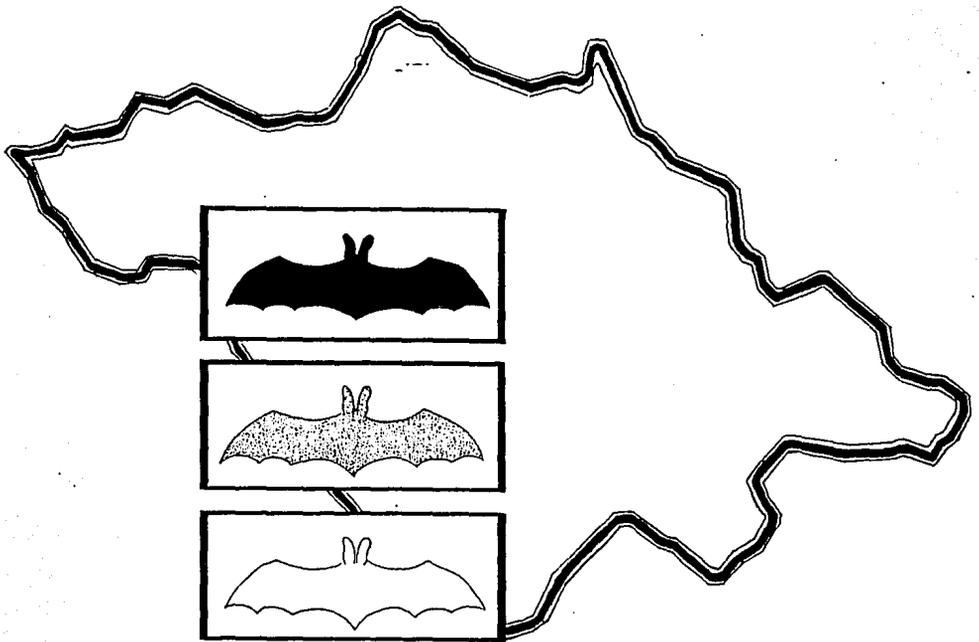


00381
rej.
10

BIOLOGIA DE Plecotus mexicanus (CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE)
EN EL ESTADO DE TLAXCALA, MEXICO.



Tesis para optar al grado de
Doctor en Ciencias (Biología).

Ricardo López Wilchis.

1989

TESIS CON
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.

R E S U M E N

Este trabajo se desarrolló en dos localidades del Estado de Tlaxcala, "El Túnel" ($19^{\circ}37'14''N$ y $98^{\circ}02'02''W$) y "La Trinidad" ($19^{\circ}21'27''N$ y $98^{\circ}09'35''W$). Las poblaciones de Plecotus mexicanus ahí presentes fueron contadas y muestreadas con una periodicidad mensual durante los años de 1982 a 1985 y posteriormente mediante dos o tres visitas por año, hasta 1988, acumulando un total de 106 días de estudio en 82 visitas.

En total se capturaron 1413 murciélagos de los cuales 1082 fueron bandados y que acumularon un total de 1203 recapturas; 169 fueron liberados sin bandar y 162 fueron extraídos y preservados para búsqueda de ecto- y endoparásitos y para estudiar la morfometría del aparato reproductor.

P. mexicanus hace una selección microclimática muy precisa prefiriendo refugios térmicamente estables, no muy fríos, con alta humedad y pocas corrientes de aire. El factor ambiental más importante en esta selección microclimática es la temperatura del sustrato.

P. mexicanus, dadas las condiciones climáticas en las que fue encontrado, mantiene un patrón de termorregulación conocido como "torpor diario". Esta estrategia adaptativa le permite una reducción de la tasa metabólica y de la cantidad de energía requerida principalmente durante el período invernal.

El número de individuos presentes en las localidades estudiadas vario a lo largo del año. Según apreciación visual el número de individuos varió desde cero hasta 900 ejemplares y acorde con los

índices de Lincoln y Jolly el tamaño máximo de la población es cercano a los 1000 individuos. La densidad estimada es de 1.4 a 1.7 individuos por hectárea.

P. mexicanus presenta a lo largo de un ciclo anual cuatro tipos diferentes de poblaciones: Poblaciones de maternidad, poblaciones de machos en primavera, poblaciones transitorias de verano-otoño y poblaciones de invierno.

La tasa de natalidad que presenta este murciélago es cercana al 100 %, con una mortalidad prenatal menor al 1 %, pero con una mortalidad durante el primer año de vida cercana al 80 %.

Las hembras poseen una tasa de sobrevivencia mayor que la de los machos, siendo la tasa promedio anual para los sexos combinados de 75.4 % lo que promueve el establecimiento de una población numéricamente estable.

La esperanza de vida de P. mexicanus varió entre 0.575 y 1.44 años para los sexos combinados, dándose una sobrevivencia diferencial entre los sexos entre 0.525 y 2.47 para los machos y entre 0.645 y 0.910 para las hembras.

La estructura de edades muestra que la población estudiada está conformada principalmente por individuos que tienen entre uno y cuatro años y que excepcionalmente se alcanzan los 13 años de edad.

P. mexicanus es una especie fundamentalmente sedentaria, no obstante, se tienen dos individuos machos que fueron recapturados a 37 kilómetros del lugar de anillamiento original, uno de los cuales además realizó el viaje de ida y vuelta.

La proporción de sexos al nacimiento, al igual que para los jóvenes y para los individuos bandados a lo largo del estudio, es de 1:1. Si se considera el total de las recapturas, la relación de sexos de los individuos procesados durante el período de nuestras observaciones favorece claramente a las hembras en una proporción de 1.4:1.

El ciclo testicular se asemeja, con ligeras diferencias, al de los murciélagos hibernantes. El máximo desarrollo testicular se da en el mes de agosto y la presencia de espermatozoides en el epidídimo se da en el mes de noviembre; el final de la actividad espermatogénica se presenta a fines de diciembre y principios de enero. El máximo desarrollo de las glándulas accesorias y del epidídimo está en el mes de diciembre.

El aparato reproductor femenino presenta una asimetría morfológica y funcional a favor del lado derecho. El ciclo ovárico se inicia en septiembre, en octubre se observan los folículos y la ovulación se da para fines de noviembre.

A nivel poblacional el período de cópula se realiza desde fines de noviembre y probablemente continúa hasta mediados del mes de enero. La ovulación y la fertilización parecen suceder a la cópula. *P. mexicanus* no realiza una fertilización retardada.

El período de gestación estimado es de 60 días y a nivel poblacional el período de partos abarca desde mediados de febrero hasta mediados de mayo, teniendo una cría por parto. El pico de nacimientos tiene una duración de poco más de dos semanas iniciándose a principios de la primavera (fines de marzo o principios de abril).

En la población el período de lactancia se extiende por casi ocho semanas y el destete se efectúa durante los meses de junio y julio que es la época más favorable del año, tanto en condiciones climáticas como en disponibilidad de alimento.

Las crías de *P. mexicanus* son altricias; nacen desnudas, con los ojos cerrados, con las orejas bien desarrolladas pero dispuestas sobre los ojos, con las alas y patas pegadas al cuerpo; tienen una talla cercana a los 50 mm y un peso de poco menos de 2.0 gr que equivale al 24 % del peso de la madre.

Al momento de nacer, las hembras son ligeramente más grandes que los machos y presenta una tasa de crecimiento diferencial que acrecienta el dimorfismo sexual. En ambos sexos, el desarrollo es muy acelerado durante el primer mes, disminuye considerablemente durante el segundo y más durante el tercero y alcanzan las características morfológicas del adulto al cuarto mes.

Las hembras alcanzan la madurez sexual durante el primer año de vida, los machos probablemente hasta el segundo año.

La media del peso para las hembras no preñadas fue de 8.9 gr y la de los machos fue de 7.9 gr. El peso se comporta de manera similar en ambos sexos, presentando una ganancia preinvernal considerable; posteriormente una pérdida muy acusada, principalmente en el mes de febrero, y un incremento paulatino durante los meses más favorables del año en cuanto a condiciones climáticas.

La alimentación de este murciélago está basada casi exclusivamente en microlepidópteros de las familias Noctuidae, Pyralidae, Arctiidae y Geometridae.

P. mexicanus presenta dos especies de insectos y seis de ácaros como ectoparásitos. Sus endoparásitos fueron una especie de céstodo y un nemátodo. Los juvenes y los machos parecen ser más susceptibles al parasitismo.

No se observó que decayeran los números por efecto del muestreo realizado sobre las poblaciones.

No se observaron enfermedades; la incidencia de daños por causas naturales es alta, pero en general los daños son benignos. El principal depredador es el buho Aegolius acadiceus.

Los principales factores limitantes de las poblaciones estudiadas son la disponibilidad de refugios, una tasa de mortalidad alta durante el primer año de vida, un bajo potencial biótico, el efecto combinado del parasitismo y probablemente la disponibilidad de alimento. Sus características biológicas y el impacto cada vez mayor ocasionado por el hombre sugieren un futuro precario para las poblaciones estudiadas.

I N T R O D U C C I O N

Plecotus mexicanus es un murciélago endémico de México cuya distribución abarca las partes más altas y húmedas de la Sierra Madre Oriental, el Eje Volcánico Transverso y la Sierra Madre Occidental; además, hay dos registros para los estados de Yucatán y Quintana Roo (Hall, 1981; Koopman, 1974). Usualmente se le localiza por arriba de los 2000 m.

Es la especie más pequeña dentro del subgénero Corynorhynchus y se caracteriza por sus grandes orejas que sobrepasan los 40 mm de longitud presentando la aurícula costillas transversas variables en extensión; el tragus también es grande y posee un prominente lóbulo basal. Presenta una coloración pardo oscura en el dorso sin un marcado contraste entre la base y la punta del pelo; tiene una coloración más pálida en el pelaje de la base posterior de la aurícula; la base del pelo en la región ventral es pardo oscuro y la punta es café claro o crema.

Entre los caracteres morfométricos distintivos de esta especie sobresalen el tener un cráneo usualmente menor a 15.7 mm, un tragus generalmente menor de 13 mm y menos de nueve bandas musculares en la membrana interfemoral. No existe un dimorfismo sexual evidente pero las hembras son más grandes que los machos.

Las medidas somáticas y craneales características de la especie, así como las características genéricas y subgenéricas pueden ser

consultadas en el trabajo de Handley (1959).²

De acuerdo con Handley (1959) este murciélago habita principalmente en bosques templados (pino, pino-encino, bosque de coníferas) y ocasionalmente es posible encontrarlo en construcciones hechas por el hombre como túneles, minas, sótanos y paredes; prefiere los lugares en penumbra y evita aquellos muy iluminados o en completa oscuridad.

1.- Antecedentes y justificación.

El género Plecotus puede ser considerado como un murciélago común debido a su amplia distribución mundial. Varias colonias de distintas especies han sido localizadas y estudiadas tanto en América como en el Viejo Mundo: Moffat (1922) describió los hábitos de una colonia que observó por varios años en Irlanda; Stebbings (1966) realizó un estudio poblacional del género en Inglaterra, efectuando posteriormente en la misma localidad un estudio comparativo entre P. auritus y P. austriacus (Stebbing 1970). En América, Dalquest (1947) realizó algunas observaciones sobre P. townsendii (citado como P. rafinesquii); Hoffmeister y Goodpaster (1963) estudiaron a P. rafinesquii; Humprey y Kunz (1976), Pearson, et al. (1952), Tipton (1983; 1984) y Tipton, et al. (1986) han abordado ampliamente diversos aspectos de la biología de P. townsendii.

Poco se ha publicado sobre P. mexicanus pues apenas llegan a 20 los trabajos en esta especie, siendo la mayoría de los mismos registros de

distribución. Entre estos trabajos sobresalen el de Allen (1916) quien hace la descripción de la especie como Corynorhinus megalotis mexicanus y el trabajo de Handley (1959), en el que se abordan aspectos taxonómicos, filogenéticos y biológicos de cada especie. Sobre la especie en cuestión hace un profundo análisis taxonómico que culmina con el establecimiento a nivel específico de P. mexicanus y resume el escaso conocimiento que se tiene sobre su biología.

P. mexicanus esta considerada como una especie rara y poco conocida (Burton y Pearson, 1987). En trabajos que como los de Asdell (1964), Nowak y Paradiso (1983) y Stoddart (1979) que resumen diferentes aspectos del conocimiento de las especies de mamíferos ni siquiera se cita a esta especie. En el trabajo de Villa (1967) sobre los murciélagos de México también es claro el desconocimiento que se tiene sobre su biología.

Hasta antes del presente trabajo las colonias pertenecientes a P. mexicanus habían pasado prácticamente desapercibidas y por consiguiente la biología de este murciélago era virtualmente desconocida, solamente se podían establecer inferencias basadas en el conocimiento que se tiene de las otras especies congénicas o de otros miembros de la familia Vespertilionidae, y por ende, aplicadas con cierto riesgo.

Las colonias estudiadas en este trabajo se localizan en el límite sureño de la Región Neártica, área para la cual es notoria la carencia de este tipo de estudios. Un estudio semejante al que aquí se presenta se ha desarrollado en la península de Florida, pero fue realizado en una especie diferente de vespertiliónido (Rice, 1957).

Para la región Paleártica se ha hecho mención a las temperaturas de los refugios de maternidad de algunas especies que viven en el límite sur y de manera general se habla de la situación de colonias de maternidad en construcciones humanas en el sur de Europa (Gaisler, 1970).

Gaisler (1979) menciona que los límites norteño y sureño en los cuales los murciélagos forman colonias de maternidad dentro de las cuevas deben de estar aproximadamente en la isoterma media anual de los 10°C Humprey (1975) afirma que los murciélagos tienen requerimientos de refugios muy específicos, especialmente para el establecimiento de las colonias de maternidad y que la presencia o ausencia de estos refugios puede ser un factor limitante tanto de la diversidad como de la abundancia; tales planteamientos pueden ser aplicables a P. mexicanus pero necesitan ser corroborados.

Al estudiar los refugios de las colonias de maternidad de algunos murciélagos que habitan en áreas cálidas del sur de Europa, Gaisler (1970) encuentra que miembros de los géneros Myotis, Plecotus y Eptesicus muestran valores extremadamente altos de temperatura ambiente en relación al clima de la región respectiva; encontrando también que en murciélagos que habitan en el límite sur de la Región Paleártica se presenta, además de las temperaturas altas (22 a 35°C), una situación en la que los murciélagos se sitúan en refugios relativamente más fríos en el sur que en el norte.

Por otro lado, el mantenimiento de la homeostasis y la supervivencia requiere una exitosa interacción de los mecanismos

fisiológicos y conductuales con los factores ambientales; los factores climáticos parecen ser de principal importancia para los murciélagos de regiones templadas, mientras que los factores bióticos lo son para los de regiones tropicales.

"Todos los microquirópteros que habitan en zonas templadas son hibernantes "profundos", entran en estado de letargo o torpor, no sólo durante el invierno sino también durante el día, usualmente cuando retornan de sus vuelos de alimentación" (Gaisler, 1979).

De acuerdo con Dwyer (1971) las cuevas sirven principalmente como hibernáculos en regiones con temperatura media anual entre 2 y 12°C y son ocupadas por murciélagos que entran pronto en torpor; aquellas que tienen entre 12 y 22°C son habitadas por murciélagos que raramente hibernan, aunque son capaces de entrar en estado de letargo.

Se ha registrado una estrecha relación entre hibernación, espermatogénesis y cópula en los murciélagos que habitan en el hemisferio norte (Carter, 1970; Racey, 1979; Wimsatt, 1960b), al igual que entre el tiempo de almacenamiento del esperma y la heterotermia (Racey, 1979).

Diversos autores (Davis, 1959; Hitchcock y Kenn 1980; Kunz, 1982; Pearson, *et al.*, 1952; Rice, 1957; Tinkle y Milstead, 1960) han puesto de manifiesto que en especies de murciélagos que habitan en áreas templadas la latitud juega un papel importante, tanto en el establecimiento de la relación de sexos, como en la duración del período de gestación. Por otro lado, en murciélagos tropicales hay una considerable variación en los patrones reproductivos incluso dentro de

un mismo género a la misma latitud (Kunz, 1982).

También se ha propuesto que latitudinalmente hay relación con la asimetría morfológica del aparato reproductor (Wimsatt, 1979), pero nadie ha aportado argumentos en favor o en contra.

De igual manera, se ha sugerido que la densidad de población es mayor en las regiones cálidas que en las templadas (Gaisler, 1979) pero también se carece de fundamentos al respecto.

Existen datos contradictorios (Rice, 1957 vs Herried, 1964) sobre si los murciélagos de zonas más cálidas tienen una menor esperanza de vida que su contraparte de las áreas templadas.

Los pocos datos existentes sobre el lapso que requieren los murciélagos para alcanzar la madurez sexual no permiten hacer generalizaciones, pero se observa que en la mayoría de los machos y en especial los de murciélagos de áreas templadas, ésta se alcanza durante el segundo año de vida (Carter, 1970; Racey 1982). Los machos de P. townsendii se reproducen hasta el segundo año de vida (Pearson, et al. 1952), pero los de P. auritus durante el primero (Stebbing, 1966).

Los párrafos anteriores son sólo algunos de los planteamientos más evidentes que se presentan al analizar la información disponible sobre quirópteros, pero los fenómenos ecológicos que regulan los ciclos de vida y los números poblacionales de los murciélagos son complejos en naturaleza y difíciles de categorizar. Todavía queda una gran cantidad de dudas por esclarecer, así como planteamientos por reafirmar y los estudios que se realicen en las poblaciones de murciélagos que habitan en los límites de las diferentes regiones biogeográficas pueden

proporcionar aportes significativos para comprender mejor la biología de este grupo.

Por otro lado, tanto la especie como las colonias estudiadas presentaron características que favorecieron este trabajo: P. mexicanus es una especie muy dócil y fácil de manejar y, además, estuvo presente durante todo el año en las áreas estudiadas y en números mucho más grandes a los previamente conocidos.

2.- Objetivos e hipótesis.

Por las razones antes expuestas se decidió llevar a cabo trabajo de campo durante tres años para conocer de forma general la biología y ecología de Plecotus mexicanus tratando de abordar aspectos de selección de hábitat, hibernación, dinámica poblacional, relación de sexos, ciclo reproductivo, crecimiento y desarrollo, dinámica del peso corporal, alimentación, parasitismo y daños, depredadores, factores limitantes y estrategias ecológicas; así como tratar de determinar el estado actual en el que se encuentran las poblaciones estudiadas.

Como hipótesis general de trabajo se efectuó el siguiente planteamiento: "Las características climáticas y topográficas (excepcionales para el Estado de Tlaxcala) del área donde habita la especie objeto de este estudio, están favoreciendo el establecimiento de densidades altas y van a estar afectando su biología y desempeño ecológico propiciando diferencias respecto de las generalidades

establecidas para el resto de los murciélagos vespertilionidos que habitan en la región Neártica."

Antes de iniciar la presentación de los resultados es necesario hacer notar que si bien a lo largo de la tesis se habla en términos generales a nivel específico, los resultados obtenidos y la discusión y conclusiones correspondientes corresponden a las poblaciones estudiadas dentro del Estado de Tlaxcala y pueden o no hacerse extensivas a toda la especie.

En igual forma y a fin de hacer más claras las comparaciones, se procuró a lo largo de la tesis, conservar la terminología utilizada por otros autores; sin embargo en algunos casos y dadas las peculiaridades que presentó la especie objeto de éste estudio lo anterior no fué posible.

3.- Agradecimientos.

Al Dr. Jose Ramirez Pulido por la dirección de esta tesis, por las facilidades brindadas para su elaboración, por sus importantes observaciones y por su asistencia en la preparación del manuscrito.

A los Drs. Bernardo Villa R., Horacio Merchant L., Victor Sánchez-C., Fernando A. Cervantes R., Alfonso N. García A. y Ramón Riba y Nava E. cuyas observaciones enriquecieron sin duda alguna el presente trabajo y quienes amablemente fungieron como Comisión Dictaminadora del mismo.

Al Dr. Horacio Merchant L. por permitirnos utilizar el equipo y los recursos de su laboratorio para trabajar los aspectos reproductivos.

A la Dra. Teresa Reyna Trujillo por la interpretación de las condiciones climáticas del refugio.

A la Dra. Leonila Vázquez G. por la determinación taxonómica de los microlepidopteros.

A los Biols. David Osorio S. y Oscar Meave G. por la determinación taxonómica de los endoparásitos.

Al M. en C. Juan Morales-Malacara por la determinación taxonómica de los ectoparásitos.

Al Lic. Jose Luis Martínez Tafoya, Jefe de la Sala de Informática de la División de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa por su inapreciable asesoría técnica en el manejo de sistemas de cómputo y por el diseño de algunos programas ad hoc para el análisis de datos.

Al señor Fernando Vega por la elaboración de las gráficas del escrito final.

Al señor Jorge Lodigiani por su ayuda en la toma y procesamiento de las

fotografías.

A los alumnos Cesar D. Romero de A., Juan G. Pérez Q. y Jose F. Hernández B. por su ayuda en la incorporación de la bibliografía.

Al señor Ruben Armas y Familia por la ayuda prestada y por hacer más seguras y agradables nuestras visitas al área de estudio.

Especialmente deseo agradecer a los Biols. Alvar González Ch. y Gerardo López Ortega su ayuda en el trabajo de campo, sin la cual la realización de este trabajo no hubiera sido posible.

Este trabajo se desarrollo gracias a los apoyos financieros otorgados al proyecto "Los Mamíferos de México " por el Consejo Divisional de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT (Convenios Nos. PCCNCNA-031450 y P220CCOR88039) y por la Dirección General de Investigación Científica y Superación Académica de la Secretaría de Educación Pública, DIGICSA (Convenios Nos. 84-01-0188; 85-01-0271; 86-01-0261 y 87-01-0110).

AREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo se desarrolló en dos localidades del Estado de Tlaxcala, "El Túnel" y "La Trinidad", ambas situadas en el límite sur de la Región Neártica.

"El Túnel" fue construido a principios de este siglo atravesando de norte a sur la montaña denominada Cerro Huilapitzo. Está localizado sobre la línea limitrofe entre los estados de Puebla y Tlaxcala, a 10 Km al Este de Tlaxco, Tlaxcala, México, a 3220 m; a los $19^{\circ}37'14''$ de latitud N y $98^{\circ}02'02''$ de longitud W (Fig. 1).

Esta localidad se encuentra enclavada en la Sierra de Tlaxco, la cual a su vez está comprendida en la provincia fisiográfica denominada Eje Volcánico Transverso.

"El Túnel" es una construcción en línea recta con aproximadamente 700 m de largo, 4 m de altura, 2.5 m de ancho y está orientada de norte a sur. Presenta un derrumbe aproximadamente en la parte media que obstruye el paso de un lado a otro, conformando dos túneles independientes: el "refugio principal" (lado sur) y el "refugio de maternidad" (lado norte) (Fig. 2).

El túnel formado en el lado sur tiene una longitud de 300 m, presenta un pequeño derrumbe a los 180 m y otro mayor a los 220 m; éste último prácticamente aísla las dos cámaras restantes y solo permite el paso a las mismas mediante un pequeño orificio a través del cual con mucha dificultad puede pasar una persona. A los 180 m a partir de la entrada se encuentra una grieta en el techo por donde escurre agua,

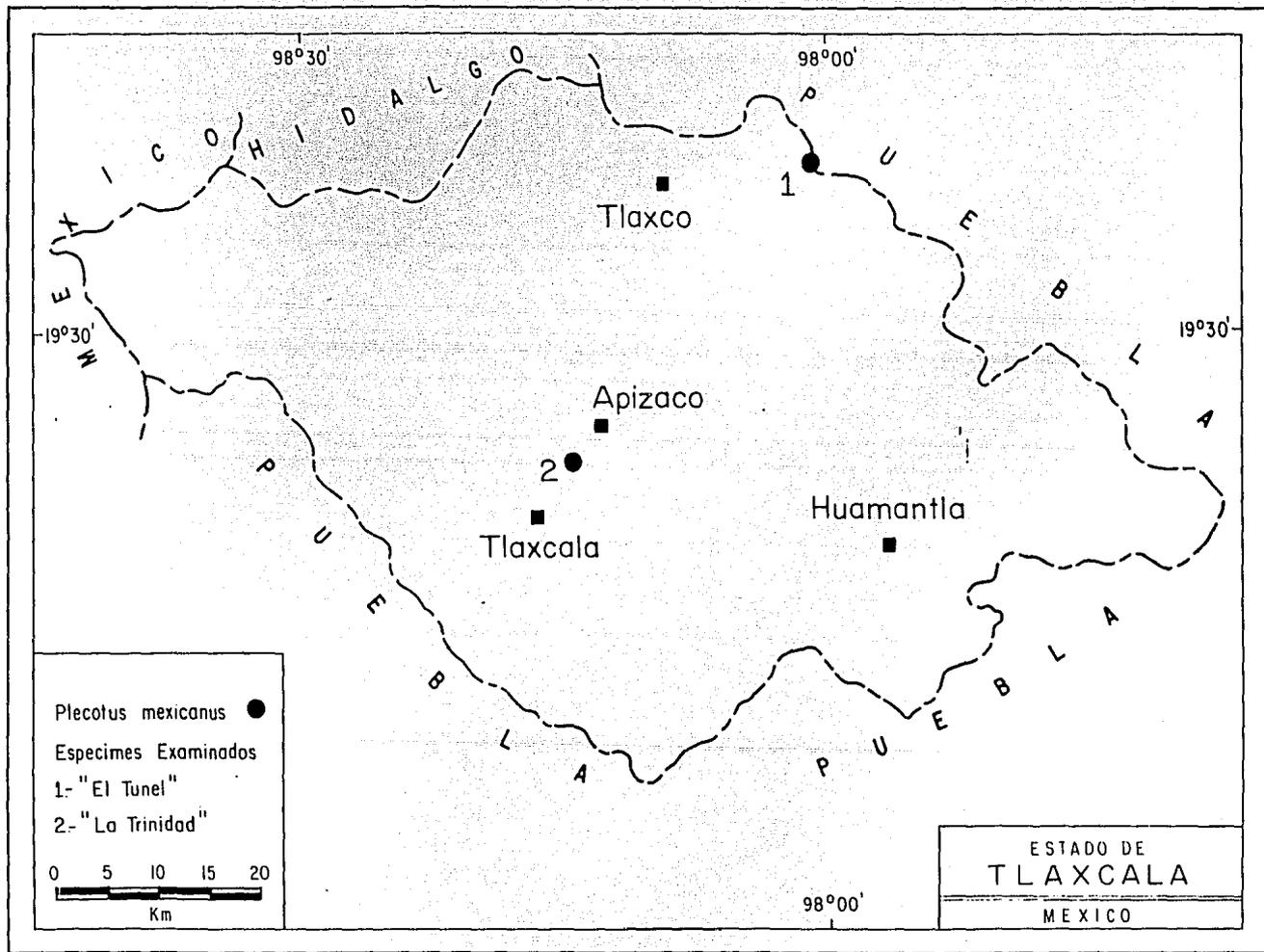


Fig. 1.- Area de estudio.

formándose, por la acción de la misma y por las infiltraciones que se dan a todo lo largo, un par de canales que corren pegados a las paredes.

El túnel del lado norte tiene una longitud de 270 m, estando los primeros 150 m inundados, siendo el nivel del agua superior a los dos metros. Los 120 m restantes están libres de agua y derrumbes (Fig. 2).

El clima del lugar donde se encuentra "El Túnel" corresponde al tipo C(w2")bi, es decir; el más húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en verano, con verano fresco largo, con una temperatura media anual del mes más caliente entre 6.5° y 22° C; con una oscilación isothermal menor a 5° C (Secretaría de la Presidencia, 1970). La marcha de la temperatura y la precipitación a lo largo del año corresponden a la de la estación climatológica de Tlaxco, Tlaxcala, que es la más cercana (Fig. 3).

La vegetación circundante corresponde a un bosque de pino con oyamel, predominando en el estrato arbóreo Pinus sp., Abies religiosa, Cupressus lindleyi y Arbutus sp.; en el estrato arbustivo predomina Quercus rugosa y en el estrato herbáceo Tripsacum sp., Oxalis sp., Salvia microphylla y Cheilantes lendigera.

La vegetación natural está siendo fuertemente afectada tanto por una tala inmoderada, así como por la apertura cada vez mayor de áreas para uso agrícola.

"La Trinidad" es un centro vacacional que está en el poblado de Santa Cruz Tlaxcala, Tlaxcala, México; localizado a 2250 m en las coordenadas geográficas $19^{\circ}21'27''$ de latitud N y $98^{\circ}09'35''$ de longitud W (Fig. 1). Esta localidad se encuentra en el límite

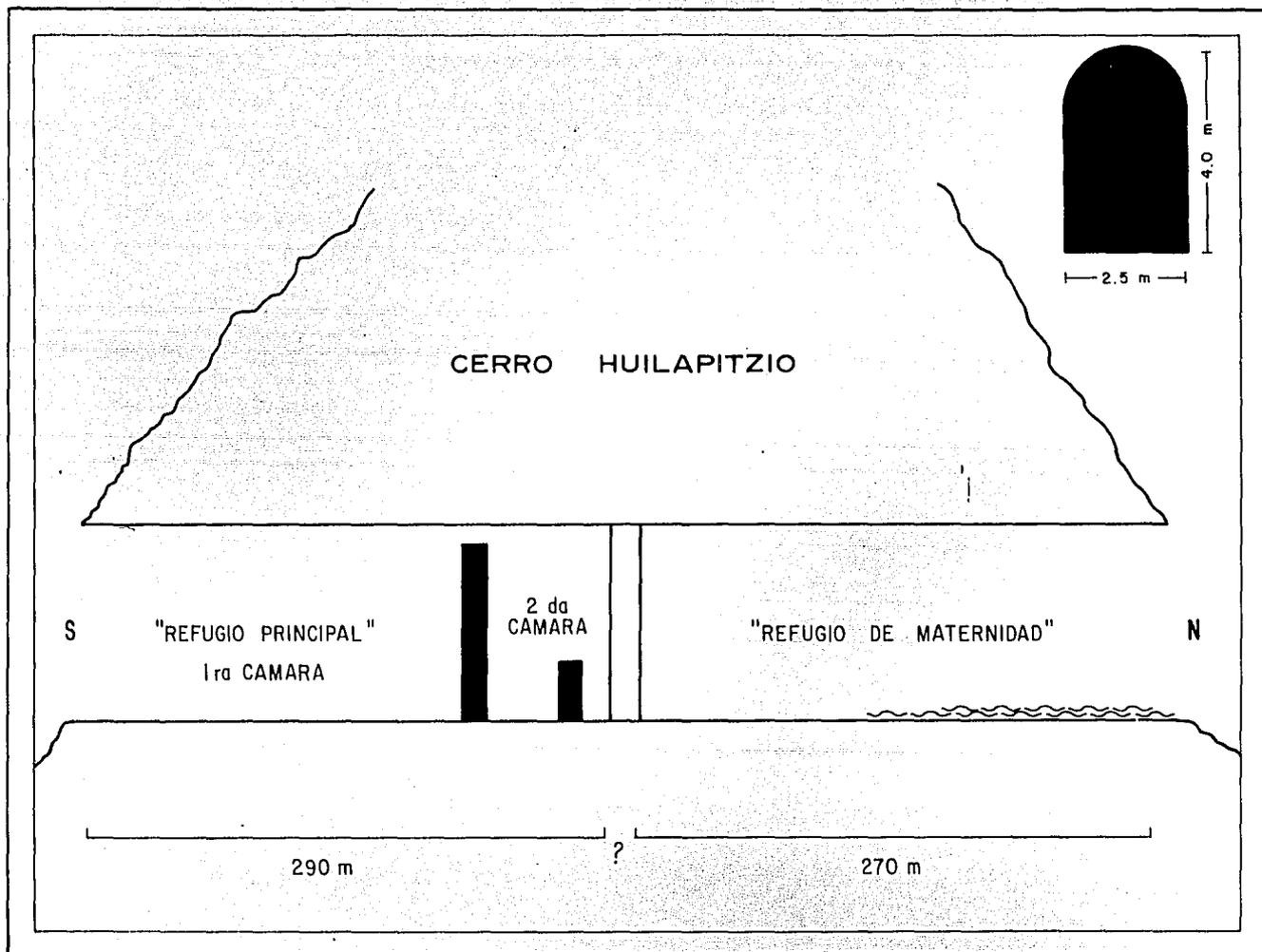


Fig. 2.- Representación diagramática de "El Túnel".

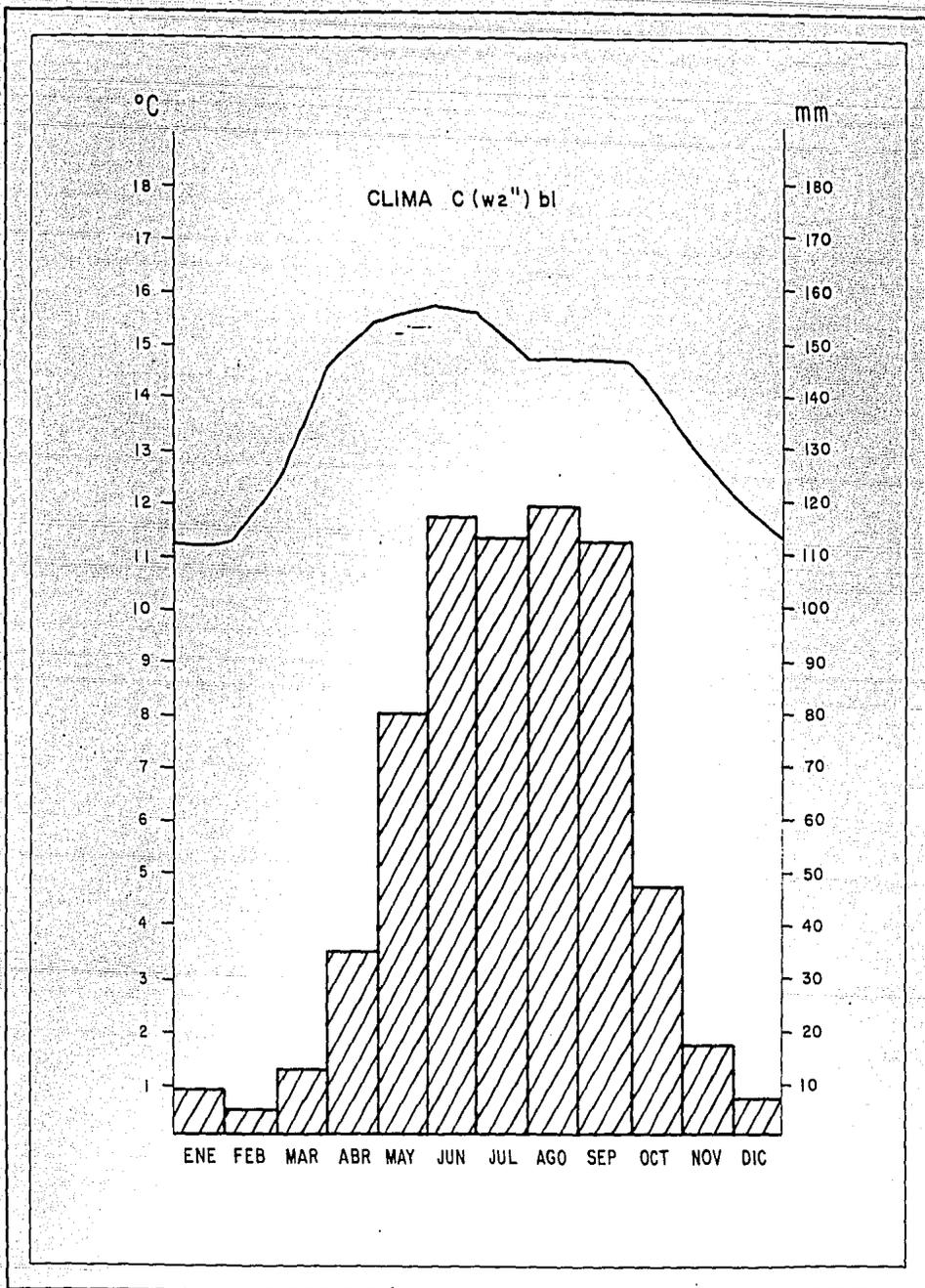


Fig. 3.- Marcha anual de temperatura y presipitación. Datos correspondientes a la estación climatológica de Tlaxco, Tlax.

inferior de las faldas del volcán La Malinche, también dentro del Eje Volcánico Transverso.

La colonia de murciélagos habita en una serie de 13 túneles que fueron construidos en el siglo pasado para almacenar algodón y que en la actualidad están abandonados.

El complejo principal está formado por 10 túneles de 2 m de altura y 1.75 m de ancho; dispuestos en forma de abanico a partir de una entrada común conservando las medidas de ancho y altura pero que difieren en cuanto a longitud, teniendo el más largo 195 m y el más pequeño 35 m. Cada túnel termina en un respiradero abierto al exterior de aproximadamente 5 m de altura y un metro de diámetro. Además, existen otros tres túneles independientes, dos de los cuales no son utilizados por los murciélagos. El túnel que sí utilizan tiene aproximadamente 350 m de longitud y va desde la parte central del centro vacacional al Río Apizaco. Este túnel mide 2 m de ancho por 3 m de altura, está inundado y presenta aproximadamente un metro de profundidad en su longitud total.

El clima del lugar es de tipo C(w2)(w)(b)ig es decir, el más húmedo de los templados subhúmedos, que presenta lluvias en verano, con un porcentaje de lluvia invernal menor al 5 % de la anual, tiene un verano fresco largo, la temperatura media del mes más caliente esta entre 6.5 y 22°C, con una oscilación isothermal menor a 5° C y con una marcha de la temperatura tipo gangas (Secretaria de la Presidencia, 1970).

La vegetación circundante es introducida, predominando cipreses y eucaliptos en las áreas no urbanizadas.

M E T O D O S

1.-Trabajo de campo.

En "El Túnel" se realizaron visitas mensuales de febrero de 1982 a marzo de 1985 con excepción de junio de 1983. Con la finalidad de corroborar algunas observaciones en ocasiones se realizaron 2, 3 y hasta 4 visitas por mes. Posteriormente se continuaron realizando dos o tres visitas por año. En total, a lo largo del estudio se han realizado 60 visitas las cuales abarcaron 86 días de trabajo de campo (Anexo 1).

En "La Trinidad" únicamente se realizaron 20 visitas entre mayo de 1984 y mayo de 1985 (Anexo 1), ya que los túneles en los que habitaba la colonia fueron utilizados como bodega y por la perturbación causada los murciélagos abandonaron la localidad.

A fin de tener puntos de referencia para la toma de parámetros ambientales y la determinación de la posición que ocupaba cada murciélago, en febrero de 1982 se pusieron marcas en el interior del túnel con pintura vinílica a cada 20 metros.

El registro de parámetros ambientales se efectuó en hojas de registro (Fig. 4) y se realizó de febrero de 1982 a agosto de 1984; para la toma de los mismos permanecimos en cada punto aproximadamente 5 minutos. La temperatura ambiente, del substrato y del agua se midieron utilizando termómetros Prooper No. Cat. TPC5 con una amplitud de -10 a 250°C ; para la humedad relativa se utilizó un higrómetro Taylor, Mason's Form No. Cat. 5522.

Especie _____ Fecha _____

220	_____	_____	_____	_____	_____
200	_____	_____	_____	_____	_____
180	_____	_____	_____	_____	_____
160	_____	_____	_____	_____	_____
140	_____	_____	_____	_____	_____
120	_____	_____	_____	_____	_____
100	_____	_____	_____	_____	_____
80	_____	_____	_____	_____	_____
60	_____	_____	_____	_____	_____
40	_____	_____	_____	_____	_____
20	_____	_____	_____	_____	_____
0	_____	_____	_____	_____	_____
	TA	TS	BS	BH	TH ₂ O

Hora: _____ Hora: _____
 Entrada _____ Salida _____

Fig. 4.- Hoja de registro.

Con la ayuda de las marcas de pintura se determinó la posición aproximada que ocupaba cada murciélago dentro del túnel, la cual era registrada en hojas diseñadas ad hoc que incluían el diagrama del túnel (Fig. 4). Posteriormente los murciélagos eran capturados manualmente o con la ayuda de una red de mano, se sexaban y se introducían en bolsas de manta procurando no poner más de 10 individuos por bolsa.

En cada visita se procuró capturar la mayor cantidad de murciélagos posible a excepción de los periodos de preñez a fin de no perturbar demasiado a la colonia de maternidad.

A fin de estandarizar el muestreo, se procuró realizar los registros entrando al túnel entre las 10:00 y las 15:00 hrs; asimismo, también se procuró mantener constante el número de colectores (2). El tiempo de permanencia dentro del túnel fluctuó entre 60 y 190 minutos, dependiendo básicamente del número de murciélagos presentes y del tipo de observaciones que se estuvieran realizando.

Después de salir del túnel se procedía a procesar los ejemplares capturados registrándose individualmente la fecha de captura, el número de anillo que le correspondía, la edad, el peso, la longitud del antebrazo y observaciones sobre daños en los patagios, presencia de ectoparásitos, o si eran o no recapturas. Para las hembras se registró el grado de desarrollo mamario, observaciones sobre cópula, preñez y lactancia. Para los machos la condición del epidídimo y la posición de los testículos.

Para el marcaje individual se utilizaron anillos de plástico de A.C. Hughes tamaño XF, los cuales fueron numerados manualmente con tinta

china y recubiertos con una capa de barniz transparente para uñas como protección. Debido a la imposibilidad de volver a conseguir este tipo de anillos, en la segunda mitad del trabajo se utilizaron anillos de plástico elaborados por nosotros. Los anillos se colocaron en el antebrazo derecho siguiendo la técnica propuesta por Bonaccorso, et al. (1976).

La edad de los ejemplares se determinó mediante los criterios establecidos por Pearson, et al. (1952) considerando también durante los primeros cuatro meses de desarrollo el grado de osificación de las falanges.

El peso se registró durante 1982 y 1983 con una balanza Ohaus Mod. 700 que proporciona décimas de gramo; en 1984 y 1985 se utilizó un dinamómetro de precisión Pezola No. 120 con capacidad de 50 gr y con divisiones a 0.5 gr.

La longitud del antebrazo se determinó con la ayuda de un calibrador de plástico marca Scala.

Para la determinación del grado de desarrollo mamario se establecieron arbitrariamente cinco categorías: "Inconspicuo", cuando no se observaron rastros del pezón; "Pequeño", cuando el pezón era apenas perceptible; "Mediano", cuando el pezón estaba bien diferenciado pero de tamaño pequeño; "Grande", cuando estaba perfectamente bien diferenciado y presentaba a simple vista un tamaño considerable y "Lactante", estado durante el cual el desarrollo mamario es muy característico por el gran crecimiento de la mama, por la pérdida de pelo de la zona circundante al pezón y por la presencia de una coloración amarillenta de la misma en

lugar de la coloración rosácea que le caracteriza.

La condición reproductora de los machos se basó en las características presentadas por el epidídimo, registrándose como lleno o vacío según el criterio establecido por Pearson, et al. (1952).

Conjuntamente con la toma de estos registros se colectaron ectoparásitos siguiendo las especificaciones dadas por DeBlase y Martin (1975) y Richmond (1951).

Cada individuo era liberado de inmediato al terminar de ser procesado.

En "La Trinidad" la captura y el procesamiento de los ejemplares se realizó de acuerdo con las especificaciones antes mencionadas, pero no se tomaron parámetros ambientales ni se registró la posición que ocupaba cada murciélago dentro de los túneles.

2.-Trabajo de laboratorio.

En cada visita se extrajeron ejemplares a fin de corroborar en el laboratorio algunas de las observaciones hechas en el campo y para desarrollar las siguientes técnicas: morfometría e histología de útero, ovarios, testículo y epidídimo; pruebas histoquímicas en ovarios y búsqueda de ecto y endoparásitos. El número de ejemplares extraídos dependió en primera instancia del número de murciélagos presentes, pero también se consideró los requerimientos de las técnicas u observaciones que se desarrollaron; en general se procuró extraer un máximo de dos

hembras y dos machos por mes.

Los ejemplares trasladados al laboratorio fueron sacrificados y de inmediato se procedió a realizar su disección, registrando en cada caso el número de catálogo, el número de acceso, la localidad, la fecha de colecta, las medidas somáticas convencionales, la naturaleza del ejemplar conservado, la edad, observaciones y destino del ejemplar en cuanto a las técnicas empleadas. Asimismo, para las hembras se consideró el grado de desarrollo mamario, si estaban preñadas o no, la longitud de cada cuerno del útero, el diámetro mayor y menor de cada ovario, el número y posición de embriones en el útero, la longitud mayor del embrión en caso de que estuviera presente y la condición de la sínfisis púbica. Para los machos se registró la posición de los testículos, su color y el largo y ancho de los mismos, se consideró también la longitud del epidídimo y su condición.

Los datos de hembras y de los machos fueron vertidos en hojas de registro diseñadas ad hoc. Todas las medidas efectuadas en los aparatos reproductores, se realizaron con la ayuda de un calibrador de reloj marca Helios, al microscopio y durante la disección del ejemplar.

El tracto digestivo se fijó en alcohol 70 %, mientras que el aparato reproductor fue preservado en formalina al 8 %.

Los tractos reproductores se destinaron a la realización de cortes histológicos, efectuándose primero pruebas de las técnicas de inclusión en parafina propuestas por Gray (1964), Grimstone y Skaer (1972), Knudsen (1966) y Weesner (1965); al final se adoptó una modificación de las mismas (Anexo 2). Los cortes fueron teñidos con hematoxilina-eosina

y montados siguiendo la técnica de Gray (1964). Los cortes se efectuaron con un microtomo para parafina modelo Spencer 820 de American Optical.

El análisis de las 618 laminillas que se obtuvieron se efectuó con la ayuda de un microscopio Leitz Wetzlar Ortholux haciendo hincapié, en el caso de las hembras en la búsqueda de implantaciones, el número y tamaño de folículos y la presencia de cuerpos lúteos, y para los machos, en la condición de las células espermáticas, del tejido intersticial y la presencia de espermatozoides.

Se obtuvieron 110 tractos digestivos que fueron destinados para búsqueda de endoparásitos, misma que se realizó con la ayuda de un microscopio estereoscópico Leitz Weslar. Todos los endoparásitos de un mismo individuo fueron extraídos y preservados en alcohol al 70 % y remitidos para su determinación al laboratorio de Helminología del Instituto de Biología de la UNAM.

A partir de noviembre de 1984 y con la finalidad de precisar algunos aspectos sobre la reproducción, se realizaron pruebas histoquímicas con la Alfa 5, 3 Beta Hidroxiesteroides Deshidrogenasa. Para la realización de estas pruebas se capturaron de 2 a 5 hembras adultas cada 10 días, mismas que eran conducidas vivas al laboratorio en donde eran anestesiadas extrayéndoseles los ovarios con los cuales se seguía la técnica propuesta por Levy, et al. (1959) pero modificando la temperatura de incubación (a temperatura ambiente, 25°C aproximadamente, en lugar de a 37°C) y el grosor de los cortes (a 12 micras)

3.- Análisis de datos.

Con la ayuda de una computadora HP 3000, utilizando el paquete SPSS para cada variable (edad, sexo, peso, antebrazo, etc.) se obtuvieron tablas de frecuencias mensuales, anuales y globales; media, error estandar, mediana, moda, desviación estandar, varianza, rango, mínimo y máximo.

Para el análisis de selección microclimática se realizaron "crosstab" (tabulaciones cruzadas), correlaciones directas y correlaciones parciales. También se efectuaron "crosstab" en el análisis de pesos y antebrazos.

Se diseñaron programas que permitieron analizar por separado diversas subpoblaciones (recapturados, no recapturados, juvenes, adultos, etc.)

Con la ayuda de una microcomputadora Denki Corona utilizando el paquete NWA STATPAK, V.3.11; se realizaron las pruebas de χ^2 , t-students y regresiones lineales para los diferentes aspectos en que estas pruebas fueron requeridas y utilizando el paquete Supercal³ se efectuaron los calculos necesarios para los diferentes estimadores poblacionales (Bezem et al., 1960; Hayne, 1949; Jolly, 1965; Lincoln, 1930; Schumaker-Eschmeyer, 1943; Sluiter et al., 1956).

RESULTADOS Y DISCUSION.

1.- Selección del hábitat.

La selección del hábitat es uno de los factores fundamentales en la sobrevivencia de los murciélagos; por sus hábitos, el principal problema que enfrentan los miembros de este grupo es la conservación de la energía; debido a ello los murciélagos que habitan en regiones templadas no pueden hacer uso de cualquier cueva y tienen que ocupar refugios particulares y por consiguiente están fuertemente adaptados a ellos.

La temperatura corporal y la tasa metabólica de los murciélagos son dependientes de la temperatura de su entorno, excepto cuando son modificadas por el comportamiento social gregario, por lo cual los patrones de comportamiento de los murciélagos se han adaptado para proveer las temperaturas adecuadas y poder así mantener un metabolismo óptimo cuando la comida es abundante y ajustar la tasa metabólica al alimento disponible durante los periodos de escasez (Twente, 1955b).

Los murciélagos que habitan en zonas templadas y, dentro de estos, principalmente los miembros de la familia Vespertilionidae, enfrentan el problema de la conservación de la energía con mayor rigor, por lo que tienen que recurrir a una eficiente selección microclimática. Se ha registrado selección microclimática tanto en vespertilionidos neárticos (Davis y Hitchcock, 1964; Fenton, 1970; Hayward, 1970; Humphrey y Kunz, 1976; McNab, 1974; Pearson, 1962; Rice, 1957; Rysgaard, 1942; Swanson y

Evan, 1936; Tinkle y Patterson, 1965 Twente, 1955b) como en paleárticos (Daan y Wichers, 1968; Gaisler, 1970; Horacek, 1975; Kowalski, 1953; Nieuwenhoven, 1956; Punt y Parma, 1964) pero poco se sabe de los murciélagos que habitan en los límites de estas zonas.

La población estudiada de Plecotus mexicanus presenta los mismos problemas de selección de hábitat que los murciélagos que viven en las zonas templadas más norteñas; sin embargo, por el área en que habita este murciélago, las condiciones ambientales a las que se enfrenta son diferentes al igual que la forma de respuesta ante las mismas. Plecotus mexicanus ha desarrollado una selección microclimática muy estrecha hacia refugios muy especiales y presenta adaptaciones fisiológicas y conductuales muy particulares hacia los mismos.

Debido a que la presencia de P. mexicanus en "La Trinidad" se registró dos años después del inicio del presente estudio, y que para ese entonces ya estaban por concluir las observaciones del microclima del refugio en "El Túnel", no se realizó la medición de parámetros ambientales en "La Trinidad"; por lo cual, los incisos siguientes se basan principalmente en las observaciones realizadas en la primera localidad.

1.1 Microclima del refugio.

El Túnel presenta condiciones que favorecen una gran estabilidad microclimática. La entrada está al final de un sendero de 15 m de

longitud y bordeado de árboles; está parcialmente bloqueada por un montículo de tierra, originado a partir de un derrumbe; estas condiciones impiden que haya una incidencia directa de los rayos solares, y por lo tanto, el calentamiento es muy lento. También se dificulta la circulación del viento y la mezcla homogénea del aire en el interior del túnel, lo que, aunado a una constante filtración de agua, favorece una humedad relativa alta durante todo el año. La humedad alta amortigua la oscilación de la temperatura, la cual por lo general se mantiene entre los 9 y los 12°C (Fig. 5) a lo largo del año.

Los registros obtenidos para los años de 1982 y 1983 muestran que en el interior del refugio las temperaturas más bajas (entre 9 y 10.3°C) se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero y las más altas (entre 11.8 y 12.0°C) se dan en junio y julio. A través del año, la diferencia de temperatura entre el mes más caliente y el mes más frío en el interior de éste refugio, está entre 3.3 y 2.9°C lo que manifiesta una condición isotermal a lo largo del año (Fig. 5).

Los datos también ponen de manifiesto un ligero aumento de temperatura por arriba de los 10°C a partir de Marzo continuando en Junio, Julio y Agosto para cesar nuevamente a fines de Septiembre o principios de Octubre, lo que permite distinguir una cierta estacionalidad (Fig. 5).

Debido a la influencia del exterior las oscilaciones más bruscas y las temperaturas más bajas se registran en los primeros 60 m, mientras que la parte más estable se da de los 80 a los 220 m. Hacia el fondo del túnel se observa un ligero incremento en las temperaturas (Fig. 6)

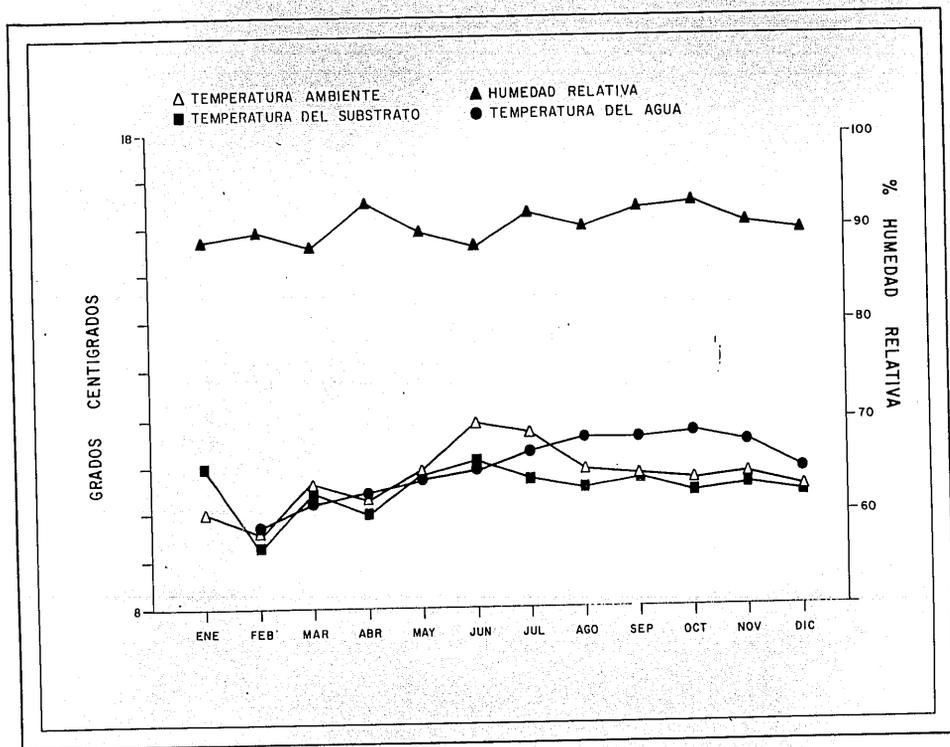


Fig. 5.- Parámetros ambientales a lo largo del año en "El Túnel" (valores promedio 1982 - 83)

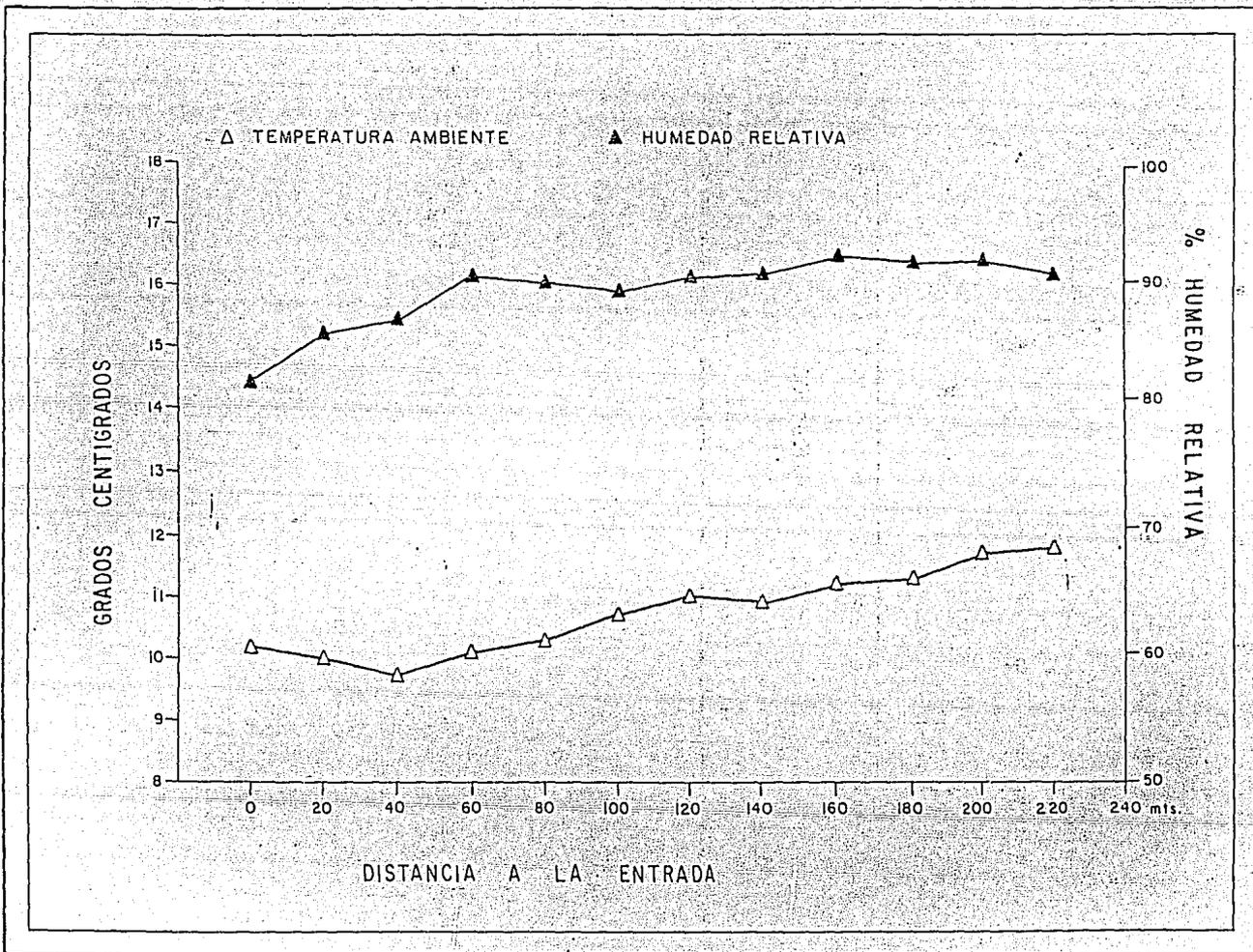


Fig. 6.- Temperatura ambiente y humedad relativa a lo largo de "El Túnel" (valores promedio 1982 - 83)

debido probablemente a una cantidad considerable de madera en descomposición y a la incidencia de los rayos solares que son reflejados hasta el fondo del túnel por el montículo de tierra localizado en la entrada, el cual funciona a manera de espejo.

Con base en lo anterior, podemos caracterizar el microclima de "El Túnel" como frío (9 a 12°C), húmedo (aproximadamente 90 % de humedad relativa) y muy estable a lo largo del año.

Entre los factores ambientales que determinan las condiciones climáticas del túnel se da una estrecha relación entre la temperatura ambiente, la temperatura del sustrato, la temperatura del agua y la distancia a la entrada. Al efectuar un análisis de correlación de estos factores (Tabla 1) se presentaron correlaciones positivas cuyos coeficientes estuvieron entre 0.6443 y 0.7961 y que son significativos ($s = 0.001$). La humedad relativa parece comportarse en forma independiente, ya que sus coeficientes de correlación son bajos al igual que el grado de significancia obtenido.

1.2 Factores ambientales.

1.2.1 Temperatura.

La temperatura es el factor abiótico más importante en la selección microclimática que efectúa P. mexicanus.

Este murciélago siempre fue localizado a una temperatura ambiental entre 10 y 11°C y evitó temperaturas menores a los 9° y mayores de 12°C.

TABLA 1. - COEFICIENTES DE CORRELACION DE PEARSON (r) ENTRE LOS PARAMETROS AMBIENTALES Y NUMERO TOTAL DE P. mexicanus PRESENTES EN "EL TUNEL"

	TEMAMB	DISTAN	N TOTAL	TEMSUB	HUMREL	TEMAGUA
TEMAMB	1.0000 (0) S=.001	0.6443 (89) S=.001	-0.0443 (89) S=.677	0.7961 (89) S=.001	-0.0335 (89) S=.753	0.7611 (89) S=.001
DISTAN	0.6443 (89) S=.001	1.0000 (0) S=.001	-0.0745 (89) S=.483	0.7121 (89) S=.001	0.0809 (89) S=.446	0.4935 (89) S=.001
N TOTAL	-0.0443 (89) S=.667	-0.0745 (89) S=.483	1.0000 (0) S=.001	0.0796 (89) S=.453	0.0690 (89) S=.516	0.0022 (89) S=.983
TEMSUB	0.7961 (89) S=.001	0.7121 (89) S=.001	0.0796 (89) S=.453	1.0000 (0) S=.001	0.0956 (89) S=.367	0.7492 (89) S=.001
HUMREL	-0.0355 (89) S=.753	0.0809 (89) S=.446	0.0690 (89) S=.516	0.0956 (89) S=.367	1.0000 (0) S=.001	0.0383 (89) S=.718
TEMAGUA	0.7611 (89) S=.001	0.4935 (89) S=.001	0.0022 (89) S=.983	0.7492 (89) S=.001	0.0383 (89) S=.718	1.0000 (0) S=.001

Coefficiente de correlación = r
(Grados de libertad) = n - 2
S = Valor de significancia
TEMAMB = Temperatura ambiente
DISTAN = Distancia

N TOTAL = No. de murcielagos presentes
TEMSUB = Temperatura del substrato
HUMREL = Humedad relativa
TEMAGUA = Temperatura del agua

En el túnel, la gran mayoría de los murciélagos se presentaron entre los 60 y 180 m de distancia a partir de la entrada, zona que es muy estable y relativamente fría, pocas veces se localizaron murciélagos antes de los 40 m que es la parte del túnel más inestable térmicamente, y pocas veces se encontraron individuos entre los 200 y 220 m que es la parte con temperaturas más altas.

Este intervalo de temperatura entre los 9 y 12°C parece ser el más adecuado para inducir el estado de letargo diario tan indispensable en la regulación metabólica de este murciélago, pues cuando ocasionalmente lo encontramos fuera del mismo siempre estuvieron activos.

P. mexicanus parece distinguirse de P. townsendii por tener un intervalo de temperatura ambiental más restringido, ya que a este último se le ha localizado entre 2 y 26°C, estando la mayoría entre 5 y 15°C (Humphrey y Kunz 1976; Turner, 1974; Twente, 1955b). Martin y Hawks (1972) mencionan que no observaron que P. townsendii realizara una selección microclimática, reportando una temperatura ambiente entre 3 y 12°C para los seis lugares en los que estudiaron este murciélago.

Con respecto a los miembros del mismo género en el Viejo Mundo la población estudiada parece comportarse más cercana a P. auritus pues a esta especie se le ha localizado también dentro de un estrecho intervalo de temperatura que va de los 4°C a los 7.5°C (Gaisler, 1970; Horacek, 1975), mientras que a P. austriacus, se le ha localizado a temperaturas entre 2°C y 9°C.

Por cuanto al intervalo de temperatura en el que se efectúa la selección microclimática P. mexicanus se asemeja más a P. austriacus ya

que Stebbings (1970) registra una selección microclimática cercana a los 12°C para el segundo, mientras que para P. auritus la considera cercana a los 6°C y Kowalski (1953) reporta la presencia de P. auritus entre 0 y 7°C y Eisentraut (1934), Kayser (1961) y Krzanowski (1959) la consideran como una especie con una gran resistencia a bajas temperaturas.

Como puede observarse en la tabla 1, no parece existir una correlación directa entre el número de murciélagos presentes en el refugio con alguno de los parámetros ambientales considerados ya que los coeficientes de correlación obtenidos y su valor de significancia son bajos. Sin embargo, se puede observar que el mayor coeficiente de correlación (0.0796) se obtuvo con la temperatura del substrato, siguiéndole la distancia a la entrada, la humedad relativa, la temperatura ambiente y la temperatura del agua.

A fin de verificar si realmente alguno de los factores tenía un mayor peso en la selección microclimática que efectúa P. mexicanus, se efectuaron correlaciones parciales entre cada uno de éstos con el número de murciélagos presentes; los resultados muestran que la temperatura del substrato parece tener un peso mayor en la selección microclimática pues los valores de correlación se incrementan al igual que grado de significancia estando inclusive muy por encima de los valores obtenidos para la temperatura ambiente (Tabla 2).

El análisis anterior muestra que hay una tendencia hacia la temperatura del substrato como un elemento importante de la selección microclimática; no obstante, debe recalarse el hecho de que al

TABLA 2.- COEFICIENTES DE CORRELACION PARCIAL DE PEARSON (r) ENTRE EL NUMERO TOTAL DE P. mexicanus Y TEMPERATURA AMBIENTE Y DEL SUBSTRATO EN "EL TUNEL"

Control	TEMSUB		TEMAMB	
		TEMAMB		TEMSUB
		-0.1785		0.1900
	N TOTAL	(88)		(88)
		S=.092		S=.073

Control	TEMSUB	DISTAN	TEMAMB	DISTAN
		TEMAMB		TEMSUB
		-0.1495		0.2396
	N TOTAL	(87)		(87)
		S=.162		S=.024

Control	TEMSUB	DISTAN	TEMAGUA	TEMAMB	DISTAN	TEMAGUA
		TEMAMB		TEMSUB		
		-0.0337		0.2375		
	N TOTAL	(87)		(86)		
		S=.754		S=.026		

Control	TEMSUB	DISTAN	HUMREL	TEMAMB	DISTAN	HUMREL
		TEMAMB		TEMSUB		
		-0.1397		0.2310		
	N TOTAL	(86)		(86)		
		S=.194		S=.030		

Coefficiente de correlación = r
 (Grados de libertad) = n - 2
 S = Valor de significancia
 TEMAMB = Temperatura ambiente
 DISTAN = Distancia a la entrada

N TOTAL = No. de murciélagos presentes
 TEMSUB = Temperatura del substrato
 HUMREL = Humedad relativa
 TEMAGUA = Temperatura del agua

considerar los otros parámetros ambientales su importancia disminuye, es decir, la selección microclimática que efectúa P. mexicanus se da en base a la conjunción de varios factores ambientales (temperatura ambiente, temperatura del sustrato, humedad relativa y distancia a la entrada del refugio).

A este respecto, McNab (1974) sugiere que la temperatura del sustrato es más importante que la temperatura del aire en determinar las temperaturas corporales de los murciélagos en letargo, que fue el estado en que generalmente se encontró a P. mexicanus y que concuerda además, con lo registrado para P. townsendii (Humphrey y Kunz 1976).

McNab (1974) puso de manifiesto la influencia del peso corporal de los murciélagos en la selección de la temperatura para la inducción del estado de letargo, encontrando que esta selección depende de la tasa metabólica, de la diferencia de temperatura entre el cuerpo y el ambiente (tasa de pérdida de calor), del peso corporal y de la cantidad y velocidad de consumo de los depósitos de grasa; encontrando que en Europa el género Plecotus selecciona temperaturas ambientales entre los 6 y 8°C acordes con su peso corporal, pero que en Norteamérica P. rafinesquii selecciona temperaturas más frías que las esperadas para su peso (7.9 a 13.6 gr; Jones, 1977) y argumenta que esto se puede deber ya sea a la presencia de pocos depósitos de grasa o a una tasa metabólica alta.

P. mexicanus selecciona temperaturas ligeramente más altas a las esperadas por su peso corporal lo cual puede deberse a una tasa metabólica baja, una alta tasa de pérdida de calor o a facilidad para

acumular grandes depósitos de grasa.

Si bien no se hicieron las mediciones al respecto, si se pudo observar que crías con tan sólo dos semanas de edad poseen la capacidad de entrar en este estado de letargo y además durante las disecciones de casi 150 ejemplares adultos la presencia de depósitos de grasa fue casi nula, por lo que cabría esperar que esta situación se deba a cualquiera de los dos primeros aspectos.

P. mexicanus consistentemente fue localizado en depresiones y oquedades muy someras que debido a su propia estructura están sujetas a ligeras variaciones microclimáticas a diferencia, por ejemplo, de Myotis velifer, la segunda especie en abundancia dentro del refugio, que hiberna dentro de hoyos y grietas en los cuales se da una marcada estabilidad microclimática. Para las especies congénéricas solamente existe información para P. auritus (Horacek, 1975) en donde hiberna en una situación parecida a la descrita para M. velifer.

1.2.2 Humedad relativa.

Este factor se mantiene prácticamente estable tanto a lo largo del año, como en casi toda la longitud del túnel (Figs. 5, 6); por sí solo no juega un papel muy importante en la selección microclimática que realiza P. mexicanus, la poca importancia que tiene queda de manifiesto al efectuar una correlación con el número de murciélagos presentes, obteniéndose valores no significativos ($S=.516$) lo cual concuerda con lo registrado para cuatro especies de vespertilionidos, incluyendo P. townsendii, (Tinkle y Patterson, 1965; Twente, 1955b) y lo registrado

para Myotis lucifugus (Fenton, 1970). Sin embargo, existen informes de la presencia de P. townsendii entre 64 y 70 % de humedad relativa (Turner, 1974) y en ambientes con un alto grado de humedad, principalmente en los meses más fríos (Humphrey y Kunz, 1976) lo cual sugiere que puede ser un factor importante para los miembros de este género.

Aunado a lo anterior, la humedad relativa es la causa principal de la gran estabilidad térmica que presenta el túnel; su importancia se incrementa además si tomamos en cuenta que el estado de Tlaxcala es considerado como semiárido y que comparado con otros estados es muy pobre en quiropteros.

1.2.3 Corrientes de aire.

Si bien no se realizaron las mediciones correspondientes para el análisis de este factor, si se pudo observar que P. mexicanus presentó patrones de comportamiento que manifiestan la importancia de las corrientes de aire en la selección microclimática. Este murciélago se presentó bastante adentro del túnel en depresiones y concavidades o detrás de salientes rocosas que estaban orientadas en contra de la entrada y que brindaban protección contra las corrientes de aire, además se observó que el mayor número de murciélagos tienden a estar en la pared del lado más protegido a raíz del derrumbe de la entrada. En este sentido P. mexicanus parece comportarse en forma muy distinta a lo observado para P. townsendii (Turner, 1974; Humphrey y Kunz, 1976).

Es muy probable que al igual que lo observado para Myotis velifer (Tinkle y Patterson, 1965) sean las temperaturas y las corrientes de aire las que determinan los sitios utilizados por P. mexicanus o que como sucede en el género Myotis (Punt y Parma, 1964), sean los cambios en las corrientes de aire los que causen la ruptura del estado de letargo y provoquen los movimientos internos.

1.3 Comportamiento.

Durante el invierno la población estudiada de Plecotus mexicanus presentó un patrón de comportamiento muy peculiar. Casi la totalidad de murciélagos se encontraron aislados y muy raras veces se observaron grupos formados por dos o tres individuos; estaban dispersos ocupando principalmente las depresiones y partes rugosas de las paredes evitando el techo. También en esta época se les localizó a distancias más cortas del piso llegando incluso a estar algunos individuos a menos de un metro de éste y de los canales por donde corre el agua.

P. mexicanus casi nunca se encontró cerca de la entrada en lugares iluminados, ni tampoco se encontraron individuos que quedaran expuestos a corrientes de aire, ni congregaciones mayores de tres o cuatro individuos a diferencia de los registrado para algunas especies congénéricas y para otros vespertiliónidos (Barbour y Davis, 1970; Fenton, 1970; Humphrey y Kunz, 1976; Jones, 1977; Jones y Suttkus, 1975; Martin y Hawks, 1972; Pearson, 1962; Pearson et al., 1952; Rice, 1957;

Tinkle y Patterson, 1965; Turner, 1974; Twente, 1955b).

Durante el invierno la mayoría de estos murciélagos tienden a colocarse más cerca de los canales de agua, por lo cual es de suponer que este elemento puede jugar un papel importante en la regulación de la temperatura corporal. No obstante lo anterior, al tratar de correlacionar la temperatura del agua con el número y posición de los murciélagos se obtuvieron valores que no fueron significativos, por lo cual es de suponer que tal vez se trata de un comportamiento ocasional que se da como respuesta a la variación de algún factor ambiental que no fue posible detectar. Plecotus townsendii durante el invierno tiende a estar más cerca de los pequeños arroyos existentes en sus refugios (Humphrey y Kunz, 1976) y en igual forma Myotis austroriparius se encuentra sobre cuerpos de agua durante el invierno (Rice, 1957).

La posición corporal que adopta este murciélago durante este periodo del año coincide con la registrada por varios autores para los individuos solitarios de las otras especies de este género (Dalquest, 1947; Handley, 1959; Humphrey y Kunz, 1976; Martin y Hawks, 1972; Pearson, et al., 1952; Twente, 1955b;) reduciendo así la pérdida de calor corporal.

Los patrones conductuales anteriormente descritos, aunados a las condiciones microclimáticas del refugio, juegan un papel fundamental en la inducción diaria del estado de letargo tan indispensable para que esta especie pueda sobrevivir durante éste periodo, que además de las bajas temperaturas también podría estar caracterizado por una baja en la disponibilidad del alimento.

Asimismo, al igual que en otras especies de la familia vespertilionidae (Studier y O'Farrel, 1972), los patrones conductuales que exhibe P. mexicanus favorecen un gasto energético menor en su termoregulación fisiológica.

Por otro lado, las características climáticas de la zona parecen ser benignas para esta especie ya que durante el tiempo que duró el estudio no se observó que P. mexicanus hibernara o que tuviera estados de letargo pronunciados como lo hacen otros vespertiliónidos de latitudes más norteadas.

Acorde con lo expuesto, el poseer una tasa metabólica baja y lo benigno de las condiciones climáticas puede ser la causa del éxito, en cuanto al número de individuos se refiere, de las poblaciones estudiadas y establece la posibilidad de que estos factores estén limitando la distribución hacia el norte de esta especie.

El comportamiento de P. mexicanus durante primavera y otoño presentó amplias variaciones al patrón previamente descrito. A principios de la primavera y contrastando con el comportamiento invernal, los murciélagos tienden a distribuirse en forma más uniforme dentro del refugio ocupando las partes más altas de las paredes y el techo, además se observan pequeños grupos formados por dos o tres individuos y para mediados de esta época hay agrupaciones con cerca de quinientos individuos.

Durante el verano (julio y agosto) no se observaron murciélagos en las partes tradicionalmente ocupadas por ellos, ésta vez se localizaron algunos individuos en las cámaras posteriores a los 220 m y también en el túnel de maternidad. El número de murciélagos presentes durante éstos

meses es tan bajo que es probable que muchos de ellos, especialmente los adultos, se comporten como individuos solitarios que habiten entre la vegetación o en otras oquedades localizadas en las inmediaciones del refugio que no fueron detectadas por nosotros.

Al principio del otoño (fines de septiembre) se observa que los murciélagos y en forma predominante los machos, tienden a ocupar su refugio tradicional en las paredes del túnel, ésta condición se mantiene hasta fines del otoño en donde nuevamente se hace notoria la escasez de murciélagos, localizándose algunos individuos nuevamente en el túnel de maternidad y en la segunda cámara del refugio principal.

La posición corporal que adoptó P. mexicanus durante esta época es la misma que adopta durante el invierno y a diferencia de lo registrado para otras especies del género en muy raras ocasiones (no más de cinco a lo largo del estudio) se encontraron individuos aletargados que presentaron las orejas erectas, lo cual corrobora la propuesta de Martin y Hawks (1972) de que las posturas corporales descritas para algunas especies del género (Dalquest, 1947; Handley, 1959; Howell, 1919; Humphrey y Kunz, 1976; Pearson et al., 1952; Stebbings, 1966; Twente, 1955b) son dependientes de variables ambientales.

1.4 Comportamiento de la colonia de maternidad y de las crías.

P. mexicanus utiliza sitios diferentes a sus refugios habituales para el establecimiento de sus colonias de maternidad, en "El Túnel"

emplea la parte norte del mismo (Fig. 2) y en la Trinidad utiliza un túnel independiente a los del complejo principal, estos refugios, a diferencia de los habituales, proveen de un microclima óptimo para los eventos reproductivos que ahí suceden además de protección contra los depredadores.

Los refugios de maternidad estudiados tienen cuerpos permanentes de agua, techos horizontales grandes con más de dos metros de altura, una sola entrada amplia y son lugares ligeramente más cálidos y más oscuros en comparación con los refugios habituales.

Los cuerpos de agua y el tener una sola entrada favorecen el mantenimiento de la estabilidad del medio ya que la humedad relativa es alta y la ausencia de corrientes de aire propicia una temperatura constante. Asimismo, esta temperatura es favorable para la gestación, para la economía energética de las hembras lactantes y para el desarrollo de la cría.

Lo anterior parece ser un hecho común en las colonias de maternidad de los vespertiliónidos (Humphrey, 1975) y a la fecha se cuenta con varios informes para colonias de maternidad de otras especies, incluyendo algunas del género Plecotus, que han sido encontradas en condiciones similares (Hayward, 1970; Humphrey y Kunz, 1976; Kunz, 1973; Rice, 1957).

Las colonias de maternidad de P. mexicanus se presentaron siempre en grandes congregaciones de hembras y crías y muy pocos machos que se comportan como individuos aislados y alejados de éstas.

Aunado a las ventajas que brindan estos refugios para las colonias

de maternidad, el formar conglomerados compactos les ayuda a mantener una temperatura corporal también alta y permite a éstos murciélagos un menor gasto energético durante todo el periodo de lactancia.

Debido a estos patrones de comportamiento podemos decir que P. mexicanus requiere durante la época reproductora de una termorregulación dependiente del calor corporal y del comportamiento gregario y que es incapaz de sacar ventaja del calor metabólico atrapado en el refugio para conformar la temperatura ambiente y reducir el costo de la termorregulación como lo hacen otras especies (Dwyer y Hamilton-Smith, 1965; Kunz, 1973; Studier y O'Farrell, 1972). Una situación semejante ha sido observada en P. townsendii (Humphrey y Kunz, 1976).

Las crías de P. mexicanus nacen dentro del conglomerado formado por las hembras y al paracer dentro de su primer semana de vida son trasladadas hacia refugios alternativos que pueden estar localizados dentro o fuera del refugio de maternidad.

En un muestreo realizado en 1984, aproximadamente a los quince días de que se dio el pico de nacimientos, se localizaron pequeños grupos de hembras con sus crías, separados de la colonia de maternidad y que ocupaban otros refugios tanto en el túnel principal como en el túnel de maternidad.

En ambos casos los nuevos refugios se caracterizaban por ser oquedades pequeñas y profundas que brindan una mayor protección a las crías. Uno de ellos era una pequeña oquedad que tenía cerca de 20 cm de diámetro y 30 cm de profundidad, en que se encontraban aproximadamente 30 crías rodeadas y protegidas por varias hembras adultas.

A diferencia de las áreas ocupadas por los adultos, éstas oquedades presentan ventajas desde el punto de vista microclimático para la termorregulación de las crías, pues permiten hacer uso del calor metabólico atrapado en las mismas.

En ellas permanecen entre 20 y 30 días para ser trasladadas posteriormente hacia otras áreas localizadas más cerca de la entrada del refugio; en estas nuevas oquedades los murciélagos están más expuestos a la pérdida de calor, pero parece existir una compensación ya que el número de ellos es mayor y por que tienen el pelaje más desarrollado. Finalmente entre los 60 y 70 días estos pequeños grupos se unen y se mezclan con los adultos para conformar un sólo grupo que ocupa el lugar habitual.

Esta selección microclimática es más atribuible a las madres que a las crías, pues se requiere de un transporte activo por parte de éstas para llevarlas hasta los lugares adecuados. Es probable que, a diferencia de lo que sucede con otras especies (Davis, R., 1970), el transporte de las crías ocurra normalmente dentro del género Plecotus, pues también existen datos al respecto para P. townsendii (Fenton, 1969).

Un hecho sorprendente fue el de encontrar crías de cerca de diez días de nacidas con la capacidad de entrar en estado de letargo. El hecho resulta más sorprendente aun si consideramos que normalmente las crías permanecen prácticamente todo el tiempo agarradas a sus madres, las cuales se encuentran activas y poseen una temperatura corporal alta, temperatura que además se ve favorecida por el comportamiento gregario.

Durante los muestreos realizados en mayo de 1985 en el refugio de maternidad, se observaron pequeños grupos de aproximadamente 50 individuos, formados por algunas hembras y crías, dentro de los cuales se encontraban una o dos crías en estado de letargo.

No fue posible saber si en estas ocasiones las crías hubieran entrado en letargo como respuesta a un período particularmente frío, o al hecho de que lo pequeño de estos grupos no permitiera mantener el calor metabólico necesario, o bien que este comportamiento sea común y que se da como una respuesta al abandono a que son sujetas las crías durante el período en que las hembras salen a alimentarse, lo cual presupone que en los casos registrados se trata de crías cuya madre estaba ausente del grupo o crías que hubieran perdido definitivamente a la madre ya que existe un reconocimiento individual de las crías y no cualquier madre puede alimentar a cualquier cría.

El primer planteamiento se ve reforzado por el hecho de que también en esta ocasión se observaron separadas de estos grupos y aisladas entre sí a hembras adultas con cría, ambas en estado de letargo y por el hecho de que en muestreos posteriores se repitió esta situación.

Un hecho que resulta contradictorio es el que estos pequeños grupos, al igual que las hembras aisladas, se ubiquen cerca de los 50 m a partir de la entrada, es decir en la parte sujeta a las variaciones de los factores ambientales. Las observaciones realizadas apuntan a que la ubicación de estos grupos se da para facilitarle a las crías, hacia el final del destete, el salir a capturar su alimento en los alrededores pero también, debido a la presencia de las hembras, cabe la posibilidad

de que se de como una necesidad para inducir el estado de letargo. En la literatura no se encontró ningún dato sobre estos aspectos.

2.- Torpor diario.

La hibernación es un estado de torpor profundo que fisiológicamente se puede caracterizar por una gran reducción de la temperatura corporal, la cual se abate hasta el nivel de la temperatura ambiente o es regulada para mantenerse sólo ligeramente por arriba de ésta; la tasa metabólica también se reduce a una fracción de su valor comparada con el estado homeotérmico (Daan 1973). Este estado de torpor profundo, asociado con bajas temperaturas ambientales en los meses fríos del año, también se caracteriza por ser un período largo de inactividad de los organismos en donde se presentan solamente despertares cortos en los cuales la temperatura corporal se eleva al nivel homeotérmico normal sin absorber calor de su entorno (Menaker, 1964).

Diversos autores (Davis, 1970; Dwyer, 1971; McNab 1974; Lyman, 1970; Menaker, 1964) han puesto de manifiesto que la hibernación es un proceso adaptativo y especializado, más que una deficiencia en la termorregulación y han demostrado la estrecha relación existente entre hibernación, termorregulación y metabolismo.

Los murciélagos son animales típicamente tropicales y sólo tres de las dieciocho familias de murciélagos recientes (*Vespertilionidae*, *Rhinolophidae* y *Molossidae*) penetran claramente hacia las zonas templadas, donde han desarrollado adaptaciones fisiológicas entre las que destacan las relacionadas con el proceso de la hibernación.

Se considera que todos los microquirópteros que habitan en zonas templadas son hibernantes profundos (Gaisler, 1979), pero el que un

murciélago hiberne o no depende del hábitat en que viva. En áreas templadas con inviernos benignos algunas especies de murciélagos permanecen activas durante todo el año (Nieuwenhoven, 1956) y existen reportes de miembros de la familia Vespertilionidae que penetran en áreas tropicales y que no realizan una hibernación (Myers, 1977; Rice, 1957).

La información hasta ahora disponible sobre el comportamiento de las especies pertenecientes al género Plecotus indica que comparadas con otros vespertiliónidos, presentan una mayor actividad durante el invierno que en algunos casos alcanza dos ordenes de magnitud mayor que la observada en siete especies de murciélagos pertenecientes al género Myotis (Daan, 1970; 1973; Kunz y Martin, 1982). Además, existen varios reportes (Daan, 1973; Daan y Wichers, 1968; Nieuwenhoven, 1956; Pearson et al., 1952) en los que miembros del género Plecotus que habitan en regiones templadas permanecen activos durante todo el invierno.

Lo anterior parece indicar que en la mayoría de los casos, las especies pertenecientes a Plecotus realizan un "torpor diario" en lugar de una hibernación como tal. El "torpor diario" o "torpor irregular" difiere en sus detalles fisiológicos con respecto a una verdadera hibernación (Wimsatt, 1969) y puede o no mostrar picos estacionales en su frecuencia o en su ocurrencia en las diferentes especies.

En el capítulo anterior se ha mencionado que las poblaciones tratadas en éste estudio realizan una selección microclimática estrecha hacia refugios especiales, selección que además les hace responder en forma muy particular ante el período de bajas temperaturas presentando

un torpor diario en lugar de una hibernación.

Es difícil distinguir entre el torpor diario y la verdadera hibernación (Beer y Richards, 1956; Hock, 1951), pero durante las visitas efectuadas se pudo observar que P. mexicanus generalmente se encontraba en estado de torpor y que mantiene su temperatura corporal 2°C por arriba de la temperatura ambiente, independientemente de la época del año y no pudiendo apreciar ninguna diferencia entre los meses invernales con respecto al resto.

Durante el invierno de 1982-1983 a fin de poder registrar la duración del letargo individual que tenían los murciélagos en "El Túnel" se marcó la posición que ocupaba cada uno de ellos dentro del refugio invernal y se pudo constatar que individualmente la mayoría cambian de percha de un día para otro.

Se ha propuesto que existen notorias diferencias entre el tiempo que tarda en salir un murciélago del torpor diario y el que tarda en salir de la hibernación (Menaker, 1962) y aunque durante su manipulación no se cronometró el tiempo que tardaban en salir del estado de torpor en que se encontraban los ejemplares de P. mexicanus, tanto durante el invierno como en las otras épocas del año parece ser similar y estar entre los 20 y 30 min. P. auritus requiere 24 min a 9°C para salir del estado de torpor durante la hibernación (Harmata, 1985) y P. townsendii de 20 a 30 min. (Huges, 1968).

Además existen otros aspectos que favorecen el torpor diario: según Gaisler (1979), los refugios situados en regiones con temperatura media anual entre 2 y 12°C son dominados por murciélagos que entran en

torpor rápidamente mientras que en regiones con una temperatura media anual entre 12 y 22°C las cuevas son dominadas por murciélagos que raramente hibernan. La temperatura media anual para el área donde se localiza el túnel es de 13.8°C (Fig. 3).

La temperatura ambiente del refugio en el área en que generalmente se encuentra P. mexicanus oscila entre los 10 y 11.5°C (Fig. 6), temperatura considerablemente alta si se comparan con las registradas para otras especies congénéricas hibernantes que oscilan entre -4.0 y 8.8°C (Kayser, 1961; Pearson, 1962) y con las registradas para la generalidad de los vespertilionidos ya que estos utilizan invernáculos con temperaturas ligeramente superiores a los 0°C (Barbour y Davis, 1970).

Para que un organismo pueda hibernar se requiere de una "preparación fisiológica" (Hoffman, 1968; Menaker, 1962) que en el caso de los murciélagos, incluye un almacenamiento de grasa que generalmente se da a fines del verano y durante el otoño. En el caso de P. mexicanus se observó al realizar las disecciones correspondientes a un total de 46 ejemplares capturados durante este período a lo largo de varios años que solamente 9 de ellos presentaron acumulación de grasa, correspondiendo en todos los casos a ejemplares capturados en octubre de 1983.

Asimismo, se ha registrado que durante la hibernación hay una pérdida de peso, ya que se utilizan las reservas de grasa para mantener el metabolismo. La pérdida de peso oscila entre el 0.03 % y el 0.13 % diario con respecto al peso inicial antes de la hibernación, dependiendo de la especie y de las condiciones en las que se encuentren los

organismos (Beer y Richards, 1956; Nieuwenhoven, 1956; Pearson et al., 1952) y al final puede representar una pérdida de la mitad de la masa corporal perdiéndose la mayor parte durante los primeros meses (Humphrey y Kunz, 1976). Para los organismos estudiados de P. mexicanus la dinámica del peso durante el período invernal es totalmente diferente.

Las poblaciones de P. mexicanus solamente permanecen de dos y medio a tres meses dentro del refugio durante la época invernal (de mediados de diciembre a mediados de febrero) tiempo particularmente corto si consideramos que Myotis velifer, especie que también está presente durante esta época del año y que si hiberna, permanece un mínimo de cinco meses dentro del refugio. En latitudes más norteñas otras especies de murciélagos hibernantes permanecen entre cinco y ocho meses en sus refugios (Barbour y Davis, 1970; Cerveny, 1982; Daan, 1970; 1973; Rysgaard, 1942; Wimsatt, 1960b).

Así mismo, dentro de los pocos reportes existentes sobre poblaciones hibernantes de especies pertenecientes al género Plecotus y los datos para otros miembros de la familia Vespertilionidae se menciona que durante el invierno se realizan movimientos de las partes cálidas hacia las partes más frías, o de áreas expuestas hacia zonas más protegidas (Alcorn, 1944; Daan, 1973; Daan y Wichers, 1968; Kunz y Martin, 1982; Martin y Hawks, 1972; Pearson et al., 1952). Los individuos de P. mexicanus permanecen siempre entre los 60 y 180 m a partir de la entrada y no se observó que realizaran este tipo de movimientos, al menos durante el tiempo que duró el estudio; solamente se observó que durante esta época tienden a evitar el techo, localizándose principalmente en

las paredes y más cerca del piso del refugio.

Se ha sugerido que para que un murciélago pueda hibernar se requiere que dentro de los refugios la temperatura debe permanecer por debajo de los 12°C (Twente, 1960), condición que se cumple en el caso del refugio estudiado. Los razonamientos de los párrafos anteriores pueden ser aplicados a P. mexicanus y no limitan el hecho de que M. velifer si realiza una hibernación como tal en este mismo invernáculo; pues cada especie y cada individuo se comporta de manera muy diferente durante el proceso de hibernación a pesar de ocupar el mismo refugio (Davis, 1964; Rysgaard, 1942; Swanson y Evan, 1936) y que en el caso de P. mexicanus además de lo anterior está su condición fisiológica y la selección microclimática tan estrecha que realiza.

Las evidencias anteriores sugieren como una característica para las poblaciones estudiadas de P. mexicanus el no tener una hibernación en el sentido estricto de la palabra y en lugar de ella se presenta un aletargamiento diario en el que tal vez se presente bajo ciertas circunstancias un pico estacional en el que torpor sea más profundo.

El significado ecológico del torpor diario, además de su profundidad, es la conservación de la energía (Hudson, 1967), que en el caso de P. mexicanus y al parecer de la generalidad de las especies de Plecotus, les permite subsistir ante una disponibilidad de alimento racionada a una tasa apropiada para la supervivencia. Además, el torpor diario puede representar para estos organismos, una estrategia que les permite hacer frente a cambios ambientales intempestivos y que además les sea de utilidad para subsistir en áreas donde las condiciones

climáticas sean más rigurosas.

También, como consecuencia de presentar un torpor diario P. mexicanus al igual que las otras especies congénéricas, presentan una mayor actividad durante el invierno en comparación con la registrada para otras especies; actividad que se ve sustentada en la capacidad de captar alimento durante esta época del año.

El torpor puede presentar un pico estacional en el que sea más profundo y de mayor duración y si bien durante el presente estudio no se observó esta situación, es probable que P. mexicanus se comporte como lo hacen P. auritus (Eisentraut, 1934) y P. rafinesquii (Pearson, 1962) que pueden ser hibernantes facultativos dependiendo de las condiciones ambientales y que sólo hibernan a temperaturas cercanas a los 0°C, lo cual explicaría además los escasos informes de miembros hibernantes del género Plecotus (Barbour y Davis, 1970; Handley, 1959; Humphrey y Kunz, 1976; Martin y Hawks, 1972; Nowak y Paradiso, 1983; Pearson et al., 1952; Rippey y Harvey, 1965; Strelkov, 1969; Turner, 1974; Twente, 1955b).

3.- Dinámica de la población.

3.1 Estimaciones Poblacionales.

3.1.1 Individuos procesados.

La mayoría de los murciélagos que viven en cuevas son de hábitos gregarios y tienden a formar grandes concentraciones, al menos durante una época del año, otros por el contrario viven prácticamente como individuos aislados durante toda su vida; pero en ambos casos se ha visto que los números poblacionales son sensibles tanto a factores de índole natural como a perturbaciones inducidas por las actividades humanas.

Las especies del género Plecotus caen dentro de la primera categoría, pero por lo general se han registrado en números muy bajos y P. mexicanus, hasta antes del presente estudio, no constituía una excepción.

A lo largo de tres años en El Túnel se bandaron un total de 751 individuos, se extrajeron 148 ejemplares que fueron llevados al laboratorio y se procesaron 78 murciélagos más que se liberaron sin bandar. De los ejemplares bandados se recapturaron 366, los cuales conformaron 1051 recapturas. En total se obtuvieron 2028 registros que aportaron 1884 datos de campo y 148 datos de laboratorio (Tabla 3).

En La Trinidad, en once meses, se realizaron 9 muestreos y se manejaron 588 murciélagos de los cuales 14 fueron extraídos, 331 fueron

TABLA 3.- MURCIÉLAGOS PROCESADOS A LO LARGO DEL ESTUDIO

LOCALIDAD	NO BANDADOS	NO BANDADOS EXTRAIDOS	RECAPTURADOS	RECAPTURAS GLOBALES	TOTAL DE PROCESADOS
El Túnel	751	78	148	366	2028
La Trinidad	331	91	14	109	588
TOTALES	1082	169	162	475	2616

bandados, se liberaron sin bandar 91 y se recapturaron 109 individuos bandados que conformaron un total de 152 recapturas (Tabla 3). No se pudieron seguir realizando muestreos en ésta localidad ya que perturbaciones humanas, ajenas al estudio, provocaron que los murciélagos abandonaran el refugio.

Estos números representan, a nivel global y para cada una de las dos localidades, los registros de ocurrencia con mayor cantidad de individuos registrados para ésta especie. Los datos que se tienen hasta la fecha (Allen, 1916; Anderson, 1972; Baumgardner et al., 1977; Dalquest, 1953; Davis, 1944; Espinoza, 1982; Hall y Dalquest, 1963; Handley, 1959; Jones y Lawlor, 1965; Knobloch, 1942; Koopman, 1974; Matson y Baker, 1986; Matson y Patten, 1975; Miller, 1897; Mollhagen, 1971; Villa, 1967; Watkins et al., 1972; Ward, 1904; Wilson et al., 1985) mencionan en su mayoría a uno o dos individuos, unos pocos consideran más de 10 y solamente Hall y Dalquest citan 77 individuos; siendo éste último número muy inferior a los que se presentan para cualquiera de nuestras dos localidades.

El número de individuos procesados para P. mexicanus cae también dentro de los mayores que se han estimado para el género, el cual por lo general se presenta en concentraciones relativamente bajas (Cervený, 1982; Dalquest, 1947; Gaisler, 1970; Hoffmeister y Goodpaster, 1963; Jones y Suttkus, 1975; Steebings, 1966; 1970; Strelkov, 1969).

Entre los registros más altos están los de Krzanowki (1959) con 111 P. auritus en cinco años de estudio; Strelkov (1969) registra 100 individuos de P. auritus en tres localidades; Twente (1955b) cita 155 P. townsendii; Pearson *et al.* (1952) menciona congregaciones de hasta 200 individuos de P. townsendii habiendo examinado cerca de 1900 individuos durante tres años en varias localidades; Turner (1974) estimó 200 P. townsendii; Howell (1919) registra 100 individuos de esta misma especie; Twente (1955a) varios cientos y Martin y Hawks (1972) cerca de 1000 individuos.

La tasa de captura de P. mexicanus (0.728), entendida como la probabilidad de capturar un organismo y obtenida en éste estudio mediante una regresión lineal (Tabla 4), cae también dentro de las más altas para el género. Esto era esperado debido a lo accesible de los refugios estudiados y a la intensidad de los muestreos realizados.

Existen ligeras diferencias al considerar los sexos por separado, teniendo en El Túnel los machos una tasa de captura de 0.579 que es inferior a la de las hembras (0.794); diferencias que no fueron estadísticamente significativas ($S=0.622$, $p > 0.500$) pero que son el reflejo de los patrones conductuales de cada sexo (Tabla 4).

Las diferencias con La Trinidad, en donde las tasas de captura son

TABLA 4.- TASAS DE CAPTURA Y SOBREVIVENCIA DE *P. mexicanus* OBTENIDAS MEDIANTE LOS VALORES DE REGRESION DEL LOGARITMO DE LA FRACCION DE RECAPIURA CONTRA TIEMPO

VALORES	EL TUNEL			LA TRINIDAD		
	MACHOS	HEMERAS	SEXOS COMBINADOS	MACHOS	HEMERAS	SEXOS COMBINADOS
Coef. Reg. A	-21.073	-6.396	-10.362	-39.669	-63.748	-55.471
Coef. Reg. B	-2.622	-3.645	-3.416	-10.817	-6.292	-7.579
Error Std. A	1.719	3.746	3.040	4.764	6.763	4.652
Error Std B	0.100	0.233	0.183	0.846	1.201	0.826
Covarianza	-190.095	-229.644	-231.194	-81.127	-47.194	-56.845
Prueba F	686.274	242.944	347.870	163.220	27.410	84.053
Coef. Correl.	-0.980	-0.952	-0.964	-0.979	-0.892	0.960
*Tasa Captura (T.C.)	0.579	0.794	0.728	0.312	0.199	0.234
Valor Signif. T.C.	< 0.005	< 0.001	< 0.001	> 0.100	> 0.100	> 0.100
**Tasa de Sobrv(T.S)	0.941	0.919	0.924	0.779	0.865	0.839
Valor Signif T. S.	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.010	< 0.005	< 0.005
Grados de libertad	27	26	27	8	8	8

*Tasa de Captura = antilogaritmo del coeficiente de regresión de A

**Tasa de Supervivencia = antilogaritmo del coeficiente de regresión de B

muy bajas y en donde la tasa de los machos es mayor que la de las hembras, son debidas al poco tiempo que pudo seguirse ésta colonia pues no se logró completar un ciclo anual.

Para poder comparar los resultados obtenidos contamos con el trabajo de Stebbings (1966), quien obtiene una tasa de captura para Plecotus (P. auritus + P. austriacus) de 0.715, valor casi igual al obtenido para Plecotus mexicanus en El Túnel y que pone de manifiesto lo accesible de éstas especies para éste tipo de trabajos; sobre todo si se compara con los resultados obtenidos para otras seis especies de vespertiliónidos, que oscilaron entre 0.084 el más bajo y 0.293 el más alto (Bezen, et al., 1960; Sluiter, et al., 1956). Desgraciadamente no existen en la literatura trabajos con las especies americanas para comparar éste aspecto.

Por otro lado, estas tasas de captura también indican un alto grado de unión hacia los refugios que ocupan y dan una idea de la dependencia de este murciélago hacia los mismos.

La fuerte union de los murciélagos hacia los refugios que ocupan es un hecho común en la región Neártica. Los murciélagos presentan una fuerte tendencia a ocupar siempre los mismos refugios durante largos periodos de tiempo; sin embargo, existen pocos datos disponibles al respecto. Los valores más altos que se han obtenido a este respecto recaen en Myotis lucifuqus (Humphrey y Cope, 1976) y en Nycticeius humeralis (Humphrey 1975).

En el caso de P. mexicanus no parece existir correlación entre el tamaño de las cuevas y el número de murciélagos presentes ya que durante

el mismo ciclo anual en La Trinidad se procesó un número menor de murciélagos, siendo en comparación con El Túnel proporcionalmente mayor en refugios y en área disponible la primera localidad.

El número de individuos capturados mensualmente varió desde cero hasta más de 100, dependiendo de las fluctuaciones que exhibe esta especie a lo largo del año y que van a determinar la configuración de diferentes tipos poblacionales.

En varias ocasiones se observaron variaciones numéricas de un día para otro aún sin haber perturbado a los murciélagos y cuando eran manipulados, generalmente los murciélagos bandados estaban ausentes al día siguiente y se encontraban individuos nuevos que habían arribado durante la noche. No existen datos a este respecto para otras especies del género Plecotus pero se reporta una situación semejante para Eptesicus fuscus (Mumford, 1958).

3.1.2 Recapturas.

A lo largo del estudio se obtuvieron 1203 recapturas de un total de 2616 ejemplares procesados en ambas localidades. Para El Túnel el 51.8 % de los individuos procesados fueron recapturas, mientras que para La Trinidad fue solo el 25.95.

En El Túnel el porcentaje de recaptura a nivel individual fue de 48.8 %, es decir, se recapturó al menos una vez a casi la mitad de los 751 murciélagos anillados; para la segunda localidad se recapturó el 39.1 % de los individuos bandados. Estos porcentajes están entre los más

bajos que se han registrado para las especies pertenecientes a este género, pues Stebbings (1970) obtuvo 72.7 % para P. auritus y 64.0 % para P. austriacus y Jones y Suttkus (1975) han registrado 74.7 % para P. rafinesquii. Lo anterior puede indicar que P. mexicanus es una especie mucho más móvil que sus congéneres.

En la literatura se encuentran porcentajes más bajos para P. townsendii (Twente, 1955a; Turner, 1974). Para otras especies de murciélagos vespertilionidos los porcentajes que se han registrados son todavía más bajos: el 25.1 y 13.3 % para Myotis mystacinus, el 25.4 y 19.1 % para M. emarginatus, 29.3 y 8.4 % para M. daubentoni, 15.8 % para M. myotis y para M. dascyneme 16.8 % (Bezem et al., 1960).

Los porcentajes anuales de recapturas para el total de individuos procesados en El Túnel fueron de 5.1 % para 1982, 25.8 % para 1983, 65.9 % para 1984 y 84.8 % para 1985 lo que implica que prácticamente en tres años se logro bandar a casi la totalidad de la población.

En El Túnel el número de recapturas a nivel individual varió de una a nueve, presentando la gran mayoría de los individuos entre una y cuatro recapturas y solamente un ejemplar (0.3 % del total) acumuló nueve recapturas. El número de individuos por cada recaptura y su proporción se presenta en la Tabla 5.

El intervalo en tiempo de recaptura para ambos sexos abarcó toda la escala, desde individuos que fueron recapturados dentro del mismo mes, hasta individuos que tardaron 35 meses en ser recapturados, correspondiendo este último dato a una hembra anillada en junio de 1982 y recapturada en mayo de 1985, periodo que abarca todo lo largo del

TABLA 5.- FRECUENCIA DE RECAPTURAS ACUMULADAS PARA LOS RIMEROS 300 EJEMPLARES DE P. mexicanus ANILLADOS EN "EL TUNEL"

No. DE RECAPTURAS	MACHOS		HEMBRAS		SEXOS COMBINADOS	
		%		%		%
0	69	46.3	59	39.5	128	42.7
1	41	27.5	37	24.5	78	26.0
2	16	10.7	19	12.5	35	11.7
3	10	6.7	18	11.9	28	9.3
4	7	4.7	8	5.3	15	5.0
5	4	2.7	7	4.6	11	3.7
6	0	---	1	0.7	1	0.7
7	1	0.7	0	---	1	0.3
8	0	---	2	1.3	2	0.7
9	1	0.7	--	---	1	0.3
TOTAL	149	100	151	100	300	100

estudio. Turner (1974) reporta un individuo de P. townsendii recapturado después de nueve años; Gaisler y Hanák (1969) citan 11 años 9 meses para una hembra de P. austriacus; Roer (1971) reporta 14 años 7 meses para un macho de la misma especie y Aellen (1984) da una recaptura de P. auritus después de 22 años, dato que corresponde al período de recaptura más largo registrado para cualquier especie del género.

La población presenta diferencias intraespecíficas en cuanto a los patrones de recaptura ya que en El Túnel el 64.0 % de los 1051 individuos recapturados correspondió a las hembras y también se observa que machos y hembras presentan porcentajes semejantes para la primer recaptura siendo del 27.5 % para los primeros y de 24.5 % para las segundas, pero las hembras prácticamente duplican a los machos en la

tercera y quinta recapturas (Tabla 5). Asimismo, hay diferencias en el tiempo de recaptura ya que los machos son recapturados a intervalos mayores principalmente entre el quinto y el onceavo mes (Tabla 6) lo cual manifiesta una ausencia de territorialidad, una mayor movilidad por parte de los machos y una mayor tendencia de las hembras para regresar a los refugios.

Para el total de la población, P. mexicanus presenta una tasa inicial de recaptura (proporción de recapturas con un mes de intervalo) intermedia entre P. austriacus y P. auritus (Stebbing, 1970) y superior a la de P. rafinesquii (Jones y Suttikus, 1975), pero sus recapturas después de dos meses de intervalo son más bajas a las de las tres especies antes citadas, dato que indica que la población estudiada de P. mexicanus es mucho más móvil.

La mayoría de los individuos tienden a irse del área inmediatamente después de que son bandados; un análisis para los primeros 100 ejemplares de cada sexo revela que el período transcurrido entre que un organismo fue bandeado y su primer recaptura abarcó prácticamente toda la escala entre 1 y 35 meses, teniendo en promedio 9.0 meses para los machos y 8.5 meses para las hembras lo cual, además de ser un reflejo de una segregación sexual en el tiempo propia de la especie, pone en evidencia que la susceptibilidad al-bandeo es la misma para ambos sexos.

Muchos murciélagos no fueron recapturados posteriormente al bandedo, de los primeros 500 ejemplares anillados en El Túnel 214 nunca fueron recapturados, correspondiendo al 42.8 %, tasa que probablemente sea más baja, pues se tienen 36 recapturas que no pueden ser asignadas debido a

TABLA 6.- INTERVALOS DE RECAPTURA PARA LOS EJEMPLARES DE *P. mexicanus* PROCESADOS EN "EL TUNEL" ENTRE JUNIO DE 1982 Y MAYO DE 1985

INTERVALO (meses)	MACHOS		HEMERAS		SEXOS COMBINADOS	
	No. INDIVIDUOS	%	No. INDIVIDUOS	%	No. INDIVIDUOS	%
1	119	31.4	297	44.1	416	37.8
2	44	11.6	60	8.9	104	10.3
3	41	10.8	81	12.0	122	11.4
4	25	6.8	54	8.0	80	7.4
5	19	5.0	20	2.9	39	3.9
6	23	6.0	34	5.0	57	5.5
7	19	5.0	10	1.5	29	3.5
8	9	2.3	9	1.3	18	1.8
9	15	3.9	17	2.5	32	3.2
10	11	2.9	17	2.5	28	2.7
11	8	2.1	9	1.3	17	1.7
12	8	2.1	6	2.4	24	2.3
13	5	1.3	14	2.0	19	1.7
14	3	0.8	12	1.7	15	1.3
15	5	1.3	8	1.2	13	1.3
16	3	0.8	4	0.6	7	0.7
17	3	0.8	1	0.1	4	0.5
18	4	1.0	1	0.1	5	0.6
19	4	1.0	3	0.4	7	0.7
20	0	0.0	0	0.0	0	0.0
21	0	0.0	0	0.0	0	0.0
22	1	0.3	0	0.0	1	0.2
23	1	0.3	1	0.1	2	0.2
24	0	0.0	2	0.3	2	0.2
25	1	0.3	0	0.0	1	0.2
26	2	0.5	0	0.0	2	0.2
27	0	0.0	1	0.1	1	0.2
28	0	0.0	0	0.0	0	0.0
29	1	0.3	0	0.0	1	0.0
30	0	0.0	1	0.1	1	0.2
31	1	0.3	0	0.0	1	0.2
32	1	0.3	0	0.0	1	0.2
33	1	0.3	0	0.0	1	0.2
34	0	0.0	0	0.0	0	0.0
35	0	0.0	1	0.1	1	0.2
TOTAL	378	99.5	673	99.2	1051	99.9

la pérdida o ilegibilidad del número correspondiente, y que permanece más o menos constante (Tabla 7). Una tasa semejante fue obtenida para P. rafinesquii después de 9 años de estudio (Jones y Suttkus, 1975).

TABLA 7.-NUMERO DE P. mexicanus NO RECAPTURADOS POR CADA 100 INDIVIDUOS BANDADOS EN "EL TUNEL"

Individuos bandados	No recapturados	%
100	41	41.0
200	80	40.0
300	128	42.3
400	168	42.0
500	214	42.8

3.1.3 Tamaño de la población.

El número de individuos presentes en El Túnel varió según estimación visual desde cero hasta aproximadamente 900 ejemplares. Una estimación más precisa del tamaño de la población, tanto del número de individuos presentes mensualmente como de la población en su conjunto, se consideró necesaria para la interpretación de los resultados obtenidos por lo cual se decidió realizar una estimación mediante métodos numéricos.

Muchos autores han utilizado diferentes métodos para estimar el tamaño de las poblaciones en vespertiliónidos, métodos que van desde apreciaciones visuales y conteos de los individuos en vuelo hasta complejos métodos numéricos (Bezem et al., 1960; Brenner, 1968; Davis,

1966; Davis y Hitchcock, 1965; Humprey, 1971; Humprey y Cope, 1976; Kunz, 1973; O'Farrel y Studier, 1975; Pearson et al., 1952; Rice, 1957; Sluiter et al., 1956; Stebbings, 1966; 1970; Tinkle y Milstead, 1960; Tinkle y Paterson, 1965; Twente, 1955a.). En este estudio, a fin de poder obtener una estimación confiable y dadas las características de las poblaciones estudiadas, se decidió probar varios métodos (Bezem et al., 1960; Hayne, 1949; Jolly, 1965; Lincoln, 1930; Schumaker - Eschmeyer, 1943; Sluiter et al., 1956).

Debido principalmente a la segregación sexual en el tiempo y a las diferencias intraespecíficas en los patrones de recaptura que siguen las poblaciones estudiadas, con ninguno de los métodos utilizados se obtuvieron resultados satisfactorios; ya que estos aspectos rompen con muchos de los supuestos necesarios para la utilización de dichos índices. También, se calcularon los estimadores poblacionales considerando diferentes subpoblaciones (machos, hembras, poblaciones de invierno, poblaciones de primavera-verano) y si bien para algunos de los índices disminuyeron en forma considerable los intervalos de confianza, los resultados obtenidos tampoco fueron satisfactorios.

Debido a lo anterior, se consideró preferible presentar los resultados obtenidos mediante tres métodos muy disímiles entre si: el método estocástico de Jolly (Jolly, 1965), el método probabilístico de Sluiter, Heerdt y Bezem (Sluiter et al., 1956) y el método determinístico de Lincoln (Lincoln, 1930); que a pesar de tener amplios intervalos de confianza, permiten visualizar de manera general varios aspectos importantes al respecto.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Los resultados obtenidos mediante estos tres métodos (Tabla 8) muestran que los dos primeros, al ser modelos discretos dan una estimación mensual del tamaño de la población que según el índice de Jolly va desde 0 hasta 976 individuos y que según el método de Sluiter, Heerdt y Bezem va desde 3 hasta 283 individuos. También se observa que los resultados obtenidos en los primeros 20 meses difieren en ambos métodos, pero a partir del mes 21 hasta el 34 hay una gran concordancia.

El método de Sluiter, et al. tiende a subestimar el tamaño de la población en su conjunto ajustándose más al número de murciélagos presentes en el momento del muestreo. El método de Jolly a demás de dar la estimación del tamaño poblacional al momento de la captura permite hacer una estimación más razonable para la estimación de la población global sobre todo si se compara con el número de murciélagos bandados, con los recapturados y las estimaciones visuales realizadas.

El índice de Lincoln, al ser un modelo continuo, nos proporciona una estimación global del tamaño de la población estudiada que va desde 0 hasta 1777 individuos, obteniendo un promedio de 864 individuos para todo el tiempo que duró el estudio y que se considera como ligeramente bajo si tomamos en cuenta los promedios obtenidos por el mismo método para los años de 1983 (1085 individuos) y 1984 (983 individuos). Si en este análisis eliminamos los primeros cinco meses, en los cuales prácticamente no hubo recapturas, observamos que el promedio del tamaño de la población se eleva a 999 individuos; dato muy cercano a los promedios anuales de 1983 y 1984 y además muy cercano a la máxima estimación mensual obtenida mediante el índice de Jolly.

TABLA 8.- ESTIMACION MENSUAL DEL TAMAÑO DE LA POBLACION DE *P. mexicanus*
EN "EL TUNEL" MEDIANTE TRES METODOS DE CAPTURA-RECAPTURA

MES	CAPTURADOS	RECAPTURAS	M E T O D O		
			JOLLY	SLUTTER HEERDT BEZEM	LINCON
MAYO 1982	2	0	0	3	0
JUNIO	24	0	0	33	0
JULIO	28	0	0	38	0
AGOSTO	16	1	50	22	432
SEPTIEMBRE	15	0	0	21	0
OCTUBRE	26	1	369	36	1232
NOVIEMBRE	21	3	100	29	436
DICIEMBRE	26	2	179	36	956
ENERO 1983	135	11	976	185	1230
FEBRERO	3	0	0	4	0
MARZO	50	8	205	69	1227
ABRIL	12	2	36	16	777
MAYO	42	15	102	58	526
JULIO	37	6	145	51	1390
AGOSTO	64	9	281	88	1946
SEPTIEMBRE	40	11	127	55	1181
OCTUBRE	42	7	153	58	1777
NOVIEMBRE	55	18	159	76	1088
DICIEMBRE	61	28	138	84	875
ENERO 1984	206	98	381	283	946
FEBRERO	5	0	0	7	0
MARZO	113	79	182	155	792
ABRIL	170	91	296	234	1113
MAYO	110	72	123	151	1031
JUNIO	95	80	143	130	847
JULIO	19	8	26	26	1729
SEPTIEMBRE	35	23	61	48	1125
OCTUBRE	7	4	11	10	1314
NOVIEMBRE	41	27	57	56	1061
DICIEMBRE	84	74	104	115	858
ENERO 1985	18	15	24	25	826
FEBRERO	110	106	129	151	797
MARZO	144	135	161	198	824
MAYO	157	107	—	216	1153

Estos resultados nos dan una estimación cercana del tamaño real de la población estudiada, pues como puede apreciarse, los valores obtenidos a pesar de ser tres índices en extremo diferentes son semejantes y además se ven reforzados por la intensidad del muestreo realizado y por la estimación visual hecha a lo largo del estudio.

Para la Trinidad no es posible utilizar ninguno de estos índices debido a que no se pudo cubrir un ciclo anual, sin embargo por el número de ejemplares bandados y por apreciación visual se estima que el tamaño de la población es semejante a la de El Túnel, estando entre 800 y 900 individuos.

Al comparar el tamaño de la población estudiada con el tamaño registrado para las poblaciones de otras especies pertenecientes al género Plecotus (Horacek, 1975; Pearson, et al., 1952; Stebbings, 1966; 1970; Twente, 1955a) podemos observar que P. mexicanus en el Estado de Tlaxcala duplica prácticamente las poblaciones más grandes reportadas para P. townsendii y que supera por mucho más de un orden de magnitud a las reportadas para las especies del Viejo Mundo.

3.2 Densidad.

Con base en los datos anteriores, y si consideramos que las poblaciones estudiadas de P. mexicanus restringen sus actividades a los bosques de oyamel y de pino-oyamel, es posible calcular la densidad de población de este murciélago.

Segun la Secretaria de Programación y Presupuesto (1981) los bosques de oyamel y pino-oyamel cubren en los alrededores de "El Túnel" una superficie de 1253.69 has. que divididas entre 900 murciélagos, que es aproximadamente el pico máximo alcanzado por la población, darían una densidad de 1.4 murciélagos por hectárea. Si se excluyen las crías y juvenes tendríamos una población de aproximadamente 700 individuos y una densidad de 1.7 murciélagos por hectárea.

La densidad obtenida es muy superior a la reportada para P. townsendii (0.01 en California, USA, Pearson et al., 1952; 0.02 en Kansas y Oklahoma, USA, Humprey y Kunz, 1976) al igual que con la reportada para P. auritus (0.1 en la zona central de la URSS Gaisler, 1979); pero es comparable a la reportada para otros vespertilionidos (Gaisler, 1979).

Se ha sugerido que la densidad es mayor en las regiones cálidas que en las templadas (Gaisler, 1979), y si bien P. mexicanus se localiza en un área más cálida que el resto de las especies congenericas, aunado al hecho de que sus números son comparativamente más altos y a que la densidad puede variar ampliamente de un lugar a otro, se hace probable que la densidad obtenida sea real. No obstante es necesario un mejor conocimiento de los hábitos de éste murciélago para tener una estimación más precisa al respecto, ya que sus actividades podrían no estar restringidas al tipo de vegetación mencionado.

3.3 Ciclo anual.

Los murciélagos que habitan la Región Neártica presentan cuatro tipos de poblaciones que tradicionalmente se han denominado como poblaciones de maternidad, poblaciones de machos de verano, poblaciones de invierno y poblaciones transitorias. Esta clasificación tiene como base el hecho de que los murciélagos utilizan diferentes refugios para diferentes funciones a lo largo de un ciclo anual (Humphrey, 1975).

Las poblaciones estudiadas de P. mexicanus siguen un patrón semejante al de las especies que viven en la Región Neártica pero presenta diferencias basicamente en cuanto a la correspondencia en el tiempo y en la disponibilidad de refugios.

3.3.1 Poblaciones de primavera.

3.3.1.1 Colonias de maternidad.

La población de maternidad se inicia a fines de febrero con el arribo masivo al "refugio de maternidad" (Fig. 2) de 300 a 500 hembras preñadas, originándose así la colonia de maternidad. Para el año de 1984 se estimó en cerca de 400 hembras, todas ellas reunidas en un grupo muy compacto y que ocupaba un área no mayor de $1m^2$.

Los pocos machos que se capturaron en el refugio de maternidad durante este mes, 7 en un año y 9 en el otro (Tabla 9), se encontraban alejados de la colonia, esparcidos a lo largo del túnel y aislados unos de otros.

TABLA 9.- COMPOSICION DE LOS MUESTREOS REALIZADOS EN LA COLONIA DE MATERNIDAD DE "EL TUNEL"

FECHA DE MUESTREO (*)	UBICACION	MACHOS COLECTADOS	HEMERAS COLECTADAS				TOTAL	CRIAS COLECTADAS	P.E.V.C.	P.M.E.J.
			PRENADAS	LACTANTES	NO REPROD.	POST. LAC.				
17.2.85	T. MAT.	9	98	0	2	0	109	-	500	129
18.2.84	T. MAT.	2	30	1	2	0	33	-	300	-
22.2.84	T. MAT.	7	-	-	-	-	-	-	400	-
29.2.84	T. MAT.	-	-	-	-	-	-	-	100	-
29.2.84	T. PRIN.	-	-	-	-	-	-	-	300	-
10.3.84	T. MAT.	18	1	0	1	0	2	-	20	182
10.3.84	T. PRIN.	3	20	15	1	0	36	11	400	182
16.3.84	T. PRIN.	9	14	29	3	0	46	-	-	182
16.3.84	T. MAT.	4	15	16	3	0	34	-	100	182
16.3.85	T. MAT.	0	0	0	0	0	0	0	0	161
17.3.84	T. MAT.	12	1	4	2	0	7	-	20	182
17.3.85	T. MAT.	45	80	2	7	0	89	0	-	161
30.3.85	T. MAT.	3	4	14	2	0	20	-	100	161
31.3.85	T. PRIN.	4	0	0	0	0	0	0	4	161
07.4.84	T. PRIN.	1	0	50	0	0	50	24	100	296
25.4.84	T. PRIN.	0	0	0	0	0	0	0	0	296
26.4.84	T. MAT.	47	8	50	8	0	62	39	800	296
05.5.85	T. PRIN.	36	2	34	3	3	41	21	-	-
19.5.84	T. PRIN.	13	0	15	14	13	42	53	800	123
25.5.85	T. PRIN.	15	0	9	7	5	22	26	700	-
28.6.84	T. PRIN.	28	0	1	0	47	48	21	700	-

P.E.V.C. = Población estimada visualmente al momento de la captura.

P.M.E.J. = Población estimada por el método de Jolly

(-) = Estimaciones no realizadas por falta de datos o por no perturbar a la colonia.

(*) A fin de proporcionar una idea global de la composición de la colonia de maternidad los datos se presentan ordenados cronológicamente por día y mes independientemente del año de que se trate.

Asimismo, las pocas hembras, una o dos, que por alguna causa no están en condición reproductora se ubican fuera de la colonia de maternidad y tienen un comportamiento semejante al de los machos; es decir, se comportan como individuos aislados e inclusive algunas se segregan ocupando también un túnel diferente.

Si bien la colonia de maternidad se origina en el refugio de maternidad, los registros obtenidos durante febrero y hasta mediados de marzo (Tabla 9), muestran también que al menos parcial y temporalmente se mueven hacia el refugio principal, hecho que al parecer se da de manera natural ya que es cíclico y por las características propias del túnel sur es difícil imaginar que pueda ocurrir algún tipo de perturbación principalmente de tipo antropocéntrico.

Los nacimientos se inician a mediados de marzo y para fines de este mes la colonia regresa al refugio de maternidad, donde permanecerá sin moverse por aproximadamente un mes, a pesar de las perturbaciones causadas en algunas ocasiones por las actividades del muestreo. A mediados de abril en el túnel de maternidad se alcanza el pico de nacimientos, habiendo para esas fechas una ausencia total de murciélagos en el refugio principal (Tabla 9); ya que a medida que transcurren los nacimientos, tanto machos como hembras no reproductivas, se van incorporando a la colonia de maternidad, lo que se traduce en un incremento en la proporción de ambos grupos y del número total de murciélagos presentes, alcanzándose a observar cerca de 800 individuos.

A fines de abril y principios de mayo, al parecer conforme se va incrementando el número de lactantes, se van formando pequeños grupos de

hembras con sus crías que se separan de la colonia y pasan a ocupar otros refugios; grupos que posteriormente se van a reagrupar para conformar un solo grupo que se localiza en el refugio principal cerca de la entrada. En mayo de 1984 se observaron tres grupos grandes, dos de crías de poco más de 50 individuos cada uno, al parecer conformados por camadas diferentes pues unos eran mayores que los otros y otro grupo de adultos con más de 100 ejemplares.

A fines de junio la colonia de maternidad está formada por un número aproximado de 700 ejemplares, conservando todavía bastantes crías; muchas de las hembras presentan reducción del tamaño de las glándulas mamarias debido a que ya terminaron de amamantar y pasan a engrosar el número de hembras postlactantes, siendo prácticamente indistinguibles de las no reproductoras. Las excretas de la mayoría de las crías son semejantes a las de los adultos, lo cual implica que ya son capaces de alimentarse por sí mismas y el fin del período de lactancia, al término del cual se efectúa la disgregación de esta colonia, pues en los meses de julio de 1983, 1984 y 1985 no se observaron agrupaciones ni se presentaron hembras lactantes.

Para la colonia de maternidad de La Trinidad se observó una situación muy parecida.

En dos visitas realizadas durante el mes de febrero 1985 únicamente encontramos 7 hembras preñadas y 15 machos adultos; no logramos localizar la colonia de maternidad, no estaba en el túnel de maternidad ni tampoco en los otros túneles aledaños, lo que aunado a la amplia variación numérica observada durante los muestreos hace suponer la

presencia de un refugio alternativo en las inmediaciones.

A principios de marzo de 1985 volvimos a localizar a la colonia en el refugio de maternidad, las hembras examinadas presentaron claras evidencias de embarazo y 8 de ellas estaban lactantes. A fines del mismo mes realizamos otro muestreo observando una gran cantidad de crías y de hembras lactantes.

En mayo de 1984 la colonia de maternidad fue localizada por primera vez y ocupaba uno de los nueve túneles del complejo principal presentando aproximadamente 100 individuos; capturamos hembras lactantes algunas con cría, hembras preñadas, seis probablemente no reproductoras, machos adultos y pocas crías.

En junio del mismo año la colonia estaba conformada por cerca de 500 ejemplares, presentando hembras adultas, hembras jóvenes y machos jóvenes.

Aquí, a diferencia del túnel, todavía en julio de 1984 se localizó a la colonia de maternidad; esta vez disminuyó notablemente el número de individuos pues se estimaron en solo 300; la muestra presentó hembras adultas postlactantes, hembras jóvenes y machos jóvenes.

Durante el presente estudio se observó una asincronía cronológica entre las colonias de maternidad, ya que en "La Trinidad" los partos ocurrieron aproximadamente un mes antes, hecho que también se ve reflejado en el periodo de lactancia. Con los datos que se tienen, es difícil explicar esta diferencia.

Con las observaciones realizadas a lo largo del estudio en las dos poblaciones podemos decir que las colonias de maternidad de P. mexicanus

se originan a mediados de febrero; que una vez establecida la colonia se puede mover en su conjunto hacia refugios alternativos pero que al aproximarse el período de nacimientos se establece en el sitio de reproducción y permanece ahí. El pico de nacimientos ocurre en el mes de abril y a los pocos días de nacidas las crías son trasladadas hacia otros refugios localizados dentro del mismo túnel o en las inmediaciones y que forman pequeños grupos que conforme transcurre el período de lactancia se van integrando hasta formar, a fines de mayo, un grupo grande y compacto en el cual confluyen hembras adultas, machos adultos y crías. El período de lactancia se prolonga hasta fines de junio y al término de este mes se disgrega la colonia.

Las dos colonias de maternidad estudiadas presentaron muchas semejanzas en cuanto al número de individuos y condiciones del habitat. Sus poblaciones fueron numerosas, las dos estuvieron formadas por hembras adultas, sus crías y pocos machos; las dos ocuparon túneles más cálidos e inundados y se ubicaron en pequeñas oquedades dentro de las cuales se encontraron conformando grupos muy compactos y densos; los machos permanecieron como individuos solitarios, aislados entre si y del grupo reproductor; el número de machos se incrementa paulatinamente alcanzando el pico después de los partos, período en el cual se integran a la colonia. En las dos se observo un número muy pequeño de hembras en estado no reproductor; en ninguna de ellas se encontraron otras especies de murciélagos dentro del grupo de maternidad.

La composición sexual de la colonia de maternidad de Plecotus mexicanus es muy similar a la que presentan otras especies del mismo

género (Dalquest, 1947; Howell, 1919; Humprey y Kunz, 1976; Pearson, et al., 1952; Stebbings, 1970; Twente 1955a) y otras especies de la misma familia (Davis y Hitchcock, 1965; Davis, et al., 1968; O'farrell y Studier, 1974; 1975; Rice, 1957; Wimsatt, 1945) en las cuales se presenta un claro predominio de las hembras; lo cual parece ser el patrón general en los vespertilionidos a excepción de Myotis lucifugus (Cagle y Cockrum, 1943, en Davis y Hitchcock, 1965; Davis et al., 1965).

En El Túnel se observaron colonias muy grandes, en donde los machos escasamente alcanzaron a representar más del 10 %; una muestra a mediados del mes de febrero de 1984 estuvo formada exclusivamente por 30 hembras; en un censo realizado a fines del mismo mes se localizaron únicamente 7 machos entre más de 400 hembras y de 109 individuos muestreados en febrero de 1985 solo 9 de ellos fueron machos.

La colonia de maternidad de La Trinidad se comporta de la misma manera ya que un censo realizado en marzo de 1985 solamente se encontró un macho entre 76 hembras.

Esta constancia en la composición sexual de la colonia de maternidad de P. mexicanus se ve reforzada por el hecho de que en otra localidad fuera del área de estudio, en "Guilapa", Estado de México, se encontraron en mayo de 1985, 13 machos entre 83 hembras preñadas.

Las colonias de maternidad de P. mexicanus están configuradas y se comportan en forma semejante a las colonias de maternidad de varios vespertilionidos, no obstante se observaron variaciones relevantes que se detallan a continuación:

En P. mexicanus la colonia de maternidad se presenta a fines del

invierno y se desintegra a fines de la primavera, a diferencia de lo registrado para otras especies congénéricas y para otros vespertilionidos, en los cuales el arribo de las hembras preñadas al refugio de maternidad se da a fines de la primavera o durante el verano y la colonia se disgrega a fines de esta última época (Brenner, 1968; Davis y Hitchcock, 1965; Davis et al., 1968; Fenton, 1970; Guthrie 1933a; Hayward, 1970; Hayward y Cross, 1979; Humprey y Kunz, 1976; Jones, 1977; Jones y Suttkus, 1975; Kunz, 1973; Kunz y Martin, 1982; O'Farrel y Studier 1975; Pearson et al., 1952; Rice, 1957; Tipton, 1983; Turner, 1974; Twente, 1955a; Stebbings, 1966; 1970).

Es probable que ésta desviación en el tiempo del patrón reproductivo general que siguen la mayoría de los vespertilionidos sea el resultado de una variación geográfica, como lo propone Rice (1957) para Myotis austroriparius y por tratarse de una población subtropical no hibernante como lo plantea Myers (1977) para otros vespertilionidos.

Las colonias de reproducción que se han estudiado para otras especies del género Plecotus, mencionadas anteriormente, se han presentado siempre con números poblacionales muy bajos, la excepción la constituye un registro dado para una colonia de P. townsendii formada por aproximadamente 600 individuos (Villa, 1967). Las colonias de maternidad estudiadas de P. mexicanus, como se mencionó anteriormente, presentan poblaciones numerosas entre 500 y 900 individuos, lo cual además se ve reforzado por el hecho de que una colonia de maternidad localizada en "Guilapa", Estado de México, también presentaba una población semejante.

Es un hecho poco común que se registren movimientos de las colonias de maternidad una vez que estas han sido establecidas; solo se ha registrado el movimiento de una colonia de maternidad de P. townsendii hacia un sitio diferente del de reproducción (Tipton, 1984). En P. mexicanus también se observó que la colonia de maternidad es capaz de moverse hacia un sitio diferente dentro del mismo refugio, e inclusive utilizar refugios alternativos en las inmediaciones.

No se encontró en la literatura consultada mención sobre el hecho de que alguna especie de la familia vespertilionidae utilizara, o trasladara a las crías a refugios alternativos, ni sobre la constitución de pequeños grupos, formados principalmente por crías de la misma edad, que posteriormente se fueran integrando para constituir un grupo más grande. Estos dos hechos parecen ser privativos de P. mexicanus.

También, a diferencia de lo que sucede para la generalidad de los vespertiliónidos, aunque en este caso sólo se observó en una de las colonias estudiadas, resulta particularmente interesante el hecho de que cuando las hembras de P. mexicanus llegan al túnel de maternidad se registra la presencia de más de 100 individuos de Myotis velifer en estado de hibernación en el mismo túnel, pero esta especie ocupa un área diferente y está alejada del grupo de maternidad y además para principios de marzo M. velifer abandona este refugio.

Además de las variaciones arriba mencionadas, P. mexicanus presentó algunos aspectos que merecen ser puntualizados:

El arribo masivo de hembras a la colonia de maternidad implica la existencia de un grupo coherente durante el invierno; y de manera

similar al planteamiento hecho para Myotis thysanodes y M. lucifuqus (O'Farrel y Studier, 1974 y 1975).

En las colonias estudiadas de P. mexicanus se dio la presencia de muy pocas hembras inmaduras o inactivas sexualmente que siguen un patrón de comportamiento semejante al de los machos, lo cual parece ser un patrón general para varios vespertiliónidos (Guthrie, 1933b; Rice, 1957).

Las hembras adultas de P. mexicanus son las primeras en abandonar las colonias de maternidad; este abandono si bien es paulatino se da antes de que las crías tengan un completo dominio del vuelo, lo cual concuerda con lo observado en M. lucifuqus (O'Farrel y Studier, 1975) y Eptesicus fuscus (Brenner, 1968).

3.3.1.2 Poblaciones de machos.

En virtud del desfase existente entre los eventos reproductivos de P. mexicanus con respecto a la generalidad de los vespertiliónidos que habitan en la región Neártica, las llamadas poblaciones de machos de verano que se presentan en estos últimos van a corresponder a poblaciones de machos en primavera.

En "La Trinidad", al igual que lo que sucede durante la época reproductora de los murciélagos de latitudes más norteadas, los machos utilizan refugios más simples como sitios de descanso que están segregados del refugio de maternidad. En esta localidad utilizan el complejo principal y los dos túneles independientes.

El número de machos presentes en estos túneles siempre fue muy bajo,

de uno a siete murciélagos por túnel y siempre se encontraron aislados entre si y en estado de letargo. El bajo número hace suponer la presencia de refugios alternativos o bien que varios de ellos habitan como individuos aislados entre la vegetación circundante.

En "El Túnel" la presencia de este tipo de poblaciones no es clara, en general el refugio principal que es el único refugio detectado aparte del de maternidad, permanece prácticamente vacío y cuando ocasionalmente se presentaron algunos individuos también se observó la presencia de hembras no reproductivas (posiblemente inmaduras); lo más probable es que la generalidad de los machos se refugien entre la vegetación de las inmediaciones.

3.3.2 Poblaciones de verano-otoño.

En "El Túnel" estas poblaciones se presentaron en el refugio principal desde principios de julio hasta mediados de diciembre; el número de individuos que las conformaba fue muy variable pero mucho menor al de las poblaciones de maternidad y de invierno, presentando además un claro predominio de los machos, sobre todo al final del otoño (Tabla 10).

Dado que estas colonias se presentan con posterioridad a la desintegración de la colonia de maternidad cabría esperar que estuvieran conformadas principalmente por individuos jóvenes, sin embargo, los adultos constituyen la mayor parte de los individuos presentes. A lo largo de los cuatro años de estudio, la presencia de machos jóvenes

TABLA 10.- COMPOSICION MENSUAL DE LOS MUESTREOS REALIZADOS EN "EL TUNEL".

AÑO/MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
MACHOS													
1982	-	-	-	-	1	7	8	7	7	17	15	16	78
1983	36	-	3	3	9	-	19	32	27	7	32	23	191
1984	56	26	80	45	9	41	11	-	14	7	35	48	372
1985	15	12	46	-	63	-	-	-	-	-	-	-	136
TOTAL	107	38	129	48	82	48	38	39	48	31	82	87	777
HEMERAS													
1982	-	-	-	-	1	9	10	5	2	5	2	5	39
1983	87	-	41	3	21	-	11	26	10	26	13	33	271
1984	146	1	85	90	65	54	8	-	21	2	3	35	610
1985	1	97	97	-	94	-	-	-	-	-	-	-	289
TOTAL	234	98	223	93	181	63	29	31	33	33	18	73	1209

constituyó en promedio para el mes de julio solo el 18.4 % incrementándose paulatinamente hasta alcanzar el 38.0 % en octubre para decaer posteriormente al 26.8 % en noviembre. Para las hembras se presentó el 17.2 % en julio, alcanzando el 54.0 % en septiembre y decayendo al 15.0 y 22.2 % para octubre y noviembre respectivamente.

El predominio de los machos se presenta desde el inicio del verano y se va incrementando paulatinamente hasta alcanzar el máximo en el mes de noviembre (Tabla 10). Durante los años de 1982 y 1983 el predominio de los machos fue claro durante todo el verano y otoño; sin embargo para 1984 el predominio de los machos se evidenció claramente hasta fines del otoño. Para el año de 1982 se presentó un promedio mensual de 4.8 hembras y 10.8 machos, en 1983 el promedio mensual fue de 17.2 hembras y 23.4 machos y en 1984 fue de 8.5 hembras por 16.7 machos.

En La Trinidad estas colonias también presentaron una situación parecida a las de El Túnel, pero el predominio de los machos sólo se hizo evidente hasta el mes de octubre; además en los dos primeros meses (agosto y septiembre) el número de hembras fue notablemente mayor pero la relación se invierte paulatinamente a partir de octubre siendo muy marcado el predominio de los machos durante la primera mitad diciembre.

A diferencia de las poblaciones de maternidad y de invierno, los individuos que las conforman cambian constantemente, saliendo unos y arribando otros, pudiendo ser consideradas en cada muestreo como poblaciones independientes.

Al igual que las poblaciones de maternidad, las poblaciones de verano-otoño del Túnel y La Trinidad presentaron muchas semejanzas, pues

además del predominio de los machos, estos se encontraron casi siempre como individuos aislados, raras veces en grupos de dos o a lo máximo cuatro individuos; además tendían a dispersarse ampliamente en los túneles que ocupaban y salvo raras ocasiones en las que se encontraron unos pocos individuos, no ocuparon el túnel de la colonia de maternidad.

A este respecto sí se observaron bastantes diferencias con lo registrado para las otras especies de Plecotus. Debido a que la mayoría de las especies presentan migraciones de verano, en la literatura consultada son escasas las referencias a la dinámica que siguen las diferentes especies durante estas épocas del año, Humprey y Kunz (1976) reportan para P. townsendii la presencia de poblaciones transitorias ocasionales, sin agregar nada más al respecto. Para esta misma especie Pearson et al (1952) mencionan que "En primavera, verano y otoño muchos machos están alertas y listos para volar...". Stebbings (1966) reporta durante estas épocas el mayor número de Plecotus capturados y la formación de grupos de ambos sexos formados usualmente por 5 o 7 individuos. Cerveny (1982) reporta que los machos de P. auritus predominan en julio y principios de agosto pero que las hembras y jóvenes se presentan más frecuentemente a fines de este último mes.

Es particularmente escasa la información que se tiene sobre el comportamiento de estos murciélagos durante el otoño, situación que puede hacerse extensiva para la generalidad de los vespertiliónidos.

Es probable que al igual que lo que se ha sugerido para otras especies de esta familia, la mayoría de los individuos de P. mexicanus vivan aislados durante estas épocas del año y habiten entre la

vegetación de las inmediaciones de sus refugios habituales ya que las temperaturas que se presentan en el refugio durante estas épocas son altas (Fig. 5) y los hacen más activos.

Lo anterior se ve reforzado tanto por el bajo número de individuos presentes, como por el hecho de que estos cambian constantemente, e individualmente no permanecen mucho tiempo en el refugio; además también se ve reforzado por lo benigno de las condiciones ambientales.

3.3.3 Poblaciones de invierno.

Durante la segunda mitad de diciembre se observa un incremento súbito en el número de hembras presentes en el lado norte de EL Túnel originándose así la población de invierno. El número de hembras continúa incrementándose paulatinamente hasta alcanzar el máximo a fines de enero (Tabla 10). Los machos también continúan arribando a este refugio durante todo el invierno pero lo hacen en forma paulatina y con números más discretos, de tal forma que globalmente las hembras predominan en una proporción de 1.6:1.

En esta población hay un número considerable de murciélagos en el refugio (cerca de 300), los cuales permanecen siempre como individuos aislados y no forman ni siquiera pequeñas agrupaciones; en estas condiciones continúan hasta la primera mitad de febrero, tiempo en el cual la población se desintegra debido a que las hembras pasan al refugio de maternidad.

El hecho de que tanto machos como hembras arriban al refugio a lo

largo de todo el invierno hace suponer que al menos durante el otoño estos organismos no permanecieron como un grupo más o menos coherente, sino que tal vez algunos de ellos están arribando desde distancias considerables; por desgracia se carece de datos a este respecto.

En esta población también existe un predominio de las hembras pero es menos marcado; al parecer ambos sexos tienden a utilizar este refugio para evitar los rigores ambientales a que estarían expuestos si permanecieran en el exterior.

Para La Trinidad la población se comporta en forma similar, no obstante se observa un número mayor de machos ya que el arribo de las hembras se da hasta mediados de diciembre (Fig.7), por lo cual el predominio de estas se establece claramente hasta el mes de enero. Se observó que la desintegración de esta colonia también se da en la segunda mitad de febrero por el paso de las hembras al refugio de maternidad; pero a diferencia de El Túnel, las hembras no sobrepasan en gran cantidad a los machos y se presentan en números relativamente bajos comparados con los de la colonia de maternidad, probablemente debido a la existencia de otros refugios no descubiertos por nosotros.

La presencia de colonias de invierno es común entre las especies de vespertilionidos, sin embargo, P. mexicanus presenta varios aspectos en los cuales difiere incluso de las otras especies congénicas.

Una de las diferencias más notorias es lo corto en el tiempo que duran las poblaciones de invierno, la generalidad de los vespertilionidos permanecen hasta cinco meses (Noviembre a Marzo) o más dentro del refugio invernal pero en el caso de P. mexicanus este período

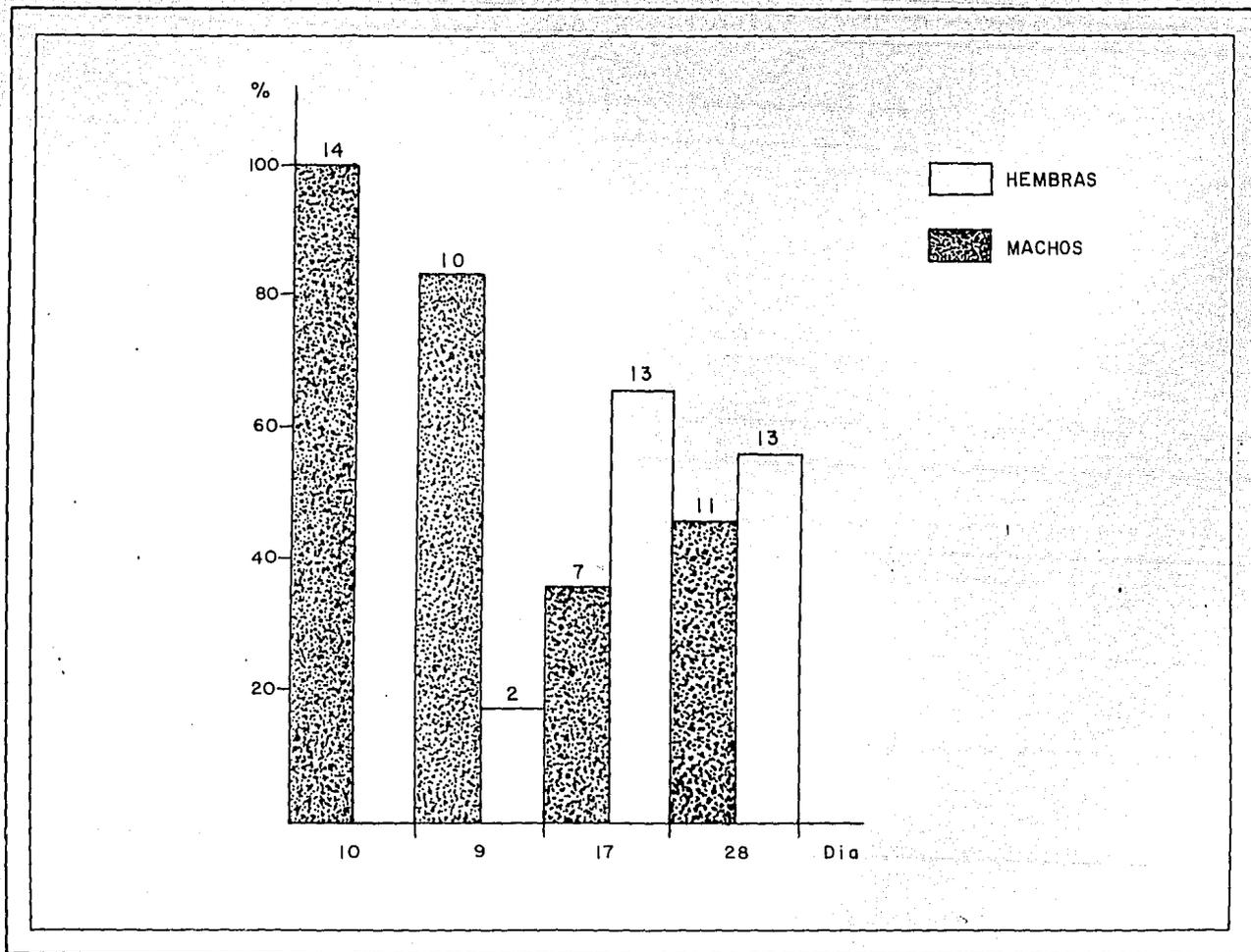


Fig. 7.- Proporción de sexos en "La Trinidad" durante el mes de diciembre de 1984. El número sobre la barra corresponde tamaño de la muestra.

se reduce a tres meses como máximo. Lo anterior se puede deber a lo benigno de las condiciones ambientales que se presentan en la localidad, en donde solamente existen tres meses que pueden ser considerados como fríos.

3.4 Tasas de natalidad, mortalidad y sobrevivencia.

En un muestreo realizado en El Túnel al inicio de la colonia de maternidad en febrero de 1984, se encontró que de entre 100 hembras 98 de ellas presentaban evidencias claras de preñez; si consideramos que todas las hembras preñadas llegaran a tener su cría, la tasa de natalidad sería cercana al 100 %. Asimismo, durante los periodos reproductivos que se dieron a lo largo del estudio en ambas localidades, el número de hembras en los cuales no se observó evidencias de actividad reproductora anualmente fue menor al 1 %.

Sin embargo no todas las hembras preñadas llegan a tener su cría ya que durante los muestreos se encontraron en ambas localidades fetos (dos o tres por año) en estado muy temprano de desarrollo esparcidos sobre el piso, debajo del lugar que ocupa la colonia de maternidad; no obstante, este número resulta insignificante al igual que el de hembras no reproductivas ante el número de hembras preñadas y lactantes presentes en la colonia de maternidad, por lo cual podemos considerar que la tasa de natalidad de Plecotus mexicanus es cercana al 100 %.

La tasa de natalidad de P. mexicanus cae dentro del rango registrado

para las otras especies de este género y que varía entre el 90 y el 100 % (Humphrey y Kunz, 1976; Kunz y Martin, 1982; Pearson et al., 1952, Turner y Jones, 1968).

La mortalidad prenatal en P. mexicanus es sumamente baja, menos del 1 %, al compararla con el 34 % registrado para Eptesicus fuscus (Kunz, 1974), único dato al respecto en la literatura consultada.

A fin de poder hacer comparaciones con lo registrado en la literatura y para obtener una estimación más precisa de las tasas de sobrevivencia de P. mexicanus éstas fueron calculadas, tanto para la totalidad de individuos procesados (cohortes de edad desconocida) como para 80 individuos que fueron bandados cuando contaban aproximadamente con un mes de edad en 1984 (cohortes de edad conocida).

Las tasas promedio de sobrevivencia de P. mexicanus, obtenidas mediante una regresión lineal a partir de las recapturas mensuales, fueron de 0.941 para los machos, 0.919 para las hembras y de 0.924 para ambos sexos (Tabla 4); tasas que además permanecen constantes a lo largo del estudio (Fig. 8).

Al comparar estas tasas con las reportadas para otras especies de vespertiliónidos (Beer, 1955; Bezem, et al., 1960; Davis, 1964; Goehring, 1972; Humphrey y Cope, 1976; Sluiter, et al., 1956) se observa que son las más altas, que contrastan fuertemente con las reportadas para P. auritus y P. austriacus pero que no difieren mucho de las reportadas para Eptesicus fuscus, Myotis daubentoni, M. lucifugus y M. mystacinus. También puede observarse que los machos presentan una tasa mayor que la de las hembras y que estos determinan la de la población en

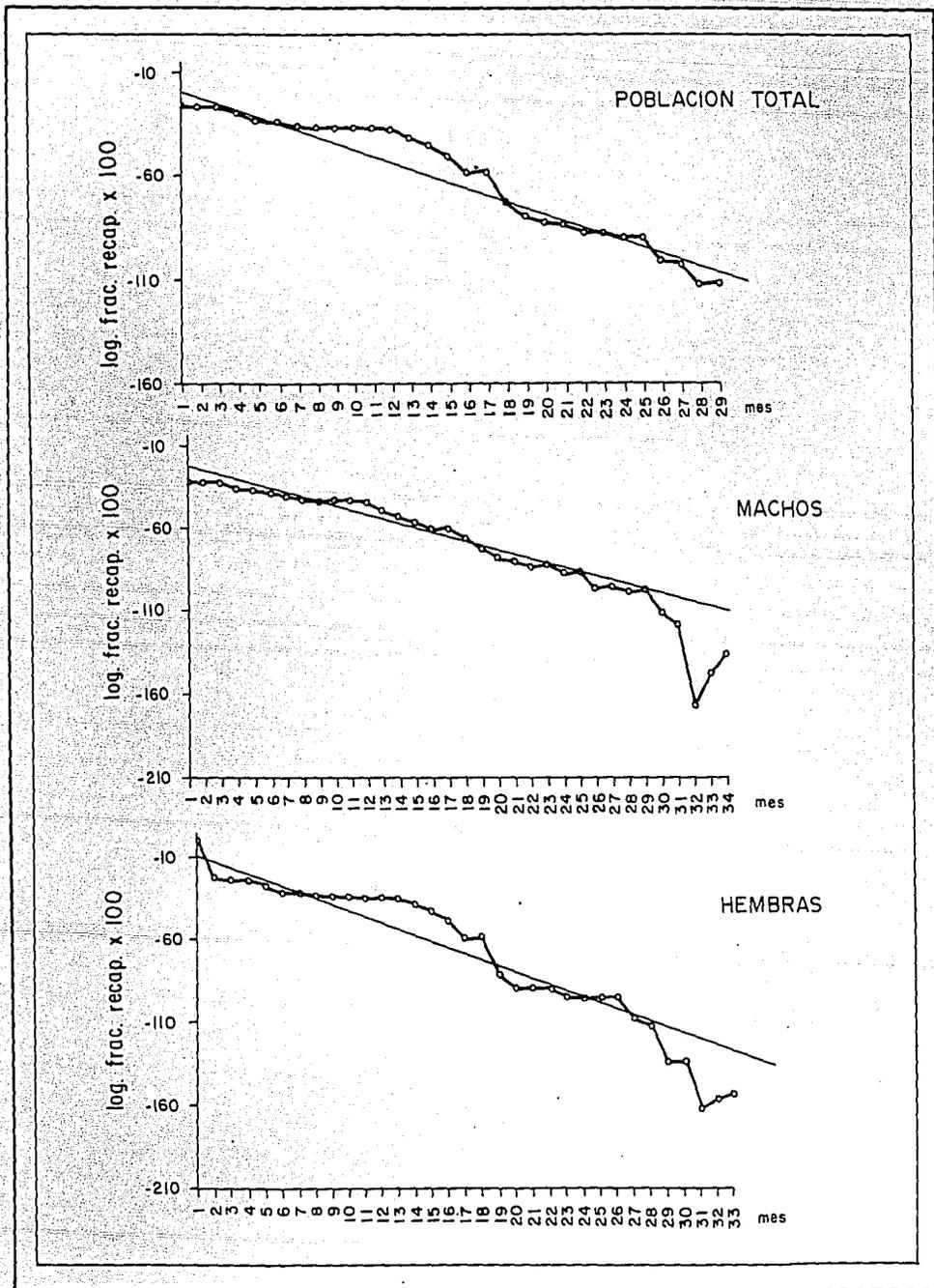


Fig. 8.- Tasa de sobrevivencia a lo largo del estudio en cohortes de edad desconocida de *P. mexicanus*

su conjunto.

Es probable que estas tasas estén sobrestimadas y que la mortalidad sea mayor, sobre todo si se considera que desde el nacimiento y durante el primer año de vida la tasa de mortalidad es alta.

Una estimación más precisa de la tasa de sobrevivencia mensual se obtuvo a partir del método de Jolly (Tabla 11). En esta estimación se presentan variaciones muy amplias de un mes a otro debidas principalmente a los patrones propios de comportamiento que sigue cada sexo y la población en su conjunto, pues reflejan claramente los periodos de ausencia y de fuerte incremento que se dan en la población a lo largo de un ciclo anual.

La tasa media de sobrevivencia anual obtenida mediante este método fue de 0.612 para todo el tiempo que duró el estudio, cercana a la menor tasa de sobrevivencia teórica estimada para que una población se mantenga estable y que es del 66.7 % (Twente, 1955a) y dado que las poblaciones estudiadas de P. mexicanus parecen caer dentro de esta condición cabría esperar que esta tasa sea cercana a la realidad.

Sin embargo los resultados anteriores están basados en cohortes de edad desconocida por lo cual la validez de las mismas es muy general. Humprey y Cope (1977) y Caughley (1966) han puesto de manifiesto las dificultades que entrañan este tipo de estudios en cohortes de edad desconocida para el entendimiento de la demografía de los murciélagos pues los resultados obtenidos son engañosos y solo aspectos muy específicos pueden ser legítimos.

En El Túnel entre abril y mayo de 1984 fueron bandados 47 machos y

TABLA 11.- TASA DE SOBREVIVENCIA MENSUAL EN COHORTES DE EDAD DESCONOCIDA DE *P. mexicanus* OBTENIDA SEGUN EL METODO DE JOLLY

	Mi	ri	ai	Pi	mi	Media anual mi
JUNIO 1982	0	0	16		.573	
JULIO	9.2	0	18		.460	
AGOSTO	12.5	1	12	50	.244	
OCTUBRE	14.2	1	22	369	.406	
NOVIEMBRE	14.3	3	17	100	.488	
DICIEMBRE	13.8	2	21	179	2.420	.766
ENERO 1983	79.5	11	123	976	.004	
MARZO	32.9	8	44	227	.087	
MAYO	31.6	15	30	102	.502	
JULIO	23.4	6	30	145	.835	
AGOSTO	39.6	9	58	281	.358	
SEPTIEMBRE	31.7	11	37	127	.442	
OCTUBRE	25.5	7	33	153	.732	
NOVIEMBRE	37.7	18	45	159	.805	
DICIEMBRE	52.1	28	57	138	2.070	.648
ENERO 1984	168.0	98	202	381	.002	
MARZO	110.0	79	111	182	.845	
ABRIL	120.0	91	170	296	.253	
MAYO	50.3	72	110	123	.630	
JUNIO	55.6	80	95	143	.191	
JULIO	13.5	8	19	26	.571	
SEPTIEMBRE	14.0	23	35	61	.123	
NOVIEMBRE	20.8	27	38	57	1.520	
DICIEMBRE	48.8	74	83	104	.117	.473
ENERO 1985	6.7	15	16	24	6.510	
FEBRERO	50.4	106	109	129	.839	
MARZO	44.8	135	143	161		
MAYO		107	157			

Media junio 1982 - diciembre 1984 = .612

$n_i = M_i + 1 / m_i - r_i + a_i$ en donde

n_i = Tasa de sobrevivencia

M_i = Estimación del número total de animales marcados en la población al mes i

r_i = Número de animales recapturados en el mes i

a_i = Número de animales capturados y liberados en el mes i

Nota.- No se consideraron aquellos meses en los que se capturaron menos de diez individuos.

33 hembras de P. mexicanus con aproximadamente un mes de edad y sus tasa de sobrevivencia (Tabla 12), junto con las obtenidas en estudios semejantes (Brenner, 1968; Davis, 1966; Humphrey y Cope, 1977; Mills, et al., 1975; Pearson, et al., 1952) permiten reconocer varios patrones comunes en la demografía de los murciélagos : las tasas de mortalidad varían de un año a otro y por lo tanto no son constantes; presentan una gran mortalidad durante el primer año de vida, generalmente superior al 60 %; la sobrevivencia aumenta en el tercer o cuarto año de vida; las curvas de sobrevivencia difícilmente se ajustan a una expresión cuadrática.

P. mexicanus presenta una tasa de mortalidad muy alta, superior al 80 %, durante el primer año; después de este período las tasas de sobrevivencia tienden a estabilizarse y a permanecer más o menos constante dentro de ciertas variaciones (Fig. 9).

En este análisis de los individuos de edad conocida, además de la alta mortalidad durante el primer año, también se pone de manifiesto que durante este tiempo las hembras tienen una tasa de sobrevivencia significativamente mayor (21.2 %) que los machos (14.9 %), al igual que si se considera la tasa de sobrevivencia de un año a otro, cuyos valores promedio son de 68.0 % para los machos y del 95.7 % para las hembras.

La tasa promedio de sobrevivencia anual para los sexos combinados fue de 75.4 %, misma que promueve el desarrollo de una población estable y similar a la reportada para otros vespertiliónidos. A diferencia de lo observado para Myotis austroriparius (Rice, 1957), la mortalidad no se incrementa por tratarse de poblaciones que prácticamente no hibernan y

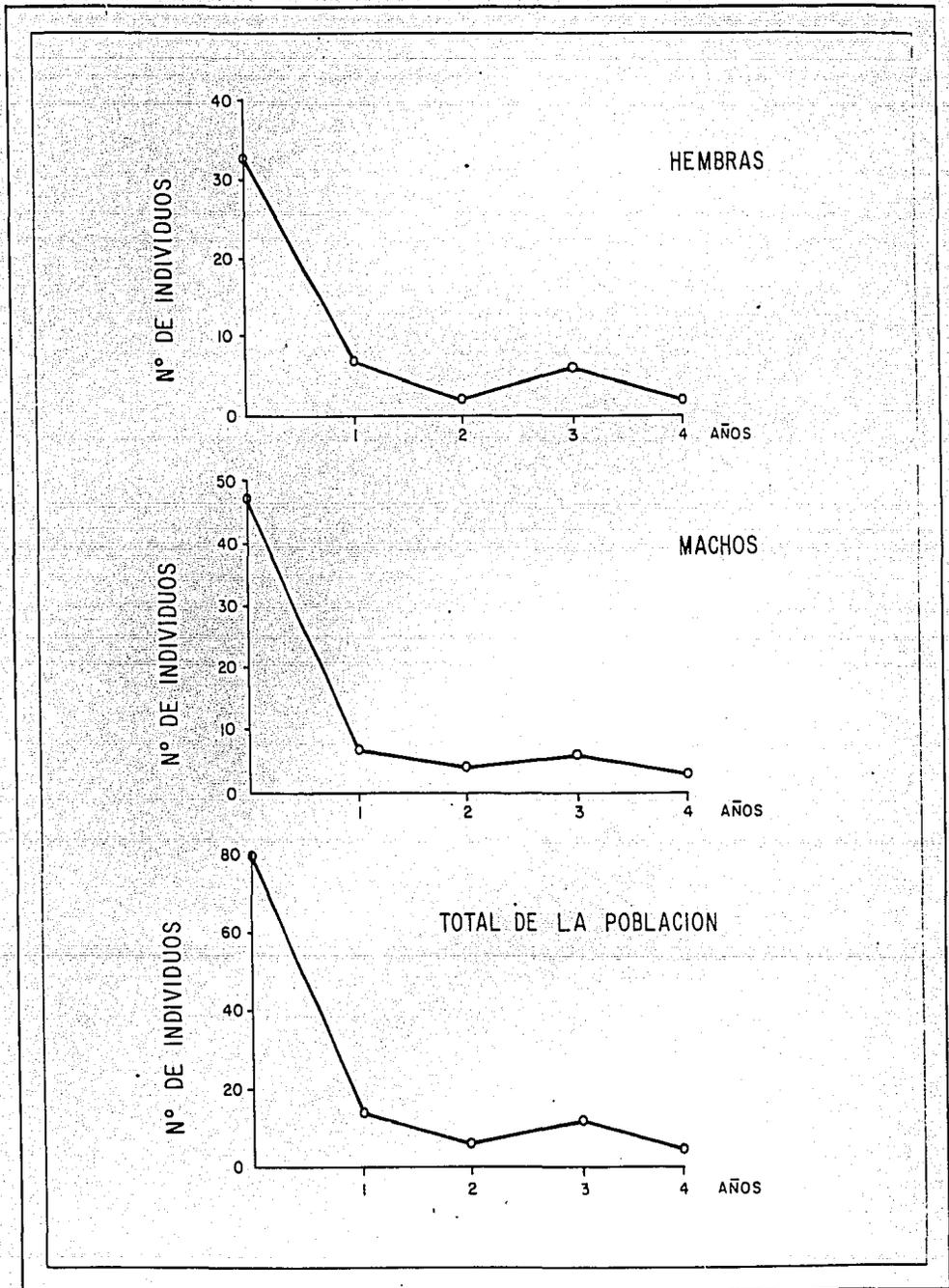


Fig. 9.- Tasa de sobrevivencia anual en cohortes de edad conocida de *P. mexicanus*

TABLA 12.- TASAS DE SOBREVIVENCIA Y ESPERANZA DE VIDA PARA COHORTES DE UN MES DE EDAD DE P. *mexicanus*

Años post. al mercado	MACHOS				HEMRAS				POBLACION TOTAL			
	Número de Individuos	Tasa sob. Global (%)	Tasa sob. Anual (%)	Esperanza de Vida (años)	Número de Individuos	Tasa sob. Global (%)	Tasa sob. Anual (%)	Esperanza de Vida (años)	Número de Individuos	Tasa sob. Global (%)	Tasa sob. Anual (%)	Esperanza de Vida (años)
0	47				33				80			
1	7	14.8	14.9	.525	7	21.2	21.2	.645	14	17.5	17.5	.574
2	4	8.5	57.1	1.780	2	6.1	28.6	.799	6	7.5	42.8	1.180
3	6	12.8	150.0	2.470	6	18.2	300.0	.910	12	15.0	200.0	1.440
4	3	6.4	50.0	1.440	2	6.1	33.0	.901	5	6.2	41.6	1.140
Promedio anual			68.0	1.550			95.7	.813			75.47	1.080

que están activas más tiempo a lo largo del año.

Las curvas para estas cohortes están basadas en el número de murciélagos que fueron recapturados en años subsecuentes al bandeo (1985 a 1988) pero debido a su bajo número de individuos, a los patrones propios de comportamiento que guardan ambos sexos y al hecho de que en estos muestreos no se capturó al total de la población, es probable que estas curvas de sobrevivencia, a diferencia de las hechas para cohortes de edad desconocida, estén subestimadas e indiquen una mortalidad mayor a la real.

Con base en lo anterior también es posible explicar las diferencias obtenidas en los tres métodos utilizados para la estimación de las tasas de sobrevivencia. La diferencia entre cohortes de edad desconocida y los de un mes se debe a sus respectivos historiales de recapturas que son mucho más amplios para los primeros. Asimismo, si consideramos que sólo la mortalidad esta afectando las tasas de sobrevivencia tendríamos que para el primer año en las cohortes bandadas en los refugios de maternidad la tasa seria muy alta para los adultos y muy baja para los inmaduros como acabamos de ver.

El haber obtenido tasas de sobrevivencia tan altas por el método de regresión lineal también se explica por tratarse de un análisis global donde numéricamente predominan los números de las poblaciones de maternidad y donde las crías son excluidas prácticamente. El método de Jolly nos da las tasas de sobrevivencia mes a mes, existiendo meses en los cuales se ve reflejada la alta mortalidad de los jóvenes, razón por la cual al hacer una estimación promedio esta se aproxima más a la

realidad.

La alta mortalidad juvenil es ampliamente aceptada (Tuttle y Stevenson, 1977) y de esta una gran parte tiene lugar durante el período de lactancia. En P. mexicanus la mortalidad durante los primeros días posteriores al nacimiento también es alta, en 1984 en El Túnel se encontraron 12 crías muertas en el refugio de maternidad y 7 crías muertas en el otro lado del túnel, asimismo en 1985 localizamos otras siete crías muertas en el refugio de maternidad; en ambos casos se trataba de crías de pocos días de nacidas y que fueron localizadas en las inmediaciones del área que ocupa la colonia de maternidad.

En La Trinidad también se presenta una situación muy parecida, en un muestreo realizado durante el pico de nacimientos en marzo de 1985 se encontraron 12 crías muertas y en otro realizado siete días después se encontraron cinco más.

El encontrar crías muertas en los refugios de maternidad no es un hecho exclusivo de este murciélago como lo demuestran los reportes de Kunz (1974), Rice (1957) y Smith (1954).

Si consideramos que en los casos arriba mencionados logramos observar la totalidad de las crías muertas en los primeros días de nacidas y si consideramos el número de hembras que arriban a los refugios de maternidad tendríamos que P. mexicanus presenta una mortalidad previa al destete entre el 3 y el 4 %; mortalidad que es baja si se compara con el 8 % registrado para M. sodalis (Humphrey et al., 1977) y el 17 % registrado para Eptesicus fuscus (Kunz, 1974).

3.5 Tablas de vida y estructura de edades.

Con los datos que se tienen hasta la fecha no es posible la elaboración de tablas de vida precisas para los murciélagos de esta especie; sin embargo, a fin de tener una idea aproximada de las mismas con los datos mencionados en el inciso anterior se construyeron las tablas de vida para los machos, las hembras y para los sexos combinados (Tabla 13).

Se excluyeron los datos correspondientes al intervalo de 2 - 3 años en virtud de que por errores propios del muestreo se obtuvo un mayor número de recapturas con lo cual la sobrevivencia da la impresión de ser superior al 100 %.

La esperanza de vida de P. mexicanus entendida como el periodo de tiempo que se espera sobreviva un murciélago de una edad determinada, calculada de acuerdo con Bezem et al. (1960), vario entre 0.575 y 1.44 para los sexos combinados, entre 0.525 y 2.47 para los machos y entre 0.645 y 0.910 para las hembras; correspondiendo en todos los casos el valor más bajo al primer año de vida y el más alto para el tercer año; valores muy bajos si se comparan con los 4.9 años registrados para M. mystacinus (Sluiter et al., 1956) pero comparables con los 1.2 y 2.3 años registrados para E. fuscus (Brenner, 1968).

Estos valores tan bajos resultan sorprendentes si se considera que a la fecha se tiene un registro de un mínimo de siete años de longevidad para una hembra, anillada como adulta en mayo de 1982 y recapturada en

TABLA 13.- TABLAS DE VIDA DE MACHOS, HEMBRAS Y SEXOS COMBINADOS DE *P. mexicanus*

<u>x</u> Edad o Intervalo	<u>lx</u> Vivos al inicio del intervalo			<u>dx</u> Muertos durante el intervalo			<u>qx</u> Tasa de mortalidad de los vivos al inicio del intervalo			<u>ex</u> Esperanza de vida para los que alcanzan el intervalo		
Años/Sexo	m	h	m,h	m	h	m,h	m	h	m,h	m	h	m,h
0 - 1	47	33	80	40	26	66	.851	.788	.825	.525	.645	.574
1 - 2	7	7	14	3	5	8	.429	.714	.572	1.780	.799	1.180
3 - 4	6	6	12	3	4	7	.500	.670	.584	1.440	.901	1.140

mayo de 1988; es probable que estos valores sean más altos, pero también hay que recordar que no es la longevidad de algunos individuos excepcionales la que determina la esperanza de vida sino la proporción de la población dentro de las diferentes clases de edades.

Si se consideran las altas tasas de mortalidad para el primer año obtenidas en cohortes de edad conocida y se asume que a partir del segundo año la tasa de sobrevivencia es constante para años subsecuentes y que en promedio fue de 0.754 en estos mismos individuos de edad conocida, podemos construir la estructura de edades teórica para las poblaciones de P. mexicanus (Tabla 14).

La estructura de edades muestra que la población estudiada esta conformada fundamentalmente por individuos que tienen entre uno y cuatro años de edad y que excepcionalmente alcanzan más de 13 años, hecho que parece ser común entre los vespertiliónidos neárticos (Tinkle y Patterson, 1965).

La estructura de edades de P. mexicanus es muy semejante a la reportada en trabajos similares para otras especies de la familia vespertilionidae (Bezem, et al., 1960; Pearson, et al., 1952; Sluiter, et al., 1971) lo que, aunado a las semejanzas citadas tanto en este inciso como en el anterior, pone de manifiesto que a pesar de tratarse de una especie que habita en el límite sur de la Región Neartica sigue los mismos patrones demográficos que las especies de vespertiliónidos más norteros.

La longevidad y las tasas de mortalidad han sido objeto de interés por muchos años. Varias revisiones de registros de longevidad han

TABLA 14.-COMPOSICION TEORICA DE EDADES EN LA POBLACION DE P. mexicanus PRESENTE EN "EL TUNEL"

Edad en Años	% de la población Machos	% de la población Hembras	% de la población Sexos combinados
1	21.00	15.00	18.00
2	15.85	11.32	13.58
3	11.96	8.54	10.25
4	9.03	6.45	7.74
5	6.81	4.87	5.84
6	5.14	3.67	4.41
7	3.88	2.77	3.33
8	2.93	2.09	2.51
9	2.21	1.58	1.89
10	1.67	1.19	1.43
11	1.26	0.90	1.08
12	0.95	0.68	0.81
13	0.72	0.51	0.61
14	0.54	0.39	0.46
15	0.41	0.29	0.35
16	0.31	0.22	0.26
17	0.23	0.17	0.20
18	0.18	0.13	0.15
19	0.13	0.09	0.11
20	0.10	0.07	0.09
Edad promedio =	4.27	3.05	3.66

aparecido (Cockrum, 1956; Herreid, 1964) en los cuales los registros de sobrevivencia de más de 10 años parecen ser comunes, pero la esperanza de vida al nacimiento para alcanzarlos no lo es. La mayoría de los registros para longevidades grandes provienen de latitudes nortenas y varios autores (Rice, 1957; Tinkle y Patterson, 1965) han considerado la posibilidad de que la longevidad sea mayor en estas latitudes en donde los periodos de actividad son presumiblemente más cortos por la hibernación. Los datos que se tienen hasta ahora para P. mexicanus

muestran que la mortalidad no se incrementa por tratarse de poblaciones que prácticamente no hibernan y que están activas más tiempo a lo largo del año.

3.6 Movimientos.

Los movimientos en el interior de los refugios que habitualmente ocupa P. mexicanus son comunes. Con anterioridad se ha hecho mención amplia de aquellos que registran las diferentes poblaciones que presenta esta especie. Asimismo, se ha hecho mención de los que se efectúan hacia refugios alternativos localizados en las inmediaciones y que también son comunes.

A diferencia de otros vespertiliónidos, se considera que las especies pertenecientes al género Plecotus no realizan migraciones extensas (Barbour y Davis, 1970; Gaisler y Hanák, 1969; Jones, 1977; Kunz y Martin, 1982; Nowak y Paradiso, 1983). Para las diferentes especies se han registrado movimientos a lo largo del año dentro de los diferentes albergues que se localizan en su área de refugio.

Para el estado de Tlaxcala es notoria la carencia de lugares que pudieran albergar quirópteros, y en el caso de la especie objeto de este estudio los pocos refugios disponibles en ambas localidades se encontraban separados por unos cuantos metros de distancia, debido a lo cual prácticamente esta especie no realizó grandes movimientos.

Dado que en las dos localidades los sitios que utiliza este

murciélago para el desarrollo de sus funciones son prácticamente contiguos y basados en el hecho de la mayoría de las recapturas que se hicieron fuera de los lugares de anillamiento ocurrieron en las inmediaciones, podemos considerar que P. mexicanus es una especie fundamentalmente sedentaria al igual que as otras especies del género.

No obstante lo anterior, existen dos recapturas a distancias considerables que merecen ser tratadas aparte:

Durante la primera visita que se realizó a "La Trinidad", en mayo de 1984, se capturó un ejemplar que había sido anillado en "El Túnel" en noviembre de 1983, ejemplar que se volvió a recapturar diez meses después en El Túnel. Este ejemplar fue anillado como un juvenil y recorrió, de ida y vuelta los 37 km que separan ambas localidades.

Aproximadamente un año después, en marzo de 1985, se volvió a recapturar en "La Trinidad" a otro ejemplar que también había sido anillado en noviembre de 1983 en "EL Túnel" pero éste en calidad de adulto.

El hecho de que uno sea joven y el otro adulto podría plantear varios aspectos interesantes; sin embargo, sobre la edad del juvenil no hay ninguna duda, pero la edad del adulto no es confiable por el hecho de haberse anillado en el mes de noviembre, fecha para la cual es casi imposible distinguir entre los adultos y los individuos que nacieron a principios de la época reproductora.

No se registraron movimientos de individuos bandados en "La Trinidad" hacia "El Túnel" a pesar del gran número de murciélagos bandados y de la perturbación que sufrieron en esta localidad.

Existen en la literatura reportes de movimientos para las especies paleárticas (Gaisler y Hanak, 1967; Davis, 1966) que superan con creces la distancia aquí reportada para P. mexicanus y registros para P. townsendii que también superan (Barbour y Davis, 1970; Davis, 1966) o que alcanzan distancias semejantes (Humprey y Kunz, 1976; Pearson et al., 1952), sin embargo no existe ningún reporte que indique que los organismos localizados a distancias considerables hayan regresado.

Ya que en ambos casos se trataba de machos, estos registros sugieren un mayor poder de dispersión por parte de éstos y un probable flujo genético, a cargo de los machos, de la población de "El Túnel" a la población de "La Trinidad" debido a que los movimientos se dan durante la época donde suceden las cópulas, sin embargo se requiere de más estudios para poder determinar con mayor precisión sus implicaciones biológicas e importancia, así como para entender su mecanismo, tiempo y duración de los mismos.

Muchos son los autores que han estudiado los movimientos de los murciélagos y en general coinciden en que son excepcionales, por lo general azarosos, que transcurre un número considerable de días entre el bandedo y la recaptura a distancia, que existe poco intercambio inclusive entre poblaciones relativamente cercanas, que son movimientos efectuados por individuos jóvenes y que generalmente se trata de machos (Barbour y Davis, 1970; Beer, 1955; Brenner, 1968; Cockrum, 1956; Davis, 1966; Davis et al., 1968; Dunnigan y Fitch, 1967; Gaisler y Hanák, 1969; Griffin, 1945; Humprey y Cope, 1976; Krzanowski, 1959; Mills et al., 1975; Mundford, 1958); atributos que también se cumplen para P. mexicanus.

3.7 Proporción de Sexos.

3.7.1 Crias.

Dos censo realizados durante el pico de nacimientos (abril y mayo de 1984) totalizaron 58 crias, de las cuales el 58.7 % fueron machos (Tabla 15) proporción que no es estadísticamente diferente de la unidad ($\chi^2=1.19$, $P > 0.5$).

TABLA 15.- RELACION DE SEXOS DE LAS CRIAS DE P. mexicanus OBTENIDA EN DOS MUESTREOS REALIZADOS DURANTE 1984

FECHA	HEMBRAS		MACHOS	
	No.	%	No.	%
Abril 7	10	41.6	14	58.4
Mayo 19	14	41.1	20	58.9
Total	24	41.3	34	58.7

Ademas las proporciones de murciélagos bandados en el túnel también favorecen los machos, pues estos representaron el 50.7 % de los 751 individuos anillados, aunque éste valor tampoco es significativo ($\chi^2=0.16$, $P > 0.9$).

Con base en los resultados anteriores es probable que Plecotus mexicanus presente al nacimiento una relación de sexos 1:1 y que ambos sexos contribuyen en igual proporción para la formación de la colonia.

Resultados similares han sido obtenidos para las otras especies pertenecientes al mismo género. Cervený (1982) reporta que durante el verano existe una igualdad entre los sexos de P. auritus; Stebbings

(1966) reporta para los jóvenes de Plecotus un predominio de las hembras escasamente significativo de una relación 1:1; Pearson et al. (1952) y Humprey y Kunz (1976) dan para Plecotus townsendii una relación de 1:1 al nacimiento y Jones (1977) encontró una situación similar para P. rafinesquii después de cuatro años de estudio, al igual que Jones y Suttikus (1975) después de nueve años.

3.7.2 jóvenes.

Entre los jóvenes la relación de sexos es a favor de los machos, relación que en algunos años alcanza proporciones casi inversas a la que posee la población total y que además son estadísticamente significativas ($X^2=25.42$, $P > 0.001$).

Los datos que se tienen hasta la fecha no permiten explicar esta situación, cuya interpretación se complica por el hecho de que también entre los jóvenes para el año de 1983 se presentó una proporción mayor de hembras que de machos (Tabla 16) y por que al considerar globalmente todos los jóvenes procesados a lo largo del estudio el predominio de los machos no es estadísticamente significativo.

3.7.3 Adultos.

De los 751 individuos bandados en "El Túnel" 384 (51.1 %) fueron machos y 367 (48.9 %) fueron hembras. En La Trinidad se bandaron 331 murciélagos de los cuales 92 (27.9 %) fueron machos y 239 (72.1 %) fueron hembras.

fueron hembras. Si además consideramos a los ejemplares recapturados observamos una relación de 778 (40.9 %) machos por 1109 (59.1 %) hembras, relación claramente significativa ($\chi^2 = 62.9$, $P > 0.0001$) y que

TABLA 16.- RELACION DE SEXOS ANUAL (1982-1985) EN LA POBLACION TOTAL Y EN LOS JOVENES DE Plecotus mexicanus EN "EL TUNEL"

AÑO	POBLACION TOTAL				JOVENES			
	MACHOS		HEMBRAS		MACHOS		HEMBRAS	
No.Ind.	%	No.Ind.	%	No.Ind.	%	No.Ind.	%	
1982	78	66.7	39	33.3	19	73.0	7	27.0
1983	192	41.5	270	58.5	50	39.0	78	61.0
1984	361	41.5	509	58.5	141	61.8	87	32.8
1985	136	32.0	289	68.0	37	56.0	29	44.0
TOTAL	767	40.9	1109	59.1	247	55.1	201	44.9

se presentó casi en las mismas proporciones anualmente (Tabla 16).

Para La Trinidad se procesaron un total de 588 murciélagos obteniendo una relación de 175 (30 %) machos por 413 (70 %) hembras, relación también claramente significativa ($\chi^2 = 92.0$, $P > 0.0001$).

Esta constancia en la relación de sexos indica que los valores obtenidos son muy cercanos a la relación real, más aun si se considera la intensidad de los muestreos realizados, el tamaño de las poblaciones muestreadas y el grado de significancia obtenido.

Dos aspectos resultan relevantes en cuanto a la composición sexual de Plecotus mexicanus. El primero es un claro predominio de las hembras y el segundo es el hecho de que éste predominio no es constante a lo largo del año pues existe una marcada segregación sexual en el tiempo,

predominando muy claramente las hembras en los seis primeros meses del año (Tabla 17). En los seis meses restantes predominan los machos aunque en forma menos marcada y en menor proporción (Tabla 17).

Tabla 17.- RELACION SEMESTRAL DE SEXOS DE *P. mexicanus* EN "EL TUNEL".

Enero - Junio:	Julio - Diciembre:
1982 = 1.20 a favor de las hembras	1982 = 2.41 a favor de los machos
1983 = 2.98 a favor de las hembras	1983 = 1.18 a favor de los machos
1984 = 2.10 a favor de las hembras	1984 = 1.66 a favor de los machos
1985 = 2.12 a favor de las hembras	
Global 82-85 = 2.19 a favor de las hembras	Global 82-84 = 1.49 a favor de los machos.

Al desintegrarse la colonia de maternidad a fines de junio permanecen en el túnel pocos individuos, lo cual trae como consecuencia que en Julio se observe un marcado descenso en los números poblacionales alcanzando 30 individuos como máximo y una relación de sexos cercana a la unidad. Durante los cuatro meses siguientes se observa un paulatino incremento en el número de machos presentes en el túnel cuyo valor más bajo fué de 8 individuos para julio y el más alto de 48 para diciembre lo cual promueve que la relación de sexos se vea favorecida hacia los machos en estos meses hasta lograr alcanzar el 90 % de la población (Fig. 10). En la segunda mitad de Diciembre se observa un fuerte incremento en el número de hembras que arriban al túnel y que restablece una relación de sexos cercana a la unidad; el número de hembras se va incrementando hasta alcanzar el valor máximo (146 hembras) a fines de Enero y principios de Febrero, situación que se mantiene hasta la formación de la colonia de maternidad; alcanzando las hembras a

representar más del 90 % del total de la población (Fig. 10).

Durante el presente estudio se observaron ligeras variaciones en el patrón ya descrito (Tabla 10), no obstante si se comparan las relaciones de sexos semestrales se puede observar muy claramente lo constante de la segregación sexual en el tiempo que presentó éste murciélago a lo largo del estudio (Tabla 17).

Las proporciones observadas en la relación de sexos que presenta P. mexicanus son semejantes a las encontradas para otras especies congénéricas: Stebbings (1966) reporta una relación de machos a hembras de 38:62 % para el género; Pearson, et al., (1952) reportan 31:69 en "Manhattan mines" para P. townsendii; Twente (1955a) encontró para ésta especie 44:56; Martin y Hawks (1972) 31:69 y 17:83. Para P. rafinesquii Jones (1977) y Jones y Suttkus (1975), reporta que las hembras predominaban claramente sobre los machos.

La relación de sexos también concuerda con la observada en otros miembros de la familia Vespertilionidae pues se ha observado predominio de las hembras en Antrozous bunkerii y Eptesicus fuscus (Twente, 1955a); M. austroriparius (Rice, 1957); M. lucifugus (Fenton, 1970; Kunz, 1971); M. keeni (Kunz, 1971); M. nigricans (Wilson, 1971); M. thysanodes (O'Farrel y Studier, 1975) y Myotis velifer (Hayward, 1970; Tinkle y Milstead, 1960; Tinkle y Patterson, 1965).

No obstante lo anterior, existen antecedentes contradictorios al respecto: Turner (1974) reporta un 36 % de hembras en una muestra de 3304 P. townsendii; Krzanowski (1959) reporta en P. auritus un claro predominio de los machos. Stebbings (1966) da cuatro registros para el

género en donde predominan los machos.

Además, se ha encontrado que para una misma región se han registrado datos contradictorios en cuanto a la proporción de los sexos existiendo solamente dos años de diferencia (Martin y Hawks, 1972; Turner, 1974). También se ha observado que en dos poblaciones de murciélagos de una misma especie, habitando ambas en el hemisferio norte y estudiadas durante el mismo año, predomina claramente un sexo en una y el sexo contrario en la otra (Pearson, et al., 1952).

Por otro lado, también se ha observado que en algunas poblaciones de vespertiliónidos que se han bandado en el hemisferio norte los sexos tienden a estabilizarse entre los siete y diez años (Eisentraut 1947, citado por Tinkle y Milstead, 1960).

Varios autores (Davis, 1959; Hitchcock y Kenn, 1980; Rice, 1957; Tinkle y Milstead 1960) han sugerido que las condiciones climáticas, en especial la temperatura pueden jugar un papel importante en la regulación de la proporción de sexos en quirópteros, proponiendo que a medida que las poblaciones se localizan más al sur desciende el número de machos presentes en los refugios. Davis y Hitchcock (1964) agregan un elemento más al abordar las diferencias observadas en la proporción de sexos, pues reportan diferencias conductuales entre los sexos de Myotis lucifugus y Eptesicus fuscus dentro de una misma cueva teniendo las hembras preferencias por los lugares más cálidos durante la hibernación; Hayward y Cross (1979) sugieren también que las diferencias conductuales entre los sexos favorecen un mayor número de hembras para Pipistrellus hesperus.

El predominio de las hembras observado en las poblaciones estudiadas de P. mexicanus puede deberse a que existe una mortalidad diferencial que favorece a las hembras y a un mayor poder de dispersión por parte de los machos como lo que sucede en M. thysanodes (O'Farrel y Studier, 1975).

También debemos considerar que las localidades estudiadas son claramente más sureñas con respecto a las de los trabajos previamente citados, que las poblaciones siempre se localizaron cerca de la cueva ocupada por las colonias de maternidad y que sus refugios pueden ser considerados como cálidos con respecto a los utilizados por otros vespertilionidos. Asimismo la segregación sexual en el tiempo que presenta éste murciélago puede influenciar el predominio de las hembras ya que están presentes en los meses más favorables del año.

El fenómeno de segregación sexual no es exclusivo de P. mexicanus, también se ha observado en P. townsendii (Humphrey y Kunz 1976, Pearson et al. 1952), en P. rafinesquii (Jones y Suttkus, 1975), en P. austriacus (Stebbing 1970) y en P. auritus (Krzanowski, 1959); pero sí es mucho más evidente en las poblaciones muestreadas para el presente estudio (Fig. 10).

La explicación de esta segregación sexual en el tiempo la podemos encontrar en el hecho de que las hembras tiene un mayor arraigo hacia los refugios que ocupan, debido probablemente a que necesitan mayores requerimientos alimenticios por la preñez, parto y lactancia, por lo que tienden a predominar durante la época más favorable del año que es en la cual se presentan estos eventos reproductivos; mientras que los machos

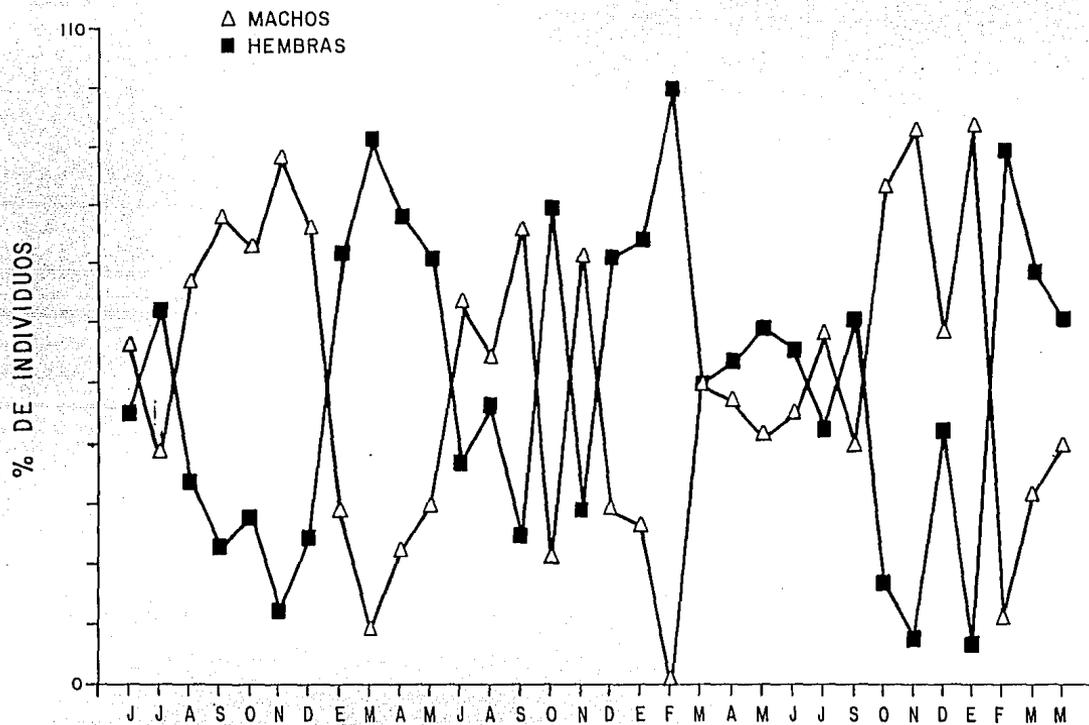


Fig. 10.- Proporción de sexos de *P. mexicanus* a lo largo del estudio.

sólo están presentes en los refugios para hibernar.

También se puede deber a diferencias conductuales entre los sexos en diferentes épocas del año, básicamente en lo que se refiere a comportamiento migratorio ó a selección de refugios alternativos.

4.- Reproducción.

Los murciélagos, en especial los vespertiliónidos, presentan amplias modificaciones al patrón reproductivo general que siguen los mamíferos. Las modificaciones se presentan en lo referente a asimetría morfológica y funcional, fertilización retardada, implantación retardada y desarrollo retardado y se ha sugerido que están en estrecha relación con factores como la hibernación, el período de lluvias, la altitud y la latitud (Kunz, 1982; Wimsatt, 1960b; 1979).

Los quirópteros de zonas templadas suspenden sus ciclos reproductores durante el período de hibernación, logrando con ello que sus crías nazcan en la época más favorable del año tanto en temperatura como en disponibilidad de alimento, de igual manera el destete se presenta a fines o durante el período de lluvias, lo cual garantiza el aporte de alimento tanto para la madre como para el crío (Oxberry, 1979; Gustafson 1979).

Los murciélagos tropicales presentan la preñez en la época de secas, período en que la escasez de alimento es notable, en tanto que el destete y la lactancia son sincrónicos con el período de lluvias (Fleming, 1971; Wilson, 1973).

4.1 Machos: Aparato reproductor y espermatogénesis.

Morfológicamente, el aparato reproductor masculino de *P. mexicanus* es muy semejante al descrito para *P. townsendii* (Pearson, *et al.*, 1952);

en ambos casos se carece de vesícula seminal y se presentan un par de glándulas de Cowper, lo cual los diferencia del resto de los vespertiliónidos.

Funcionalmente, *P. mexicanus* se ajusta en términos generales al patrón "Myotis" (Gustafson, 1979), el cual se caracteriza por una asincronía entre las funciones reproductivas primarias (espermatogénesis) y las secundarias (máximo desarrollo de las glándulas accesorias, almacenamiento de espermatozoides en el epidídimo, libido y apareamiento), dándose las funciones primarias a fines del verano o principios del otoño y las secundarias hasta la primavera .

Los datos de campo muestran que en *P. mexicanus* el máximo desarrollo testicular se da en el mes de agosto (Fig. 11), mientras que las glándulas accesorias y el epidídimo alcanzan su máximo desarrollo durante el mes de diciembre; ciclo testicular que se asemeja al de otros vespertiliónidos que habitan en zonas templadas como es el caso de *Myotis velifer* (Hayward, 1970).

Los cortes histológicos de los ejemplares capturados en los meses de noviembre a abril permiten el seguimiento de la parte principal del ciclo testicular y muestran que para fines de noviembre se observan gran cantidad de espermatozoides en el epidídimo (Fig. 12a) y disminución de la actividad espermatogénica en los túbulos espermáticos (Fig. 12b). Para los meses de diciembre y enero los túbulos espermáticos están completamente constreñidos, con las espermátidas en degeneración, indicando el fin de la actividad espermatogénica (Fig. 12c) y para fines de abril el testículo está totalmente colapsado observándose solo

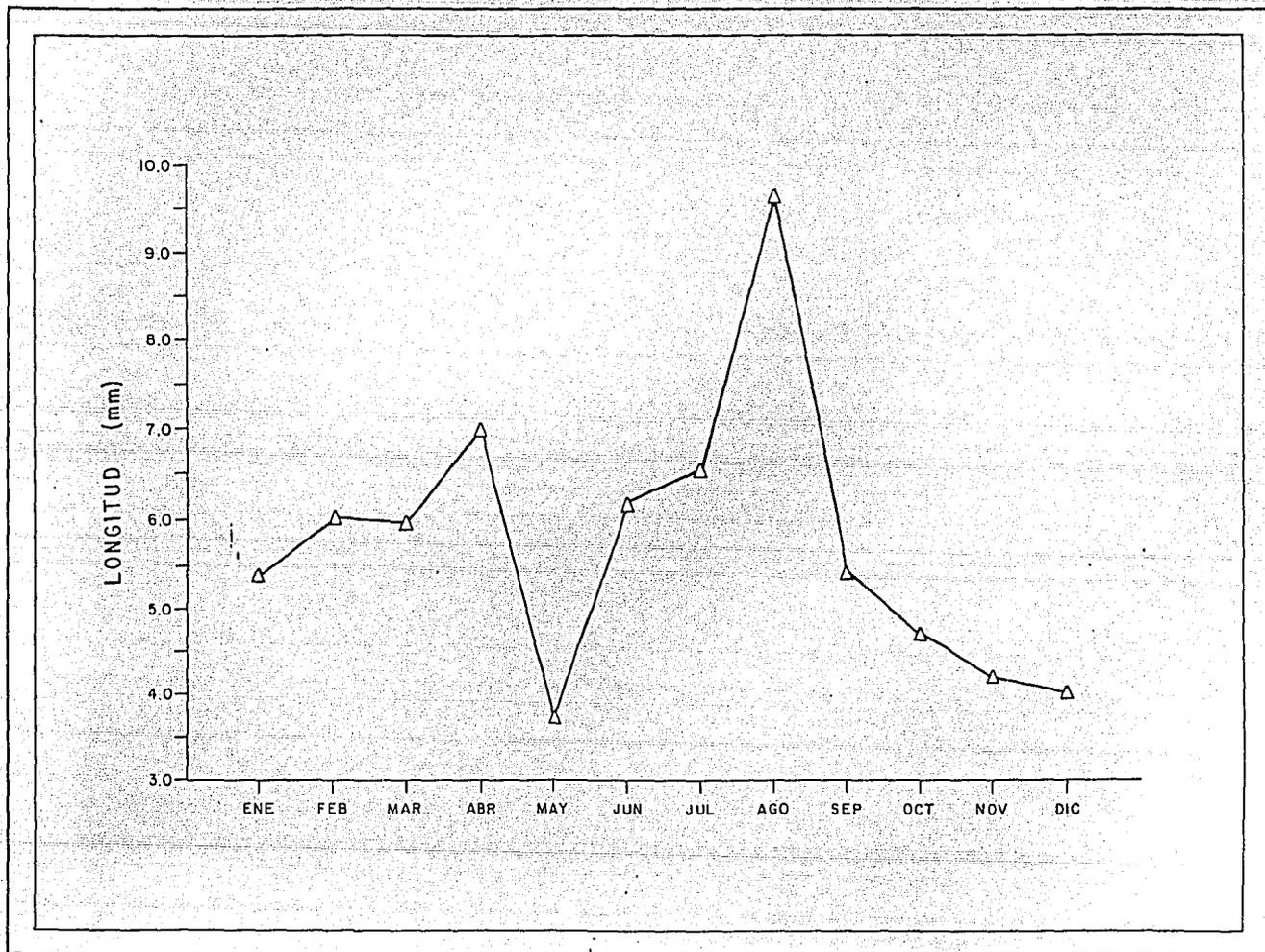


Fig. 11.- Longitud testicular promedio de *P. mexicanus*.

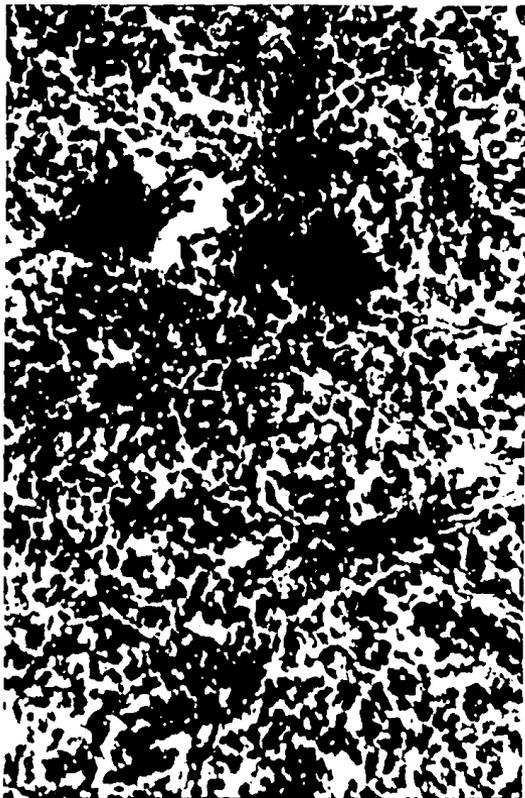


Fig. 12c.- Espermátidas en degeneración. ♂ 263 Adulto, 20 de Enero 1983 (400x).



Fig. 12d.- Testículo colapsado células de Sertoli y tejido intersticial al mínimo. ♂ 278 Adulto, 22 de Abril 1983 (100x).



Fig. 12a.- Espermatozoides en epidídimo. ♂ 349 Adulto, 27 de Noviembre 1983 (400x).



Fig. 12b.- Disminución de actividad espermatogénica en túbulos espermáticos. ♂ 264 Adulto, 20 de Noviembre 1983 (200x).

células de Sertoli y el tejido intersticial al mínimo (Fig. 12d).

Los datos histológicos que se tienen también revelan que hay algunos individuos en los que se da una situación diferente a la anterior, ya que para mediados de noviembre, fecha en la cual debería de haber terminado la actividad espermatogénica en el testículo, se observa que ésta actividad todavía continúa (Fig. 12e). Es probable que en este caso se trate de individuos jóvenes que nacieron a finales de la época reproductora y que apenas están alcanzando la madurez sexual, pero también puede ser que varios individuos, independientemente de su edad, esten en esta condición.

El ciclo de los machos está en estrecha relación con el patrón reproductivo que siguen las hembras y las diferencias, que son principalmente de tipo cronológico, con respecto a patrones previamente descritos se deben al hecho de que P. mexicanus no realiza una verdadera hibernación; sin embargo se requiere estudiar con mayor profundidad este aspecto.

4.2 Hembras: Aparato reproductor y ciclo ovárico.

El aparato reproductor femenino de P. mexicanus es muy similar al de P. townsendii; presenta un útero bicomé, ovarios relativamente grandes y encapsulados, la abertura vaginal nunca se cierra y parte del tejido circundante está pigmentado.

En la mayoría de los vespertiliónidos, el aparato reproductor femenino se caracteriza por presentar una asimetría morfológica y



Fig. 12e.- Testículo con actividad espermatogénica. ♂ 362 Joven, 4 de Diciembre 1983 (400x).

funcional con un claro predominio dextral (Wimsat, 1979), pero en el caso de P. mexicanus esto es mucho más evidente, al menos en comparación con otras especies congénicas.

Las medidas efectuadas para 29 hembras adultas que fueron colectadas a lo largo de año y medio, muestra que la longitud del cuerno derecho del útero varió entre 2.00 y 4.00 mm, con una media de 2.79 mm, mientras

que la longitud del cuerno izquierdo osciló entre 1.5 y 2.9 mm con una media de 2.06 mm.

El diámetro del ovario derecho varió de 1.2 a 2.7 mm con una media de 1.74 mm; mientras que para el izquierdo fue de 1.0 a 2.8 mm con una media de 1.62 mm. El análisis estadístico muestra que los resultados obtenidos son claramente significativos, tanto para el útero ($t=9.04$, $p=0.0001$), como para los ovarios ($t=3.63$, $p=0.0006$).

Funcionalmente se presentó la misma situación, pues los embriones siempre fueron localizados en el lado derecho del útero.

Dentro de los quirópteros se han establecido seis patrones por cuanto a la asimetría morfológica y funcional del aparato reproductor femenino (Wimsatt, 1979), siendo el "Patrón Myotis" al que más se ajusta P. mexicanus.

El patrón Myotis se caracteriza por que la ovulación puede ocurrir en cualquier ovario casi con igual frecuencia, la ovulación es al azar sin evidencia de una alternancia regular o funcional; el cuerno derecho es dominante ya que un óvulo originado en el lado izquierdo siempre migra para implantarse en el cuerno derecho; es propio de las especies monestras que habitan en latitudes templadas y es común a las especies pertenecientes al género Plecotus (Oxberry, 1979).

En el caso de P. mexicanus se observó una ligera variación al respecto, que consiste en que el ovario derecho parece ser dominante funcionalmente. Las pruebas histoquímicas con la Alfa 5, 3 Beta Hidroxiesteroide Deshidrogenasa revelan una predominancia funcional en la producción de esteroides; desgraciadamente no fue posible determinar

cuantitativamente este aspecto y si este predominio también se da en la producción folicular.

Con base en los cortes histológicos del aparato reproductor de hembras capturadas entre los meses de octubre y noviembre, para los años de 1982 a 1984, es posible dilucidar el ciclo ovárico de esta especie. Para el mes de octubre se observan varios folículos (Fig. 13a) que presentan una gran cantidad de células granulosas y pequeñas células cúmulos que rodean al óvulo; los folículos más grandes miden entre 200 y 300 micras, y aunque generalmente se observan uno o dos folículos que sobresalen por su tamaño, en la mayoría de los casos no se puede determinar todavía el probable folículo dominante. El tejido intersticial se observa bien desarrollado, lo que aunado a lo anterior sugiere una situación precopulatoria de las hembras analizadas.

Para el mes de noviembre, se observan folículos más grandes que miden entre 400 y 600 micras y que presentan células cúmulus grandes; se distingue ya claramente el folículo dominante, que además de su gran tamaño se caracteriza por que las células cúmulus crecen y ocupan la mayor parte del mismo (Fig. 13b); características que están indicando un estado postcopulatorio en las hembras analizadas.

En laminillas provenientes de hembras capturadas en los últimos días de noviembre, se presentaron folículos en los cuales ya se había efectuado la ovulación y en otras más se observó la presencia de cuerpos lúteos (Fig. 13c).

Histológicamente el ciclo ovárico de P. mexicanus es similar al observado para otras especies de vespertiliónidos (Asdell, 1964; Myers,



Fig. 13a.- Folículos con células granulosas y pequeñas células cumulus. ♀ 330 Joven, 15 de Octubre 1983 (100x).

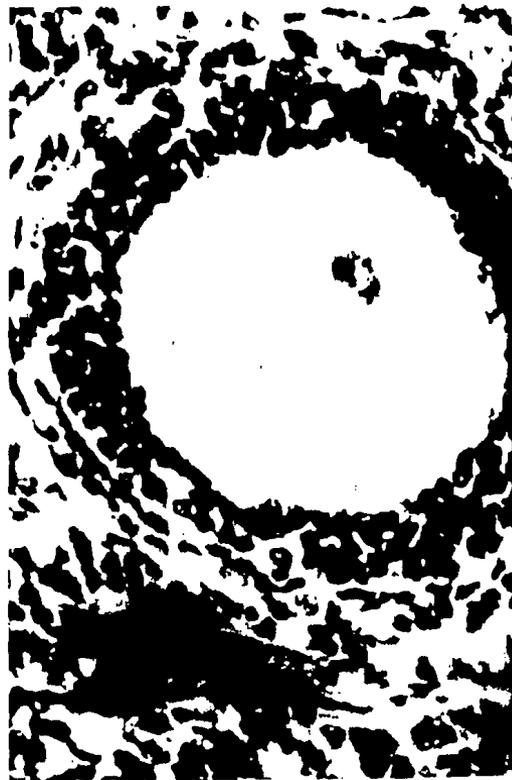


Fig. 13b.- Folículo dominante, células cumulus ocupando la mayor parte. ♀ 347 Adulto, 27 de Noviembre 1983 (400x).

1977; Pearson, et al., 1952; Wimsatt, 1944), existe coincidencia también en el periodo de maduración de los folículos y en el tamaño que estos alcanzan; la única diferencia estriba en la época del año en que este proceso ocurre, ya que para la mayoría de los murciélagos que habitan en el hemisferio norte los folículos maduran a fines del verano o principios del otoño, mientras que en P. mexicanus este proceso se da hasta fines del otoño



Fig. 13c.- Cuerpo luteo. ♀ 250

Adulto, 27 de Noviembre 1983 (100x).

4.3 Cópula, ovulación y fertilización.

A pesar de lo intenso del muestreo no se logró observar directamente una cópula, sin embargo los datos de campo y el análisis de los cortes

histológicos permiten una estimación de la fecha en que ocurre.

A mediados de diciembre de 1982 se observó que 3 de 5 hembras presentaban un fluido blanquecino en la vagina, que al ser observado al microscopio se pudo constatar que se trataba de semen con espermatozoides activos (Fig. 14), lo que indica que acababan de ser copuladas.



Fig. 14.- Semen con espermatozoides activos. Frotis de secreción vaginal

Q 345. 30 de Diciembre 1984 (1500x).

A mediados de enero de 1983 se encontró que 24 de 89 hembras presentaban el depósito seminal en la vagina; a principios de diciembre de ese mismo año 2 de 9 hembras también tenían semen y a fines de enero de 1984 solamente 5 de 94 hembras la presentaron.

Con base en los datos anteriores podemos estimar que la cópula en P. mexicanus se realiza desde fines de noviembre o principios de diciembre y continúa hasta mediados de enero.

El bajo número de hembras con depósito seminal a fines del mes de enero sugiere que la mayoría ya habían sido copuladas con anterioridad.

Los cortes histológicos también apoyan el resultado de los datos de campo, ya que las hembras capturadas a fines de noviembre revelan la presencia de espermatozoides en el útero, no así los cortes de hembras capturadas a mediados del mismo mes.

Este período de cópula resulta reducido si se compara con el registrado para P. townsendii (Pearson, *et al.* 1952) que se considera es el representativo de la generalidad de los vespertiliónidos del hemisferio norte, los cuales copulan durante el otoño, continúan haciéndolo durante el invierno y posiblemente alcanzan a copular hasta principios de la primavera (Asdell, 1964; Barbour y Davis, 1970; Cockrum, 1955; Guthrie, 1933b; Hayward, 1970; Kunz, 1971; 1973; Miller, 1939; Wimsatt, 1945; 1960a; 1960b; 1969.) .

Los datos de campo muestran evidencias de cópulas dentro del refugio invernal; sin embargo, es probable que en el caso de P. mexicanus la mayoría de las hembras estén arribando al refugio invernal ya copuladas, pues como se mencionó antes no se logró observar este fenómeno

pocas las observaciones publicadas para la generalidad de los murciélagos (Carter, 1970).

La ovulación y la fertilización no fueron determinadas con precisión, ambos procesos parecen suceder casi de inmediato a la cópula, o bien, el tiempo que transcurre entre cópula, ovulación y fertilización es muy corto, abarcando solamente una o dos semanas. Los cortes histológicos indican que la ovulación ocurre en algunos individuos desde fines del mes de noviembre y probablemente se efectúa en diciembre para la mayoría de los individuos ya que en este mes se presentan los cuerpos lúteos más grandes (entre 500 y 700 micras).

Con los datos que se tienen tampoco es posible determinar si la ovulación es espontánea o inducida. Por la sincronía en las fechas en que ocurren los eventos reproductivos en la generalidad de los individuos lo más probable es que sea espontánea como sucede en la mayoría de las especies de murciélagos (Carter, 1970).

La fertilización probablemente también se da dentro de un tiempo muy breve, pues se localizó una implantación a mediados de diciembre y todos los cortes del mes de enero presentaron embriones.

Se reconocen dos patrones reproductivos para los murciélagos hibernantes. El "Patrón I" que se caracteriza por una fertilización retardada y el "Patrón II" caracterizado por una implantación retardada (Gustafson, 1979; Oxberry, 1979). El primero se ha registrado como propio de muchas especies de vespertilionidos norteamericanos, incluyendo *P. townsendii* y se hace extensivo a *P. auritus* y *P. austriacus*, se considera como típico de la mayoría de los rinolofidos y

vespertiliónidos de las zonas templadas de Europa, Asia y Australia (Gustafson, 1979; Oxberry, 1979).

El patrón reproductivo de P. mexicanus no se ajusta a ninguno de los dos patrones descritos para los murciélagos hibernantes y tampoco parece ajustarse al de los vespertiliónidos que no hibernan. De los primeros difiere en el hecho de que a pesar de existir una concordancia en las fechas en que se alcanza el máximo desarrollo testicular, en P. mexicanus la espermatogénesis se continúa en el testículo hasta el mes de noviembre y el estro y la copula se dan hasta fines del otoño y principios del invierno por lo que el almacenamiento de los espermatozoides prácticamente no existe o se da por un lapso de tiempo muy breve, no existiendo la fertilización retardada, pues la ovulación, fertilización y gestación parecen suceder inmedoatos a la cópula.

Con respecto a los segundos, el patrón reproductivo de P. mexicanus difiere por no existir una concordancia entre el ciclo testicular y del epidídimo con respecto al de las glándulas accesorias; hecho que caracteriza a los patrones reproductivos de los murciélagos no hibernantes (Krutzsch, 1979).

Si se considera la terminología dada por Carter (1970), quien define la "fertilización retardada" como aquella que se da con posterioridad a una semana después de la cópula, es posible que este proceso ocurra en P. mexicanus. Sin embargo, si este proceso se presenta se tendría por consecuencia un período muy corto para el almacenamiento espermático por parte de las hembras.

Se ha observado que el almacenamiento espermático por hembras de

vespertiliónidos que viven en áreas tropicales esta entre uno y tres meses (Racey, 1979), período mucho más corto en comparación a aquellos que hibernan, pero en este caso se tendría el período más corto hasta ahora registrado y que sería de una a dos semanas.

Las llamadas "peculiaridades" que se presentan en los ciclos reproductores de los quirópteros hibernantes se han propuesto como el resultado de adaptaciones fisiológicas a prolongados intervalos de hibernación (Wimsatt, 1960b; 1969; Krutzsch, 1979), por lo cual es probable que las diferencias observadas en P. mexicanus respecto del patrón esperado sea una respuesta al hecho de no realizar una hibernación; presentándose una situación similar a la observada para algunas especies de murciélagos vespertiliónidos no hibernantes que habitan en latitudes similares (Krutzsch, 1979).

Rice (1957) hace el planteamiento de que en poblaciones que no permanecen en estado de letargo durante el invierno, cabría esperar una época reproductora posterior en el tiempo; en M. austroriparius las poblaciones de la Península de Florida presentan el apareamiento en primavera en lugar de tenerlo en el verano. Este planteamiento también es aplicable a las poblaciones estudiadas de P. mexicanus, donde el apareamiento se realiza a finales del otoño y principios del invierno.

En el caso del género Plecotus no existen especies que habiten claramente en los trópicos; sin embargo, al comparar el ciclo reproductivo de P. mexicanus con el de otros vespertiliónidos de áreas tropicales vemos que si bien estos son complejos y difíciles de dilucidar, existe coincidencia en el hecho de que en los machos el

epidídimo contiene espermatozoides desde finales del otoño hasta fines del invierno (Myers, 1977; Krutzsch, 1979).

Por otro lado, en las poblaciones de Myotis nigricans que penetran a la región neártica se da la situación inversa, en la cual la espermatogénesis se asemeja más a la de los murciélagos de zonas templadas (Wilson y Findley, 1971).

Desafortunadamente no se tienen datos sobre la reproducción de P. mexicanus en áreas más norteñas para ver si los resultados obtenidos en éste estudio representan una respuesta poblacional a factores latitudinales o climáticos. Los antecedentes bibliográficos para otras especies hacen pensar en favor de este argumento, lo que implicaría que el almacenamiento de los espermatozoides y la ovulación retardada podrían ser facultativos para esta especie y que ambos procesos dependerían del rigor con que se presenten las condiciones ambientales.

4.4 Gestación.

Los cortes histológicos revelan la presencia de una implantación a mediados de diciembre (Fig. 15) y la presencia de embriones en la generalidad de las hembras para fines de enero; embriones cuya longitud mayor varía entre 3.0 y 10.1 mm (Tabla 18).

Los datos de campo muestran que para el mes de febrero casi la totalidad de las hembras están preñadas (Tabla 9) y que el pico de nacimientos se presenta entre mediados de marzo y principios de abril, tiempo para el cual los embriones han alcanzado una longitud de 24 mm



Fig. 15.- Implantación. ♀ 360, 12 de
Diciembre 1983 (40x).

Con base en los datos anteriores, la gestación se inicia a mediados de diciembre y termina a mediados de marzo, con lo cual tendríamos un período de gestación de aproximadamente 90 días. Este período es mayor al esperado de acuerdo a lo observado para *P. townsendii*, que presenta un período de gestación entre 56 y 100 días dependiendo de las condiciones climáticas (Pearson, *et al.*, 1952).

Los datos que se tienen sugieren que en la mayoría de los individuos la implantación debe darse a mediados o a fines de enero, lo que representa cerca de 60 días con relación al período de nacimientos.

La implantación observada a mediados de diciembre muy probablemente corresponde a un individuo cuya condición reproductora era más avanzada que la generalidad y si la correlacionamos con el primer nacimiento observado tendremos en este caso que el periodo de gestación también sería aproximadamente de 60 días, concordando con lo esperado ya que las condiciones climáticas son bastante benignas para las poblaciones estudiadas de P. mexicanus.

También se observó que el periodo de gestación varía ligeramente de un año a otro y de una localidad a otra, variaciones que en ambos casos no van más allá de una o dos semanas de diferencia como sucede en otros vespertiliónidos (Pearson et al., 1952; Wimsatt, 1945) y que según se ha registrado pueden ser atribuibles a variaciones geográficas e individuales pero principalmente a diferencias en cuanto al régimen de temperatura (Orr, 1970).

Por cuanto a la estacionalidad, P. mexicanus se comporta como la generalidad de los murciélagos de zonas templadas, coincidiendo la preñez con la época de secas de la zona y con el periodo de bajas temperaturas.

El análisis de los cortes histológicos en los que se presentaron embriones revela que esta especie tiene una implantación superficial de tipo endoteliorial, lo cual concuerda con lo registrado para la generalidad de los vespertiliónidos (Carter, 1970; Rasweiler, 1979).

El periodo de gestación de P. mexicanus es de aproximadamente 60 días, tiempo durante el cual los embriones alcanzan una talla cercana a los 50 mm y un peso ligeramente por debajo de los 2.0 gr.

Los datos que se tienen (Tabla 18) sugieren que la curva de crecimiento embrionario es similar a la que presenta P. townsendii (Pearson, et al., 1952).

TABLA 18.- LONGITUD MAYOR (POSICION FETAL) DE LOS EMBRIONES DE P. mexicanus.

Fecha	Longitud (mm.)
20.1.1983	3.0
20.1.1983	3.4
20.1.1983	4.0
20.1.1983	7.2
5.3.1983	10.4
5.3.1983	13.0
22.4.1983	5.5
22.4.1983	6.0
22.4.1983	17.9
28.1.1984	10.1
19.2.1984	20.0
19.2.1984	21.0
19.2.1984	24.0

El que el periodo de gestación y la tasa de crecimiento embrionario sean semejantes para ambas especies parece deberse a una similitud en cuanto la estabilidad térmica. Se sabe que principalmente la temperatura, entre otros factores, influye directamente sobre las tasas de crecimiento (Racey, 1982) y en este caso ambas especies presentan un comportamiento social gregario muy similar, ocupan refugios semejantes y tienen una alimentación parecida lo que favorece una analogía en la estabilidad térmica.

4.5 Tamaño de camada y partos.

P. mexicanus es una especie típicamente monotoca ya que presenta una sola cría por parto. Entre la totalidad de las hembras examinadas solamente en una se observó la presencia de dos embriones.

Los partos en P. mexicanus suceden en poco más de dos semanas, abarcando desde la segunda mitad de marzo hasta principios de abril.

El nacimiento más temprano se observó en El Túnel el 18 de febrero de 1984, año en el cuál para mediados de mayo ya todas las hembras habían parido. Para 1985 el primer nacimiento se observó el 4 de marzo y el pico de nacimientos ocurrió entre el 17 y el 30 del mismo mes.

En el laboratorio se logró observar el trabajo de parto de dos hembras, los cuales por desgracia no llegaron a su culminación probablemente debido a las condiciones que se tenían, pero que permitieron hacer las observaciones que se detallan a continuación:

Al inicio del parto se observó que la madre presentaba la posición característica de reposo de los murciélagos, haciéndose evidente su condición por el hecho de presentar una abertura vaginal conspicua (10.0 X 5.0 mm, medida a través de la jaula) que permitía observar la presencia del feto.

A los 15 minutos de haberse iniciado las observaciones, la hembra metió la cabeza entre las patas para lamer la vagina y la parte descubierta del feto, después cambió la posición de las patas colocándola izquierda hasta formar un ángulo de 90° con respecto a la derecha; esta posición se conservó por otros 15 minutos, presentando variaciones

sobre el eje vertical girando hasta dejar el cuerpo en una posición horizontal para regresar posteriormente a la posición vertical, conservando la abertura de las patas y efectuando siempre estos movimientos hacia la derecha.

A los treinta minutos de haberse iniciado el trabajo de parto (cuando la abertura vaginal era de 10 X 17 mm) se presentaron sacudidas y vibraciones corporales en forma esporádica, mismas que incrementaron en frecuencia diez minutos más tarde.

Posteriormente varió la posición desplazando la pata derecha hasta formar un ángulo de 90° con respecto a la pata izquierda y volvió a lamer la parte expuesta del feto y la vagina, cambiando a los dos minutos hacia la posición horizontal; los movimientos en sentido horizontal y vertical se sucedieron aproximadamente durante dos horas, lapso durante el cual cambió cada minuto o cada dos minutos el eje del cuerpo y metía la cabeza entre las patas para volver a lamer el feto. También se observó en forma evidente que constantemente se mordía fuertemente el ala derecha.

Salvo ligeras variaciones, las dos hembras presentaron el patrón anteriormente descrito. En ambos casos el trabajo de parto se inició por la tarde, la primera a las 14:00 horas y la segunda a las 17:20 horas. La primera falleció a las dos horas y treinta minutos de iniciado el trabajo de parto y la segunda a las tres horas.

En ambos casos se procedió de inmediato a efectuar la disección encontrando las dos crías muertas; las membranas externas del feto se encontraron pegadas a las paredes de la vagina.

Durante las visitas efectuadas a la colonia de maternidad se pudo observar que durante el pico de nacimientos algunas hembras presentaron las posiciones anteriormente descritas así como la tendencia a lamer constantemente el área vaginal.

En ambos casos la posición de las crías fue de cabeza, lo cual contrasta con la generalidad de los vespertiliónidos en los que se considera que es de trasero (Carter, 1970).

Las crías son capaces de emitir sonidos inmediatamente después de nacidas, sus sonidos son claramente distinguibles de los que efectúan los adultos principalmente porque tienen un chasquido de tonalidad más aguda.

Al nacimiento las crías presentan una dentición decidua formada por 22 piezas (i 2/3, c 1/1, p 2/2) típicamente tricúspides, la cúspide central está recurvada (Fig. 16), ajustándose al patrón típico de los vespertiliónidos (Orr, 1970).



Fig. 16.- Dentición decidua de P.
mexicanus.

La piel de las crías al momento de nacer es de coloración rosácea, al tercero o cuarto día empieza a cambiar a una tonalidad gris oscuro debido a la erupción del pelaje que cubre por completo al individuo hasta el noveno o décimo día, adquiriendo para entonces una tonalidad negro obscura. Las orejas adoptan su posición eréctil hasta el octavo o noveno día y los ojos se abren entre el noveno y el décimo.

4.6 Lactancia.

La lactancia se da prácticamente desde el nacimiento, pues inmediatamente después del parto las crías se aferran al pezón.

En "El Túnel", para el año de 1984 la presencia de hembras lactantes abarcó de mediados de marzo a fines de junio y para 1985 de principios de marzo a finales de mayo (Tabla 9). Estos datos indican que en las poblaciones estudiadas el período de lactancia abarca de tres a tres y medio meses y se continúa hasta que las crías adquieren la capacidad de vuelo, cesando en forma gradual, condiciones semejantes a las reportadas para P. townsendii (Pearson, et al., 1952).

No fue posible hacer una estimación precisa del tiempo durante el cual individualmente una madre amamanta a su cría, pero por las observaciones realizadas es probable que sean cerca de ocho semanas, concordando con la generalidad de los murciélagos insectívoros (Kunz, 1973; Racey, 1982).

Al igual que en P. townsendii en esta especie existe un reconocimiento individual de la cría, negándose las madres a amamantar a

crias ajenas a la suya como sucede en la mayoría de las especies (Bradbury, 1977; O'Farrel y Studier, 1973; Racey, 1982).

El principio del período de lactancia coincide con el inicio del período de lluvias, lo que trae como consecuencia que el destete se efectúe a más tardar en el mes de julio, durante la época más favorable del año en cuanto a condiciones climáticas.

4.7 Crecimiento y desarrollo.

Poco se sabe sobre los patrones de crecimiento y desarrollo que siguen los murciélagos; solo en menos del 3 % de las especies se ha tratado alguno de estos dos aspectos y la mayoría de los trabajos han sido elaborados con especies en cautiverio (Tuttle y Stevenson, 1982).

Los trabajos publicados muestran que existe una amplia variación en las tasas de crecimiento, tanto de antebrazo como de peso. Se han hecho planteamientos que consideran que las tasas de crecimiento son constantes a nivel específico, pero también hay otros que consideran que se dan como una respuesta adaptativa a diferentes ambientes.

Se ha observado una considerable variación inter- e intraespecífica en el tiempo en que los miembros de la familia vespertilionidae alcanzan la madurez sexual, para la mayoría de las especies del hemisferio norte se alcanza en menos de un año (Orr, 1970) y se desconoce el tiempo en que la alcanzan las especies subtropicales.

Las crias de *P. mexicanus* son altricias; al momento de nacer se encuentran completamente desnudas, con los ojos cerrados, con las orejas

bién desarrolladas pero dispuestas sobre los ojos; las alas y las patas están plegadas al cuerpo y presentan garras bien desarrolladas. El peso corporal alcanza el 24 % con respecto al peso corporal de la madre.

Las medidas somáticas de dos hembras a las pocas horas de nacidas fueron: longitud total 48, cola vertebral 18, pata 10, oreja 12 en una y 13 en otra, antebrazo 15.5 mm y un peso de 1.6 gr. En un macho fueron: longitud total 45, cola vertebral 18, pata 9, oreja 12 mm y un peso de 1.8 gr.

Un macho de un día de nacido tuvo de longitud total 50, de cola vertebral 20, 10 de pata, 11 de oreja, 17.3 mm de antebrazo y un peso de 2.2 gr Una hembra con una edad de aproximadamente seis días presentó una longitud total de 58, una cola vertebral de 24, 10 de pata, 18 de oreja, 25 mm de antebrazo y 3.2 gr de peso.

Los datos anteriores parecen indicar que el dimorfismo sexual en esta especie se establece durante la gestación puesto que al momento de nacer las hembras son más grandes que los machos. P. townsendii no presenta diferencias significativas entre los sexos al nacimiento (Pearson, et al., 1952).

También contrasta en comparación con P. townsendii, que las crías de P. mexicanus son más pequeñas al nacimiento y que presentan una tasa de desarrollo postnatal más lenta y prolongada. En P. townsendii la talla del antebrazo y el peso promedio de las crías es de 16.6 mm y 2.4 gr y en P. mexicanus se registraron 15.5 mm y 1.7 gr La tasa de crecimiento en antebrazo, registrada para P. townsendii es de 1.2 mm al día y permanece más o menos constante alcanzando medidas semejantes a las de

bién desarrolladas pero dispuestas sobre los ojos; las alas y las patas están plegadas al cuerpo y presentan garras bien desarrolladas. El peso corporal alcanza el 24 % con respecto al peso corporal de la madre.

Las medidas somáticas de dos hembras a las pocas horas de nacidas fueron: longitud total 48, cola vertebral 18, pata 10, oreja 12 en una y 13 en otra, antebrazo 15.5 mm y un peso de 1.6 gr. En un macho fueron: longitud total 45, cola vertebral 18, pata 9, oreja 12 mm y un peso de 1.8 gr.

Un macho de un día de nacido tuvo de longitud total 50, de cola vertebral 20, 10 de pata, 11 de oreja, 17.3 mm de antebrazo y un peso de 2.2 gr Una hembra con una edad de aproximadamente seis días presentó una longitud total de 58, una cola vertebral de 24, 10 de pata, 18 de oreja, 25 mm de antebrazo y 3.2 gr de peso.

Los datos anteriores parecen indicar que el dimorfismo sexual en esta especie se establece durante la gestación puesto que al momento de nacer las hembras son más grandes que los machos. P. townsendii no presenta diferencias significativas entre los sexos al nacimiento (Pearson, et al., 1952).

También contrasta en comparación con P. townsendii, que las crías de P. mexicanus son más pequeñas al nacimiento y que presentan una tasa de desarrollo postnatal más lenta y prolongada. En P. townsendii la talla del antebrazo y el peso promedio de las crías es de 16.6 mm y 2.4 gr y en P. mexicanus se registraron 15.5 mm y 1.7 gr La tasa de crecimiento en antebrazo, registrada para P. townsendii es de 1.2 mm al día y permanece más o menos constante alcanzando medidas semejantes a las de

los adultos al mes y medio de edad (Pearson, et al., 1952); mientras que la tasa promedio de crecimiento en antebrazo para P. mexicanus es de 0.9 mm, durante el primer mes, desciende a 0.7 mm por día durante el segundo, a 0.2 mm durante el tercero y a 0.1 mm para el cuarto y alcanzan la talla de los adultos hasta el tercero o cuarto mes (Fig. 17).

Como se menciona anteriormente, al momento de nacer las hembras son más grandes que los machos, lo cual también se pone en evidencia al analizar la totalidad de las crías manipuladas a lo largo del estudio y que es estadísticamente significativo ($t = -4.121$ $p = 0.0001$). Además, al analizar el desarrollo del antebrazo (Fig. 17) y el del peso corporal (Fig. 18) se puede observar que con posterioridad al nacimiento se da una tasa de crecimiento diferencial entre los sexos lo cual acrecienta el dimorfismo sexual.

El análisis del peso y antebrazo de las crías también pone de manifiesto que el peso se incrementa en forma paulatina siguiendo un patrón lineal alcanzando el peso del adulto a los cuatro meses mientras que el antebrazo presenta un crecimiento muy acelerado durante el primer mes disminuyendo considerablemente durante el segundo y alcanza casi la talla del adulto a los tres meses.

4.8 Madurez sexual.

La madurez sexual de la mayoría de las hembras se alcanza durante su primer año de vida, aproximadamente a los 4 ó 5 meses después del

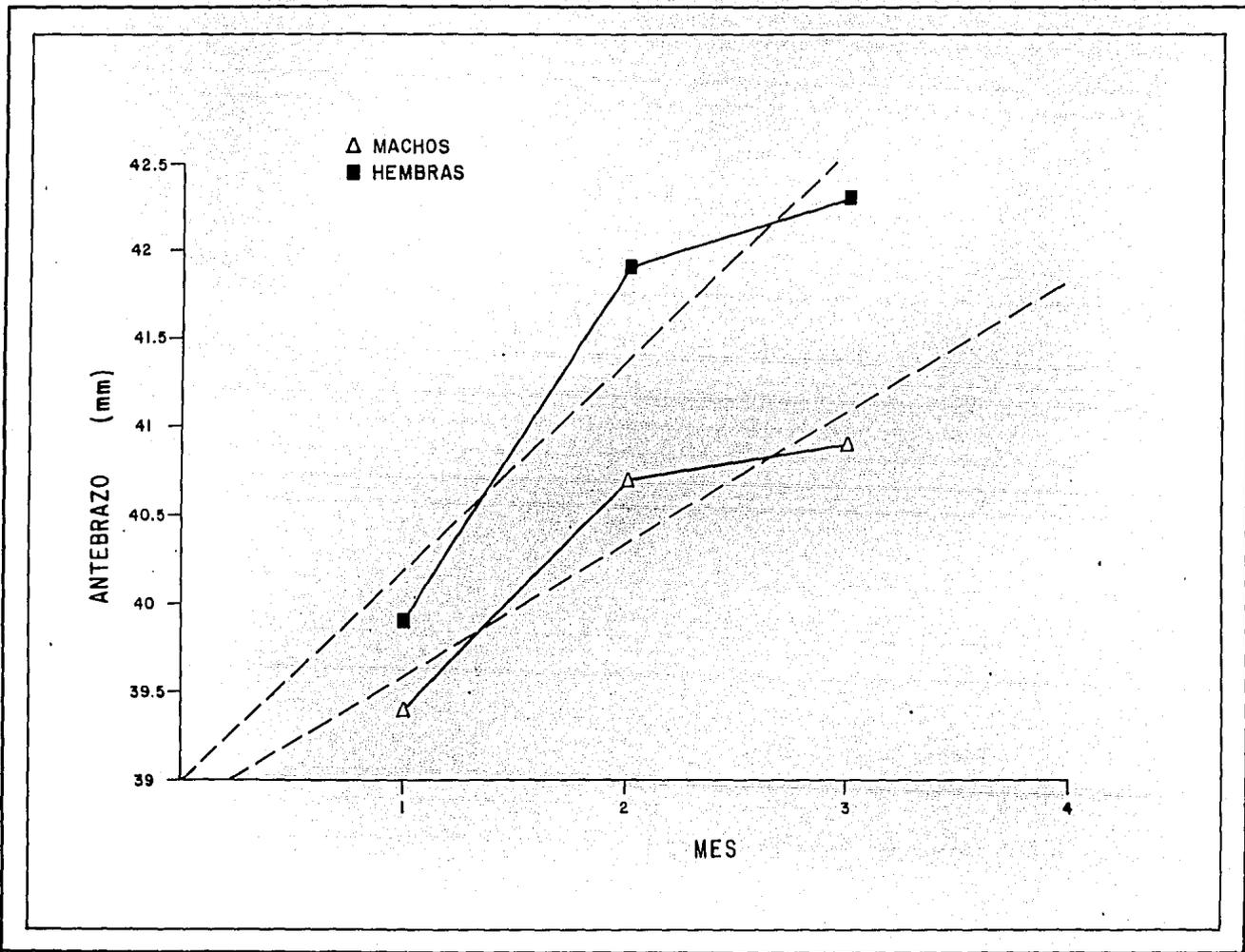


Fig. 17.- Desarrollo del antebrazo en crías de *P. mexicanus* (valores promedio 1982 - 85). La línea punteada (regresión lineal) corresponde a la tasa de crecimiento.

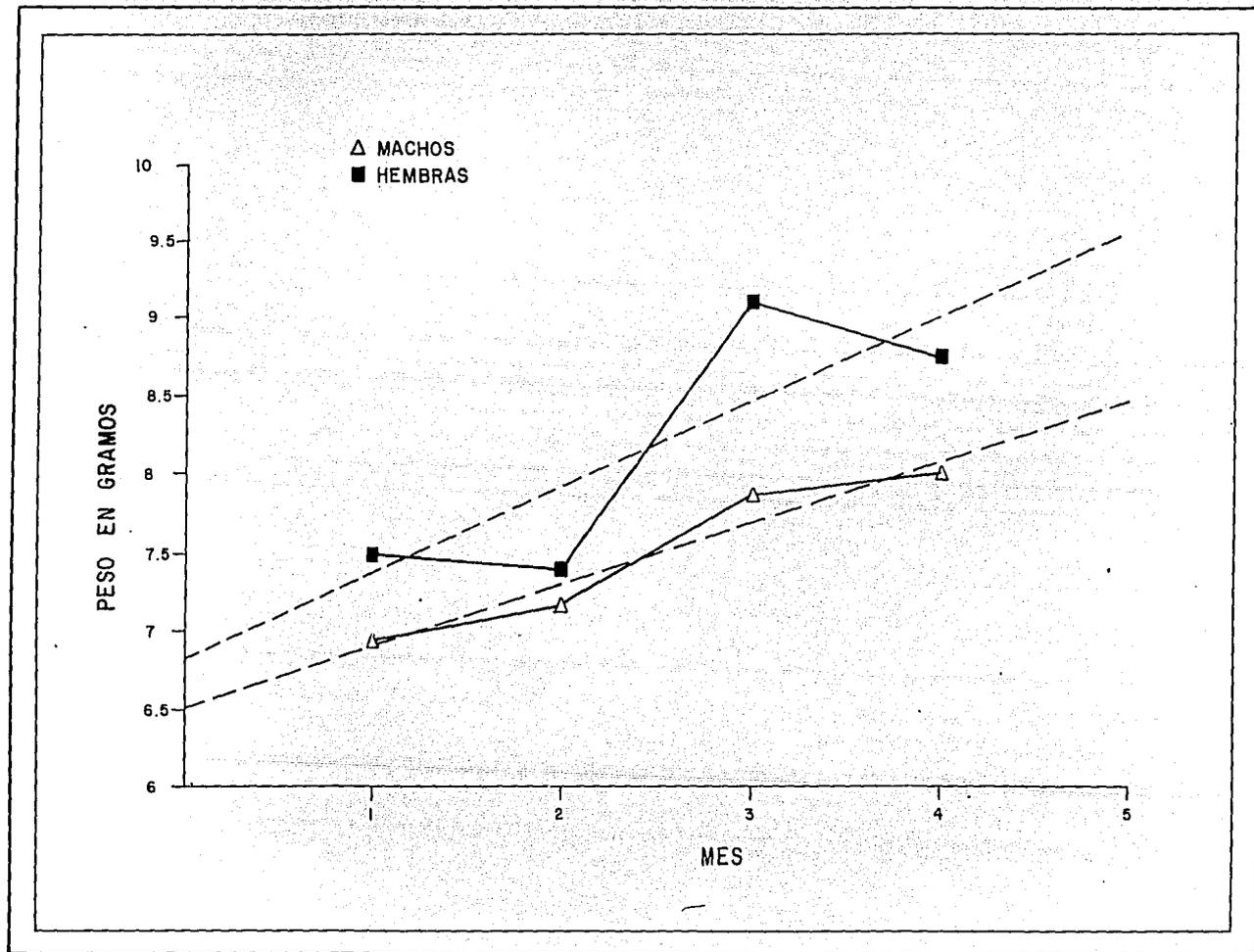


Fig. 18.- Desarrollo del peso corporal en crías de *P. mexicanus* (valores promedio 1982 - 85). La línea punteada (regresión lineal) corresponde a la tasa de incremento.

destete y antes de pasar su primer invierno. Los datos de campo muestran que las hembras bandadas durante los primeros días de edad al ser recapturadas en los meses de febrero y marzo presentaban evidencias externas de preñez, lo que implica que habían alcanzando la madurez sexual a más tardar para el mes de diciembre cuando debieron ser copuladas.

Cortes histológicos realizados en hembras jóvenes revelan la presencia de folículos maduros a mediados del mes de octubre y de cuerpos lúteos a fines de noviembre.

A diferencia de las hembras, la madurez sexual en la mayoría de los machos es probable que se alcance hasta el segundo año de vida.

Solamente en algunos machos jóvenes se presentaron testículos escrotados durante su primer año de vida, pero los cortes histológicos realizados en dos de estos individuos revelan que los túbulos seminíferos permanecieron inactivos hasta el mes de diciembre y presentaban además una gran cantidad de tejido intersticial, ambas características de un estado de inmadurez reproductiva.

Por el escaso número de individuos analizados, los datos anteriores no son estadísticamente significativos, solo revelan que algunos individuos no alcanzan la madurez sexual durante el primer año y no invalidan la posibilidad de que los machos que nacen muy al principio del período de partos alcancen la madurez sexual durante el primer año. En otras especies de Plecotus los machos alcanzan la madurez sexual durante el primer año (P. townsendi, Pearson, et al., 1952); sobre todo si su condición corporal es óptima, como se ha observado en P. auritus

(Speakman y Racey, 1986).

El período en el cual las hembras alcanzan la madurez sexual coincide con el registrado para P. townsendii (Pearson, et al., 1952). No así con el de P. auritus que es de 16 meses (Stebbing, 1966).

En el caso de los machos, concuerda con P. rafinesquii (Jones y Suttkus, 1975) y con la generalidad de P. townsendii (Pearson, et al., 1952).

5.- Dinámica del peso corporal.

5.1 Individual.

Se registró el peso para 704 hembras adultas no preñadas, el cual osciló entre 5.1 y 10.7 gr estando la media en 8.9 gr. Si se considera a las 260 hembras preñadas el peso máximo alcanzado fue de 16.5 con una media de 9.5 gr.

El valor mínimo en el peso de las hembras se presentó después de haber parido y esta por debajo de los 6.0 gr Si se eliminan los pesos postpartum el peso mínimo de las hembras es de 6.5 gr.

En el caso de los machos el peso se registró para 592 individuos y varió entre 5.0 y 12.0 gr presentando una media de 7.9 gr.

Un análisis para 40 hembras jóvenes capturadas entre abril y noviembre de 1984 muestra que el peso varió entre 6.0 y 9.5 gr estando la media en los 8.4 gr En el mismo período 72 machos jóvenes presentaron pesos que variaron entre 6.0 y 8.5 gr con una media de 7.5 gr.

El peso de las hembras fue siempre superior al de los machos, en los adultos las hembras superaron a los machos por 1.0 gr y en los jóvenes por un valor muy semejante que fue de 0.9 gr.

Otra variación importante se observó en el peso de las hembras con posterioridad al parto, pues en algunos casos éste decae por debajo de los 6.0 gr.

Al hacer un análisis del peso para los individuos con mayor número de recapturas (Fig. 19) se puede observar que en general tienden a

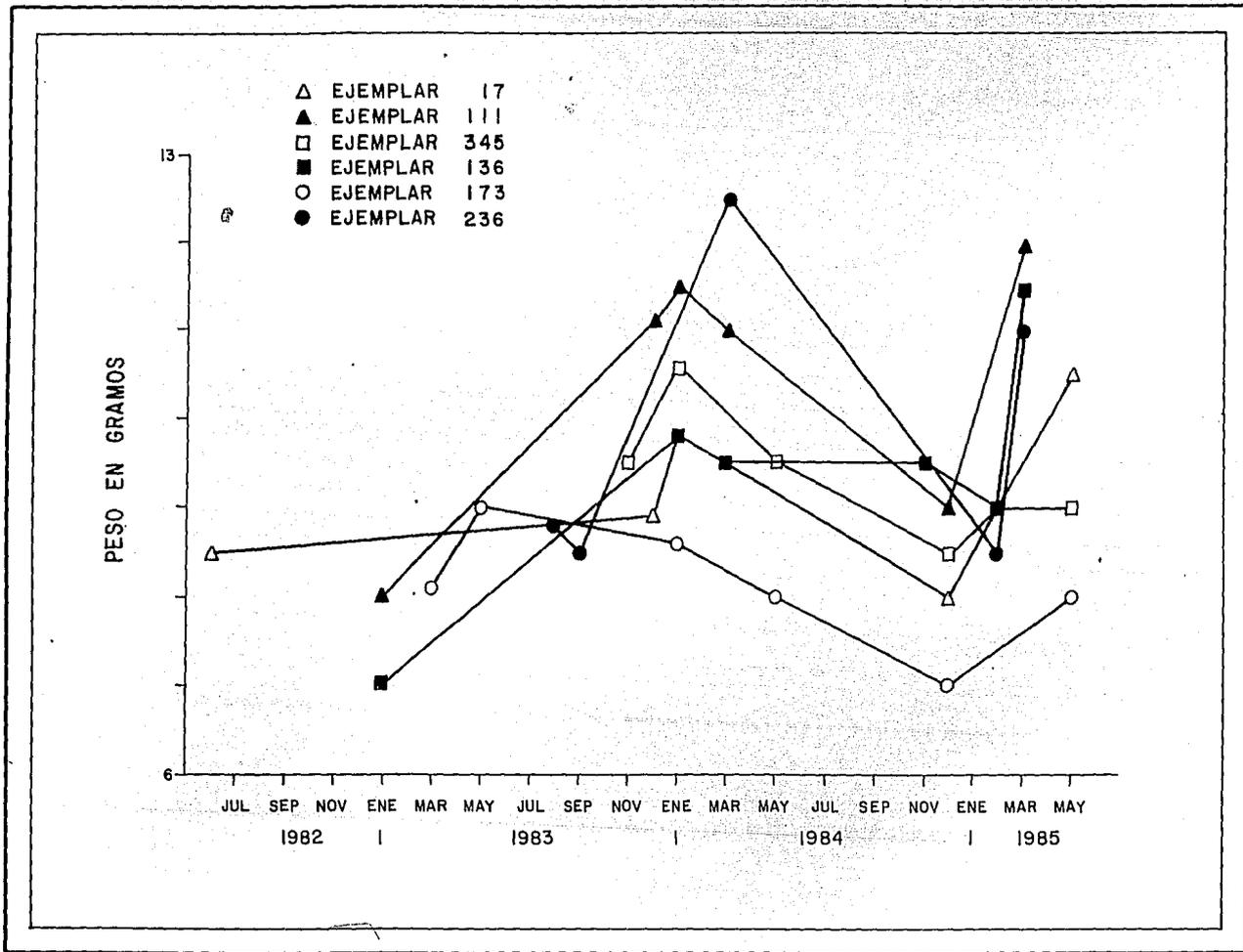


Fig. 19.- Variación individual del peso a lo largo del estudio. Los datos corresponden a individuos adultos que acumularon seis recapturas.

comportarse de forma muy semejante coincidiendo tanto en los períodos de incremento como en los de pérdida.

Si se analiza en forma particularizada a un individuo, se puede observar que existen variaciones muy notables en la dinámica del peso corporal. El ejemplar bandado con el número 111 presentó en su primera captura un peso de 8.0 gr, once meses después su peso era de 11.1 gr y un mes más tarde, o sea al año exacto de su primer captura, su peso era de 11.5 gr. Once meses más tarde presentó 9.0 gr y al mes siguiente 12.0 gr. Este individuo ganó el 38.75 % de peso en un año, once meses después había perdido el 21.7 % y un mes más tarde ganó 33.3 % de peso. Una situación muy semejante se observó en el ejemplar 136.

La variación más amplia en el peso la presentó un ejemplar que en septiembre de 1983 tenía un peso de 8.5 gr, en marzo de 1984 su peso fue de 12.5 y en febrero de 1985 regresó a 8.5 gr. Estas variaciones de 4.0 gr son la mayor pérdida o ganancia neta registrada, sin embargo corresponde únicamente al 32 % del peso corporal. La mayor ganancia en porcentaje fue el 38.75 % del ejemplar 111.

Los datos anteriores ponen de manifiesto lo susceptible de la especie a los factores ambientales pues se observan pérdidas muy acusadas en los períodos críticos así como ganancias muy espectaculares en breves períodos de tiempo.

Al comparar los resultados obtenidos con los datos publicados para otras especies de Plecotus vemos que P. mexicanus es la especie que pesa menos, ya que tanto P. auritus como P. austriacus la superan tanto en peso mínimo como en peso máximo (Stebbing, 1966; 1970; Krzanowski,

1961). En P. townsendii no existen datos equiparables, el peso máximo registrado previo a la hibernación es de 11.5 gr para los machos y de 13.5 gr para las hembras; los mínimos son de 5.0 gr y de 6.0 gr respectivamente (Humprey y Kunz, 1976).

Otro hecho que resulta interesante al comparar los pesos promedio de P. mexicanus con los de las especies del Viejo Mundo es que en las tres especies las hembras superan en 1.0 gr a los machos.

No se encontró en la literatura consultada referencia alguna a la considerable pérdida de peso con posterioridad al parto, hecho que se observó en algunas hembras de P. mexicanus y que puede estar asociado al costo que representa el tener el periodo de gestación en la época más fría y seca del año.

La amplia variación en el peso de un año a otro no es exclusiva de P. mexicanus, Krazanowski (1961) a registrado amplias diferencias en el peso de un mismo individuo en fechas similares de años diferentes para otras especies de vespertiliónidos, incluyendo P. auritus, diferencias que son equiparables a las observadas en P. mexicanus; sin embargo si se comparan con las que presenta este mismo autor para P. auritus son considerablemente más marcadas en P. mexicanus.

5.2 Poblacional.

El análisis de la dinámica del peso promedio de la población a lo largo de un ciclo anual (Figura 20) muestra que salvo ligeras variaciones, ambos sexos tienen un comportamiento similar.

A partir del mes de enero se observa un incremento hasta alcanzar el peso máximo que es de 10.2 y 8.6 gr en hembras y machos respectivamente.

Para los meses de abril y mayo se observa un marcado descenso causado principalmente por el aporte de las crías a la población; a medida que las crías van creciendo el peso se incrementa hasta alcanzar en los meses de junio y julio lo que podemos considerar como peso promedio (9.4 gr en hembras y 8.6 gr en machos).

De julio a octubre en el caso de las hembras y de agosto a septiembre en los machos se observa un descenso de 1.2 gr en ambos sexos; posteriormente hembras y machos tienden a ganar peso alcanzando previo al invierno 8.8 y 8.1 gr respectivamente. Ambos sexos vuelven a presentar una acusada pérdida durante diciembre, mes en el cual se registran los pesos promedio mínimos en el año y que alcanzan valores de 8.0 y 7.1 gr.

Esta dinámica esta relacionada con factores tales como preñez, partos, lactancia, disponibilidad de alimento, temperatura y periodo de lluvias.

El incremento en peso en el mes de marzo esta asociado con el inicio de la primavera, periodo en el cual se da un aumento en la temperatura y por consiguiente una mayor disponibilidad del alimento, asimismo, en las hembras esta asociado al periodo de preñez.

La ganancia para el mes de junio es consecuencia del incremento en peso por parte de las crías; asimismo, esta relacionado con el inicio del periodo de lluvias, con las temperaturas más favorables y consecuentemente con una mayor disponibilidad del alimento tanto para

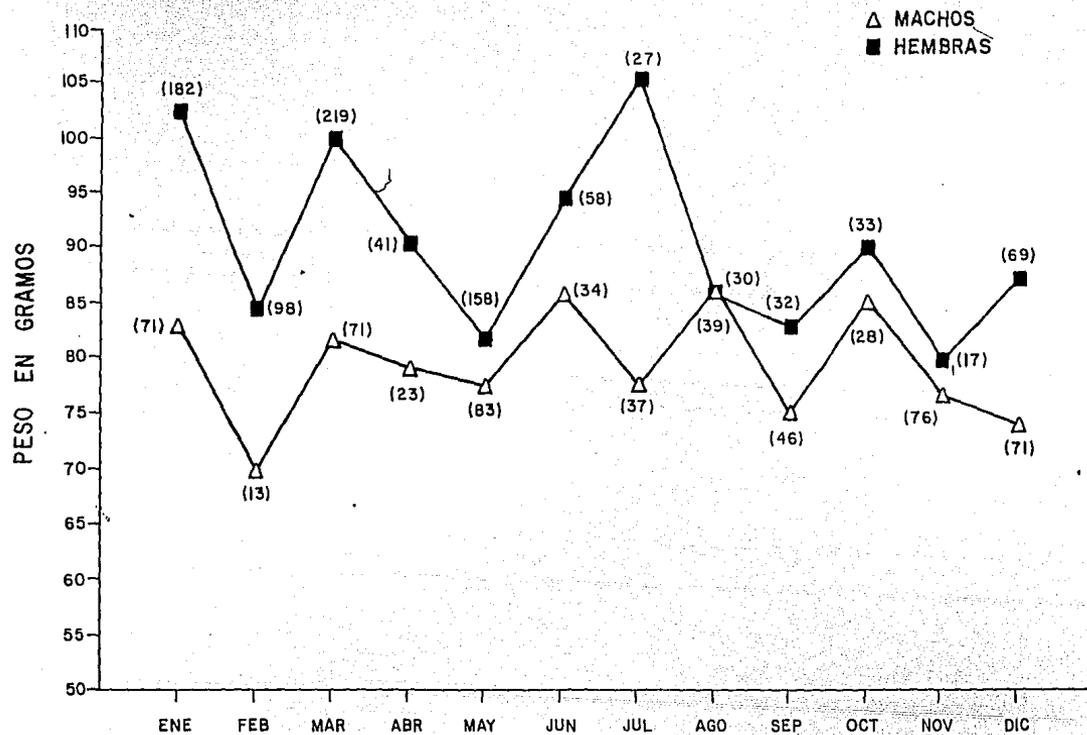


Fig. 20.- Variación del peso en *P. mexicanus* (valores promedio 1982-85). Se excluyen crías y hembras preñadas. El

los adultos como para las crías que ya fueron destetadas.

La pérdida de peso durante el verano es difícil de explicar, probablemente se deba al hecho de que en el refugio permanecen solamente algunos individuos jóvenes, que nacieron tardíamente, que además de pesar menos podrían ser más susceptibles a los factores ambientales; el verano en el área de estudio es la época con mayor aporte de lluvias y también presenta un ligero descenso en la temperatura.

La ganancia en peso preinvernal está asociada fundamentalmente a lo favorable de las condiciones ambientales mientras que la pérdida en diciembre coincide con la época en la que los rigores ambientales son más fuertes, sobre todo por el hecho de que la temperatura disminuye considerablemente.

Además de lo anterior, también se pudo observar una marcada caída del peso corporal durante el mes de febrero, mes en el cual se presentan la temperatura y precipitación más bajas así como los vientos más fuertes del año.

Asimismo, se observó que la pérdida de peso durante abril y mayo también se hace extensiva a los machos y a las hembras no preñadas; en el caso de estas últimas, esta asociada con la baja del peso con posterioridad al parto, puesto que dichas hembras no fueron excluidas en este análisis pero en el caso de los machos no es posible encontrar alguna explicación.

En términos generales se puede considerar un ligero incremento en el peso entre los meses de abril a agosto (Fig. 20) lo cual es un reflejo de lo favorable de las condiciones ambientales que se dan durante el

verano en el área de estudio.

Al comparar la dinámica del peso corporal de P. mexicanus con la reportada para P. auritus y P. austriacus (Krzanowski, 1961; Stebbings, 1966; 1970) se observa que las tres especies se comportan de manera semejante y que las pocas diferencias existentes se deben principalmente a un efecto diferencial por parte de los factores ambientales a que están sujetas.

Las tres especies presentan una ganancia muy rápida en el peso corporal previo al invierno y alcanzan un peso cercano al máximo. Durante el invierno las tres especies registran una disminución en el peso, pero al ser el periodo invernal más crudo y más largo sobre P. auritus y P. austriacus la pérdida de peso corporal se prolonga hasta el mes de abril mientras que en P. mexicanus solo alcanza hasta el mes de febrero. Posteriormente se observa en las tres un ligero incremento del peso corporal entre abril y mayo y una caída del mismo para septiembre. Esta dinámica del peso tan similar resalta la alta sensibilidad que poseen las especies del género Plecotus hacia los diferentes factores bióticos y ambientales.

5.3 Crias y jóvenes.

Al nacimiento existen marcadas diferencias entre los sexos al respecto del peso corporal, siendo las hembras más pesadas que los machos. La dinámica del peso muestra que con posterioridad al nacimiento (Fig. 18) se da una tasa de incremento diferencial entre los sexos,

creciendo más rápidamente y en mayor proporción las hembras, lo que aunado al desarrollo del antebrazo trae como consecuencia que aproximadamente a los cuatro meses de haber nacido se presente un marcado dimorfismo sexual.

El peso en las crías se incrementa en forma lineal y paulatina alcanzando un valor semejante al del adulto hasta los cuatro meses (Fig. 18). Ya como juvenes, se observa que hay una ganancia en el peso corporal hasta el mes de agosto a partir del cual tiende a estabilizarse hasta poco antes del periodo invernal.

Los datos que se tienen muestran que los juvenes de ambos sexos se comportan en forma similar (Fig. 21), sin embargo en las hembras parece darse con anterioridad la ganancia en el peso corporal previa al periodo invernal.

Son escasos los datos que se tienen sobre el peso corporal de las crías y juvenes de las otras especies del género Plecotus, Pearson, et al. (1952) mencionan el peso de las crías al nacimiento y Stebbings (1966) cita que los juvenes entre agosto y octubre tienen un peso menor a 8.25 gr en las hembras y menor a 7.30 gr en los machos y en la primavera siguiente las hembras pesan 7.00 y los machos 6.30.

5.4 periodo invernal.

Al analizar el peso corporal durante los meses invernales (Noviembre - Febrero) se observa que además de un comportamiento diferente entre los sexos también hay diferencias entre juvenes y adultos.

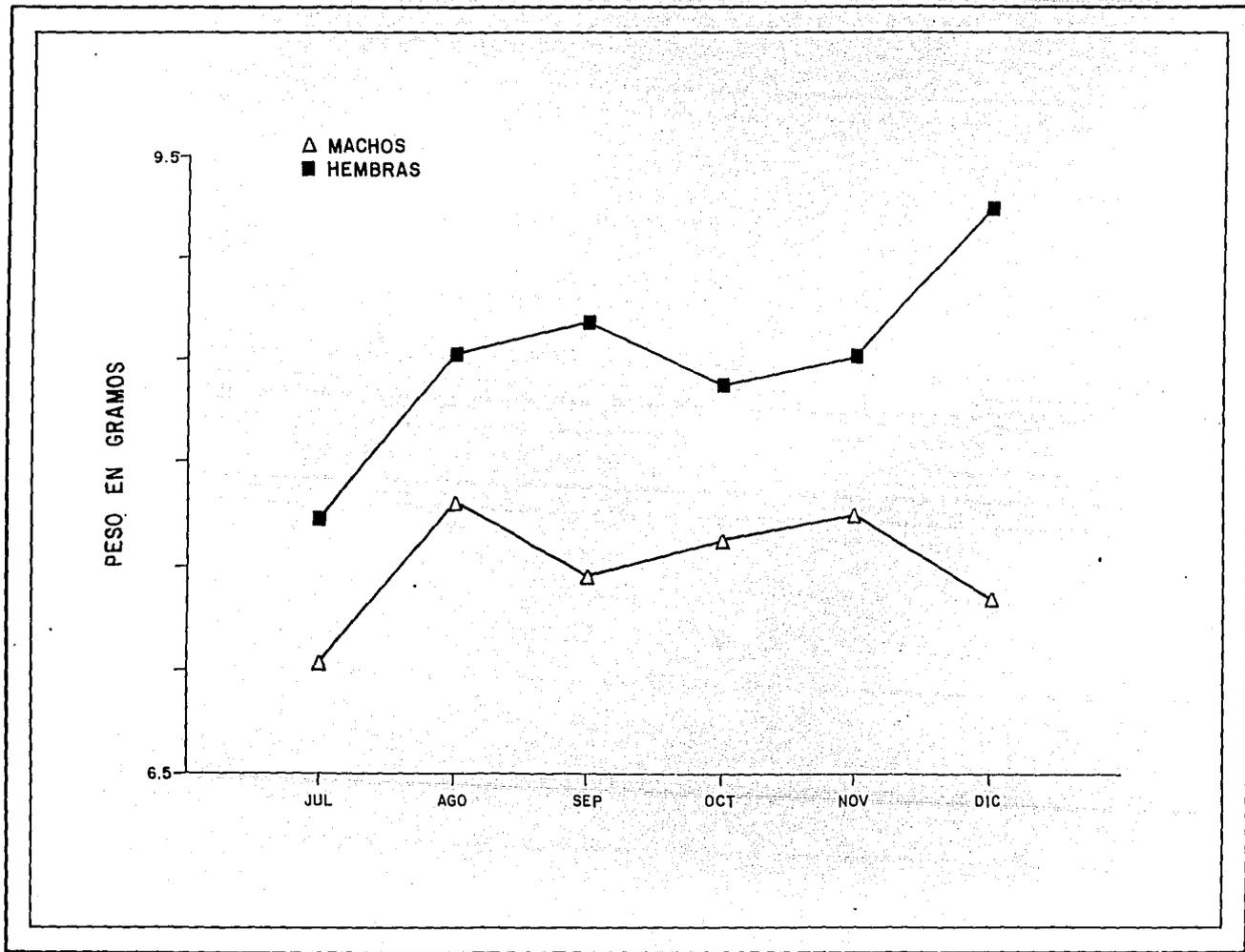


Fig. 21.- Variación del peso en juveniles de *P. mexicanus* (valores promedio 1982 - 85)

En los adultos el peso de los machos tiende a permanecer más o menos estable durante los dos primeros meses, para el tercer mes se observa una ganancia de 0.8 gr con respecto al mes anterior (Fig. 22). En el caso de las hembras el incremento en el peso corporal parece iniciarse antes ya que para el segundo mes se observa una ganancia de 1.2 gr con respecto al mes anterior y para el mes siguiente el peso se incrementa en 1.5 gr más (Fig. 22).

Al final del invierno se observa que ambos sexos pierden peso, en el caso de los machos se observa una pérdida de 1.27 gr lo que equivale al 15.3 % con una tasa diaria de pérdida de 0.04 gr. Las hembras pierden en promedio 1.8 gr, o sea el 17.6 % del peso corporal y a una tasa de 0.06 gr diarios.

Como puede observarse por los resultados obtenidos los machos mantienen un peso más o menos estable durante el período invernal pero al final presentan una pérdida muy acusada; a diferencia, las hembras tienden a ganar bastante peso al inicio para posteriormente perder una gran parte de él pero al final resultan con una ligera ganancia. Las causas de estas diferencias pueden radicar en el dimorfismo sexual, en una alimentación diferencial, en efectos de la condición reproductora o muy probablemente en una combinación de estos tres aspectos.

Esta dinámica del peso invernal difiere con la reportada para otras especies del género Plecotus; en el caso de P. townsendii se ha registrado durante la hibernación una pérdida de peso que sigue un patrón lineal ocurriendo la mayor parte de la pérdida durante la primera mitad del período invernal (Humphrey y Kunz, 1976). En P. mexicanus no

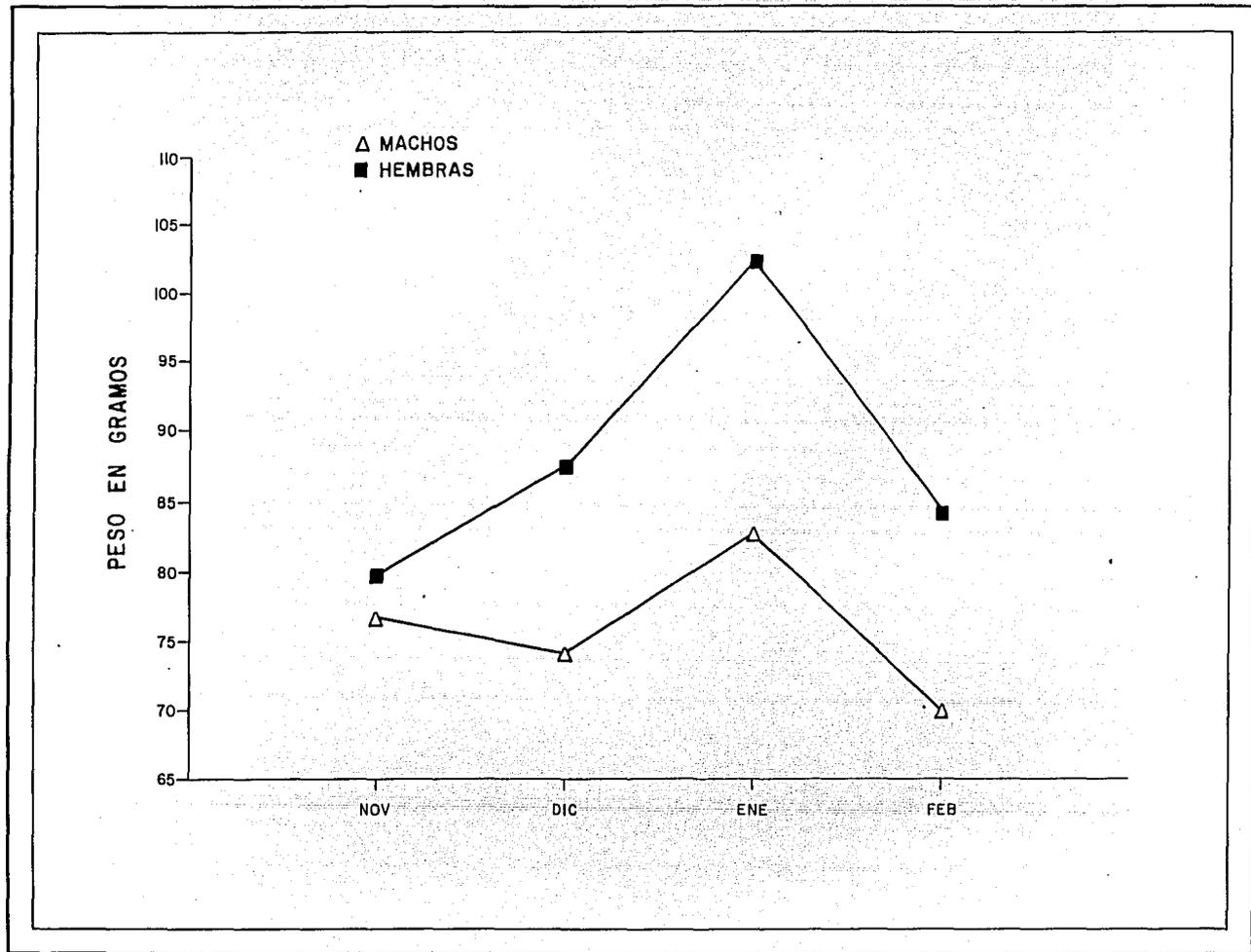


Fig. 22.- Variación del peso en adultos durante el invierno (valores promedio 1982 - 1985)

existe un patrón lineal y la pérdida se presenta al final.

Los datos obtenidos muestran que a fines del periodo invernal la diferencia en peso existente entre los sexos se acentúa más, al igual que lo que sucede en P. auritus y P. austriacus (Stebbing, 1970).

A diferencia de lo que sucedió en otras especies, en P. mexicanus solamente en los machos se registra una pérdida de peso durante el periodo invernal y que equivale al 10.8 %. Este porcentaje es pequeño en comparación con el 55.2 % que presenta P. townsendii (Humphrey y Kunz, 1976), con el 27.0 % de P. auritus (Krzanowski, 1961) y el 29.0 % de P. austriacus (Stebbing, 1970) así como con el 25.0 % estimado para la generalidad de las especies de murciélagos hibernantes (Davis, 1970). Las tasas diarias de pérdida de P. mexicanus caen dentro de las más pequeñas que se han registrado.

Las hembras de P. mexicanus resultan al final del invierno con una ligera ganancia en el peso corporal lo que implica que probablemente estén mejor preparadas que los machos para hacer frente a este periodo crítico, Krzanowski (1961) también registra incrementos en el peso durante el periodo invernal en varias especies, incluyendo ejemplares de ambos sexos de P. auritus, pero lo atribuye a que probablemente estos ejemplares tenían más agua acumulada en el pelo o a que habían comido recientemente, criterios que no son aplicables a P. mexicanus. Independientemente de la causa, este incremento en peso registrado para P. mexicanus resulta muy ventajoso para enfrentar el periodo de preñez.

Si analizamos a los jóvenes en forma similar (Fig. 23) se observa que al inicio las hembras tienen un peso superior al de las hembras

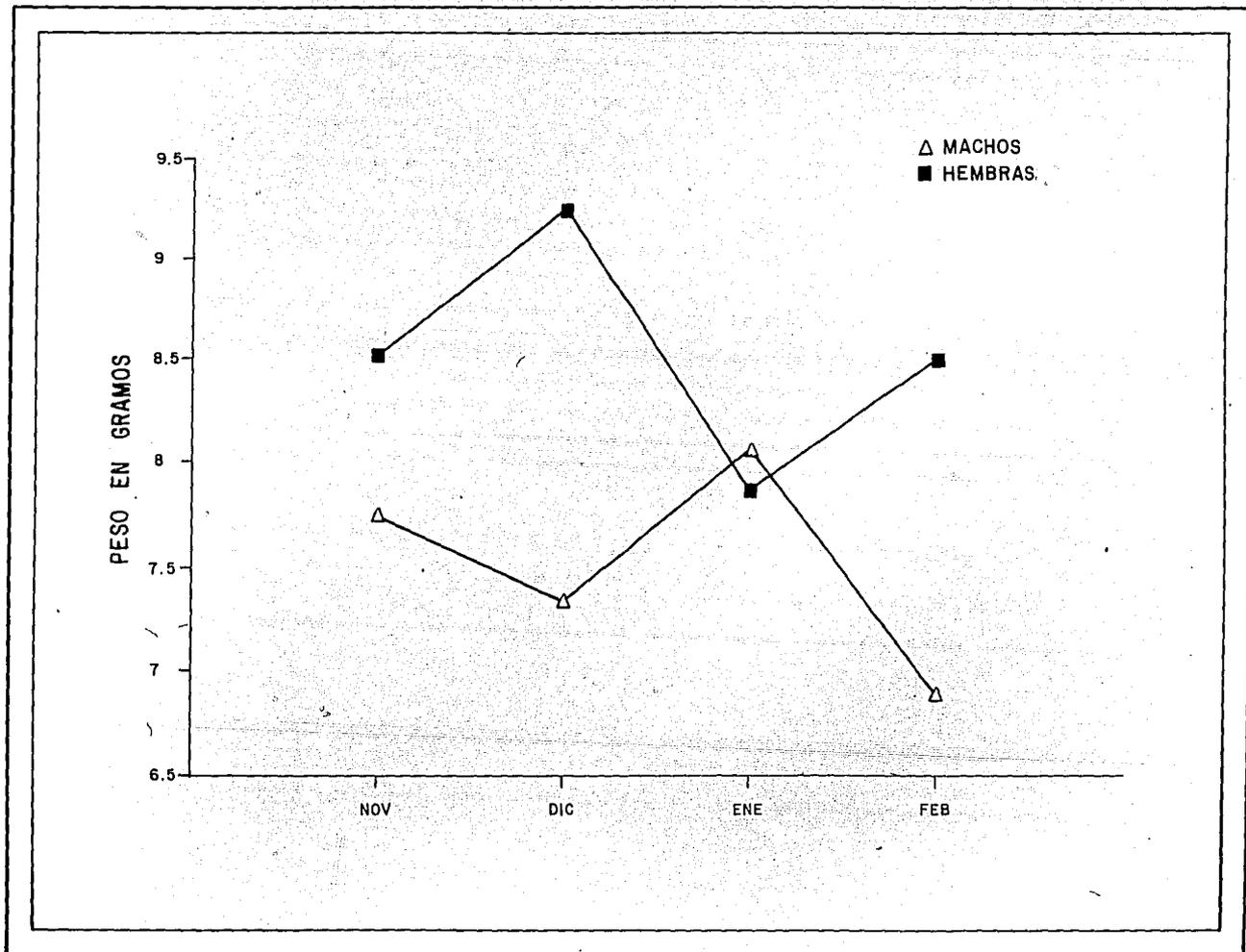


Fig. 23.- Variación del peso en juveniles durante el invierno (valores promedio 1982 - 1985)

adultas pero a diferencia de éstas son incapaces de continuar incrementando su peso ya que para el tercer mes tienen una pérdida de 1.38 gr que equivale al 14.5 % con una tasa de pérdida de 0.04 gr/día. Para el cuarto mes ganan 0.6 gr con lo cual termina el periodo invernal con un peso semejante al del inicio y semejante al que presentan las hembras adultas al final de este periodo.

En el caso de los machos jóvenes el peso durante el periodo invernal se comporta en forma semejante al de los adultos aunque al inicio tienen un peso mayor y al final tienen una pérdida más acusada que en este caso fue de 1.16 gr, 14.4 % con respecto al mes anterior, teniendo una tasa de pérdida de 0.03 gr/día; resultando al final del periodo invernal con una pérdida de 0.8 gr equivalente a 10.85 % con respecto al peso inicial y con un peso ligeramente por debajo del de los adultos.

Los datos anteriores muestran que al inicio del periodo invernal los jóvenes llegan con un peso mayor que los adultos lo que les ayuda a poder soportar el invierno pues al final del mismo jóvenes y adultos terminan con pesos muy similares.

El comportamiento del peso en los jóvenes difiere del de los adultos, en ambos sexos se observa una ligera tendencia a la pérdida del peso siendo mucho más acusada entre los machos lo cual incluso podría ser una de las causas de la alta mortalidad que presentan los machos sobre todo durante el primer año de vida.

También al igual que lo que sucede con P. auritus (Stebbing, 1966), los jóvenes de P. mexicanus parecen ser los más afectados por el periodo invernal a pesar de perder menos en proporción.

6.- Alimentación.

Si bien el aspecto de la alimentación no se abordó en forma específica durante este estudio, se cuenta con datos y observaciones que nos permiten tener un conocimiento general y así entender mejor la relaciones que tiene *P. mexicanus* con su ambiente.

Se realizaron disecciones a 130 individuos (56 machos y 74 hembras) de los cuales se extrajo y preservó el tubo digestivo para la búsqueda de endoparásitos; durante el análisis de estos tractos se pudo observar que esta especie se alimenta fundamentalmente de microlepidópteros y aunque no se realizó un análisis cuantitativo a este respecto, sí se observó que cerca del 100 % de la dieta lo constituye este elemento ya que solamente en dos contenidos estomacales se presentaron en forma conspicua restos de patas de otros artrópodos y que no alcanzaban a formar ni siquiera el 1 % del contenido estomacal total.

Un hecho muy notorio al respecto de la alimentación de este murciélago es que durante las visitas realizadas al final de la época en la que está presente la colonia de maternidad (mayo y junio), se observó gran cantidad de alas de microlepidópteros esparcidos en el piso del túnel principal y sobre el agua del túnel de maternidad, abarcando casi toda la longitud de ambos refugios, encontrándose en forma más abundante desde la entrada hasta el lugar que generalmente ocupa la colonia de maternidad.

Un muestreo realizado en mayo de 1983 sobre un metro cuadrado elegido al azar en el túnel principal, arrojó un total de 185 de éstas

alas, mismas que fueron colectadas y llevadas al Instituto de Biología de la UNAM donde se determinó que pertenecían a las familias Noctuidae, Pyralidae, Arctiidae y Geometridae, en ese orden de prioridad por la abundancia relativa de las mismas.

Es un hecho común en los vespertiliónidos que se alimentan principalmente de lepidópteros el quitar las alas y antenas de sus presas (Fenton, 1974; Krauss, 1977).

Las alas de mariposas esparcidas en el piso de los refugios probablemente representen el hecho de la inhabilidad de las crías para alimentarse en vuelo, lo que implicaría que estas capturan a sus presas en las inmediaciones del refugio y que tengan que llevarlas hasta sus perchas en el interior del mismo para poderlas ingerir o bien que las madres lleven a sus crías los microlepidópteros para que inicien el cambio de la dieta. Por desgracia no se tienen observaciones al respecto.

La dieta de P. townsendii ha sido documentada por Ross (1967), Tipton et al. (1986) y Whitaker et al. (1977, 1981); la de P. auritus y P. austriacus por Bauerova (1982), Roer (1969), Swift y Racey (1983) y Walhoud y Hoegh-Guldberg (1984); en todos los casos se ha observado como elemento principal, abarcando entre el 77 y 100 % de la dieta los lepidópteros y dentro de éstos principalmente las mariposas nocturnas pertenecientes a la familia Noctuide. Si consideramos como representativos de la dieta de P. mexicanus las alas encontradas tenemos que este murciélago sigue el mismo patrón alimenticio de sus congéneres.

La alimentación de P. mexicanus coincide en gran manera con la de P.

austriacus donde además de la familia Noctuidae, los individuos de las familias Arctiidae y Geometridae representan una parte importante de la dieta.

En julio de 1983 se capturó un ejemplar que tenía el estómago completamente lleno de restos de lepidópteros, el contenido estomacal pesó 0.85 gr cantidad por demás considerable tomando en cuenta que representa el 9.0 % del peso corporal.

No se pudo apreciar que existiera una estacionalidad alimentaria, no obstante lo anterior es difícil pensar que no exista una variación estacional en la dieta, misma que puede darse inclusive dentro de las familias o especies de microlepidópteros que se encuentran disponibles a lo largo del año.

Se ha sugerido que tanto P. auritus como P. austriacus pueden alimentarse de mariposas en estado de diapausa durante el invierno capturándolas sobre las ramas en las que estas se encuentran (Daan, 1973; Roer, 1969).

En los análisis de contenido estomacal ocasionalmente se encontraron otros elementos que debido al monto y condiciones de los mismos se considera que no forman parte de la dieta normal de este murciélago. Se encontraron pelo, ácaros, algas, restos de ramitas y fibras sintéticas. De todos estos elementos la presencia de pelo fue la mas común pues estuvo presente en el 17.7 % de los ejemplares analizados; las fibras sintéticas se presentaron en el 11.5 % ; los ácaros se observaron en cuatro individuos, los restos de ramas en tres y la presencia de algas en un sólo ejemplar.

La presencia de pelo en el contenido estomacal parece ser común entre las especies de Plecotus, en P. townsendii se ha sugerido que se debe a su ingestión al tratar de quitarse los ectoparásitos, principalmente los estréblidos, o bien que se ingiere durante el consumo de éstos como fuente de alimento al despertar durante la hibernación (Sprague, 1938). En el caso de P. mexicanus es probable que tanto el pelo como los ácaros se hayan ingerido durante las actividades de acicalamiento propias de la especie, pues ambos elementos están presentes indistintamente de la época del año y además a veces se encontraron junto con restos de lepidópteros.

La ingestión de las ramas, por el bajo número de individuos que la presenta, parece ser accidental y probablemente se debe a que esta especie tiene la capacidad de capturar las presas que están posadas sobre éstas.

La presencia de algas también es accidental y el único organismo que las presentó probablemente acababa de ingerir agua en los charcos o depósitos de las inmediaciones.

Las fibras sintéticas casi seguro son ingeridas al tomar agua, en algunos casos se presentan en cantidad considerable tanto en el estómago como en el intestino en un mismo individuo y se pudo observar que están presentes incluso después de tener a los ejemplares dos días en cautiverio, lo que pone de manifiesto la dificultad que presentan para ser pasadas por el tracto digestivo.

7.- Relaciones.

7.1 Parasitismo.

Dentro de los estudios que se han realizado sobre murciélagos son muy escasos los trabajos que abordan el parasitismo y cuando lo hacen por lo general se limitan a registrar la incidencia de los parásitos sobre el huésped; más escasos aún son los trabajos que registran la dinámica del parasitismo y los factores que la afectan.

Se ha propuesto que las especies coloniales son más parasitadas que las solitarias (Krutzsch, 1955) y que dentro de las primeras los juveniles más que los adultos (Stebbins, 1966); sin embargo, hasta la fecha poco son los aportes en este sentido para permitir desechar o corroborar algunas de estas ideas.

La distribución de los endoparásitos especialmente la de los endohelminthos, está gobernada fundamentalmente por aspectos climáticos, distribución de huéspedes intermediarios, hábitos alimenticios del huésped, edad evolutiva y disponibilidad de especies huésped (Ubelaker, et al., 1977) pero en la literatura consultada no se logró encontrar aporte alguno a este respecto.

El costo energético del parasitismo, generalmente se considera alto al tratarse de endoparásitos pero se minimiza al hablar de ectoparásitos, aunque en algunos casos puede ser muy alto ya que se ha reportado dentro de los murciélagos mortalidad de crías causada aparentemente por el ataque de los ectoparásitos (Tuttle y Stevenson,

1982).

Ecológicamente, el grupo mejor conocido de parásitos asociados con los murciélagos es el de los insectos ectoparásitos (Kunz, 1982) de los cuales se tiene un conocimiento fragmentario (Marshall, 1982). Sobre el resto de los ectoparásitos y sobre los endoparásitos poco se ha publicado.

En años recientes modelos matemáticos sugieren que aun en asociaciones estables los parásitos pueden estar regulando las poblaciones del huésped y que actúan en forma análoga a la depredación o limitación de recursos, construyendo el crecimiento de las poblaciones (Anderson, 1978; 1979; Anderson y May, 1978) pero hasta la fecha este aspecto no ha sido considerado en los diversos trabajos que abordan la dinámica de las poblaciones de quirópteros.

7.1.1 Ectoparásitos.

Al inicio del presente estudio 40 de los murciélagos que fueron atrapados en ambas localidades fueron examinados in situ para la búsqueda de ectoparásitos, así mismo, 11 ejemplares más fueron trasladados al laboratorio y sacrificados para poder realizar una búsqueda más minuciosa de los mismos. De este material se obtuvieron 419 artrópodos ectoparásitos que corresponden a dos especies de insectos y seis de ácaros, dos de estas últimas nuevas para la ciencia.

Los insectos fueron Trichobius corynorhini (Diptera: Streblidae) y Myodopsilla collinsi (Siphonaptera: Ischnopsyllidae).

Los ácaros fueron Macronyssus longisetosus y Macronyssus unidens (Mesostigmata: Macronyssidae), Spinturnix sp. nov. (Mesostigmata: Spinturnicidae), Pteracarus elegans y Acanthopthirus (Myotimyobia) sp. nov. (Prostigmata: Myobiidae) y Whartonia glenni (Prostigmata: Trombiculidae).

Aunque no se realizó una estimación cuantitativa se pudo observar que el número de ectoparásito presentes por organismo varió ampliamente, existiendo murciélagos que carecieron de ellos y otros que presentaban un número muy elevado de los mismos.

Los ectoparásitos que fueron encontrados con mayor frecuencia en P. mexicanus fueron Spinturnix sp. nov. (270 ejemplares), Macronyssus longisetosus (103 ejemplares) y Trichobius corynorhini (27 ejemplares). En el caso de Acanthopthirus (M.) sp. nov., P. elegans, M. unidens y W. glenni se obtuvieron ocho, dos, seis y dos ejemplares respectivamente. De Myodopsilla collinsi solamente se encontró un ejemplar.

La presencia de Spinturnix sp. nov. y T. corynorhini fue muy común en los murciélagos analizados a todo lo largo del estudio.

Con anterioridad al presente trabajo se tenía un conocimiento prácticamente nulo sobre los ectoparásitos de P. mexicanus, hecho que contrasta fuertemente con el grado de conocimiento que se tiene sobre los ectoparásitos de otras especies congénéricas, pues varios trabajos registran la presencia de ectoparásitos en otras especies del género Pleocotus, tanto para el Viejo Mundo como para Norteamérica (Beck, 1969; Bradshaw y Ross, 1961; Dalquest, 1947; Deunff, 1977; Dusbábek, 1969;

1973; Hoffmann, 1953; Jameson, 1959; Kristofik, 1982; Krutzch, 1955; Kunz, 1976; Kunz y Martin, 1982; Medvedev, et al., 1984; Radovsky, 1967; Reisen, et al., 1976; Ross, 1960; 1961; Rudnick, 1960; Smith, 1934; Stiles y Nolan, 1931; Turner, 1974; Whitaker y Easterla, 1974; 1975; Wilson, 1946) estos trabajos reportan moscas parásitas; pulgas; garrapatas y ácaros macronisidos, espinturnícidos, mióbidos y sarcóptidos; grupos de ectoparásitos que, salvo en el caso de las garrapatas, también estuvieron presentes en P. mexicanus.

En el trabajo de Morales-Malacara y López-Wilchis (en prensa) se presentan con mayor amplitud los resultados obtenidos con los ectoparásitos de P. mexicanus por lo cual a continuación solo se mencionarán algunos de los aspectos más relevantes, así como consideraciones no vertidas con anterioridad.

Las moscas parásitas pertenecientes a Trichobius corynorhini se han reportado como estrechamente asociadas al género Plecotus considerandose como un huesped normal de P. townsendii (Ross, 1961). Su presencia en P. mexicanus fue muy abundante y aunque no se realizó una estimación cuantitativa al respecto si se observó que el número de moscas parásitas es mucho más abundante entre los individuos jóvenes que entre los adultos.

En el caso de Myodopsilla collinsi es probable que el registro de esta pulga sea accidental pues se ha reportado (Hopkins y Rothschild, 1956) como un parásito común de Myotis velifer especie que también esta presente en números abundantes en "El Túnel".

Es necesario hacer notar que Spinturnix sp. nov. es el primer

registro que se tiene para el género sobre especies de Plecotus americanos; Rudnick (1960) y Deunff (1977) registran Spinturnix plecotinus en especies del Viejo Mundo pero para las especies americanas no hay nada con anterioridad, es más, Rudnick (1960) y Kunz y Martin (1982) hacen notar que P. townsendii carece de ácaros espinturnicidos.

Para Plecotus auritus se ha reportado la presencia de Acanthopthirus plecotinus (Dusbábek 1969; Uchikawa y Harada 1981) pero tampoco existen registros para este género en Plecotus americanos. Los dos últimos autores consideran que las especies de Acanthopthirus pueden ser buenos indicadores de las relaciones filogenéticas de sus huéspedes; este argumento aunado a lo expresado en el párrafo anterior esboza cierta relación entre P. mexicanus y sus especies congénicas del Viejo Mundo y plantean como necesario un estudio más profundo de los ectoparásitos asociados a las especies americanas.

Así mismo, dado el número tan alto de ectoparásitos que están en estrecha relación con un individuo, es necesario realizar un estudio para determinar el costo energético que representa para un murciélago el mantenimiento de esta fauna de ectoparásitos, que por su número y hábitos alimenticios parece representar un gasto considerable.

7.1.2 Endoparásitos.

Los 110 tractos digestivos de P. mexicanus en los que se realizó la búsqueda de endoparásitos correspondieron a 51 machos y 59 hembras, ejemplares que fueron colectados en un lapso de poco más de año y medio

y que abarcaron todos los meses del año. De este material se obtuvieron más de 30 céstodos y un número muy grande, no determinado aún, de nemátodos.

Todos los céstodos encontrados pertenecen al género Vanpirolepis (Cestoda: Cyclophyllidea: Hymenolepididae) y corresponden a una especie nueva para la ciencia. En igual forma, todos los nemátodos encontrados pertenecen al género Skryabinocapillaria (Nematoda: Capillariidae) y también representan una especie nueva para la ciencia.

Los céstodos fueron bastante conspicuos y generalmente presentaban el escólex en el tercio anterior del intestino y los proglotidios se extendían en el resto del intestino. Generalmente en los murciélagos parasitados se observó la presencia de un sólo cestodo pero también se presentaron dos y hasta tres céstodos por individuo.

El grado de infestación por céstodos es alto siendo del 26.4 % para el total de los murciélagos examinados, al parecer es mayor en los machos que en las hembras pues en estos se registró el 35.3 % mientras que en las hembras se dió el 18.6 %.

La presencia de céstodos en los murciélagos se observó prácticamente a lo largo del año, únicamente en los meses de abril y mayo no estuvieron presentes, pero hay que recordar que el número de murciélagos colectado para estos meses es muy bajo ya que éste es el período reproductivo y se procuró no perturbar a la colonia. Así mismo, el número de murciélagos parasitados fue más alto entre Noviembre y Enero lo cual parece evidenciar una estacionalidad asociada con el período invernal.

Los nemátodos se localizaron siempre en el estómago, cuando estuvieron presentes su número varió desde uno hasta más de cuarenta individuos.

El grado de infestación por nemátodos también fue alto registrando el 57.3 % para el total de los murciélagos procesados. Al igual que con los céstodos el grado de infestación en los machos fue mayor (62.7 %) comparado con el de las hembras (52.5 %).

Los nemátodos estuvieron presentes a lo largo de todo el año, salvo en el mes de mayo, aplicándose también lo antes expuesto para los céstodos (Tabla 19). No se observó una estacionalidad marcada en su presencia.

TABLA 19.- PRESENCIA MENSUAL DE ENDOPARASITOS EN MACHOS Y HEMBRAS DE *P. mexicanus* (VALORES ACUMULADOS 1982 - 1985)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
MACHOS													
NEMATODOS	7	2	1	-	-	1	5	1	1	2	7	6	33
CESTODOS	6	-	2	-	-	-	1	1	2	-	2	4	18
HEMBRAS													
NEMATODOS	6	1	4	4	-	2	2	4	-	3	4	1	31
CESTODOS	3	1	-	-	-	1	2	2	-	-	1	1	11

A diferencia de los ectoparásitos, poco se sabe sobre los helmintos asociados a las especies de Plecotus (Kunz y Martin, 1982; Mel'nichenko y Panasenکو, 1979; Merkushva, 1973; Muller y Leuthold 1985; Rausch, 1975; Sawada, 1984a; Sawada e Inoue, 1985; Tromba y Smith, 1952; Yanchev y Stoykova, 1973; Zdzitowiecki y Ruprecht, 1982), se ha reportado la presencia tremátodos, nemátodos y céstodos, siendo este último grupo el mejor documentado entre la literatura existente.

El género Vanpirolepis es un parásito común entre los murciélagos, tanto del Viejo Mundo como del Continente Americano como lo demuestran los trabajos de Sawada (1984a, b; 1985), Sawada y Harada (1985; 1986), Sawada e Inoue (1985) y Sawada et al. (1984); su presencia había sido registrada con anterioridad en especies paleárticas del género Plecotus (Zdzitowiecki y Ruprecht 1982) pero no había sido registrada para especies americanas.

El género Skrijabinocapillaria es un nemátodo generalmente asociado a aves y ratones (Wertheim y Chabaud, 1979) aunque también se ha registrado en murciélagos vespertiliónidos (Kalia y Gupta, 1985), esta es la primera vez que se registra su presencia para Plecotus americanos; con anterioridad se ha reportado para P. auritus (Mel' nichenko y Panasenکو, 1979).

El grado de infestación observado en P. mexicanus, tanto de céstodos como de nemátodos, es muy alto en comparación con el grado de infestación registrado para las otras especies congénéricas y es probable que ésto juegue un papel muy importante como un factor limitante de las poblaciones estudiadas.

7.2 Enfermedades.

Durante el presente estudio no se registraron enfermedades aparentes entre los murciélagos estudiados; solamente en una ocasión se observó un individuo con un estado de salud precario. Se trataba de una hembra colectada el 5 de marzo de 1983 que, en comparación con las otras 40 hembras colectadas en la misma fecha daba la impresión de estar enferma, su comportamiento era torpe y se notaba sumamente delgada presentando 5.8 gr de peso corporal (peso extremadamente bajo si se compara con la media para ese mes que fue de 8.1 gr); así mismo, el pelo se le había caído de los costados y no podía volar. Este ejemplar fué trasladado al laboratorio en donde se le realizó una necropsia sin encontrar evidencias de su estado.

Durante el tiempo que duró este estudio se observaron dos ejemplares más, al parecer sanos, en los que se presentó una pérdida de pelo lo cual era muy evidente en la región de la cabeza y los costados dando la impresión de estar "sarnosos" pero sin presentar ningún otro signo evidente de enfermedad.

Solamente en dos ocasiones se encontraron murciélagos que habían fallecido dentro del túnel, al parecer por causas naturales. Uno de ellos se localizó en el piso del refugio de maternidad y se trataba de un individuo anillado como juvenil un año antes y que presentaba un grado de descomposición muy avanzado. El otro fue una hembra que se encontró en una pared a cuarenta metros de la entrada del refugio y que había sido anillada con un año y ocho meses de anterioridad.

Sobre las muertes y enfermedades solamente Stebbings (1966) reporta para Plecotus cuatro ejemplares muertos después de un tiempo considerable de haber sido anillados y el caso de un macho aparentemente enfermo que falleció trece días después.

7.3 Depredadores.

En el presente estudio se observó como principal depredador de P. mexicanus a Aegolius acadiceus (Aves: Strigiformes). Este pequeño búho fue capturado dos veces en redes colocadas cerca de la entrada de los refugios utilizados por los murciélagos y en ambos casos también se encontraron ejemplares de P. mexicanus atrapados en las redes.

Así mismo, por las noches era común escuchar las vocalizaciones características de esta especie en las inmediaciones de los refugios y en otra ocasión se observó por la tarde que esta ave perchaba sobre una rama de un árbol pequeño localizado muy cerca de la entrada del refugio de maternidad.

De acuerdo con Bent (1961) y Boula (1982) los murciélagos forman parte normal de la dieta de este búho, desafortunadamente no fue posible encontrar las regurgitaciones para así poder evaluar el impacto que ocasiona sobre las poblaciones de murciélagos estudiadas, impacto que puede ser considerable dado lo constante de su presencia y si esta constancia estuviera asociada a la existencia de más de un búho en la localidad.

También ocasionalmente se escucharon en las inmediaciones de los

refugios vocalizaciones de Tyto alba y de otro buho no determinado por lo cual es probable que estos organismos también sean depredadores de las poblaciones estudiadas, más si consideramos que en la literatura existen registros de la depredación de Plecotus por T. alba (King, 1983).

En una ocasión se observó la presencia de Mustela frenata (Carnivora: Mustelidae) en el interior del túnel, dado los hábitos de este organismo es probable que también actúe como un depredador de P. mexicanus hecho que sin embargo no se pudo comprobar.

No se encontraron más organismos que pudieran depredar a P. mexicanus y aunque no se pudo cuantificar el efecto de los depredadores, los datos de campo disponibles parecen indicar que el impacto causado por los mismos es mínimo.

7.4 Daños

Si bien el número de individuos de P. mexicanus que presenta algún tipo de lesión es alto, solamente en pocos casos se registró lo que relativamente se podría considerar como una lesión importante.

El daño más grave observado consistió en la pérdida de parte de alguno de los patagios. En una ocasión se registró un individuo que presentaba la pérdida casi total de los dactilopatagios localizados entre los dedos uno y dos y dos y tres (de acuerdo a la nomenclatura de los patagios presentada por Barbour y Davis, 1970); otro ejemplar presentaba una pérdida de casi el 50 % del patagio localizado entre el

cuarto dedo y la pata; sin embargo, a pesar de presentar esta lesión considerada grave ambos conservaban la capacidad de volar.

Otro tipo de lesiones que se presentaron fueron cicatrices en las orejas algunas de las cuales eran notorias pues se había perdido casi un tercio del pabellón auricular; en total a lo largo del estudio solamente cinco individuos presentaron este tipo de daño.

Por lo general, era comun que en cada muestreo realizado se presentara uno o varios individuos con evidencias de lesiones mucho más leves; este tipo de evidencias consistió en fracturas ya regeneradas en algunas de las falanges que solo eran perceptibles si se hacía un examen riguroso del ejemplar; solamente en una ocasión se observó una fractura conspicua en las falanges del tercer dedo y era notoria debido a su mala regeneración. También se presentaron pequeñas cicatrices o perforaciones en los patagios, las cuales por su tamaño no pueden ser catalogadas como de consideración.

Es muy probable que los daños más comunmente observados se deban a accidentes que se presentan debido a los hábitos que tienen estos murcielagos, ya que tienden a volar entre las copas y ramas de los árboles. Dado el tamaño de las mismas es probable que el daño en las orejas tenga el mismo origen o que probablemente se deba a interacciones de tipo agonístico, sin embargo no se observó este tipo de comportamiento ni intra- ni interespecificamente durante el tiempo que duró el estudio.

En la literatura consultada sólo se encontró un reporte (Stebbing, 1966) en el cual se describen para el género Plecotus daños semejantes a

los observados en *P. mexicanus*, pero no da ninguna explicación al respecto.

7.5 Efecto del muestreo sobre las poblaciones estudiadas.

Pocos son los trabajos que hacen referencia al efecto que las actividades de investigación causan sobre las poblaciones estudiadas; los pocos datos que se tienen generalmente se refieren a la susceptibilidad al bandeo (Herreid, *et al.*, 1960; Hitchcock, 1965; Humprey y Kunz, 1976), al efecto en la tasa de recaptura (Stebbing, 1966) o al decremento causado en los números poblacionales (Beer, 1955; Dunnigan y Fitch, 1967; Humprey y Cope, 1976; Humprey y Kunz, 1976; Rice, 1957; Tinkle y Patterson, 1965) aspectos en los cuales las poblaciones estudiadas recibieron al parecer poco impacto.

El impacto causado por el uso de las bandas fue muy bajo, en menos del 1 % de los ejemplares anillados se detectaron daños causados por el anillo. Los pocos daños consistieron en una mala cicatrización que generalmente envolvió al anillo y que se dio probablemente como un rechazo al material con que fueron elaborados algunos anillos. El éxito obtenido a este respecto es muy notorio si se compara con los resultados obtenidos por Humprey y Kunz (1976) y tal vez se deba a que se siguió la recomendación dada por estos autores, al respecto de perforar el patagio y pasar la banda a través de las perforaciones y al hecho de utilizar anillos de plástico en lugar de los de aluminio.

Al parecer tampoco hay un estrés que afecte a los individuos

bandados y que promueva una emigración del área; como se mencionó anteriormente, la susceptibilidad al bandeo es la misma para ambos sexos.

P. auritus parece ser una especie más sensible a este respecto, ya que sus tasas de recaptura disminuyen con el manejo (Stebbing, 1969 y 1970). En el estudio realizado para P. mexicanus las tasas de recaptura no se vieron afectadas, como se mencionó con anterioridad, los porcentajes de recapturas se incrementaron año con año y la pérdida de individuos bandados también se mantuvo constante a lo largo del estudio (Tabla 7).

Humphrey y Kunz (1976) reportan que el efecto del muestreo sobre las colonias de maternidad y sobre las poblaciones de invierno de P. townsendii fueron considerables, en el primer caso por la inducción de abortos y en el segundo por un consumo más rápido de las reservas de grasa, lo que se tradujo en un incremento de la mortalidad invernal. En el presente estudio se procuró muestrear lo menos posible las colonias de maternidad y se tomaron únicamente muestras representativas de las mismas, solamente se presentó un caso de aborto en cada localidad durante el manejo de las hembras preñadas. Debido a que P. mexicanus no realiza una hibernación como tal, ni presenta acumulación de grasa, no se observó que el muestreo invernal causara algún efecto sobre las poblaciones.

Tampoco se observó en el análisis poblacional que los números disminuyeran a lo largo del estudio en ninguno de los tres índices utilizados para tal efecto (Tabla 8).

Se ha propuesto que el anillamiento y el trabajar con las poblaciones de invierno puede causar daños considerables a las poblaciones de murciélagos (Stebbing, 1969), efecto que tampoco se ha podido observar en este estudio, tal vez debido a lo particular del comportamiento de esta especie.

8.- Factores limitantes, estrategias ecológicas y estado actual de las poblaciones estudiadas.

Las poblaciones estudiadas muestran que P. mexicanus presenta un patrón de termorregulación diferente al de la mayoría de las otras especies de murciélagos vespertilionidos que habitan en áreas templadas.

Debido a lo benigno que resultan para P. mexicanus las condiciones climáticas del área donde se realizó el estudio, este murciélago presenta una selección microclimática en la cual su rango de temperatura es comparativamente más alto al utilizado por otras especies y durante casi la totalidad del año, incluyendo el invierno, desarrolla un torpor diario, estrategia adaptativa que le permite una reducción de la tasa metabólica y de la cantidad de energía requerida.

Asimismo, P. mexicanus presenta patrones de comportamiento dentro del refugio invernal que ayudan a minimizar los rigores de los factores ambientales, principalmente la temperatura.

El apropiado funcionamiento de esta estrategia de termorregulación necesita requerimientos microclimáticos muy específicos además de un medio ambiente térmicamente óptimo dentro de los refugios por lo que la disponibilidad de los mismos puede estar representando uno de los principales factores limitantes para la especie.

Los refugios que utiliza esta especie, principalmente los de maternidad, deben ser estables, no muy fríos y con pocas corrientes de aire para minimizar la pérdida de agua por evaporación. Sitios con estas condiciones son escasos en la naturaleza por lo cual este murciélago se

halla asociado a las construcciones humanas.

Como resultado de lo anterior, los individuos tienden a concentrarse en los refugios durante las épocas cruciales desde el punto de vista energético-fisiológico: el período invernal, donde se requiere minimizar el gasto energético y la época reproductora, donde se necesita una estabilidad térmica. Las poblaciones de verano-otoño al parecer están ampliamente distribuidas y es probable que durante esta época se comporten como individuos aislados y que habiten entre la vegetación.

El mecanismo de termorregulación y la selección microclimática de este murciélago le han llevado, al menos en las condiciones estudiadas, a modificaciones respecto al patrón general que siguen la mayoría de los murciélagos de zonas templadas, modificaciones tendientes a garantizar el producto de la reproducción. Si bien, al igual que en otras especies las crías nacen en la época más favorable del año en cuanto a disponibilidad de alimento y factores climáticos, comparativamente con otras especies de murciélagos tienen un tiempo más largo para desarrollarse antes de enfrentarse a los rigores del invierno, con lo cual se garantiza el aporte energético necesario para el crecimiento y desarrollo de las crías.

Asimismo, debido a que no hay una hibernación como tal, la cópula se efectúa con posterioridad y la fecundación prácticamente es inmediata a la inseminación con lo que se disminuye el gasto genético que implica una segunda cópula pues se ha visto que esta es necesaria en algunas especies neárticas que copulan a finales del otoño.

Por otro lado, las poblaciones estudiadas presentaron

extraordinarias semejanzas en cuanto al número de individuos y la estructura de las mismas, lo cual pone de manifiesto que en los tres casos (El Túnel, La Trinidad y Guilapa) se trata de poblaciones estables y que además la especie cuenta con un mecanismo de autorregulación de sus poblaciones en el cual las tasas de natalidad, mortalidad y sobrevivencia desempeñan un papel muy importante.

P. mexicanus presenta una tasa de natalidad alta cuyo efecto en el incremento de la población se ve mermado fundamentalmente por una mortalidad alta sobre todo durante el primer año de vida; lo que se traduce en una tasa de sobrevivencia muy cercana a la teórica para que una población se mantenga estable.

Además de lo anterior, la reproducción juega un papel muy importante en el mecanismo de autorregulación que posee esta especie. El potencial biótico que presenta P. mexicanus es de una cría por hembra al año, éste potencial apenas es suficiente para amortiguar el efecto de la mortalidad pero por otro lado tiene la ventaja de evitar una sobrepoblación.

Lo anterior también plantea la imposibilidad de incrementar la tasa reproductora rápidamente como un mecanismo de respuesta ante una eventualidad y le confiere a la especie una gran fragilidad ante los factores ambientales. Los efectos que pudiera causar un invierno muy crudo aunados a una baja en la disponibilidad del alimento, causada por el cada vez mayor deterioro del habitat, serían probablemente de consecuencias catastróficas para las poblaciones estudiadas.

El tener una cría por año también limita la flexibilidad adaptativa

de la especie y debido a la influencia cada vez mayor del hombre sobre el entorno en que habitan estos murciélagos esta estrategia se ha transformado en una especialización riesgosa y probablemente perjudicial.

Los resultados obtenidos muestran que el intercambio de individuos entre las poblaciones es sumamente bajo y que al parecer el grado de dispersión de la especie también es limitado, teniendo las hembras además una alta fidelidad hacia un refugio determinado. Esto se traduce en una restricción muy marcada para producir una mezcla de los organismos reproductivos comportándose las poblaciones como tres poblaciones discretas en las cuales internamente el flujo genético puede ser alto pero entre ellas está restringido. Este aislamiento anula la divergencia genética haciendo vulnerable a la especie.

La obtención del alimento fue considerada en forma muy somera durante el presente estudio, pero aparte de la importancia que esta tiene para los requerimientos energéticos del metabolismo y la producción de la progenie es necesario en un futuro abordarla para ver si puede estar actuando como un factor limitante en la regulación de las poblaciones. Dentro de los principales aspectos que habría que tratar de determinar están una estimación del alimento disponible a lo largo del año y su relación principalmente con la época reproductora, con el desarrollo de las crías y el alcance de la madurez sexual y ver si existe alguna relación entre disponibilidad de alimento y el grado de fidelidad al refugio.

El parasitismo parece ser también un factor limitante en las

poblaciones estudiadas, el grado de infestación tanto por ectoparásitos como por endoparásitos fue muy grande y sus efectos podrian ser considerables sobre todo si tomamos en cuenta que el mayor grado de infestación se da entre los individuos jóvenes; asimismo, es probable que el parasitismo tenga ingerencia en la diferenciación existente entre las tasas de mortalidad entre machos y hembras. Sin embargo, es necesario profundizar al respecto principalmente en el grado de patogenicidad que tienen los parásitos que presenta P. mexicanus

La destrucción del habitat, baja natalidad anual, limitación de refugios, la fisiología, demografía y una sensibilidad alta a la perturbación sugieren un futuro precario para las poblaciones estudiadas de P. mexicanus.

Paradójicamente, el hombre ha propiciado el establecimiento de las condiciones tan favorables para el establecimiento y desarrollo de éstas poblaciones, pero también es el hombre el que en forma directa o indirecta esta ejerciendo una presion muy fuerte sobre las mismas.

Durante el desarrollo del presente estudio se pudo observar que la deforestación, la restauración de edificios, el incremento en el uso de las cuevas con fines recreativos y el vandalismo dejaron y están dejando sentir sus efectos negativos sobre las poblaciones estudiadas.

Desde que se inició el estudio a la fecha, en el área donde se localiza "El Túnel" y debido a fines de uso forestal, se han sufrido en dos ocasiones los efectos de una deforestación muy marcada; asi mismo, en las inmediaciones se observa que cada vez es mayor la apertura de áreas de cultivo. A lo largo del estudio, e independientemente de las

visitas que nosotros realizamos, se registro la presencia de intrusos con una periodicidad prácticamente mensual y en una ocasión se registró la muerte de cuando menos diez P. mexicanus causada por el vandalismo.

En "La Trinidad" los refugios utilizados por los murciélagos fueron utilizados como almacén y recientemente el acceso principal hacia los mismos ha sido eliminado debido a una restauración con fines comerciales.

En el caso de P. mexicanus además de los efectos negativos antes mencionados hay que agregar los efectos causados por la contaminación, pues aunque no se logró evaluar el daño que causa la presencia de fibras sintéticas en el tracto digestivo es facilmente comprensible que esto implica un deterioro en su calidad de vida.

Se vislumbra para las poblaciones estudiadas un futuro precario, ya que con base en lo anteriormente expuesto es predecible esperar una inminente declinación en la densidad hasta niveles que impidan el restablecimiento de las poblaciones.

LITERATURA CITADA.

- AELLEN, V. 1984. Migrations the chaures-souris in Suisse. Note complementaire. Myotis, 21-22:185-189.
- ALCORN, J.R. 1944. Notes on the winter occurrence of bats in Nevada. J. Mamm., 25:308-309.
- ALLEN, G.M. 1916. Bats of the genus Corynorhinus. Bull. Mus. Comp. Zool., 60:331-358.
- ANDERSON, R.M. 1978. The regulation of host population growth by parasitic species. Parasitology, 76:119-157.
- 1979. The influence of parasitic infection on the dynamics of host population growth. Pp. 245-281. En Population dynamics (Anderson, R.M.; B.D. Turner y L.R. Taylor, Eds.). Blackell Scientific Publications, Oxford.
- ANDERSON, R.M. y R.M. MAY. 1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions I. Regulatory processes. J. Anim. Ecol., 47:219-247.
- ANDERSON, S. 1972. Mammals of Chihuahua, taxonomy and distribution. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 148:149-410.
- ASDELL, A.S. 1964. Patterns of mammalian reproduction. 2nd ed. Cornell University Press. Ithaca, New York. XI+670 pags.
- BARBOUR, R.W. y DAVIS, W.H. 1970. Bats of America. The University Press of Kentucky. 286 pags.
- BAUEROVA, Z. 1982. Contribution to the trafic ecology of the grey long-eared bat, Plecotus austriacus. Folia Zool., 31:113-122.

- BAUMGARDNER, G.D., K.T. WILKINS y D.J. SCHMIDLY. 1977. Noteworthy additions to the bat fauna of the mexican states of Tamaulipas (San Carlos Mountains) and Queretaro. *Mammalia*, 41:237-238.
- BECK, A.J. 1969. New records and notes on streblid flies in California (Diptera: Pupipara). *Wasmann J. Biol.*, 27:115-119.
- BEER, J.R. 1955. Survival and movements of banded big brown bats. *J. Mamm.*, 36:242-248.
- BEER, J.R. y A.G. RICHARDS. 1956. Hibernation of the big brown bat. *J. Mamm.*, 37:31-41.
- BENT, A.C. 1961. Life histories of Northamerican Birds of Prey. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 170:X+1-482.
- BEZEM, J.J., J.W. SLUITER y P.F. van HEERDT. 1960. Population statistics of five species of the bat genus Myotis and one of the genus Rhinolophus, hibernating in the cave of S. Limbur. *Extast des Archiv. Neerland. Zool.*, 13: 511-539.
- BONACCORSO, F.J., SMYTHE, N. y S.R. HUMPREY. 1976. Improved techniques for marking bats. *J. Mamm.*, 57:181-182.
- BOULA, K.M. 1982. Food habits and roost-sites of northern saw-whet owls in northeastern Oregon. *Murrelet* 63:92-93.
- BRADBURY, J.W. 1977. Social organization and comunication. Pp 1-72. *En Biology of bats. Vol. 3* (W.A. Wimsatt, ed.) Academic Press, New York. 651 pp.
- BRADSHAW, G.V.R. y A. ROSS. 1961. Ectoparasites of Arizona bats.

- J. Ariz. Acad. Sci., 1:109-112.
- BRENNER, F.J. 1968. A three year study of two breeding colonies of the big brown bat, Eptesicus fucus. J. Mamm., 49:775-778.
- BURTON, J.A. y B. PEARSON. 1987. Collins Guide to the Rare Mammals of the World. W. Collins Sons and Co. Ltd. London, 240 pags.
- CARTER, D.C. 1970. Chiropteran reproduction. Pp. 233-246. En About bats (B.H. Slaughter and D.H. Walton, Eds.), Southern Methodist Univ. Press. Dallas.
- CAUGHLEY, G. 1966. Mortality patterns in mammals. Ecology, 47:906-918.
- CERVENY, C. 1982. Results of investigations of bats (Chiroptera) at Loreta near Klatovy. Lynx, 21:41-65.
- COCKRUM, E.L. 1955. Reproduction in North American bats. Trans. Kansas Acad. Sci., 58:487-511.
- 1956. Homming, movements and longevity of bats. J. Mamm., 37:48-57.
- DAAN, S. 1970. Photographic recording of natural activity in hibernating bats. Bijdr. Dierk Amsterdam, 40:13-16.
- 1973. Activity during natural hibernation in three species of vespertilionid bats. Netherlands J. Zool., 23(1):1-71.
- DAAN, S. y H.J. WICHERS. 1968. Habitat selection of bats hibernating in a limestone cave. Z. Saeugetierkd, 33:262-287.
- DALQUEST, W.W. 1947. Notes on the natural history of the bat Corynorhinus rafinesquii in California. J. Mamm., 28:17-30
- 1953. Mammals of the mexican state of San Luis Potosi Louisiana State Univ. Studies Biol. Sci. Ser., 1:1-229.

- DAVIS, R. 1970. Carrying of young by flying female North American bats. Amer. Midland Nat., 83:186-196.
- DAVIS, R.B. 1966. Homing performance and homing ability in bats. Ecol. Monographs, 36:201-237.
- DAVIS, W.B. 1944. Notes on Mexican mammals. J. Mamm., 25:370-403.
- DAVIS, W.H. 1959. Disproportionate sex ratios in hibernating bats. J. Mamm., 40:16-19.
- 1964. Winter awakening patterns in the bats Myotis lucifugus and Pipistrellus subflavus. J. Mamm., 45(4):645-647.
- 1966. Population dynamics of the bat Pipistrellus subflavus. J. Mamm., 47:383-396.
- 1970. Hibernation: ecology and physiological ecology. Pp. 265-300. En Biology of bats (W.A. Wimsatt, Ed.). Academic Press, New York, 1:XII+1-406.
- DAVIS, W.H., R.W. BARBOUR y M.D. HASSELL. 1968. Colonial behaviour of Eptesicus fuscus. J. Mamm., 49:44-50.
- DAVIS, W.H., M.D. HASSELL y M.J. HARVEY. 1965. Maternity colonies of the bat Myotis l. lucifugus in Kentucky. Amer. Midland Nat., 73:161-165.
- DAVIS, W.H. y H.B. HITCHCOCK. 1964. Notes on sex ratios of hibernating bats. J. Mamm., 45:475-476.
- 1965. Biology and migration of the bat, Myotis lucifugus, in New England. J. Mamm., 46:296-313.
- DeBLASE, A.F. y R.E. MARTIN. 1975. A manual of mammalogy. W.M. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 329 pags.

- DEUNFF, J. 1977. Observations sur les Spinturnicidae de la région paléarctique occidentale (Acarina, Mesostigmata) spécifité répartition et morphologie. *Acarologia*, 18:602-617.
- DUNNIGAN, P.B. y J.H. FITCH. 1967. Seasonal movements and population fluctuations of the cave bat (Myotis velifer) in south-central Kansas. *Trans Kansas Acad. Sci.*, 70:210-218.
- DUSBABEK, F. 1969. To the phylogeny of genera of the family Myobiidae (Acarina). *Acarologia*, 11:537-574.
- 1973. A systematic review of the genus Pteracarus (Acariformes: Myobiidae). *Acarologia* 15:240-288.
- DWYER, P.D. 1971. Temperature regulation and cave-dwelling in bats: an evolutionary perspective. *Mammalia*, 35:424-455.
- DWYER, P.D. y E. HAMILTON-SMITH. 1965. Breeding caves and maternity colonies of the bent-winged bat in southeastern Australia. *Helictite*, 4:3-21.
- EISENTRAUT, M. 1934. Der winterschalf der fledermause mit besonderer beiuchsichtigung der warmeregulation. *Z. Morph. Okol Tiere* 29:231-267.
- ESPINOZA, T.J. 1982. Los quirópteros del Estado de Aguascalientes. En *Estudio taxonómico geológico de la flora y fauna del Estado de Aguascalientes Vol 1. Univ. Aut. Ags.* pp. 74-97.
- FENTON, M.B. 1969. The carrying of young by females of three species of bats. *Canadian J. Zool.*, 47:158-159.
- 1970. Population studies of Myotis lucifugus (Chiroptera: Vespertilionidae) in Ontario. *Life Sci., Contr. R. Ontario*

- Mus., 77:1-34.
- 1974. Feeding ecology of insectivorous bats. Bios, 45:1-15.
- FLEMING, T.H. 1971. Artibeus jamaicensis: delayed embryonic development in a neotropical bat. Science, 171:402-404.
- 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. En Ecology of small mammals (Stoddart, D.M., Ed.). Chapman and Hall, London.
- GAISLER, J. y V. HANAK. 1967. Ergebnisse der zwanzigjährigen beringung von federmaussen (Chiroptera) in der Tschechoslowakei: 1948-1967. Prirodoved Prustavu Cesk Akad BRNE, 3:3-33.
- 1969. Summary of the results of bat-banding in Czechoslovakia 1948-1967. Lynx, 10:25-34.
- GOEHRING, H.H. 1972. Twenty-year study of Eptesicus fuscus in Minnesota. J. Mamm., 53:201-207.
- GRAY, P. 1964. Handbook of basic microtechnique. 3th. ed. Mc Graw-Hill Book Company. 302 pags.
- GRIFFIN, D.R. 1945. Travels of banded cave bats. J. Mamm., 26:15-22.
- GRIMSTONE, A.V. y R.J. SKAER. 1972. A guidebook to microscopical methods. Cambridge University Press. 134 pags.
- GUSTAFSON, A.W. 1979. Male reproductive patterns in hibernating bats. J. Reprod. Fert., 56:317-331.
- GUTHRIE, M.J. 1933a. Notes on the seasonal movements and habits of some cave bats. J. Mamm., 14:1-19.
- 1933b. The reproductive cycles of some cave bats. J. Mamm.,

- 14:199-216.
- HALL, E.R. 1981. The Mammals of the North America. John Wiley and Sons, Vol. 1:XV+600+1-90.
- HALL, E.R. y W.W. DALQUEST. 1963. The mammals of Veracruz. Univ. Kansas, Publ. Mus. Nat. Hist., 14:165-362.
- HANDLEY, C.O., Jr. 1959. A revision of American bats of the genera Euderma and Plecotus. Proc. U.S. Nat. Mus., 110:95-246.
- HARMATA, W. 1985. The length of awakening time from hibernation of three species of bats. Acta Theriol., 30:321-323.
- HAYNE, D.W. 1949. Two methods for estimating population from trapping records. J. Mamm., 30:399-411.
- HAYWARD, B.J. 1970. The natural history of the cave bat Myotis velifer. Res. Sci., Western New Mexico Univ., 1:1-74.
- HAYWARD, B.J. y S.P. CROSS. 1979. The natural history of Pipistrellus hesperus (Chiroptera: Vespertilionidae). Res. Sci., Western New Mexico Univ., 1:1-74.
- HERRIED, C.F. 1964. Bat longevity and metabolic rate. Exp. Geront., 1:1-9.
- HERREID, C.F., R.B. DAVIS y H.L. SHORT. 1960. Injuries due to bat banding. J. Mamm., 41:398-400.
- HITCHCOCK, H.B. 1965. Twenty-three years of bat banding in Ontario and Quebec. Canadian Field Nat., 79:4-14.
- HITCHCOCK, H.B. y R. KEEN. 1980. Possible geographical influence on survival by sex in Myotis lucifugus. Pp. 129-133. En Procc. Fifth Int. Bat Res. Conference (Wilson, D.E. y A.L. Gardner, Edit.),

Texas Tech. Press.

- HOCK, R.J. 1951. The metabolic rates and body temperatures of bats. Biol. Bull., 101(3):289-299.
- HOFFMAN, A. 1953. Estado actual del conocimiento de los estréblidos mexicanos. (Diptera: Pupipara). Memorias del Congreso Científico Mexicano VII. Ciencias Biológicas UNAM 175-193 pp.
- HOFFMAN, R.A. 1968. The hibernator as a tool in biological research. Fedn Proc. Fedn Am. Socs exp. Biol., 27:999.
- HOFFMEISTER, D.F. y GOODPASTER. 1963. Observations on a colony of big-eared bats Plecotus rafinesquii. Trans. Illinois State Acad. Sci., 55:87-89.
- HOPKINS, G.H.E. y M. ROTHSCHILD. 1956. An illustrate catalogue of the Rothschild Collection of Flies (Siphonaptera) in the Brithish Museum (Natural History). Vol. II. 445p.+1+32.
- HORACEK, I. 1975. Notes on the ecology of bats of the genus Plecotus Geoffroy, 1818 (Mamm. Chiroptera). Vest. cs. Spol. Zool., 39:195-210.
- HOWELL, A.B. 1919. Some california experiences with bat roosts. J. Mamm., 1:169-177.
- HUDSON, J.W. 1967. Variations in the patterns of torpidity of small homeotherms. Pp. 30-46. En Mammalian hibernation, Vol. III, (Fischer, K.C., A.R. Dawe, C.P. Lyman, E. Schonbaum y E. South, Jr. Eds.).
- HUGES, S.E. 1968. Temperature of the bat Plecotus townsendii during arousal. J. Mamm., 49:140-142.

- HUMPHREY, S.R. 1971. Photographic estimation of population size of the mexican freetail bat Tadarida brasiliensis. Amer. Midland Nat., 86:220-223.
- 1975. Nursery roost and community diversity of nearctic bats. J. Mamm., 56:321-346.
- HUMPHREY, S.R. y J.B. COPE. 1976. Population ecology of the little brown bat (Myotis lucifugus) in Indiana and north-central Kentucky. Amer. Soc. Mamm., Spec. Publ., 4:VII+1-18.
- 1977. Survival rates of the endangered Indiana bat, Myotis sodalis. J. Mamm., 58:32-36.
- HUMPHREY, S.R. y T.H. KUNZ. 1976. Ecology of a pleistocene relict, the western big-eared bat (Plecotus townsendii), in the southern great plains. J. Mamm., 57:470-494.
- HUMPHREY, S.R.; A.R. RICHTER y J.B. COPE. 1977. Summer habitat and ecology of the endangered Indiana bat, Myotis sadalis. J. Mamm., 58:334-346.
- JAMESON, D.K. 1959. A survey of the parasites of the five species of bats. Southwest. Nat., 4:61-65.
- JOLLY, G.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. Biometrika, 52:225-247.
- JONES, C. 1977. Plecotus rafinesquii. Mamm. Species, 69:1-4.
- JONES, J.K., Jr. y T.E. LAWLOR. 1965. Mammals from Isla Cozumel, with description of a new species of harvest mouse. Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist., 16:409-419.

- JONES, C. y R.D. SUITKUS. 1975. Notes on the natural history of Plecotus rafinesquii. Occas. Papers Mus. Zool., Louisiana State Univ., 47:1-14.
- KALIA, D.C. y N.K. GUPTA. 1984. On two new species of Skrjabinocapillaria Skarbilovitsch, 1946. From micro-chiroptera with key to the species of the genus. Rivista Parassit., 45:125-137.
- KAYSER, C. 1961. The physiology of natural hibernation. Pergamon Press, London, 325 pags.
- KING, F. 1983. Barn owl catching prey on the wing. Irish Birds, 2(3):345-346.
- KNOBLOCH, I.W. 1942. Notes on a collection of mammals from the Sierra Madre of Chihuahua, Mexico. J. Mamm., 23:297.
- KNUDSEN, J.W. 1966. Biological techniques. Harper and Row, Publishers. New York.
- KOOPMAN, K.F. 1974. Eastern limits of Plecotus in México. J. Mamm., 58:872-873.
- KOWALSKI, K. 1953. Material relating to the distribution and ecology of cave bats in Poland. Fragm. Faun. Mus. Zool. Pol. 6:541-567.
- KRAUSS, A. 1977. Materialien zur kenntnis der Ernährungsbiologie des Braunen Langohrs (Plecotus auritus L.). Zool. Abh. Sta. Mus. Tierk. Dresden, 34:325-337.
- KRISTOFIK, J. 1982. Finds of files of the Family Nycteribiidae, Diptera on the Territory of Slovakia Czechoslovakia. Biologia (Bratisl.), 37:191-198.

- KRUTZCH, P.H. 1955. Ectoparasites from some species of bats from western North America. *J. Mamm.*, 36:457-458.
- 1979. Male reproductive patterns in nonhibernating bats. *J. Reprod. Fert.*, 56:333-344.
- KRZANOWSKI, A. 1959. Some major aspects of population turnover in wintering bats in the cave of Polamy (Poland). *Acta Theriologica Polska Akad. Nauk*, 3:27-42.
- 1961. Weight dynamics of bats wintering in the cave at Pulawy (Poland). *Acta Theriologica Polska Akad. Nauk.*, 4:249-264.
- KUNZ, T.H. 1971. Reproduction of some vespertilionid bats in Central Iowa. *Amer. Midl. Nat.*, 86:477-486.
- 1973. Population studies of the cave bats (*Myotis velifer*): Reproduction, Growth and Development. *Occas. Papers. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas*, 15:1-43.
- 1974. Reproduction, growth and mortality of the vespertilionid bat, *Eptesicus fuscus* in Kansas. *J. Mamm.*, 55:1-13.
- 1976. Observations on the winter ecology of the bat fly *Trichobius corynorhini* Cockerell (Diptera: Streblidae). *J. Med. Entomol.*, 12:631-636.
- 1982. Roosting ecology. Pp 1-56. En *Ecology of bats* (Kunz T.H. Ed.) Plenum Press, New York, 425pp.
- KUNZ, T.H. y R, A. MARTIN. 1982. *Plecotus townsendii*. *Mamm. Species*, 175:1-6.
- LEVY, H.; H.W. DEANE y B.L. RUBIN. 1959. Visualization of steroid 3B-01-Dehydrogenase activity in tissue of intact and

- hypophysectomized rat. *Endocrinology*, 65:932-934.
- LINCON, F.C. 1930. Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. U.S. Dept. Agric. Circ., 118:1-4.
- LYMAN, C.P. 1970. Thermoregulation and metabolism in bats. Pp. 301-330. En *Biology of bats* (W.A. Wimsatt, Ed.). Academic Press, New York.
- MARSHALL, A.G. 1982. Ecology of insects ectoparasitic on bats. Pp. 369-401. En *Ecology of bats* (Kunz, T.H. Ed.), Plenum Press, New York.
- MARTIN, R.A. y B.G. HAWKS. 1972. Hibernating bats of the Black Hills of South Dakota. I. Distribution and habitat selection. *Bull. New Jersey Acad. Sci.*, 17:24-30.
- MATSON, J.O. y R.H. BAKER. 1986. Mammals of Zacatecas. *Spec. Publ. Mus., Texas Tech Univ.*, 24:1-88.
- MATSON, J.O. y D.R. PATTEN. 1975. Notes of some bats from the states of Zacatecas, Mexico. *Contrib. Sci., Los Angeles Co. Mus.*, 263:1-12.
- MCNAB, B.K. 1974. The behavior of temperate cave bats in a subtropical environment. *Ecology*, 55:943-958.
- MEDVEDEV, S.G.; T.K. KHABLOV y S.N. RYBIN. 1984. The biology of fleas from bats Ischopsyllidae Siphonaptera from Soviet Central Asia and Southern Kazakh-SSR USSR. *Parazitologiya (Leningr.)*, 18:140-149.
- MEL'NICHENKO, E.D. y N.A. PANASENKO. 1979. On the helminth of Chiroptera in middle Dnieper area. *Vestnik Zool.* (3):76-78
- MENAKER, M. 1962. Hibernation-hypothermia: An annual cycle of response to low temperature in the bat Myotis lucifugus. *J. Cell and Comp.*

Physiol., 59:162-173.

- MENAKER, M. 1964. Frequency of spontaneous arousal from hibernation in bats. *Nature*, 203:540-541.
- MERKUSHVA, I.V. 1973. Invasion of bats by helminths in the territory of Byelorussia. *Vesti. Akad. Navuk. BSSR (Ser. Biol.)*, 5:72-74.
- MILLER, G.S., Jr. 1897. Revision of the North American bats of the family Vespertilionidae. *North Amer. Fauna* 13, 135 pages.
- MILLER, R.E. 1939. The reproductive cycle in male bats of the species Myotis licifugus and M. grissescens. *J. Morphol.*, 64:267-295.
- MILLS, R.S.; G.W. BARRETT y M.P. FARRELL. 1975. Population dynamics of the big brown bat (Eptesicus fucus) in southwestern Ohio. *J. Mamm.*, 56:591-604.
- MOFFAT, C.B. 1922. The habits of the long-eared bat. *Jr. Nat.*, 10:241-251.
- MOLLHAGEN, T. 1971. Checklist of bats in caves in the regions of the Sierra de Guatemala y Sierra de El Abra northeastern Mexico. *Assoc. Mexican Cave Studies, Bull.*, 4:19-22.
- MORALES-MALARACA, J.B. y R. LOPEZ-WILCHIS. Epizoic fauna of Plecotus mexicanus (Chiroptera: Vespertilionidae) in Tlaxcala, Mexico. *J. Med. Entomol.* (En prensa)
- MULLER, J. y E. LEUTHOLD. 1985. Flohe (Siphonaptera, Ischnopsyllidae) and Fliegen (Diptera, Nycteribiidae) von Fledermausen aus dem Bezirk Magdeburg und Nachbargebieten. *Abh. Ber. Naturk. Vorgeschichte*, 12:37-46.
- MUMFORD, R.E. 1958. Populations turnover in wintering bats in Indiana.

J. Mamm., 39:253-261.

- MYERS, P. 1977. Patterns of reproduction of four species of vespertilionid bats in Paraguay. Univ. Calif. Publ. Zool., 107:1-41+22.
- NIEUWENHOVEN, P.J. van. 1956. Ecological observations in a hibernation-quarter of cave dwelling bats in South-Limburg. Publ. naturhist. Genoot. Limburg, 9:1-55.
- NOWAK, R.M. y J.L. PARADISO. 1983. Walker's Mammals of the World. 4th Edit., The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London.
- O'FARREL, M.J. y E.H. STUDIER. 1973. Reproduction, growth and development in Myotis thysanodes and M. lucifugus (Chiroptera: Vespertilionidae) in notheastern New Mexico. Ecology, 54:18-30.
- 1974. Population dynamics and emergence activity patterns in Myotis thysanodes and M. lucifugus (Chiroptera: Vespertilionidae) in northeastern in New Mexico. A B S Bull., 21:73.
- 1975. Population structure and emergence activity patterns in Myotys thysanodes and M. lucifugus (Chiroptera: Vespertilionidae) in northeastern New Mexico. Amer. Midl. Nat., 93:368-376.
- ORR, R.T. 1970. Development: Prenatal and postnatal. Pp. 217-231. En Biology of bats. Vol. 1 (W.A. Wimsatt, ed.) Academic Press, New York, 406pp.
- OXBERRY, B.A. 1979. Females reproductive patterns in hibernating bats. J. Reprod. Fert., 56:359-367.
- PEARSON, E.W. 1962. Bats hibernating in silica mines in southern Illinois. J. Mamm., 43:27-33.

- PEARSON, O.P.; M.R. KOFORD y A.K. PEARSON. 1952. Reproduction of the lump-nosed bat (Corynorhinus rafinesquii) in California. J. Mamm., 33:273-320.
- PUNT, A. y S. PARMA. 1964. On the hibernation of bats in marl cave. Publ. natuurhist. Genoot. Limburg 13:45-59.
- RACEY, P.A. 1979. The prolonged storage and survival of spermatozoa in Chiroptera. J. Reprod. Fert., 56:391-402.
- 1982. Ecology of bat reproduction Pp 57-104. En Ecology of bats. (Kunz T.H., ed.) Plenum Press, N. Y., 425 pags.
- RADOVSKY, F.J. 1967. The Macronyssidae and Laelapidae (Acarina: Mesostigmata) parasitic on bats. Univ. California Publ. Entomol., 46:1-288.
- RASWEILER, J.J. IV 1979. Early embrionic development and implantation in bats. J. Reprod. Fert., 56:403-416.
- RAUSCH, R.L. 1975. Cestodes of the genus Hymenolepis Weinland, 1858 (sensu lato) from bats in North America and Hawaii. Canadian J. Zool., 53:1537-1551.
- REISEN, W.K.; M.L. KENNEDY y N.T. REISEN. 1976. Winter ecology of ectoparasites collected from hibernating Myotis velifer (Allen) in southwestern Oklahoma (Chiroptera: Vespertilionidae). J. Parasitol., 62:628-635.
- RICE, D.W. 1957. Life history and ecology of Myotis austroriparius in Florida. J. Mamm., 38:15-32.
- RICHMOND, N.D. 1951. Field methods for collecting mammal ectoparasites. J. Mamm., 32:123-125.

- RIPPY, C.L. y M.L. HARVEY. 1965. Notes on Plecotus townsendii virginianus in Kentucky. J. Mamm., 46:499.
- ROER, H. 1969. Zur Ernährungsbiologie von Plecotus auritus (L.) (Mamm. Chiroptera). Bonner Zoologische Beiträge, 20:378-383.
- 1971. Weitere Ergebnisse und Aufgaben der Fledermausberingung in Europa. Decheniana-Beihefte, 18:121-144.
- ROSS, A. 1960. Notes on Trichobius corynorhini on hibernating bats, (Diptera: Streblidae). Wasmann J. Biol., 18:271-272.
- 1961. Biological studies on bat ectoparasites of the genus Trichobius (Diptera: Streblidae) in North America, north of Mexico. Wasmann J. Biol., 19:229-249.
- 1967. Ecological aspects of the food habits of insectivorous bats. Proceeding of the Western Found of Vertebrate Zoologie. 1:205-264.
- RUDNICK, A. 1960. A revision of the mites of the family Spinturnicidae (Acarina). Univ. Calif. Publ. Entomol., 17:157-248.
- RYSGAARD, G.N. 1942. A study of the cave bats of Minnesota with special reference to the large brown bat, Eptesicus fuscus fuscus (Beauvois). Amer. Midl. Nat., 28:245-267.
- SAWADA, I. 1984a. Cestoda of bats from Japan, with descriptions of new species of the genus Vampirolepis (Cestoda: Hymenolepididae). Zoological Sci., 1(5):819-827.
- 1984b. Two new species of cestode belonging to the genus Vampirolepis (Cyclophyllidae: Hymenolepididae) from cave bats of Taiwan. Zool. Sci. 1:327-331.

- 1985. Vampirolepis shirotanii sp. n. (Cetoidea: Hymenolepididae), with records of know cestodes, from bats of Japan. Zoological Sci., 2:405-409.
- SAWADA, I. y M. HARADA. 1985. A survey on bat cestodes from Thailand with descriptions of six new species. Zoological Sci., 2:271-283.
- 1986. Bat cestodes from Bolivia, South America, with description of six new species. Zoological Sci., 3:367-377.
- SAWADA, I.; M. HARADA y T. KOBAYASHI. 1984. Studies on the cestode fauna of bats from Sabah, east Malaysia. Jpn. J. Parasitol., 33(6):515-523.
- SAWADA, I. y R. INOUE. 1985. The distribution and endoparasite fauna of cave bats in Nara Prefecture. Proc. Jap. Soc. syst. Zool., 30:11-17.
- SCHUMAKER, F.X. y R.W. ESCHMEYER. 1943. The estimation of fish populations in lakes and ponds. J. Tenn. Acad. Sci., 18:228-234.
- SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA. 1970. Carta Climatica 14Q-VI. Comisión de Estudios del Territorio Nacinal y Planación. Instituto de Geografía UNAM.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. 1981. Síntesis geográfica de Tlaxcala. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática.
- SLUITER, J.W., P.F. van HEERDT y J.J. BEZEM. 1956. Population statistics of the bat Myotis mystacinus, based on the marking-recapture metod. Archiv. Neerland Zool., 12:63-88.
- SLUITER, J.W., P.F. van HEERDT y A.M. VOUTE. 1971. Contribution to the

- population biology of the pond bat, Myotis dasycneme (Boie, 1825) Decheniana-Beihefte, 18:1-44.
- SMITH, E. 1954. Studies on the life history of non-cave dwelling bats in northeastern Ohio. Ohio J. Sci., 54:1-12.
- SMITH, H.M. 1934. Notes on some bat-flies of southern Kansas and northern Oklahoma. J. Kansas Entomol. Soc., 7:62-64.
- SPEAKMAN, J.R. y P.A. RACEY. 1986. The influence of body condition on sexual development of male brown long-eared bats (Plecotus auritus) in the wild. J. Zool., Lond. (Ser. A), 210:515-525.
- SPRAGUE, J.M. 1938. Notes on hibernating bats. J. Mamm., 19:500.
- STEBBINGS, R.E. 1966. A population study of bats of the genus Plecotus. J. Zool., Proc. Zool. Soc. London, 150:53-75.
- 1969. Observer influence on bat behaviour. Lynx, 10:93-100.
- 1970. A comparative study of Plecotus auritus and P. austriacus (Chiroptera, Vespertilionidae) inhabiting one roost. Bijdr. Dierkd., 40:91-94.
- STILES, C.W. y M.O. NOLAN. 1931. Key catalogue of parasites reported from Chiroptera (bats) with their possible public health importance. Bull. Natl. Inst. Health., 155:603-789.
- STODDART, M.D. (Ed.). 1979. Ecology of small mammals. Chapman and Hall, London, 386 pags.
- STRELKOV, P.P. 1969. Migratory and stationary bats (Chiroptera) of the European part of the Soviet Union. Acta Zoologica Cracoviensia, 14:393-439.
- STUDIER, E.H. y M.J. O'FARREL. 1972. Biology of Myotis thysanodes and

M. lucifugus (Chiroptera: Vespertilionidae) I. Thermoregulation.
Comp. Biochem. Physiol., 41A:567-595.

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

SWIFT, S.M. y P.A. RACEY. 1983. Resource partitionig in two species of vespertilionid bats (Chiroptera) occupying the same roost. J. Zool., Lond., 200:249-259.

TINKLE, D.W. y W.W. MILSTEAD. 1960. Sex ratios and populations density in hibernating Myotis. Amer. Midland Nat., 63:327-334.

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

TIPTON M.V. 1983. Activity patterns of a meternity colony of Plecotus townsendii virginianus. Bat. Res. News, 241:56-57.

----- 1984. Evidence of movement of a maternity colony of Plecotus townsendii virginianus throughtout the summer. Virg. J. Sci., 35:90.

TIPTON, M.V., V. BRACK Jr. y P.M. McTEER: 1986. Food habits on the big-eared bat, Plecotus townsendii virginianus, in Virginia. Virginia J. Sci. 37:248-254.

TROMBA, F.C. y W.N. SMITH. 1952. Longibucca lasiura McIntosh and Chitwood, 1934; new host record. Proc. Helminthol. Soc. Washinton, 19:126.

TURNER, R.W. 1974. Mammals of the Black Hills of South Dakota and Wyoming. Misc. Publ. Mus. Nat. Hist., Univ. Kansas, 60:1-178.

TURNER, R.W. y J.K JONES JR. 1968. Additional notes on bats from

- western South Dakota. *Southwestern Nat.*, 13:44-447.
- TUTTLE, M.D. y D.E. STEVENSON. 1977. An analysis of migration as a mortality factor in the gray bat based on public recoveries of banded bats. *Ame. Mid. Nat.*, 97:235-240.
- 1982. Growth and survival of bats. Pp. 105-150. En *Ecology of bats* (Kunz, T.H. Ed.). Plenum Press, New York, 425 pags.
- TWENTE, J.W. 1955a. Aspects of a population study of caven dwelling bats. *J. Mamm.*, 36:379-390.
- 1955b. Some aspects of habitat selection and other behavior of cavern dwelling bats. *Ecology*, 36:706-732.
- 1960. Environmental problems involving the hibernation of bats in Utah. *Proc. Utah Acad. Sci., Arts and Letters*, 36:67-71.
- UBELAKER, J.E.; R.D. SPECIAN y D.W. DUSZYNSKI. 1977. Endoparasites Pp. 7-51. En *Biology of bat of the New World Family Phyllostomatidae Part. II.* (Baker, R.J.; J.K. Jones Jr. y D.C. Carter. Eds). Special publication, The Museum Texas Tech. Univ., 13:1-369.
- UCHIKAWA, K. y M. HARADA. 1981. Evaluation of bat-infesting Myobiidae (Acarina: Trombidiformes) as indicators in taxonomy and phylogeni of host bats (Chiroptera). *Zool. Mag.*, 90:351-361.
- VILLA, R.B. 1967. Los murciélagos de México. Su importancia en la economía y la salubridad - su clasificación sistemática. *Inst. Biol., Univ. Nal. Aut. México*, XVI+491 pags.
- WALHOUD, H. y O. HOEGH-GOULDBERG. 1984. On the feeding habits of common long-eared bat, Plecotus auritus. *Flora Fauna, Silkeborg*, 90:115-118

- WATKINS, L.C.; J.K. KNOX, Jr. y H.H. GENOWAYS. 1972. Bats of Jalisco, México. Spec. Publ., Mus. Texas Tech. Univ., 1:1-44.
- WARD, H.L. 1904. A study in the variations of proportions in bats, with brief notes on some of the species mentioned. Trans. Wisconsin Acad. Sci., Art and Letters, 14:630-654.
- WEESNER, F.M. 1965. General zoological microtechniques. The Williams and Wilkins Company, Baltimore. 230 pags.
- WERTHEIM, G. y A.G. CHABAUD. 1979. Helminst of birds and mammals of Israel. 8 Skrjabinokapillaria rodentium n. sp. (Nematoda: Capilaridae) from gerbillid and murid rodents. Ann. Parasit. hum. comp., 54:65-68.
- WHITAKER, J.O. Jr. y D.A. EASTERLA. 1974. Batflies (Streblidae and Nycteribiidae) in the eastern United States and a nycteribiid record from sascatchewan. Entomol. News, 85:222-223.
- 1975. Ectoparasites of bats from Big Bend National Park, Texas. Southwestern. Nat., 20:241-254.
- WHITAKER, J.O. Jr.; C. MASER y S.P. CROSS. 1981. Food habits of eastern Oregon bats, based on stomach and scats analyses. Northwest Science, 55(4):281-292.
- WHITAKER, J.O. Jr.; C. MASER y L.E. KELLER. 1977. Food habits of bats of Western Oregon. Northwest Sci., 51:46-55.
- WILSON, D.E. 1971. Ecology of Myotis nigricans (Mammalia: Chiroptera) on Barro Colorado Island, Panama Canal Zone. J. Zool., 163(1):1-13.
- 1973. Bat faunas: a trophic comparison. Syst. Zool., 22:14-29.
- WILSON, D. E. y J.S. FINDLEY. 1971. Spermatogenesis in some neotropical

- species of Myotis. J. Mamm., 52:420-426.
- WILSON, D.E.; R.A. MEDELLIN; D.V. LANNING y H.T. ARITA. 1985. Los murciélagos del Noroeste de México, con una lista de especies. Acta Zoológica Mexicana (ns), 8:1-26.
- WILSON, L.W. 1946. Notes on bats from eastern West Virginia. J. Mamm., 27:85-86.
- WIMSATT, W.A. 1944. Growth of the ovarian follicle and ovulation in Myotis l. lucifugus. Amer. J. Anat., 74:129-159.
- 1945. Notes on breeding, behavior, pregnancy and parturition in some vespertilionid bats. J. Mamm., 26:23-32.
- 1960a. An analysis of parturition in Chiroptera, including new observations on Myotis l. lucifugus. J. Mamm., 41:183-200.
- 1960b. Some problems of reproduction in relation to hibernation in bats. Bull. Mus. Comp. Zool., 124:249-267.
- 1969. Some interrelations of reproduction and hibernation in mammals. Pp. 511-549 En Dormancy and survival (H.W. Woolhuose, Ed.), Academic Press, New York.
- 1979. Reproductive asymmetry and unilateral pregnancy in Chiroptera. J. Reprod. Fert. 56:345-357.
- YANCHEV, Y. y R. STOYKOVA. 1973. Study on the helminthofauna of the bats (Chiroptera) in Bulgaria. Izvestiya Zool. Inst. Sof., 37:113-146.
- ZDZITOWIECKI, K. y A.L. RUPRECHT. 1982. Helmint parasites of bats from the genus Plecotus Geoffroy, 1818 from Kujawy. Wiad. Parasitol., 28(3-4):445-448.

Anexo 1.

VISITAS EFECTUADAS Y NUMERO DE DIAS EN EL AREA DE ESTUDIO

EL TUNEL

Visitas efectuadas en 1982

17 - Febrero	13 - Agosto
19 - Marzo	18 - Septiembre
17 - Abril	16,17 - Octubre
20 - Mayo	20 - Noviembre
18 - Junio	17 - Diciembre
16,17 - Julio	

Visitas efectuadas 11, días 13

Visitas efectuadas en 1983

20 - Enero	22,23,24 - Julio
19 - Febrero	19,20,22,23 - Agosto
05 - Marzo	23,24,25 - Septiembre
21 - Abril	14,15 - Octubre
11,12,13 - Mayo	26,27 - Noviembre
27 - Mayo	06,07 - Diciembre
06 - Julio	10,11 - Diciembre

Visitas efectuadas 14, días 27

Visitas efectuadas en 1984

27,28 - Enero	28 - Junio
18,19 - Febrero	29 - Julio
22 - Febrero	22 - Agosto
29 - Febrero	30 - Septiembre
10 - Marzo	27 - Octubre
16,17,18 - Marzo	24,25 - Noviembre
07 - Abril	01 - Diciembre
25,26,27 - Abril	09 - Diciembre
19 - Mayo	29,30 - Diciembre

Visitas efectuadas 18, días 26

Visitas efectuadas en 1985

07 - Enero	16 - Marzo
17 - Enero	30,31 - Marzo
27 - Enero	13 - Abril
17 - Febrero	05 - Mayo
04 - Marzo	24,25 - Mayo

Visitas efectuadas 10, días 12

Cont.....Anexo 1.

Visitas efectuadas en 1986

25 - Enero

05 - Febrero

04 - Marzo

Visitas efectuadas 3, días 3

Visitas efectuadas en 1987

24-25 - Enero

08 - Mayo

Visitas efectuadas 2, días 2

Visitas efectuadas en 1988

23 - Enero

30 - Abril

Visitas efectuadas 2, días 2

TOTAL DE VISITAS EFECTUADAS: 60

TOTAL DE DIAS EN LA LOCALIDAD: 86

LA TRINIDAD

Visitas efectuadas en 1984

18 - Mayo

28 - Octubre

29 - Junio

01 - Diciembre

27 - Julio

09 - Diciembre

21 - Agosto

17 - Diciembre

29 - Septiembre

28 - Diciembre

Visitas efectuadas 10, días 10

Visitas efectuadas en 1985

07 - Enero

03 - Marzo

17 - Enero

23 - Marzo

26 - Enero

31 - Marzo

02 - Febrero

12 - Abril

16 - Febrero

24 - Mayo

Visitas efectuadas 10, días 10

TOTAL DE VISITAS EFECTUADAS: 20

TOTAL DE DIAS EN LA LOCALIDAD: 20

Cont.....Anexo 1.

GUILAPA

Visitas efectuadas en 1983

22 - Julio

Visitas efectuadas 1, días 1

Visitas efectuadas en 1984

04 - Marzo

Visitas efectuadas 1, días 1

TOTAL DE VISITAS EFECTUADAS: 2
TOTAL DE DIAS EN LA LOCALIDAD: 2

TOTAL DE VISITAS ACUMULADAS EN LAS TRES LOCALIDADES: 82
TOTAL DE DIAS ACUMULADOS EN LAS TRES LOCALIDADES: 108

Anexo 2.

Tecnica para deshidratar, aclarar e incluir en parafina.

- 1.-Lavado en agua corriente durante 15 min .
- 2.-Alcohol 96^o, una hora.
- 3.-Alcohol 96^o, una hora.
- 4.-Alcohol absoluto, una hora.
- 5.-Alcohol absoluto, una hora.
- 6.-Alcohol absoluto, una hora.
- 7.-Xilol, una hora.
- 8.-Xilol, una hora.
- 9.-Parafina I, una hora a 60^oC.
- 10.-Parafina II, una hora a 60^oC.
- 11.-Parafina III, en la unidad de inclusion para obtener los bloques.

INDICE

I	RESUMEN.....	10
II	INTRODUCCION.....	15
	1. Antecedentes y justificación.....	16
	2. Objetivos e hipótesis.....	21
	3. Agradecimientos.....	22
III	AREA DE ESTUDIO.....	25
IV	METODOS.....	31
	1. Trabajo de campo.....	31
	2. Trabajo de laboratorio.....	35
	3. Análisis de datos.....	38
V	RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
	1. Selección del hábitat.....	39
	1.1. Microclima del refugio.....	40
	1.2. Factores ambientales.....	44
	1.2.1. Temperatura.....	44
	1.2.2. Humedad relativa.....	50
	1.2.3. Corrientes de aire.....	51
	1.3. Comportamiento.....	52

4.1 Machos: Aparato reproductor y espermatogénesis.....	117
4.2 Hembras: Aparato reproductor y ciclo ovárico.....	132
4.3 Cópula, ovulación y fertilización.....	137
4.4 Gestación.....	143
4.5 Tamaño de camada y partos.....	147
4.6 Lactancia.....	150
4.7 Crecimiento y desarrollo.....	151
4.8 Madurez sexual.....	153
5. Dinámica del peso corporal.....	158
5.1 Individual.....	158
5.2 Poblacional.....	161
5.3 Crías y jóvenes.....	165
5.4 Periodo invernal.....	166
6. Alimentación.....	173
7. Relaciones.....	177
7.1 Parasitismo.....	177
7.1.1 Ectoparásitos.....	178
7.1.2 Endoparásitos.....	181
7.2 Enfermedades.....	185
7.3 Depredadores.....	186
7.4 Daños.....	187
7.5 Efecto del muestreo.....	189

1.4. Comportamiento de la colonia de maternidad y de las crías.....	55
2. Torpor diario.....	61
3. Dinámica de la población.....	68
3.1 Estimaciones poblacionales.....	68
3.1.1 Individuos procesados.....	68
3.1.2 Recapturas.....	73
3.1.3 Tamaño de la población.....	78
3.2 Densidad.....	82
3.3 Ciclo anual.....	84
3.3.1 Poblaciones de primavera.....	84
3.3.1.1 Colonia de maternidad.....	84
3.3.1.2 Poblaciones de machos.....	93
3.3.2 Poblaciones de verano-otoño.....	94
3.3.3 Poblaciones de invierno.....	98
3.4 Tasas de natalidad, mortalidad y sobrevivencia.....	101
3.5 Tablas de vida y estructura de edades.....	111
3.6 Movimientos.....	115
3.7 Proporción de sexos.....	118
3.7.1 Crías.....	115
3.7.2 Jóvenes.....	119
3.7.3 Adultos.....	119
4. Reproducción.....	127

8. Factores limitantes, estrategias ecológicas y estado

actual de las poblaciones estudiadas.....192

VI LITERATURA CITADA.....198

VII ANEXOS.....220

Anexo 1.....220

Anexo 2.....223

INDICE.....224