

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES. ZARAGOZA.

ALGUNOS ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL MURCIÉLAGO *Anoura*  
(ORDEN CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE), EN EL ESTADO DE  
MÉXICO.



CRISTÓBAL GALINDO GALINDO.

Director De Tesis: Dr. José Ramírez Pulido.

Asesor Interno: Biól. A. Alfredo Bueno Hernández.

Octubre de 1995.

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**A MIS PADRES BEATRIZ Y ELIGIO  
CON ADMIRACIÓN Y RESPETO**

**CON AMOR Y CARIÑO A MI HIJA CLAUDIA  
CRISTINA Y A MI ESPOSA C. CRISTINA**

**POR EL APOYO QUE ME HAN BRINDADO  
A MIS HERMANOS JOSEFINA, RAMIRO,  
BEATRIZ, ROSALÍA, GUADALUPE Y  
ESPECIALMENTE A PEPE Y VICENTE**

## AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial al Dr. José Ramírez Pulido por la asesoría y apoyo brindado durante la realización de esta Tesis. Por ser más que un guía un amigo.

Al Biól. A. Alfredo Bueno Hernández compañero de fatigas y desvelos en las expediciones de campo durante la realización de este trabajo, así como por sus acertadas críticas al manuscrito.

A los integrantes del jurado Biól. Ma. de las Mercedes Luna Reyes, Biól. Joel Romero Carmona y Biól. Alejandro Tecpa Jiménez por sus valiosos comentarios y sugerencias que contribuyeron a enriquecer esta Tesis.

Al Biól. J. Salvador Avilés Hernández, al Biól. Faustino López Barrera y al Biól. Ramiro Ríos Gómez, autoridades de la Carrera de Biología de la FES-Zaragoza por el apoyo que siempre me han brindado.

A la Dra. Alondra Castro Campillo y al Biól. Hugo Martínez Paz profesores de la UAM-Iztapalapa por la revisión al manuscrito y la ayuda prestada en la realización e impresión de figuras y gráficas de la Tesis.

Especialmente a mis amigos y alumnos A. Sánchez Quiroz, F. Tiaseca ("Gaucho") y R. H. Quijano Pérez por haber compartido conmigo alegrías y desvelos durante todos estos años de trabajo.

También quisiera mencionar a los alumnos R. Chacón Salinas , A. D. Chávez Blanco, H. López Ruelas, M. A. Márquez Ortega, M. Trejo Hernández y V. Torres Flores por todos los momentos gratos que hemos pasado juntos.

Al Sr. Fernando Vega del Instituto de Geología de la UNAM, quién elaboró la Fig. 2.

Para la elaboración de este trabajo se contó con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT No.1253-N9203), de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO No. FB106/B011/94) y de la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la SEP (DGICSA No. 94-01-09-002-247).

## LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.- Distribución geográfica de *Anoura geoffroyi* en la República Mexicana.
- Fig. 2.- Mapa regional de la ubicación de la cueva "La Mina", en el poblado de San Francisco de las Tablas, Municipio de Chapa de Mota en el Estado de México.
- Fig. 3.- Morfología general y dimensiones de la cueva "La Mina", en el poblado de San Francisco de las Tablas, Municipio de Chapa de Mota en el Estado de México.
- Fig. 4.- Climograma del ambiente y del interior de la cueva "La Mina" de San Francisco Las Tablas, Estado de México, durante el periodo 1990 - 1991.
- Fig. 5.- Componentes de una colonia de *Anoura geoffroyi*, en la cueva "La Mina" de San Francisco Las Tablas, Estado de México, durante el periodo 1990 - 1991. El número fue contado cuando estaban en reposo (9:00-10:00 hs) y al momento de salida de su refugio (1 a 2 hs después del ocaso).

Fig. 6.- Patrón reproductivo de una colonia de *Anoura geoffroyi* en la cueva "La Mina" de San Francisco Las Tablas, Estado de México, durante el período 1990 - 1991.

Fig. 7.- Proporción de sexos en una colonia de *Anoura geoffroyi* de la cueva "La Mina" de San Francisco Las Tablas, Estado de México, durante el periodo 1990 - 1991.

## RESUMEN

Se describen las características físicas de una cueva y las de una cámara o microhábitat ocupada por una colonia de *Anoura geoffroyi*. La cueva está rodeada por vegetación compuesta por *Pinus* y *Quercus*. El tipo de clima corresponde al más húmedo de los templados subhúmedos. La temperatura en el interior de la cueva se mantiene en el rango de los 14.0 °C mientras que en el microhábitat es de 16.5 °C como valores promedio. Durante 1990 - 1991 se estudiaron aspectos de la biología de la colonia, la cual estuvo compuesta por un número que varió entre 170 y 300 individuos permanentemente. La colonia siempre abandonó el refugio una hora después del ocaso. La proporción de sexos se mantuvo por abajo de la relación 1.5:1 durante la primera mitad del año; esta proporción se incrementó de manera notable en octubre, noviembre y diciembre, época durante la cual los machos abandonan la colonia. Es probable que la cópula se efectúe de la segunda mitad de junio hasta la parte final de julio. Los primeros nacimientos ocurren a finales de septiembre, lo que hace suponer que el período de gestación sea de tres meses. La lactancia se inicia a finales de septiembre y se prolonga hasta principios de enero; por lo tanto, también le corresponde un lapso de tres meses. En la estación de primavera la colonia está formada por hembras, machos y juveniles y constituyen 10 o 12 grupos de 13 a 15 individuos cada uno. En el verano los grupos se reducen a 7 u 8 pero cada uno de 25 a 30 organismos. Posteriormente, el 80% de la población se reduce a dos grupos y es



cuando se forma la colonia de reproducción. En septiembre se forma un grupo de 150 individuos mayoritariamente de hembras preñadas. En octubre los machos comienzan a abandonar la colonia y se forma una colonia de maternidad, la cual se rompe en enero cuando regresan los machos. Las madres dejan a sus hijos en el interior de la colonia cuando salen en busca de alimento, pero quedan al cuidado de un número reducido de individuos, presumiblemente hembras adultas. Los críos al nacer están desnudos y son de color rosado.

## INTRODUCCIÓN

### ALGUNOS ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL MURCIÉLAGO *Anoura geoffroyi* (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EN EL ESTADO DE MÉXICO.

La especie *A. geoffroyi* tiene una amplia distribución en el continente Americano. En Sudamérica se ha registrado de Perú, Bolivia, Noreste de Argentina, Sudeste de Brasil, Guayana Francesa y Surinam.

En Norteamérica, su distribución se conoce desde el Sur de Tamaulipas, México, hacia el Sur, a Yucatán, cubriendo las tierras bajas tropicales para seguir por la vertiente del Pacífico hacia el Norte al Oeste de Durango y Sinaloa (Hall, 1981; Villa, 1967) (Fig. 1).

Su rango altitudinal de distribución va desde los 1.000 msnm hasta los 2.800 m, de acuerdo a Ceballos y Galindo (1984) son predominantemente cavernícolas. sin embargo, pueden utilizar otro tipo de refugios como minas y túneles construidos por el hombre, en donde llegan a formar agregaciones que no superan a los 1.000 individuos. Se les ha encontrado asociados con otras especies tales como *Artibeus aztecus*, *Glossophaga soricina* y *Myotis velifera* (Ceballos y Galindo op. cit.).

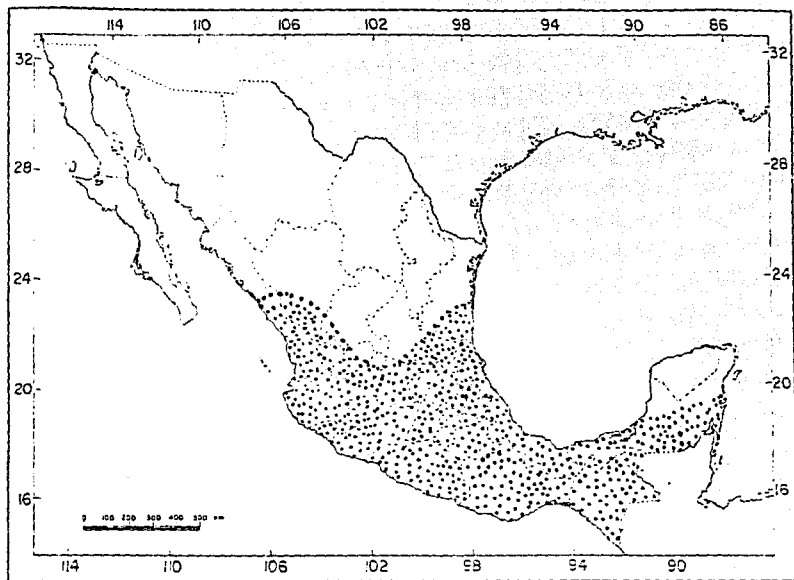


Fig. 1.- Distribución geográfica de *Anoura geoffroy* en la República Mexicana.

Además de estas especies, también la hemos encontrado compartiendo el refugio con *Corynorhinus mexicanus*, *Myotis velifera* y *Leptonycteris nivalis* (observación personal).

El género *Anoura* comprende a tres especies que ocurren en el continente Americano: *A. cultrata*, *A. caudifer* y *A. geoffroyi* (Hall, 1981). *A. geoffroyi* es simpátrica con las otras dos especies, siendo algunas características distintivas de ella el presentar arcos cigomáticos incompletos; ausencia de incisivos en el maxilar; la caja craneana baja y redonda; el rostro largo, aunque de menor tamaño que la caja craneana. Otras características que nos permiten distinguir a *A. geoffroyi* son un calcáneo rudimentario; membrana interfemoral triangular, estrecha y peluda; antebrazo de 41 a 47 mm, hoja nasal pequeña y la coloración varía entre café-canela y gris, Hall (op. cit.).

Hasta ahora es poco lo que se ha publicado sobre la biología de ésta especie, y la información que existe se refiere principalmente a registros de distribución (Hall, Villa, op. cit.). Algunos trabajos como el de Handley (1984), describen a las especies del género *Anoura*; Kunz (1982) reporta algunos registros de especies ectoparásitas; Smith y Starret (1979), dan algunos datos de individuos de *A. geoffroyi* que se encontraron en períodos de lactancia y gestación, sin que se

conozca hasta el momento el patrón reproductivo preciso de esta especie, por lo que se hacen suposiciones tentativas a éste respecto.

En ese sentido, se considera a *A. geoffroyi* como una especie rara y poco conocida. Stoddart (1979) resume diferentes aspectos del conocimiento de mamíferos, apenas las cita y hace referencia a este desconocimiento.

En el presente trabajo se pretenden esclarecer algunas de las incógnitas de la biología de esta especie.

Durante el trabajo de campo de recolección de pequeños mamíferos en la Provincia Volcánica Transversa, con el objetivo central de reunir muestras representativas de las distintas especies con distribución geográfica en esta parte del país, se tuvo la oportunidad de localizar en 1989 una cueva conocida localmente con el nombre de "La Mina". La cueva se ubica a 1.5 Km. al norte del poblado de San Francisco de las Tablas, Municipio de Chapa de Mota en el Estado de México.

De esta cueva inicialmente se obtuvo una muestra pequeña como material de referencia de los murciélagos que la habitaban en la época del muestreo, los cuales fueron preparados convenientemente como especímenes de colección científica,

quedando depositados en las colecciones de los museos de la FES-Zaragoza y de la UAM-Iztapalapa.

Durante 1989 en diversas ocasiones se visitó nuevamente esta cueva y la constante fue la presencia de una colonia de *Anoura geoffroyi* que ocupaba una pequeña cámara conectada por un estrecho túnel con el techo de la cueva.

Por la estabilidad temporal y espacial de la colonia, por la facilidad de acceso al lugar, por la carencia de estudios de filostómidos cavernícolas y en particular por la ausencia de estudios de la biología de *Anoura geoffroyi*, se decidió realizar un muestreo sistemático con el propósito de recabar información mensual de la colonia, con el objetivo central de estudiarla en condiciones naturales y de manera ininterrumpida durante un ciclo anual, al final del cual, se tomó la decisión de continuarlo durante un año más.

## OBJETIVOS

### Objetivo General:

Establecer las características físicas del refugio y la probable relación que guarden con la abundancia y la estrategia reproductiva de la especie *A. geoffroyi*.

### Objetivos Específicos:

- a) Establecer las características físicas (temperatura, humedad relativa, corrientes de aire y morfometría) del refugio que determinan la presencia de *A. geoffroyi*.
- b) Determinar el patrón reproductivo de la especie de estudio *A. geoffroyi*.
- c) Cuantificación de algunos parámetros poblacionales (abundancia relativa y proporción de sexos) a lo largo de dos años de estudio.
- d) Comportamiento social de la colonia de *A. geoffroyi*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo se basó en la observación directa de una colonia de murciélagos de *Anoura geoffroyi* habitante permanente de una cámara o microrrefugio cerrado en la parte superior y sólo conectado por un estrecho túnel con el techo de una cueva localmente conocida como "La Mina". La cueva se localiza a los 19°45'08" de Latitud Norte y a los 99°30'50" de Longitud Oeste, situada a 1.5 Km. al norte del poblado de San Francisco de las Tablas, a 2,670 msnm, en la zona limítrofe entre los Estados de Hidalgo y México (Fig. 2).

La cueva queda enclavada en la Sierra Compleja perteneciente a la Subprovincia fisiográfica de Lagos y Volcanes de Anáhuac dentro de la Provincia Mastogeográfica Volcánico-Transversa (Ramírez-Pulido y Castro-Cainpillo, 1992).

**VEGETACIÓN.**- La vegetación dominante que caracteriza a la zona, corresponde a un Bosque de Pino-Encino y Bosque de Encino-Pino en donde predominan especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*.





**CLIMA.**- De acuerdo con García (1973) el clima de la región corresponde al tipo  $C(w_2)(w)(b)ig$ , es decir, el más húmedo de los templados subhúmedos, con predominancia de lluvias en verano y un porcentaje de lluvia invernal bajo menor al 5%, con verano fresco y temperatura media anual entre los 12.0 y 16.0 °C, la temperatura máxima se alcanza en los meses de mayo - julio y la mínima en los meses de noviembre - febrero, durante los cuales, se llegaron a registrar temperaturas por abajo de los 0 °C, la marcha de temperatura tipo ganges y el régimen pluvial oscila entre los 600 y 800 mm anuales en promedio.

El trabajo de campo se llevó a cabo de enero de 1990 a diciembre de 1991 para llegar a cubrir dos ciclos anuales. La cueva fue visitada una vez cada mes y en total se realizaron 24 visitas. Cada visita fue de tres días de duración para totalizar 72 días de trabajo de campo efectivos.

En los meses de junio a octubre de 1991 se realizaron visitas adicionales de dos días cada una, con el fin de recabar y corroborar datos, así como para la toma de fotografías.

Con el objeto de tener puntos de referencia para el muestreo de parámetros ambientales, así como para la ubicación exacta de la colonia de *A. geoffroyi*, la cueva se dividió arbitrariamente en cuatro zonas. La primera corresponde a la entrada y se considera como la zona de luz, una intermedia o zona de penumbra, una tercera y más profunda, es la zona de completa oscuridad y la cuarta, a la que se le llamó cámara (Fig. 3), sitio ocupado por la colonia de *A. geoffroyi*.

El registro de parámetros ambientales se concentró en hojas diseñadas *ex profeso* y se obtuvo de enero de 1990 a diciembre de 1991. La temperatura ambiente se registró con termómetros Marca Brannan con rango de -10 a 260 °C. Para cada una de las zonas se utilizó un termómetro que quedó fijo durante cada etapa del muestreo. La temperatura se registró tres veces al día (7:00, 14:00 y 18:00 hrs.), al final del estudio se obtuvo un promedio de los registros recabados en cada uno de los cuatro sitios de la cueva.

Para cuantificar la humedad relativa se utilizó un higrómetro Marca Taylor que fue colocado en la parte media de la cueva, es decir, a 20 m de la entrada y para determinar las corrientes de aire se utilizó un rehilete.

Para conocer la temperatura del ambiente externo de la cueva se consultaron dos fuentes diferentes, una fue el registro de los datos de una estación meteorológica de

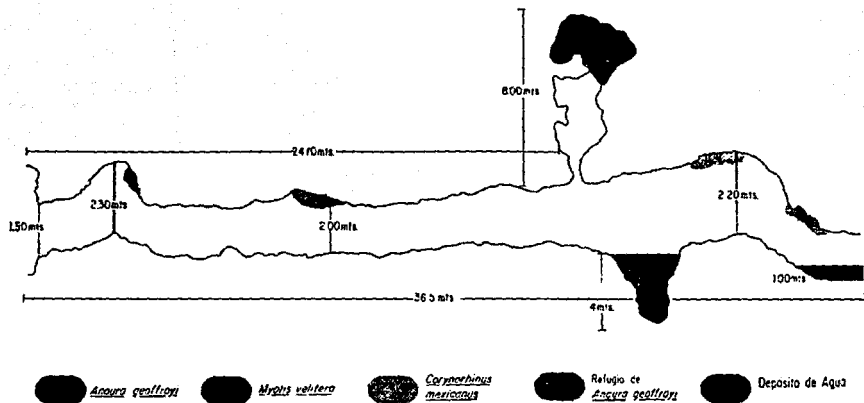


Fig. 3.- Morfología general y de mediciones de la cueva "La Mina", en el poblado de San Francisco de Las Tablas Estado de México.

la Secretaría de Recursos Hidráulicos del Gobierno Federal (Gobierno del Estado de México, 1973) y la otra, la información publicada por la SPP (1987).

Para estimar la abundancia de los murciélagos de la colonia se hicieron conteos mensuales y siempre en horarios constantes. El conteo se hizo por dos vías y en dos horarios diferentes. En el primero, se contó el número de murciélagos que estaban en reposo en el interior de la cámara. Para ello fue necesario utilizar la luz producida por lámparas de gasolina o de pilas a las cuales se les colocó un filtro de color rojo, con el propósito de atenuar la intensidad de la luz y evitar en lo posible la excitación de la colonia. En el segundo, el conteo se hizo cuando los murciélagos estaban en movimiento. Esta operación se realizó en el interior de cueva cuando los murciélagos abandonaban la cámara por el estrecho túnel en camino de salida hacia el exterior de la cueva y rompían el haz luminoso producido por una lámpara de pilas.

Para el primer conteo, una persona se introdujo a la parte más alta de la cámara y como había espacio suficiente y las condiciones del terreno eran propicias para colocar una escalera, con la ayuda de ésta fue posible acercarse lo necesario a la colonia como para contarlos directamente, procedimiento que se realizó empezando siempre a las 9:00 hs y que no llevó más de una hora. En muchas ocasiones el tiempo se prolongó debido al número de ejemplares, porque fuera necesario hacer

conteos adicionales, o bien para hacer observaciones del comportamiento de la colonia. Una consideración especial fue el cuidado que se tuvo para evitar en lo posible causar disturbio a la colonia.

El segundo conteo se llevó a cabo después del ocaso, cuando los murciélagos salían de su refugio y para ello, tres personas se apostaron en la parte posterior de la desembocadura del túnel de conexión entre la cueva y el microhábitat por un lapso no mayor de dos horas. Es conveniente señalar que esta operación siempre se hizo durante la segunda y la tercera noches del muestreo, nunca en la primera.

Como fue particularmente notorio que *A. geoffroyi* abandonó consistentemente la cámara después del ocaso pero con posterioridad a la salida de los *vespertilionidos* (que en términos generales lo hicieron a los pocos minutos después del ocaso), la atención se concentró en las dos horas siguientes. De esta manera, se tuvo la certeza de que la colonia abandonó completamente la cámara en el término de una hora.

Como se tenía el propósito de registrar el tiempo que mediaba entre la salida y el regreso de la colonia a su refugio, durante la noche se hicieron entradas frecuentes a la cueva y por examen directo se pudo comprobar que el regreso de los murciélagos de esta especie sucedió al menos 8.0 horas después de su salida

Cuando se estableció con precisión el tiempo de regreso de la colonia, las mismas personas que los contaron cuando salían se introdujeron nuevamente a la cueva para contar el número de los que regresaban.

Durante cada noche del muestreo, cada una de las personas participantes en esta fase contó el número de murciélagos que salían por el túnel y al final, se obtuvo el promedio con la suma de las observaciones individuales, conteos que por otra parte no fueron muy diferentes en todos los casos.

Otra manera adicional para conocer la abundancia y la proporción de sexos de la especie, consistió en colocar durante la segunda y tercera noches del muestreo, una red de "seda japonesa" ("mist net") a corta distancia de la desembocadura de la cámara, con el propósito de capturar los especímenes que salieran durante los primeros 20 minutos con posterioridad al ocaso

Los organismos así capturados fueron marcados con bandas de plástico de diversos colores. Se programó un color para cada sesión de muestreo. El anillo se colocó en el antebrazo, a las hembras en el lado derecho y a los machos en el izquierdo.

De estos especímenes se obtuvieron los siguientes datos: fecha de captura, color de la banda; para estimar la edad se utilizó el criterio de la osificación de las falanges y de acuerdo con ello, se les clasificó en juveniles, subadultos y adultos, se obtuvo el peso (en gr.) con una balanza granataria Marca Ohaus cuyo rango de exactitud es de 0.1 gr. La longitud total y la del antebrazo se midió (en mm) con un vernier Marca Helios.

La identificación de la condición reproductora de las hembras se realizó por medio de palpación (preñez) y tomando en cuenta el desarrollo de las glándulas mamarias (pequeñas, medianas y lactantes). En el caso de los machos, se les midió el grado de desarrollo y posición de los testículos.

Las medidas de la cueva se obtuvieron con una cinta métrica Marca Truper de 20 m de longitud.

La profundidad de los cuerpos de agua fue registrada con un plomo sujeto a una cinta de 5 m graduada en cm. Para determinar el tipo de sustrato a lo largo de la cueva se tomaron muestras de suelo y de rocas representativas de cada una de las cámaras para su determinación posterior.



En el interior de la cueva se midieron las corrientes de aire con la ayuda de un rehilete. Esta práctica se hizo en las cinco primeras visitas del primer año del muestreo. Las observaciones mostraron que había movimiento del aire en los primeros 4 m con respecto a la entrada, movimiento que cesó en la medida que se avanzaba al interior de la misma. Como al repetir este ejercicio siempre sucedió lo mismo, se decidió que posteriormente ya no se continuara llevando a cabo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUEVA.-** La cueva es una formación natural con una sola entrada, está rodeada por una gran diversidad de arbustos, herbáceas y árboles de gran altura (*Pinus, Quercus*). Tiene 36 m de longitud, 2.3 m de altura y 2.5 m de ancho, con orientación W-E con respecto al poblado de San Francisco de las Tablas. Presenta dos pequeños cuerpos de agua, el primero a 30 m de la entrada, que en realidad se trata de un pozo de 4 m de profundidad y 2.5 m de diámetro que impide el libre paso a la parte final; el segundo es un estanque distante en 4 m del anterior y ocupa la parte final de la cueva (Fig. 3), tiene 3.5 m de diámetro y una profundidad de un metro. La presencia del agua se debe a escurrimientos probablemente de filtraciones a través de las paredes y del subsuelo. Tanto el pozo como el estanque tienen agua durante todo el año; sin embargo el volumen se reduce en los meses de febrero y marzo, que corresponden a los más secos en la región.

A 24.7 m con respecto a la entrada, en el techo de "La Mina" se encuentra una pequeña oquedad de 0.5 m de diámetro que se ensancha hacia arriba para formar una estructura a manera de embudo de 7 a 8 m de altura y 1.5 m de diámetro en la

parte más ancha y que corresponde a la parte superior de la bóveda irregular. Esta cámara representa el microhábitat en donde se encontró viviendo permanentemente a lo largo del año una colonia de *A. geoffroyi*, formada por un número de individuos que varió de 170 a 300, los cuales estaban repartidos en grupos de composición numérica variable cada uno. Los grupos siempre ocuparon el techo, excepcionalmente se encontraron organismos solitarios y nunca se les encontró en ninguna otra parte de la cueva.

**MICROCLIMA.**- Como es una cueva poco visitada, no existe propiamente un camino o sendero definido para llegar a ella. Esto ocasiona en parte, que la vegetación obstruya parcialmente la entrada. A estas condiciones se le suman lo angosto y baja altura de la entrada, lo que impide que la luz solar penetre con facilidad, dificulta la entrada del aire, así como la circulación dentro de la cueva. Si además la cámara en donde habita *A. geoffroyi* queda aislada prácticamente del resto de la cueva, las condiciones generales descritas son más marcadas todavía.

Como los rayos solares penetran tenuemente a no más de dos metros de la entrada durante todos los meses del año, se le identificó a este tramo como la "zona de luz",

que resultó ser en la que se presenta la mayor variación con respecto a la temperatura.

En el interior de la cueva la temperatura se mantiene con pocas oscilaciones a lo largo del año (Fig. 4); sin embargo, en este caso también las temperaturas más bajas se registraron en los meses de noviembre - febrero (12.0 °C y 12.5 °C, respectivamente) y las más altas en los meses de mayo - julio (15.1 °C y 15.2 °C), de ahí que la diferencia entre el mes más caliente y el mes más frío sea apenas de 3.2 °C. Es significativo que la temperatura permanece prácticamente constante a lo largo del año, característica típica de un clima isotermal.

Como los cuerpos de agua permanecen durante todo el año y si a esto sumamos la mezcla de productos urinarios, respiración y evapotranspiración de los murciélagos, se favorece que la humedad relativa sea alta, y constante, amortiguando de esta manera las oscilaciones drásticas de temperatura que pudieran presentarse. La temperatura se mantiene dentro del margen de los 14.0 °C como valor promedio.

La cámara que ocupa *A. geoffroyi* presenta una serie de condiciones ambientales diferentes a las del resto de la cueva, entre otras, la circulación del aire no es apreciable debido a que median 32.7 m entre la entrada y la parte más profunda de la oquedad y un espacio de apenas 0.5 m que comunica la cueva con la cámara. En

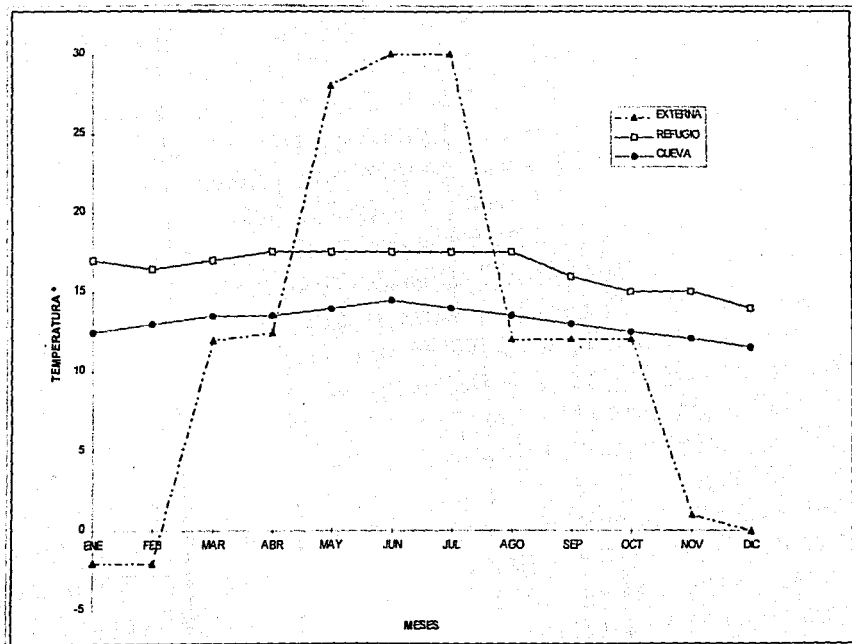


Fig. 4.- Clonograma del ambiente y del interior de la cueva " La Mina " de San Francisco Las Tablas, Estado de México, durante el periodo 1990 - 1991.

el interior, el aire se enrarece y la temperatura se incrementa por la presencia de la colonia misma, por la descomposición de productos residuales del metabolismo como guano, orina y restos vegetales, así como también por la abundancia de raíces que se hacen muy evidentes en esta parte de la cueva.

En la cámara se observa que las temperaturas más bajas se presentan en los meses de noviembre y diciembre, entre los 15.0 y 15.2 °C respectivamente, rango que caracteriza a los climas templados. Los meses en los cuales se tienen las temperaturas más altas corresponden a julio y agosto con 18.0 y 17.9 °C respectivamente; por tanto, la diferencia entre el mes más caliente y el más frío es de apenas 3.0 °C. La temperatura promedio anual que se tiene en el interior de la cámara es de 16.5 °C que a la postre es la más alta, contra los 14.0 °C de la cueva.

Al comparar los valores de la temperatura media anual de la cámara con del resto de la cueva se observa que el "microclima" de la cámara es de tipo templado (16.5 °C), mientras que el de la cueva en general es de tipo frío (14.0 °C). Si bien apenas son 2.5 °C la diferencia que media entre ellos, es probable que sea suficiente para marcar la preferencia por el microhábitat, si se considera que a *A. geoffroyi* nunca ocupó otro espacio que no fuera la cámara, mientras que las otras dos especies cohabitantes de la cueva, *Corynorhinus mexicanus* y *Myotis velifera* tampoco invadieron otros que no fuera los espacios de ésta.

Las características microclimáticas de la cueva probablemente son el resultado de una compleja combinación de factores entre los que destacan el tamaño relativamente pequeño, la entrada que es baja y angosta bloqueada parcialmente por la vegetación, la poca variación de la temperatura a lo largo de la cueva y del año, la descomposición de los productos del metabolismo, el calor metabólico generado por las colonias y la presencia de los cuerpos de agua que elevan la humedad relativa y coadyuvan en la regulación de la temperatura.

Por las condiciones generales que prevalecen en la cueva y las particulares de la cámara, se puede señalar que en ambos casos existe gran estabilidad microclimática.

**TEMPERATURA.**- La temperatura es una de las variables ambientales más importantes. Se ha visto que ella limita la distribución de los murciélagos y por lo tanto, es el factor abiótico más relevante en el proceso de selección del refugio (Racey, 1972). Temperaturas tibias en los refugios promueven el crecimiento rápido y temperaturas frías pueden inducir al torpor o provocar un crecimiento fetal y postnatal lento (Bernard, 1994; McWilliam, 1988). Algunas especies de murciélagos

parecen seleccionar los refugios de maternidad que presenten temperaturas tibias, mientras que otras ajustan la temperatura del refugio de maternidad de manera directa mediante la producción de calor metabólico que es retenido en el refugio (e.g. Bonaccorso *et. al.*, 1992; Kunz, 1973; Kunz *et. al.*, 1982; Tuttle, 1975). Se ha sugerido que la temperatura del sustrato es más importante que la del aire para los murciélagos que entran en letargo (McNab, 1974). Como esta condición no fue observada en *A. geoffroyi*, se omitió desde el principio del estudio.

*A. geoffroyi*, al parecer, no es la excepción en cuanto al efecto que tiene la temperatura sobre la selección del hábitat. y constituye el factor abiótico más importante en la selección microclimática del refugio. A esta especie sistemáticamente se le encontró en la cámara, nunca en ninguna otra zona de la cueva; en cambio a *Myotis velifera* y a *Corynorhinus mexicanus*, las otras dos especies cohabitantes en la cueva, en algunas ocasiones se les encontró en distintos sitios de la cueva.

A *Myotis velifera* consistentemente se le pudo encontrar a no más de los 12 metros de la entrada de la cueva, mientras que *Corynorhinus mexicanus*, la segunda especie más abundante, generalmente ocupó la parte más profunda, es decir a los 34 m. Esta especie formaba grupos de 5 a 10 individuos que en algunas ocasiones



se les observó aislados en oquedades, hoyos y grietas y en tres ocasiones se les vio integrarse a grupos de *M. velifera*.

Es conveniente señalar que estas dos especies se les encontró en estado de letargo o torpor en todos los meses del año cuando estaban en reposo. Por el contrario, *A. geoffroyi* siempre se mantuvo en actividad durante todo el año.

**HUMEDAD RELATIVA.**- La humedad relativa por sí misma no juega un papel determinante en la selectividad del refugio. Sin embargo, al combinarse con los otros factores ambientales, se ajustan las condiciones que son propicias para la especie. Dentro de este orden de ideas, si se toma en consideración a la humedad relativa como un valor independiente y aislado, el mismo promedio (86.5 %) se observó en la cámara y en la cueva; sin embargo ninguna de las tres especies que habitan permanentemente ahí, *A. geoffroyi* en la cámara y *Corynorhinus mexicanus* y *Myotis velifera* en la cueva, ocuparon refugios diferentes.

**CORRIENTES DE AIRE.**- Por las características particulares de la cámara que ocupa *A. geoffroyi*, estos murciélagos quedan muy protegidos y completamente

aislados de las corrientes de aire, si se considera que las corrientes se percibieron hasta los 4 m de la entrada y la cámara se localiza a los 32.7 m y además, un factor adicional a considerar, es que la conexión estrecha que existe entre la cámara y la cueva. Esto dificulta aún más el paso de las corrientes de aire en el supuesto caso de que las hubiera.

Punt y Parma (1964) señalan que los murciélagos que habitan refugios en donde se acentúan los cambios por corrientes de aire, tienden a ocupar espacios en sentido contrario a la entrada del aire; en estos casos, ocupan concavidades o salientes rocosas. Algunos casos que documentan este efecto se han observado en especies del género *Myotis* que hibernan, en las cuales las corrientes de aire tienden a causar la ruptura o la interrupción del estado de letargo.

**SELECCIÓN DEL HÁBITAT.**- Se ha mencionado que los murciélagos pasan la mitad de su vida sujetos a la presión de selección del medio ambiente en su refugio; así pues, no es sorprendente que las condiciones y eventos asociados a éste jueguen un papel predominante en su ecología y evolución (Kunz, 1982).

El refugio proporciona sitios para la hibernación, mantener y criar a los jóvenes, promover interacciones sociales, llevar a cabo la digestión del alimento y ofrecer protección contra climas adversos y depredadores. Además, las condiciones que equilibran la natalidad, mortalidad y el aumento de la supervivencia están íntimamente acoplados con las características del refugio, con lo que contribuyen al éxito de la especie (Kunz, 1982).

De acuerdo con Kunz (op. cit.), 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.

Los murciélagos suelen utilizar una gran variedad de sitios como refugio, entre los que se encuentran ramas altas de árboles, troncos huecos, el envés de hojas amplias, hendiduras en las paredes, ranuras de puertas y ventanas, bodegas, sótanos, incluyendo toda serie de agujeros naturales como pozos, cuevas y grietas (Allen, 1939; Villa, 1967; Fenton, 1983, Medellín y López-Forment, 1986).

Se ha observado que la abundancia, la disponibilidad y el tipo de refugio varía en relación directa con la latitud. En este sentido, Gaisler (1979) menciona que el número de especies de murciélagos que utilizan refugios como el follaje de ramas altas, el envés de hojas amplias y los troncos huecos, disminuye en la medida que

se alejan del ecuador. Una causa probable que explica lo anterior, es que este tipo de refugios en las grandes latitudes están sujetos a amplias fluctuaciones ambientales por largos períodos y por ende, la temporalidad de uso real es corta.

Por el contrario, las formaciones naturales como cuevas, minas, pozos y grietas al parecer proporcionan mejores ventajas como mayor estabilidad climática, son permanentes y los espacios disponibles son mayores y además, se favorecen las interacciones intra e interespecificas, lo cual ha provocado quizá, que muchas especies de quirópteros las prefieran.

La información sobre aspectos de selección de hábitat en murciélagos filostómidos de las zonas templadas es escasa. El área de la distribución geográfica de *A. geoffroyi* se localiza fundamentalmente en la zona tropical y subtropical. Sin embargo, al penetrar esta especie en la zona templada, es probable que enfrente los mismos problemas de selección de hábitat que los murciélagos habitantes de ella y es posible que *A. geoffroyi* haya desarrollado secundariamente una serie de adaptaciones fisiológicas y conductuales propias para este tipo de refugio.

En los murciélagos de clima templado, la temperatura corporal y la tasa metabólica son dependientes de la temperatura de su entorno, excepto cuando se modifican por el comportamiento social gregario (López-Wilchis, 1989).

El refugio proporciona sitios para la hibernación, mantener y criar a los jóvenes, promover interacciones sociales, llevar a cabo la digestión del alimento y ofrecer protección contra climas adversos y depredadores. Además, las condiciones que equilibran la natalidad, mortalidad y el aumento de la supervivencia están íntimamente acoplados con las características del refugio, con lo que contribuyen al éxito de la especie (Kunz, 1982).

De acuerdo con Kunz (op. cit.), 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.

Los murciélagos suelen utilizar una gran variedad de sitios como refugio, entre los que se encuentran ramas altas de árboles, troncos huecos, el envés de hojas amplias, hendiduras en las paredes, ranuras de puertas y ventanas, bodegas, sótanos, incluyendo toda serie de agujeros naturales como pozos, cuevas y grietas (Allen, 1939; Villa, 1967; Fenton, 1983, Medellín y López- Forment, 1986).

Se ha observado que la abundancia, la disponibilidad y el tipo de refugio varía en relación directa con la latitud. En este sentido, Gaisler (1979) menciona que el número de especies de murciélagos que utilizan refugios como el follaje de ramas altas, el envés de hojas amplias y los troncos huecos, disminuye en la medida que

se alejan del ecuador. Una causa probable que explica lo anterior, es que este tipo de refugios en las grandes latitudes están sujetos a amplias fluctuaciones ambientales por largos períodos y por ende, la temporalidad de uso real es corta.

Por el contrario, las formaciones naturales como cuevas, minas, pozos y grietas al parecer proporcionan mejores ventajas como mayor estabilidad climática, son permanentes y los espacios disponibles son mayores y además, se favorecen las interacciones intra e interespecíficas, lo cual ha provocado quizá, que muchas especies de quirópteros las prefieran.

La información sobre aspectos de selección de hábitat en murciélagos filostómidos de las zonas templadas es escasa. El área de la distribución geográfica de *A. geoffroyi* se localiza fundamentalmente en la zona tropical y subtropical. Sin embargo, al penetrar esta especie en la zona templada, es probable que enfrente los mismos problemas de selección de hábitat que los murciélagos habitantes de ella y es posible que *A. geoffroyi* haya desarrollado secundariamente una serie de adaptaciones fisiológicas y conductuales propias para este tipo de refugio.

En los murciélagos de clima templado, la temperatura corporal y la tasa metabólica son dependientes de la temperatura de su entorno, excepto cuando se modifican por el comportamiento social gregario (López-Wilchis, 1989).

Los murciélagos de zonas templadas enfrentan al problema en la conservación de la energía; por lo cual, sus patrones de comportamiento se han encaminado hacia un ajuste de las tasas metabólicas en relación directa con la disponibilidad del alimento (Twente, 1955). Eso les ha permitido hacer una selección eficiente de sus refugios y por ende, están fuertemente adaptados a ellos.

Si bien es cierto que la selección o adaptación microclimática se ha documentado ampliamente para los vespertilionidos de las zonas templadas (Fenton, 1970; Gaisler, 1970; Hayward, 1970; Humphrey y Kunz, 1976; McNab, 1974), este no es el caso para los filostómidos de zonas templadas, de los cuales las referencias son escasas todavía, lo que dificulta o impide contrastar los resultados por una parte y por la otra, se plantea la necesidad de este tipo de estudios en los filostómidos de la región tropical.

**TAMAÑO DE LA COLONIA.**- En todos los meses del año a excepción de diciembre, marzo y abril, el número de individuos siempre fue más alto con el conteo realizado cuando estaban en reposo (Fig. 5). La diferencia más acentuada entre los dos conteos se dio durante el mes de abril, estimándose 289 organismos contra 301

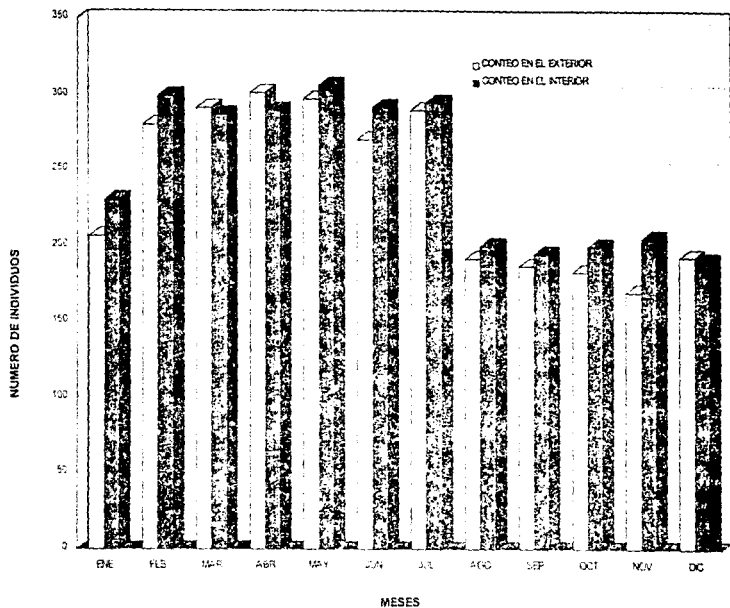


Fig. 5 - Componentes de una colonia de *Anoura geoffroyi* de la cueva "La Mina" de San Francisco Las Tablas, Estado de México durante el periodo 1950 - 1991. El número fue contado cuando estaban en reposo (9:00 a 10:00 hrs) y al momento de salida de su refugio (1 a 2 horas después del ocaso)



al momento de la salida. Tal diferencia puede atribuirse a los errores propios de este tipo de muestreo.

En cambio, cuando el conteo se realizó en el exterior de la cueva al momento de la salida, el número menor correspondió al mes de noviembre con 170 y el más alto al de abril con 301.

Con el conteo de los murciélagos en reposo, la cifra menor correspondió al mes de diciembre (190) y la mayor a la de mayo (306) y que a la postre, fue el registro más alto durante todo el período de muestreo.

De agosto a enero el tamaño de la colonia disminuyó de manera notable en relación con los otros meses del año, los dos censos así lo expresan (Fig. 5). Cuando los murciélagos se contaron en el refugio, la variación entre los extremos de las cifras de esta parte del año fue de 40 especímenes, de esta manera, la colonia más pequeña se observó en el mes de diciembre con 190 individuos y la mayor correspondió a enero con 230. En cambio, cuando el conteo se hizo en el exterior la diferencia fue de 37, el número menor se encontró en el mes de noviembre durante el cual se contaron 170 y el mayor fue el de enero con 207.

No obstante que el conteo directo de los murciélagos cuando se encuentran en reposo, *a priori* podría considerarse como un método más confiable que cuando se realiza en el exterior de la cueva al momento de que la abandonan; los resultados evidencian que independientemente del método que se elija para estimar el tamaño de la colonia, el muestreo es confiable ya que las diferencias entre ambos procedimientos no son significativas cuando se someten a una prueba estadística ( $t = 3.106, 11 \text{ g. l.}$ ).

En el patrón general del tamaño de la colonia se aprecian dos grandes grupos de datos; por un lado el número de individuos que forman la colonia es mayor en el período comprendido en los meses de febrero - julio cuyo valor oscila alrededor de los 300 y por el otro, que en el de agosto - diciembre el número desciende casi en 100 unidades para conservarse en el rango de los 200. El número de especímenes de enero, aunque intermedio, se acerca más al grupo de otoño; el mes de enero queda intermedio entre ambos y conecta los dos valores mencionados (Fig. 5).

Cuando el tamaño de la colonia se examina con el resultado del cálculo de una regresión ( $r^2 = 0.941, 10 \text{ g. l.}$ ) en donde se consideran los murciélagos en reposo, al momento de la salida, así como los que los que se esperaría que salieran, uno de los grupos se segrega en los meses de agosto - diciembre periodo en el cual la colonia la constituyen alrededor de los 200 individuos, en enero por cerca de 250,

mientras que en el de febrero - julio se alcanza el máximo valor que es cuando está compuesta por alrededor de 300 murciélagos. El número de murciélagos en el mes de enero se sitúa por abajo de los 240 (Fig. 5).

La variación por cuanto al tamaño de la colonia guarda una estrecha relación con la forma como se constituye, en los meses de la segunda mitad del año, la colonia está compuesta mayoritariamente por hembras hasta llegar a constituir una colonia de maternidad, en cambio el número de murciélagos de la primera mitad del año se incrementa de manera notable con la incorporación de machos que habían abandonado la colonia de maternidad, así como por los murciélagos juveniles como resultado de la parte final del proceso de reproducción.

**REPRODUCCIÓN.-** Con los resultados de este trabajo se puede colegir que dentro del patrón de reproducción de la especie, la cópula se lleva a cabo de la segunda mitad de junio hasta la primera de julio (Fig. 6). Durante esta época se observó que los machos habían experimentado un crecimiento ligero de los testículos. Por el contrario en las hembras no se observó ningún cambio morfológico aparente.

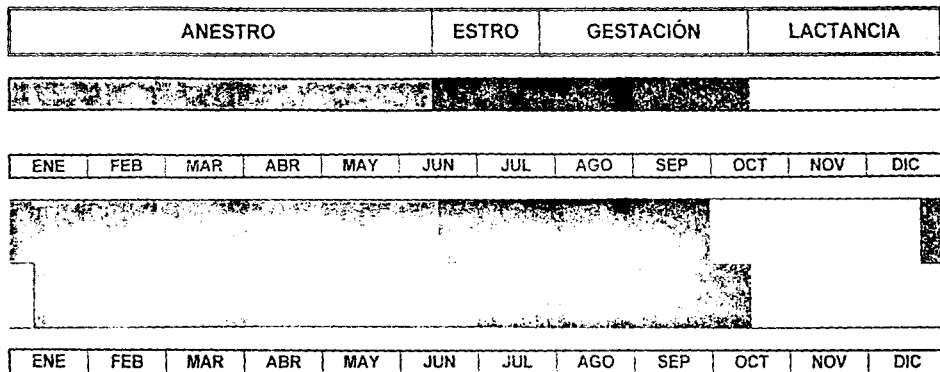


Fig. 6.- Patrón reproductivo de una colonia de *Anoura geoffroyi* en la cueva "La Mina" de San Francisco Las Tablas, Estado de México, durante el periodo 1990 - 1991

En julio, la mayoría de los machos presentaron testículos escrotados y eran muy evidentes, las hembras tenían los labios vaginales hinchados y de color rojizo. A fin de relacionar estos cambios morfológicos con la actividad reproductora, a finales de julio se sacrificaron tres hembras donde dos de ellas presentaban con claridad estas características y a las cuales se les encontró embriones de 0.8 y 0.9 mm de longitud.

En el mes de agosto el peso de las hembras se incrementó de manera notable, alcanzando su máxima expresión en septiembre, mes en que se producen los primeros nacimientos. Para mediados de noviembre todas las hembras ya habían parido y se confirma por la fuerte reducción en el peso. Por los eventos anteriores, es de suponer que el período de gestación tiene una duración de no mayor de tres meses.

Como la lactancia se inicia a finales de septiembre y termina en los primeros días de enero (Fig. 6), también es probable que tenga una duración de tres meses. Durante la lactancia la coloración de las excretas de los críos son de color claro, en cambio cuando dejan de hacerlo se torna de color oscuro.

Fleming *et. al.* (1972) y Jenness y Studier, (1976) mencionan que en filostómidos frugívoros neotropicales la lactancia ocupa un lapso que varía de dos a cuatro

meses, en consecuencia, el patrón que se registra para *A. geoffroyi* corresponde al modelo descrito.

Los resultados de Schaldach (1966) y Villa (1967) coinciden con los de este trabajo ya que ambos autores encontraron hembras lactantes en los meses de noviembre y diciembre en los estados de Oaxaca y Colima, respectivamente. En cambio, Alvarez-Castañeda y Alvarez (1991) mencionan el encuentro de cuatro hembras en esta condición reproductora en el mes de septiembre en el Estado de Chiapas. La diferencia en estos resultados plantea la necesidad de profundizar y extender este tipo de estudios a otras áreas geográficas con el propósito de analizar la posibilidad de desplazamiento temporal en los eventos reproductivos en relación directa con la latitud, como se ha observado en vespertiliónidos (Kitchener, 1975).

En resumen, *A. geoffroyi* tiene un periodo de gestación al año, condición que la ubica como monoestral, a diferencia de *Glossophaga soricina*, especie también neotropical y de la misma subtribu taxonómica (Glossophagini) en la cual se han observado dos (Ramírez-Pulido *et. al.*, 1993). Las dos especies comparten la característica de ser monotocas, es decir, tienen un solo crío por parto. Aunque se debe señalar que en *A. cultrata* existe el registro de una hembra del mes de julio en Colombia que parió dos crías machos (Lemke y Tamsitt, 1979).

**PROPORCIÓN DE SEXOS.**- Aún cuando no fue posible estimar con precisión la proporción de los sexos en la colonia en reposo, la información disponible permite hacer las siguientes consideraciones.

De enero a septiembre la proporción de los sexos se mantiene dentro de un margen que varía entre 0.7 a 1.5 hembras por cada uno de los machos. A finales de septiembre principia la época de lactancia y es el momento cuando los machos empiezan a abandonar la colonia; en consecuencia, su número comienza a disminuir de manera notable (Fig. 7), esto se manifiesta por la presencia de 2.9 hembras por cada uno de los machos. Esta asimetría se agudiza en noviembre, época en que la colonia completa estaba en proceso de lactancia.

De acuerdo con los datos anteriores, la colonia de maternidad se inicia desde fines de octubre, en virtud de que la proporción de sexos corresponde a 2.9:1 y se establece plenamente en el mes de noviembre, puesto que en este mes sólo se capturaron dos machos, lo que dio una proporción de 8:1.

En diciembre, los machos abandonaron la colonia y fue muy evidente que la mayoría de las hembras que ocupaban la cámara tenían un crío asido a los

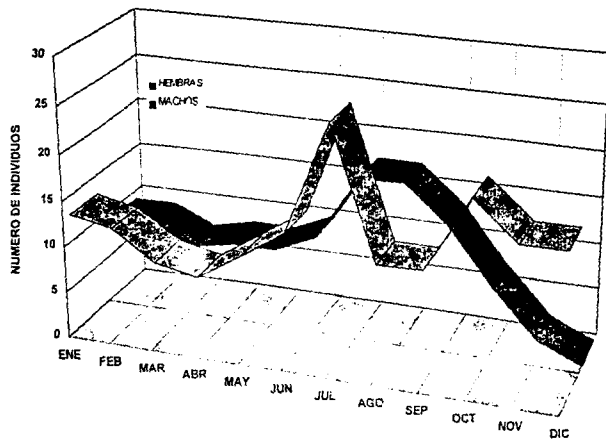


Fig. 7. - Proporción de sexos en una colonia de *Anoura geoffroyi* de la cueva "La Mina" de San Francisco Las Tablas, Estado de México, durante el periodo 1990 - 1991.



pezones. La abundancia mayoritaria de las hembras así lo señala, puesto que en ninguno de los dos años del muestreo, en el mes de diciembre mediante la captura directa se logró la captura de algún macho, de ahí que la proporción de sexos estimada fue de 16:0 (Fig. 7).

En enero de 1991 se obtuvo una proporción de 2 hembras por cada uno de los machos; en cambio, por el método de observación, se comprobó que la amplia mayoría de los habitantes de la cámara eran hembras. Ahora bien, como el resultado de enero de 1990 fue muy diferente al anterior, el promedio resultante fue de 1.4:1, como respuesta del retorno de los machos a la colonia.

Goodwin y Greenhall (1961) y Alvarez y Ramírez-Pulido (1972) sugieren la existencia de segregación sexual en las colonias de *A. geoffroyi*, aunque es evidente que se requiere mayor información de campo para conocer con más detalle los aspectos finos de estos eventos; sin embargo, con la que aquí se documenta, permite hablar de segregación sexual y de colonias de maternidad en esta especie.

**COMPORTAMIENTO SOCIAL.**- *Anoura geoffroyi* nunca se le vio asociarse con *Corynorhinus mexicanus* ni con *Myotis velifera*, especies con las que cohabita en la cueva, esto se debe probablemente a diferencias por cuanto a los requerimientos ecológicos propios de filostómidos y de vespertilionidos.

En los meses que corresponden al periodo de la primavera, la colonia estaba integrada por hembras, machos y los individuos juveniles reclutados, que para esa época ya era difícil diferenciarlos de los adultos. En esta época los murciélagos tienden a colocarse en los lugares altos y en las paredes superiores de la cámara o microrrefugio hasta llegar a formar 10 o 12 grupos, cada uno de ellos compuesto por un número que varió entre 13 y 15 individuos, no fue posible identificar el número de hembras y machos que formaban cada grupo, así como tampoco, si cada grupo estaba integrado por un sólo sexo exclusivamente. Lo que sí fue muy evidente es que entre cada grupo mediaba una distancia de un metro aproximadamente.

Al inicio de la primavera, la salida de los murciélagos de la cámara se hacia después del ocaso, de manera tranquila, en grupos de 5 a 8 y a intervalos de 2 minutos. En cambio al final de ella, la salida era más rápida, agitada y se llegaron a contar grupos de 8 a 15 individuos, pero también cada dos minutos.

Al inicio del verano el número de grupos se redujo, quedando solamente 7 u 8, pero el número de individuos de cada uno se hizo más numeroso, llegando a tener entre 25 y 30 en promedio. Los grupos se ubicaron en la parte más alta de la cámara y la distancia que medía entre ellos se redujo de manera considerable ya que en promedio era de 20 cm.

Conforme avanza el verano, suceden dos eventos diferentes. Primero, los grupos tienden a compactarse hasta llegar a formar dos agregaciones, las cuales incluyen al 80% de la población y el segundo, es que el 20% restante se disemina en la paredes bajas de la cámara pero formando asociaciones de 2 a 3 individuos.

La explicación para el primer caso probablemente se relaciona con el hecho descrito para los Pteropódidos y quizá también para otros murciélagos tropicales, en el sentido de formar grandes congregaciones anuales, las cuales propician los fenómenos inherentes a la reproducción (Hill y Smith, 1988). En el segundo caso, tal vez se debe a una asociación de individuos recién reclutados que no han alcanzado la madurez sexual todavía y por ende, no participan en la reproducción.

Carter (1970) reúne la información acerca de la edad en la que los sexos de diversas especies alcanzan la madurez sexual y menciona que en varias de ellas,

los machos llegan a la madurez al segundo año de vida, mientras que las hembras pueden reproducirse desde el primero. En el caso de los machos, esa sería la razón por la cual quedan separados del grupo reproductivo (Twente, 1955).

Un hecho que soporta la primera idea es que en el verano (junio - julio) se forma la colonia de reproducción con la división de la población en dos conglomerados equidistantes en 20 cm, que es cuando probablemente se lleva a cabo la cópula. A finales de agosto los dos grupos se disgregan hasta llegar a formar seis, cuando esto sucede, los grupos de dos y tres individuos tienden a mezclarse con ellos, pero en este momento ya ha terminado el periodo de copulación y se ha iniciado la etapa de gestación (Fig. 6).

En el mes de septiembre se forma un sólo grupo de unos 150 individuos, que se aloja en la parte más alta de la cámara y además, se constituyen otros cuyo número fluctúa entre 2 y 5, algunos de ellos eran individuos solitarios y otros estaban compuestos por no más de tres ejemplares, la constante en todos ellos fue que ocuparon las paredes bajas de la cámara.

De acuerdo con los registros de campo, el grupo se forma con las hembras preñadas y así permanece hasta que se completa el periodo de gestación. Una

evidencia que apoya esta idea, es que desde principios de octubre los machos comienzan a abandonar la colonia (Fig. 7).

**COLONIA DE MATERNIDAD.**- En especies de murciélagos de zonas templadas y algunas de la región tropical, las hembras preñadas se congregan en grupos unisexuales hasta el nacimiento y cuidado de las crías (Hill y Smith, 1988). *Anoura geoffroyi* presenta este tipo de comportamiento; sin embargo, a diferencia de aquellas especies que tienden a ocupar sitios distintos a los refugios habituales para formar las colonias de maternidad, esta especie siempre ocupó el mismo refugio durante todo el ciclo reproductor.

El hecho de que algunas especies ocupen lugares diferentes dentro del mismo refugio al parecer, es el resultado de la búsqueda de sitios óptimos para la gestación, para la economía energética de las hembras lactantes y para el desarrollo posterior de las crías (Gustafson, 1979; López-Wilchis, 1989), lo que permite suponer que de ser válidos estos requerimientos, *A. geoffroyi* los encuentra en el microrrefugio ocupado a lo largo del período de observación.

En especies como *Rousettus leschenaulti*, *Rhinolopus lepidus* y *Myotis nattereri* la segregación es local en donde las hembras simplemente se mueven hacia áreas diferentes de la cueva, o bien, como ocurre en poblaciones de *Plecotus auritus*, en la cual, las colonias de maternidad pueden incluir algunos machos adultos, característica que también comparte *A. geoffroyi*. Asimismo, en casos extremos en algunas especies los machos son expulsados de la colonia (Hill y Smith, 1988).

En la población estudiada, durante la formación de la colonia de maternidad los machos adultos abandonaron el microrrefugio y los que permanecieron se comportaron como individuos aislados y solitarios, ocupando las paredes bajas del microrrefugio y muy alejados de la colonia de maternidad; sin embargo, en ninguno de los casos se les observó que ocuparan alguna otra parte de la cueva.

Los primeros nacimientos que se observaron en la colonia fueron a fines de septiembre, se suceden de manera asincrónica y las hembras que paren se ubican en el centro del conglomerado. El pico máximo de los nacimientos sucede en la primera mitad de octubre; este hecho propicia que las pocas hembras que aún no habían parido se ubicaran en la periferia de la colonia.

Las capturas directas de finales de septiembre y mayoritariamente en las de octubre permiten señalar que la salida de los murciélagos que abandonan la cámara, los

primeros en hacerlo eran las hembras lactantes y posteriormente lo hacían las gestantes.

Durante la noche las crías permanecen colgadas en el techo de la cámara cuando las madres salen en busca de alimento. Al grupo de recién nacidos se le ha llamado "guardería infantil", pero es de notar que las crías no quedan abandonadas o completamente solas, se pudo observar la presencia de tres a cinco hembras probablemente adultas, las cuales se colocaron en el centro y al parecer para cumplir con la función de "cuidadoras" hasta el regreso de las madres.

O'Farrel y Studier (1973) mencionan que en colonias de *Myotis thysanodes* y *M. lucifuga*, también se da el cuidado de las crías, en estas especies se quedan de 2 a 10 hembras al cuidado de los recién nacidos. Por observaciones personales del autor (información no publicada) se tiene la evidencia que esta actitud también se presenta en *Myotis velifera*, *Leptonycteris curasoae*, *Macrotus waterhousii* y *Pteronotus pamellii*, aunque en estos casos se desconoce el número de hembras que realizan la función de "cuidadoras".

En un estudio posterior, O'Farrel y Studier (1975) observaron en una colonia de *Myotis thysanodes* que las hembras que participaban en el cuidado de las crías

llegaron a amantarlas y a recuperar a las que se caían, eventos que no pudieron ser comprobados en la colonia de *A. geoffroyi*.

Varias preguntas quedan sin contestar, por ejemplo, no se sabe si las hembras que quedan al cuidado de las crías durante la noche se turnan para salir, si otras las relevan, si cada vez son diferentes o si llegan a amantar las crías. Otro hecho importante sería conocer el estadio biológico de estas "cuidadoras". También se desconoce si cada hembra es capaz de reconocer a su hijo y al regreso lo retoma o bien, si cada hembra al regreso incorpora a cualquiera o al más cercano.

Con el objeto de comprobar si las hembras regresaban al microrrefugio durante la noche para amantar a sus crías, varias personas se apostaron en la base del orificio que conecta la cueva con la cámara o microrrefugio, lo que permitió comprobar que no había regresos durante la noche.

Sin embargo, se observó que el comportamiento de los regresos que se hacían a la colonia en los meses de octubre a diciembre eran más temprano que lo habitual. En el primer caso lo hicieron entre las 4:00 y las 5:00 hrs, mientras que en el segundo, fue entre las 5:30 y 6:30 hrs. De acuerdo con los datos de la Figura 6, es de suponer que eran las hembras las que regresaban más temprano, probablemente



este hecho se vincula con la necesidad del amamantar a sus crías y con el ahorro energético que podría representar para las madres.

Como en otras especies se ha observado que las hembras hacen regresos periódicos durante la noche para amamantar a las crías (O'Farrel y Studier, 1973; Anthony y Kunz, 1977; Swift, 1980), es de suponer que existen diversos patrones de comportamiento para cumplir con la función de amamantar a las crías y un elemento que se debe tener presente, es que puede tratarse de una característica propia de la especie de que se trate.

La colonia de maternidad se rompe cuando los machos regresan a la colonia en el mes de enero; además, es el momento cuando los machos que habían permanecido en el microrrefugio se reincorporan a la colonia, con lo cual se vuelve a formar nuevamente un grupo compacto.

**CUIDADO MATERNAL.**- Al nacimiento los críos son completamente altricias, de color rosado, el desarrollo del pelo es gradual y normalmente el crecimiento es más rápido en la región dorsal, quizá se debe a que es la parte más expuesta al

medio. Durante el día las crías permanecen asidas a las tetas de la madre y éstas ocupan gran parte del tiempo en acicalarlas.

Entre los 15 y 20 días después de nacidas, las crías más grandes empezaban a realizar movimientos, pero no se alejaban de la madre, en realidad lo más lejos que se les llegó a observar fueron a 30 cm. La distancia se incrementó en proporción directa con el paso del tiempo. Al principio los desplazamientos sucedían en tiempos muy cortos y los retornos eran casi inmediatos. Posteriormente, el tiempo de inspección se iba alargando.

En el mes de noviembre se observaron algunas crías que empezaban a realizar pequeños vuelos dentro de la cámara. El vuelo era errático, se trataba más bien de ensayos o entrenamientos y con frecuencia se llegaban a estrellar en las paredes, probablemente como respuesta al efecto de la luz y al notar nuestra presencia. En esta etapa las crías ya no permanecían mucho tiempo asidas a la madre y los movimientos de los críos eran más acentuados al atardecer.

## CONCLUSIONES

El refugio presenta las características ambientales que corresponden a las descritas para las áreas de Bosque Templado. La temperatura promedio de 14 °C y la presencia de murciélagos típicos de estas zonas (*Corynorhinus mexicanus* y *Myotis velifera*) así lo demuestran. *Anoura geoffroyi* hace una selección más estricta de su microhabitat, hecho que se pone de manifiesto al ocupar una cámara aislada en donde los valores de temperatura son 2.5 °C mayor que la del resto del refugio.

*A. geoffroyi* presenta un patrón monoestríco estacional en donde al parecer la fertilización se da simultáneamente con la cópula. La cópula se lleva a cabo de la segunda mitad de junio hasta principios de julio. El período de gestación culmina en noviembre, hecho que hace suponer que no tiene una duración mayor de tres meses. Los nacimientos son asincrónicos y el pico mayor se presenta en el mes de octubre. Cada hembra pare una cría altricia de color rosado, cuya lactancia se inicia de finales de septiembre y termina en los primeros días de enero, por lo que es probable que tenga una duración también de tres meses.

La colonia estuvo compuesta por un número que varío entre 150 y 300 organismos permanentemente. La proporción de sexos se mantuvo por abajo de la relación 1.5:1 durante la primera mitad del año, esta proporción se incrementó de manera notable de octubre a diciembre, época durante la cual los machos abandonan la colonia y se establecen las colonias de maternidad.

*A. geoffroyi* tiende a formar agregaciones que varían en cuanto a número y cantidad de individuos por grupo. Abandonan el refugio 2 hrs después del ocaso y no regresan hasta el amanecer.

Durante el periodo de lactancia pasan la mayor parte del tiempo acicalando y amamantando a las crías y durante la noche cuando salen, estas no son totalmente abandonadas y quedan salvaguardadas por un número reducido de hembras que se ubican en medio de todas las crías.

## LITERATURA CITADA

- ALLEN, G. M. 1939. Bats. Harvard Univ. Press., Cambridge, Mass., VI+368 pp.
- ALVAREZ, T. y J. RAMÍREZ-PULIDO. 1972. Notas acerca de murciélagos mexicanos. An. Esc. nac. Cien. biol., 19:167-178.
- ALVAREZ-CASTAÑEDA, S. T. y T. ALVAREZ. 1991. Los murciélagos de Chiapas. Esc. Nac. Cie. Biol., Inst. Politécnico Nacional, 211 pp.
- ANTHONY, E. L. P. y T. H. KUNZ. 1977. Feeding strategies of the little brown bat *Myotis lucifugus* in the southern New Hampshire. Ecology, 58:775-786.
- BERNARD, R. T. F. 1994. Reproductive synchrony and annual variation in foetal rate in the longfingered bat (*Miniopterus schreibersii*). J. Zool., 232:485-490.

- BONACCORSO, F. J.: A. ARENDS, M.GENOUD, D. CANTONI, AND T. MORTON. 1992. Thermal ecology of moustached and ghost-faced bats (*Mormmopidae*) in Venezuela. *J. Mamm.*, 73: 365-378.
- CARTER, D. C. 1970. Chiropteran reproduction. Pp. 233-246 in *About bats: A chiropteran symposium* (B. H. Slaughter y D. W. Walton, eds.), Southern Methodist Univ. Press, Dallas, VII+339 pp.
- DAAN,S. y H. J. WICHERS. 1968. Habitat selection of bats hibernating in a limestone cave. 2. *Saeug tierkd.*, 33:262-287.
- DAVIS, W. H. y H. B. HITCHCKOK. 1964. Notes on sex ratios of hibernating bats. *J. Mamm.*, 45:475-476.
- FENTON, M. B. 1970. Population studies of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Ontario. *Life. Sci. Contr.*, R. Ontario Mus., 77:1-34.
- FLEMING, T. H., E. T. HOOPER y D. E. WILSON. 1972. Three Central American bat communities: structure, reproductive cycles and movement patterns. *Ecology*, 53:555-569.

-----, 1983. *Just Bats*. Univ. Toronto Press, Toronto, VI+164 pp.

GAISLER, J. 1970. Remarks on the thermopreferendum of palearctic bats in their natural habitats. *Bijdr. Dierk.*, 40:33-35.

-----, 1979. Ecology of bats. Pp. 281-342 in *Ecology of small mammals* (D. M. Stoddart, ed.). Chapman and Hall, London, 386 pp.

GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, U.N.A.M., México.

GOBIERNO del ESTADO de MÉXICO. 1973. Monografía Municipio "Chapa de Mota". Dir. Prensa y Rel. Publ. del Gobierno del Estado, 62 pp.

GOODWIN, G. G. y A. M. GREENHALL. 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 122:187-302.

GUSTAFSON, A. W. 1979. Male reproductive patterns in hibernating bats. *J. Repr. Fer.*, 56:317-331.

HAYWARD, B. J. 1970. The natural history of the cave bat *Myotis velifer*. Res. Sci. Western New México Univ., 1:1-74.

HILL, J. E. y J. D. SMITH. 1988. Bats: A natural history. British Museum (Nat. Hist) y The Univ. Texas Press, Austin, 243 pp.

HUMPHREY, S. R. y T. H. KUNZ. 1976. Ecology of a Pleistocene relict, the western big-eared bat (*P. townsendii*) in the southern Great Plains. J. Mamm., 57:470-494.

JENNESS, R. y E. H. STUDIER. 1976. Lactation and milk. Pp. 201-218 in Biology of bats of the New World Family Phyllostomatidae, Part I (R. J. Baker, J.J. Jones, Jr y D. C. Carter, eds). Spec. Publ., Mus. Texas Tech Univ., 10:1-218.

KOWALSKI, K. 1953. Material relating to the distribution and ecology of cave bats in Poland. Fragm. Faun. Mus. Zool. Pol., 6:541-567.

KLEIMAN, D. G. y T. M. DAVIS. 1979. Ontogeny and maternal care. Pp. 229-316 in Biology of bats of the New World Family Phyllostomatidae. Part III. (R. J.



- Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter, eds.). Spec. Publ., Mus. Texas Tech Univ., 16:1-441.
- KUNZ, T. H. 1973. Population studies of the cave bat (*Myotis velifer*): reproduction growth, and development. Occas. Papers Mus. Nat. Hist., Univ. Kansas, 15:1-43.
- . 1982. Roosting ecology of bats. Pp. 1-55 in Ecology of bats (T. H. Kunz, ed.). Plenum Publ. Corp., New York, 425 pp.
- LEMKE, T. O. y J. R. TAMSITT. 1979. *Anoura cultrata* (Chiroptera: Phyllostomatidae) from Colombia. Mammalia, 43:579-581.
- LÓPEZ WILCHIS, R. 1989. Biología de *Plecotus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el Estado de Tlaxcala, México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- McNAB, B. K. 1974. The behavior of temperate cave bats in a subtropical environment. Ecology, 55:943-958.

McWILLIAM, A. N. 1988. The reproductive and social biology of *Coleura afra* in a seasonal environment. Pp. 324-350, in Recent advances in the study of bats (M. C. Fenton, P. Racey, and J. M. V. Rayner, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 470 pp.

MEDELLÍN, A. R. y W. LÓPEZ-FORMENT C. 1986. Las cuevas un recurso compartido. An. Inst. Biol., Univ. Nal. Autón. México, Ser. Zool., 58: 1027-1034.

O'FARREL, M. J. y E. H. STUDIER. 1973. Reproduction growth and development in *Myotis thysanodes* and *M. lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). Ecology, 54:18-30.

----- .1975. Population structure and emergence activity in *Myotis thysanodes* and *M. lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in northeastern New Mexico. Amer. Midland Nat., 93:368-376.

PEARSON, E.W. 1962. Bats hibernating in silica mines in southern Illinois. J. Mamm., 38:15-32.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

49

PUNT, A. y S. PARMA. 1964. On the hibernation of bats in marl cave. Publ. Naturhist. Genoot. Limburg., 13:45-59.

RACEY, P. A.. 1972. Aspect of reproduction in some heterothermic bats. Unpublished Ph. D. Dissertation. University of London. 377 pp.

RAMÍREZ-PULIDO, J. y A. CASTRO-CAMPILLO. 1992. Mapa de las Regiones y Provincias Mastogeográficas de México in Sección Naturaleza, Subsección Biogeografía del "ATLAS NACIONAL DE MEXICO". Instituto de Geografía de la U.N.A.M., Hoja IV. 8. 8.

RAMÍREZ-PULIDO, J., M. A. ARMELLA y A. CASTRO-CAMPILLO. 1993. Reproductive patterns of three neotropical bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, Mexico. Southwestern Nat., 38:24-29.

RICE, D. W. 1957. Life history and ecology of *Myotis austroriparius* in Florida. J. Mamm., 43:27-33.

RYSGAARD, G. N. 1942. A study of the cave bats of Minnesota with special reference to the large brown bat, *Eptesiscus fuscus fuscus* (Beauvois). Amer. Midland Nat., 28:245-267.

SCHALDACH, W. J., Jr. 1966. Notas breves sobre algunos mamíferos del Sur de México. An. Inst. Biol., Univ. Nal. Autón México, 35:129-137.

SSP. 1987. Síntesis geográfica, nomenclator y anexo cartográfico del Estado de México, VIII+223 pp.

SWANSON, G. y C. EVAN. 1936. The hibernation of certain bats in southern Minnesota. J. Mamm., 17:39-43.

SWIFT, S. M. 1980. Activity patterns of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in north-east Scotland. J. Zool., 190:285-295.

TINKLE, D. W. y Y. G. PATTERSON. 1965. A study of hibernating populations of *Myotis velifer* in Northwestern Texas. J. Mamm., 46:612-633.

TUTTLE, M. D. 1975. Population ecology of the gray bat (*Myotis grisescens*): Factors influencing early growth and development. Occas. Papers Mus. Nat. His., Univ. Kansas, 36:1-24.

TWENTE, J. W. 1955. Some aspects of habitat selection and other behavior of cavern dwelling bats. *Ecology*, 36:706-732.

VILLA-R., B. 1967. Los murciélagos de México. Su importancia en la economía y la salubridad. Su clasificación sistemática. An Inst. Biol., Univ. Nal. Autón. México, XVI+491 pp.