

27



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

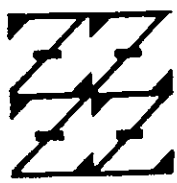
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA



“CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE Y PATRON REPRODUCTIVO DE UNA COLONIA DE Leptonycteris curasoae (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EN EL ESTADO DE PUEBLA, MEXICO”

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A
ADALINDA SANCHEZ QUIROZ

UNAM FES ZARAGOZA



LO HUMANO ES DE NUESTRA REFLEXION

DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSE RAMIREZ PULIDO
ASESOR INTERNO: BIOL. CRISTOBAL GALINDO GALINDO

MEXICO, D. F.

27 9067

2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

**No cambiaría jamás,
este universo informal
donde crece la semilla
de lo absurdo y lo genial,
donde la materia se retuerce y...
se transforma en lo esencial**

**La vida es parte luz y
parte sombra,
yo soy parte fuerza y
parte indecisión.**

A. Vega

⊗ DEDICATORIA ⊗

CON CARIÑO, RESPETO Y
ADMIRACIÓN A MIS PADRES
ALICIA QUIROZ SOSA Y
BERNARDO SÁNCHEZ VARGAS

CON CARIÑO A MIS HERMANOS
HÉCTOR, ALICIA, MAGDALENA,
BERNARDO Y OSWALDO,
POR SER COMO SON, GRACIAS

A MIS SOBRINOS POR LOS
MOMENTOS DIVERTIDOS QUE
HEMOS COMPARTIDO.

⊗ AGRADECIMIENTOS ⊗

Agradezco al Dr. José Ramírez Pulido por todo el apoyo brindado para la realización de esta tesis, así como por su confianza y amistad.

Al próximo M. en C. Cristóbal Galindo Galindo responsable directo de la realización de esta tesis, por haberme enseñado a respetar y amar a este grupo de criaturas fascinantes.

A los "matadores" Renato Gaucho (Francisco Tlaseca), Teodolito Rasquiñas (Horacio López) Cyborg (Ramón Quijano), y Manolete (Martín Diosdado) por haber compartido desvelos y alegrías en campo. Gracias boys.

A cada uno de mis compañeros que intervinieron directa e indirectamente en la elaboración de este trabajo.

A la familia Rodríguez Hernández, en especial a la señora Columba, por su amistad y consideración hacia nosotros.

A cada uno de los sinodales que revisaron e hicieron sugerencias al manuscrito: Biól. Ma. del Carmen Salgado Merediz, Biól. Ma. Magdalena Ordóñez Resendiz y el Biól. Alejandro Tecpa Jiménez.

En especial a Cristóbal, por su apoyo incondicional tanto en el aspecto académico como personal. Por dejarme compartir con él momentos especiales, por soportarme tanto tiempo y por ser un excelente amigo, gracias.

❁ I N D I C E ❁

❁ Resumen	1
❁ Introducción	2
❁ Objetivos	9
❁ Zona de Estudio	10
❁ Material y Métodos	13
❁ Resultados	18
❁ Características Generales de la Cueva	18
❁ Factores Físicos	21
❁ Tamaño de la Población	23
❁ Proporción de Sexos	24
❁ Estructura de Edades	25
❁ Patrón Reproductivo	26
❁ Comportamiento y Eventos Sociales.....	30
❁ Discusión	34
❁ Características Generales de la Cueva.....	34
❁ Factores Físicos y Microclima del Refugio	35
❁ Tamaño de la Población	38
❁ Proporción de Sexos	39
❁ Estructura de Edades	40
❁ Patrón Reproductivo	40
❁ Comportamiento y Eventos Sociales	43
❁ Conclusiones	46
❁ Literatura Citada	48

⊗ INDICE DE FIGURAS ⊗

FIGURAS

- 1 Mapa de distribución de *L. curasoae* en la República Mexicana.
- 2 Mapa de localización del área de estudio.
- 3 Diagrama esquemático de la cueva Tzinacanostoc (medidas y poblaciones de murciélagos).
- 4 Promedio de temperatura de la cueva Tzinacanostoc.
- 5 Promedio del porcentaje de humedad relativa de la cueva Tzinacanostoc.
- 6 Abundancia relativa de *L. curasoae* .
- 7 Relación de organismos adultos y juveniles de *L. curasoae*.
- 8 Relación de peso y tamaño testicular de *L. curasoae*.
- 9 Condición de preñez en hembras de *L. curasoae*.
- 10 Patrón reproductivo y eventos conductuales de *L. curasoae*.

RESUMEN

La cueva Tzinacanostoc alberga seis especies de murciélagos, cinco de manera permanente (*Pteronotus davyi*, *Pteronotus parnellii*, *Pteronotus personatus*, *Mormoops megalophylla* y *Leptonycteris curasoae*) y sólo una, temporalmente (*Macrotus waterhousii*). La cámara que habita *L. curasoae* presentó una temperatura promedio de 35.2 °C y una humedad relativa del 97.9 %. De acuerdo con los valores de temperatura (31.8 °C) y humedad relativa (93.9 %) del refugio, éste podría ser clasificado como una cueva de calor. El número de murciélagos fluctuó a lo largo de un ciclo anual, de febrero a julio la colonia estuvo constituida por 23,500 organismos en promedio con una proporción de sexos equilibrada (1:1). En contraste, el valor más bajo se registró de septiembre a diciembre con una media de 11,100 individuos y una relación sexual a favor de las hembras (41:0.08). *L. curasoae* presenta un patrón reproductivo monoéstrico estacional monotoco. La gestación y la lactancia tienen una duración aproximada a los tres meses, la primera inicia en el mes de agosto y concluye en noviembre, mientras que la segunda, comienza en octubre y termina en enero. El pico de nacimientos se presenta en octubre, las hembras paren una cría altricia que pesa el 22.5 % en relación con el peso de la madre. Los machos abandonan el refugio cuando inicia el período de gestación y las hembras establecen una colonia de maternidad, la cual se rompe con el retorno de los machos al finalizar la lactancia. En el mes de febrero se encuentra nuevamente restablecida la colonia y se han adicionado los nuevos reclutas juveniles. Las modificaciones en el comportamiento de la población, son reflejo de los diferentes eventos reproductivos que se presentan a lo largo de un ciclo anual.

⊗ INTRODUCCIÓN ⊗

En el mundo existen 953 especies de quirópteros incluidas en 18 familias y 186 géneros. Específicamente para México se presentan 8 familias (44.4%), 60 géneros (32.2%) y 137 (14.3%) especies (Wilson y Reeder, 1993; Corbet y Hill, 1991; Ramírez-Pulido *et al.*, 1996), por lo que se le considera un país con una alta riqueza quiropterofaunística. Esta riqueza se corrobora al comparar el número de especies de murciélagos reportados para Norteamérica (17 géneros y 39 especies) y Sudamérica (65 géneros y 228 especies) (Ramírez-Pulido y Castro, 1993) y su extensión territorial, en donde México es 10 veces más pequeño que Norteamérica y 15 menor que Sudamérica. Una explicación a este hecho es que en la República Mexicana confluyen dos Regiones Biogeográficas, la Neártica y la Neotropical, por lo que existen murciélagos de ambas afinidades, además, en México se presentan prácticamente todos los tipos de climas y vegetación, lo cual junto con la accidentada geología y topografía, favorecen el establecimiento de una gran gama de ecosistemas (Mittermeier y Mittermeier, 1992).

A pesar de que se conoce la sistemática y distribución de todas las especies de murciélagos en el territorio nacional, aún se desconocen aspectos etológicos, fisiológicos, genéticos, moleculares, reproductivos, abundancias poblacionales y estatus de las especies, resultado probable de diversos factores que no han permitido un conocimiento global de los murciélagos mexicanos, *Leptonycteris curasoae* no es la excepción. Esto se confirma al revisar la literatura, ya que los estudios en los que se abordan tales temas son contados, la mayoría se han enfocado a cuestiones de sistemática y distribución (Arita y Humphrey, 1988, Arita, 1991; Sánchez y Romero, 1995) pasando desapercibidos aspectos concernientes a estrategias reproductivas,

parámetros ambientales, estructura del refugio y disponibilidad de alimento, que influyen potencialmente en la fisiología, estructura social, sistemas de apareamiento y otro tipo de comportamiento en los murciélagos (Bonaccorso *et al.*, 1992; Lewis, 1992; Kunz *et al.*, 1983; Rodríguez-Durán, 1995). Es claro que falta profundizar sobre los aspectos anteriormente citados, de ahí la necesidad de continuar los estudios de este tipo, los cuales permitirán ampliar los conocimientos biológicos y ecológicos de los murciélagos mexicanos y que a su vez repercutirán en un mejor manejo, conservación y utilización de estos organismos.

Taxonomía. El género *Leptonycteris* está integrado por dos especies: *L. curasoae* y *L. nivalis*, (Hall, 1981, Ramírez-Pulido, Álvarez, 1972; Arita y Humphrey, 1988). Entre las características que permiten distinguir a *L. curasoae* de la segunda, destaca su pelo relativamente corto y áspero, en *L. curasoae* su coloración varía de pardo-pálido a pardo-grisáceo o pardo-canela, la membrana interfemoral tiene poco pelo prolongándose más allá del borde, los caninos son perpendiculares al paladar y el cuarto premolar superior tiene una pequeña cresta. El tamaño corporal de *L. curasoae* va de 75 a 85 mm de longitud, su antebrazo de 47 a 56 mm y su peso aproximado fluctúa de 15 a 25 g (Villa-R, 1967; Hall, 1981).

Alimentación. Su dieta se basa de néctar y polen, principalmente de cactáceas y agaves y eventualmente de sus frutos (Gardner, 1977; Arita y Martínez del Río, 1990; Hayward y Cockrum, 1971, Ceballos *et al.*, 1997; Eguiarte *et al.*, 1987; Herrera y Martínez del Río, 1998; Fleming, 1995; Álvarez y González-Quintero, 1970), aunque ocasionalmente puede llegar alimentarse de algunos insectos (Gardner, 1977; Cockrum, 1991).

Refugios. Sus refugios los constituyen cuevas, minas y ocasionalmente edificios o construcciones abandonadas, sitios en los que se les ha visto asociarse con otras especies y compartir el refugio como *Myotis velifera*, *Corynorhinus townsendii*, *Choeronycteris mexicana*, *Myotis californicus*, *Myotis thysanodes* y *Leptonycteris nivalis* y ocasionalmente con *Tadarida brasiliensis* y *Desmodus rotundus* (Hayward y Cockrum, 1971). También se le ha visto asociarse con *Pteronotus parnellii*, *Pteronotus davyi*, *Mormoops megalophylla* y *Macrotus waterhousii* (Galindo-Galindo, datos no publicados). Son organismos gregarios y sus colonias pueden agrupar a miles de individuos (Hayward y Cockrum, 1971, Ceballos *et al.*, 1997).

Distribución. *Leptonycteris curasoae* presenta una amplia distribución en el continente Americano, sobre todo hacia las partes más secas. Se localiza desde el suroeste de los Estados Unidos (Arizona y Nuevo México) hasta El Salvador y de ahí a Sudamérica en donde se le ha registrado hacia la parte norte como Colombia, Venezuela y Curazao. En México se distribuye por las zonas subtropicales y secas por toda la vertiente del Pacífico penetrando hacia la región central (Fig. 1). Sus gradientes altitudinales van desde el nivel del mar hasta los 2,400 m, siendo más factible encontrarlos en gradientes menores a los 1,700 m (Hayward y Cockrum, 1971; Cockrum, 1991; Arita, 1991).

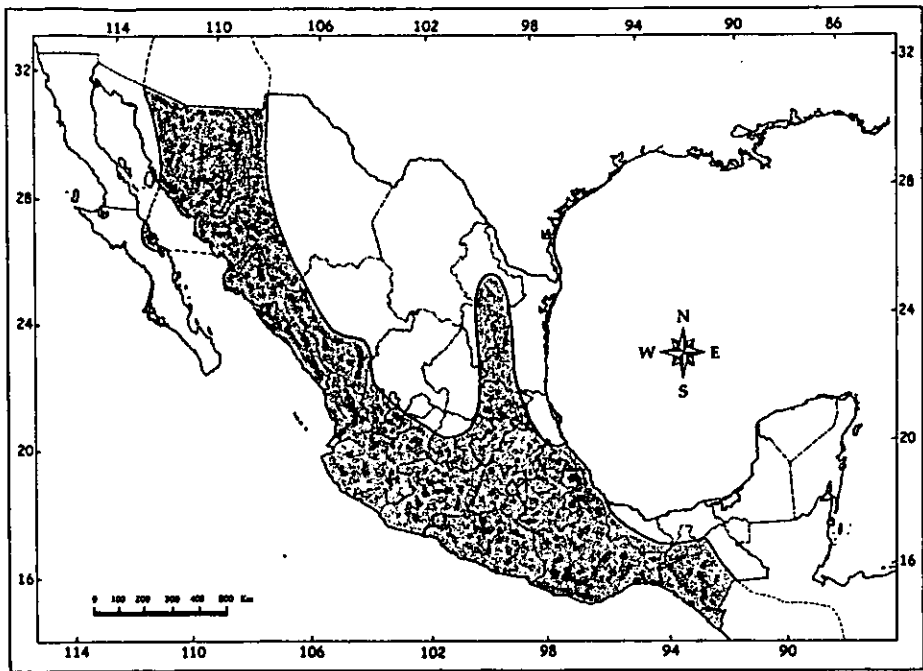


Fig. 1. Mapa de distribución de *Leptoncyteris curasoae* en la República Mexicana.

A pesar de su amplio rango de distribución, gran parte de las investigaciones que se han realizado sobre *L. curasoae*, se han enfocado sólo a ciertas regiones de su distribución, como es el suroeste de los Estados Unidos (Arizona), la vertiente del Pacífico (desde Sonora a Guerrero y Chiapas) y el norte de Sudamérica (Venezuela y Curazao) y escasos son los estudios realizados de la región central de México, a excepción de los trabajos realizados recientemente por Rojas-Martínez (1996) Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996) y Rojas-Martínez *et al.* (1999), en el Valle de Tehuacan-Cuicatlán.

La realización de este tipo de trabajos es necesaria debido a que *L. curasoae* en México se encuentra catalogada como especie amenazada de acuerdo a la NOM-ECOL-059-1994 y en Estados Unidos está considerada como especie migratoria en peligro de extinción (Shull, 1988). Lo anterior ha propiciado que estos dos países desarrollen en conjunto proyectos de investigación encaminados a la protección y conservación de estos organismos, uno de los cuales se encuentra auspiciado por el Programa de Conservación de Murciélagos Migratorios cuya coordinación esta a cargo del *Bat Conservation International* de Estados Unidos y el Instituto de Ecología de la UNAM en México.

ANTECEDENTES

Sobre la estrategia reproductiva que sigue *L. curasoae*, las condiciones ambientales que guardan sus refugios y aspectos de dinámica poblacional, existen pocos antecedentes y nuevamente la región central del país destaca por el desconocimiento total en estos aspectos. Recientemente Rojas-Martínez *et al.*, (1999) en la zona de Tehuacán-Cuicatlán examinan la migración de este murciélago, señalando sólo movimientos locales en poblaciones del centro de México.

En el trabajo elaborado por Wilson (1979) se presentan la mayoría de los datos reproductivos que se tienen sobre ella. Uno de los trabajos más recientes donde aportan algunos datos reproductivos es el de Fleming *et al.* (1998) los datos, sin embargo, son resultado de muestreos esporádicos y no es posible conocer de manera precisa los eventos reproductivos.

En relación con la información de las condiciones ambientales de los refugios, destacan los trabajos realizados por Hayward y Cockrum (1971) y Cockrum (1991)

quienes aportan registros de temperatura y humedad relativa de cuevas de Arizona y Sonora.

Desafortunadamente los datos que proporcionan la mayoría de los trabajos, muchas veces se encuentran incompletos, posiblemente debido a que algunos registros son obtenidos de etiquetas de museos y de observaciones de campo hechas de manera esporádica, por lo que en ellos no existe una periodicidad mensual que permita conocer con exactitud las condiciones que prevalecen en los refugios a lo largo de cuando menos un ciclo anual.

Otros trabajos relevantes que se han realizado sobre *L. curasoae*, son los de Hayward y Cockrum (1971) sobre la historia natural de *L. curasoae* (= *L. sanborni*) en Tucson, Arizona; el de Cockrum (1991) quien infiere que la distribución de *L. curasoae* (= *L. sanborni*) se encuentra determinada por cambios estacionales en la disponibilidad de alimento por lo que es señalada como especie migratoria, y que por lo tanto, su reproducción depende de la floración de ciertas plantas (cactáceas y agaves); el de Arita (1991) quien describe la segregación espacial de las dos especies del género *Leptonycteris* en México; el de Arends *et al.* (1995) donde miden la tasa basal metabólica de murciélagos nectarívoros en condiciones de laboratorio en Venezuela; el de Wilkinson y Fleming (1996) en el cual se reconocen rutas de migración basándose en un seguimiento de DNA mitocondrial; el de Ceballos *et al.* (1997) quienes describen la dinámica poblacional en una cueva de Jalisco, y por último, el de Fleming *et al.* (1998) en el que se detalla el comportamiento poblacional de *L. curasoae* dentro de un refugio en Arizona.

De acuerdo con todo lo anterior, es claro que aún falta estudiar mucho sobre el patrón reproductivo y factores ambientales de los refugios en donde se desarrollan dichos eventos, por lo que en este trabajo se pretende ayudar a esclarecer algunos aspectos

biológicos y ecológicos de *Leptonycteris curasoae* que hasta el momento aún no se conocen de manera exacta. Sin embargo, no se debe olvidar que el conocimiento que se tenga sobre una especie en particular, en una región determinada, no implica necesariamente que se ha llegado al conocimiento global, ya que como sabemos, las especies son entidades cambiantes en tiempo y espacio.

⊗ OBJETIVOS ⊗

OBJETIVO GENERAL

Determinar los parámetros ambientales del refugio y su relación con el patrón reproductivo y dinámica poblacional de una colonia de murciélagos de *Leptonycteris curasoae* en una cueva del Estado de Puebla.

OBJETIVOS PARTICULARES

- ⊗ Registrar las características físicas (temperatura, humedad relativa y corrientes de aire) que prevalecen en la cueva Tzinacanostoc.
- ⊗ Conocer el patrón reproductivo de *L. curasoae* a lo largo de un ciclo anual.
- ⊗ Determinar algunos aspectos de dinámica poblacional (abundancia relativa, proporción de sexos y estructura de edades) de *L. curasoae* que se dan en el interior de la cueva.
- ⊗ Observar el comportamiento de la colonia de *L. curasoae* a lo largo del periodo de estudio.

⊗ ZONA DE ESTUDIO ⊗

La cueva se localiza dentro del municipio de Jolalpan al suroeste del Estado de Puebla, en la zona limítrofe de los Estados de Morelos y Guerrero (Fig. 2). Su ubicación exacta es a 8.5 Km NW de distancia del poblado de Jolalpan, en las coordenadas 18°21'15" de latitud norte y 98°53'30" de longitud oeste, a una altitud de 950 m.

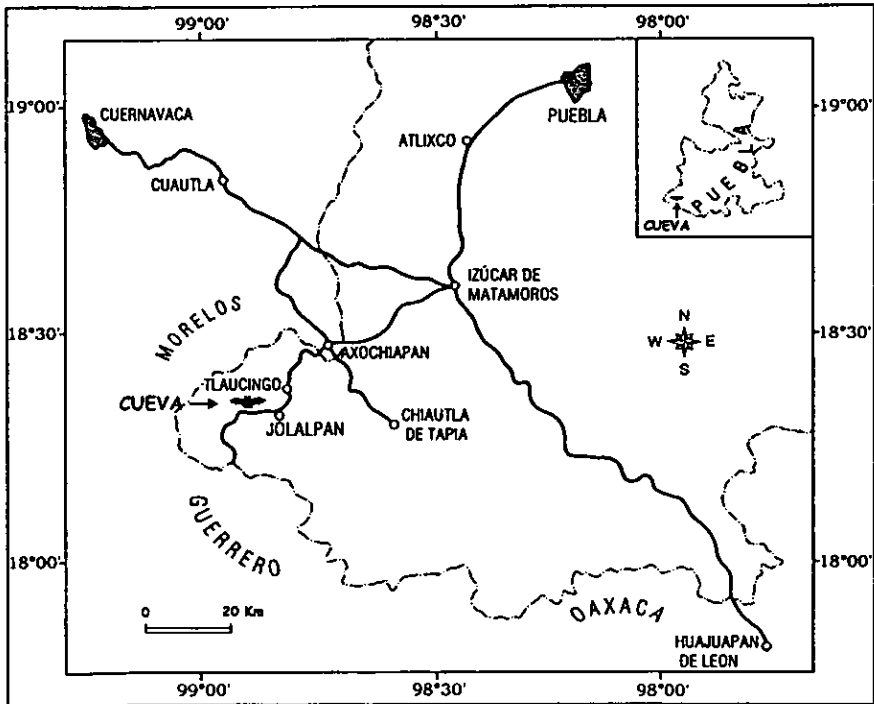


Fig. 2. Mapa de localización del área de estudio.

La zona de estudio pertenece a la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, específicamente dentro de la Subprovincia de Sierras y Valles Guerrerenses. El sistema de toposformas que destaca es el de sierra de laderas tendidas, constituido por materiales sedimentarios continentales, así como los denominados sierra de laderas abruptas, sierra de cumbres tendidas y algunas mesetas, valles y lomeríos (INEGI, 1981).

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.

Por su ubicación geográfica, al entorno de la cueva le corresponde un clima Aw0(w) del tipo cálido subhúmedo con lluvias predominantemente de verano y con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5%. 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 22.0° y 26.0 °C; la temperatura del mes más frío es de 18.0 °C, siendo la diferencia con la del mes más caliente de 5.0 a 7.0°C. La precipitación media anual varía de 800 a 1000 mm (INEGI, 1981).

La selva baja caducifolia es el tipo de vegetación más abundante en la zona de estudio, seguida por áreas de cactáceas. 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, 1981).

Las cactáceas columnares y candelabriformes se presentan a menudo en las fases más secas de estas zonas. Las especies comunes pertenecen a los géneros *Lemaireocereus*, *Stenocereus*, *Neobuxbaumia*, *Pachycereus* y *Cephalocereus* (Rzedowski, 1988).

Otras formas representativas de esta zona pertenecen a las familias: Leguminosae, Burseraceae, Convolvulaceae, Compositae y Bombacaceae, especies como burseras y copales (*Bursera* sp.), casahuate (*Ipomea* sp.), pochote (*Ceiba esculifolia*), tepehuaje (*Lysiloma* sp.), yoyote (*Thevetia* sp.), amate (*Ficus* sp.), ciruelo (*Spondias* sp.), guaje y guamúchil (*Pithecellobium* sp.), guastecomate (*Crescentia* sp.), etc.

El área que rodea a la cueva es utilizada como tierras de cultivo de temporal y de riego, siendo algunas de las variedades que siembran: caña, jícama, maíz, ajo, cebolla, cacahuate, chile y cebada.

⊗ MATERIAL Y MÉTODOS ⊗

El trabajo de campo se realizó de marzo 1993 a febrero de 1994, para lo cual se realizaron visitas periódicas mensuales con una duración de tres días de cada una. Durante los meses que comprendió el período reproductivo de *L. curasoae*, se efectuaron visitas adicionales con el fin de recabar información del desarrollo y comportamiento de las crías y sus madres, así como realizar tomas fotográficas.

Con el fin de registrar los parámetros ambientales de la cueva, así como tener la ubicación exacta de las colonias de murciélagos, la cueva fue regionalizada en distintas zonas. Hoffman *et al.* (1986) mencionan que la falta de luz es una característica fundamental que separa a las cuevas de los demás medios biológicos de la superficie terrestre, por lo que para llevar a cabo su estudio, estas formaciones pueden ser divididas en tres zonas (zona de luz, de penumbra y de oscuridad) dependiendo de la cantidad de luz presente en ellas. La delimitación de estas zonas puede llegar a ser considerada como arbitraria, ya que ésta depende fuertemente de la capacidad visual del observador.

Con el fin de evitar caer en ambigüedades, la zonificación de la cueva se realizó basándose en parámetros cuantificables u observables, como la presencia, ubicación y distribución de colonias de murciélagos a lo largo del refugio y en las diferencias en los valores de temperatura y humedad relativa registrados en diferentes zonas de la cueva. La regionalización dio por resultado tres cámaras claramente identificables.

A cada una de las cámaras de la cueva se le registró su longitud, altura y ancho utilizando una cinta métrica marca Truper de 50 metros de largo. La suma de las

mediciones de las tres cámaras al final dio por resultado el tamaño promedio de la cueva. En las galerías más altas cuando la medición se dificultó, fue necesario utilizar un globo lleno con gas helio, al cual se le sujeto a un hilo graduado en metros.

La ubicación, distribución y área que ocupa cada una de las colonias de murciélagos presentes en la cueva, se estableció por medio de cuadrantes de 2 m² trazados en el piso de donde fueron colectados cráneos, por la abundancia de cráneos de una misma especie en un área determinada, se asumió que ese era el sitio que ocupaba una especie en particular. Lo anterior se corroboró mediante observaciones directas, toma de exposiciones fotográficas y filmaciones de videos realizadas en cada uno de los sitios de colecta.

El registro de temperaturas se efectuó mensualmente, se utilizaron tres termómetros marca Brannan de rango de -10 a 120 °C que quedaron sujetos a una garrocha de 5 m en cada una de las cámaras. Los registros se realizaron en tres horarios (0700, 1400 y 1800 hr.) que correspondieron a la temperatura mínima, máxima y media de cada día. La medición de la humedad relativa se efectuó con tres higrómetros marca Taylor, los cuales quedaron ubicados en los mismos sitios que los termómetros. El registro de estos datos se realizó en los mismos horarios de la toma de las temperaturas. De esta manera, al final del estudio se obtuvo un promedio de temperatura y humedad relativa para cada una de las tres cámaras y un promedio global para toda la cueva.

La medición de las corrientes de aire se realizó durante los primeros cuatro meses (marzo-junio) del estudio utilizando un anemómetro, al observar que éstas no se perciben más allá de los primeros 30 m de la cueva, se decidió omitirlas.

Las observaciones de la variación del tamaño de la población se realizaron mensualmente por medio de conteos directos de los organismos en el interior del

refugio. Para llevar a cabo el conteo, se ubicó la disposición que guarda la mayoría de los organismos en el interior del refugio, establecido lo anterior, se calculó el tamaño del área que ocupan y se cuadrículo seleccionando 5 cuadrantes de 5 x 5 m al azar. Con el fin de facilitar el conteo y la observación de los individuos, en los vértices de cada cuadrante se colocó una estaca pintada de color amarillo. Al término de cada sesión se sacó un promedio del número de organismos contados por cuadrante y se extrapólo para toda el área. Los datos recabados de esta manera se compararon con exposiciones fotográficas tomadas de la colonia. Los conteos y las fotografías se realizaron permanentemente de una a dos horas antes del ocaso (1700 y 1800 hrs.).

La proporción de sexos y estructura de edades de la población, se obtuvieron por medio de capturas de ejemplares en el exterior del refugio, para lo cual se colocó una red de niebla (12 x 2 m) a 50 m de la entrada a la cueva una hora y media después del ocaso (2030 y 2130 hr.) permaneciendo abierta por espacio de una a dos horas. Cada uno de los murciélagos capturados fue sexado y pesado con una balanza semianalítica Ohaus de 0.001 gr de precisión y se les tomaron las medidas corporales convencionales (longitud total, longitud de la cola, longitud de la oreja derecha, longitud de la pata posterior derecha y longitud del antebrazo) con un vernier marca Scala. La mayoría de los murciélagos fueron puestos en libertad una vez que fueron bandados con anillos metálicos No. 3 y 4 (U. S. Fish and Wildlife Service).

Es importante señalar que el horario de captura se seleccionó después de haber observado la salida de las diferentes poblaciones de murciélagos que habitan la cueva, de tal manera, se evitó la colecta innecesaria de organismos de las otras especies y se aseguró un mayor porcentaje de capturas de *L. curasonae*. Además, la captura siempre se realizó en el segundo día de muestreo, ya que el primero se empleó para registrar la variación poblacional y observar el comportamiento de la colonia dentro del refugio.

Para establecer la estructura de edades, cada murciélago fue revisado de acuerdo a una combinación de características de pelo, masa corporal y fusión de epífisis metacarpales (Kunz y Anthony, 1982; Anthony, 1988), distinguiendo dos categorías: juveniles (peso menor de 19 gr., pelaje ralo y articulaciones de las falanges no osificadas) y adultos (peso mayor de 19 gr., pelo bien desarrollado y osificación de las falanges completa).

De acuerdo con la condición reproductiva de las hembras, éstas se clasificaron en: preñadas, lactantes e inactivas. La preñez se determinó por palpación directa del abdomen y de acuerdo al tamaño de éste, se distinguieron tres categorías: preñez incipiente, media y avanzada. El examen de las glándulas mamarias permitió clasificarlas en las categorías de lactantes (presencia de alopecia alrededor del pezón y leche al ejercer una ligera presión), postlactantes (con alopecia y ausencia de secreción de leche cuando se ejerce presión) e inactivas (cuando ninguno de los dos criterios se presentaba). Otros datos adicionales fueron la observación de cambios morfológicos aparentes o la presencia de fluidos en la vulva vaginal. Durante el período que duró la gestación se sacrificaron mensualmente algunas hembras con la finalidad de seguir el desarrollo embrionario.

En los machos la condición reproductiva se determinó por la posición de los testículos (abdominales o escrotados) y su tamaño (diámetro). En algunos casos cuando los testículos no eran evidentes, se agregaron unas gotas de alcohol sobre la piel para provocar que éstos emergieran y pudieran ser medidos.

Los patrones de actividad (horarios de salida de forrajeo, regreso diurno y retornos nocturnos al refugio) se establecieron mediante observaciones efectuadas en el interior y en el exterior de la cámara que ocupa *L. curasone*. Durante el día se observó

la conducta (vigilia, descanso y formas de agrupación) de la colonia. Los horarios de salida y de regreso del refugio con fines de forrajeo, se establecieron mediante observaciones realizadas en el interior de la cámara, considerando como criterio el momento en el cual los primeros organismos la abandonan o retornan a ella. Se observó si existían retornos nocturnos, para lo cual se requirió entrar a la cámara en horarios constantes (1200 y 0300 hr.).

La actividad diurna se registró mediante observaciones en el interior de la cámara a intervalos de tres horas a partir de las 0800 hr., permaneciendo por espacio de 30 minutos registrando la forma de ubicación y agregación, además de observar si los individuos se encontraban en descanso o vigilia. Para realizar estas observaciones, se utilizaron dos lámparas a las que se les colocó un filtro de color rojo con la finalidad de atenuar la intensidad de la luz y provocar el menor grado de perturbación a la colonia. Durante las etapas de gestación y lactancia se realizaron las mismas observaciones poniendo énfasis si las madres y sus crías presentaban la misma ubicación y comportamiento dentro del refugio.

❁ RESULTADOS ❁

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUEVA

La cueva Tzinacanostoc es una formación natural situada a la mitad del cerro del mismo nombre, penetra en dirección horizontal 234 m de longitud, tiene una sola entrada de 20 m de alto y 28 m de ancho, ubicada en una hondonada de 20 m con respecto a la superficie del suelo con una pendiente de 18° (Fig. 3). A lo largo de la hondonada se aprecia una gran diversidad de árboles, arbustos, lianas y herbáceas que cubren parcialmente el sendero que conduce a la entrada, sin llegar a obstruir el paso de los rayos solares y las corrientes de aire al interior del refugio, así como los movimientos de los murciélagos durante sus períodos de actividad.

Los rayos solares penetran aproximadamente a los primeros 20 m de la cueva. En el interior del refugio no se presentan escurrimientos o filtraciones de agua a lo largo de las galerías, aunque en el período de lluvias (junio - octubre) se observan goteos ocasionales en los primeros 15 m de la entrada, principalmente en las paredes.

De acuerdo con el análisis químico de las rocas extraídas del interior de la cueva, el sustrato está conformado por roca caliza en la cual aún es posible apreciar cambios en su composición y fisonomía, dando una apariencia de estar constituido por diferentes tipos de rocas. Estos cambios en la morfología se dan por fenómenos de recristalización, reordenamiento de cristales en tamaño y disposición y por mezcla con otros minerales como los feldespatos. El piso de la cueva es accidentado a causa de los desprendimientos periódicos de rocas del techo y de las paredes que impiden el acceso libre hacia el interior del refugio. En las dos últimas cámaras se presentan depresiones en forma de pequeños barrancos de aproximadamente de 1.5 a 2.0 m de

ancho y de 2 a 4 m de altura, esto dificulta la captura de murciélagos en el interior con redes de golpeo y de manera manual.

La zonificación de la cueva dio como resultado tres cámaras que pueden ser distinguidas fácilmente por su estructura, por los valores de temperatura y humedad relativa, y por la presencia de poblaciones de murciélagos que de manera permanente la habitan (Fig. 3).

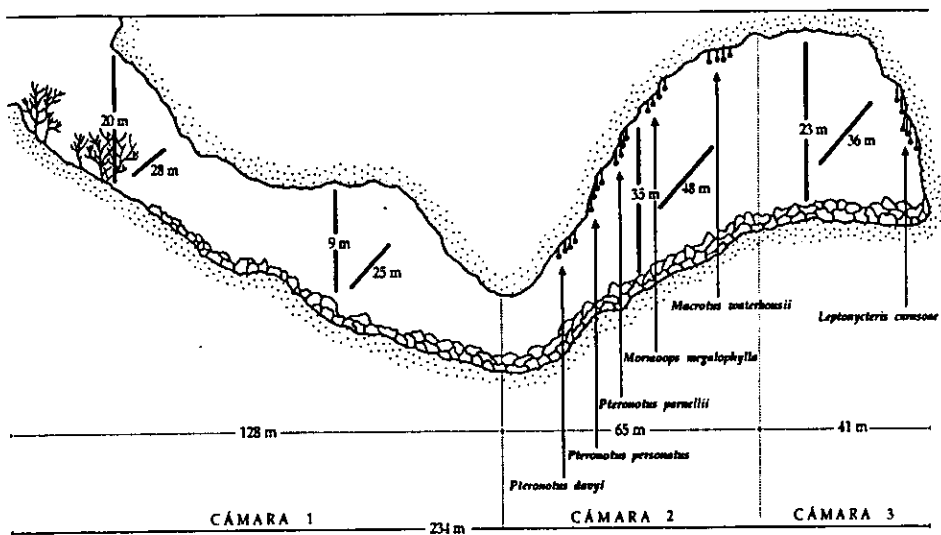


Fig. 3. Diagrama esquemático de la cueva Tzinacanostoc (medidas y poblaciones de murciélagos).

La primera cámara tiene una longitud de 128 m, una anchura de 25 m y una altura de 9 m en promedio. Esta zona se caracteriza por la ausencia permanente de murciélagos, por la cantidad de luz que penetra y por los valores de temperatura y humedad relativa más bajos y variables de los registrados en la cueva.

La segunda cámara comienza a los 128 m de la entrada y termina a los 193 m, tiene una longitud de 65 m, un ancho de 48 m y una altura de 35 m, aproximadamente. El inicio de esta cámara, se caracteriza por el bloqueo parcial causado por el desprendimiento de rocas del techo, lo cual se hace evidente por la disminución en la altura y ancho; sin embargo, esto no llega a impedir el acceso a la siguiente cámara y tampoco obstruye el flujo de los organismos durante sus períodos de actividad

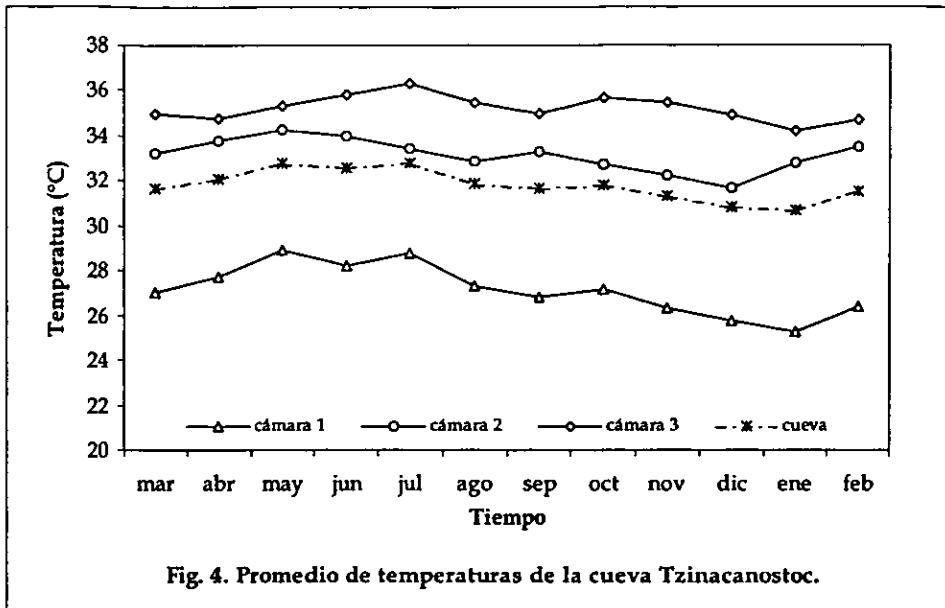
En esta cámara fue constante la presencia de cuatro especies de la familia Mormoopidae: *Pteronotus davyi*, *Pteronotus personatus*, *Pteronotus parnellii* y *Mormoops megalophylla* y sólo durante los meses de febrero a junio, organismos del filostómido *Macrotus waterhousii* (en su mayoría hembras), utilizan la cueva y específicamente esta cámara con fines estrictamente reproductivos (Fig. 3). Otro hecho notable de esta cámara es el incremento de valores de temperatura y de humedad relativa.

La tercer cámara que es la más profunda, se inicia a los 193 m de la entrada, tiene una longitud de 41 m, una anchura de 36 m y una altura de 23 m, aproximadamente. En su parte final se cierra formando una estructura cóncava, en cuyas paredes se localiza exclusivamente una colonia permanente de murciélagos de la especie *Leptonycteris curasoae* (Fig. 3). A la postre resulta ser la cámara más pequeña y con los valores ambientales más altos y estables, lo que permite una alta estabilidad microclimática.

FACTORES FÍSICOS

Corrientes de aire. Los movimientos internos del aire sólo fueron registrados durante los primeros cuatro meses de estudio, observando que estos sólo son pueden ser perceptibles en los primeros 25 m, a partir de este punto y hasta el final de la cueva, es prácticamente imposible detectar fluctuaciones de aire, por lo que se decidió omitir tales mediciones en los meses posteriores. Sin embargo, es importante señalar que como consecuencia de los movimientos de salida de los murciélagos, son apreciables los movimientos de recirculación del aire causados por el aleteo de estos organismos causando una ventilación del refugio.

Temperatura. Los valores de temperatura muestran que la primer cámara, es la que presento los valores más bajos de temperatura con un promedio de 27.1 °C, la temperatura más baja se registro en enero (25.3 °C) y la más alta en mayo (28.9 °C), la diferencia entre estos dos valores fue de 3.6 °C. En la segunda cámara el promedio fue de 33.1 °C, la temperatura más fría correspondió a diciembre (31.7 °C) y la más caliente a mayo (34.3 °C), con una diferencia de 2.6 °C. La cámara tres presentó las temperaturas más altas y constantes con una media de 35.2°C correspondiendo la más baja a enero (34.2 °C) y la más alta a julio (36.3 °C), con una diferencia de 2.1 °C (Fig. 4).



Humedad relativa. Al igual que la temperatura, los valores más bajos de humedad relativa se presentaron en la cámara uno, con un promedio de 89.6%, el porcentaje más bajo se reportó en enero (87%) y el más alto en julio (92%). La cámara dos registró un promedio de 94.1%, los meses con menor humedad fueron septiembre y diciembre (93%) y los más altos los de marzo, mayo, junio y febrero (95%). En la cámara tres la humedad relativa fue menos variable, con un promedio alrededor del 97.9% en prácticamente todos los meses del año (Fig. 5).

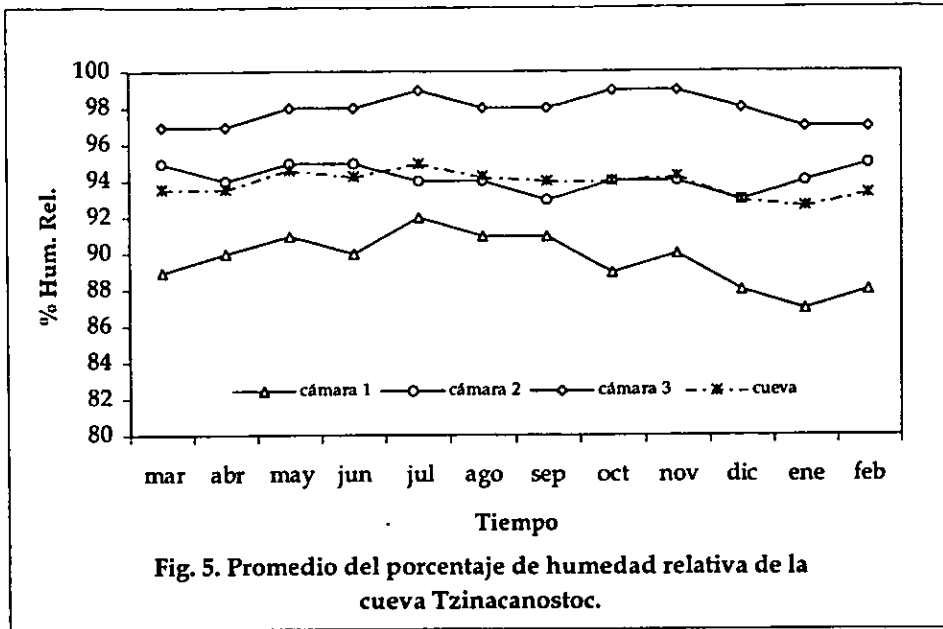
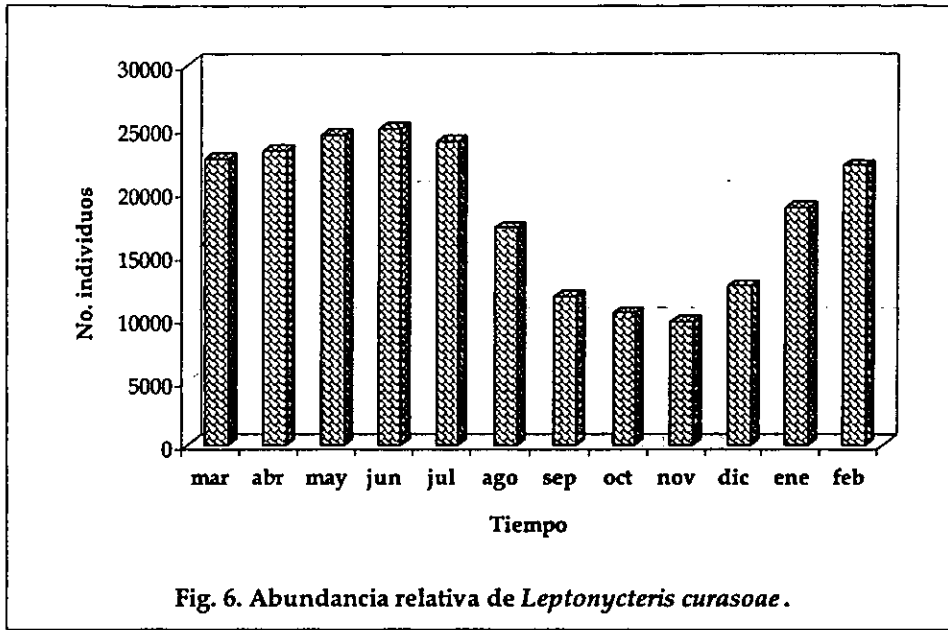


Fig. 5. Promedio del porcentaje de humedad relativa de la cueva Tzinacanostoc.

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN

El tamaño de la población presentó fluctuaciones marcadas a lo largo del año. De febrero a julio la colonia se mantuvo en un promedio de 23,500 individuos. A partir de agosto disminuyó a 17,000 organismos. De septiembre a diciembre la media se mantuvo constante alrededor de los 11,100 individuos, que a la postre fue el número más bajo de la colonia. A partir de enero la colonia empezó a recuperarse nuevamente, llegando a tener 18,700 murciélagos (Fig. 6) en promedio.

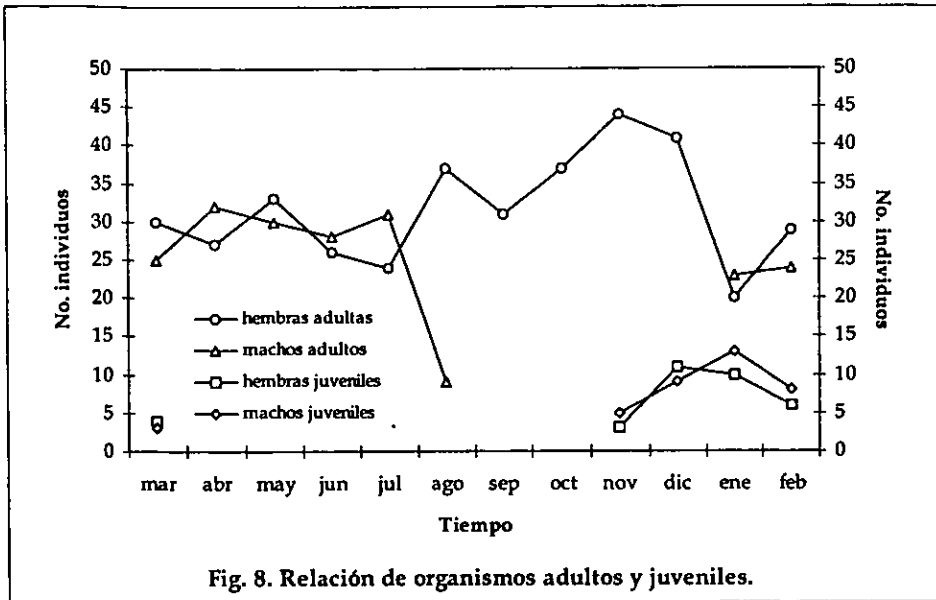


Una de las formas que permiten corroborar la fluctuación de la población fue la variación del tiempo requerido en la captura de los organismos en el exterior de la cueva. Así se observó que en los meses de marzo a julio el tiempo empleado fue de 50 - 70 minutos, mientras que de los meses de agosto a febrero fue de aproximadamente de 90 - 120 min.

PROPORCIÓN DE SEXOS

De febrero a julio se mantuvo la tendencia de 1:1, pero a partir de agosto, se presentó un incremento gradual en el número de hembras que de 4.1:1 llega a ser de 41:0.08, máxima proporción que se alcanza en los meses de septiembre a diciembre. En enero esta relación se invierte y aunque el número de machos es ligeramente mayor (1:1.2),

puede considerarse que el ciclo se completa cuando se llega a la proporción 1:1 en febrero (Fig. 7).



ESTRUCTURA DE EDADES.

De los meses de diciembre a marzo se colectaron en el exterior del refugio un total de 64 ejemplares juveniles, todos ellos presentaban el cuerpo cubierto totalmente de pelo y daban la apariencia de que habían alcanzado su máximo desarrollo; sin embargo, al examinar el peso (machos $n = 33$; $x = 17.6$ gr, $SD = 1.2$; hembras $n = 31$; $x = 18.2$ gr, $SD = 0.8$) (Fig. 8) y la osificación de las falanges mostraban con claridad que se trataba de organismos juveniles. Durante estos meses la presencia de organismos juveniles mezclados con adultos en las actividades de forrajeo, reflejaba inequívocamente que éstos ya eran capaces de salir y obtener su alimento por sí mismos. De principios de

abril a noviembre, la estructura corporal de juveniles y adultos es muy semejante, por lo que distinguirlos es prácticamente imposible, se revisaron un total de 389 ejemplares durante este período y en todos ellos los niveles de osificación de las articulaciones de las falanges era completa, así como la conformación del pelo y el peso en promedio (machos $n = 130$; $\bar{x} = 27$ gr, $SD = 1.7$; hembras $n = 259$; $\bar{x} = 28.3$ gr., $SD = 1.8$) indicaban que todos podrían considerarse como adultos.

PATRÓN REPRODUCTIVO

La observación de la disposición y tamaño testicular en 128 machos durante el período de enero a mayo, indico que en 91 de ellos los testículos eran muy pequeños y en los 37 restantes el diámetro era de 3 mm en promedio ($n = 37$ y $SD = 0.69$), el peso promedio fue de 23.6 gr y ninguno mostraba señal de actividad reproductiva, por lo que todos fueron considerados como organismos inactivos. A partir de mayo, se empezó a notar un crecimiento gradual de los testículos alcanzando su máximo desarrollo a principios del mes de julio (Fig. 8), donde la media registrada fue de 13.5 mm de longitud ($n = 31$ y $SD = 1.65$), en esta época fue notable la acumulación de grasa en la región torácica y lumbar, provocando un incremento en el peso corporal (31.8 gr) de los individuos (Fig. 8). La grasa acumulada, el tamaño testicular y la ganancia de peso indicaban que los machos se encontraban preparando para el período de apareamiento. En agosto, disminuyó tanto el tamaño de los testículos con una media de 6.6 mm ($n = 9$ y $SD = 1.06$), el peso corporal con 25.8 gr y la cantidad de grasa; sin embargo, la presencia de estos organismos en el interior del refugio mezclados con hembras permitían suponer que aún continuaba la fase de apareamiento. De octubre a diciembre fue notoria la ausencia de los machos en el refugio.

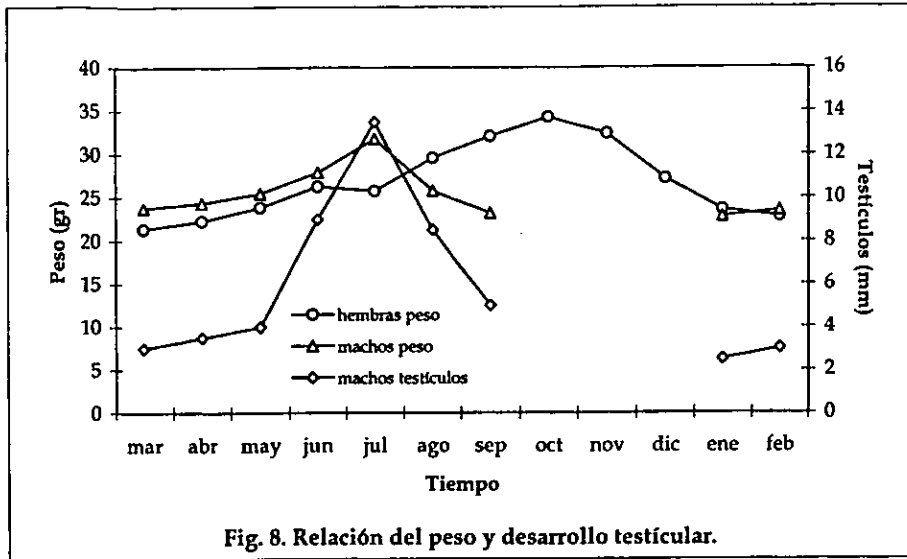


Fig. 8. Relación del peso y desarrollo testicular.

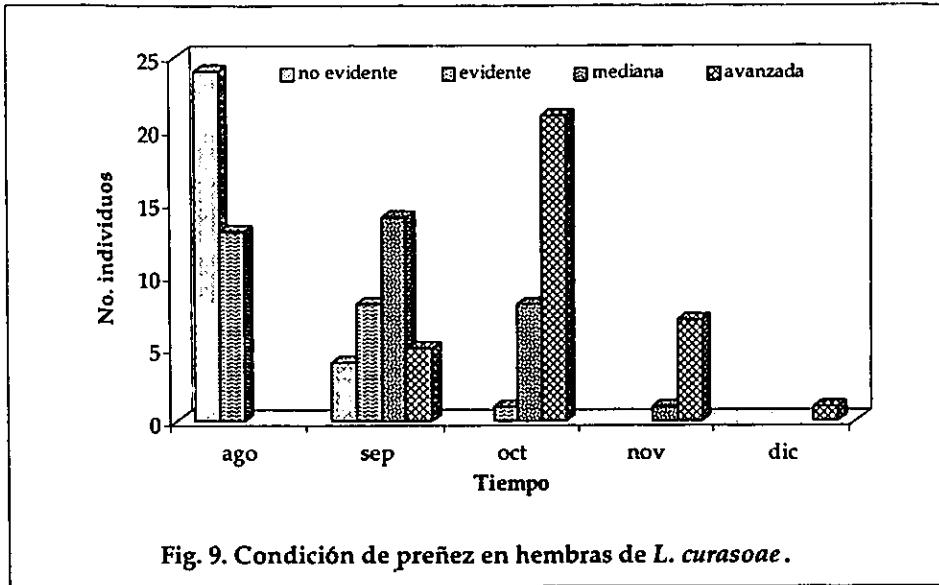
El caso de las hembras fue diferente, de las 20 capturadas en enero, el 60% se encontraban en fase de inactividad (o postlactancia) y el 40% restante mostraba claras evidencias de conclusión de lactancia. En las observaciones de 129 hembras capturadas de febrero a mayo no se advirtió que existieran signos de actividad reproductiva y el peso corporal se mantuvo en un promedio de 22.6 gr; sin embargo, la presencia de grasa acumulada en la región del cuello y lumbar en algunas de ellas a finales de mayo, podría interpretarse como el inicio de la fase reproductiva. La acumulación de grasa fue incrementando gradualmente, llegando a cubrir toda la espalda y parte de la región pectoral durante junio y julio, lo cual se manifestó por el ligero incremento en la masa corporal (Fig. 8) con un promedio de 26.0 gr. También durante este período la vulva vaginal presentó hinchamiento y enrojecimiento marcados.

La mayor acumulación de grasa se observó en agosto, a finales de este mes, de 37 hembras revisadas, en 13 (35 %) de ellas la preñez empezaba a ser evidente (Fig. 9), lo cual se pudo corroborar por la ganancia de peso ($n = 37$; $\bar{x} = 29.6$ y $SD = 0.97$), 3.8 gr más con respecto al registrado en julio, (Fig. 8); las 24 (65 %) hembras restantes no presentaban indicios de preñez, por lo que con el fin de corroborarlo a 5 se les realizó disección y en 2 de ellas se encontraron embriones de 0.9 mm de longitud, sin que ninguna presentara modificaciones somáticas aparentes.

En septiembre se colectaron 31 hembras, de las cuales 4 (13 %) se encontraban con preñez no evidente, 8 (26 %) con preñez evidente, 14 (45 %) presentaron preñez en fase media y en 5 (16 %) la preñez era avanzada (Fig. 9). A finales de octubre se revisaron 37 hembras, 7 (19 %) ya habían parido, 21 (56.7 %) mostraban preñez avanzada, 8 (21.6 %) se mantenían con preñez media y sólo una (2.7 %) apenas presentaba preñez evidente. A mediados de noviembre se revisaron 44 hembras, el 82 % (36) había parido, sólo una (2.0 %) presentaba preñez media y el 16 % restante (7) permanecían en fase avanzada, aunque por lo abultado del abdomen la gestación estaba a punto de concluir.

Los nacimientos concluyen en diciembre (Fig 10), a mediados de este mes se observaron 41 hembras y solamente una de ellas se encontraba gestante, muy próxima a parir. La grasa acumulada empezó a disminuir notablemente a partir de noviembre y en enero solamente se apreciaron pequeñas porciones de grasa en la región interescapular.

No se tiene el peso de los críos al nacimiento; sin embargo, la masa de los fetos disectados en la fase terminal del período de gestación tuvieron una masa corporal de 7.3 gr, que representa el 22.5% del peso de la madre ($n = 11$).



La lactancia da inicio en la segunda quincena de octubre (Fig. 10), lo cual se confirmó por el desarrollo de las glándulas mamarias, la secreción de leche y la disminución del volumen del vientre. La lactancia concluye en enero, aunque de 8 hembras examinadas sólo una presentó secreción de leche y el resto se encontraba en fase de postlactancia. Es importante destacar que uno de los criterios utilizados para determinar la condición de lactantes (alopecia alrededor del pezón), no fue un buen indicador, ya que sólo 7 hembras durante este período, presentaron dicha condición.

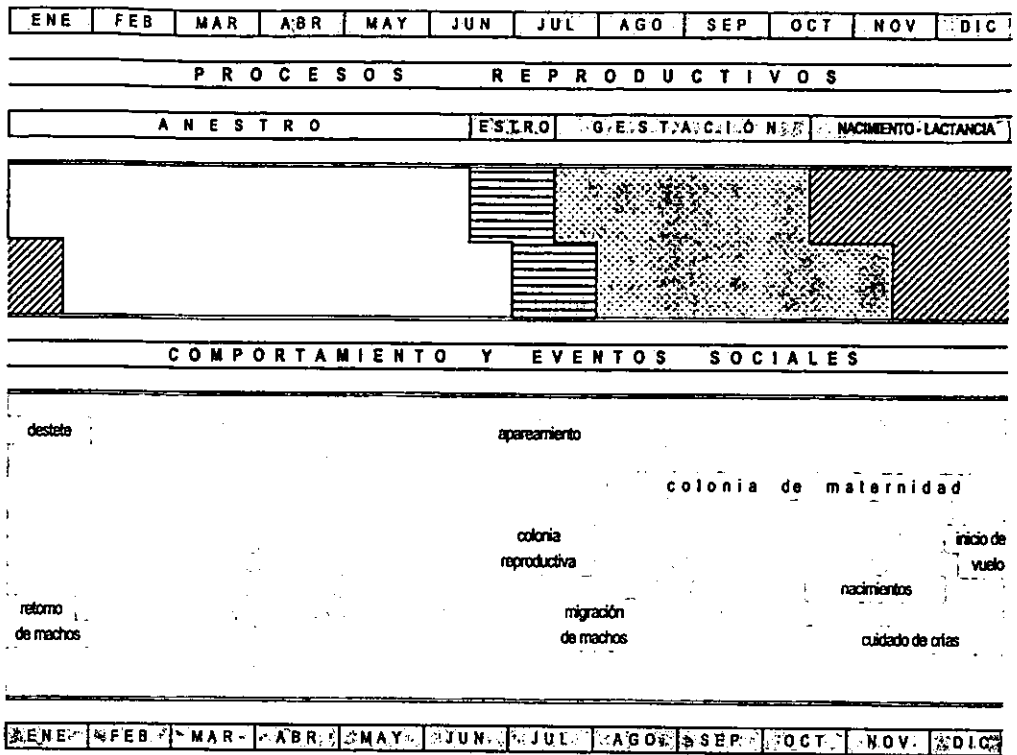


Fig. 10. Patrón reproductivo y eventos conductuales de *Leptoncyteris curasoae*.

COMPORTAMIENTO Y EVENTOS SOCIALES

De la segunda mitad del mes de julio a mediados de agosto, el número de individuos de la colonia de *L. curasoae* comenzó a disminuir notablemente, debido a que los machos abandonaron gradualmente el refugio, lo cual fue más notorio en los meses posteriores (septiembre-diciembre) cuando se habían retirado prácticamente todos los machos del refugio. De esta manera, los organismos que permanecieron en la colonia

formaron una agregación unisexual integrada exclusivamente por hembras, a la cual se le ha dado el nombre de "colonia de maternidad", que es donde acontecen los eventos de gestación y lactancia (Fig.10).

Durante los períodos de gestación y lactancia no se observaron cambios en la disposición que guarda la colonia de maternidad dentro del refugio, ya que siempre permaneció situada en la pared derecha de la tercera cámara. Sin embargo, sí fueron evidentes los cambios en los patrones de actividad, principalmente en el horario de salida para forrajear, así como en el regreso de las hembras al refugio. Se advirtió que de septiembre a principios de noviembre (gestación), la colonia de maternidad abandonó el refugio hora y media después del ocaso y lo de hizo de manera pausada y para hacerlo transcurrieron entre 50 y 70 minutos. Durante la noche se registraron regresos periódicos de algunos individuos.

El patrón de actividad descrito se modificó de noviembre a enero (lactancia), la colonia abandonó el refugio una hora después del ocaso, el tiempo utilizado para abandonarlo fue de 40 minutos y fue más agitada la forma en que lo hicieron. Cuando abandonaron el refugio por la noche para forrajear, no se observó a ninguna hembra cargar con su crío, además, el número de individuos que realizaron regresos nocturnos fue mayor y la población retornó al refugio 1.40 horas más temprano que durante el periodo de gestación.

Una vez que las hembras abandonan el refugio por la noche, las crías se reúnen en grupos de 5 a 10 individuos, separados uno de otro por una corta distancia; sin embargo, la mayoría permanecen esparcidos a lo largo de las paredes. En las orillas de estos grupos, siempre se observaron algunos individuos "adultos" que permanecieron hasta el regreso de las madres. Desafortunadamente no se pudo conocer el sexo y la probable función que desempeñan en las guarderías estos

organismos, sin embargo, se asumió que eran hembras dada la conformación de la colonia, que tal vez realicen la función de cuidadoras mientras las madres salen a alimentarse.

Durante el día, las madres pasan mucho de su tiempo en estrecho contacto físico con su cría, la cual permanece pegada al cuerpo de su madre, tal vez con fines alimentarios o de acicalamiento.

Cuando las crías tienen un mes ó mes y medio de nacidas, comienzan a realizar pequeños vuelos dentro de la cámara que no sobrepasan los 15 metros de donde se encuentran sus madres, aún son torpes en sus movimientos y a veces chocan con las paredes y rocas del refugio. Los machos retornan a la cueva hasta los primeros días del mes de enero en forma gradual, con este evento se disgrega la colonia de maternidad y se restablece la colonia heterosexual compuesta por hembras, machos adultos y organismos juveniles. Las crías son capaces de valerse por sí mismas aproximadamente a los tres meses de su nacimiento, momento en el cual comienzan a abandonar el refugio.

Durante el tiempo que duró la colonia de maternidad se trató de localizar el área a la que se desplazan los machos y para ello, se exploraron algunas formaciones como cuevas, minas, oquedades, para coleccionar murciélagos de esta especie en áreas circunvecinas (Axochiapan, Tlaucingo, Tzinacantepec, El Limón, Huehuetlán El Chico, Miguel Tecolasio, etc.) de la cueva Tzinacanostoc, sin éxito alguno.

En el mes de octubre se localizó una mina abandonada conocida localmente como "El Socavón" a un 1 Km E del poblado de Tlaucingo y 16.4 Km en línea recta de la cueva de estudio, en la mina se encontró una colonia de *L. curasoae* integrada por cientos de machos. Se realizaron capturas en los meses posteriores (octubre-enero) con la

finalidad de ver si era posible encontrar individuos marcados en la cueva Tzinacanostoc, y fue así que en enero, se capturó un macho marcado, que por desgracia fue imposible identificar el número de marca. Sin embargo, por la distancia que media entre ambas cuevas y por el hecho de que la colonia de El Socavón se encontrara constituida exclusivamente por machos y, además, sabiendo que en esa área no hay instituciones realizando investigaciones de esta índole, es probable que si no todos, algunos de los machos sean habitantes de la cueva Tzinacanostoc, hasta antes de constituirse la colonia de maternidad. Este hecho se viene a confirmar por visitas realizadas en los meses de marzo a mayo a El Socavón, en donde a diferencia de los meses anteriores, la colonia era poco numerosa (200 organismos) integrada por machos y hembras.

DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUEVA

Los refugios proporcionan a los murciélagos sitios adecuados para hibernar, descansar, llevar a cabo la digestión, proteger el desarrollo de las crías y protección a climas adversos. En ellos se dan interacciones sociales intraespecíficas. Ofrecen condiciones que permiten regular la natalidad y mortalidad y con ello el incremento de la sobrevivencia (Kunz, 1982).

La estructura y topografía de los refugios pueden funcionar como trampas de calor (Arends *et al.*, 1995) que les permiten mantener una temperatura corporal elevada y constante con muy poco gasto energético. De acuerdo a lo anterior, la selección efectiva de un buen refugio podría ser vista como una interacción compleja de adaptaciones fisiológicas, morfológicas, de comportamiento y como una respuesta demográfica de la población, lo que al final se ve reflejado en la supervivencia y en el éxito evolutivo de la especie (Kunz, 1982).

El refugio ocupado por *L. curasoae*, confirma que las cuevas son los sitios predilectos por los murciélagos de esta especie, como lo han señalado Villa-R. (1967), Hayward y Cockrum (1971), Cockrum (1991), Arita (1991), Arends *et al.* (1995), Ceballos *et al.* (1997), Fleming *et al.* (1998), Álvarez *et al.* (1999), entre otros. Ceballos *et al.* (1997) han registrado 10 cuevas a lo largo de la Vertiente del Pacífico habitadas por este murciélago, indicando cuales de ellas son utilizadas estrictamente con fines reproductivos y no reproductivos; sin embargo, se desconoce en la mayoría de ellas sus dimensiones, tamaño y morfología,, composición mineralógica y más aún condiciones de temperatura y humedad. De esos 10 sitios, solamente de la cueva San

Andrés en Chamela, Jalisco describen sus dimensiones (33 m de longitud, 4.1 m de ancho y 14.5 m de altura) y su estructura, encontrando que esta cueva alberga una colonia de *L. curasoae* que fluctúa entre 5,000 y 70,000 individuos a lo largo del año.

Tzinacanostoc, es de mayor tamaño, e inclusive cada una de las cámaras que la conforman, son más grandes (Fig. 3) que la propia cueva de Chamela. La topografía y la distancia que media entre las entre las últimas dos cámaras con respecto a la entrada de la cueva, impiden el flujo de aire quedando prácticamente aisladas del exterior. La humedad constante del piso en dichas cámaras, es producto de la orina y de los procesos respiratorios de las poblaciones de murciélagos y otros organismos que allí habitan.

El calor que se produce por diferentes vías (metabólico, bacteriano y el resultado de la putrefacción de organismos muertos) junto con la humedad, generan un tipo de "trampa de calor", la cual se caracteriza por presentar una alta estabilidad ambiental, lo que se acrecienta en la tercera cámara ocupada por *L. curasoae* (Fig. 4 y 5). Probablemente sea este hecho, como lo señala Arends *et al.* (1995), el que induce a esta especie a seleccionar y habitar preferentemente este tipo de espacios y, de acuerdo con Silva-Taboada (1977, 1979) y Rodríguez- Durán (1998), por las características del refugio y en particular los de la tercer cámara, ésta podría clasificarse como una cueva de calor, señaladas como sitios preferidos por este murciélago.

FACTORES FÍSICOS Y MICROCLIMA DEL REFUGIO

La temperatura constituye el factor físico de mayor importancia en la distribución y selección del refugio en los murciélagos (Racey, 1982). Este hecho se corrobora al observar los patrones de distribución geográfica de los murciélagos, en donde la mayoría de las familias se localizan a bajas latitudes y solamente dos de ellas

(vespertilionidos y embalonuridos) han logrado penetrar hacia la región Neártica (Koopman, 1970; Ramírez-Pulido y Castro, 1993). McNab (1974) señala que la temperatura del sustrato es uno de los factores abióticos más importante en el proceso de selección del refugio en murciélagos hibernantes, o bien, que sufren períodos cortos de hibernación (torpor), lo que sucede con especies que habitan en altas latitudes. Como *L. curasoae* no entra en ninguna de estas condiciones, es por ello que desde el inicio del estudio no se consideró este parámetro.

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. El flujo de aire no se percibe a lo largo de todo el refugio y sólo durante los períodos de actividad, el batir de las alas provoca corrientes de aire, desafortunadamente se desconoce su influencia en los valores de temperatura y humedad relativa, ya que éstos se mantuvieron con el mismo valor que cuando los organismos se encontraban en reposo.

Los registros de humedad relativa de los refugios que ocupa *L. curasoae*, son escasos sólo Hayward y Cockrum (1971) mencionan valores cercanos al 100%, los cuales se asemejan al promedio de 97.5% registrado en este trabajo (Fig. 5).

Asimismo, los valores de temperatura son escasos, los pocos que se han reportado son por los mismos autores para la cueva Colosal y otras de Arizona con valores que van de 23.0 a 33.0 °C y, recientemente Álvarez *et al.* (1999) para seis cuevas localizadas en el centro de México cuyos valores van de los 18 °C (Minas de Ixtapan del Oro, Estado de México) a los 33 °C (Cueva "El Salitre", Morelos); sin embargo, es conveniente señalar que el valor de 18 °C fue resultante de una sola medición y fue característica la ausencia de murciélagos en visitas posteriores a la misma.

De acuerdo con Carpenter y Graham (1967) temperaturas por abajo de los 20 °C resultan letales para *L. curasoae*, lo que justifica que a estos organismos se les encuentre en refugios con temperaturas por arriba de los 20 °C, además, tienden a agregarse y ocupar lugares en los cuales las corrientes de aire no sean acentuadas como en el caso de algunas especies de mormópidos (Bonaccorso *et al.*, 1992).

La temperatura promedio de la cueva Tzinacanostoc se mantiene en los 31.8 °C a lo largo del año y queda comprendida dentro de los valores señalados para los refugios habitados por este murciélago. Ahora bien, si este valor se compara con el registrado en la cámara que ocupa *L. curasoae* resulta más elevado, en el orden de 35.2 °C con una oscilación que va de los 34 °C a los 36.3 °C, temperaturas por arriba de las reportadas por los autores mencionados.

Si bien las diferencias de temperatura entre las tres cámaras de la cueva son pequeñas (Fig. 4), probablemente sean más que suficientes para determinar la selección del microhábitat de *L. curasoae* en el interior de la cueva, en virtud de que nunca se observo organismos de esta especie en ningún otro sitio dentro de la cueva, como tampoco se encontró de otras especies en la cámara ocupada por *L. curasoae*.

Los valores de temperatura y humedad relativa de la cámara que ocupa *L. curasoae*, se deben a su ubicación, la distancia que hay con respecto a la entrada de la cueva (193 m), la obstrucción parcial de la entrada a la segunda cámara que limita el flujo del aire hacia la tercer cámara y, finalmente la alta densidad poblacional de murciélagos que alberga. Las condiciones anteriores, permiten que el calor generado por el metabolismo de los murciélagos y el que se genera por otras vías (acción bacteriana, fauna guanobía y la descomposición de organismos muertos en el interior) quede atrapado, manteniendo una alta estabilidad ambiental. Lo anterior coincide con lo

registrado por Arends *et al.* (1995) en otras cuevas ocupadas por poblaciones de *L. curasoae*. De acuerdo con los valores de temperatura (35.2 °C) y de humedad relativa (97.9%) registrados en la cámara que ocupa *L. curasoae*, el microclima de esta zona podría clasificarse como el más cálido de los cálidos húmedos.

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN

Cambios estacionales del tamaño de la población y en la proporción de sexos dentro de los refugios, se han mencionado para pocas especies (Ceballos *et al.*, 1997), dentro de los filostómidos están *Desmodus rotundus* (Turner, 1975), *Artibeus jamaicensis* (Handley *et al.*, 1991), *Myotis nigricans* (Wilson, 1971), *Phyllostomus hastatus* (McCracken y Bradbury, 1981), *Anoura geoffroyi* (Galindo-Galindo, 1995) y *Carollia perspicillata* (Fleming, 1988).

Las hembras de *C. perspicillata* realizan migraciones estacionales alterando la estructura y composición y tamaño de la colonia, hecho que también ha sido documentado para poblaciones de *L. curasoae*, en donde se habla del movimiento de miles de hembras, desde la región sur de México al desierto de Sonora y Sur de los Estados Unidos, al parecer con fines reproductivos (Hayward y Cockrum, 1971; Cockrum, 1991, Ceballos *et al.*, 1997; Cockrum y Petryszyn, 1991; Wilkinson y Fleming, 1996). En la cueva de San Andrés en Chamela, Ceballos *et al.* (1997) mencionan datos acerca de la fluctuación en la abundancia poblacional, la cual llega a tener un mínimo de 5,000 individuos en marzo y un máximo de 75,000 en noviembre y mencionan variaciones en la proporción sexual causadas por el movimiento de miles de hembras *L. curasoae* hacia el Norte de México.

El tamaño de la colonia de *L. curasoae* guarda estrecha relación con la conducta reproductiva, así se observó que de febrero a julio, etapa en donde no se manifiesta

indicios de actividad reproductiva, el número de organismos que conforma la colonia heterosexual fue de 23,500 (Fig. 6). Para finales del período de apareamiento, a inicios de agosto, el número se redujo a 17,000 como resultado de que los machos abandonaron el refugio, este número decreció hasta 11,000 de los meses de septiembre a diciembre, época cuando se establece la colonia de maternidad. El destete sucede a mediados de enero y coincide con el retorno de los machos y el rompimiento de la colonia de maternidad, con estos eventos, el tamaño de la población se recupera para sumar 18,700 individuos, adicionando a este número los individuos juveniles que se reclutan del período reproductivo anterior.

PROPORCIÓN DE SEXOS

Silva-Taboada (1979) menciona que la composición sexual de una población de murciélagos en una cueva, puede cambiar durante la estación de crianza. En la colonia de *L. curasoae* los machos empiezan a abandonar el refugio una vez que ha concluido el período de apareamiento (agosto), al tiempo que se empieza a estructurar un grupo unisexual constituido exclusivamente por hembras, de tal manera que para noviembre la proporción se mantiene a favor de las hembras (47:0.01). El grupo unisexual se rompe con el retorno gradual de los machos al refugio en enero, a partir de este mes y hasta mediados de agosto, la proporción sexual se mantiene en relación aproximada de 1:1 (Fig. 7). La información de diciembre a marzo en los cuales se capturaron individuos juveniles, revelaron una proporción de 1:1, lo que indica que esta relación se mantiene ya que hembras y machos se producen en la misma cantidad.

ESTRUCTURA DE EDADES

De diciembre a marzo se capturaron 256 murciélagos, de los cuales 64 (25%) fueron juveniles. En todos ellos, el pelo se encontraba desarrollado y no existían diferencias con la conformación de los adultos. Sin embargo, el grado de osificación de las falanges no era completa y el peso en promedio (18 gr), se encontraba por debajo de la media de los adultos (> 20 gr). Orr (1970) señala que muchos murciélagos después de 3 ó 4 meses de su nacimiento son superficialmente idénticos a sus progenitores y resulta muy difícil diferenciarlos, hecho que evidentemente ocurre con *L. curasoae*.

PATRÓN REPRODUCTIVO

Los patrones reproductivos en murciélagos y los factores que los regulan dependen grandemente de la estabilidad y de las características ambientales de su entorno (Fleming, 1971; 1973; Fleming *et al.*, 1972; Wilson, 1979). Entre los factores físicos que pueden influir sobre estos patrones están la precipitación, la humedad, la temperatura, la altitud y la latitud; sin embargo, la precipitación destaca entre todos ya que además de influir grandemente en la fenología de las plantas, determina la abundancia de recursos (Janzen, 1973).

En este sentido, los murciélagos y pequeños mamíferos en general, han desarrollado diferentes estrategias reproductivas encaminadas a satisfacer la demanda energética, primordialmente durante la lactancia donde es más elevada (Migula, 1969) y asegurar un aporte adecuado de alimento a las crías a partir del destete. *Leptonycteris curasoae* no es la excepción ya que al igual que otros filostómidos, ha sincronizado dichos eventos a condiciones favorables de disponibilidad y abundancia de alimento durante los procesos reproductivos.

Hayward y Cockrum (1971) y Cockrum y Ordway (1959) estudiaron los procesos reproductivos de *L. curasoae* en la región nortea de la distribución geográfica de la especie (Norte de México y Arizona), encontrando hembras preñadas en enero, marzo, mayo y agosto con nacimientos en mayo en Arizona, y suponiendo nacimientos en noviembre en México. En Venezuela Sosa y Soriano (1993) reportaron hembras preñadas de *L. curasoae* de diciembre a marzo, con un pico único de nacimientos de abril a agosto. En Curazao, Petit (1997) señala que la época de gestación ocurre en los meses de marzo a junio y la lactancia de junio a agosto. No obstante el desplazamiento temporal de los procesos reproductivos, dependientes de la latitud en donde se realizan los estudios, es evidente que existe coincidencia en el patrón biológico de la especie, ya que en los trabajos mencionados se asume que *L. curasoae* presenta una monoestría estacional. Información procedente de otros trabajos muestran evidencias de preñez en diferentes épocas del año como ocurre en la Isla de Margarita, Venezuela, en donde Smith y Genoways, (1974) encontraron en noviembre siete hembras preñadas de un total de las 34 que examinaron, fecha que coincide con el término del período de gestación en este estudio.

Por su parte Ceballos *et al.* (1997) mencionan que las hembras de *L. curasoae* dan a luz a una sola cría por año y, además, sugieren que en México que existen dos poblaciones reproductivas, una de Primavera y la otra de Invierno. En la primera, las hembras migran al Noroeste de la República Mexicana y Sur de Arizona donde establecen colonias de maternidad, y la segunda, se encuentran en la región Sur del país donde los partos se presentan en diciembre y enero.

Mucho se ha especulado acerca de la capacidad migratoria de la especie del Sur de México a la parte Norte del país y Sur de los Estados Unidos de América, sin que hasta el momento se hayan aportado evidencias que fehacientemente lo demuestren.

También se ha señalado la existencia de poblaciones no migratorias en el centro del país o que al menos, dichos movimientos no son tan extensos como los de la propuesta anterior (Álvarez *et al.*, 1999; Rojas-Martínez *et al.*, 1999). En este mismo sentido y con anterioridad, Rojas-Martínez (1996) y Herrera (1997) habían señalado que los movimientos de *L. curasoae* del centro de México no son latitudinales sino altitudinales, como respuesta a la secuencia fenológica de las plantas que les sirven de alimento. Con los datos obtenidos en este trabajo se confirma este argumento y en su apoyo, así lo confirman los resultados con la permanencia de la colonia a lo largo del año, cuando el único movimiento importante registrado fue el que realizan los machos al inicio del período de gestación cuando se conforma la colonia de maternidad. Otros resultados que se agrupan en esta misma propuesta, son las observaciones de Sosa y Soriano (1993) en una colonia de una zona árida de los Andes Venezolanos.

Las evidencias hasta ahora aportadas concluyen, que las poblaciones de *L. curasoae* del centro de México son residentes permanentes, aunque realizan movimientos locales, característica que se comparte con algunas de Sudamérica, al tiempo que comprometen la idea de movimientos migratorios a las poblaciones que habitan por abajo de los 21° de latitud (Rojas-Martínez *et al.*, 1999).

En el caso de *L. curasoae*, se infiere que el apareamiento se inicia en la segunda mitad de junio y termina a finales de julio y principios de agosto; sin embargo, a finales de este mes, se encontraban algunos machos mezclados con las hembras en el interior del refugio, por lo que es probable que el apareamiento continuaba, lo cual coincidiría con las observaciones hechas por Smith y Genoways (1974) en la Isla Margarita, en donde machos con testículos de 6 a 8 mm continuaban con dicho evento. La preñez fue notoria desde la segunda mitad de julio a la primera mitad de noviembre, en este caso el período de gestación tuvo una duración cercana a los tres meses, los

nacimientos se presentaron de la segunda mitad de octubre a mediados de noviembre, la lactancia también tuvo una duración cercana a los tres meses, concluyendo en la segunda quincena de enero.

COMPORTAMIENTO Y EVENTOS SOCIALES

En algunas especies de zonas templadas y tropicales durante los procesos de gestación y lactancia, las hembras tienden agregarse en grupos unisexuales, para dar a luz y cuidar a sus crías (Hill y Smith, 1988;), en sitios alejados del lugar que ocupan los machos dentro del mismo refugio, como las hembras de *Rousettus leschenaulti*, *Rhinolophus lepidus*, *Myotis nattereri* y *Mormoops megalophylla* (Hill y Smith, 1988;) que se mueven a zonas diferentes de la cueva alejadas de los machos donde las condiciones físicas (temperatura y humedad) sean más favorables, mientras que los machos al parecer ocupan lugares cercanos a las entradas de los refugios, o también hay hembras que abandonan sus refugios para dar a luz fuera de sus sitios de residencia (Bonaccorso *et al.*, 1992; Kunz, 1982; Hill y Smith, 1988; Hayward y Cockrum, 1971; Cockrum, 1991; Ceballos *et al.*, 1997; Arita, 1991; Galindo-Galindo *et al.*, en prensa).

L. curasoae no presenta ninguno de los comportamientos antes mencionados, ya que en este caso, son los machos los que abandonan el refugio cuando inicia el periodo de gestación y las hembras permanecen en el sitio que habitualmente ocupan para formar una colonia de maternidad, la cual se rompe con el retorno de los machos al finalizar la lactancia.

Las pautas de salida de la colonia de maternidad a forrajear, los horarios en que se lleva a cabo, así como el retorno diurno de las hembras durante la gestación (agosto-noviembre), no sufren cambios aparentes con respecto a los que se dan durante los

meses de inactividad sexual (enero-julio), ya que al parecer los requerimientos energéticos de las hembras durante estos periodos (gestación e inactividad sexual) no son muy diferentes (Migula, 1969). Es importante señalar que durante estos dos periodos, 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 hembras que retornan al refugio durante la noche es mayor, probablemente por la ganancia de peso corporal, los descansos nocturnos de las madres se hagan más necesarios.

Los altos requerimientos energéticos de las hembras durante la lactancia, se ven reflejados en las modificaciones de las pautas de actividad anteriormente señaladas, así, el regreso de las hembras al refugio durante la lactancia, se produce más temprano que en el resto del año, las salidas a forrajear se suceden más temprano, el comportamiento al abandonar el refugio es más agitado y el número de hembras que realiza retornos periódicos nocturnos es mayor, probablemente con la única finalidad de alimentar al neonato; sin embargo, no fue posible apreciar el número de ocasiones en que una hembra repite este evento.

Las hembras de *L. curasonae* no cargan a su crío en sus salidas nocturnas, como sucede en *A. geoffroyi* (Galindo-Galindo, 1995), sino que son dejadas en el interior del refugio donde permanecen adheridas a las paredes, formando grupos esparcidos y no compactos como las crías de *A. geoffroyi*, debido probablemente a la estructura lisa de las paredes de la cueva Tzinacanostoc en donde pernoctan hasta el regreso de las madres.

En el comportamiento diurno que guarda la colonia heterosexual durante los meses de inactividad sexual, prácticamente no existen interacciones entre los organismos, aunque esto mismo, se observó en hembras grávidas, aunque el acercamiento

hembra-hembra es mayor, probablemente como una respuesta para conservar calor corporal. Durante esta época los organismos pasan menos tiempo en vigilia y la mayor parte de éste, lo dedican a descansar, no así después de los nacimientos, donde las hembras permanecen mayor tiempo en alerta y las crías están siempre pegadas a su cuerpo y el movimiento de éstas provoca estado de alerta en la madre al movimiento de la cría.

⊗ CONCLUSIONES ⊗

Los valores de temperatura, humedad relativa, ausencia de corrientes de aire y conformación estructural de la cámara que habita permanentemente *L. curasoae* en la cueva Tzinacanostoc, corresponden con las características que distinguen a las "cuevas de calor". Al parecer cuevas con estas características, son esenciales como refugios permanentes para esta especie.

L. curasoae es una especie gregaria que realiza una selección estricta de su hábitat, nunca se le observo mezclarse con las otras especies y tampoco ocupar otra zona dentro de la cueva que no fuera la tercera cámara.

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

L. curasoae es una especie monoéstrica estacional, monotoca, en donde la fecundación se da seguida de la cópula. La gestación y lactancia tienen una duración aproximada de tres meses. Las crías al nacer son altricias.

Durante la gestación y lactancia, las hembras de *L. curasoae* conforman una colonia de maternidad de donde los machos son excluidos por completo del interior del refugio, la colonia maternal se rompe con el regreso de éstos 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 con base en este carácter, resulta difícil distinguirlos.

Durante la lactancia, cuando las hembras salen a forrajear, nunca lo hacen con su crío, sino que éste es dejado en el interior de la cámara junto con las otras crías formando una "guardería infantil", esta agregación es visitada periódicamente por las hembras durante la noche.

La variación en el comportamiento de la población, es en principio, el resultado de la estructura de la colonia y de los diferentes eventos que suceden durante el período reproductivo.

Se asume que *L. curasoae* en el centro de México es una especie con presencia permanente que no realiza movimientos migratorios durante la reproducción.

De acuerdo con los argumentos que se esgrimen acerca de los movimientos migratorios de la especie, es evidente la necesidad de estudios constantes y sostenidos a lo largo de ciclos anuales completos con la finalidad de seguir los procesos reproductivos y perfeccionar el conocimiento del comportamiento y los eventos sociales, en diferentes poblaciones en diversas latitudes, con el propósito de demostrar la existencia de movimientos migratorios que por el momento no son posibles comprobar.

LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, T. and L. GONZÁLEZ-QUINTERO. 1970. Análisis polínico del contenido gástrico del murciélago Glossophaginae de México. An. Esc. nac. Cienc. Biol., México. 18:137-165.
- ÁLVAREZ, T., N. SÁNCHEZ-CASAS y J. A. VILLALPANDO. 1999. Registro de los movimientos de *Leptonycteris yerbabuena* en el centro de México. An. Esc. nac. Cienc. biol., Méx., 45:9-15.
- ANTHONY, E. L. P. 1988. Age determination in bats. In (T. H. Kunz, ed.) Ecological and behavior methods for the study of bats. Pp 47-58. Smithsonian Institution Press, Washington, USA.
- AREND, A., F. J. BONACCORSO and M. GENOUD. 1995. Basal rates of metabolism of nectarivorous bats (Phyllostomidae) from a semiarid thorn forest in Venezuela. J. Mamm., 76(3):947-956.
- ARITA, H., T. 1991. Spatial segregation in long-nosed bats, *Leptonycteris nivalis* and *Leptonycteris curasoae*, in Mexico. J. Mamun., 72(4):706-714.
- ARITA, H. T. and S. R. HUMPHREY. 1988. Revisión taxonómica de los murciélagos magueyeros del género *Leptonycteris* (Chiroptera: Phyllostomidae). Acta Zool. Mex. (ns), 29:1-60.
- ARITA, H. T. y C. MARTÍNEZ del RÍO. 1990. Interacciones Flor-Murciélago: Un Enfoque Zoocéntrico. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. Pub. Esp. 4: 1-35 pp.

- BONACCORSO, F. J., A. ARENDS, M. GENOUD, D. CANTON and T. MORTON. 1992. Thermal Ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. *J. Mamm.*, 73(2):365-378.
- CARPENTER, R. E. and J. P. GRAHAM. 1967. Physiological responses to temperature in the long-nosed bat, *Leptonycteris sanborni*. *Com. Biochem. Physiol.* 22:709-722.
- CEBALLOS, G., T. H. FLEMING, C. CHÁVEZ and J. NASSAR. 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, Mexico. *J. Mamm.*, 78:1220-1230.
- COCKRUM, E. L. 1991. Seasonal distribution of northwestern populations of the long-nosed bats, *Leptonycteris sanborni* family Phyllostomidae. *An. Inst. Biol., Univ. Nal. Autón. México., Ser. Zool.*, 62(2):181-202.
- COCKRUM, E. L. and E. ORDWAY. 1959. Bats of the Chiricahua Mountains, Cochise County, Arizona. *Amer. Mus. Novitates*, 1938:1-35.
- COCKRUM, E. L. and Y. PETRYSZYN. 1991. The long-nosed bat, *Leptonycteris*: an endangered species in the southwest? *Occas. Papers, The Museum, Texas Tech University*, 142:1-32.
- CORBET, G. B. and J. E. HILL. 1991. A World list of mammalian species. Third edition. Natural History Museum Publications. Oxford University Press. viii+243.
- EGUIARTE, L., C. MARTÍNEZ DEL RÍO y H. ARITA. 1987. El Néctar y el Polen como Recursos: El Papel ecológico de los Visitantes a las Flores de *Pseudobombax ellipticum* (H.B.K.) Dugand. *Biotropica* 19(1): 74-82.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- FLEMING, T. H. 1971. *Artibeus jamaicensis*: Delayed embryonic development in a Neotropical bat. *Science*, 171:402-404.
- FLEMING, T. H. 1973. The reproductive cycle of tree species of opossums and other mammals in the Panama Canal Zone. *J. Mamm.*, 54:439-455.
- FLEMING, T. H. 1988. The short-tailed fruit bat. The University of Chicago Press, Chicago, Ill., 365 pp.
- FLEMING, T. H. 1995. Pollination and frugivory in Phyllostomid bats of arid regions. *Marmosiana*, 1:87-93.
- FLEMING, T. H., E. T. HOPPER, AND D. E. WILSON. 1972. Three Central American bat communities: Structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology*, 53:555-569.
- FLEMING, T. H., A. A. NELSON, and V. M. DALTON. 1998. Roosting behavior of the lesser long-nosed bat, *Leptonycteris curasoae*. *J. Mamm.*, 79(1):147-155.
- GALINDO-GALINDO, C. 1995. Algunos aspectos biológicos del murciélago *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae), en el Estado de México. Tesis de Licenciatura. Univ. Nal. Autón. México. 58 pp.
- GALINDO-GALINDO, C., A. CASTRO-CAMPILLO, A. SALAME-MÉNDEZ, AND J. RAMÍREZ-PULIDO. *In Press*. Reproductive events and social organization in a colony of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) from a temperate Mexican cave. *Acta Zool. Mex. n.s.*, 80.
- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Univ. Nal. Autón. México.

- GARDNER, A. L. 1977. Feeding habits. pp. 293-350, in: *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part. II* (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., and D. C. Carter, eds.). Spec. Publ., Mus. Texas Tech. Univ., 16:1-441.
- HALL, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. Second ed. John Wiley & Sons, New York, 1:1+600+90.
- 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 Contrib. Zool.*, 511:i-173.
- HAYWARD, B. J. and E. L. COCKRUM. 1971. The natural history of the western long-nosed bat *Leptonycteris sanborni*. *WRI-SCI (Western New Mexico Univ.)*, 1(2):75-123.
- HERRERA M., L. G. 1997. Evidence of altitudinal movements of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Central Mexico. *Rev. Mex. Mastozool.*, 2:116-118.
- HERRERA, L. G., and C. MARTÍNEZ DEL RÍO. 1998. Pollen digestion by New World bats: effects of processing time and feeding habits. *Ecology*, 79(8), pp. 2828-2838.
- HILL, J. E. and D. SMITH. 1988. Reproduction and development. Pp. 87-106, *In Bats. A natural history*. University of Texas Tech Press Austin., 243 pp.
- HOFFMAN, A., J. G. PALACIOS-VARGAS Y J. B. MORALES-MALACARA. 1986. *Manual de Bioespeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México)*. UNAM. México., 274 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.

JANZEN, D. H. 1973. Sweep samples of tropical foliage insects: Effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day and insularity. *Ecology*, 54: 687-708.

KOOPMAN, K. F. 1970. Zoogeography of Bats. Pp. 29-50, in *About bats: A chiropteran biology symposium* (B. H. Slaughter y D. A. Walton, eds.) Southern Methodist Univ. Press, Dallas Texas. 339 pp.

KUNZ, T. H., P. V. AUGUST, and C. D. BURNETT. 1983. Harem social organization in cave roosting *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biotropica*, 15:133-138.

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*. *J. Mamm.* 63:23-32.

LEWIS, S. E. 1992. Behavior of Peter's tent-making bat, *Uroderma bilobatum*, at maternity roots in Costa Rica. *J. Mamm.* 73:541-546.

MCCRACKEN, G. F. and J. W. BRADBURY. 1981. Social organization and kinship in the polygynous bat *Phyllostomus hastatus*. *Behavior Ecology and Sociobiology*, 8:11-34.

McNAB, B. K. 1974. The behavior of temperate cave bats in subtropical environment. *Ecology*, 55:943-958.

- MIGULA, P. 1969. Bioenergetics of pregnancy and lactation in European common vole. *Acta Theriol.*, 14:167-179.
- MITTERMEIER, R. A. y C. GOETTSCHE de MITTERMEIER. 1992. La importancia de la biodiversidad biológica de México, *in*: México ante los retos 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.
- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-ECOL-059-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Publicada en el Diario Oficial de la Nación de fecha 16 de Mayo de 1994. 438:2-60
- 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.
- PETIT, S. 1997. The diet and reproductive schedules of *Leptonycteris curasoae curasoae* y *Glossophaga longirostris elongata* (Chiroptera: Glossophaginae) on Curaçao. *Biotopica* 29(2): 214-223.
- RACEY, P. A. 1982. Ecology of Bat Reproduction. Pp. 57-104, *in* Ecology of Bats. (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press New York. 425 pp.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. y A. CASTRO-CAMPILLO. 1993. Diversidad Mastozoológica en México. *Rev. Soc. Méx. Hist. Nat.* 413-427.
- RAMÍREZ-PULIDO, J. y T. ÁLVAREZ. 1972. Notas sobre los murciélagos del género *Leptonycteris* en México, con la designación del Lectotipo de *L. yerbabuena* Martínez y Villa, 1940. *Southwestern Nat.*, 16(3 y 4):249-259.
-
- Características del Ambiente y Patrón Reproductivo de *Leptonycteris curasoae* en Puebla.

- RAMÍREZ-PULIDO, J., A. CASTRO-CAMPILLO, J. ARROYO-CABRALES y F. A. CERVANTES. 1996. Lista Taxonómica de los Mamíferos Terrestres de México. Occas Papers Mus., Texas Tech Univ., 158:1-62.
- RODRÍGUEZ-DURÁN, A. 1995. Metabolic rates and thermal conductance in four species of Neotropical bats roosting in hot caves. Ph. D. dissertation, Boston University, Boston Massachusetts, 125 p.
- RODRÍGUEZ-DURÁN, A. 1998. Nonrandom aggregations and distribution of cave-dwelling in Puerto Rico. J. Mamm., 79(1):141-146.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A. 1996. Estudio poblacional de tres especies de murciélagos nectarívoros considerados como migratorios y su relación con la presencia estacional de los recursos florales en el Valle de Tehuacan y la Cuenca del Balsas, 88 pp. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A. y A. VALIENTE-BANUET. 1996. Análisis comparativo de la Quiropterofauna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. Acta Zool. Mex. (n. s.) 67: 1-23.
- ROJAS-MARTÍNEZ, A., A. VALIENTE-BANUET, Ma. C. ARIZMENDI, A. ALCANTARA-EGUREN y H. T. ARITA. 1999. Seasonal distribution of the long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in North America: does a generalized migration pattern really exist?. J. Biogeography, 26, 1065-1077.
- RZEDOWSKI, J. 1988. Vegetación de México. Ed. Limusa, México. 432 pp.

- SÁNCHEZ, H. y A. ROMERO. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche. Una propuesta de conservación. . Inst. Biol., Univ. Nac. Autón. México, 193 pp.
- SHULL, A. M. 1988. Endangered and threatened wildlife and plants; determination of endangered status for two long-nosed bats. Federal Register, 53(190):38456-38460.
- SILVA-TABOADA, G. 1977. Algunos aspectos de la selección de hábitat en el murciélago *Phyllonycteris poeyi*. Gundlach en Peters, 1861 (Mammalia: Chiroptera). Poeyana, 168:1-10.
- SILVA-TABOADA, G. 1979. Los murciélagos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba. 423 pp.
- SMITH, J. D. y H. H. GENOWAYS. 1974. Bats of Margarita Island, Venezuela, with zoogeographic comments. Bull. S. California Acad. Sci. 73:64-79.
- SOSA, M. y P. J. SORIANO. 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). Rev. Biol. Trop., 41(3):529-532.
- TURNER, D. C. 1975. The vampire bat: a field study in behavior and ecology. The Johns Hopkins University Press, Baltimore; Maryland, 145 pp.
- VILLA-R, B. 1967. Los murciélagos de México. Su importancia en la economía y la salubridad. Su clasificación sistemática. Inst. Biol., Univ. Nac. Autón. México, xvi+491.
- WILKINSON, G. S. and T. H. FLEMING. 1996. Migration and evolution of lesser long-nosed bats, *Leptonycteris curasoae*, inferred from mitochondrial DNA. Molecular Ecology, 5:329-339.

- WILSON, D. E. 1971. Ecology of *Myotis nigricans* (Mammalia: Chiroptera) on Barro Colorado Island Panama Canal Zone. *J. Zoolog. (London)*, 163:1-13.
- WILSON, D. E. 1979. Reproductive patterns. Pp 317-378, in *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part. III* (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., and D. C. Carter, eds.). *Spec. Publ., Mus. Texas Tech. Univ.*, 16:1-441.
- WILSON, D. E., and D. A. M. REEDER (eds.). 1993. *Mammal Species of the World. A taxonomic and geographic reference. Second ed.* Smithsonian Institution Press, Washington and London in assoc. American Soc. Mammalogists, XVIII + 1-30.