay ganancias en la colonia.

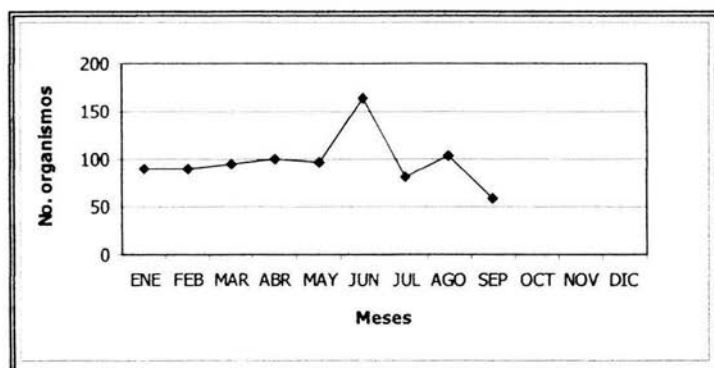


Fig. 7. Gráfica que representa el tamaño de la población de *Molossus sinaloae* de acuerdo al método descrito por Jolly (1965). Huehuettlán el Chico, Puebla (Ene 2003 - Dic 2003).

## PROPORCION DE SEXOS

A lo largo del ciclo anual se logró la captura de 215 organismos, de los cuales 90 fueron machos y 125 hembras. Lo anterior refleja que la relación de sexos tiende a favorecer a las hembras en una proporción de 1.3:1 en promedio. Dicho valor se hace más evidente durante mayo y junio en donde se observa un claro predominio de las hembras, con una media de 3.2:1. Es importante señalar que en los meses de agosto, septiembre, noviembre y diciembre, la relación se invirtió en favor de los machos registrándose una media de 0.82:1 (Fig. 8). Lo anterior puede explicarse por el reclutamiento de individuos juveniles que ya son capaces de volar; las capturas realizadas manifestaron que en esos meses se obtuvo un número elevado de murciélagos machos jóvenes, por lo que la proporción de sexos para los organismos juveniles fue de 1:1.5 en favor de los machos.

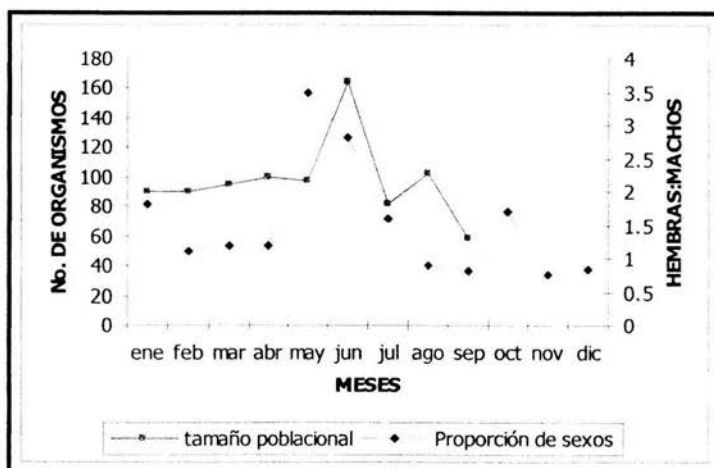


Fig. 8. Proporción de sexos (hembras: machos) y tamaño poblacional (método de Jolly) de *Molossus sinaloae*. Huehuetlán el Chico, Puebla. (Ene 2003- Dic 2003).

Con el fin de corroborar si la relación entre hembras y machos difiere a lo largo del año, se aplicó una prueba de  $X^2$  la cual demostró que no existen diferencias significativas y que la relación es igual para todos los meses ( $X^2= 10.15$ ;  $P= 0.5174 > 0.01$ ).

## ESTRUCTURA DE EDADES

Para determinar la estructura de edades, se capturaron un total de 215 organismos, de los cuales 90 eran machos y 125 fueron hembras. A partir de estas capturas se puede decir lo siguiente. Durante el período comprendido entre los meses de enero y julio se capturaron 133 murciélagos de ambos sexos, la revisión de cada uno de ellos manifestó lo siguiente. El cuerpo se encontraba totalmente cubierto de pelo y en general era de color café rojizo, la observación del tercer dígito visto a contraluz, manifestó que la osificación era completa (Kunz y Anthony, 1982; Anthony, 1988), y por último el peso ( $\bar{x}= 24.9$  g,  $SD= 1.58$ ), permitió clasificarlos como organismos adultos. Lo anterior permite suponer que en todo este período la colonia está conformada exclusivamente por individuos adultos (Fig. 9).



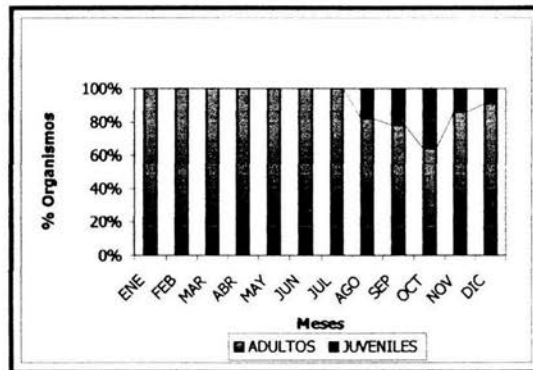
En el mes de agosto se capturaron 17 organismos, en 3 de ellos (18%) se observaron características diferentes, el pelaje que ya cubría todo el cuerpo era de color café oscuro, y vistos a contraluz, era posible apreciar que las falanges del tercer dígito no se habían cerrado totalmente, es decir aún no estaban osificadas. Otro dato importante fue el peso, que en promedio fue menor ( $\bar{x}$ = 21.86, SD= 0.12), con respecto al del resto de los murciélagos capturados ( $\bar{x}$ = 24.82, SD= 1.76). De acuerdo con lo anterior, es el mes de agosto en donde se presentan los primeros individuos juveniles, aunque en una proporción relativamente baja (Cuadro 1).

En septiembre se empieza a notar un incremento en el número de organismos juveniles, ya que en 4 (22%) de los 18 murciélagos capturados, se observaron las mismas características de coloración de pelo y grado de osificación de falanges descritas en el párrafo anterior; el peso de estos 4 organismos también fue menor ( $\bar{x}$ = 21.6 g, SD= 0.46) que el del resto de los ejemplares capturados ( $\bar{x}$ = 24.6, SD= 3.8). Esta proporción de organismos juveniles alcanzó su máximo en el mes de octubre, donde se capturaron 22 organismos, de los cuales 8 (36%) mostraban características que permitieron identificarlos como individuos jóvenes, el peso promedio fue de 21.3 g (SD= 0.45); y el del resto de la población fue relativamente mayor ( $\bar{x}$ = 25.4 g, SD= 1.8).

Orr (1970) señala que muchos murciélagos después de 3 ó 4 meses de su nacimiento son superficialmente idénticos a sus progenitores y diferenciarlos resulta prácticamente imposible. Lo anterior se ve reflejado en los meses de noviembre y diciembre en donde se capturaron un total de 25 individuos (14 y 11 respectivamente). De éstos únicamente dos organismos (14%) de noviembre y solamente uno (9%) en diciembre, presentaron las características descritas para organismos jóvenes (Cuadro 1), el peso promedio de los tres expresan también lo anterior ( $\bar{x}$ = 21.4 g, SD= 0.9). Los murciélagos restantes considerados como adultos tuvieron un peso mayor ( $\bar{x}$ = 24.8 g, SD= 4.1).

MESES	N	MACHOS (%)		HEMBRAS (%)	
		ADULTOS	JUVENILES	ADULTOS	JUVENILES
ENE	20	35	0	65	0
FEB	15	46	0	54	0
MAR	22	45	0	55	0
ABR	18	44	0	56	0
MAY	18	22	0	78	0
JUN	19	26	0	74	0
JUL	21	38	0	62	0
AGO	17	35	18	47	0
SEP	18	50	6	28	16
OCT	22	19	18	45	18
NOV	14	43	7	43	7
DIC	11	46	9	45	0

**Cuadro 1.** Estructura de edades (%) en una colonia de *Molossus sinaloae*.  
Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003 – Dic 2003)



**Fig. 9.** Relación de organismos juveniles y adultos de *Molossus sinaloae*.  
Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003 – Dic 2003)

## PATRÓN REPRODUCTIVO

Las observaciones de 90 murciélagos machos capturados a lo largo del año para determinar su ciclo reproductivo dieron como resultado lo siguiente. Durante el periodo de mayo–enero se revisaron un total de 65 machos, en donde la constante fue que los testículos eran de tamaño pequeño ( $\bar{x}$ = 2.6 mm, SD= 1.14) y no estaban escrotados. De acuerdo con lo señalado anteriormente podemos inferir que los murciélagos, durante este periodo, se encuentran en un proceso de inactividad sexual (Cuadro 2). Posteriormente, en el mes de febrero, de los 7 murciélagos examinados, en 5 de ellos (71%), se observó un ligero incremento en el tamaño testicular (9.9 mm, SD= 1.27), sin embargo en ninguno de ellos se manifestaron como escrotados, aunque éstos son mas aparentes que en los meses previos. Conforme transcurre el tiempo los testículos se hacen mas evidentes, de tal manera que en el mes de marzo se registró su mayor crecimiento, ya que en los 10 murciélagos examinados (100%) se manifestó un incremento ( $\bar{x}$ =11.9 mm, SD= 1.06) y en todos ellos los testículos habían descendido de la cavidad abdominal descansando en la bolsa escrotal (Fig. 9). El incremento en el tamaño de los testículos de acuerdo a Racey (1982) resulta una señal inequívoca de actividad reproductiva. Con base en lo anterior podemos suponer que los machos de la colonia se encontraban fisiológicamente aptos para la copulación (Cuadro 2).

En los meses subsecuentes se empieza a observar un decremento en el tamaño de los testículos, de esta manera en el mes de abril, de 8 organismos revisados en 3 de ellos (37.5%) aún era manifiesta la condición de escrotados, mientras que en los 5 restantes la constricción testicular era evidente. La media registrada para este mes fue de 5.6 mm (SD= 1.85). Los registros anteriores y la gran cantidad de hembras gestantes encontradas durante este mes nos permiten inferir que el periodo de copulación había concluido.

En el periodo de mayo a enero (exceptuando junio, agosto, septiembre y diciembre, meses en los que no fue posible realizar estas observaciones debido a que el tamaño tan pequeño impedía tomar medidas) los 28 organismos capturados mostraron testículos muy pequeños, que en promedio median 2.7 mm (SD= 0.69), y todos ellos se encontraban intraabdominales.

MES	N	TAMAÑO PROMEDIO (mm)	ESCROTADOS (%)
Ene	7	3.9	0
Feb	7	9.9	71
Mar	10	11.9	100
Abr	8	5.6	37.5
May	4	3.5	0
Jun	5	-	-
Jul	8	2.6	0
Ago	9	-	-
Sep	10	-	-
Oct	8	0.58	0
Nov	8	2.4	0
Dic	6	-	-

CUADRO 2. Condición reproductiva de los machos de *Molossus sinaloae*.  
Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003- Dic 2003).

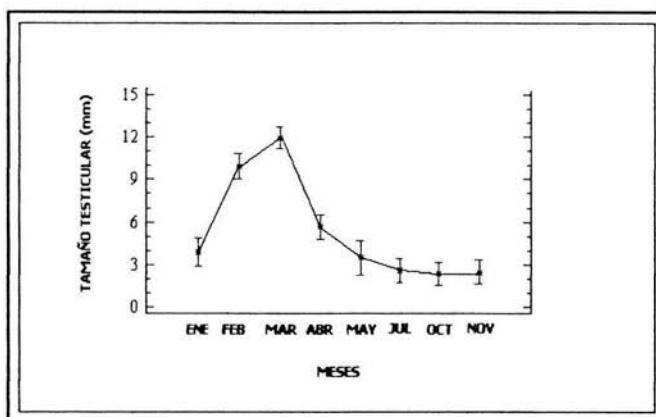


Fig. 9. Variación en el tamaño testicular de *Molossus sinaloae*.  
Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003- Dic 2003)

A propósito de conocer si el tamaño de los testículo varía significativamente a lo largo del año, se utilizó la prueba estadística ANOVA, Kruskal-Wallis, la cual pone de manifiesto que sí existe una diferencia significativa entre estas dos variables ( $H=49.7969$ ;  $P = 1.58336^{-8} < 0.05$ ), señalando que los meses de febrero y marzo son estadísticamente diferentes de los demás al registrar el mayor tamaño de testículos (Fig. 10).

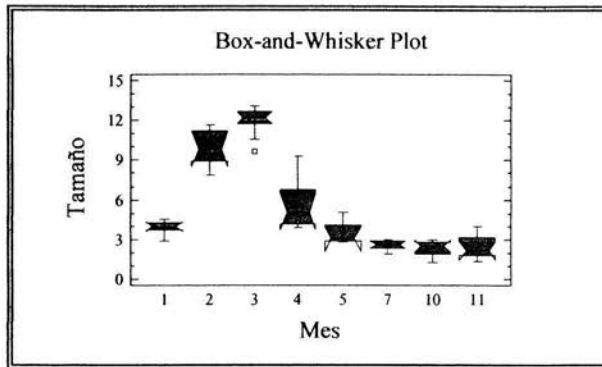


Fig. 10. Diferencias en el tamaño testicular de los machos de *Molossus sinaloae*. Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003- Dic 2003)

Para el caso de las hembras las observaciones de 125 individuos a lo largo del año dieron como resultado lo siguiente. De las 58 hembras capturadas durante los meses de octubre a marzo, en ninguna de ellas se advirtieron signos de actividad reproductiva, como cambios en la vulva vaginal (enrojecimiento e hinchazón), alteración en la conformación física de las mamas o aumento en el volumen del vientre (Cuadro 3); el peso corporal se mantuvo en un promedio de 23.67g (SD= 2.18), lo anterior permitió identificar a este período como de inactividad sexual (anestro). Sin embargo, en la segunda quincena de marzo y en la primera quincena de abril, se dieron los únicos cambios morfológicos aparentes, que consistieron en un leve hinchamiento y enrojecimiento de la vulva vaginal, lo que permite suponer que el período de cópula (estro) se dio entre estos dos meses (Sánchez, 2000; García, 2001).

En las hembras capturadas en abril (n=10) se observaron cambios importantes: en 4 de ellas (40%) el vientre había aumentado de volumen, y se registró un ligero incremento en la media del peso que fue de 25.5 g (SD= 2.39). Con el fin de corroborar que se tratara de hembras gestantes se disecaron a dos de ellas, de las cuales se extrajeron dos embriones, con un peso promedio de 1.15 g y una longitud corporal promedio de 8.65 mm. En este mes la preñez fue identificada como evidente.

Siguiendo la gestación en mayo, de 14 hembras colectadas, el 86% (12) habían entrado en una etapa de preñez avanzada, aunque en dos de ellas el crecimiento del vientre era menor (preñez evidente). El peso promedio de las hembras fue de 27.92 g (SD= 0.69). Con el fin de seguir el desarrollo del embrión, tres hembras fueron sacrificadas obteniendo tres embriones cuyo peso promedio fue de 2.8 g y una longitud total de  $\bar{x}$ =19.4 mm.

En junio se capturaron un total de 14 hembras de las que 9 (64%) continuaban gestantes y en todas ellas el volumen del vientre manifestó que se encontraban en etapa de preñez avanzada. El peso promedio fue de 28.66 g (SD= 1.08). El embrión extraído de una hembra sacrificada tenía una longitud de 32 mm y un peso de 4.1 g. Los datos anteriores permiten suponer que las hembras restantes están próximas a parir. Las 5 hembras restantes (36%), capturadas en este mismo mes, mostraban una condición diferente, el estudio de las mamas nos permitió identificarlas como lactantes, por lo que se puede inferir que el período de nacimientos y lactancias se iniciaron en la segunda quincena de junio.

Con base en los resultados obtenidos se construye el siguiente cuadro donde se resumen las etapas de reproducción de las hembras (Cuadro 3).

MES	N	INACTIVAS (%)	GESTANTES (%)	LACTANTES (%)
Ene	13	100	0	0
Feb	8	100	0	0
Mar	12	100	0	0
Abr	10	60	40	0
May	14	14	86	0
Jun	14	0	64	36
Jul	13	0	23	77
Ago	8	25	0	75
Sep	8	75	0	25
Oct	14	100	0	0
Nov	6	100	0	0
Dic	5	100	0	0

**Cuadro 3.** Condición reproductiva de las hembras de *Molossus sinaloae*. Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003- Dic 2003).

A fin de conocer si existe una relación o ganancia de peso en las hembras gestantes a lo largo del tiempo, y si el peso podría ser un buen indicador de preñez, se utilizó una ANOVA, Kruskal-Wallis, que demostró que sí existen diferencias significativas entre el peso de las hembras a lo largo del año ( $H=78.44$ ;  $P= 2.95^{-8} < 0.05$ ), y que éstas se manifiestan en los meses de mayo, junio y julio (período de gestación), donde se registró el mayor peso corporal (Fig. 11).

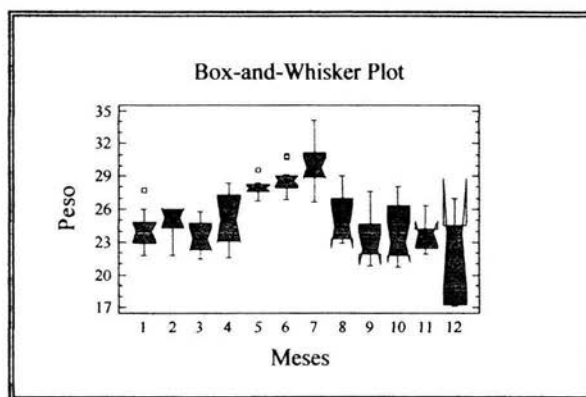


Fig. 11. Diferencias en el peso de las hembras de *Molossus sinaloae*. Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003 - Dic 2003).

Por lo manifestado anteriormente, estos datos permiten suponer lo siguiente. A nivel de población, el período de cópula ocurre entre las dos últimas semanas de marzo y las dos primeras semanas de abril, por lo que la gestación tiene lugar en las últimas semanas de abril, en el mes de mayo, junio y primer semana de julio. Las lactancias se inician con los primeros nacimientos, los cuales se dan en julio y concluyen en septiembre, Las crías son capaces de volar al mes de haber nacido, y los organismos reclutados son idénticos a sus padres en los meses de noviembre y diciembre. Todo lo descrito anteriormente permite sugerir el siguiente patrón reproductivo para *Molossus sinaloae*.

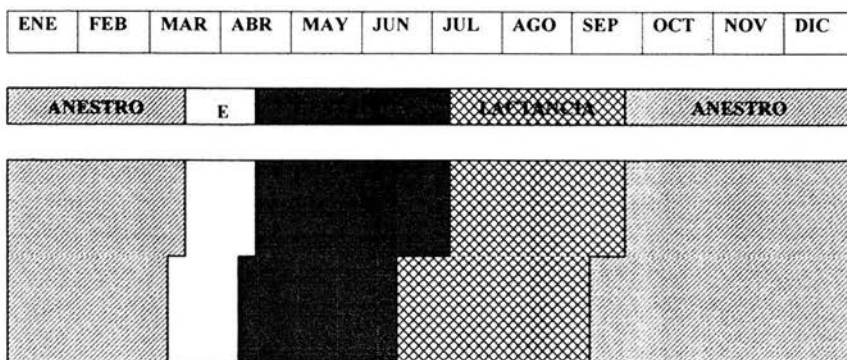


Fig. 12. Patrón reproductivo de *Molossus sinaloae*. Huehuetlán el Chico, Puebla (Ene 2003 – Dic 2003).

## COMPORTAMIENTO Y PATRONES DE ACTIVIDAD

Los patrones de actividad que desarrollan los murciélagos, presentan variaciones en las diferentes estaciones del año.

Durante el invierno, las salidas del refugio para dar inicio a las actividades de forrajeo se dan una vez que ha oscurecido totalmente (1900 h); las observaciones efectuadas durante esta estación, demuestran que los miembros de la colonia abandonan el refugio por cualquiera de las tres oquedades del árbol, por lo que no existe ninguna preferencia por alguna de ellas. La forma de abandono es gradual y los organismos lo hacen de manera individual, el tiempo de emergencia entre un organismo y otro es de aproximadamente 1.30 min. El tiempo que tardan en salir todos los murciélagos de la colonia es de aproximadamente 1.40 h. A finales del invierno (mediados de febrero-marzo), el horario de emergencia se da un poco más temprano (apenas ha oscurecido), además la salida de los organismos es más rápida y lo pueden hacer en pequeños grupos de 2 ó 3 individuos. Independientemente de lo anterior y como una constante que se mantuvo a lo largo de todo el estudio fue que los murciélagos permanecen unos segundos en el borde de la oquedad y finalmente se lanzan al vacío para



inmediatamente iniciar el vuelo ascendente. Durante la noche no se aprecian retornos periódicos al refugio y los pocos animales que lo hacen, vuelven a salir en 30 minutos aproximadamente. El regreso diurno se realiza en algunas ocasiones de manera grupal (2 a 4 individuos), sin embargo es importante señalar que al aproximarse los individuos al tronco, éstos se desplazan hacia las diferentes oquedades entrando por cualquiera de ellas. Los regresos diurnos se inician en promedio a las 0200 h y concluyen aproximadamente a las 0330 h. Con base en lo anterior se puede decir que durante los meses de invierno el tiempo que invierte la población para llevar a cabo sus actividades de forrajeo es de 6.5 h en promedio.

Al dar inicio la estación de primavera (últimos días de marzo y primeras semanas de abril), los organismos inician sus actividades de alimentación a las 1900 h concluyendo aproximadamente 2 horas después. En este período los retornos nocturnos al refugio son más frecuentes y mas espaciados, también el tiempo de permanencia en el interior del tronco es mayor. De esta manera, durante este período, se observó a 50 organismos regresar y penetrar en el hibernáculo permaneciendo en su interior por un lapso de 1 h en promedio. Los regresos de los murciélagos al árbol dan inicio a las 0200 y concluyen aproximadamente a las 0400, sin que se aprecien cambios en el tamaño de los grupos. El tiempo en promedio que ocupan los organismos para fines alimentarios es de aproximadamente 6 h a nivel de población. Sin embargo, en los meses subsecuentes (abril a junio) se empieza a notar un comportamiento diferente en la colonia. De acuerdo a las capturas realizadas fue posible observar que de los 55 organismos capturados en estos meses, 38 de ellos (69%) salieron por la oquedad II, la revisión de éstos reveló que se trataban de hembras preñadas, mientras que los 17 restantes (31%) emergieron por las oquedades I y III y todos ellos fueron machos. Lo anterior, parece indicar que la estructura de la colonia se ha modificado y que las hembras tienden a ocupar un área separada de los machos, la forma de emergencia así lo evidenció. Lo anterior permite suponer que en el seno de la población se ha dado una segregación, probablemente la causa sea el establecimiento de una colonia de maternidad dentro de el refugio (Cuadro 2).

A pesar de que no fue posible observar directamente esta segregación, las pautas conductuales de salida del refugio se mantienen invariables en los últimos días de primavera y durante todo el verano. Lo anterior se puede atribuir a que en este periodo las hembras están terminando de parir y se están cubriendo los eventos de lactancia.

---

En cuanto a los retornos nocturnos de los murciélagos que se suceden durante el verano, estos experimentan cambios muy acentuados. El número de murciélagos que lo hacen es mayor que el de los meses anteriores, sin embargo el tiempo de permanencia en el interior del tronco es menor, en promedio duran aproximadamente 30 min. Un hecho a destacar y que se considera importante, es que muchos de los animales que regresaban (70%), no volvían a salir del refugio. El retorno de los murciélagos al tronco para descanso diurno se suscitó más temprano (0100) y concluyó aproximadamente a las 0230 h. Es claro que durante la primavera y primera parte del verano, el tiempo que invierten los murciélagos en sus actividades de alimentación es menor que en los meses de invierno, ya que solo duran 5.0 h, en promedio.

Durante todo el otoño las pautas conductuales descritas para el invierno e inicios de primavera, no manifiestan cambios aparentes, por lo que son prácticamente las mismas.

En los meses de julio y agosto, 21 hembras capturadas mostraban un gran desarrollo de las mamas, indicios claros de que se encontraban lactantes. Sin embargo, se pudo observar que durante esta etapa ninguna de ellas carga con sus crías durante las actividades de forrajeo. Durante todo el año es notoria la presencia de los machos en el interior del refugio y al parecer están mezclados con las hembras; no obstante en la mayor parte de la gestación y todo el periodo de lactancia (primavera-verano), al parecer, quedan segregados a sitios diferentes del tronco a los que ocupa la colonia de maternidad. Esto último queda reflejado en lo descrito anteriormente.

---

## DISCUSIÓN

### ESTRUCTURA DEL REFUGIO

Los murciélagos tienden a ocupar una gran variedad de sitios como refugio, tales como cuevas o cavernas, minas, grietas, túneles, entre el follaje, o bien en el interior de los troncos; también es común observarlos en construcciones antropogénicas como casas abandonadas, minas, alcantarillas, etc. (Vargas-Contreras, 1998; Kunz, 1982). Estos refugios ofrecen protección contra las fluctuaciones de temperatura y humedad en el ambiente y brindan resguardo contra los depredadores y el clima adverso favoreciendo las interacciones sociales intra e interespecíficas (Kunz, 1982). En este sentido, los murciélagos pasan más de la mitad de su vida sujetos a la presión selectiva de su ambiente, no es extraño entonces, que los eventos asociados con el refugio jueguen un papel predominante en su ecología y evolución (Kunz, 1982).

El conocimiento que se tiene de la selección de refugio por murciélagos se ha generado principalmente en zonas paleárticas-neárticas y poco se sabe de las áreas de transición entre biomas boreales y tropicales (Vargas-Contreras, 1998). Las cuevas son los sitios preferidos, probablemente debido a su gran permanencia en el tiempo, la alta estabilidad ambiental que en ellas prevalece y por su capacidad para dar albergue a diferentes colonias (Kunz, 1982; Arita, 1993). Se sabe que de las 137 especies de quirópteros descritas para México, al menos 60 (45%) dependen fuertemente de las cuevas como sitios de refugio (Arita, 1993).

Se ha reportado que en los trópicos algunas especies de filostómidos, vespertiliónidos y molósidos tienden a ocupar cavidades en los árboles muertos (Tuttle, 1976b), algunas especies representativas de estas familias son *Artibeus jamaicensis*, *Lasionycteris noctivagans*, *Myotis sodalis* y *Myotis evotis* (Ceballos y Galindo, 1984; Betts, 1996; Kurta *et al.*, 1996). En ninguno de estos reportes se ha considerado con detalle aspectos de la ecología de estas especies.

Estas oquedades son el resultado de una adaptación natural a las condiciones del ambiente, entre los principales factores que inducen a su formación destacan: las cicatrices que dejan las ramas al romperse, o los huecos que produce la madera al descomponerse, por la acción de algún hongo u otros organismos, originando grandes cavidades en los árboles viejos y muertos (Kunz, 1982). No es el caso de *Lysiloma microphylla*, ya que la formación de estas oquedades obedece a un factor diferente. Una característica de estos árboles es que al llegar a una determinada edad, la parte central (médula) no desempeña ninguna función en el transporte de agua y nutrimentos a los tejidos del árbol, por lo que su presencia representa un gasto energético inútil, lo que ocasiona que esta región (médula), vaya degenerando hasta desaparecer. El resultado es la formación de huecos en el interior del tronco, las cuales no afectan su ciclo de vida. La pérdida de este tejido ha sido documentada por Janzen (1973) y Kunz (1982), quienes señalan que los árboles huecos son típicos de suelos bajos en nutrimentos de las regiones tropicales y que generalmente tienden a ser ocupados por mamíferos, principalmente murciélagos, cuyos desechos metabólicos proporcionan nutrimentos (nitrogeno y minerales), importantes para el crecimiento y desarrollo de estos árboles. Lo anterior se ha considerado como una estrategia adaptativa que permite al árbol un mayor ahorro energético, tal es el caso de *Lysiloma microphylla*, donde fue posible observar que en el centro de sus raíces áreas existe una gran acumulación de heces fecales (guano) y productos nitrogenados, que provienen de la colonia de murciélagos que en su interior se alberga.

Hasta el momento, y de acuerdo con la literatura, no existen datos de aspectos poblacionales en murciélagos fitófilos (Morrison, 1979; Whitaker, 1998). Dentro de los pocos trabajos a destacar está el de Morrison (1979), en el que se describen los patrones conductuales de un harem de *Artibeus jamaicensis* habitando en el interior de un árbol, el cual presentaba diversas oquedades de aproximadamente 6 cm de diámetro, las que se hacían evidentes desde la base del tronco hasta su copa. Se sabe que *A. jamaicensis* no forma grupos numerosos, por lo que la disposición de estas cavidades y su tamaño, les permiten ser utilizadas como sitios de resguardo, ya que estos organismos tienden también a perchar en las hojas de árboles frutales (*Persea americana*, observación personal). En el caso de *Lysiloma microphylla* la longitud o el área de la que disponen lo murciélagos, como sitios de descanso en el interior del árbol, permiten el establecimiento de una colonia relativamente numerosa

de *Molossus sinaloae*. Es claro que en ninguno de los trabajos mencionados se hace alusión a aspectos ecológicos, *Molossus sinaloae* no está exento de esta problemática e inclusive es poco lo que se sabe acerca de la selección de sus refugios. Goodwin (1959), Watkins *et al.* (1972), Álvarez (1968) y De la Torre (1955) han reportado que esta especie se alberga en casas u otras estructuras antropogénicas; en México se le ha observado debajo de las frondas de las palmas de coco, sitios que comparte con *Lasiurus ega*; y aunque no es una especie que generalmente habite en cuevas, en Colombia se registró una colonia habitando en el interior de una caverna (Marinkelle y Cadena, 1972). De acuerdo a las observaciones realizadas durante este estudio, la estructura del refugio (*L. microphylla*) permite el establecimiento permanente de esta colonia, ya que ahí dentro se llevan a cabo todos los eventos biológicos de los organismos que la constituyen. Se considera entonces que las características descritas anteriormente favorecen el resguardo de los murciélagos contra posibles depredadores y permiten diferentes tipos de relaciones intraespecíficas. Se debe señalar que al estar intercomunicadas entre sí, estas oquedades permiten que el calor generado por los diferentes procesos metabólicos que ahí dentro ocurren, permanezca constante evitando fluctuaciones que alteren la estructura y comportamiento de la población (López-Wilchis, 1989; Arends *et al.*, 1995). Lo anterior es importante ya que una alta estabilidad ambiental favorece el desarrollo embrionario y un crecimiento rápido de los organismos (López-Wilchis, 1989).

### **Parámetros físicos: temperatura**

La temperatura es una de las variables ambientales más relevantes en la selección del refugio (Humphrey y Bonaccorso, 1979). En este sentido, en los murciélagos de clima templado, la temperatura corporal y el gasto metabólico dependen de la temperatura del ambiente, excepto cuando se modifica por el comportamiento social gregario (López-Wilchis, 1989); o bien, la estructura y topografía de los refugios pueden funcionar como trampas de calor que les permiten mantener una temperatura corporal elevada y constante con muy poco gasto energético (Arends *et al.*, 1995).

Por otro lado, los murciélagos de climas tropicales no enfrentan el problema de la conservación de la energía por la disponibilidad del alimento, lo que determina que en éstos la adaptación para una selección efectiva del refugio, sea muy fuerte (Twente,

1955; Humphrey, 1975). Sin embargo, en estas especies, la conservación del calor representa un factor importante para el desarrollo de las crías. Sin embargo, aún son escasos los trabajos que aporten conocimientos sobre las variables ecológicas en murciélagos tropicales (Ceballos *et al.*, 1997; Sánchez, 2000; García, 2001; Galindo-Galindo, 1995). A pesar de que no se conocen los valores de temperatura y humedad favorables para el establecimiento de una colonia de *M. sinaloae* en un sitio determinado, los estudios realizados por Galindo-Galindo *et al.* (2000), Sánchez (2000) y García (2001) en cuevas tropicales han sugerido que la temperatura juega un papel importante en el establecimiento de poblaciones numerosas. Esto queda reflejado en los valores de temperatura que prevalecen en el interior de *L. microphylla*, los cuales no muestran grandes fluctuaciones a lo largo del año y en promedio se mantienen alrededor de los 25.2° C (Fig. 4). Con base en lo anterior podemos decir que la alta estabilidad de temperatura, la ausencia de corrientes de aire y la humedad relativa quedan atrapados en el interior estableciéndose lo que se ha conocido como "cuevas de calor" (Silva-Taboada, 1979), que es el caso de *M. sinaloae*.

Aunque los valores de temperatura, registrados en el interior del refugio, manifestaron ser relativamente más altos que los del ambiente (Fig. 4), la prueba "t" de Student demostró que no existen diferencias significativas entre ambos ( $P > 0.05$ ). Twente (1955) señaló que la humedad relativa por sí sola no juega un papel importante en la selección microclimática del refugio, pero al interactuar con la temperatura y las corrientes de aire, amortigua las posibles oscilaciones de temperatura, permitiendo mantener constantes las condiciones ambientales del refugio, hecho que evidentemente está ocurriendo en el interior del refugio de *M. sinaloae*.

## TAMAÑO POBLACIONAL

Los cambios estacionales a lo largo del año, afectan notablemente el tamaño y composición de la población en muchas colonias de murciélagos. Estos cambios se han reportado para pocas especies entre las que destacan murciélagos de la familia Phyllostomidae como *Leptonycteris curasoae* (Ceballos *et al.*, 1997; Sánchez, 2000), *Desmodus rotundus* (Turner, 1975), *Artibeus jamaicensis* (Ortega y Arita, 1999; Handley *et al.*, 1991), *Anoura geoffroyi* (Galindo-Galindo, 1995) y *Carollia perspicillata*

---

(Fleming, 1988); y de la familia Vespertilionidae como *Myotis nigricans* (Wilson, 1971), y *Corynorhinus mexicanus* (López-Wilchis, 2001)

Sin embargo, son pocos los registros que hablen de estos cambios para la familia Molossidae. La información generada al respecto se ha limitado a la especie *Tadarida brasiliensis*. Un estudio realizado en Argentina, demostró que las hembras de *T. brasiliensis* realizan migraciones estacionales al ático de un edificio viejo para formar una colonia de maternidad (las hembras llegan a mediados de septiembre y abandonan el refugio en febrero) alterando la estructura, tamaño y composición de la población (Romano *et al.*, en prensa).

El caso de *Molossus sinaloae* es diferente, ya que esta especie no realiza migraciones para eventos reproductivos. Por el contrario, los resultados obtenidos en este estudio manifiestan que *M. sinaloae* muestra una alta fidelidad por su refugio, la constancia en cuanto al número de organismos que integran la población así lo indican.

El método de observación y conteo directo da una buena idea de lo que está sucediendo en el interior de la colonia, de esta manera se puede inferir que realmente son los eventos reproductivos los que están alterando la composición de la misma. En el periodo de marzo-abril se observa un incremento en el tamaño de la población, las capturas realizadas manifestaron que en esta época la proporción de hembras y machos es casi de 1:1 (Fig. 8). En este sentido, destaca el mes de marzo en donde las observaciones realizadas tanto en hembras como en machos muestran señales inequívocas de que se están cubriendo los eventos de copulación (Cuadro 2) (testículos grandes y escrotados, en el caso de los machos y, cambios en la morfología de la vulva vaginal, en el caso de las hembras). Por otro lado, en octubre es manifiesto un incremento en el número de organismos, la posible explicación estriba en que es en este mes cuando las crías, del ciclo reproductivo anterior, ya han sido destetadas y son capaces de volar y acompañar a los demás individuos adultos en sus actividades de forrajeo. Sin embargo, pese al reclutamiento de nuevos individuos, en diciembre y enero se registró un decremento en el tamaño de la colonia, lo anterior puede obedecer a dos causas: una alta depredación hacia las crías de murciélagos, o bien puede deberse a que los murciélagos jóvenes han abandonado el refugio de sus padres para establecerse en lugares diferentes, como ocurre con otras

especies de mamíferos. Lo anterior permite que la población de *Molossus sinaloae* se mantenga estable en cuanto al número de individuos a lo largo del año.

Por otro lado, aunque el método de Jolly (1965) manifiesta que el número de murciélagos que integran la colonia es mayor (en promedio de 94 organismos), los cálculos obtenidos demuestran que la población tiende a mantener un número relativamente constante de organismos, lo cual coincide con las observaciones realizadas en campo. El valor que se observa en el mes de junio, con 164 organismos, manifiesta un incremento de difícil explicación. Sin embargo se puede decir que en ese mes, durante el primer día de muestreo (empleado para llevar a cabo los conteos directos) se presentaron fuertes lluvias que empezaron en la noche, una vez que los murciélagos ya habían abandonado el refugio, y que se prolongaron hasta el amanecer. En la segunda noche de muestreo, se observó que de los 19 individuos capturados, solamente el 52% (10 murciélagos), estaban marcados. Si se observa los meses previos se puede ver que la proporción de individuos marcados tiende a aumentar en relación a los no marcados (Anexo 1), por lo que el incremento de nuevas marcas, en el mes de junio, probablemente se deba a que miembros de otras poblaciones de *M. sinaloae* pernoctaron dentro del refugio de la colonia de estudio debido a las fuertes lluvias que un día anterior se habían suscitado. El área de forrajeo de estos murciélagos es grande, si los miembros de una población diferente se encuentran muy alejados de su hibernáculo habitual y si las condiciones climáticas (como precipitación y temperatura) cambian drásticamente, lo que hacen es buscar un resguardo hasta que las condiciones mejoren, hecho que probablemente se presentó en junio en la colonia de estudio. Este fenómeno de invasión de refugios ajenos, por miembros de otras poblaciones, es muy frecuente en murciélagos. Lo anterior se confirma porque en los meses posteriores no volvió a ocurrir algo similar a lo suscitado en junio.

Por último, el hecho de obtener un número grande de recapturas en los últimos meses (septiembre-diciembre) es un buen índice de que la mayoría de los murciélagos ya han sido marcados, por lo que es claro que la colonia se constituye como una agrupación cerrada.

Las diferencias en el número de organismos que conforman la colonia, entre uno y otro método, se debe a varios factores. Entre ellos destaca la dificultad de observar al



mismo tiempo las tres oquedades por donde emergen los murciélagos; la capacidad visual de los observadores que disminuye en la oscuridad y aunque se utilizaron lámparas de halógeno las sombras que se generan impiden la visualización y conteo de los organismos.

## PROPORCIÓN DE SEXOS

Se ha mencionado que la composición sexual de una población de murciélagos puede cambiar en relación a las etapas reproductivas; dichos cambios pueden relacionarse con el comportamiento específico y los eventos sociales, tales como el período de cópula, gestación y lactancia (Silva-Taboada, 1979; Galindo-Galindo *et al.*, 2000). Sin embargo, otros autores como Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996) han señalado que esta relación está en función de la disponibilidad de refugios y abundancia de los recursos alimentarios. En el caso específico de la colonia de *Molossus sinaloae*, las capturas realizadas en el exterior del refugio mostraron cambios en la composición de la población a lo largo del año. Aunque la proporción de sexos tiende a favorecer a las hembras en la mayoría de los meses (1.3:1), ésta se ve acentuada durante la época de gestación (finales de abril a principios de julio) con un promedio de 2.6:1. Se sabe que en la mayoría de los murciélagos de zonas tropicales, las hembras preñadas forman un grupo unisexual, en donde los machos son excluidos o bien las hembras se desplazan a sitios adecuados para desarrollar estos eventos. Dichas congregaciones se mantienen hasta que concluye el periodo de lactancia y se ha establecido una buena proporción de organismos juveniles (Galindo-Galindo, 1995; Sánchez, 2000; Morrison, 1979; Ceballos *et al.*, 1997; Ortega y Arita, 1999). En otros casos tanto hembras como machos permanecen en el mismo refugio pero ocupando áreas diferentes del mismo (López-Wilchis, 1989). Al parecer esto último es el caso de *Molossus sinaloae*, ya que a lo largo del año la presencia de machos en la colonia es constante, independientemente de los eventos de gestación y lactancia (abril-septiembre) que se están desarrollando. En los meses de agosto, septiembre, noviembre y diciembre la proporción se invierte ligeramente en favor de los machos (0.8:1), este cambio puede deberse al reclutamiento de nuevos individuos que ya son capaces de volar y realizar las actividades de forrajeo en conjunto con los otros miembros de la colonia. Estos datos parecerían indicar que sí existe diferencia mensual en la proporción sexual de la colonia, sin embargo al realizar la prueba de  $\chi^2$

se encontró que no existen diferencias significativas en la relación de sexos ( $X^2=10.15$ ;  $P=0.5174 > 0.01$ ). Es importante destacar, de acuerdo a los organismos juveniles capturados, que el favorecimiento sexual hacia los machos es evidente (1:1.5).

## ESTRUCTURA DE EDADES

En diferentes especies de murciélagos (*Mormops megalophylla*, *Pteronotus parvelli*, *Pteronotus personatus*, *Myotis velifer*, *Corynorhinus mexicanus*, *Leptonycteris curasoae*) se ha encontrado que a lo largo del año es posible apreciar en las colonias la presencia de dos poblaciones claramente distinguibles (Garrido-Gutiérrez, 1984; García 2001; Kunz, 1982; López-Wilchis, 1989; Sánchez, 2000; Galindo-Galindo *et al.*, 2000). Los cuales mencionan que la mayor parte del año predominan poblaciones de organismos adultos, y sólo en unos pocos meses se presentan organismos juveniles. En *Molossus sinaloae* también es posible apreciar este comportamiento, lo cual queda ejemplificado de la siguiente manera: durante el periodo de enero-julio se capturó un total de 113 murciélagos, hembras y machos, todos ellos manifestaban señales inequívocas de ser organismos adultos. Sin embargo, en los meses de agosto-octubre se dio la mayor incidencia de organismos juveniles, resultados del periodo reproductivo que se había suscitado en la colonia en ese año. El grado de osificación de las falanges del tercer dígito así como otra mezcla de coloración de pelo y peso reflejaban que estos organismos aún no habían alcanzado el estado adulto. Concluyendo a nivel de población que el mayor porcentaje de incidencia de organismos juveniles se presentó en los meses de agosto-octubre. Sin embargo, sería conveniente destacar que todavía en los meses de noviembre y diciembre en algunos de ellos aún era posible apreciar características de individuos jóvenes. En los meses subsecuentes y hasta febrero es prácticamente imposible distinguir entre organismos adultos y juveniles, lo cual coincide con lo argumentado por Orr (1970) quien señala que muchos murciélagos después de 3 ó 4 meses de su nacimiento son superficialmente idénticos a sus progenitores y resulta muy difícil diferenciarlos.

---

## PATRÓN REPRODUCTIVO

Los ciclos reproductivos entre los quirópteros han sido ampliamente revisados en los últimos años (Kunz, 1982; Racey, 1982; Hill y Smith, 1988; Ceballos *et al.*, 1997; López-Wilchis, 2001), debido a que presentan amplias modificaciones al patrón reproductivo general que siguen los mamíferos. Estas modificaciones se presentan en la asimetría retardada y funcional del tracto reproductor, así como en la fertilización, implantación y desarrollo embrionario retardados (López-Wilchis, 2001). Kunz (1982) y Racey (1982) han sugerido que todos estos aspectos están en estrecha relación con factores como la hibernación, el periodo de lluvias, la latitud y la disponibilidad de alimento. En este sentido, los murciélagos de zonas templadas suspenden sus ciclos reproductores durante el período de hibernación, logrando con ello que sus crías nazcan en la época más favorable del año, tanto en temperatura como en disponibilidad de alimento; de igual manera, el destete se presenta a finales o durante el periodo de lluvias, lo que garantiza el aporte de alimento tanto para la madre como para la cría (Gustafson, 1979).

De la misma manera, los diversos estudios realizados acerca de los patrones reproductivos de murciélagos tropicales han demostrado que estos ciclos están estrechamente relacionados con los cambios estacionales (Ceballos *et al.*, 1997; Ortega y Arita, 1999; Sánchez, 2000). Janzen (1973) ha señalado que la abundancia de insectos está directamente relacionada con los patrones estacionales de floración y fructificación de los árboles que componen la vegetación asociada al sitio de estudio. En este sentido, la mayoría de los murciélagos de climas tropicales presentan la preñez en la época de secas, periodo en que la escasez de alimento es notable, en tanto que el destete y la lactancia son sincrónicos con el periodo de lluvias (Fleming, 1988; Wilson, 1971).

Sin embargo, es imposible generalizar sobre el tipo de ciclo reproductivo que exhibe un grupo particular de murciélagos, debido a que existen variaciones considerables dentro de la misma familia e incluso dentro del mismo género a una misma latitud (Kunz, 1982). En un estudio sobre la dinámica poblacional de *Leptonycteris curasoae* en Jalisco, Ceballos *et al.* (1997), reportaron que el periodo de cópula ocurre a

mediados de noviembre y los nacimientos se dan hasta mediados de mayo, lo que implica que el periodo de gestación para esta especie es alrededor de 5 meses. Este dato implica un mes más de gestación que el reportado para los filostómidos tales como *C. perspicillata*, *A. jamaicensis* y *Glossophaga soricina* (Fleming, 1988). Incluso, otro estudio realizado en Puebla con la misma especie (*L. curasoeae*) reporta que los apareamientos inician en la segunda mitad de junio y terminan a finales de julio, mientras que los nacimientos ocurren a mediados de noviembre, presentando entonces un periodo de gestación cercano a los tres meses (Sánchez, 2000). Es claro entonces que en una misma especie existen desplazamientos temporales de los procesos reproductivos que son dependientes de la latitud (Kunz, 1982).

También se ha documentado acerca de las migraciones que realizan algunas especies de murciélagos con fines reproductivos, tal es el caso de *L. curasoeae* que viaja desde la parte sur de México hacia el norte del país y sur de Estados Unidos para formar colonias de maternidad durante la primavera (Ceballos *et al.*, 1997). Otros murciélagos como *Pteronotus personatus* no realizan grandes migraciones y por el contrario son residentes permanentes de un mismo sitio, aunque se ha observado que realizan movimientos locales para formar colonias maternas (García, 2001). Al parecer esto último es el caso de *Molossus sinaloae*, ya que la proporción de sexos durante la época de gestación y lactancia, manifiesta que tanto machos como hembras permanecen en el refugio durante todo el año, y sólo en los periodos de gestación (finales de abril a julio) se observa un desplazamiento de los machos hacia otras partes del tronco.

Desafortunadamente son pocos los datos que se tienen en relación al ciclo reproductivo de *Molossus sinaloae*. En Michoacán, Sánchez-Hernández *et al.* (1985) reportaron machos con testículos escrotados en febrero; y Birney, *et al.*, (1974) en Yucatán, registraron 4 machos con testículos escrotados en los meses de marzo y abril. Estos datos coinciden con las observaciones realizadas en este estudio, ya que a partir del mes de febrero se empieza a notar un incremento en el tamaño testicular de los murciélagos y se observó que en el 71% de los organismos capturados (n=7) los testículos habían descendido hasta la bolsa del escroto; sin embargo, en este mes las hembras no presentaron cambios en la vulva vaginal lo que nos permite inferir que la copulación se da posteriormente. En el mes de marzo se observó que el 100% de los machos capturados presentaron testículos escrotados, mientras que las hembras

presentaban hinchamiento y enrojecimiento de la vulva vaginal lo que implica que el periodo de cópula ocurre entre la segunda mitad de marzo y la primera mitad de abril.

Desafortunadamente hasta el momento no existen datos en la literatura que nos permitan comparar el ciclo reproductivo de *Molossus sinaloae* con otras especies congéneres, el único trabajo que habla sobre estos aspectos es el de Keeley y Keeley (2004) quienes reportaron que el periodo de cópula del murciélago *Tadarida brasiliensis* en Texas, ocurre durante un tiempo relativamente corto, de mediados de marzo a principios de abril. Estas observaciones sugieren que la época de reproducción para esta especie coincide con los movimientos migratorios que realiza desde el noreste de México hacia el sureste de Estados Unidos, los cuales ocurren también en estos meses (McCracken *et al.*, 1994). Sin embargo, en este estudio no se aportan datos sobre la época en que ocurren los nacimientos.

En el caso de *Molossus sinaloae*, se infiere que el periodo de cópula (estro) se inicia durante la estación de primavera (segunda mitad de marzo a finales de abril) época en que la escasez de alimento es considerable debido al periodo de sequía. La gestación fue evidente desde la segunda mitad de abril y se prolongó hasta junio, en este caso el periodo de gestación tuvo una duración cercana a los tres meses. Los nacimientos ocurrieron en el verano (segunda mitad de junio hasta la primer semana de julio) coincidiendo con el inicio del periodo de lluvias, época favorable para que inicie el periodo de lactancia, ya que durante este evento las demandas energéticas de las hembras son mayores; las lactancias tuvieron una duración cercana a los tres meses, concluyendo en la segunda mitad de septiembre. De esta manera *M. sinaloae* es una especie monoéstrica estacional.

## COMPORTAMIENTO Y PATRONES DE ACTIVIDAD

Las pautas conductuales que exhiben los miembros de una colonia de murciélagos a lo largo del tiempo están en función principalmente de los eventos reproductivos que se estén desarrollando en su seno, o bien de la cantidad de alimento y disponibilidad de refugios. Muchas especies de murciélagos realizan movimientos migratorios hacia otros sitios para formar grupos unisexuales durante los eventos de gestación y

lactancia (Bonaccorso *et al.*, 1992; Kunz, 1982; Hill y Smith, 1988; Ceballos *et al.*, 1997; Arita, 1991), lo cual afecta notablemente la estructura y comportamiento de la población. Al parecer y de acuerdo con nuestras observaciones no es el caso de *M. sinaloae* ya que durante el ciclo anual no se aprecian cambios importantes en el tamaño del grupo. El ligero incremento en el número de individuos observados en los meses de julio-septiembre se debe al reclutamiento de organismos juveniles (Fig. 7). La disponibilidad de refugios tampoco influye en la constancia de organismos que conforman la colonia, ya que a pesar de que en el área de estudio existen árboles de la misma especie con características similares a las descritas anteriormente, los miembros de la colonia manifiestan una alta fidelidad por su microhábitat hecho que coincide con lo expresado por Kunz (1982). A pesar de que no se realizó un censo de la abundancia y disponibilidad de alimento (insectos), nuestras observaciones indican una buena proporción de recursos alimentarios a lo largo del tiempo. Por otra parte Bonaccorso (1979) señala que las especies que utilizan un mismo recurso tienen áreas y horarios diferentes de actividad mermando el factor competencia por alimento. Sería importante señalar que *M. sinaloae* y otras especies del mismo género minimizan el problema forrajeando en alturas considerables.

No obstante, existe una segregación sexual que se establece durante los eventos de gestación y lactancia, las pautas conductuales de forma de emergencia de los organismos en el refugio así lo expresan. Por ejemplo, durante los periodos de inactividad sexual y cópula, los organismos tienden a salir indistintamente por cualquiera de las oquedades, sin embargo una vez que las hembras han quedado preñadas o bien ya se encuentran lactantes, éstas tienden a emerger en buen porcentaje (69%) a través y exclusivamente por la oquedad III, mientras que las oquedades I y II son utilizadas exclusivamente por los machos para emerger del refugio. Pautas conductuales como la anteriormente descrita han sido ampliamente documentadas por Hill y Smith (1988), López-Wilchis (1989) y Bonaccorso (1979) quienes señalan que en algunas especies tanto hembras como machos permanecen en el mismo refugio pero ocupando áreas diferentes del mismo, estableciéndose una segregación sexual, donde generalmente los machos ocupan los lugares más expuestos del hibernáculo, sitios en los que las fluctuaciones de temperatura y humedad son más acentuadas debido a las corrientes de aire, mientras que las hembras se desplazan hacia otras zonas donde las condiciones son más favorables

para el desarrollo y cuidado de las crías, hecho que evidentemente ocurre con *Molossus sinaloae*.

Los periodos de actividad que se dan en algunas especies de murciélagos han sido documentados por Galindo-Galindo, *et al.*, 2000; Sánchez, 2000; García, 2001; en donde demuestran que éstas tienen horarios específicos para dar inicio y término a las actividades de forrajeo, las cuales están en función principalmente del fotoperiodo, la condición biológica de los organismos y de las condiciones ambientales que prevalezcan en el exterior. Los cambios observados en los patrones de actividad de *M. sinaloae* corroboran lo anterior. Por ejemplo, la forma de salida y los horarios en los que ésta se efectúa se mantienen invariables durante los meses en los que los organismos de la colonia permanecen inactivos reproductivamente. Así mismo los regresos nocturnos mantienen el mismo patrón de conducta, y el tiempo que se invierte en forrajear es mayor al que se da cuando los organismos han entrado al periodo de copulación, gestación o lactancia.

Durante el periodo de inactividad sexual (octubre-febrero) los organismos emergen del refugio a las 1900 h, las salidas se suceden de manera gradual y generalmente se dan individualmente, el regreso ocurre alrededor de las 0300 h, por lo que la población invierte 6.5 h aproximadamente en sus actividades de forrajeo. Cabe mencionar que este periodo de inactividad coincide con las estaciones de otoño e invierno, época en que disminuye la cantidad de alimento, por lo que el tiempo requerido para buscarlo es relativamente mayor que en las estaciones subsecuentes.

Al iniciarse el periodo de cópula, finales de invierno y principio de primavera, las pautas conductuales de emergencia del refugio sufren cambios aparentes. Los organismos salen del hibernáculo un poco más temprano (apenas ha oscurecido) y lo hacen en grupos de 2 ó 3 individuos, aunque la salida ocurre indistintamente por cualquiera de las tres oquedades. Es importante señalar que durante estos dos periodos (inactividad sexual y cópula), el número de organismos que realizan retornos periódicos nocturnos al refugio es relativamente bajo. Sin embargo, una vez que la preñez inicia y conforme progresa el desarrollo del embrión, el número de murciélagos que retornan al refugio durante la noche es mayor. A pesar de que no fue posible identificar el sexo de los organismos que regresaban, es muy probable que se tratara de hembras gestantes, ya que la ganancia de peso corporal durante este estadio, las

obliga a tomar descansos periódicos durante sus actividades de alimentación (Sánchez, 2000). Además, una vez que la gestación ha iniciado (segunda quincena de abril) se observa un comportamiento diferente en la colonia: al dar inicio las actividades de forrajeo, los machos salen del refugio a través y exclusivamente por las oquedades I y II mientras que las hembras lo hacen por la oquedad III, estableciéndose una colonia maternal en la parte central del refugio. Esta condición permanece durante todo el periodo de gestación y hasta el fin de las lactancias (abril-septiembre). Los primeros nacimientos coinciden con el inicio del verano (finales de junio), las pautas de salida de la colonia y los horarios en que se llevan a cabo son los mismos que durante la primavera, sin embargo, los retornos nocturnos son más frecuentes y generalmente los organismos que lo hacen no vuelven a salir. Lo anterior coincide con Kunz y Anthony (1982) y Fleming *et al.* (1998) quienes han señalado que en algunas especies las hembras realizan retornos periódicos durante la noche para amamantar a sus crías. Durante la primavera y el verano los horarios de regreso diurnos ocurren a las 0200 h, por lo que el tiempo promedio de la población para las actividades de forrajeo es de 5 h. aproximadamente.

Las hembras de *M. sinaloae* no cargan a su crío en sus salidas nocturnas, como sucede con *L. curasoe* y *Anoura geoffroyi*, sino que son dejadas en el interior del refugio en donde pernoctan hasta el regreso de las madres (Galindo-Galindo, 2000; Sánchez, 2000). Galindo (1995) ha sugerido que las crías de *A. geoffroyi* no quedan abandonadas o completamente solas, sino que quedan al cuidado de tres a cinco hembras probablemente adultas, las cuales se ubican en el centro a fin de cumplir con la función de "cuidadoras" hasta el regreso de las madres. Aunque no fue posible comprobarlo, es muy probable que ocurra lo mismo con *M. sinaloae*.



---

## CONCLUSIONES

La población de *M. sinaloae* habita permanentemente en el interior del tronco de *Lysiloma microphylla*, en donde al parecer se establece una relación de simbiosis entre ambos.

La estructura y conformación del refugio, así como los valores altos de temperatura (25°C), humedad relativa y la ausencia de corrientes de aire permiten decir que este refugio cumple con las características que distinguen a una "cueva de calor". Al parecer sitios con estas características, son esenciales como refugios permanentes para esta especie.

*M. sinaloae* es una especie gregaria que realiza una selección estricta de su hábitat, nunca se le observó compartir el refugio con otras especies; además muestra una alta fidelidad por su refugio ya que no realiza movimientos migratorios durante la reproducción.

Las fluctuaciones en el tamaño poblacional, proporción de sexos y estructura de edades, registradas en la colonia lo largo del ciclo anual, guardan estrecha relación con la sucesión de los eventos reproductivos.

La relación de sexos a lo largo del año se mantiene en la proporción 1.3:1, sin embargo, en mayo-junio ésta llega a ser hasta 3:1, hecho que coincide con la fase final del periodo de gestación.

*M. sinaloae* es una especie monoéstrica estacional, en donde la fecundación se da seguida de la cópula. La gestación y la lactancia duran dos meses y medio aproximadamente. El espaciamiento en los nacimientos refleja una sincronía en la fecundación.

Durante la gestación y lactancia (abril-septiembre), se establece una segregación sexual en el interior del refugio, donde los machos son desplazados hacia otras partes del mismo para formar una colonia de maternidad, la cual se rompe al término de la lactancia.

El pelaje de los organismos juveniles a los 3.5 meses de edad es idéntico al de los adultos, por lo que en base a esta característica, resulta difícil distinguirlos.

Durante el periodo de lactancia, cuando las hembras salen a forrajear, nunca cargan con su cría, por el contrario éstas permanecen en el interior del refugio pero son visitadas periódicamente por las hembras durante la noche.

Los cambios de la conducta y los patrones de actividad de la población están en función de los eventos reproductivos que se suceden en su seno.

---

## LITERATURA CITADA

- Allen, J. A. 1906. Mammal from the states of Sinaloa and Jalisco, Mexico, collected by J. H. Batty during 1904 and 1905. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 22: 191-262.
- Álvarez, T. 1968. Notas sobre una colección de mamíferos de la región costera del Río Balsas entre Michoacán y Guerrero. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 29: 21-35.
- Anthony, E. L. P. 1988. Age determination in bats. *In* (T. H. Kunz, ed.) *Ecological and behavior of methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- Arends, A., F. J. Bonaccorso and M. Genoud. 1995. Basal rates of metabolism of nectarivorous bats (Phyllostomidae) from a semiarid thorn forest in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 76(3): 947-956.
- Arita, H., T. 1991. Spatial segregation in long-nosed bats, *Leptonycteris nivalis* and *Leptonycteris curasoae*, in Mexico. *Journal of Mammalogy*, 72(4): 706-714.
- Arita, T. H. 1993. Conservation biology of the cave bats of Mexico. *Journal of Mammalogy*, 74(3): 693-702.
- Betts, B. J. 1996. Roosting behaviour of silver-haired bats (*Lasiurus noctivagans*) and big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in northeast Oregon. Pp. 55-61, *in* *Bats and forests symposium* (R. M. R. Barclay and R. M. Brigham, eds.). British Columbia Ministry of Forests, Victoria, Canada, 292 pp.
- Birney, E. C., J. B. Bowles, R. M. Timm, and S. L. Williams. 1974. Mammalian distributional records in Yucatán and Quintana Roo, with comments on reproduction, structure, and status of peninsular populations. *Occasional Papers, Bell Museum of Natural History, University of Minnesota*, 13:1-25.
- Bonaccorso, F. J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum. Biological Sciences*, 24: 359-408.

- 
- Bonaccorso, F. J., A. Arends, M. Genoud, D. Canton and T. Morton. 1992. Thermal Ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. *Journal of Mammalogy*, 73(2): 365-378.
  - Bradbury, J. W., and L. H. Emmons, 1974. Social organization of some Trinidad bats. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 36: 137-183.
  - Bradbury, J. W., and S. L. Vehrencamp. 1976. Social organization and foraging in emballonurid bats. I. Field studies. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 1: 337-382.
  - Brigham, R. M. 1991. Flexibility in foraging and roosting behaviour by the big brown bats (*Eptesicus fuscus*). *Canadian Journal of Zoology*, 69: 117-121.
  - Brosset, A. 1996. La biologie des chiropteres. Mason and Company, Paris, France. 240 pp.
  - Carabias, J., y I. Arizpe. 1993. El deterioro ambiental: cambios nacionales, cambios globales. Pp. 43-59, in *Desarrollo sustentable. Hacia una política ambiental* (A. Azuela, J. Carabias y E. Provencio, eds). UNAM. México. D.F.
  - Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Limusa. México, D.F., 300 pp.
  - Ceballos G. y A. García. 1997. la selva baja: Biodiversidad única en peligro. *Revista Ocelote*. 5:10-15.
  - Ceballos, G., T. H. Fleming, C. Chávez and J. Nassar. 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, México. *Journal of Mammalogy*, 78: 1220-1230.
  - Cervantes, G. V., M. López-González, N. Salas-Nava, G. Hernández-Cárdenas. 2001. Técnicas para propagar especies nativas de selva baja caducifolia y criterios para establecer áreas de reforestación. Coordinación de Servicios Editoriales. Facultad de Ciencias. UNAM. SEMARNAP. Programa Nacional de Reforestación. 174 pp.
  - Clem, P. D. 1992. Seasonal population variation and emergence patterns in the evening bat, *Nycticeius humeralis*, at a west central Indiana colony, *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 101: 33-43.

- 
- Clem, P. D. 1993. Foraging patterns and the use of temporary roosts in female evening bats, *Nycticeius humeralis*, at a Indiana maternity colony. *Proceedings of the Indiana Academy of Science*, 102: 201-206.
  - Corbet, G. B. and J. E. Hill. 1991. The long-nosed bat, *Leptonycteris*: an endangered species in the southwest? *Occas. Papers, The Museum, Texas Tech University*, 142: 1-32.
  - Culver, D. C. 1986. Cave faunas. Pp. 427-443, *in Conservation biology, the science of scarcity and diversity* (M. E. Soulé, ed.) Sinauer, Sunderland, Massachusetts, 584 pp.
  - De la Torre, L. 1955. Bats from Guerrero, Jalisco and Oaxaca, Mexico, *Fieldiana: Zoology*, 37: 695-701.
  - Eby, P. 1991. Seasonal movements of grey-headed flying foxes, *Pteropus poliocephalus* (Chiroptera: Pteropodidae), from two maternity camps in northern New South Wales, *Wildlife Research*, 18: 547-559.
  - Escalante, P., A. G. Navarro, and A. T. Peterson. 1993. A geographic, ecological and historical analysis of land bird diversity in Mexico. *In Ramamoorthy, T.P., R. Bye, J. Fa y A. Lot* (eds.) *Biological diversity of Mexico, origins and distribution*. Oxford University Press. Pp. 281-307.
  - Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat*. The University of Chicago Press. Chicago, 365 pp.
  - Fleming, T. H., A. Nelson, and V. M. Dalton. 1998. Roosting behavior of the lesser long-nosed bat, *Leptonycteris curasoae*. *Journal of Mammalogy*, 79(1): 147-155.
  - Flores-Villela, O., y A. G. Navarro. 1993. Un análisis de los vertebrados terrestres endémicos de Mesoamérica en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Volumen Especial (XLIV)*: 387-395.
  - Galindo-Galindo, C. 1995. Algunos aspectos biológicos del murciélago *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) en el estado de México. Tesis de licenciatura. FES-Zaragoza. UNAM. México. D.F.
  - Galindo-Galindo, C., A. Castro-Campillo, A. Sánchez-Quiroz, A. Salame-Méndez, and J. Ramírez-Pulido. 2000. Reproductive events and social organization in a colony of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) from a temperate Mexican cave. *Acta Zoológica Mexicana*, 80: 51-68.

- 
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM.
  - García, H. C. 2001. Patrón reproductivo de *Pteronotus personatus* (Chiroptera: Mormoopidae). Tesis de licenciatura. FES-Zaragoza. UNAM. México. D.F.
  - Garrido Gutierrez, D., P.Fuentes Servín, M. Gasca Boyer y S. Juárez Vergara. 1984. Patrón de reproducción del murciélago insectívoro *Pteronotus parvulus* mexicana. Miller, 1902 (Chiroptera: Mormoopidae) Rev. Biol. Trop., 32(2):253-262.
  - Goodwin, G. G. 1959. Descriptions of some new mammals. American Museum Novitates, 1967: 1-8.
  - Goodwin, G. G., and A. M. Greenhall. 1964. New records of bats from Trinidad and comments on the status of *Molossus trinitatus*. American Museum Novitates, 2195: 1-23.
  - Gustafson, A. W. 1979. Male reproductive patterns in hibernating bats. Journal of Reproduction and Fertility. 56: 317-331.
  - Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. Second edition. John Wiley & Sons, New York.
  - Handley, C. O., Jr., D. E. Wilson, and A. L. Gardner. 1991. Demography and natural history of the common fruit bat, *Artibeus jamaicensis*, on Barro Colorado Island, Panama. Smithsonian Contributions to Zoology, 511-173.
  - Hill, J. E., and J. D. Smith. 1988. Bats: A natural history. British Museum (Nat. Hist.) and the Univ. Texas Press, Austin.
  - Humphrey, S.R. 1975. Nursery roosts and community diversity of Nearctic Bats. Journal of Mammalogy, 56: 321-346.
  - Humphrey, S. R., and F. J. Bonaccorso. 1979. Population and community ecology. Part III. Pp. 409-441, in Biology of bats of the New World Family Phyllostomidae (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., and D.C. Carter, eds). Spec. Publ. Mus., Texas Tech Univ. 16: 1-441.
  - Humphrey, S. R., and J. R. Bain. 1990. Endangered animals of Thailand, Sandhill Crane Press, Gainesville, Florida, 468 pp.

- 
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1981. Anexo cartográfico de la síntesis geográfica del Estado de Puebla. Escala 1:250 000. México.
  - INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1995. Catálogo de Integración Territorial, Puebla.
  - Janzen, D. H. 1973. Sep simples of tropical foliage insects: Effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day and insularity. *Ecology*, 54: 687-708.
  - Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. Pp. 130-137, in *Biodiversity* (O. Wilson, ed.). National Academy Press. Washington, D. C. USA.
  - Jennings, J. B., T. L. Best, S. E. Burnett, and J. C. Rainey. 2002. *Molossus sinaloae*. *Mammalian Species*, 691: 1-5.
  - Jolly, G. M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. In *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for mammals* (D. E. Wilson, F. R. Cole, J. M. Nichols, R. Rudran, and M. S. Foster, eds.). Smithsonian Institution Press.
  - Jones, J. K., Jr., J. Arroyo-Cabrales, and R.D. Owen. 1988. Revised checklist of mammals of the Yucatán Peninsula, Mexico. I. Chiroptera. *Occasional Papers. The Museum, Texas Tech University*, 120: 1-34.
  - Keeley, A. T. H., and B. W. Keeley. 2004. The mating system of *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in a large highway bridge colony. *Journal of Mammalogy*, 85(1): 113-119.
  - Koopman, K. F. 1994. Chiroptera: systematics. *Handbook of zoology: a natural history of the phyla of the animal kingdom. VIII. Mammalia*. Walter de Gruyter, New York.
  - Kunz, T. H. 1982. Roosting ecology of bats. Pp 1-55, in *Ecology of bats* (T.H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York, 425 pp.
  - Kunz, T. H., and E. L. P. Anthony. 1982. Age estimation and post-natal growth in the bat *Myotis lucifugus*. *Journal of Mammalogy*, 63:23-32.
  - Kurta, A., K. J. Williams, and R. Mies. 1996. Ecological, behavioral and thermal observations of a peripheral population of Indiana bats (*Myotis sodalis*). Pp. 102-117, in *Bats and forests*

---

symposium (R. M. R. Barclay and R. M. Brigham, eds.). British Columbia Ministry of Forests, Victoria, Canada, 292 pp.

- Lewis, S. E. 1995. Roost fidelity of bats: a review. *Journal of Mammalogy*, 76: 481-496.
- López-Wilchis, R. 1989. *Biología de Plecotus mexicanus* (Chiroptera: vespertilionidae) en el estado de Tlaxcala, México. Tesis doctoral. UNAM. 227 pp.
- López-Wilchis, R. 2001. *Ecología reproductiva de un murciélago endémico de México Corynorhinus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae). Pp. 273-299, in *Biología de la Reproducción II* (J. V. Moctezuma, ed.). UAM.
- Marinkelle, C. J., and Cadena. 1972. Notes on bats new to the fauna of Colombia. *Mammalia*, 36: 50-58.
- Massera, O., M. J. Ordoñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emission from Mexican forest: current situation and long-term scenario. *Climatic Change*, 35: 256-295.
- McCracken, G. F. 1989. Cave conservation: special problems of bats. *Bulletin of the National Speleological Society*, 51: 47-51.
- McCracken, G. F. and J. W. Bradbury. 1981. Social organization and kinship in the polygynous-bat *Phyllostomus hastatus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 8: 11-34.
- McCracken, G. F., M. K. McCracken, and A. T. Vawter. 1994. Genetic structure in migratory populations of the bat *Tadarida brasiliensis mexicana*. *Journal of Mammalogy*, 75: 500-514.
- Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el Trópico Húmedo Mexicano. In Medellín, R. A. y G. Ceballos (eds.) *Avances en el estudio de los mamíferos de México*. Publicaciones especiales. Vol 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., México. Pp. 333-335.
- Mittermeier, R. A. y C. Goettsch de Mittermeier. 1992. La importancia de la biodiversidad biológica de México. In *México ante los restos de la biodiversidad* (J. Sarukhán y R. Dirzo comp.). Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. Pp. 63-73.
- Morrison, D. W. 1979. Apparent male defense of tree hollows in the fruit bat, *Artibeus jamaicensis*. *Journal of Mammalogy*, 60(1): 11-15.



- 
- Orr, R. T. 1970. Development prenatal and postnatal. Pp. 217-231. *In* Biology of bats. Vol. 1 (W. A. Winsatt, ed.) Academ. Press. New York. 406 pp.
  - Ortega, J. and H. T. Arita. 1999. Structure and social dynamics of harem groups in *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy*, 80(4): 1173-1185.
  - Quiroz, D. L., M. S. Xelhuantzi, y M. C. Zamora. 1986. Análisis palinológico del contenido gastrointestinal de los murciélagos *Glossophaga soricina* y *Leptonycteris yerbabuena* de las Grutas de Juxtlahuaca, Guerrero. Instituto Nacional de Antropología e Historia. Serie Prehistoria. 1-62 pp.
  - Rabinovich, J. E. 1980. Introducción a la ecología de las poblaciones animales. Editorial Continental. México.
  - Racey, P.A. 1982. Ecology of bat reproduction, *in* Ecology of bats (T.H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York, 425 pp.
  - Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1992. Mapa de las Regiones y Provincias Mastogeográficas de México. *In* Sección Naturaleza, Subsección Biogeográficas del "Atlas Nacional de México". Instituto de Geografía de la UNAM, Hoja IV.8.8
  - Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, B. Vargas- Miranda. 1995. Registros adicionales de murciélagos del estado de Puebla, México. *Rev. Soc. Mex. His. Nat.*, 46: 179-204.
  - Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo, J. Arroyo-Cabrales y E. A. Cervantes. 1996. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. *Occas Papers Mus.*, Texas Tech University, 158: 1-62.
  - Ramírez-Pulido, J., C. Galindo-Galindo, A. Sánchez-Quiroz y A. Castro-Campillo. 2001a. New Records of *Agouti paca* (Linnaeus) from the mexican state of Puebla. *The Texas Journal of Science*, 53 (3): 285-288.
  - Ramírez-Pulido, J., C. Galindo-Galindo, A. Castro-Campillo, A. Salame-Méndez, and M. A. Armelia. 2001b. Colony size fluctuation of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) and temperatura characterization in a Mexican cave. *The Southwestern Naturalist*, 46 (3): 358-409.
  - Rojas-Martínez, A. E. y A. Valiente-Banuet. 1996. Análisis comparativo de la quiropterofauna del valle de Tehuacan-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana*, 67: 1-23.

- Romano, M. C., J. I. Maidagan, and E.F. Pire. *In press*. Behavior and demography in an urban colony of *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in Rosario, Argentina.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. Limusa. México.
- Rzedowski, J. 1990. Vegetación potencial. Atlas Nacional de México. Sección Naturaleza. Hoja V.8.2. Volumen II. Instituto de Geografía. UNAM.
- Sánchez, C. H. y M. L. Romero. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche, una propuesta para su conservación. Instituto de Biología, UNAM, Departamento de Zoología, México.
- Sánchez-Hernández, C., C.B. Chávez-Tapia, A. Núñez-Garduño, E. Ceballos-Corono, and M. A. Gurrola-Hidalgo. 1985. Notes on distribution and reproduction of bats from coastal regions of Michoacán, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 66: 549-553.
- Sánchez, Q. A. 2000. Características del ambiente y patrón reproductivo de una colonia de *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) en el estado de Puebla, México. Tesis de licenciatura. UNAM. 56 pp.
- Sherman, H. B. 1937. Breeding habits of the freetailed bat. *Journal of Mammalogy*, 18: 176-187.
- Silva-Taboada, G. 1979. Los murciélagos de Cuba. Editorial Academia. La Habana, Cuba.
- Thomas, D. W. 1983. The annual migration of three species of West African fruit bats (Chiroptera: Pteropodidae). *Canadian Journal of Zoology*, 61: 2266-2272.
- Toledo, V., J. Carabias, C. Toledo, y C. González-Pacheco. 1989. La producción rural en México: alternativas ecológicas. Fundación Universo Veintiuno. México. D.F.
- Turner, D. C. 1975. The vampire bat: a field study in behavior and ecology. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 145 pp.
- Tuttle, M. D. 1976. Population ecology of the gray bat (*Myotis grisescens*): Philopatry, timing and patterns of movement, weight loss during migrations, and seasonal adaptive strategies. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*. 54: 1-38.
- Twente, J. W. 1955. Some aspects of habitat selection and other behavior of cavern dwelling bats. *Ecology*, 36: 706-735.

- Vargas-Contreras, J. A. 1998. Factores microclimáticos y selección del refugio diurno por murciélagos cavernícolas en Gómez Farias, Tamaulipas. Tesis de maestría. UNAM.
- Watkins, L. C., J. K. Jones, Jr., and H. H. Genoways. 1972. Bats of Jalisco, Mexico. Special Publications, The Museum, Texas Tech University, 1: 1-44.
- Wilson, D. E. 1971. Ecology of *Myotis nigricans* (Mammalia: Chiroptera) on Barro Colorado Island. Panama Canal Zone. Journal of Zoology (London), 163: 1-13.
- Wilson, D. E., and A. M. Reeder. 1993. Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference. Second edition. Smithsonian Institution Press, Washington and London in assoc. American Soc. Mammalogist, XVIII.
- Whitaker, J. O. 1998. Life history and roost switching in six summer colonies of eastern pipistrelles in buildings. Journal of Mammalogy, 79(2): 651-659.

## ANEXO 1

### MOMENTO DE CAPTURA, MARCADO Y LIBERACION

MOMENTO EN QUE SE HIZO EL MUESTREO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ENE		4	7	6	6	2	4	6	5	3	2	1
FEB			3	3	3	1	5	3	1	3	0	1
MAR				2	2	2	4	2	3	2	1	2
ABR					0	2	1	2	1	0	2	1
MAY						2	2	1	0	0	1	3
JUN							0	0	3	2	4	0
JUL								0	2	1	1	2
AGO												
SEP										1	1	1
OCT											0	0
NOV												0
DIC												
TOTAL DE MARCADOS (mi)		4	10	11	11	9	16	14	15	13	13	11
TOTAL SIN MARCAR		11	12	7	7	10	5	3	3	9	1	0
CAPTURA TOTAL (ni)	20	15	22	18	18	19	21	17	18	22	14	11
TOTAL DE LIBERADOS Y MARCADOS A LA HORA DE LA LIBERACIÓN (Si)	20	11	12	7	7	10	5	3	3	9	1	0

*Vivid en la serenidad de los laboratorios  
y las bibliotecas, y preguntaos: ¿Qué he hecho por instruirme?  
Y, después al ir progresando: ¿Qué he hecho por mi patria?  
Hasta que llegue el día en que podrás sentir la íntima satisfacción  
de pensar en que de alguna manera habéis contribuido al progreso  
y bienestar de la humanidad.*

*L. Pasteur, 1892*