

49



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DINAMICA POBLACIONAL DE UNA COLONIA DE *Leptonycteris curasoae*, EN UNA CUEVA SITUADA EN LA ZONA TROPICAL SEMIARIDA DEL VALLE DE TEHUACAN-CUICATLAN.

287467

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 :

JESUS LIZARDO CRUZ ROMO

DIRECTOR DE TESIS:

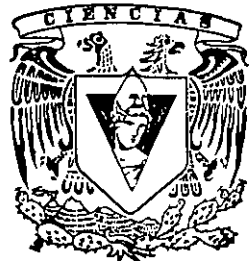
M. en C. ALBERTO ENRIQUE ROJAS MARTINEZ

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES



2001

FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR





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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

MAT. MARGARITA ELVIRA CHÁVEZ CANO
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

“Dinámica poblacional de una colonia de *Leptonycteris curasoae*,
en una cueva situada en la zona tropical semiárida
del Valle de Tehuacán - Cuicatlán.

realizado por **Jesús Lizardo Cruz Romo**

con número de cuenta **9121829-8**, pasante de la carrera de **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario **M. en C. Alberto Enrique Rojas Martínez**

Propietario **Dr. Alfonso Valiente Banuet**

Propietario **Dr. Luis Gerardo Herrera Montalvo**

Suplente **Biól. Edgar Camacho Castillo**

Suplente **Biól. Rubén Rojas Villaseñor**

Edgar Camacho C.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS

Consejo Departamental de Biología

Edna M. Suárez D.

Dra. Edna María Suárez Díaz

DEPARTAMENTO
DE BIOLÓGIA

Dedicatoria y Agradecimientos

Este trabajo es la culminación de un esfuerzo no solo mío; en él, de una forma u otra participaron un gran número de personas, sin las cuales todo esto no hubiera sido posible.

A todos ustedes les dedico este trabajo.

Quiero agradecer particularmente a todas aquellos que participaron de forma directa en el campo, aportando ideas, correcciones y comentarios, así como a todos mis sinodales que revisaron de forma crítica y objetiva ésta tesis.

Agradezco el apoyo brindado, por el Laboratorio de Comunidades del Instituto de Ecología, al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza FMCN (Proyecto A1-97-36) y a DGAPA (Proyecto IN-207798) UNAM, para la realización de éste trabajo.

ÍNDICE

Resumen..... 2

I. Introducción..... 4

II. Objetivos..... 10

III. Hipótesis..... 11

IV. Materiales y Método..... 12

 IV.1. Área de Estudio..... 12

 IV.1.1. El Valle de Tehuacán – Cuicatlán..... 12

 IV.1.2. La Cueva del Obispo..... 13

 IV.2. Método..... 16

 IV.2.1. Características Generales de la Cueva..... 16

 IV.2.2. Salida de la Colonia..... 17

 IV.2.3. Estimación del Tamaño de la Colonia..... 17

 IV.2.4. Capturas y Proporción de Sexos..... 20

 IV.2.5. Categorías de desarrollo..... 20

 IV.2.6. Condición Reproductiva..... 21

V. Resultados..... 23

 V.1.1. Características Generales de la Cueva..... 23

 V.1.2. Otras Especies que Habitan el Refugio..... 23

 V.2. Salida de la Colonia..... 24

 V.3. Estimación del Tamaño de la Colonia..... 24

 V.4. Capturas y Proporción de Sexos..... 25

 V.5. Categorías de desarrollo..... 26

 V.6. Peso..... 28

 V.7. Condición Reproductiva..... 29

 V.7.1. Hembras..... 29

 V.7.2. Machos..... 30

VI. Discusión..... 31

VII. Conclusiones..... 44

VIII. Literatura Citada..... 48

IX. Apéndice I 53

X. Apéndice II 54

RESUMEN

La cueva del Obispo situada en San Juan Nochixtlán, Oaxaca, representa un refugio permanente de *Leptonycteris curasoae*, localizado en la región tropical de la distribución de este murciélago. *L. curasoae* compartió el refugio con tres especies de murciélagos insectívoros; *Mormoops megalophyla*, *Pteronotus parneli* y *Tadarida brasiliensis*; los cuales habitan la parte más fría de la cueva, mientras que la parte más cálida y alta fue habitada por *L. curasoae*. Se observó que los murciélagos insectívoros son los primeros en abandonar la cueva, posteriormente lo hacen las hembras gestantes e inactivas de *L. curasoae*, y finalmente los machos y jóvenes.

El tamaño de la población de *L. curasoae* presentó fluctuaciones estacionales determinadas por la disponibilidad de recursos en la zona y por los eventos reproductivos, siendo la primavera y principio del verano la temporada de mayor abundancia (14 635 individuos en promedio), y el invierno el periodo donde se observaron menos individuos (8 294 individuos en promedio). El mes de mayor abundancia fue mayo de 1999 donde se estimaron 26 927 murciélagos, y el de menor abundancia fue enero de 1999 con 1 836. Es posible que exista una subestimación en estos valores debido al método utilizado para estimar el tamaño de la población.

La colonia estuvo compuesta principalmente de individuos inmaduros, y la gran mayoría de estos fueron machos, las hembras habitaron la cueva de forma estacional, siendo los meses primaverales aquellos donde se observaron en mayor proporción, pero siempre en menor número que los machos. La colonia

presentó dos periodos de actividad reproductiva caracterizados principalmente por el aumento del tamaño testicular y los signos de gestación. El periodo más evidente fue observado durante el verano y principio del otoño, y el segundo durante la primavera. Durante los meses otoñales, fue cuando las hembras presentaron signos evidentes de gestación avanzada.

Lo observado en esta cueva no concuerda con la hipótesis de la migración latitudinal generalizada propuesta para *L. curasoe*. En la región central de México, *L. curasoe* es residente, completa su ciclo reproductivo y encuentra recursos alimenticios todo el año, en regiones cercanas, realizando movimientos altitudinales y no las largas migraciones hacia otras latitudes que se han propuesto.

I. INTRODUCCIÓN

Leptonycteris curasoae (Phyllostomidae: Glossophaginae) es una especie de murciélago especializado a vivir en las zonas áridas y semiáridas de Norte América (Álvarez y González, 1970; Heithaus, 1982; Ortega y Arita, 1998), donde se alimenta principalmente de polen y néctar de las flores producidas por cactáceas columnares, agaves, bombacáceas, convolvuláceas y leguminosas, entre otras (Álvarez y González, 1970; Koopman, 1981), así como de frutos de cactáceas columnares e insectos (Gardner, 1977).

Actualmente la especie está considerada como amenazada en México (NOM-ECOL-059, 1994) y en peligro en Estados Unidos (USFWS, 1986).

Leptonycteris curasoae es una especie mutualista que actúa como polinizadora de las plantas que le proporcionan néctar y polen (Heithaus, 1982, Fleming y Sosa, 1994) y como dispersora de las que le proporcionan frutos (Godínez, 2000). Particularmente las cactáceas columnares son importantes porque le pueden proporcionar simultáneamente polen, néctar y frutos; las interacciones que éste murciélago mantiene con éstas plantas son específicas e intensas particularmente en el trópico, desde el punto de vista fitocéntrico (Valiente-Banuet *et al.*, 1996; 1997).

Debido a que los recursos vegetales de los que se alimenta *L. curasoae* han sido considerados estacionales a lo largo de su distribución, este murciélago ha sido señalado como una especie que migra entre el SW de Estados Unidos (Arizona y Nuevo México) y el trópico de México cada año (Cockrum, 1991).

Los estudios más importantes sobre los que se basa la hipótesis de la migración latitudinal generalizada, provienen del extremo norte de su distribución (norte de México y sur de Estados Unidos) , donde la presencia de recursos florales es marcadamente estacional, y en consecuencia la presencia de *L. curasoae* (Rojas-Martínez *et al.*, 1999) . Sin embargo, no existen estudios que demuestren un comportamiento similar en la parte tropical de la distribución de este murciélago (Rojas-Martínez *et al.*, 1999).

Información reciente generada en la región centro sur de México, ha revelado la existencia de recursos florales quiropterófilos que pueden proporcionar sustento a los murciélagos nectarívoros todo el año (Rojas-Martínez *et al.*, 1999). En esta región *L. curasoae* puede ser una especie residente (Valiente-Banuet *et al.*, 1996; 1997; Rojas-Martínez *et al.*, 1999), sin embargo, la relación reproductiva y la coexistencia que pueda existir entre las poblaciones migratorias y las residentes, así como el papel que tienen los refugios para este murciélago en el proceso de migración o de residencia aún no han sido investigadas (Rojas-Martínez *et al.*, 1999).

Un factor importante para esclarecer esta situación consiste en el estudio de la dinámica poblacional, es decir de las variaciones numéricas que presentan las poblaciones a través del tiempo (Begon y Mortimer, 1981; Soberón, 1991) en colonias establecidas en regiones tropicales para determinar si su comportamiento se ajusta a la hipótesis de migración latitudinal que predice ausencia de murciélagos en el trópico durante la primavera. El estudio de algunos componentes de la dinámica poblacional, tales como el tamaño de la población, el cual refleja en términos generales, las variaciones causadas por la natalidad, la

mortalidad, la emigración y la inmigración. En adición con el estudio de la variación en la proporción de sexos, los eventos reproductivos y la estructura de edades a lo largo del año, permiten analizar si la dinámica poblacional de *L. curasoae*, en el centro de México, es complementaria con respecto a la que ha sido descrita en el Norte de su distribución (Howell, 1979; Humphrey y Bonaccorso, 1979, Arita, 1991, Cockrum, 1991, Fleming *et al.*, 1993; Wilkinson y Fleming, 1996) y por lo tanto si éste murciélago en el centro de México también migra.

Los estudios de dinámica poblacional en murciélagos resultan complejos de realizar y por lo tanto son escasos, debido a la gran cantidad de factores que limitan su distribución y abundancia, al gran tamaño de sus colonias y a que realizan grandes movimientos con fines alimenticios y reproductivos, por lo que su estudio resulta más práctico dentro de sus refugios (Kunz, 1982). Los estudios de dinámica poblacional de *L. curasoae* son escasos; para México solo han sido publicado dos. Uno de ellos fue realizado en Chamela (Ceballos *et al.*, 1997) y a pesar de ser bastante completo presenta deficiencias debido a la gran separación de tiempo de algunos periodos de muestreo y al reducido número de individuos colectados durante ciertos periodos. Un estudio sobre dinámica poblacional de *L. curasoae* realizado en Jolalpan, Puebla (Sánchez-Quiroz, 2000), una zona cercana al Valle de Tehuacán-Cuicatlán, mostró que los resultados no coinciden con lo sugerido para ésta especie.

El uso estacional de cuevas es bien conocido en el límite norte de la distribución del murciélago (Cockrum, 1991), sin embargo se tiene poca información acerca del uso de refugios situados en latitudes tropicales por *L. curasoae*. Ceballos *et al.* (1997) documentaron el uso de una cueva en la Isla

de San Andrés en Chamela, Jalisco, habitada por una colonia permanente de este murciélago nectarívoro. Otras cuevas con colonias permanentes son conocidas en México, como es el caso de Juxtlahuaca, Guerrero y "El Salitre" en Ticumán, Morelos (Álvarez *et al.*, 1999). La presencia de colonias permanentes no coincide con la sugerencia de que los murciélagos que habitan en los trópicos migran hacia el norte en la primavera (Rojas-Martínez *et al.*, 1999).

La importancia de las cuevas para *L. curasoae* y en general para los murciélagos nectarívoros es bien conocida debido a que la mayoría de estos murciélagos utilizan las cuevas como su principal refugio diurno (Arita y Santos del Prado, 1999). En el caso particular de *L. curasoae* se ha observado que selecciona cuevas grandes en las cuales se "atrapa" el calor generado por el metabolismo de las grandes colonias de murciélagos, estas cuevas son conocidas como "cuevas de calor" (Fleming *et al.*, 1998). En México y Venezuela, este murciélago comúnmente comparte cuevas de "calor", con otras especies de murciélagos que forman colonias grandes como *Tadarida brasiliensis*, *Mormoops megalophyla*, *Pteronotus parnellii*, *P. davy*, *P. personatus*, y *Natalus stramineus* (Hayward y Cockrum, 1971; Arends *et al.*, 1995; Ceballos *et al.*, 1997). Dentro de las cuevas se ha observado que *L. curasoae* pasa el día perchado en zonas termoneutrales, en las cuales la temperatura mínima es de 30.5 °C (Humphrey y Bonaccorso, 1979; Arends *et al.*, 1995). Este tipo de cuevas no son comunes, por lo tanto llegan a ser un factor limitante para la distribución de *L. curasoae*, en Norte América (Arita y Santos del Prado, 1999).

Las características físicas de las cuevas varían de acuerdo a una gran cantidad de factores ambientales como son temperatura, humedad relativa y flujo

de aire que dependen de la localidad donde se encuentran y a factores intrínsecos como son la cantidad de murciélagos que habitan el refugio, así como el número de entradas de aire que tenga y sus características topográficas (Betts, 1997). La existencia de cuevas apropiadas son de suma importancia para la distribución geográfica de *L. curasoae*. Dentro de las cuevas, el uso del espacio es por lo regular complejo; los grupos de murciélagos de la misma especie pueden separarse en zonas distintas de las cuevas o incluso utilizan cuevas diferentes según el sexo y la edad, como en el caso de las colonias de maternidad (Kunz, 1982).

En el caso de *L. curasoae* están reportadas cuevas usadas estacionalmente (primavera y verano) como de maternidad en Tucson, Arizona, Sonora y Baja California, las cuales se afirma son visitadas por poblaciones provenientes de Chamela (Ceballos *et al.*, 1997). También se conocen cuevas de maternidad invernal al sur del país como es el caso de las grutas de Juxtlahuaca en Guerrero, la cueva "Los Laguitos" en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y la cueva Tampisque en Ocozocoautla, Chiapas (Cockrum, 1991; Martínez y Albores, 1996; Ceballos *et al.*, 1997).

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán produce recursos alimenticios permanentes para los murciélagos (Rojas-Martínez, 1996; Rojas-Martínez *et al.*, 1999) y recientemente se descubrió dentro de sus límites una cueva en la que se ha observado una colonia permanente de *L. curasoae*. En esta cueva se ha observado que al final del otoño las hembras con gestación avanzada abandonan el refugio y se dirigen hacia refugios de maternidad hasta el momento desconocidos. Sin embargo, durante la primavera y el invierno se capturan

hembras gestantes y lactantes alimentándose dentro del Valle (Rojas-Martínez *et al.*, 1999), lo que implica que la especie no requiera migrar al norte durante la primavera con fines reproductivos.

En este trabajo se presenta información sobre la dinámica poblacional de *Leptonycteris curasoae* en la Cueva del Obispo, situada en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán, en un ambiente con recursos permanentes y abundantes. En esta región han sido identificadas interacciones mutualista específicas entre *L. curasoae* y cactáceas columnares, agaves y árboles tropicales, que incluyen la polinización y la dispersión legítima de semillas (Rojas-Martínez y Valiente-Banuet, 1996; Valiente-Banuet *et al.*, 1996, 1997; Rojas-Martínez *et al.*, 1999; Godínez-Álvarez, 2000).

La información que es presentada en este trabajo, proviene de un ambiente tropical seco, hasta ahora no considerado dentro del contexto de la hipótesis de la migración latitudinal generalizada, permite conocer si la dinámica poblacional de *L. curasoae* en ésta región se ajusta a lo esperado según lo propuesto por esta hipótesis.

II. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la dinámica poblacional de *Leptonycteris curasoae* en la Cueva del Obispo.

Objetivos Particulares

- Determinar el uso anual de la cueva.
- Determinar las condiciones de temperatura dentro de la cueva.
- Identificar y describir las partes de la cueva donde habita *Leptonycteris curasoae*.
- Determinar el tamaño de la población.
- Analizar el porcentaje de sexos y la estructura de edades de *Leptonycteris curasoae* durante un ciclo anual.
- Analizar el patrón de reproducción estacional de los murciélagos en esta cueva.

III. HIPÓTESIS

Si la presencia de *Leptonycteris curasoae* en el norte de México y sur de Estados Unidos, está limitada por la disponibilidad estacional de los recursos alimenticios, entonces en regiones donde los recursos alimenticios estén presentes durante todo el año, podrán existir refugios donde la presencia de los murciélagos sea continua y la dinámica poblacional sea congruente con esta situación.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

IV.1. Área de estudio

IV.1.1 El Valle de Tehuacán-Cuicatlán

El Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Figura 1), está localizado entre los 17°48' – 18°58' de latitud N. y 96°40' – 97°43' de longitud W. Se caracteriza por la abundancia de Matorrales Xerófilos en la parte poblana, y hacia el sur (sur de Puebla y Oaxaca) está constituido por Bosques Espinosos y Selvas Bajas Caducifolias. En todas las variantes de vegetación, las cactáceas columnares constituyen elementos de gran importancia por su abundancia y diversidad (Rzedowski, 1978; Valiente-Banuet, 1995). El valle es una área relativamente pequeña situada al sudeste de Puebla y la región colindante del norte de Oaxaca. El valle está situado al sur del paralelo 20° a 1,500 metros sobre el nivel de mar, donde la precipitación promedio es de 495 mm (Rzedowski, 1978). Su flora se calcula en 2750 especies, con un 20% de endemismo (Dávila *et al.*, 1993) y muestra una clara afinidad con la provincia de la Depresión del Balsas (Miranda, 1948).

En la parte oeste del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, correspondiente a Oaxaca, se encuentra situada la Cueva del Obispo, la cual está rodeada de una Selva Baja Caducifolia, con presencia de cactáceas columnares y de agaves. El poblado más cercano es San Juan Nochixtlán, perteneciente al municipio de Chazumba, Oaxaca.

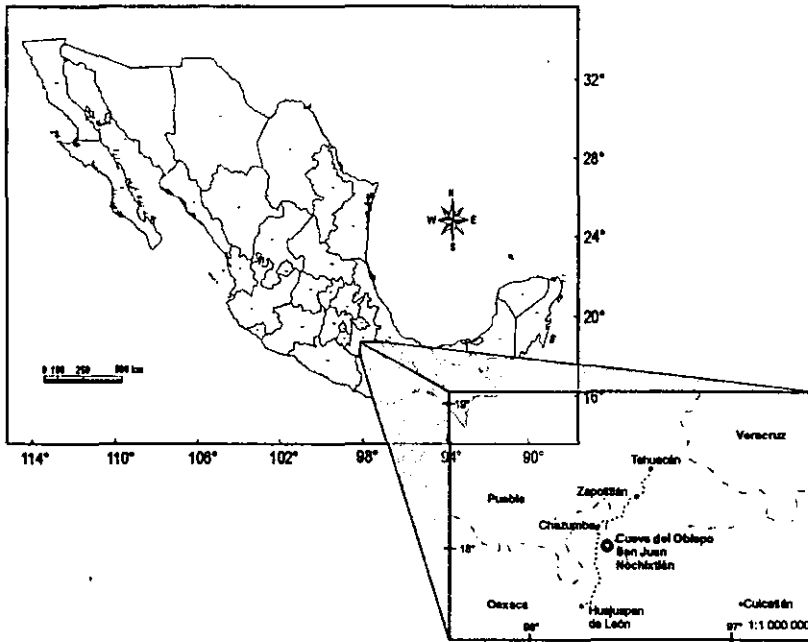


Figura 1. Mapa de localización de la Cueva del Obispo, San Juan Nochixtlán, Oaxaca.

IV.1.2. La Cueva del Obispo

La cueva del Obispo se encuentra localizada a 6 km al suroeste de San Juan Nochixtlán, Oaxaca. Está localizada en una micro-cuenca a 1850 msnm, la cual es modificada climáticamente por la presencia de dos pequeños ríos temporales que rodean el cerro en el que se encuentra la cueva. La cueva posee dos entradas, una principal y una secundaria, separadas aproximadamente 500 m

una de otra. La entrada principal mide 8 m de ancho por 6 m de alto, y tiene forma de cruz; la otra entrada es pequeña con una abertura de 1m x 1m.

En su interior, ingresando por la entrada principal, la cueva se divide en dos túneles principales; el primero continúa prácticamente de frente a la entrada, tratándose de una grieta que asciende aproximadamente 20 metros respecto al nivel de la entrada principal. La altura de esta grieta es variada aunque por lo general se mantiene por arriba de los 10 metros. En la parte final se encuentran varios derrumbes, los cuales impiden su recorrido total, sin embargo se puede apreciar que la cueva continúa. El siguiente túnel se encuentra a la derecha de la entrada principal, este inicia con un tiro cilíndrico vertical que desciende cerca de 10 m y que se continúa con un túnel cilíndrico horizontal que posteriormente comienza a subir. Esta parte es mucho más regular que el otro túnel, la altura en un principio es cercana a 30 m y posteriormente se reduce. Esta sección desemboca en una galería amplia (10 m. de altura aproximadamente), en la cual se encuentra la entrada pequeña; a partir de esta galería continúa un túnel con una altura de 3 m que gira 90° hacia la derecha y termina en una pequeña galería de 2.50 m por 2.50 m con una altura de 2 m, donde generalmente se encuentran los murciélagos insectívoros.

Estas dos secciones bien definidas de la Cueva han sido denominadas como Zona 1 y Zona 2 respectivamente, dadas sus características particulares y sus diferencias topográficas (Figura 2).

Las condiciones de temperatura dentro de la cueva y en específico en las dos secciones, varía durante las estaciones del año, y parece estar relacionada con la presencia y la cantidad de murciélagos (observación personal).

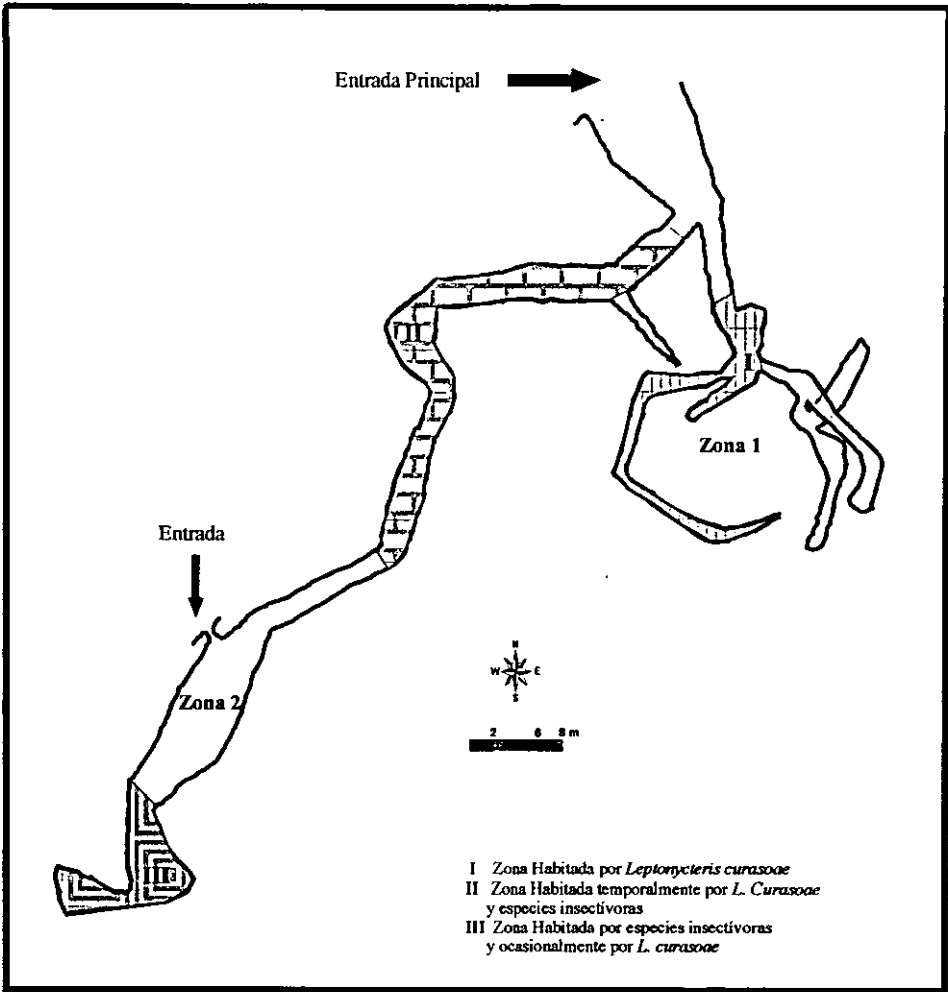


Figura 2. Cueva del Obispo, Nochixtlan, Oaxaca, México.

La Zona 1 corresponde a la parte más cálida de la Cueva y la más fría fue la Zona 2. Se representa con sombreados la distribución de *Leptonycteris curasoae* y otras especies insectívoras como *Mormoops megalophyla*, *Pteronotus pamelii* y *Tadarida brasiliensis* dentro de la cueva.

IV.2. Método

Se realizaron 12 visitas entre septiembre de 1997 a mayo de 1999, cuya frecuencia varió de 1 a 3 meses. Cada visita constó de por lo menos 2 noches de captura. Durante cada noche se capturaron murciélagos utilizando un red de niebla de 6 m x 2 m, la cual era instalada en la entrada de la cueva y se elevaba desde el inicio de salida de los murciélagos hasta una hora después; cada vez que se obtenía un número considerable de murciélagos en la red se sacaban de esta y se volvía a elevar para seguir capturando.

Dentro de la cueva se instalaron 17 charolas de plástico de 53.7 cm x 42.1 cm, en distintas regiones de la cueva con el fin de captar heces fecales para poder identificar el régimen alimenticio de la especie que habitaba cada zona y para obtener la información necesaria para estimar el tamaño de la población de *L. curasoae*.

IV.2.1. Características generales de la cueva

Dentro de la cueva se encontraron dos zonas de importancia para cada grupo de murciélagos (nectarívoros e insectívoros) y en ellas se midió la temperatura en diferentes puntos a lo largo de los dos túneles principales de la cueva.

En cada túnel se observó la presencia y el tipo de heces obtenidas en las charolas para poder identificar los grupos de murciélagos que la habitaban. El "guano" fue revisado en cada periodo de visita a la cueva, con el fin de identificar a las especies que estaban presentes en cada zona, debido a que la altura y el

relieve de la cueva no permitía identificar de vista a las especies perchadas en la parte superior de las bóvedas.

IV.2.2. Salida de la colonia

En cada visita a la cueva, realizamos observaciones sobre las horas de inicio y término de la salida de los murciélagos, registrándose el orden en que salían las especies de murciélagos que cohabitaban la cueva con *L. curasoae*. A las otras especies de murciélagos solo se les identificó y se les determinó el sexo.

Durante los meses de abril a junio del 1999 se analizó de forma cualitativa el orden en que *L. curasoae* abandonaba el refugio de acuerdo con el sexo y la edad. Para obtener esta información, los murciélagos fueron capturados al abandonar el refugio y separados por hora de captura dentro de costales. Posteriormente fueron revisados y medidos en el orden que fueron capturados para determinar si existían diferencias entre la proporción de sexos o edades con relación al tiempo de salida.

IV.2.3. Estimación del tamaño de la colonia

Existe una gran variedad de métodos los cuales han sido utilizados para estimar el tamaño de las colonias de murciélagos, los más utilizados son los conteos visuales, los conteos electrónicos, métodos fotográficos y videográficos (Humphrey, 1971; Kunz, 1988; Fleming *et al.*, 1995; Ceballos *et al.*, 1997; Sánchez-Quiroz, 2000). Sin embargo todos estos presentan un alto grado de error y en su mayoría la apreciación del observador y las condiciones propias del sitio de estudio, representan un factor que impide la aplicación de en otros sitios de

trabajo. Dada la inexactitud de éstos métodos, se decidió realizar un método indirecto el cual permitiera estimar la población, de forma cuantitativa y que dependiera de variables numéricas conocidas.

Con el fin de conocer el tamaño de la colonia de *L. curasoe*, se aplicó un método basado en el conteo de excretas. El método aplicado, regularmente es utilizado para estimar poblaciones de venados, con base en el número de excretas encontradas por unidad de área y el tiempo de permanencia en el ambiente (Ecuación 1; Eberhardt y Van Etten, 1956; Gallina, 1990; Mandujano y Rodríguez, 1990). Modificamos este método con el fin de utilizarlo con murciélagos (Ecuación 2). Para esto fue necesario obtener la tasa de defecación diaria promedio por individuo. Con este fin se colectó un total de 50 murciélagos en las visitas realizadas durante 1998, todos fueron capturados en la madrugada, cuando regresaban a la cueva con el estómago lleno. Se colocaron grupos de 5 murciélagos en costales y se mantuvieron cautivos durante todo un día. Las heces fueron recolectadas para obtener el peso total de excretas depositadas en los costales por día, dividiéndolo por el número de murciélagos por costal, se calculó el promedio general el cual fue usado como la tasa de defecación promedio diaria. Dentro de la cueva fueron seleccionadas diferentes zonas donde se encontraba perchado *L. curasoe*. Debajo de estas zonas se instalaron las charolas, con el fin de captar las excretas; las excretas fueron recolectadas en periodos variables de tiempo (de 1 a 3 meses), que dependieron de la frecuencia con la que se visitó la cueva. En todos los casos se registró el número exacto de días transcurridos. Con los datos obtenidos, se aplicó la ecuación correspondiente con el fin de obtener el número de individuos presentes por unidad de área dentro de la cueva. Esta

ecuación fue modificada con base en la "Fórmula de Eberhardt y Van Etten" (1965) donde la densidad es igual al número de cuadrantes de dimensión conocida que caben en una hectárea multiplicada por la media de heces encontradas en cada cuadrante, dividido por el producto de los días de permanencia de las heces en el sitio y la tasa de defecación diaria. Esto proporciona el número de individuos por hectárea.

Ecuación 1:

$$\text{Densidad} = \frac{(\text{Número de áreas por hectárea})(\text{Media de grupo de heces})}{(\text{Días de permanencia de las heces})(\text{Tasa de defecación})}$$

La modificación realizada fue la siguiente. Se obtuvo el promedio general por charola del peso de heces colectadas, éste se multiplicó por el número de charolas en 5 m². El resultado fue dividido por el producto de la tasa de defecación y los días de permanencia de las charolas en la cueva.

Ecuación 2:

$$\text{Densidad} = \frac{(\text{Número de charolas en } 5 \text{ m}^2)(\text{Peso promedio de las charolas en gramos})}{(\text{Días de permanencia de las charolas})(\text{Tasa de defecación promedio por individuo en gramos})}$$

El resultado obtenido indicaba el número de murciélagos aproximado que se encontraban en 5 m². Este valor se ajustó al área ocupada por *L. curasoae* dentro de la cueva, lo cual proporcionó una estimación del tamaño de la colonia. Se utilizó la desviación estándar ajustada como estimador del error del modelo; el

ajuste se obtuvo multiplicando la desviación estándar del peso de las heces colectadas en las charolas, por el valor de "t" al 95% de confianza de acuerdo al tamaño de la muestra en cada colecta (Gallina, 1990; Mandujano y Rodríguez, 1990).

IV.2.4. Capturas y proporción de sexos

En cada salida fue tomada una muestra de la población de *L. curasoae*, utilizando una red de 8 m de largo y 3 m de alto, la cual fue colocada en la entrada de la cueva hasta una hora después de que comenzaban a salir los primeros animales. Los murciélagos capturados fueron depositados momentáneamente en costales y posteriormente medidos, pesados, sexados, marcados con un collar y liberados.

Los datos obtenidos mostraron la proporción de sexos de la colonia, los cuales fueron expresados en porcentajes relativos por cada colecta realizada.

IV.2.5. Categorías de desarrollo

La edad de los individuos de *L. curasoae* fue estimada por la apariencia general del individuo y la osificación de las falanges de las alas. Fueron considerados adultos aquellos murciélagos que presentaron las falanges bien osificadas o que presentaran caracteres evidentes de madurez sexual. En el caso de los machos se consideraron como adultos aquellos individuos que presentaron un tamaño testicular igual o superior a los 5 mm x 5 mm, y en las hembras las que presentaran desarrollo mamario regular o grande, y aquellas en las cuales era perceptible la presencia del feto (Rojas – Martínez, comunicación personal).

Debido a la dificultad para diferenciar correctamente individuos adultos de jóvenes (Orr, 1970) se obtuvo el promedio de peso de todos aquellos individuos que presentaron características típicas de individuos adultos (osificación de las falanges, madurez sexual, et.), y se agruparon de acuerdo al rango de una desviación estándar ($n = 81$, $x = 31.45 \text{ g.} \pm 5.24 \text{ SD}$). Todos aquellos organismos que presentaron un peso superior a los 26 g fueron considerados como adultos y los que presentaron un peso menor de 26 g se consideraron subadultos y juveniles, sin importar el sexo, ya que estudios previos han revelado que en esta especie no existe dimorfismo sexual significativo en cuanto a tamaño y peso (Arita y Humphrey, 1988). La información obtenida se calculó en porcentajes y se graficó con respecto al tiempo.

IV.2.6. Condición reproductiva

La condición reproductiva se determinó aplicando el siguiente criterio. En el caso de los machos, se consideró la posición y el tamaño de los testículos en dos categorías, escrotados (visibles o palpables) o abdominales (no perceptibles). Los testículos escrotados fueron medidos en largo y ancho en milímetros. Se consideraron como fértiles si el tamaño testicular fue igual o mayor a 5 x 5 mm (Rojas – Martínez, comunicación personal). En el caso de las hembras, se determinó por palpación si se encontraban gestantes o no, y si existían glándulas mamarias grandes o evidencias de lactancia.

Después de obtener estos datos, los ejemplares fueron liberados, colocándoles un collar con una numeración de colores que permitió individualizarlos (Rojas - Martínez, 1996).

V. RESULTADOS

V.1.1. Características generales de la Cueva

La Zona 1 correspondió al túnel más alto de la cueva donde la temperatura promedio anual fue de 23.33 °C a nivel del suelo y en la Zona 2 la temperatura promedio anual fue de 20.88 °C (Figura 2). La Zona 1 fue habitada permanentemente por *Leptonycteris curasoae*, deducido con base en las heces colectadas en las charolas, las cuales siempre correspondieron al régimen alimenticio de esta especie. La zona 2 presentó mayores fluctuaciones respecto a sus habitantes. En esta zona los murciélagos presentes fueron insectívoros principalmente, aunque *L. curasoae* ocupó también esta zona durante los meses de mayor abundancia de la colonia en la cueva, en estos meses (abril 1998, mayo 1998 y 1999 y junio 1998 y 1999), incluso fue posible observar grupos de *L. curasoae* en la entrada de la cueva expuestos a la intemperie (julio de 1998).

V.1.2. Otras especies que habitan el refugio

En la cueva se identificaron tres especies de murciélagos insectívoros como habitantes regulares. En orden de importancia por su abundancia estas fueron *Mormoops megalophyla*, *Pteronotus parnelli* y *Tadarida brasiliensis*. Estas especies presentaron fluctuaciones anuales en el uso de la cueva, que al parecer están regulados por el tamaño de la colonia de *L. curasoae*. Cuando la población de *L. curasoae* fue alta, se capturaron pocos murciélagos insectívoros y cuando fue pequeña la población de murciélagos insectívoros aumentó.

Mormoops megalofila y *Pteronotus parnelli* parecen ser habitantes regulares en este refugio, ya que fueron encontrados a lo largo de todo el año. Por su parte *T. brasiliensis* solo fue observado durante los meses de noviembre y febrero.

V.2. Salida de la colonia

La conducta observada de manera cualitativa de la hora de salida de la colonia, mostró variaciones estacionales (Tabla 1); sin embargo, en cualquier época del año los murciélagos abandonaron la cueva aproximadamente media hora antes de que oscureciera totalmente. En los meses con presencia de hembras en la cueva, éstas salieron primero que los machos y las hembras preñadas salieron antes que las inactivas.

Tabla 1. Horarios de salida de los murciélagos, en la cueva del Obispo, San Juan Nochixtlán, Oaxaca. En los meses de abril y julio se ven modificados los horarios por el "Horario de Verano" donde se aumenta una hora.

Hora de salida	feb 98	abr 98	jul 98	nov 98	ene 99
Comienzo	6:30 pm	8:05 pm	7:56 pm	6:10 pm	6:21 pm
Final	7:30 pm	9:28 pm	9:50 pm	7:50 pm	7:15 pm

V.3. Estimación del tamaño de la colonia

El tamaño calculado para la colonia de *Leptonycteris curasoae* varió significativamente durante las visitas a la cueva (Figura 3). Se encontró que durante el periodo primavera-verano el tamaño de la población fue muy superior al de el otoño - invierno. Los meses con mayor presencia de *L. curasoae* fueron

mayo y junio de 1999, en los cuales se estimaron aproximadamente $26,930 \pm 41.64 SD$ y $23,762 \pm 223.45 SD$ individuos en la cueva (Apéndice I). El mes con menos individuos fue enero de 1999 con $1,836 \pm 192.74 SD$ respectivamente. En abril de 1999 se encontró un total de $2,748 \pm 38.72 SD$ murciélagos, en contraste con abril de 1998 en el cual se calculó la presencia de $13,011 \pm 229.11 SD$ individuos.

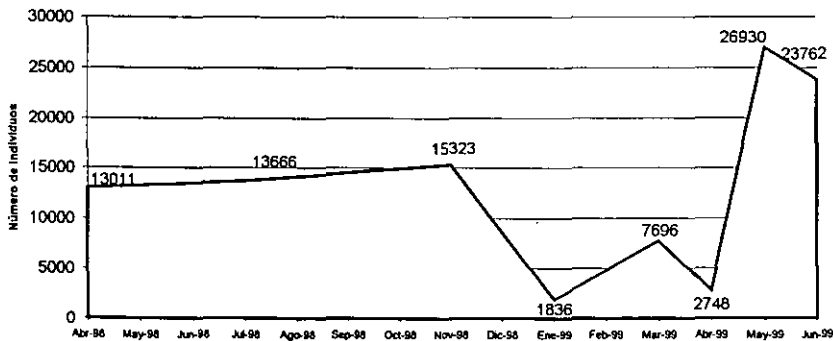


Figura 3. Tamaño de la población de la Cueva del Obispo, de septiembre de 1997 a junio de 1999. Los periodos con menor población corresponden a los meses en los cuales existió una escasez de recursos florales y frutales en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Rojas-Martínez, comunicación personal).

V.4. Capturas y proporción de sexos

De septiembre de 1997 a mayo de 1999 fueron capturados un total de 989 murciélagos al salir de la cueva (Tabla 2). El 81.59% de los murciélagos capturados fueron machos y el 18.40% hembras. Enero de 1999 fue el único mes en que no se capturó *Leptonycteris curasoae*. Durante la mayor parte del año la colonia estuvo formada únicamente por machos. Las hembras estuvieron

ausentes en los meses de septiembre y diciembre de 1997, febrero de 1998 y enero de 1999. Su proporción fue siempre menor a la de los machos.

Tabla 2. Proporción de sexos (representada en porcentajes) observada en la colonia de *Leptonycteris curasoae* de la Cueva del Obispo, Nochixtlán, Oaxaca, México entre septiembre de 1997 y mayo de 1999.

	sep	oct	dic	feb	abr	jul	ago	nov	ene	mar	abr	may
Machos	100	79.0	100	100	63.3	81.8	97.	82.3	0	56.9	74.2	71.9
Hembras	0	20.9	0	0	36.6	18.1	2.6	17.6	0	43.1	25.8	28.1

V.5. Categorías de desarrollo

La Cueva del Obispo es habitada por una colonia principalmente compuesta por individuos jóvenes (Figura 4). Del total de machos capturados, 33.33% correspondió a organismos adultos, en el caso de las hembras, 38.21% fueron adultas (Figura 5).

Los meses en los cuales se encontró un mayor porcentaje de individuos adultos correspondió a los meses de mayor actividad reproductiva, octubre de 1997, diciembre de 1997, noviembre de 1998, abril de 1999 y mayo de 1999 para las hembras, y septiembre de 1997, febrero de 1998, marzo de 1999 y mayo de 1999 para los machos (Figura 5).

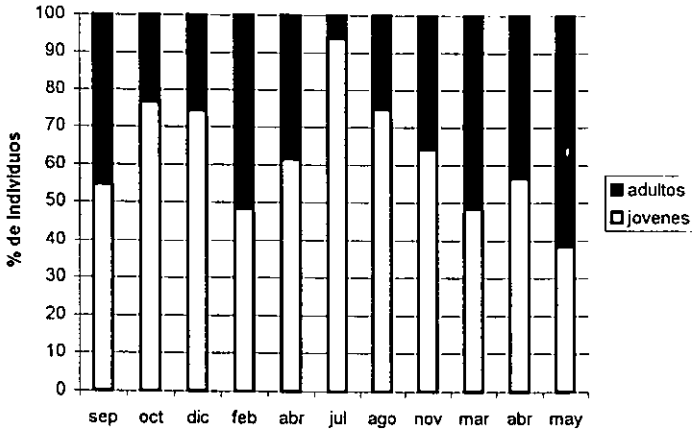


Figura 4. Categorías de desarrollo de machos de *Leptonycteris curasoae* en la Cueva del Obispo, representada en porcentajes.

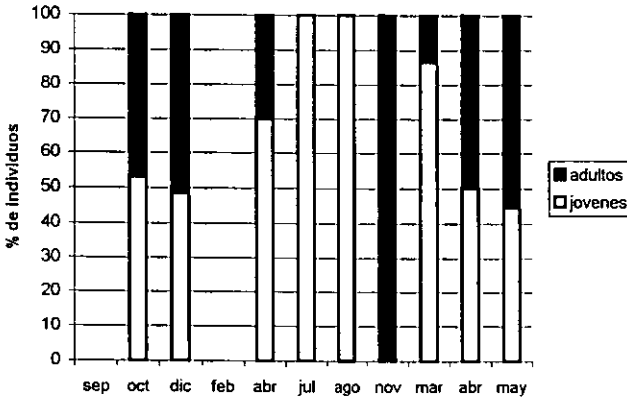


Figura 5. Categorías de desarrollo de hembras de *Leptonycteris curasoae* en la Cueva del Obispo, representada en porcentajes. Es importante señalar que la mayoría de hembras encontradas fueron jóvenes, sobresaliendo los meses de julio de 1998, noviembre de 1998 y marzo de 1999.

V.6. Peso

La media anual de peso en machos fue de 24.62 ± 3.04 SD g, con aumento de peso en los meses de diciembre de 1997, febrero y noviembre de 1998 y mayo de 1999. En contraste, el menor peso se observó en los meses de octubre de 1997, julio y agosto de 1998; siendo más evidente julio donde el promedio de peso bajó hasta 20.76 ± 3.23 SD g (Figura 6).

En el caso de las hembras la media anual fue de 23.31 ± 0.986 SD g. Los meses en los que se encontraron las hembras más pesadas fueron octubre de 1997, abril y noviembre de 1998 y mayo de 1999. Los pesos menores fueron registrados en, julio y agosto de 1998 y Abril de 1999 (Figura 6).

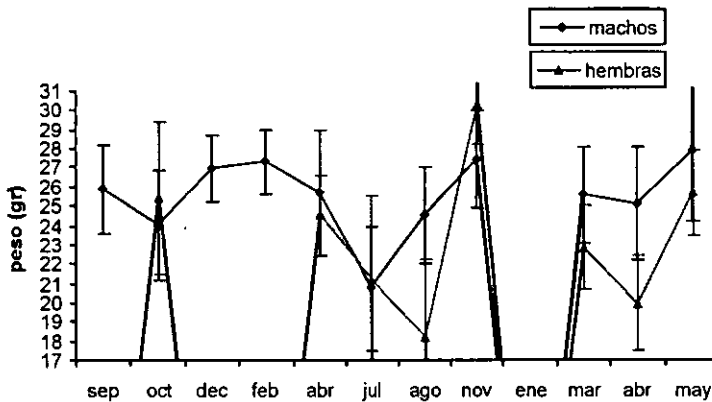


Figura 6. Promedio de peso de hembras y machos de *Leptonycteris curasoae* por mes, de septiembre de 1997 a mayo de 1999.

VI.7. Condición reproductiva

V.7.1. Hembras

Las hembras gestantes rara vez presentaron fetos de gran tamaño, pero por lo general fueron fácilmente detectados. No se encontró ninguna hembra lactante, y en condiciones de gestación avanzada solo fueron observadas en noviembre de 1998.

La proporción de hembras preñadas fue mayor durante octubre y noviembre, 73.58% y 66.67 % respectivamente (Figura 7). En abril del 98 encontramos 5 % de hembras preñadas, en abril de 1999 el 25 % y en mayo de 1999 el 16.67 %. Durante octubre y noviembre, las hembras presentes en la cueva, mostraron un aumento de peso, relacionado con el estado avanzado de la gestación.

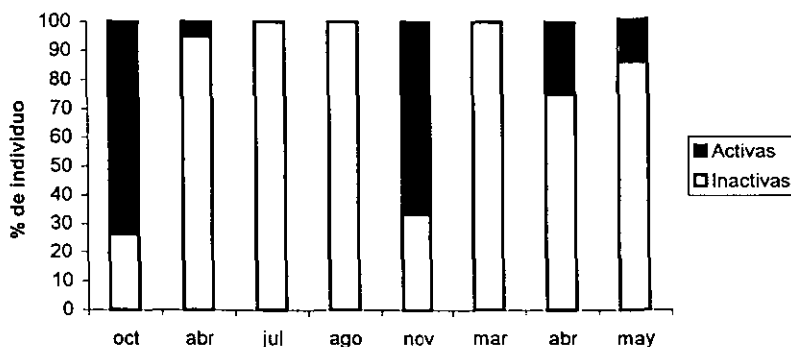


Figura 7. Actividad reproductiva de las hembras en la Cueva del Obispo. Se pueden observar los dos periodos de actividad reproductiva en otoño y primavera.

V.7.2. Machos

La mayor presencia de machos reproductivamente activos (con testículos de 5 mm x 5 mm) presentó dos periodos de abundancia, el más importante se presentó en los meses de agosto, septiembre y octubre (61.3, 73.68 y 54% respectivamente), con un periodo menos importante en los meses de abril y mayo (Figura 8). Los machos inactivos, estuvieron presentes durante todo el año.

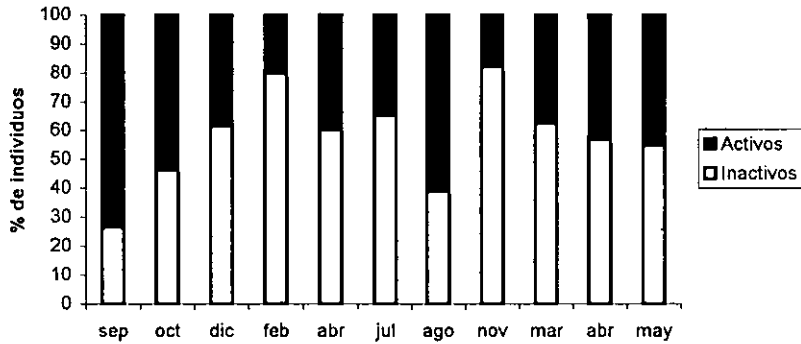


Figura 8. Actividad reproductiva de los machos en la Cueva del Obispo, representada en porcentajes.

VI. DISCUSIÓN

La Cueva del Obispo en San Juan Nochixtlán, es una cueva que presenta una estructura física compleja, principalmente en la grieta habitada por *Leptonycteris curasoae* (Zona 1; Figura 2), la cual representa la parte más alta de la cueva. Debido a la alta concentración de murciélagos en esta cámara, conserva el calor generado por los murciélagos y resulta el sitio donde se encuentra localizada esta especie.

Las condiciones de temperatura en las dos Zonas de la cueva son diferentes. En la Zona 2 las temperaturas fueron menores y oscilaron entre los 18 y los 20 °C. En la Zona 1 la temperatura varió de los 21 a los 23 °C. Estas condiciones hacen de esta cueva un sitio adecuado para la presencia de murciélagos de varias especies. A pesar de que los valores de temperatura registrados resultan bajos, debido a que fueron tomados a nivel del suelo y a más de 10 metros del techo de la cueva donde se encontraban los murciélagos, se encuentran dentro del intervalo de temperatura que otros autores han reportado para colonias de *L. curasoae* en otros sitios de México y Estados Unidos. En Arizona, Hayward y Cockrum (1971) reportan valores que varían de los 23 °C a los 33 °C, Álvarez *et al.* (1999) reporta para seis cuevas de la región central de México valores que van de los 18 °C a los 33 °C. Cabe señalar que los 18 °C registrados por Álvarez *et al.* (1999) en las "Minas de Ixtapan del Oro" en el Estado de México, fue registrado en ausencia de murciélagos. Recientemente se reportó para una cueva del estado de Puebla valores entre los 27.1 °C y 36.3 °C (Sánchez Quiroz, 2000). Los datos más altos de temperatura fueron registrados en refugios

de maternidad para esta especie, estas temperaturas oscilan alrededor de los 30 °C lo cual permite a las hembras y a las crías un menor gasto energético (Arends *et al.*, 1995; Fleming *et al.*, 1998). El bajo rango de temperatura, probablemente es una de las causas de que *L. curasoae* no mantenga una colonia de maternidad en esta cueva, además de la perturbación humana a la que es sujeta por las constantes vistas turísticas y de extracción de "guano".

Aunque la población dominante de murciélagos pertenece a *L. curasoae*, en la cueva encontramos especies insectívoras tales como *M. megalophyla*, *P. parnelli* y *T. brasiliensis*, las cuales habitan la Zona 2 que corresponde a la parte más fría de la cueva (18 a 20 °C). La menor temperatura registrada en esta zona se debe a que el aire circula entre las dos entradas, que están situadas cerca de los extremos de este túnel. Esta parte de la cueva es habitada solo temporalmente por *L. curasoae*, el cual prefiere sitios con temperaturas más altas, localizados dentro de la Zona 1 y habitados de forma permanente por esta especie. En otros estudios realizados, *L. curasoae* convive con estas mismas especies en cuevas de "calor" en México y Venezuela (Hayward y Cockrum, 1971; Arends *et al.*, 1995; Ceballos *et al.*, 1997; Fleming, *et al.*, 1998). En estas cuevas, el calor es producido por el gran número de murciélagos que habitan en ellas y queda atrapado por la arquitectura de la cueva (Fleming *et al.*, 1998). Se ha observado, que durante el día, esta especie descansa en zonas termoneutrales por debajo de los 30°C (Arends *et al.*, 1995).

Los resultados de este estudio muestran que la cueva del Obispo, es un refugio sumamente importante para entender la dinámica poblacional de *L. curasoae* en el centro de México. En esta cueva podemos afirmar que existe

una colonia permanente de este murciélago durante todo el año; lo anterior no concuerda con las predicciones de la hipótesis de migración, que sugiere una presencia estacional de esta especie en los meses del otoño e invierno en regiones tropicales y ausencia y disminución en los meses de primavera (Wilkinson y Fleming, 1996; Ceballos *et al.*, 1997). El tamaño, así como la composición sexual de la colonia, presentó variaciones estacionales, que están relacionadas con movimientos de reacomodo que realizan los murciélagos en la región para encontrar recursos alimenticios y para cumplir con sus actividades reproductivas.

El tamaño de la población presentó variaciones considerables durante la realización de los muestreos en la cueva. El número máximo de individuos encontrados fue de $26,927 \pm 41.64$ SD en mayo de 1999, lo cual resulta muy parecido al encontrado en Jolalpan, Puebla (Sánchez-Quiroz, 2000) donde en los meses de mayor abundancia (de febrero a julio) se registraron 23,500 individuos. Estos valores resultan relativamente bajos respecto a otras colonias encontradas, como es el caso de Chamela donde se reportan alrededor de 60,000 individuos durante algunos periodos de año, sin embargo esta colonia presenta grandes variaciones en el tamaño de la población a lo largo del año (Ceballos *et al.*, 1997).

La colonia presentó su máximo tamaño durante el periodo primavera – verano, con un promedio de $14,635 \pm 143.33$ SD individuos habitando la cueva; en el periodo otoño-invierno la población mantuvo un promedio de $8,294 \pm 252.72$ SD individuos. Esta conducta fue semejante a la observada en Jolalpan, Puebla, donde la colonia disminuyó de septiembre a diciembre (Sánchez-Quiroz, 1999); las observaciones realizadas en estas dos cuevas no concuerdan con las

predicciones de la hipótesis migratoria, que dice que la presencia de *L. curasoae* en éstas regiones durante la primavera es nula o escasa (Cockrum, 1991) . Esto es totalmente contrastante con información obtenida en Chamela, donde se encontró que el periodo con más murciélagos fue durante los meses otoñales principalmente, octubre y noviembre (Ceballos *et al.*, 1997). Resulta relevante señalar que durante estos meses el número de especies de plantas que proporcionan los recursos alimenticios florales y frutales para *L. curasoae* en el Valle de Tehuacán – Cuicatlán son menores que en el resto del año (Apéndice II; Rojas–Martínez *et al.*, 1999; Salinas–Rosales, en prensa), por lo cual es posible que la mayor parte de la colonia se desplace a sitios con mayor disponibilidad de alimento en selvas bajas caducifólias, en las cuales se ha observado mayor abundancia de este murciélago durante el periodo otoño-invierno (Rojas-Martínez *et al.*, 1999; Rojas-Martínez, comunicación personal). En abril de 1999 se encontraron 2,748 ($\pm 38.72 SD$) murciélagos, un número muy bajo con respecto al encontrado el año anterior ($13,011 \pm 229.11 SD$), lo cual seguramente fue causa de la inusual escasez de recursos alimenticios durante esos meses en el Valle de Tehuacán–Cuicatlán (Rojas–Martínez, comunicación personal).

El método usado para estimar el tamaño de la población resulta difícil de evaluar debido a la gran probabilidad que existe de subestimar la superficie de percha que ocupa *L. curasoae* en la cueva, en particular pequeñas oquedades y grietas que son imposibles de identificar. Por otro lado no fue posible medir con exactitud todos los sitios donde es depositado el excremento de los murciélagos a causa de que gran parte se deposita sobre las paredes inclinadas de las grietas. Otro problema que presenta este método es la subestimación del material

depositado, debido al ciclo natural que se lleva a cabo en los suelos de las cuevas y al uso de este recurso para fertilizar áreas de cultivo. El método aplicado permite estimar la abundancia y las fluctuaciones numéricas dentro de la cueva. Es indispensable perfeccionar éste método y compararlo con otros métodos usados para estimar el tamaño de las colonias de murciélagos en cuevas, para analizar su confiabilidad, y de ser posible realizar los ajustes necesarios para obtener datos más precisos. Si consideramos que los métodos para estimar el tamaño de colonias de murciélagos dentro de cuevas y al momento de la salida están basados en conteos directos ya sea utilizando video filmaciones, fotografías o conteos visuales directos, son difíciles de repetir e inexactos (Humphrey, 1971; Thomas y LaVal, 1988; Ceballos *et al.*, 1997; Fleming *et al.*, 1998; Sánchez – Quiróz, 2000), éste método puede ser una opción viable que de manera indirecta y sencilla proporciona una estimación cuantitativa del tamaño de una colonia.

Enero de 1999 fue el único mes en el cual no capturamos *L. curasoae*, sin embargo la presencia de esta especie en la cueva durante ese mes fue evidente, debido a que en las charolas colocadas en la cueva se encontraron excretas de este murciélago, que contenían semillas de cactáceas columnares presentes en el Valle de Tehuacán y la Cuenca del Balsas (Salinas-Rosales en prensa), que fructifican a partir de diciembre (Rojas-Martínez, 1996) (Apéndice II). Los movimientos para obtener recursos y aquellos movimientos resultantes de las actividades reproductivas de esta especie, han sido identificados en otros sitios, tal es el caso de Chamela donde las variaciones estacionales de la colonia son el reflejo de la disponibilidad de recursos en la zona, principalmente en la temporada seca (diciembre) que es cuando se ha observado que *L. curasoae* abandona el

refugio y regresa hasta la temporada húmeda (Ceballos *et al.*, 1997). Se afirma que en general las hembras de *L. curasoae* se desplazan a cuevas de maternidad al norte de México y sur de Arizona durante la primavera (Cockrum, 1991; Ceballos *et al.*, 1997) Los datos obtenidos en la Cueva del Obispo, no apoyan esta hipótesis porque se encontraron hembras gestantes y el mayor tamaño de la colonia fue estimado en estos meses, si bien las hembras no paren en esta cueva. Asimismo en una cueva de Jolalpan, Puebla se ha identificado que los cambios en la composición y tamaño de la población están principalmente relacionados con los periodos reproductivos, ya sean causados por los periodos de apareamiento o el establecimiento de las colonias de maternidad (Sánchez-Quiroz, 2000).

Las hembras de *L. curasoae* se encontraron presentes durante el año en menor proporción que los machos. Las hembras presentaron dos periodos de actividad reproductiva, uno durante octubre y noviembre (73.58 % y 66.67% respectivamente), cuando el porcentaje de hembras preñadas fue muy alto. El otro pico donde se encuentran hembras gestantes fue durante abril (5.085% y 25% de 1998 y 1999 respectivamente) y mayo (16.67%). En este refugio no se capturaron hembras lactando. Se ha observado que en México las hembras de esta especie tienen una cría por año y que existen dos grupos reproductivos diferentes a lo largo de la distribución de esta especie (Hayward y Cockrum, 1971; Cockrum, 1991; Ceballos *et al.*, 1997; Rojas-Martínez *et al.*, 1999); una, en el noroeste de México y suroeste de Arizona, la cual presenta un periodo reproductivo en la primavera; y otro en la región centro y sur de México, como es el caso de las poblaciones de Juxtlahuaca, Guerrero; Ocozocoautla, Chiapas y Jolalpan, Puebla, donde los nacimientos ocurren en diciembre y enero (Quiroz *et al.*, 1986; Ceballos

et al., 1997; Sánchez-Quieroz, 2000). Este dato coincide con los estudios realizados por Sánchez Quiroz (2000), quien plantea que en una cueva de Jolalpan, Puebla el periodo de apareamiento sucede durante junio y julio y los nacimientos comienzan en noviembre y finalizan hasta mediados de enero. En Venezuela se ha reportado un comportamiento distinto; las hembras presentan el celo en noviembre y se observan gestantes de diciembre a marzo con un aumento de nacimientos de abril a agosto (Sosa y Soriano, 1993; Ceballos *et al.*, 1997). Si se considera que *L. curasoe* tiene una gestación de 5 meses (Ceballos *et al.*, 1997), no es posible que la misma hembra pueda gestar a termino dos veces al año, a pesar de ser conocido el patrón poliéstrico bimodal en otras especies de filostómidos tropicales (Wilson, 1979). Los dos periodos reproductivos observados en la Cueva del Obispo, uno en primavera y otro en otoño, implican que en esta cueva, puedan existir dos grupos de hembras que se reproducen en dos periodos diferentes del año. Avanzada la gestación, estas hembras se desplazan a cuevas de maternidad las cuales son desconocidas hasta el momento, pero es posible que se trasladen durante el otoño hacia cuevas del Estado de Morelos con las cuales se ha comprobado que existe intercambio de murciélagos (Álvarez *et al.*, 1999), o con la cueva de Tzinacanostoc en Jolalpan, Puebla (Sánchez-Quieroz, 2000), donde la dinámica de la colonia se comporta de manera complementaria a la de Nochixtlán, coincidiendo con el establecimiento de la colonia de maternidad y otros eventos, como el destete de los murciélagos que nacieron en invierno y la llegada de individuos jóvenes a Nochixtlán, durante la primavera.

Los machos de *L. curasoe* también presentan dos picos de actividad reproductiva, en los meses de agosto a octubre y de abril a mayo; a diferencia de

lo encontrado en la cueva de la Bahía de Chamela, Jalisco, en donde los machos presentan solo un periodo de celo anual (Ceballos *et al.*, 1997). El comportamiento observado en *L. curasoae* en la cueva del Obispo se ajusta al de otras especies de filostómidos tropicales que presentan dos periodos de celo y que coincide con periodos previos a los picos de productividad de la vegetación (Fleming *et al.*, 1972; Handley *et al.*, 1991).

La relación de peso encontrada para *L. curasoae* en la cueva, muestra variaciones estacionales importantes. Se encontró una variación importante de peso durante noviembre (30.5 ± 2.68 SD g), lo cual es el reflejo de la condición de preñez de las hembras capturadas, sin embargo también encontramos un aumento de peso en los machos. Otro periodo que muestra un aumento de peso es el que corresponde a los meses de diciembre de 1997 (26.9 ± 1.71 SD g), cuando la población estuvo compuesta principalmente por machos jóvenes (74.25 %), y febrero de 1998 (27.3 ± 1.67 SD g) cuando aumentó el número de adultos (51.72%), durante estos meses no capturamos ninguna hembra en la cueva. En mayo de 1999 se detectó otro aumento de peso (26.69 ± 2.94 SD g); durante este periodo la población estuvo compuesta por individuos adultos. El menor peso observado en la cueva fue registrado en julio de 1998 cuando el promedio para hembras y machos fue de 20.85 ± 3.70 SD g.; otro periodo en el cual registramos poco peso fue abril de 1999 en el cual encontramos que el promedio para hembras fue de 19.75 ± 2.68 SD g. Estas dos variaciones en el peso pueden ser el reflejo de la abundancia de individuos jóvenes en el Valle, los cuales llegan en periodos de gran abundancia de recursos alimenticios (Rojas-Martínez *et al.*, 1999). En otros sitios de México se han encontrado datos similares; Ceballos *et al.*

(1997) encontraron que en Chamela la temporada en que registraron menor peso correspondió a la temporada seca, mientras que los datos de mayor peso fueron registrados durante octubre y noviembre. Estos cambios son conocidos en otras especies de murciélagos como *Artibeus jamaicensis*, *Carollia perspicillata* y *Tadarida brasiliensis* los cuales pierden peso durante la temporada seca (McNab, 1976; Fleming, 1988).

El peso es un elemento importante en la caracterización de la estructura de edades en poblaciones de murciélagos y puede ser uno de los factores determinantes en la identificación de edades dadas las semejanzas entre individuos jóvenes y adultos a partir de los 3 o 4 meses de edad (Orr, 1970). Los métodos utilizados en campo tales como los basados en la condición reproductiva, la osificación de los cartílagos de crecimiento, las medidas del largo de los huesos y el peso, solo pueden ser usadas para la identificación de clases de edades discretas como juveniles, sub-adultos y adultos (Núñez y de Viana, 1997), sin embargo permiten conocer de manera más o menos precisa la estructura de edades de las poblaciones.

En esta colonia observamos que la presencia de individuos jóvenes es mayor que la de adultos durante todo el año, con dos periodos de mayor abundancia, uno durante los meses de julio y agosto, y en menor proporción en marzo y abril. Estos dos periodos muestran que en regiones cercanas a la cueva, los individuos jóvenes llegan a la Cueva del Obispo al finalizar el destete, abandonando las colonias de maternidad, tal como lo observó Sánchez-Quiróz (2000) en Jolalpan, Puebla, quien menciona que el destete de los individuos que nacieron en otoño comienza a partir de mediados de enero. Además durante estos

periodos de tiempo la disponibilidad de recursos es alta en el Valle de Tehuacán (Rojas-Martínez *et al.*, 1999). Esto implicaría que el Valle de Tehuacán-Cuicatlán sea utilizado como un sitio de engorda de los murciélagos jóvenes provenientes de cuevas cercanas, como la de Tzinacanostoc en Jolalpan, Puebla.

Leptonycteris curasoae ha sido considerada como una especie de murciélago que presenta una migración latitudinal generalizada, esto es, que se desplaza a lo largo de toda su distribución en Norte América (Howell, 1979; Humphrey y Bonaccorso, 1979, Arita, 1991, Cockrum, 1991, Fleming *et al.*, 1993, Valiente-Banuet *et al.*, 1996; Wilkinson y Fleming, 1996). Los tres principales factores, que son considerados para afirmar lo anterior son, 1) el agotamiento de los recursos florales a diferentes latitudes (Cockrum, 1991; Fleming *et al.*, 1993), 2) la actividad reproductiva limitada al desierto de Sonora en la primavera (Cockrum, 1991; Fleming *et al.*, 1993; Wilkinson y Fleming, 1996; Ceballos *et al.*, 1997), y 3) la floración secuencial de especies con síndrome de quiropterofilia que forman un corredor de néctar a lo largo de América del Norte (Gentry, 1982; Cockrum, 1991).

En las regiones tropicales de México, los datos conocidos no coinciden con la propuestas de la migración latitudinal generalizada. Se conocen colonias permanentes de *L. curasoae* en regiones intratropicales de México, tales como "La cueva del Salitre" en Morelos (Álvarez *et al.*, 1999), la cueva de Juxtlahuaca Guerrero (Cockrum, 1991), La cueva "Los Laguitos" en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (Martínez y Albores-Pérez, 1996), la cueva de Jolalpan, Puebla (Sánchez-Quiroz, 2000) y como este estudio lo demuestra "La Cueva del Obispo" en San Juan Nochixtlán, Oaxaca. Se ha observado que en estas cuevas existen fluctuaciones

en las poblaciones de esta especie; sin embargo, todo el año se encuentran colonias importantes en ellas. Algunas de éstas colonias, en particular Juxtlahuaca Guerrero, La cueva "Los Laguitos" de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y la cueva de Jolalpan, Puebla; son utilizadas como cuevas de maternidad (Quiroz *et al.*, 1986; Martínez y Albores-Pérez, 1996; Álvarez *et al.*, 1999; Sánchez Quiroz, 2000). Lo anterior demuestra que *L. curasoae* puede completar su ciclo reproductivo en zonas intertropicales sin necesidad de realizar largas migraciones a sitios de maternidad en el norte del país o sur de Estados Unidos. Otro punto importante es el referente a la disponibilidad de recursos durante todo el año. Se ha demostrado que la fructificación y floración de cactáceas columnares, agaves, así como de otras especies de plantas tropicales, de las cuales se alimenta esta especie, se presentan de manera secuencial y continua a lo largo del año, dentro de las zonas intertropicales como ocurre en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Apéndice II) (Valiente-Banuet *et al.*, 1996; Rojas-Martínez, 1996; Rojas-Martínez *et al.*, 1999). Un dato relevante que sostiene este punto, es el hecho de que en un estudio simultáneo de consumo de fruta por *L. curasoae* en la Cueva del Obispo se colectaron cantidades considerables de semillas de cactáceas columnares llevadas por este murciélago durante todo el año; incluso en el mes de enero de 1999 en el que la presencia de la especie no fue perceptible (Salinas-Rosales, en prensa), lo cual indica que *L. curasoae*, en ésta parte de su distribución, es residente y que no necesita realizar migraciones latitudinales en busca de recursos alimenticios, si bien su población se ve afectada por la abundancia o escasez de los recursos locales. En este sentido se ha propuesto que esta especie realiza movimientos principalmente altitudinales con propósitos

alimenticios, por lo menos en regiones intertropicales como es la parte central de México y Venezuela (Sosa y Soriano, 1993; Herrera, 1997; Rojas–Martínez *et al.*, 1999; Álvarez *et al.*, 1999). Hasta la fecha no se conoce qué relación guardan las poblaciones residentes con las poblaciones que migran hacia el norte (Wilkinson y Fleming, 1996), Rojas–Martínez (1999) sugiere que las migraciones son más cortas de lo que se ha sugerido y que probablemente solo incluyen movimientos de Arizona y del norte de Sonora hasta Sinaloa.

En el caso específico de la cueva del Obispo es posible inferir que *L. curasoe* realiza movimientos con fines alimenticios a sitios de menor altitud en selvas bajas caducifolias, en los cuales se ha observado la presencia de este murciélagos durante todo el año, y donde la producción de recursos alimenticios es constante (Rojas-Martínez *et al.*, 1999; Rojas-Martínez, comunicación personal) y por otro lado las variaciones climáticas son menores. En el caso de los movimientos que realiza con fines reproductivos, se ha observado que las hembras de otras especies de murciélagos prefieren sitios con menores variaciones climáticas y de menor altitud, por lo cual el gasto energético durante el invierno es menor (Cryan *et al.*, 2000), lo cual coincide con el periodo reproductivo más evidente en esta cueva. Por otro lado se ha observado que existe intercambio de individuos de la cueva del Obispo con cuevas del Estado de Morelos (Álvarez *et al.*, 1999), lo cual muestra que este murciélagos se desplaza a sitios donde las variaciones de temperatura son menores y donde la vegetación corresponde a una selva baja caducifolia. Otro factor relevante es la cercanía de la cueva de Tzinacanostoc en Jolalpan, Puebla, y el hecho de que los periodos reproductivos observados en esta cueva (Sánchez-Quiroz, 2000) sean complementarios con los

observados en la cueva del Obispo, esto podría ser indicio de que alguna de las colonias de maternidad a donde se dirigen las hembras encontradas gestantes en la cueva del Obispo se la cueva de Tzinacanostoc y que los individuos que nacen en el otoño y son destetados en ésta cueva, sean los que ocupen la cueva del Obispo durante la primavera y verano.

VII. CONCLUSIONES

- La Cueva del Obispo en San Juan Nochixtlán, es una cueva que presenta una estructura compleja principalmente en la zona habitada por *Leptonycteris curasoae*, esta zona consiste en una grieta de estrechas dimensiones y de gran altura que conserva el calor generado por los murciélagos y resulta el sitio donde permanentemente se encuentra esta especie.
- Aunque la población dominante de murciélagos pertenece a *Leptonycteris curasoae*, en la cueva también se encontraron especies insectívoras tales como *M. megalophyla*, *P. parnelli* y *T. brasiliensis*, lo cual coincide con lo observado en cuevas de “calor” de México y Venezuela.
- Los resultados de este estudio muestran que la cueva del Obispo es un refugio sumamente importante para entender la dinámica poblacional de *L. curasoae* en el centro de México. En esta cueva habita una colonia permanente de este murciélago. Lo cual no concuerda con las predicciones de la hipótesis de migración latitudinal generalizada, que sugiere una presencia estacional de esta especie está restringida a los meses del otoño e invierno o en todo caso con disminución de la colonia durante la primavera y el verano, siendo este el periodo cuando se observó mayor abundancia en la cueva.

- Se ha propuesto que las hembras se desplazan a cuevas de maternidad al norte de México y sur de Arizona durante la primavera, sin embargo los datos obtenidos en la cueva del Obispo, no apoyan esta hipótesis debido a que se encontraron hembras gestantes durante estos meses, pero se desconoce el sitio al que se dirigen a parir.
- Las hembras mostraron dos periodos de actividad reproductiva, uno durante octubre y noviembre, y otro durante abril y mayo. Si se considera que *L. curasoe* tiene una gestación de 5 meses, no es posible que la misma hembra pueda gestar a término dos veces al año (Ceballos *et al.*, 1997). Los dos periodos reproductivos observados, uno en primavera y otro en otoño, reflejan que en esta cueva, puedan existir dos grupos de hembras que se reproducen en dos periodos diferentes del año, siendo el otoño-invierno el principal periodo de actividad reproductiva.
- Los machos de *L. curasoe* también presentan dos picos de actividad reproductiva, en los meses de agosto a octubre y de abril a mayo; a diferencia de lo encontrado en la cueva de la Bahía de Chamela, Jalisco, en donde aparentemente los machos presentan solo un periodo de celo anual (Ceballos *et al.*, 1997). Este comportamiento concuerda con otras especies de filostomidos tropicales que presentan dos periodos de celo (Fleming *et al.*, 1972 y Handley *et al.*, 1991) y por otro lado coincide con periodos

previos al aumento de productividad de la vegetación (Rojas-Martínez *et al.*, 1999).

- Los datos arrojados por este estudio no coinciden con la propuesta de migración latitudinal generalizada. Debido a la existencia de colonias permanentes de *L. curasoae* en regiones intertropicales de México, como es el caso de la Cueva del Obispo y otras colonias en la región centro y sur de México.
- Algunas de éstas colonias, en particular Juxtlahuaca Guerrero, La cueva "Los Laguitos" de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas y la cueva de Jolalpan, Puebla; son utilizadas como cuevas de maternidad (Álvarez *et al.*, 1999; Martínez-M. y Albores-Pérez, 1996; Sánchez-Quiroz, 2000). Esto demuestra que *L. curasoae* puede completar su ciclo reproductivo en zonas intertropicales sin necesidad de realizar largas migraciones a sitios de maternidad en el norte del país o sur de Estados Unidos.
- Se ha demostrado que la fructificación y floración de cactáceas columnares, agaves, así como de otras especies de plantas tropicales de las cuales se alimenta esta especie, se presentan de manera secuencial y continua a lo largo del año, dentro de las zonas intertropicales como ocurre en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán (Apéndice II) (Rojas-Martínez, 1996; Rojas-Martínez *et al.*, 1999); lo cual permite a este murciélago no realizar grandes recorridos

en busca de recursos alimenticios. Por lo anterior se ha propuesto que esta especie realiza movimientos principalmente altitudinales, al menos en regiones intertropicales como es la parte central del país con propósitos alimenticios (Herrera, 1997; Álvarez *et al.*, 1999; Rojas-Martínez *et al.*, 1999).

- La cueva del Obispo es perturbada permanentemente por las actividades de extracción de "guano" que realizadas por los habitantes de la región, por lo tanto, es necesario desarrollar programas específicos de educación ambiental, así como proporcionar la información necesaria para el uso sustentable de los recursos procedentes de las cuevas, y de esta manera evitar el deterioro, la perturbación excesiva dentro y fuera de las cuevas y demás daños que puedan ocasionar a las colonias de murciélagos ahí establecidas.
- Considerando que esta especie se encuentra catalogada como amenazada y dada su importancia en la polinización de cactáceas columnares y otras especies vegetales de importancia alimenticia, comercial y cultural para el hombre, resulta relevante la conservación y protección de refugios diurnos como es el caso de las cuevas, particularmente para *Leptonycteris curasoae*; debido al importante papel que llevan en todos aquellos procesos biológicos y ecológicos necesarios en el ciclo de vida de todas las plantas que poliniza y dispersa.

VII. LITERATURA CITADA

- Álvarez, T. y González-Quintero L. 1970. Análisis polínico del contenido gástrico del murciélago Glossophaginae de México *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas México*. 17:137-165.
- Álvarez T., Sánchez-Casas N. y Villalpando J. A. 1999. Registro de los movimientos de *Leptonycteris yerbabuena* en el centro de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 45:9-15.
- Arends, A., Bonaccorso F.J. y Genoud M. 1995. Basal rates of metabolism of nectarivorous bats (Phyllostomidae) from semiarid thorn forest in Venezuela. *Journal of Mammalogy* 76:947-956.
- Arita, H. T. y Santos Del Prado K. 1999. Conservation biology of nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Mammalogy* 80:31-41.
- Arita, H. T. y Humphrey, S. R. 1988. Revisión taxonómica de los murciélagos magueyeros del género *Leptonycteris* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Zoológica Mexicana* 29, 1-60.
- Begon, M. y Mortimer M. 1981. *Population Ecology*. Blackwell Scientific Publications. London. 201 p.p.
- Betts, B. J. 1997. Microclimate in Hell's Canyon mines by maternity colonies of *Myotis ymanensis*. *Journal of Mammalogy* 78:1240-1250.
- Ceballos, G., Fleming T. H., Chávez C. y Nassar J. 1997. Population dynamics of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Jalisco, México. *Journal of Mammalogy* 78:1220-1230.
- Cockrum, E. L. 1991. Seasonal distribution of northwestern populations of the long-nosed bats, *Leptonycteris sanborni* family Phyllostomidae. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 62:181-202.
- Cryan, P. M., Mogan M. A. y Altenbach J. S. 2000. Effect of elevation on distribution of female bats in the black hills, South Dakota. *Journal of Mammalogy* 81:719-725.
- Dávila, P. A., Villaseñor, J. L., Medina L., Ramírez, A., Salinas, A., Sanchez-Ken J. y P. Tenorio, P. 1993. Listado florístico de México. X. *Flora del Valle de Tehuacán - Cuicatlán*. UNAM. Instituto de Biología. 195 pp.
- Eberhardt, L. y Van Eten R. 1956. Evaluation of the pellet group count as a deer census method. *Journal of Wildlife Management* 20:70-74.

- Fenton, M. Brock. 1997. Science and the conservation of bats. *Journal of Mammalogy* 78:1-14.
- Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat*. The University of Chicago Press. Chicago, 365pp.
- Fleming, T. H., Nuñez, R. A. y Sternberg, L. S. L. 1993. Seasonal changes in the diets of migrant and non-migrant nectarivorous bats as revealed by carbon stable isotope analysis. *Oecology* 94:72-75.
- Fleming, T. H. y Sosa V. J. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75:845-851.
- Fleming, T. H., Nelson A. A. y Dalton V. M. 1998. Roosting behavior of the lesser long-nosed bat, *Leptonycteris curasoae*. *Journal of Mammalogy* 79:147-155.
- Gallina, S. 1990. Estimación de parámetros poblacionales por métodos indirectos en área protegidas. En: Camarillo R. J. L. y Rivera A. F.(eds.). *Áreas naturales protegidas en México y especies en extinción*. Proyecto Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA). Unidad de Investigación ICSE. ENEP Iztacala, UNAM, México. 374 pp.
- Gardner, A. L. 1977. Feeding habits. En: R.J. Baker (eds.) *Biology of bats of the New World. Family Phyllostomatidae*. Part II. Special Publications 13, The Museum, Texas Tech. Univ., Lubbock pp. 293-350.
- Gentry, H. S. 1982. *Agaves of continental North America*. 670 pp. University of Arizona Press, Tucson.
- Godínez, H. O. 2000. *Dispersión de semillas de Neobuxbaumia tetetzo* (Coulter) Backeberg, en el Valle de Tehuacan, Puebla. Tesis de Doctor en Ecología. UNAM. Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del CCH. Instituto de Ecología. México.
- Handley, C. O., Jr., Wilson D. E. y Gardner A. L. 1991. Demography and natural history of the common fruit bat *Artibeus jamaicensis*, on Barro Colorado Island, Panama. *Smithsonian Contributions to Zoology* 511:1-173.
- Hayward, B., y Cockrum L. 1971. The natural history of the western long-nosed bat, *Leptonycteris sanborni*. *Western New Mexico University Research Science* 1:75-123.
- Herrera M., L. G. 1997. Evidence of altitudinal movements of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera; Phyllostomidae) in Central México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:116-118.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- Heithaus, E.R. 1982. Coevolution between bats and plants. Pp. 327-367. En: Kunz T.H. (ed.) *Ecology of Bats* Plenum Press, New York.
- Howell, D. J. 1979. Flock foraging in nectar-feeding bats: advantages to the bats and the host plants. *American Nature* 114:23-49.
- Humphrey, S.R. 1971. Photographic estimation of population size of the Mexican free tailed bat, *Tadarida brasiliensis*. *The American Midland Naturalist* 86: 220-223.
- Humphrey, S. R. y Bonaccorso F. J. 1979. Population and community ecology. En: R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., and D.C. Carter (eds.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae*. Part III. Special Publications. The Museum Texas Tech University, 16:1-441.
- Koopman, K. F. 1981. The distributional patterns of new world nectar feeding bats. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 68:352-369.
- Kunz, T. H. (ed.). 1982. *Ecology of Bats*. Plenum Press, New York. 425 pp.
- Kunz, T.H. (ed.). 1988. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 533 pp.
- Lewis, S. E. 1987. Roost fidelity of bats: A review. *Journal of Mammalogy* 76:481-496.
- Mandujano-Rodríguez, S. y Hernández-Arellano, G. 1990. Análisis de los factores ambientales que influyen sobre el nivel poblacional del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el parque "Desierto de los Leones". En: Camarillo R. J. L. y Rivera A. F. (eds.). *Áreas naturales protegidas en México y especies en extinción*. Proyecto Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA). Unidad de Investigación ICSE. ENEP Iztacala, UNAM, México. 374 pp.
- Martínez M., Pérez M. y Albores-Pérez J. 1996. Los murciélagos de la cueva "Los Laguitos", su importancias biológica y social. *Revista ICACH. Nueva Época*. 1:10-18.
- McNab, B. K. 1976. Seasonal fat reserves of bats in two tropical environments. *Ecology* 57:332-338.
- Miranda, F. 1948. Datos sobre la vegetación de la cuenca alta del Papaloapan. *Anales del Instituto de Biología UNAM*. México, 19:333-364.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-94, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de

- extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Nación*, México 438:2-60.
- Nuñez, A. y De Viana M. L. 1997. Comparación de métodos para la determinación de edad en el vampiro común *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista de Biología Tropical* 45: 1237-1242.
- Orr, R. T. 1970. Development: Prenatal and postnatal. Pp 217-231, En: W. A. Winsatt (ed.). *Biology of bats*. Vol, 1 Academ. Press, New York, 406 pp.
- Ortega, J. y Arita H. 1998. Neotropical–Nearctic limits in Middle America as a determined by distribution of bats. *Journal of Mammalogy* 79: 772-783.
- Quiroz, D. L., Xelhuanzi M. S. y Zamora M. C. 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.
- Rojas-Martínez, A. E. 1996. *Estudio poblacional de tres especies de murciélagos nectarívoros considerados como migratorios y su relación con la presencia estacional de los recursos florales en el Valle de Tehuacán y la cuenca del Balsas*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Rojas-Martínez, A. E. y Valiente Banuet A. 1996. Análisis comparativo de la quiropterofauna del Valle de Tehuacán - Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana* 67:1-23.
- Rojas-Martínez, A., Valiente-Banuet A., Arizmendi M. Del Coro, Alcántara-Eguren A. y Arita H. T. 1999. Seasonal Distribution of the Long-Nosed Bat (*Leptonycteris curasoae*) in North America: Does a Generalized Migration Pattern Really Exist?. *Journal of Biogeography* 26, 1065-1077
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432pp.
- Salinas–Rosales, M. En prensa. *Consumo anual de frutos de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacán–Cuicatlán, por el murciélago Leptonycteris curasoae, deducido por la identificación de semillas depositadas en una cueva*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Sánchez-Quiroz, A. 2000. *Características del ambiente y patrón reproductivo de una colonia de Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) en el estado de Puebla, México. 56 p.p. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, UNAM. México.

- Soberón, J. 1991. *Ecología de Poblaciones*. La ciencia desde México. Vol. 82. Fondo de Cultura Económica. México. 149 p.p.
- Sosa, M. y Soriano P. J. 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). *Revista de Biología Tropical* 41:529-532.
- Thomas, D. W. y LaVal R. K. 1988. Survey and census methods. P.p. 77-89. En: Kunz T. H. (ed.). *Ecological and behavioral methods for the study of bats* Smithsonian Institution Press, Washington D.C. – London.
- USFWS. 1986. Endangered and threatened wildlife and plant. Department of interior United States. Fish and Wildlife Service Washington, D. C. USA. 30 pp.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi M Del C., Rojas-Martínez A., y Casas A.. 1995. Bases ecológicas del desarrollo sustentable en zonas áridas: el caso de los bosques de cactáceas columnares en el Valle de Tehuacan y Baja California. En: *IV Curso sobre desertificación y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe*. Red de Información Ambiental para América Latina y el caribe (PNUMA). Red de cooperación técnica en zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe (FAO). Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Edo. de México. 20-30 pp.
- Valiente-Banuet, A., Arizmendi M. Del C., Rojas-Martinez A. y Domingez-Canseco L. 1996. Ecological relationships between columnar cacti and nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 12:1-17.
- Valiente-Banuet, A., Rojas-Martinez A., Casas A., Arizmendi M. Del C., y Dávila P. 1997. Pollination biology of two columnar cacti (*Neobuxbaumia mezcalaensis* and *Neobuxbaumia macrocephala*) in the Tehuacan Valley, Central Mexico. *American Journal of Botany* 84,452-455.
- Wilkinson, G. S. y Fleming, T. H., 1996. Migration and evolution of lesser long-nosed bats *Leptonycteris curasoae*, inferred from mitochondrial DNA. *Molecular Ecology* 5, 329-339.
- Wilson, D. E. 1979. Reproductive patterns. Pp. 317-378. En: R. J. Baker, J. K. Jones, Jr., y D. C. Carter, (eds.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae*, Part III. Special Publications. The Museum, Texas Tech University, 16:1-441.

APÉNDICE I.

Desviación estandar ajustada y valores generales utilizados en el método para estimar el tamaño de la población.

	Número de individuos en 5 m ²	Número total de individuos en la cueva	Desviación estándar	Desviación estándar ajustada
Abril de 1998	934	13 013	173.67	229.11
Julio de 1998	981	13 666	102.31	183.74
Noviembre de 1998	1100	15 323	254.33	460.86
Enero de 1999	132	1 836	74.96	192.74
Marzo de 1999	543	7 696	44.44	104.57
Abril de 1999	197	2 748	22.63	38.72
Mayo de 1999	1934	26 930	22.63	41.64
Junio de 1999	1706	23 762	124.41	223.45

APÉNDICE II.

Fenología de flores y frutos de 37 especies de plantas de las cuales se alimenta *Leptoncyteris curasoeae* en el Valle de Tehuacán - Cuicatlán. Los períodos de floración están señalados con líneas continuas y los de fructificación con líneas punteadas.
 Tabla tomada de Rojas - Martínez et. al. 1999 y modificada por Salinas - Rosales.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Acanthocereus subinermis</i> Britton & Rose												
<i>Agave macroacantha</i> Zucc.												
<i>Agave marmorata</i> Roehl.												
<i>Agave karwinskii</i> Zucc.												
<i>Agave kerchovetii</i> Lem.												
<i>Agave peacockii</i> Croucher												
<i>Agave potatorum</i> Zucc.												
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britt. & Baker												
<i>Ceiba parvifolia</i> Rose												
<i>Cephalocereus columna-trajani</i> (Weber) Shuman												
<i>Cephalocereus purpusii</i> Britt. & Rose												
<i>Escantria chiotilla</i> (F. A. C. Weber) Rose												
<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britt. & Rose												
<i>Ipomoea arborescens</i> G. Don.												
<i>Myrtillocactus geometrizans</i> (C. Martius) Console												
<i>Myrtillocactus schenkii</i> (J. A. Purpus) Backeb.												
<i>Neobuxbaumia macrocephala</i> (Weber) Dowson												
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i> (Bravo) Backeb.												
<i>Neobuxbaumia tetetzo</i> (Weber) Backeb.												
<i>Pachycereus fulviceps</i> (Weber) Backeb.												
<i>Pachycereus hollianus</i> (Weber) Buxb.												
<i>Pachycereus pecten-aboriginum</i> Britt. & Rose												
<i>Pachycereus weberi</i> (Coulter) Backeb.												
<i>Parmentiera edulis</i> D. C.												
<i>Pilosocereus crysacanthus</i> (Web) Britt. & Rose												
<i>Polaskia chende</i> (Gosselin) A. Gibson & K. Horak												
<i>Polaskia chichipe</i> (Gosselin) Backeb.												
<i>Pseudobombax ellipticum</i> H. B. K.												
<i>Stenocereus chrysocarpus</i> Sánchez-Mejorada												
<i>Stenocereus dumortieri</i> (Scheidw.) Buxb.												
<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb. Ex Bravo												
<i>Stenocereus fritsii</i> Sánchez-Mejorada												
<i>Stenocereus marginatus</i> (D. C.) Berger & Buxb.												
<i>Stenocereus pruinosus</i> (Otto) Buxb.												
<i>Stenocereus standleyi</i> (González-Ortega) F. Buxb.												
<i>Stenocereus stellatus</i> (Pfeiffer) Riccob.												
<i>Stenocereus treleasei</i> (Vaupel) Backeb.												
Total de Flores	9	11	13	16	16	15	13	10	7	5	8	9
Total de Frutos	4	6	7	12	18	15	14	3	5	2	1	2