

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
“ZARAGOZA”**

**“ASPECTOS ECOLÓGICOS DE UNA COMUNIDAD DE
MURCIÉLAGOS EN LA SIERRA NORTE DEL ESTADO
DE PUEBLA”**

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

PRESENTAN:

ALDAMA BENÍTEZ SOCORRO EDITH

VÁZQUEZ ROLDÁN MÓNICA

DIRECTOR DE TESIS: BIÓL. CRISTÓBAL GALINDO GALINDO.

MÉXICO, D. F.

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

*Que haría mi animal
si comprendiera
que es genial.*

Antonio Vega

PARA MIS PADRES

MARCELA BENÍTEZ LIRA Y MARÍO ALDAMA PAREDES

Por compartir los mejores años de su vida conmigo, brindarme su apoyo incondicional, saber guiarme en este arduo camino, para llegar a cumplir mis metas y por que sin su ayuda y comprensión no estaría donde hoy estoy. “Gracias papás”.

MIS HERMANAS

CRISTINA, CLARA, LURDES Y NOEMI

Por todos los buenos momentos que hemos compartido juntas y por brindarme su cariño que en muchas ocasiones mal interprete, las quiero por siempre y para siempre, aunque la vida nos lleve por distintos senderos, siempre habrá un segundo al día, en que estén en mi mente y corazón.

A MIS CUÑADOS

MARÍO ANDRADE SORIANO Y JULIO CESAR HERNÁNDEZ LÁZARO

Los cuales acudieron en mi auxilio cuando los necesitaba.

A OMAR

Por ser una persona especial en mi vida (lo que tú y yo sabemos) y por compartir tu tiempo conmigo, siempre tuviste la palabra adecuada en los momentos difíciles.

A MI ENTRAÑABLE AMIGO RAMÓN HUMBERTO QUIJANO PÉREZ

Coparticipe de múltiples aventuras y desvelos en campo, por toda la ayuda que me prestaste, durante las colectas de estas fascinantes criaturas, con las cuales, compartimos tú y yo un gusto muy especial.

PARA MI GRAN AMIGO

CRISTOBAL GALINDO GALINDO

Cada vez que escucho a Joaquín Sabina mis neuronas se alteran y automáticamente pienso en ti, que fuiste más que un maestro mi amigo, por todo lo que me enseñaste de este fascinante mundo de los Murciélagos. “Muchas gracias mi querido amigo”. En donde quiera que vea volar uno te recordare.

El hombre bueno, del buen tesoro de su corazón saca lo bueno; y el hombre malo, del mal tesoro de su corazón saca lo malo; por que de la abundancia del corazón habla la boca. Lucas 6:45

AGRADECIMIENTOS

*La ciencia es una estrategia
es una forma de atar la verdad
es algo más que materia
donde el principio
se encuentra detrás*

León Gieco

A la esperanza y el refugio que encuentra el hombre en él; “Dios”.

Con agradecimiento, para mis sinodales que con sus comentarios e ideas enriquecieron el manuscrito.

M. en C. MANUEL F. RICO BERNAL
BIÓL. CRISTOBAL GALINDO GALINDO
BIÓL. MA. del CARMEN SALGADO MEREDIZ
M. en C. MANUEL FERÍA ORTÍZ
M. en C. NICTÉ RAMÍREZ PRIEGO

Una mención especial al **Dr. ISAIAS HAZARMABETH SALGADO UGARTE**, por brindarme su amistad y colaboración en los análisis estadísticos de este trabajo.

A todos los de la vieja y nueva guardia, por toda su ayuda durante el trabajo de campo, ustedes saben quienes son, ya que son tantos que la memoria me fallaría y excluir el nombre de alguno sería una aberración de mi parte. GRACIAS A TODOS.

A MI AMIGA MÓNICA VÁZQUEZ Y GUADALUPE GARRIDO
Por su compañía y amistad.

A TODAS LAS PERSONAS DEL MUNICIPIO DE ZAPOTITLAN DE MENDEZ QUE HICIERON DE NUESTRA ESTANCIA UN VERDADERO PLACER DURANTE TODO EL ESTUDIO.

Así hasta que el Creador, viendo que el murciélago no se contentaba con disfrutar de sus nuevas plumas, sino que las usaba para humillar a los demás, le pidió que subiera al cielo, donde también se pavoneó y aleteó feliz. Aleteó y aleteó mientras sus plumas se desprendían una a una, descubriéndose de nuevo desnudo como al principio. Durante todo el día llovieron plumas del cielo, y desde entonces nuestro murciélago ha permanecido desnudo, retirándose a vivir en cuevas y olvidando su sentido de la vista para no tener que recordar todos los colores que una vez tuvo y perdió.

“Fragmento, leyenda Mexicana, Oaxaqueña.”

AGRADECIMIENTOS.

*Porque he llegado hasta aquí, gracias **Mami Evita** por todo éste apoyo incondicional que me haz dado, desde el momento en que nací, y que hasta hoy sigo disfrutando de tu presencia, amor y consejos, y a mi **Tacho** querido, por todo ese cariño que hasta hoy sigo recordando, **Papi**, si se pudo, con amor y respeto, los tengo presentes en lo más profundo de mi corazón.*

*Y también a mis tres queridos hermanos: **Jorge, Raúl y Erick**, por su cariño, preocupación, apoyo tanto moral como económico, por todos esos buenos y malos momentos que hemos pasado, pero juntos al fin, los amo.*

*Agradezco también a ese **Ser Supremo** que se encuentra cerca de mí, y que ha permitido que llegue hasta aquí.*

*A tí que llegaste en el momento indicado, no antes, no después, y que estás en mis pensamientos, y proyectos, gracias por todo el apoyo y atenciones de todo este tiempo, por la confianza y amor, te amo **Julio** y sigues tú.*

***Ani**, amiga querida; que te puedo decir que no sepas ya, te quiero muchísimo, y la distancia no te aleja de mi corazón, gracias por tu amistad, hermanita.*

*Y el más delicado agradecimiento, a mi dulce amigo, **Milton**, por tantos consejos y cuidados hacia mí, te quiero amigo.*

*A mi familia Limantour: **Jacki, Marinona, Flaca, Lety, Tany, Ricky, Pau, Bere, Miguel, Faby, Sandy, Ernest** que me han tolerado, y han estado conmigo, en tristezas y alegrías, los quiero mucho.*

A mi apreciado **Profesor Cristóbal Galindo**, por su amistad, que me ha enseñado muchas cosas y que siempre siga con ése buen humor, que lo caracteriza.

Comadre Edith, gratitudes, hacia ti, por todo este tiempo, por las salidas a campo y los buenos momentos, y sobre todo, por hacer mancuerna conmigo, para éste proyecto.

A los profesores: **Gloria Peralta, Genaro Altamirano, Marisela Arteaga y Martha Sánchez**, que a lo largo de mi paso por éste lugar se han tomado el tiempo de brindarme su amistad.

A los sinodales: **Cristóbal Galindo Galindo, Manuel Feria Ortíz, Nicté Ramírez Priego, María del Carmen Salgado Merediz y Manuel F. Rico Bernal**, por las atenciones de revisar y aportar ideas para este propósito.

A los que ya no están, y han compartido parte de su vida, gracias.

A mi querida **Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza**, que amo y respeto, que me ha dado tanto, y ayudado a mi formación, como universitaria.

Y por último, quiero agradecer a mi empeño y necesidad de querer lograr este objetivo, y de que las cosas se pueden siempre y cuando haya convicción y deseo, gracias **Mónica**, por terminar.

Un Recuerdo que Dejo

¿Con qué he de irme?
¿Nada dejaré en pos de mí sobre la tierra?
¿Cómo ha de actuar mi corazón?
¿Acaso en vano venimos a vivir,
a brotar sobre la tierra?
Dejemos al menos flores
Dejemos al menos cantos

Nezahualcóyotl

“Mañana tal vez tengamos que sentarnos frente a nuestros hijos y decirles que fuimos derrotados. Pero no podremos mirarlos a los ojos y decirles que viven así porque no nos animamos a pelear.”

Mahatma Gandhi

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | I |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | II |
| RESUMEN..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| ANTECEDENTES..... | 4 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 6 |
| HIPÓTESIS..... | 7 |
| OBJETIVOS..... | 7 |
| MATERIAL Y MÉTODO..... | 8 |
| Área de estudio..... | 8 |
| Trabajo de campo..... | 9 |
| Captura de murciélagos..... | 9 |
| Determinación taxonómica..... | 10 |
| Riqueza de especies..... | 11 |
| Abundancia poblacional..... | 11 |
| Diversidad de especies..... | 12 |
| Estructura de la comunidad..... | 13 |
| Condición reproductiva..... | 13 |
| Estructura del refugio y parámetros físicos..... | 14 |
| RESULTADOS..... | 15 |
| Colecta..... | 15 |
| Esfuerzo de captura..... | 15 |
| Riqueza..... | 16 |
| Riqueza de especies por familia..... | 17 |
| Abundancia relativa..... | 18 |

| | |
|---|----|
| Diversidad..... | 20 |
| Estructura de la comunidad..... | 21 |
| Reproducción..... | 22 |
| Estructura del refugio que habitan (<i>Myotis velífera</i> , <i>Myotis keaysi</i> y <i>Nyctinomops laticaudatus</i>)..... | 23 |
| Parámetros físicos..... | 25 |
| Temperatura..... | 25 |
| Humedad relativa..... | 27 |
| Patrones reproductivos..... | 29 |
| <i>Myotis velífera</i> | 29 |
| <i>Myotis keaysi</i> | 30 |
| <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | 31 |
| <i>Pteronotus parnellii</i> | 32 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 34 |
| Riqueza específica..... | 34 |
| Abundancia relativa..... | 35 |
| Diversidad..... | 35 |
| Estructura de la comunidad..... | 36 |
| Estructura del refugio..... | 36 |
| Temperatura..... | 38 |
| Humedad relativa..... | 40 |
| Patrones reproductivos..... | 40 |
| <i>Myotis velífera</i> | 40 |
| <i>Myotis keaysi</i> | 41 |
| <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | 42 |
| <i>Pteronotus parnellii</i> | 42 |
| CONCLUSIONES..... | 44 |

SUGERENCIAS.....44

BIBLIOGRAFÍA.....45

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Mapa de Zapotitlán de Méndez..... | 8 |
| Fig. 2. Caracteres taxonómicos craneales..... | 10 |
| Fig. 3. Acumulación de especies..... | 16 |
| Fig. 4. Riqueza de especies por familia..... | 18 |
| Fig. 5. Densidad relativa..... | 20 |
| Fig. 6. Diversidad, D. máxima y Equitatividad..... | 21 |
| Fig. 7. Diagrama de “Cueva del Panteón”..... | 25 |
| Fig. 8. Temperatura vs Tiempo “Cueva del Panteón”..... | 26 |
| Fig. 9. Diagrama de Temperatura de “caja y bigotes” “Cueva del Panteón”..... | 27 |
| Fig. 10. Humedad relativa “Cueva del Panteón”..... | 24 |
| Fig. 11. Patrón reproductivo de <i>Myotis velífera</i> | 30 |
| Fig. 12. Patrón reproductivo de <i>Myotis keaysi</i> | 31 |
| Fig. 13. Patrón reproductivo de <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | 32 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Categorías de gremios alimentarios..... | 13 |
| Cuadro 2. Familias y especies de murciélagos..... | 17 |
| Cuadro 3. Densidad relativa para cada especie..... | 19 |
| Cuadro 4. Gremio alimentario..... | 21 |
| Cuadro 5. Condición reproductiva..... | 23 |
| Cuadro 6. Temperaturas en “Cueva del Panteón”..... | 26 |
| Cuadro 7. Humedad relativa de “Cueva del Panteón”..... | 28 |

RESUMEN

En el presente estudio se reporta la diversidad y estructura de una comunidad de murciélagos en un Bosque Mesófilo de Montaña, en la Sierra Norte de Puebla, específicamente en el municipio de Zapotitlán de Méndez. Durante un período de dos años (febrero 2007-noviembre 2008), se realizaron visitas mensuales a la zona de estudio, en las cuales se capturaron murciélagos con 3 redes (12X3m) que se extendieron de las 1800 a las 0200, todos los organismos colectados fueron determinados hasta especie. El total de metros red/noche/ fue de 4,752 m acumulados en 44 noches de captura, así mismo se registró el número de organismos por especie, lo que nos permitió cuantificar la densidad relativa para cada una de las especies. La diversidad se estableció mediante el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988). La estructura de la comunidad se analizó mediante el reconocimiento del gremio trófico al que pertenecía cada una de las especies mediante la utilización de bibliografía especializada. La unidad de esfuerzo se evaluó mediante la construcción de una gráfica en donde las variables fueron tiempo contra número de especies acumuladas.

Los resultados fueron los siguientes: la curva de acumulación de especies, demuestra que se ha hecho asintótica, lo que nos podría indicar que se tienen representadas a la mayoría de las especies presentes en el área de estudio. En cuanto a la riqueza específica, se capturaron 210 murciélagos pertenecientes a 23 especies, por lo que de acuerdo al índice de Margalef el valor obtenido es relativamente alto con 4.1, el índice de Chao (1) muestra que 25 (24.5) taxa son las esperadas, este complejo quiropterofaunístico representa el 50% de las especies registradas para el estado de Puebla (46). Todas las especies están incluidas en cinco familias: Phyllostomidae, Vespertilionidae, Mormoopidae, Mollosidae y Natalidae. En cuanto a la abundancia relativa las especies *Myotis velifera* (0.0088), *Myotis keaysi* (0.0072) y *Nictynomops laticaudatus* (0.0053), son las más representativas con los valores de 8.8, 7.2 y 5.3 respectivamente. En cuanto al índice de diversidad el valor obtenido fue de 2.6 lo que indica que la diversidad de la zona es alta.

En cuanto a la estructura de la comunidad, de los 210 murciélagos colectados los mejor representados corresponden a las especies de murciélagos que basan su dieta en el consumo de insectos y de frutas con 9 especies cada uno, que corresponden al 78% del total de las especies. En cuanto al grupo de Hematófagos y Nectarívoros se colectaron 2 especies respectivamente, constituyendo el 17% mientras que el grupo de Omnívoros con 1 especie aportaron el restante 5%.

Se reportan los patrones reproductivo de las especies más conspicuas (*M. keaysi*, *M. velifera*, *N. laticaudatus* y *Pteronotus parnellii*), las cuales evidencian una monoestría estacional.

Palabras clave: murciélagos, diversidad, abundancia, comunidad, gremios tróficos, reproducción, Zapotitlán de Méndez.

INTRODUCCIÓN

En localidades de Mesoamérica y probablemente hasta la cuenca del Amazonas, las especies de murciélagos pueden representar hasta el 62% de la mastofauna (Alvarez *et al.*, 1984; Eisenberg, 1989; Handley, 1966; Wilson, 1983). Los murciélagos ejercen una influencia profunda y variada sobre los procesos ecológicos que ocurren en los bosques tropicales, dados sus diversos hábitos de alimentación, sus esquemas coevolutivos con las plantas, sus niveles poblacionales y sus adaptaciones a la búsqueda de insectos y otros alimentos (Faegri y Van der Pijl, 1966; Fenton, 1982; Gardner, 1977; Heithaus, 1982; Kunz, 1974; Wilson, 1973).

Por lo anterior no es extraño que los quirópteros representen el segundo orden más diverso de mamíferos, comprendiendo 18 familias, 187 géneros y alrededor de 950 especies, superándolo en número el orden rodentia con alrededor de 1700 especies (Wilson y Reeder, 1993; Corbert y Hill, 1991; Ramírez Pulido *et al.*, 1986; Hall, 1981). En México se encuentran 8 familias 60 géneros y 137 especies (Ceballos, 1984).

La mayoría de los estudios descriptivos de la quirópteroфаuna de localidades específicas se han realizado en zonas tropicales (Bonaccorso y Humprey, 1984; Fleming *et al.*, 1972; La Val y Fitch, 1977; Medellín, 1986; Tuttle, 1970), aunque existen algunos trabajos sobre localidades templadas (Findley, 1976; Fleming, 1973). La mayoría de estos trabajos caracterizan a los murciélagos por su dieta y su tamaño, atributos que dan una buena idea de sus relaciones ecológicas, y establecen que la dinámica reproductiva y poblacional de los quirópteros tropicales y templados es altamente estacional. Por lo tanto cambios estacionales en la disponibilidad y calidad de recursos alimentarios determinan la estacionalidad de la reproducción y la abundancia de los murciélagos tropicales (Bonaccorso y Humprey, 1984; Dinerstein, 1986; Fleming *et al.*, 1972). Lo anterior se ve reflejado en las diferentes estrategias reproductivas en los murciélagos Neotropicales en donde son frecuentes las especies que siguen un patrón poliestro, (dos, tres o cuatro crías por año). Otras especies muestran monoestrías estacionales o asincrónicas (Racey, 1982, 1988; Sánchez *et al.*, 1986; Willig, 1985; Wilson, 1979).

Así mismo las comunidades de murciélagos presentan cambios en su composición taxonómica y ecológica a lo largo de gradientes de latitud y altitud. En el continente americano se han documentado estos cambios en ambos gradientes, la mayor complejidad, diversidad y abundancia de murciélagos se observa en la parte baja de un gradiente altitudinal y en las latitudes tropicales (Fleming, 1973; Graham, 1983; McCoy y Connor, 1980; Tuttle, 1970; Wilson, 1974). El estudio de estos gradientes es de especial interés en las zonas de transición biogeográfica abrupta (*p. ej.* Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico Transversal y Sierra Madre Occidental), donde coexisten e interactúan especies con distintos requerimientos ecológicos y distribuciones geográficas donde en distancias relativamente cortas, existen profundos cambios en la estructura de las

comunidades, lo que permite evaluar el efecto de las diferencias entre hábitats y la estacionalidad en la composición de especies (Medellín, 1992).

Lo anterior es el resultado de factores no excluyentes como son: la confluencia de casi todos los tipos de climas, la accidentada geología y topografía favorecen el establecimiento de una gran variedad de comunidades vegetales que permiten una gran diversidad de hábitats, ayudando a incrementar la riqueza y diversidad de la mastofauna (Mittermeier *et al.*, 1992).

Específicamente, los Bosques Mesófilo de Montaña mexicanos representan un tipo de vegetación intermedia entre la vegetación tropical y la templada (Meave *et al.*, 1992; Challenger, 1998; Rzedowski, 1978). Por lo que la mezcla de elementos de diversas afinidades da como resultado una composición biótica híbrida (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978). También se ha reconocido que el Bosque Mesófilo de Montaña tiene una distribución limitada y fragmentada y que representa aproximadamente el 1% del territorio nacional (Flores-Villela y Gérez, 1998). Para el estado de Puebla este tipo de Bosque representa aproximadamente el 0.57% (INEGI, 2005).

A pesar de su cercanía con el D.F., Puebla es uno de los estados que menos atención ha recibido de los mastozoólogos no obstante de ser uno de los estados con una gran riqueza de fauna silvestre, hasta el momento son escasos los estudios realizados en este lugar (Ramírez-Pulido *et al.*, 2005).

Específicamente los listados generales más completos y recientes que existen para los quirópteros de Puebla, se encuentran registrados en trabajos como los de Goodwin (1969), Hall (1981), Medellín *et al.* (1997) y Ramírez-Pulido y Armella (1987). Finalmente Urbano *et al.* (1987) y Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996) incorporan 2 y 6 nuevas especies respectivamente, provenientes del Valle Tehuacán-Cuicatlán, dando un total de 46 especies para Puebla.

ANTECEDENTES

Tradicionalmente, los estudios enfocados a determinar los factores que influyen en la diversidad de mamíferos han incluido grandes regiones biogeográficas con amplios gradientes latitudinales y longitudinales (Fleming, 1973; Brown y Nicolleto, 1991; Pagel *et al.*, 1991). Sin embargo un problema de interpretación de estos estudios radica en la escala geográfica, que impide tener una precisa resolución de los factores bióticos (tipos de vegetación) y abióticos (topografía, precipitación, etc.) que influyen en la diversidad biológica (Fleming, 1973; MacCoy y Connor, 1980; Pagel *et al.*, 1991).

Recientemente, se han realizado estudios cuya perspectiva ha sido determinar cambios en la diversidad mastofaunística a lo largo de gradientes altitudinales (Graham, 1983, 1990; Heaney *et al.*, 1989; Patterson *et al.*, 1989; Heaney y Rickart, 1990; Navarro y León-Paniagua, 1995). Lo cual resulta de enorme importancia, ya que se ha demostrado que en regiones biogeográficas relativamente pequeñas, se pueden asociar y correlacionar parámetros abióticos y bióticos con los cambios en la riqueza de especies, considerando información detallada del medio físico.

El estudio ecológico de los murciélagos en la región Neotropical ha experimentado un notable incremento durante las últimas décadas (*e.g.* Baker *et al.*, 1976, 1977, 1979; Fleming, 1988; Handley, 1976; Hill y Smith, 1984; Kunz, 1982, 1988; Villa, 1967; Willig, 1985; Wilson, 1971, 1973; Wimsatt, 1970a, 1970b, 1977). En particular el estudio de las comunidades ha sido el foco de muchos investigadores, haciendo evidente el interés que reviste un grupo grande de especies emparentadas que explotan una gran variedad de recursos (Bonaccorso, 1979; Fleming *et al.*, 1972; Humphrey *et al.*, 1983; La Val y Fitch, 1977; Reis, 1984; Willig, 1983; Willig y Mares, 1989; Willig y Moulton, 1989; Wilson, 1973). La inmensa gama de interacciones y el uso de los recursos por el mismo grupo ha sido tema de debate, por la complejidad de las comunidades de murciélagos y la dificultad para estudiarlas. El conocimiento disponible hasta hoy, no permite inclinarse por la existencia de una estructura definible y organizada de una manera definitiva (Lewin, 1983; Schoener, 1982; Simberloff, 1983; Willig, 1986; Willig y Mares, 1989).

Es bien conocido que la riqueza de especies en mamíferos se incrementa conforme disminuye la latitud y son las especies de murciélagos las que acentúan marcadamente este efecto (Arita, 1993; Ceballos y Navarro, 1991; Fleming, 1973; Iñiguez y Santana, 1993; McCoy y Connor, 1980; Wilson, 1974). Así mismo se ha señalado que como consecuencia de la disminución de la latitud los murciélagos muestran una mayor variedad de hábitos alimentarios (Fleming, 1973; Fleming *et al.*, 1972; Iñiguez y Santana, 1993).

Estos estudios han identificado patrones de distribución de mamíferos, aparentemente consistentes, a lo largo de gradientes altitudinales en diversas regiones geográficas como Perú, Chile y Filipinas (Graham, 1983, 1990; Heideman y Heaney, 1989; Patterson *et al.*, 1989; Heaney y Rickart, 1990). Es importante considerar la variación temporal (*p. ej.* estacionalidad) ya que la obtención de datos que documenten la fluctuación espacio-temporal de la riqueza de especies permitirá establecer patrones generales de distribución y poder inferir si estos son los mismos en otros grupos de mamíferos.

Por lo tanto es preciso señalar que no se han realizado más trabajos de quirópteros dentro de nuestra área de trabajo, solo los pertenecientes a nuestros servicios sociales, por lo que se mencionan algunos estudios llevados a cabo en regiones templadas y tropicales, con fines únicamente de comparación, los cuales quedan señalados en los siguientes párrafos:

Vázquez-Roldán (2009) realizó un estudio de los aspectos reproductivos de la especie *Myotis velifera*, resaltando que es exclusivamente Colonia de maternidad, sin presencia de machos, en el Municipio de Zapotitlán de Méndez, en el Estado de Puebla.

Aldama-Benítez (2008) reporta en su estudio, un total de 45 especies de murciélagos pertenecientes a 4 familias y 10 géneros, destacando que la familia Phyllostomidae resultó ser la más abundante, en éste Bosque Mesófilo de Montaña, en la Sierra Norte de Puebla.

Iñiguez (1993), menciona un total de 27 especies presentes en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, las cuales se pueden categorizar por su distribución altitudinal en organismos de zona baja (tropical), zona alta (templada) y especies presentes en todo el gradiente.

Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996), mencionan que en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán habitan 34 especies destacando que es una zona muy rica en quirópteros y el área de estudio es más parecida a las zonas tropicales húmedas que a los desiertos propiamente.

Ornelas (2005), realizó un inventario de la quiróptero fauna del Parque Nacional Izta-Popo reportando un total de 19 especies de las cuales 13 se encontraron en la zona de influencia y 6 en el área protegida.

Ceballos y Miranda (1986), Sánchez (1984), hicieron una recopilación de 37 especies de murciélagos en Chamela Jalisco correspondiente a una Selva Baja Caducifolia, presentando una elevada riqueza quiroptero faunística en cuanto a zonas tropicales subhúmedas.

Coates-Estrada y Estrada (1986), Medellín (1993), reportaron un estudio de 39 y 50 taxa de murciélagos en una Selva Alta Perennifolia en la región de los Tuxtlas-Veracruz y en Chajul-Chiapas respectivamente, examinando los papeles generales que los murciélagos desempeñan en la estructura y función de dichas comunidades.

JUSTIFICACIÓN

Dentro de la Sierra Madre Oriental uno de los sitios probablemente menos estudiado en cuanto a la biodiversidad que alberga es la zona conocida como Sierra Norte de Puebla. Este escaso conocimiento es el resultado de diversos factores, como el difícil acceso que representa el llegar a los municipios que componen a esta área geográfica, el poco interés de autoridades gubernamentales e institucionales y el desconocimiento de los habitantes acerca de la importancia que representa la conservación de este tipo de asociaciones vegetales. Dentro de este sitio se encuentra una de las comunidades ecológicas de gran trascendencia por la diversidad que resguarda, el Bosque Mesófilo de Montaña. En nuestro país este tipo de vegetación apenas representa el 1% del territorio nacional (Flores-Villela y Gérez, 1998). El conocimiento generado sobre esta unidad ecológica parte de estudios realizados principalmente en los estados de Chiapas, Hidalgo y Jalisco (Long A. y M. Heath, 1991; Cervantes *et al.*, 2002; Iñiguez, 1993). En este sentido se ha reconocido su importancia como un sitio que sirve de albergue a una gran cantidad de especies, tanto de plantas como animales, además de ser uno de los sitios que más fuertemente ha sido impactado por acciones antropogénicas (agricultura de temporal, la ganadería, la explotación forestal, la ampliación dedicada al cultivo del café, etc.) Rzedowski (1978).

En el estado de Puebla el Bosque Mesófilo de Montaña apenas cubre el 0.57% de su territorio (INEGI, 2005) e igualmente está siendo alterado de manera significativa, hasta el momento no hemos encontrado en la literatura estudios enfocados en reconocer su mastofauna, específicamente en quirópteros. En este sentido la pérdida de estos albergues tiene como consecuencia la alteración de las especies animales que ahí habitan sin que existan cuando menos reportes de ellas y menos aún trabajos enfocados a establecer aspectos ecológicos básicos que sirvan como base para tratar de establecer la importancia de esta comunidad en Puebla.

Por lo anterior este trabajo aportará datos, que contribuyan a esclarecer algunos de los muchos aspectos ecológicos-biológicos que al respecto existen sobre el conocimiento de las especies de murciélagos, así mismo permitirá inferir el impacto negativo que traería como consecuencia la alteración del hábitat por acciones antropogénicas.

HIPÓTESIS

El Bosque Mesófilo de Montaña, se considera como una zona transicional entre los Bosques tropicales y los perennes, por lo que su diversidad será alta, resultado de la presencia de especies de ambas afinidades.

OBJETIVOS

- 1.- Realizar un inventario de las especies de murciélagos presentes en el Bosque Mesófilo de Montaña.
- 2.- Determinar algunos aspectos ecológicos (riqueza específica y diversidad) de las especies en la zona de trabajo.
- 3.- Analizar la estructura de la comunidad mediante el establecimiento de gremios alimentarios.
- 4.- Aportar datos de reproducción en las especies más abundantes y las características físicas de sus hibernáculos.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio.

El área de estudio se ubica en la sierra norte del estado de Puebla, específicamente en el municipio Zapotitlán de Méndez (20°01' L N y 97°44' L W), con una elevación de 640msnm, y una extensión territorial de 35.76 km² (INEGI, 2005) Fig. 1. El municipio ha perdido la mayor parte de su vegetación, solo la conserva el Suroeste y el Oeste donde se localiza una parte de recursos Selváticos y un área reducida de Bosque Mesófilo de Montaña, predominando las comunidades de *Quercus* y *Liquidámbar*, estos tipos de vegetación se observan en pequeños manchones, presentando una gran gama de recursos forestales entre los que sobresalen las especies arbóreas de: *Quercus socoria*, *Q. furfuraceae*, *Q. excelsa*, *Q. candolleana*, *Clethra quercifolia*, *Meliosma alba*, *Carpinus caroliniana*, *Nyssa sylvatica*, *Ostrya virginiana*, *Crataegus pubescens*, *Symplocos aff. Jurgensenii*, *Prunus samydoide*, *Liquidambar styracifua*, entre otros (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978).

El municipio se localiza en la transición de los climas templados de la Sierra Norte y los cálidos del declive del Golfo, presentando un solo clima. El tipo de clima es semicálido subhúmedo Af, con una temperatura media anual que varía de 17 a 25°C, presenta una precipitación media anual de 2000 mm (García, 2004; Conabio-Estadigrafía, 1997). Los agroecosistemas ocupan una mayor superficie, donde el maíz y el frijol son las especies de cultivo más usuales en estas áreas, además de los cafetos que prosperan bajo árboles de *Inga* (Rzedowski, 1978). En esta zona se localiza la cueva “Del panteón” la cual se encuentra a 1.5 Km. al Norte del municipio, mientras que la cueva “La Doña” se ubica a 750 m al Oeste del poblado.

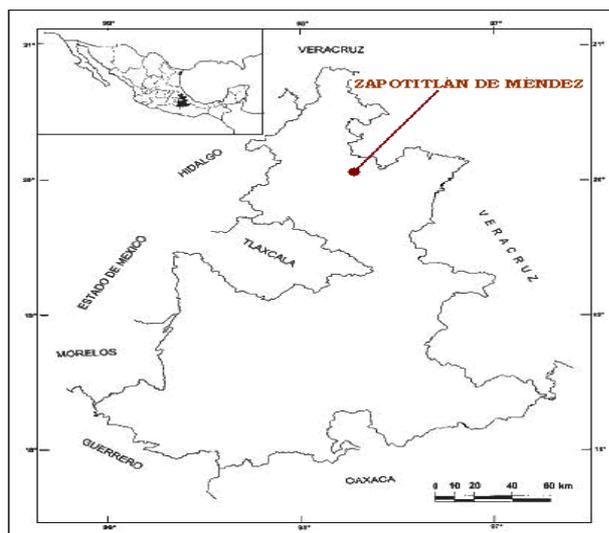


Fig. 1. Mapa en donde se representa el municipio de Zapotitlán de Méndez, Sierra Norte, Estado de Puebla (2007-2008), INEGI (2005).

Trabajo de campo

El presente estudio se desarrolló en un período de dos ciclos anuales (febrero 2007-noviembre 2008). A lo largo de este tiempo se realizaron visitas mensuales a la zona de estudio, con 3 días de duración y 2 noches de trabajo efectivo, por lo que al final el número de noches fue de 44. Cabe mencionar que se realizaron 3 salidas extras (mayo, junio y octubre 2008), para compensar las noches en que la captura de murciélagos fue mínima.

Captura de murciélagos

Dentro de la zona de estudio específicamente en el municipio de Zapotitlán de Méndez, la vegetación corresponde a un Bosque Mesófilo de Montaña y en las zonas más bajas a una Selva Media, los puntos de descanso donde se ubicaron las colectas se realizaron dentro del primer tipo de comunidad vegetal mencionado.

La captura mensual de murciélagos se realizó de la siguiente manera: con la finalidad de crear un patrón constante en el muestreo se utilizaron tres redes de neblina (12x3), las cuales fueron colocadas entre espacios abiertos de la vegetación, zonas cercanas a cuerpos de agua y sitios en donde previamente se observó actividad.

Las redes se extendieron a partir de las 1800 y se revisaron a intervalos de dos horas con la finalidad de extraer a los organismos que quedaron atrapados, las redes se cerraron a las 0200, por lo que el promedio de apertura de la red/noche fue de 8 horas.

De acuerdo con las dimensiones de cada una de las redes (12x3) el promedio de metros lineales fue de 216 m, el cual se reconoció en cada noche por lo que al final obtuvimos el número de metros totales y el tiempo.

La representatividad o intensidad del muestreo en el área de estudio se estimó a través de la construcción y análisis de una gráfica de acumulación de especies contra el número de noches de esfuerzo, considerando que cuando la curva tiende a ser asintótica con respecto al eje de las ordenadas se puede inferir que el esfuerzo de captura ha sido suficiente ya que se tiene representada a la mayoría de las especies de murciélagos.

Determinación taxonómica

Para la determinación taxonómica, de cada uno de los murciélagos se utilizó un vernier de plástico Scala para posteriormente tomar las medidas corporales convencionales: Longitud del cuerpo, L. cola vertebral, L. pata, L. oreja y L. antebrazo y peso (Álvarez *et al.*, 1994). Se revisó el pelo tomando su color en la punta y base del mismo y todos los murciélagos fueron pesados con una balanza analítica Ohaus con 0.01g de precisión.

En caso de tener duda en la determinación taxonómica se hicieron algunas mediciones de cráneo (Formula dentaria, Longitud total craneal, Longitud caja craneal, Longitud del rostro, Ancho a través de los caninos, Ancho a través de los molares, Ancho interorbital, Altura caja craneal, Ancho cigomático, Ancho mastoideo, Molariformes), los cuales se representan en la Fig. 2 (Álvarez *et al.*, 1994).

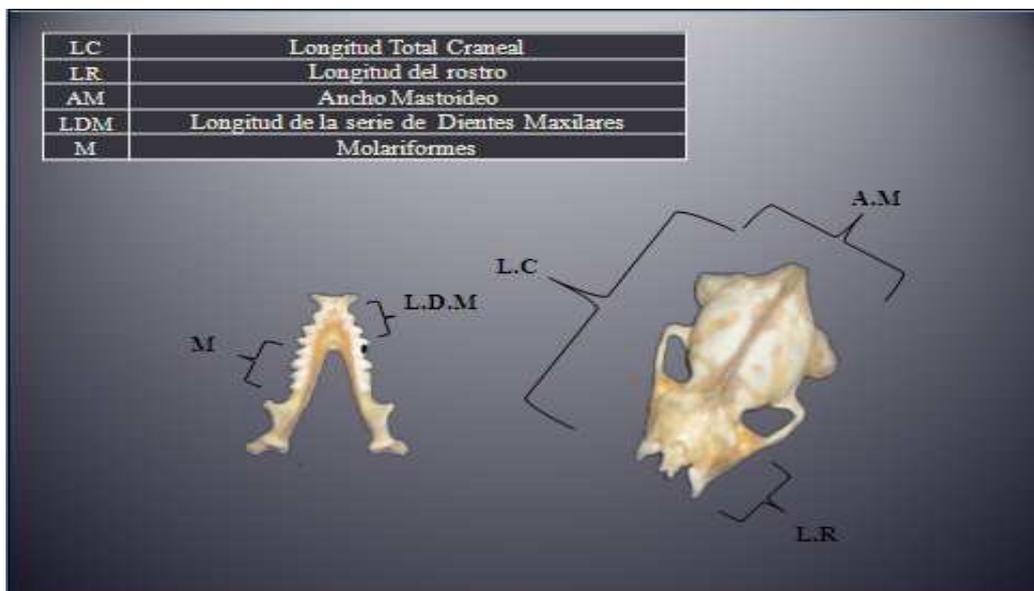


Fig. 2. Caracteres taxonómicos craneales, utilizados en la determinación de murciélagos de acuerdo con Álvarez *et al.* (1994).

Con los datos recabados y utilizando las claves de Hall (1981), Medellín *et al.* (1997) y Nowak (1994), cada uno de los murciélagos fue determinado hasta el nivel taxonómico de especie.

De cada uno de los animales se tomaron registros adicionales, tales como condición reproductiva, sexo, fecha, y se llevó a cabo la elaboración de un listado de especies por familia, anexando el número de organismos por especie.

Estos datos nos permitieron reconocer a las especies de murciélagos presentes durante los períodos de sequía y lluvia, así mismo se calculó el índice de riqueza específica y con el número de organismos por especie, el índice de diversidad.

Riqueza de especies

La riqueza de especies se calculó para fines comparativos mediante el índice propuesto por Margalef (Magurran, 1988). Este índice señala que la medición de la riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes. Con base en lo anterior:

$$D_{Mg} = S - 1 / \ln N$$

donde:

S= número de especies.

N= número total de individuos.

Con la finalidad de conocer el número de especies esperado en la zona de estudio, se utilizó el índice de Chao 1, el cual, es un estimador del número de especies en una comunidad, basado en el número de especies raras en la muestra (Chao 1984, Chao y Lee 1992, Smith y van Belle 1984).

$$\text{Chao (1)} = S + a^2/2b$$

donde:

S= número de especies.

a= número de especies representadas por un individuo en la muestra.

b= número de especies representadas por dos individuos en la muestra.

También se reconoció la importancia que tiene el área de estudio, mediante la determinación del número de familias y de géneros, así mismo, se comparó con la riqueza de especies de murciélagos presentes en el estado de Puebla.

Abundancia poblacional

Para cuantificar el esfuerzo de captura, se obtuvo para cada visita el producto del total de metros de red (sumando los de cada noche) por el total de horas trabajadas. La suma de los valores de cada visita arrojó el total de metros de red por hora (MxH). Este número fue utilizado para estimar la abundancia relativa de grupos particulares de murciélagos, al dividir el número de animales capturados entre MxH. Los datos están expresados en número de murciélagos por metro de red por hora. (Medellín, 1986). Cabe señalar que los datos obtenidos en la condición reproductiva cuando los organismos se capturaron manualmente o con redes de golpe en el interior de sus refugios, no se consideraron para los cálculos de abundancia relativa, con la finalidad de no sobrestimar los resultados.

Diversidad de especies

Para estimar la diversidad de especies en la zona de estudio se utilizo el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988). Este método está basado en la teoría de la información y es una estimación del número de especies que dominan en una comunidad. También se puede expresar como una medida de la incertidumbre para predecir a que especie pertenecerá el próximo individuo capturado. Mientras más alto el valor mayor será la incertidumbre. Por lo tanto este índice depende del número de especies de la comunidad y de la distribución del total de individuos entre las especies: la diversidad será mayor si los individuos están distribuidos uniformemente entre las especies, y menor si la mayoría pertenecen a una sola especie y cuentan solo con pocos individuos (Krebs, 1978; Smith, 1980). Para poder utilizar este índice se deben considerar dos componentes importantes de la muestra: 1) el número de especies y 2) la abundancia relativa de cada una de las especies. La diversidad entonces está dada por la ecuación (Magurran, 1988):

$$H' = -\sum p_i (\ln p_i)$$

dónde:

H' = índice de diversidad

p_i = proporción total de la muestra que corresponde a la especie i .

Es preciso señalar que este valor de diversidad esta en función de la abundancia proporcional de las especies presentes en la muestra del área estudiada, por lo tanto es importante conocer que tanto nos alejamos de la objetividad, para conocer esto, se utilizo un valor teórico adicional, el valor de diversidad máxima, que indica las condiciones ideales de la diversidad del sitio de estudio, asumiendo que hay un número constante de individuos por especie en el área (Krebs, 1986; Ludwig y Reynolds, 1988).

$$H'_{\max} = \ln(S)$$

dónde:

H'_{\max} = diversidad máxima

S = número de especies

El valor de equidad manifiesta el grado de igualdad en la proporción de las especies en la comunidad. Suponiendo una idealidad, cuando la equitatividad tiende a 1, es posible asumir que las diferentes especies que componen a la comunidad, estarían uniformemente distribuidas. El estadístico que se utilizó para el caso fue el índice de Pielou (1975):

$$J' = H' / H'_{\max}$$

dónde:

J' = equitatividad

H' = valor del índice de diversidad

$H'_{\text{máx}}$ = valor de la diversidad máxima.

Los valores de cada uno de los parámetros anteriores se utilizaron para reconocer la importancia de nuestra área de estudio.

Estructura de la comunidad

Para analizar la estructura de la comunidad y la forma en que los murciélagos explotan los recursos, los organismos se reunieron en grupos tróficos. Asumiendo que las especies que presentan una dieta similar tienden a un mayor grado de interacción *p. ej.* Frugívoros interactúan más entre ellos que con los murciélagos insectívoros (Medellín, 1986). Así mismo y con la finalidad de no afectar las poblaciones de murciélagos, la dieta se determinó con base en la literatura especializada, Iñiguez y Santana (1993); Medellín (1993), Gardner (1977), Ceballos y Miranda (1986), Sánchez (1984), Bonaccorso (1979), lo que nos permitió reconocer el número de los gremios tróficos presentes en la zona de trabajo. Hasta el momento y de acuerdo a los autores mencionados se han definido siete categorías (Cuadro 1).

| GREMIOS TRÓFICOS |
|-------------------------|
| 1.- INSECTÍVOROS |
| 2.- FRUGÍVOROS |
| 3.- POLINECTARÍVOROS |
| 4.- PISCÍVOROS |
| 5.- CARNÍVOROS |
| 6.- OMNÍVORO |
| 7.- HEMATÓFAGOS |

Cuadro 1. Categorías de los gremios alimentarios de los murciélagos de acuerdo a la clasificación de Medellín (1993), Gardner (1977), Ceballos y Miranda (1986), Sánchez (1984), Bonaccorso (1979), Iñiguez y Santana (1993).

Condición reproductiva.

Se proponen patrones reproductivos exclusivamente en las especies (*Myotis velífera*, *Myotis keaysi* y *Nyctinomops laticaudatus*) en donde fue posible dar un seguimiento del tiempo, en el que sucedieron los eventos reproductivos, dentro del hibernáculo maternal conocido con el nombre de “Cueva del panteón”, donde se establecieron las características estructurales y factores ambientales que prevalecieron en su interior. Más adelante se indica la manera en que fueron cuantificados los factores señalados.

La condición reproductiva se determinó exclusivamente en murciélagos (hembras) que se consideraron como grávidas cuando el volumen del vientre fue muy aparente y al realizar palpaciones se pudo detectar el cráneo del feto. La lactancia se reconoció con base en la morfología de las glándulas mamarias, para ello se consideraron lactantes cuando la glándula se halló bien desarrollada, con o sin alopecia y hubo

secreción de leche al efectuar una leve presión al pezón, en el caso post-lactante la glándula se presentó desarrollada, con o sin alopecia, pero lo más importante es que no hubo secreción de leche al oprimir el pezón, y se consideraron hembras inactivas, cuando ninguno de los criterios anteriores se observó en la glándula.

Conociendo los datos anteriores y de acuerdo con Fleming *et al.* (1972), Ceballos y Galindo (1984) se establecieron los patrones reproductivos para las especies más conspicuas:

- Poliéstrico continuo. Las especies se reproducen en cualquier estación del año, sin presentar máximos de nacimiento en algún periodo.
- Poliéstrico bimodal o estacional. La reproducción se puede dar todo el año y las especies presentan dos picos o máximos en los nacimientos, generalmente el primero ocurre en la segunda mitad de la época seca y el segundo durante la mitad de la estación de lluvias.
- Monoéstrico. Las especies presentan un solo evento reproductivo al año, sincronizado con el periodo de mayor abundancia y disponibilidad de alimento.

Estructura del refugio y parámetros físicos.

Con base en lo anterior, para la determinación de la estructura y conformación del refugio maternal (“Cueva del panteón”), se hicieron las siguientes mediciones: se registró el ancho y la altura de la entrada de la cueva, internamente se midió su profundidad, ancho y altura en promedio, se anexó información del tipo de sustrato que conforma el piso, techo y paredes. Twente (1955), Tuttle y Stevenson (1981), señalan que en el interior de las cuevas suelen existir diferencias ambientales, que permiten separar dos zonas: inestable y estable, representadas por la entrada y la parte más profunda respectivamente. La cueva fue regionalizada en dos cámaras, para esto y de acuerdo con Hoffmann *et al.* (1986), las cuevas pueden quedar divididas en zonas con base en la intensidad de luz que penetra en cada una, por lo que se establecieron tres zonas claramente distinguibles, zona de luz, penumbra y oscuridad. El criterio anterior adolece de serios inconvenientes, el más importante, estriba en que esta regionalización depende de la capacidad visual de los escrutadores. Con la finalidad de solventar esta problemática, se decidió su división con base a su conformación y la presencia o ausencia de colonias de murciélagos.

Paralelamente y una vez que se habían localizado los sitios de percha de las colonias, ubicamos una estación microclimática con la finalidad de registrar la temperatura y porcentaje de humedad relativa con la ayuda de un Higrómetro Taylor, el cual se colocó en una pértiga de 2.5 m de alto, lo que permitió cuantificar de manera más precisa las condiciones ambientales que rodean al conglomerado.

El tiempo de permanencia fue de 24 hrs., al termino del cual se registraron en hojas *ex profeso*. De esta manera al final del estudio se obtuvieron las variaciones de temperatura y humedad relativa cuando está presente y ausente la colonia en la cueva. Cabe señalar que los registros de ambos parámetros ambientales se realizaron aproximadamente en dos ciclos anuales (febrero 2007-noviembre 2008).

RESULTADOS

Colecta

Se capturó un total de 210 murciélagos pertenecientes a 23 especies, que corresponden a 5 familias: Phyllostomidae, Vespertilionidae, Mormoopidae, Molossidae y Natalidae.

La mayoría de los murciélagos capturados fueron liberados y solamente se conservaron algunos ejemplares como material de referencia, quedando a resguardo en la colección del Laboratorio Integral de Biología-III (LIB-III) de nuestra facultad. Todos se depositaron en húmedo contenidos en frascos con Et-OH al 70%.

Esfuerzo de captura.

En la curva de acumulación de especies (Fig. 3), se muestra el esfuerzo de captura contra tiempo, donde se señala, que en la noche 6 se había capturado al 39% de las especies (9 especies) presentes en el bosque las cuales se mantuvieron constantes hasta la noche 9.

Para la noche 10 hasta la noche 14 se registraron cinco nuevas especies, por lo que el porcentaje acumulado fue de 61% (14 especies). Posteriormente de la noche 15 a la noche 20 se acumularon 5 nuevas especies, obteniendo el 83% (19 especies), aproximadamente una especie por noche durante este intervalo. En este orden de ideas, de la noche 21 a la noche 26 se anexó 1 nueva especie, lo que nos lleva al 87% de las especies de nuestra área (20). En este sentido de la noche 27 a la noche 32 se capturó una nueva especie (21), y para la noche 32 hasta la noche 36 el número de especies se incremento a 22. Finalmente de la noche 37 a la noche 38 se trampeó una nueva especie dando un total de 23 taxa (100%), número que permaneció, constante hasta la noche 44. El resultado final de nuestras colectas fue de 23 especies que representan el 50 % de las reportadas para el Estado de Puebla.

De acuerdo a la gráfica, es claro que para las ultimas 6 noches la ausencia de nuevas especies al inventario fue la constante, esto nos permite suponer que probablemente se tengan representadas a más del 90% de las especies de murciélagos presentes en nuestra área de trabajo, la forma asintótica de la curva corrobora la aseveración.

Sin embargo, no excluimos la posibilidad de encontrar nuevos registros si se amplia el tiempo de colectas y además se utiliza un mayor número de redes de neblina para las capturas de organismos.



Fig. 3. Numero de especies de murciélagos registradas por noche de captura en el Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte de Puebla (2007-2008).

Riqueza

En cuanto a la riqueza específica de la zona de trabajo, fue de 23 especies pertenecientes a 14 géneros y 5 familias, en orden de importancia son; Phyllostomidae, Vespertilionidae, Molossidae, Mormoopidae y Natalidae.

De acuerdo con el índice de Margalef, el valor que se obtuvo fue de 4.1 (Magurran, 1988).

Para la elaboración de la lista de especies de murciélagos del Bosque Mesófilo, se siguió la propuesta de Hall (1981), Ramírez-Pulido *et al.* (1996) y Álvarez y Ramírez-Pulido (1972), la cual se puede ver en el Cuadro 2, en donde además se anexa el número de organismos para cada taxa.

| |
|---|
| ORDEN CHIROPTERA |
| SUBORDEN MICROCHIROPTERA |
| FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE |
| 1.- <i>Artibeus jamaicensis</i> (Leach, 1821) |
| 2.- <i>Artibeus intermedius</i> (J. A. Allen, 1897) |
| 3.- <i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818) |
| 4.- <i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821) |
| 5.- <i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758) |
| 6.- <i>Carollia sowelli</i> (Baker et al, 2002) |
| 7.- <i>Dermanura azteca</i> (Andersen, 1906) |
| 8.- <i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy St.-Hillaire, 1810) |
| 9.- <i>Diphylla ecaudata</i> (Spix, 1823) |
| 10.- <i>Glossophaga morenoi</i> (Martinez y Villa-R., 1938) |
| 11.- <i>Leptonycteris curasoae</i> (Miller, 1900) |
| 12.- <i>Micronycteris megalotis</i> (Gray, 1842) |
| 13.- <i>Micronycteris microtis</i> (Miller, 1898) |
| 14.- <i>Micronycteris silvestris</i> (Thomas, 1896) |
| 15.- <i>Sturmira lilium</i> (E. Geoffroy St.-Hillaire, 1810) |
| 16.- <i>Sturmira ludovici</i> (Anthony, 1924) |
| FAMILIA VESPERTILIONIDAE |
| 17.- <i>Myotis keaysi</i> (J.A. Allen, 1914) |
| 18.- <i>Myotis velifer</i> (J. A. Allen, 1890) |
| FAMILIA MOLOSSIDAE |
| 19.- <i>Nyctinomops laticaudatus</i> (É. Geoffroy St.- Hilaire, 1805) |
| 20.- <i>Nyctinomops macrotis</i> (Gray, 1839) |
| FAMILIA MORMOOPIDAE |
| 21.- <i>Mormoops megalophylla</i> (Peters, 1864) |
| 22.- <i>Pteronotus parnellii</i> (Gray, 1843) |
| FAMILIA NATALIDAE |
| 23.- <i>Natalus stramineus</i> (Gray, 1838) |
| TOTAL DE ESPECIES 23 |

Cuadro 2. Familias y especies de murciélagos presentes en el Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte de Puebla (2007-2008).

Para conocer el número de especies teóricas, en nuestra zona, utilizamos el índice de Chao (1), obteniendo un valor de 24.5 Spp, lo que indica que se tienen reportadas, el 94% (23) de las especies esperadas.

Riqueza de especies por familia.

Como se comentó, el número de familias presentes en nuestra zona de trabajo fue de cinco, sin embargo no todas revisten igual importancia en cuanto al número de especies con las que contribuyen al acervo quiropterofaunístico de nuestra zona de estudio. De esta manera el aporte que hace cada una de las familias en cuanto a la riqueza específica manifiesta claras diferencias. En este orden de ideas, la familia mejor representada fue Phyllostomidae con un total de 16 especies que representan el 70%. Las familias Molossidae, Vespertilionidae y Mormoopidae (contribuyen con 2 especies respectivamente), aportan especies que en conjunto contribuyen con el 26%.

Finalmente la familia Natalidae con 1 especie aporta el 4% a este complejo quiropterofaunístico de la zona de estudio (Fig. 4).

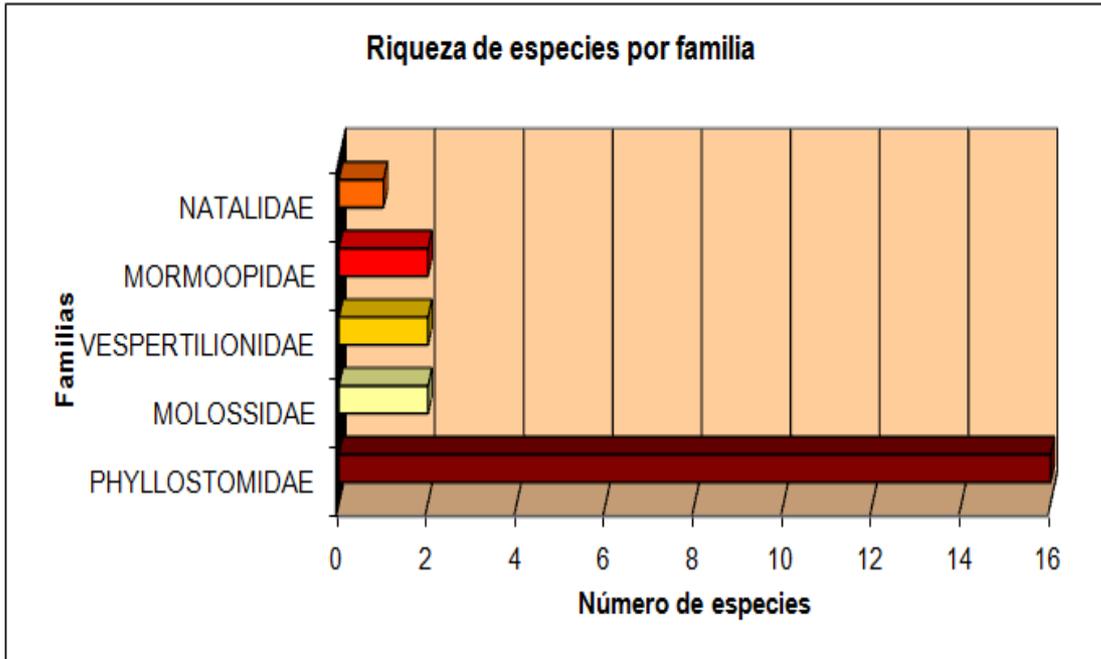


Figura. 4. Riqueza de especies por familia de murciélagos, para la zona de estudio, Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte de Puebla (2007-2008).

Abundancia relativa

La abundancia relativa de cada una de las especies de murciélagos, se obtuvo con el producto del total de metros de red (sumando los de cada noche) por el total de horas trabajadas. La suma de ambos valores arrojó un total de 4,752m (MxH), con un tiempo de colecta de 1,056 horas. Por lo que la abundancia relativa queda expresada en número de murciélagos por metros red /hora.

De acuerdo al número de organismos colectados para cada especie, nuestros resultados indican que tres de ellas son las dominantes: *M. velifera* ($n=42$); *M. keaysi* ($n=34$) y *N. laticaudatus* ($n=25$), ya que la suma de sus componentes representan el 48% de todos los murciélagos colectados en nuestra zona de trabajo. La abundancia relativa para cada una de estas especies fue de 0.0088, 0.0072, 0.0053 respectivamente. Mientras que el valor más bajo correspondió a las especies *M. microtis*, *M. silvestris* y *N. macrotis*, con 0.00021 organismos por metro cuadrado de red, resultado de estar representadas por un solo individuo. Los restantes valores de las demás especies se pueden observar en el Cuadro 3.

| ESPECIES | NUMERO DE INDIVIDUOS | ABUNDANCIA RELATIVA |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. <i>Myotis velifera</i> | 42 | .0088 |
| 2. <i>Myotis keaysi</i> | 34 | .0072 |
| 3. <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | 25 | .0053 |
| 4. <i>Artibeus jamaicensis</i> | 19 | .0040 |
| 5. <i>Artibeus lituratus</i> | 11 | .0023 |
| 6. <i>Dermanura azteca</i> | 10 | .0021 |
| 7. <i>Desmodus rotundus</i> | 9 | .0019 |
| 8. <i>Sturnira ludovici</i> | 9 | .0019 |
| 9. <i>Pteronotus parnellii</i> | 7 | .0015 |
| 10. <i>Sturnira lilium</i> | 6 | .0013 |
| 11. <i>Carollia perspicillata</i> | 6 | .0013 |
| 12. <i>Glossophaga morenoi</i> | 5 | .0011 |
| 13. <i>Mormoops megalophylla</i> | 5 | .0011 |
| 14. <i>Carollia brevicauda</i> | 4 | .00084 |
| 15. <i>Natalus stramineus</i> | 4 | .00084 |
| 16. <i>Artibeus intermedius</i> | 3 | .00063 |
| 17. <i>Micronycteris megalotis</i> | 3 | .00063 |
| 18. <i>Diphylla ecaudata</i> | 2 | .00042 |
| 19. <i>Carollia sowellii</i> | 2 | .00042 |
| 20. <i>Leptonycteris curasoae</i> | 2 | .00042 |
| 21. <i>Micronycteris microtis</i> | 1 | .00021 |
| 22. <i>Micronycteris silvestris</i> | 1 | .00021 |
| 23. <i>Nyctinomops macrotis</i> | 1 | .00021 |
| TOTAL DE ESPECIES 23 | TOT. ORG. 210 | |

Cuadro 3. Densidad relativa para cada una de las especies de murciélagos que confluyen en el Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

De acuerdo al Cuadro 3, la dominancia de las tres especies mencionadas se aprecia mejor en la Figura 5, el resto de las especies se podrían considerar como escasas o raras, ya que el número para cada una de ellas es relativamente bajo, sin embargo su importancia radica en que incrementa la diversidad alfa. Cabe destacar que los organismos capturados de *M. keaysi*, *M. velifera* y *N. laticaudatus*, fueron hembras trapeadas en los meses de febrero-julio 2007, 2008 y es notoria su ausencia en los restantes meses del año.

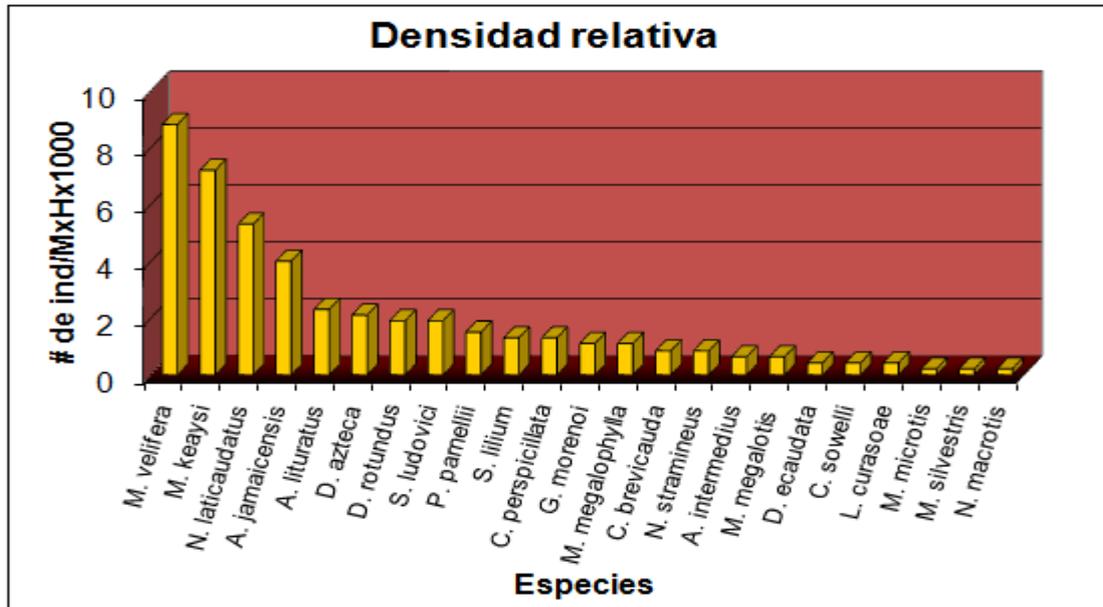


Figura 5. Densidad relativa para cada una de las 23 especies de murciélagos dentro del Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Diversidad

El resultado obtenido de la diversidad por el índice de Shannon-Wiener (Magurran, 1988) para la zona de estudio fue de $H' = 2.6$, mientras que el valor teórico (diversidad máxima) fue de $H'_{max} = 3.1$, por lo que la diferencia entre estos valores es de 0.5, lo que nos permite suponer que las especies que quedan por registrar deben ser mínimas. La equidad de la comunidad fue de 0.83, valor muy cercano a uno, lo cual permite indicar que no hay diferencias muy acentuadas entre el número de organismos que conforman a cada una de las especies de murciélagos, por lo que es claro que estas se encuentran homogéneamente repartidas. Los datos anteriores se resumen en la Fig. 6.

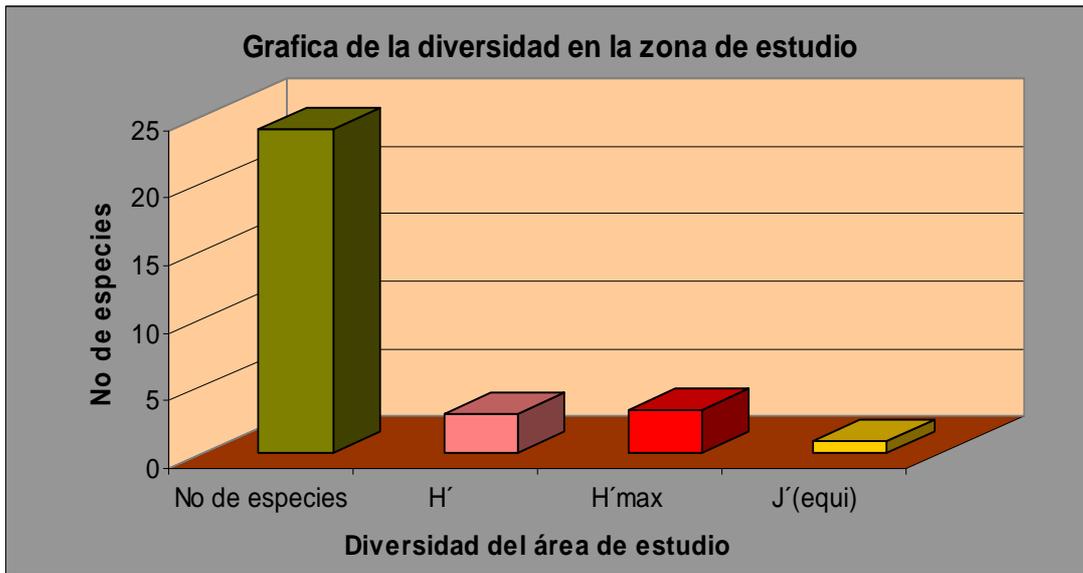


Fig.6. Índice de diversidad (H'), diversidad máxima (H'_{max}) y Equitatividad (J'), para el área de estudio presente en el Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Estructura de la comunidad

En cuanto a la estructura de la comunidad del Bosque Mesófilo de Montaña, las especies de murciélagos se integraron en grupos alimentarios (gremios tróficos) mayores es decir, no fueron designados en especialistas dentro de un grupo *p. ej.* “especialistas en ficus” (Medellín, 1993). Para la categorización en grupos se siguió a: Medellín (1993), *et al.* Lo anterior se representa en el Cuadro 4.

| ESPECIE | N | G. TRÓFICO |
|---------------------------------|----|-------------|
| <i>Myotis velifera</i> | 42 | Insectívoro |
| <i>Myotis keaysi</i> | 34 | Insectívoro |
| <i>Nyctinomops laticaudatus</i> | 25 | Insectívoro |
| <i>Pteronotus parnellii</i> | 7 | Insectívoro |
| <i>Mormoops megalophylla</i> | 5 | Insectívoro |
| <i>Natalus stramineus</i> | 4 | Insectívoro |
| <i>Micronycteris microtis</i> | 1 | Insectívoro |
| <i>Micronycteris silvestris</i> | 1 | Insectívoro |
| <i>Nyctinomops macrotis</i> | 1 | Insectívoro |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | 19 | Frugívoro |
| <i>Artibeus lituratus</i> | 11 | Frugívoro |
| <i>Dermanura azteca</i> | 10 | Frugívoro |
| <i>Sturnira ludovici</i> | 9 | Frugívoro |
| <i>Carollia perspicillata</i> | 6 | Frugívoro |
| <i>Sturnira lilium</i> | 6 | Frugívoro |
| <i>Carollia brevicauda</i> | 4 | Frugívoro |
| <i>Artibeus intermedius</i> | 3 | Frugívoro |
| <i>Carollia sowelli</i> | 2 | Frugívoro |
| <i>Desmodus rotundus</i> | 9 | Hematófago |
| <i>Diphylla ecaudata</i> | 2 | Hematófago |
| <i>Glossophaga morenoi</i> | 5 | Nectarívoro |
| <i>Leptonycteris curasoae</i> | 2 | Nectarívoro |
| <i>Micronycteris megalotis</i> | 3 | Omnívoro |

Cuadro 4. Gremio alimentario, tamaño de muestra de las especies de murciélagos pertenecientes al Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

De esta manera dentro de la zona de estudio, en cuanto a los hábitos alimentarios se encontraron 5 tipos distintos (Frugívoros, Insectívoros, Hematófagos, Nectarívoros y Omnívoros). Los gremios alimentarios mejor representados corresponden a las especies de murciélagos frugívoros e insectívoros, cada grupo con 9 taxa que corresponden al 78% del total de las especies.

En cuanto al grupo de Hematófagos y Nectarívoros se colectaron 2 especies respectivamente, constituyendo el 17% mientras que el grupo de Omnívoros con 1 especie aportaron el restante 5%.

Reproducción

De las 23 especies registradas en el área de estudio solo para 4 de ellas (*Myotis keaysi*, *Myotis velifera*, *Nictinomops laticaudatus* y *Pteronotus parnellii*), se obtuvieron datos suficientes para deducir los respectivos patrones reproductivos (Cuadro 5). Es importante señalar que las 3 primeras especies se localizaron en la cueva conocida localmente como “Cueva del panteón”, mientras que la otra especie (*P. parnellii*) se le ubico en la “Cueva de la doña”, la distancia que media entre las dos cuevas es de aproximadamente 1.5 Km y se encuentra al Norte del municipio. Lo anterior nos permitió obtener un tamaño de muestra significativo y lo más importante, se logró observar de manera directa los eventos reproductivos (gestación y lactancia) y el tiempo en que se suceden cada uno de estos. Es importante mencionar que los individuos de estas colonias maternas se colectaron directamente en el interior o en la entrada exterior de los refugios. Para el primer caso los capturamos manualmente o bien con la ayuda de redes entomológicas y en el segundo caso se colocó una red de niebla en la entrada del refugio cubriendo aproximadamente el 75% de esta. Los murciélagos trampeados de esta manera (en el interior de los hibernáculos) no fueron considerados para la estimación de densidad relativa ya que se podría sobrestimar el tamaño poblacional de estas especies.

A lo largo de los dos años de estudio de estas 4 especies, se capturaron 251 hembras, de las cuales 116 correspondieron a *M. velifera*, 85 a *M. keaysi*, 26 para *N. laticaudatus* y 24 a la especie *P. parnellii*., los datos se resumen en el cuadro 4, en donde además se anexan datos de otras 9 especies.

| ESPECIES | CONDICIÓN REPRODUCTIVA | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-----|-----|---------|-------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGOS | SEP | OCT | NOV | DIC |
| <i>Myotis velifera</i> | | 12P | 33P | 15P/10L | 23L | 23L | | | | | | |
| <i>Myotis keaysi</i> | | | | 12P | 38P | 15L | 20L | | | | | |
| <i>Nictinomops laticaudatus</i> | | | | 6P | 3P | 5P | 5L | 7L | | | | |
| <i>Pteronotus parnellii</i> | | 3P | 7P | 2P | 3P/3L | 4L | 2L | | | | | |
| <i>Artibeus jamaicensis</i> | | | | | | 4P | 1L | | | | | |
| <i>Artibeus intermedius</i> | | | | | | | | 1P | | | | |
| <i>Artibeus lituratus</i> | | | | | | 2P | | | | | | |
| <i>Carollia perspicillata</i> | | | | | 2P | | | | | | | |
| <i>Dermanura azteca</i> | | | | 2P | | | | 1P | | | | |
| <i>Sturnira lilium</i> | | | | | 2P | | | | | | | |
| <i>Sturnira ludovici</i> | | | | | 2P | | | 2P | | | | |
| <i>Mormoops megalophylla</i> | | | | 1P | | | | | | | | |
| <i>Desmodus rotundus</i> | | | | | | | | 2P/1L | | | | |

Cuadro 5. Especies y numero de murciélagos (hembras) con evidencia reproductiva, presentes en el Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla. (2007-2008). L=Lactantes y P=Preñadas.

Para las 3 especies *M. velifera*, *M. keaysi* y *N. laticaudatus*, fue posible establecer los patrones reproductivos debido a la accesibilidad al refugio (“Cueva del panteón”) por lo que se decidió obtener la mayor cantidad de datos, considerando que en la mayoría de los estudios sobre reproducción de murciélagos es muy raro que en un mismo hibernáculo confluyan 3 especies diferentes y establezcan colonias de maternidad muy cercanas. Para el caso de *P. parnellii*, los datos recabados de su reproducción parten de colectas fortuitas efectuadas en la “Cueva de la doña”. De acuerdo con nuestras capturas esta especie al parecer utiliza esta cueva de manera sistemática para fines de descanso, ingestión y digestión de alimento durante la noche, el ser tan frecuentes en este sitio permitió poder predecir cual es el posible patrón. Como esta especie no establece colonias maternas en esta cueva, no se dan datos de parámetros físicos y estructurales del refugio.

Estructura del refugio que habitan (*M. velifera*, *M. keaysi* y *N. laticaudatus*)

La cueva es una formación natural, la cual presenta una sola entrada (3.43 X 9.96 m). Se ubica en una ladera cuya pendiente es de aproximadamente 20°, la vegetación que la circunda corresponde a cultivo de café.

Como resultado de la zonificación, el refugio muestra dos cámaras distinguibles, la primera que a la postre resultó la más grande tiene las siguientes dimensiones: una longitud de 13 m, con un ancho de 11.35 m y una altura en promedio de 5.5 m.

Esta cámara se caracterizó porque durante la noche es visitada por grupos de frugívoros, insectívoros y hematófagos que llegan a perchar para fines alimentarios y descanso temporal, por estas actividades en el piso es posible apreciar una gran cantidad de heces fecales (guano) acumulado en pequeños montículos, además la presencia de musgo y líquenes es notoria lo cual es resultado de la gran cantidad de agua presente. Además se encuentra una colonia de *N. laticaudatus*. Es importante mencionar que en éste sitio la gente se introduce con la finalidad de obtener agua que se encuentra acumulada en una pequeña pileta de 1 X 1.5 m. En la parte interna de ésta cámara en el lado derecho se proyecta un pequeño túnel de aproximadamente 1 m de longitud y una altura de 1.10 m, que conduce a la segunda cámara (en adelante la denominaremos cámara II), en dónde se encontró a la colonia de *M. velífera* y *M. Keaysi*. La cámara se caracteriza por ser relativamente pequeña, tiene una profundidad de 5.20 m, y una altura promedio de 3.5 m. El techo de esta cámara tiene forma circular semejante a una cúpula. La cámara se caracteriza por la gran acumulación de guano en el suelo, en algunos sitios al pisar, el pie se hunde por arriba del tobillo, además el guano se encuentra mezclado con tierra, murciélagos en descomposición y agua que emana del subsuelo dándole al piso una apariencia fangosa.

A diferencia de la cámara I, donde se encontró a la especie *N. laticaudatus*, la cantidad de luz y fluctuaciones de aire se manifiestan, en el área maternal (cámara II) por su conformación estructural presenta condiciones diferentes, por ejemplo no se presentan fluctuaciones de aire y se encuentra en permanente oscuridad. Con base en lo anterior el calor que se genera dentro permite que en este sitio prevalezca, una alta estabilidad microclimática.

Es conveniente señalar que a lo largo del año se presentan ligeras fluctuaciones ambientales y esto es debido a la presencia o ausencia de la colonia de maternidad dentro de la cámara Fig. 7.

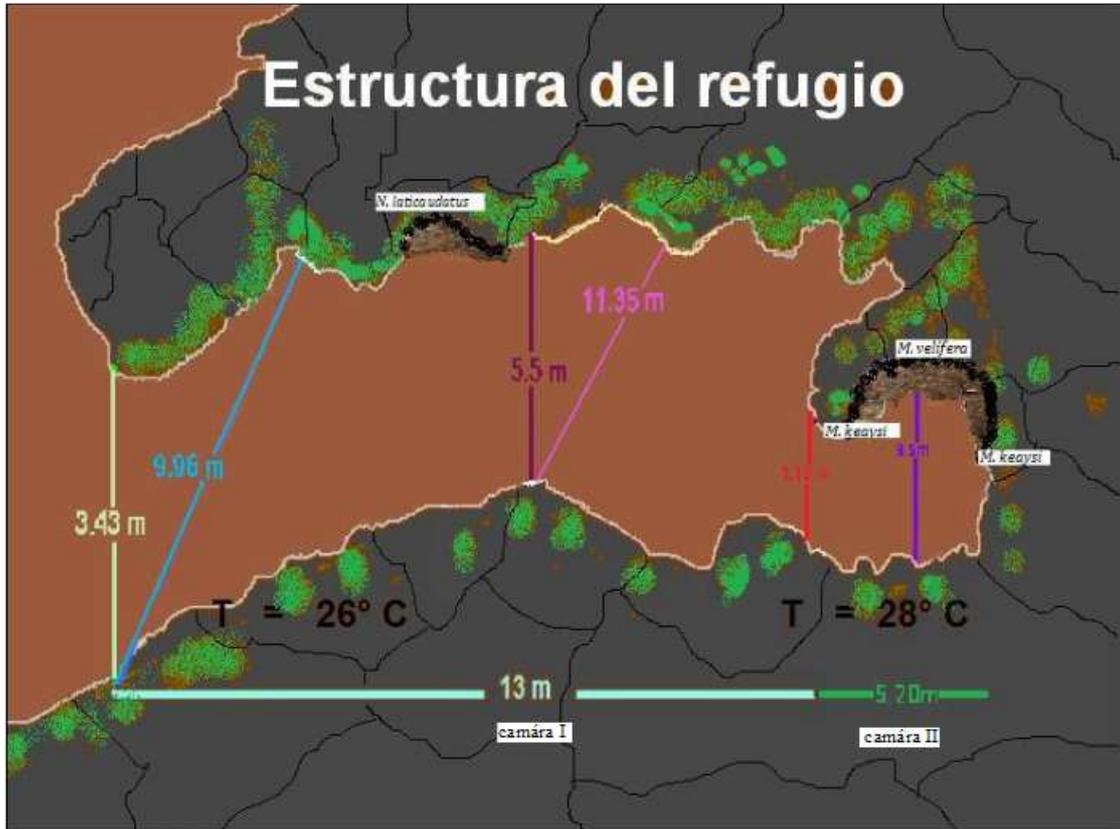


Fig. 7. Diagrama donde se establecen tres especies esquemático de la conformación estructural de la “Cueva del Panteón” en: 1.- *N. laticaudatus* (cámara 1), 2.- *M. velífera* y 3.- *M. keaysi* (cámara II). Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Parámetros físicos

Temperatura

La temperatura registrada en la cámara II que ocupan las colonias maternas de *M. velífera* y *M. keaysi* durante los meses de febrero a julio cuando están presentes ambas colonias fue de 26.4°C en promedio, el mes más caliente correspondió a mayo con 28 °C y el menos caliente fue enero con 21.8 °C. La diferencia entre ambos valores es de 6.2 °C. Así mismo las temperaturas observadas cuando están ausentes las colonias fueron de 22.7 °C en promedio, con un máximo en febrero de 26° y un mínimo de 21.8°C en enero, por lo que la diferencia es de 4.2°C. De acuerdo con los datos anteriores la diferencia de las temperaturas cuando está habitada y deshabitada la cámara II, fue de 3.7°C. Los datos anteriores se resumen en el Cuadro 6 y Fig. 8.

| Mes (2007-2008) | Temperatura C1 | Temperatura C2 |
|-----------------|----------------|----------------|
| Septiembre | 21.5 | 23.5 |
| Octubre | 20 | 22.8 |
| Noviembre | 21 | 22.3 |
| Diciembre | 20.5 | 22 |
| Enero | 19.5 | 21.8 |
| Febrero | 23 | 26 |
| Marzo | 23.5 | 26.5 |
| Abril | 25.5 | 27.5 |
| Mayo | 26 | 28 |
| Junio | 24.5 | 26.4 |
| Julio | 22.4 | 24.3 |
| Agosto | 22 | 23.9 |

Cuadro 6. Temperaturas registradas en la “Cueva del panteón” (cámara I y II), en donde habitan las especies de *N. laticaudatus*, *M. velifera* y *M. keaysi* respectivamente, en el Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte de Estado de Puebla (2007-2008).

Con respecto a las temperaturas obtenidas para la cámara I, en donde la constante fue la presencia de la colonia heterosexual de *N. laticaudatus* en los meses de marzo-agosto, el promedio fue de 23.9°C, el mes más caluroso correspondió a el mes de mayo con 26°C de temperatura, mientras que el mes más frío fue de 19.5°C, en este sentido la diferencia de temperaturas es de 6.5°C Fig. 8. Cuando la cámara esta deshabitada la temperatura promedio fue de 21°C por lo que la diferencia entre las temperaturas promedio es de 2.9°C.

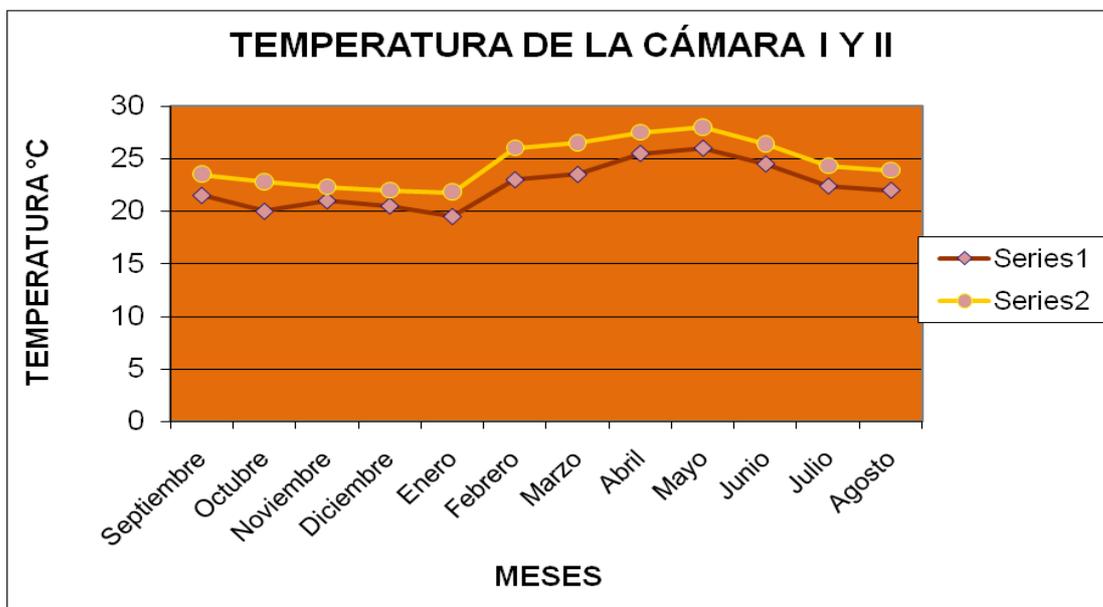


Figura 8. Temperatura contra tiempo a lo largo de aproximadamente 2 años, en la cámara I y II, “Cueva del panteón” en donde se establecen los cambios de temperatura, cuando arriba la colonia de maternidad de *M. velifera*, *M. keaysi* (C II) y *N. laticaudatus* (C I). Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Con la finalidad de observar si existen diferencias significativas entre las temperaturas de la cámara II durante los meses que está deshabitada (agosto-enero) y ocupada (febrero-julio) se realizó la prueba de Mann-Whitney para medianas, encontrando que si hay diferencias significativas ($W= 35.0$; $P= .0057$).

Con respecto a la cámara I se realizó la misma prueba estadística encontrando que también hay diferencias significativas ($W= 34$; $P= 0.013$) cuando la cámara está ocupada (marzo-agosto) por murciélagos y cuando esta deshabitada (septiembre-febrero).

Posteriormente se compararon las temperaturas de ambas cámaras (ocupadas y desocupadas) con la finalidad de comparar si existen diferencias significativas de temperatura entre ellas, para lo cual se realizó una prueba de t , la cual demostró que la cámara dos tiene temperaturas significativamente más altas ($t= -2.41$; $P= 0.024$), lo anterior está representado en la Fig. 9.

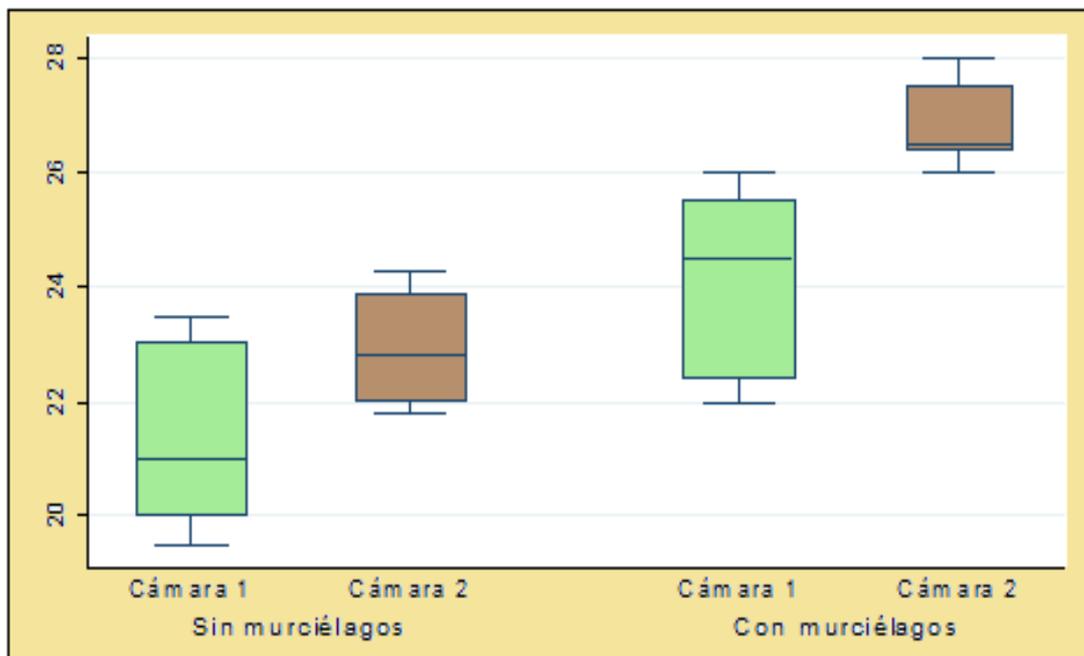


Fig. 9. Donde se muestra el análisis estadístico, para demostrar la significancia de temperaturas (cámara I y II), cuando está habitada y deshabitada por murciélagos, de la zona de trabajo. Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Humedad relativa

Con respecto al porcentaje de humedad relativa registrada para la cámara I y II (Cuadro 7), nuestros resultados manifiestan lo siguiente: el comportamiento es muy semejante con escasas diferencias, siendo la cámara II, la que presentó los valores más altos, nunca menores del 94% (diciembre), mientras que para la cámara I el valor más bajo se dió en enero con 66.2. En ambos casos y de manera general resulta constante

que los % de humedad relativa son menores cuando las dos cámaras están deshabitadas y se incrementan conforme arriban las colonias presentes en ambos sitios, (Figura 10).

Al revisar los promedios de ambas cámaras I y II (71.4 y 96.1% respectivamente) se encontró una diferencia de 24.7%. Así mismo se compararon los porcentajes para las dos cámaras cuando están habitadas y deshabitadas. Para la cámara I los valores promedio fueron de 73 y 70, mientras que en la cámara II estos fueron de 97 y 95 respectivamente.

| MES | % HUMEDAD C1 | % HUMEDAD C2 |
|------------|--------------|--------------|
| Septiembre | 72.6 | 95.8 |
| Octubre | 71.5 | 95.4 |
| Noviembre | 71 | 95.1 |
| Diciembre | 67 | 94 |
| Enero | 66.2 | 94.2 |
| Febrero | 70 | 96.3 |
| Marzo | 72.4 | 97 |
| Abril | 73 | 97.4 |
| Mayo | 73.8 | 98 |
| Junio | 73.4 | 97.6 |
| Julio | 73 | 97.1 |
| Agosto | 72.9 | 96 |

Cuadro 7. Humedad relativa de la cueva “Del Panteón” (cámara I y II), Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

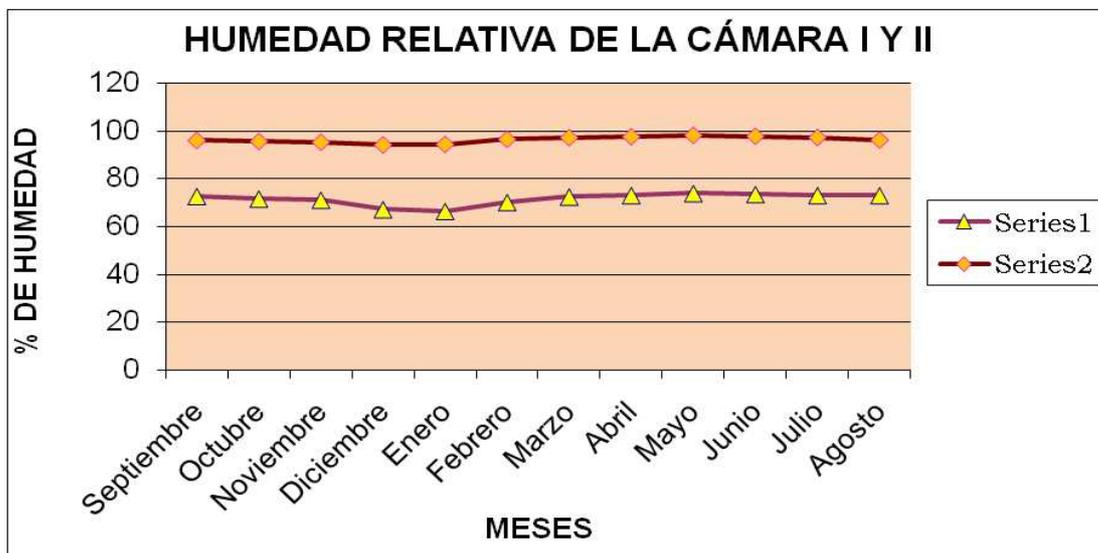


Figura 10. Humedad relativa para la cámara I y II, “Cueva del panteón”. Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

En este sentido, de acuerdo con nuestras colectas y observaciones directas en la “Cueva del panteón”, y en la “Cueva de la doña” es posible proponer los siguientes patrones reproductivos.

Patrones reproductivos

Myotis velífera

Para esta especie durante los dos años de estudio se observó un comportamiento constante en el establecimiento de la colonia maternal. El arribo de las hembras al refugio (“Cueva del panteón”) va siendo de manera gradual e inmediatamente ocupan la cámara II.

La colonia se empieza a conformar en el mes de febrero con aproximadamente 600 organismos y queda totalmente constituida a principios de mayo con un número de aproximadamente 6170 individuos hembras. Conforme se va dando el arribo, las hembras se ubican en la parte central y más alta del techo (forma de bóveda), las últimas en hacerlo no encuentran espacio en este sitio, por lo que se instalan en la periferia de este conglomerado.

Un hecho a destacar es que en todas las capturas realizadas no se detectó la presencia de individuos masculinos, lo que nos hace suponer que las cópulas ocurren en algún sitio alterno (hasta el momento no ha sido posible localizarlo) por lo que resulta lógico suponer que las hembras llegan al refugio en estado grávido. Conforme transcurren los meses gestacionales, en el seno de la colonia se pueden observar hembras con un desigual desarrollo del producto, lo cual se hace evidente por las diferencias en el tamaño del volumen del vientre.

Este hecho asincrónico se corroboró por el desfase en que se van sucediendo los nacimientos, de esta manera las primeras hembras parturientas se observaron en abril, el pico se dio a mediados de mayo. De esta manera las lactancias dieron inicio a mediados de abril, llegando a su término a la mitad del mes de junio. Con base en lo anterior es posible deducir que a nivel de población la gestación transcurre en un periodo de 70 a 80 días y las lactancias duran en promedio 50 días (Figura 11). Cada hembra pare una cría las cuales son de color rosado y altrésicas. Durante este tiempo (febrero-junio) la colonia maternal está conformada por hembras gestantes, lactantes y crías con diferente grado de desarrollo. Finalmente la colonia se va disgregando gradualmente conforme los jóvenes terminan sus lactancias, y junto con sus madres empiezan a emigrar del refugio maternal, lo anterior se deduce por la reducción en el número de miembros de la colonia, hasta que finalmente en el mes de junio (finales) la cámara queda deshabitada.

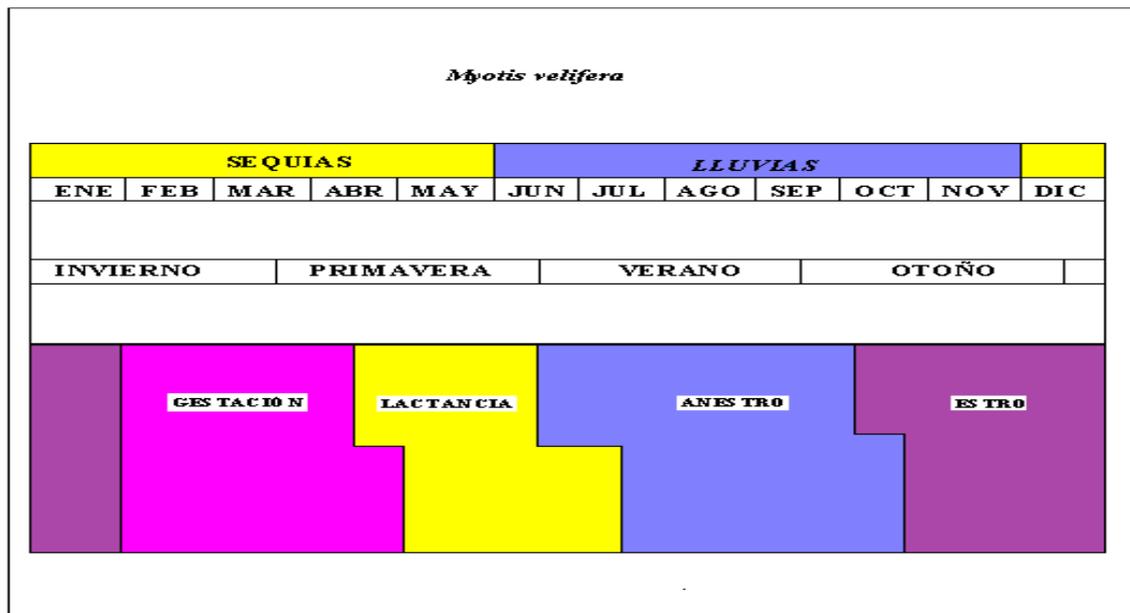


Figura 11. Patrón reproductivo de una colonia maternal de murciélagos *Myotis velifera* en la cueva denominada “Del panteón”. Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Myotis keaysi

M. keaysi presenta un comportamiento similar al descrito para *M. velifera*, con la cual comparte la misma cámara (II), sin embargo la colonia de estos animales se dispone en un sitio alejado de *M. velifera*. A lo largo de los dos años siempre se dispuso en la parte más alta y profunda del refugio. Los organismos empiezan su arribo a mediados del mes de marzo y concluye a mediados de mayo, momento en el cual la colonia está conformada por aproximadamente 1500 hembras. A diferencia de la colonia descrita anteriormente, durante las colectas se encontraron machos cohabitando dentro de la colonia de *M. keaysi*, esto sucedió exclusivamente en marzo, sin embargo su número no fue significativo (3 machos) y no se observó indicio de actividad copulatoria (testículos evidentes y escrotados) por lo que suponemos que eran organismos sexualmente inmaduros. Con base al Cuadro 4, la gestación a nivel poblacional transcurre aproximadamente en 70 días, por lo que las lactancias se inician con los primeros nacimientos (finales de mayo) para finalizar en el mes de julio lo que da un tiempo aproximado de 60 a 70 días. Las hembras paren un solo crío cuya tonalidad es un poco oscura y nacen totalmente altrícios. De esta manera es posible observar a lo largo de estos 5 meses (marzo a julio) que la colonia está conformada por hembras preñadas, lactantes y crías con diferente grado de desarrollo. Al igual que *M. velifera* la colonia se disgrega y emigra hacia algún sitio alternativo, desconocido por el momento (Figura 12).

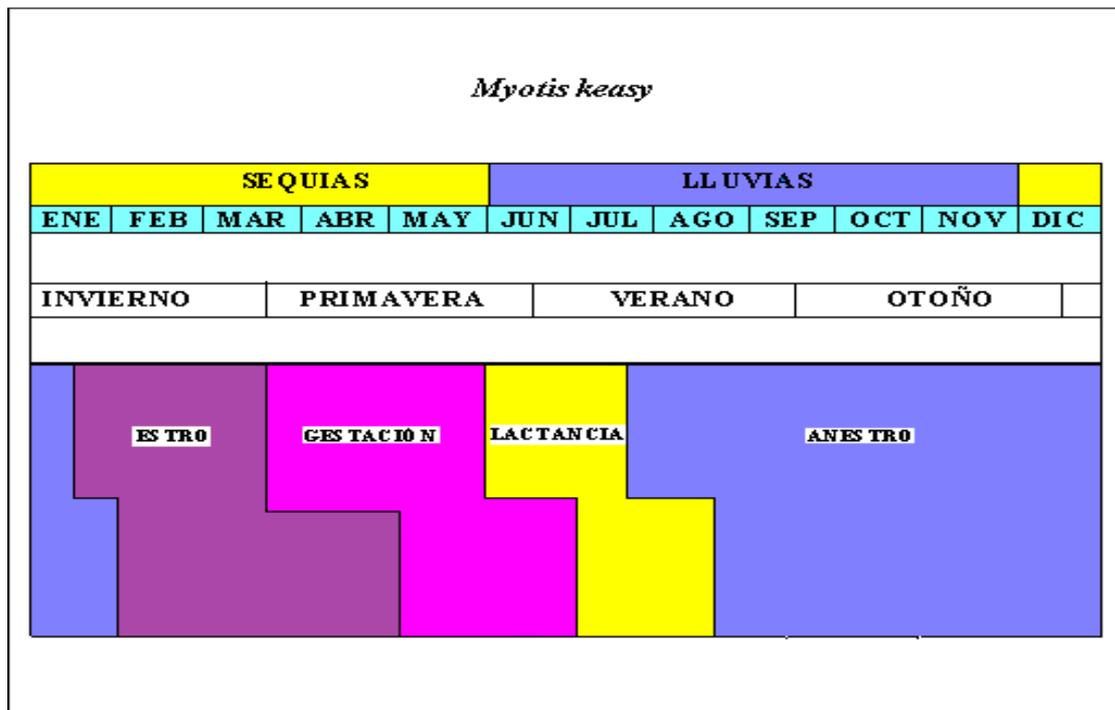


Figura 12. Patrón reproductivo de una colonia maternal de murciélagos *Myotis Keaysi* en la cueva denominada “Del panteón”. Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Nyctinomops laticaudatus

Con respecto a *N. laticaudatus* la colonia está compuesta por machos y hembras, aunque la proporción de hembras es mayor (3:1). Las hembras no se pudieron observar directamente, ya que tienden introducirse en pequeñas oquedades y grietas que se forman en el techo de la cámara número I. A diferencia de las dos especies anteriores la forma de arribo de los integrantes de la colonia es en forma masiva, hecho que ocurre en abril. La presencia de machos en esta colonia nos hace suponer que aun se están sucediendo copulaciones, lo que corroboramos por la presencia de testículos escrotados y desarrollados en 6 machos capturados en abril. Terminando este mes al parecer concluyen los apareamientos ya que en los machos capturados hay una evidente reducción en el tamaño de los testículos y en los meses subsecuentes han pasado hacia la cavidad celómica. Las capturas internas con redes entomológicas fueron imposibles de realizar debido a la altura del techo en la que se ubican los individuos de la colonia, en su parte más baja la altura del techo es de 4.7m.

La observación directa de la colonia no se realizó debido a que los murciélagos permanecen entre oquedades sumamente estrechas que se forman en las rocas del techo. El objetivo de ubicarse dentro de estas grietas probablemente sea el de minimizar las corrientes de aire

procedentes del exterior ya que por lo amplio de la entrada del hibernáculo las fluctuaciones y baja de temperaturas son periódicas. De esta manera el calor generado por el contacto entre los animales y los procesos de respiración no se disipa y queda atrapado en la grieta, manteniendo constantes la temperatura y humedad relativa. Lo anterior permite que el gasto energético que utilizan los murciélagos para mantener una temperatura alta sea relativamente baja. Además de favorecer el desarrollo del producto.

En cuanto a los aspectos reproductivos las observaciones y capturas realizadas, nos hacen suponer que las cópulas terminan en el mes de abril, dando inicio el período de gestación, el cual concluye con los primeros nacimientos que se presentan a finales de junio, de esta manera las lactancias concluyeron a finales del mes de agosto. Los datos anteriores nos permiten inferir que la gestación dura aproximadamente 80 a 90 días y las lactancias entre 60 y 75 días, todo esto a nivel de población. No fue posible observar críos por lo que se desconoce las características de estos al momento del nacimiento (Figura 13).

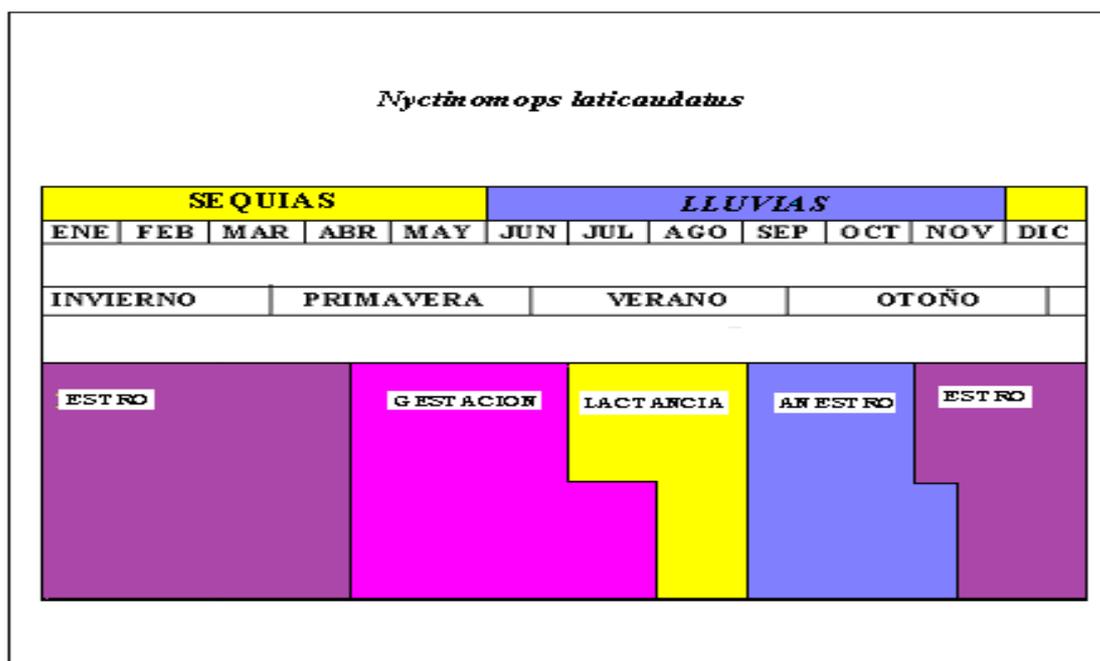


Figura 13. Patrón reproductivo de una colonia de murciélagos *Nyctinomops laticaudatus* en la cueva denominada “Cueva del panteón”. Bosque Mesófilo de Montaña, Sierra Norte del Estado de Puebla (2007-2008).

Pteronotus parnelli

Respecto a la especie *P. parnellii*, cabe destacar que no se tienen datos específicos en relación a los refugios donde habita, por lo que no se pudieron apreciar las colonias de reproducción, por este motivo el posible patrón se infiere a partir de las colectas ocasionales realizadas en la

“Cueva la doña”. Este sitio es visitado frecuentemente por esta especie, probablemente lo hace para consumo de alimento, digestión o bien simplemente para descanso temporal durante la noche.

De esta manera en los meses de febrero a mayo se trampearon 15 hembras y todas ellas presentaban señales inequívocas de preñez, el volumen del vientre resultaba más evidente en las hembras de los meses de abril-mayo. Nueve hembras lactantes se cazaron de mediados de mayo a los primeros días de junio.

Los restantes meses del año (agosto-enero) la constante fue la presencia de hembras y machos sin indicios de actividad sexual. Por lo anterior es posible suponer que *P. parnellii*, probablemente presente un solo periodo de reproducción y los resultados también permiten inferir que la gestación se da en los meses finales de invierno y principios de primavera, mientras que las lactancias ocurren a finales de primavera y principios de verano.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Riqueza específica

Como ya se mencionó anteriormente los Bosques Mesófilos de Montaña mexicanos representan un tipo de vegetación intermedia entre la vegetación tropical y la templada, que se definen por la mezcla de elementos de muy diversas afinidades y se considera que tienen una elevada composición de especies faunísticas y vegetacionales (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978).

Sin embargo el número de especies de murciélagos registrados (23) no coincide con lo expresado anteriormente al compararlo con otras áreas de Selva y Bosque Tropical Perennifolia, como los Tuxtlas-Veracruz con 39 especies (Coates Estrada y Estrada, 1986) y Chajul-Chiapas con 50 Spp. (Medellín, 1993). En el caso de Chajul se presenta el valor mas alto lo cual como lo explica el autor se debe al componente amazónico, de endemismos en Mesoamérica y al aporte que hacen las especies migratorias (Medellín, 1993). En el caso de los Tuxtlas la posible explicación podría ser la extensión del área aproximadamente 4200Km² (Riechers *et al.*, 2003). Así mismo otro hecho que explicaría el porque de estas diferencias podría ser la cantidad de redes utilizadas (7 y 9 redes por noche respectivamente) en ambos trabajos y el tiempo invertido en las capturas, que es mayor en ambos casos (Chajul 4 años y los Tuxtlas 3 años) que el empleado en este estudio. Por otra parte trabajos realizados en la Selva Baja Caducifolia como el valle de Tehuacán-Cuicatlán por Rojas-Martínez y Valiente-Banuet (1996), reportaron un total de 34 taxa, número alto si consideramos la heterogeneidad ambiental y la fluctuación estacional de recursos alimentarios que caracterizan al valle. A pesar de que las condiciones y disponibilidad de recursos en nuestra zona de trabajo son constantes, la diversidad es menor y esto se debe probablemente a que el Valle de Cuicatlán colinda con áreas de mayor humedad situadas en los límites de los estados de Puebla, Oaxaca, Veracruz, Morelos y Guerrero (Rojas-Martínez y Valiente-Banuet, 1996). Lo anterior explica su semejante riqueza al de los Tuxtlas.

Por otra parte al comparar la riqueza con áreas de Bosque templado como: sierra de Manantlán (Iñiguez, 1993) y parque nacional Izta-Popo (Ornelas, 2005), el numero de especies para cada sitio fue de 27 y 19 respectivamente, los cuales son mas semejantes a la riqueza obtenida en este trabajo (23). Lo anterior probablemente se deba a que ambas zonas templadas se ubican cerca de la franja volcánico-transversa, por lo que la diversidad se incrementa al mezclarse elementos de afinidad neártica y neotropical. Lo anterior se corrobora por lo señalado por Iñiguez (1993), en donde menciona que en Manantlán las 27 especies de murciélagos se pueden conjuntar en tres grupos: murciélagos que se ubican en la zona baja predominantemente tropicales, especies de la zona alta (templada) y especies que se encuentran en todo el gradiente.

En nuestro caso la presencia de especies tropicales (filostómidos, molóssidos y mormoópidos) y templadas (vespertiliónidos y embalonúridos) corroboran la hibridación de especies en estas comunidades (Miranda y Sharp, 1950; Rzedowski, 1978).

Abundancia relativa

En comunidades tropicales es común que la dominancia esté dada por un número relativamente bajo de especies (4 o 5), las cuales llegan a representar en ocasiones más del 50% del número total de murciélagos presentes en la comunidad. Esto podría ser interpretado que dichas especies son relativamente fáciles de detectar, o más comunes (Fleming, 1973; Ramírez-Pulido y Müdespacher, 1987; Medellín 1993; Iñiguez 1993 y Téllez-Girón, 2003). Los autores destacan que el número de especies consideradas como raras o difíciles de detectar (por el número relativamente bajo con el que contribuyen), son generalmente las más numerosas.

Este comportamiento es típico de comunidades de murciélagos tropicales en donde las especies “raras” son las que más contribuyen a la diversidad “alfa” (Whittaker, 1970 y Fleming, 1973). La abundancia relativa de la zona de estudio, Zapotitlán de Méndez, tiene un comportamiento muy similar al descrito anteriormente. De esta manera es posible detectar a tres especies dominantes o comunes (*M. velífera*, *M. keaysi* y *N. laticaudatus*) y 20 especies consideradas como escasas. Al parecer este tipo de comportamiento de dominancia en las comunidades tropicales no es exclusivo, si no que también se ha visto que en Bosques templados se presenta, como en el trabajo realizado por Ornelas (2005).

Diversidad

Los valores de diversidad obtenidos para sitios tropicales de México como; Los Tuxtlas-Veracruz (2.97), Navarro (1982) y Selva Lacandona (2.82), Medellín (1993), son similares al obtenido en este trabajo (2.6). De acuerdo con Fleming (1973) y Magurran (1988); la posible explicación a la similitud en los valores de todas estas localidades estribaría en que las comunidades tropicales tienen condiciones que favorecen una alta diversidad, debido a que son hábitats más productivos con una alta estabilidad climática mayores que los biomas templados. Sin embargo si comparamos el valor obtenido en este estudio (2.6) con sitios como los reportados en la Costa Chica-Guerrero (2.32), Téllez Girón (2003) y La Costa Grande-Guerrero (1.50), Ramírez-Pulido y Armella (1987), la riqueza del sitio de trabajo es mayor. La explicación a este hecho radica en lo mencionado por Fleming *et al.* (1972) para la Pacífica en Costa Rica, asumiendo que en lugares con cierto grado de perturbación los valores de diversidad tienden a ser altos.

En este sentido, la zona de Zapotitlán de Méndez es un área que en los últimos años, ha visto alterada su cobertura vegetal por la implementación de grandes extensiones para diferentes fines, destacando por su importancia los agrícolas (cafetales y maíz), y ganaderos (potreros).

Otro hecho que podría explicar lo anterior sería lo expresado por Miranda y Sharp (1950), Rzedowski (1978), es que el Bosque Mesófilo de Montaña es un punto de intersección entre los bosques templados y tropicales lo cual favorece la presencia de especies típicas de zonas templadas (vespertiliónidos) y tropicales (filostómidos, mormoópidos).

Estructura de la comunidad

Medellín (1993), señala que los gremios tróficos mayores se pueden subdividir en pequeños grupos que denomina “especialistas” de esta manera para Chajul-Chiapas indica la presencia de 12 grupos tróficos, donde por *p. ej.* destaca la subdivisión de los frugívoros; especialistas en *Ficus*, Piper-Cecropia, desechos y generalistas. En el municipio de Zapotitlán de Méndez se registraron 5 (71%) de los gremios tróficos registrados para murciélagos, este valor obtenido, parte de considerar solamente un total de 7 grupos alimentarios de acuerdo a: Medellín (1993), Iñiguez y Santana (1993). Destacan para el área la ausencia de murciélagos piscívoros y carnívoros. El no haberlos diferenciado en “especialistas” se debe a que estos subgrupos solo pueden reconocerse al hacer un análisis detallado de su alimentación. En este sentido resulta evidente, que carecemos de información acerca del uso de los recursos por estas especies, por lo que se hace necesario un mayor número de estudios, los cuales deberían de estar enfocados en comparaciones de abundancia, dieta y competencia intraespecífica de un mismo grupo trófico, para evaluar cualitativamente el uso de los recursos, lo que ayudaría a reconocer los mecanismos que permiten la coexistencia de otras especies (Medellín, 1993). De acuerdo al número de gremios tróficos descritos para diferentes áreas tropicales (Valle de Tehuacan-Cuicatlán, Chamela-Jalisco, los Tuxtlas-Veracruz, Chajul, Selva Lacandona-Chiapas) y en localidades templadas (Sierra de Manantlán) reportan entre 6 y 7 grupos tróficos (Rojas-Martínez y Valiente-Banuet, 1996; Ceballos y Miranda, 1986; Sánchez, 1984; Coates Estrada y Estrada, 1986; Medellín, 1993; Iñiguez, 1993, respectivamente).

Con base en lo anterior el Bosque Mesófilo resulto ser el menos diverso con 5 tipos. Por lo anterior es posible decir que la estructura del hábitat, la disponibilidad de recursos alimentarios, la estacionalidad de las condiciones climáticas, las restricciones metabólicas y los procesos de competencia, han sido elementos propuestos como explicaciones para los patrones observados (Bonaccorso y Humprey, 1984; Fleming *et al.*, 1972; Humprey y Bonaccorso, 1979).

Estructura del refugio

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

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

El refugio ocupado por *M. velífera*, confirma que las cuevas son los sitios predilectos por los murciélagos de esta especie, como lo han señalado, Dunnigan y Fitch (1967), Tinkle y Milstead, (1960), Hayward (1970), Kunz (1973), entre otros. De acuerdo a lo anterior, y a pesar de no proporcionar datos de la conformación y de la estructura de las cuevas que utilizan estos animales, es posible inferir que en ellos prevalece una total oscuridad, en donde además, las corrientes de aire prácticamente son inexistentes. Otros autores como Kunz *et al.* (1983), señala que también pueden ocupar construcciones antropogénicas abandonadas, en donde generalmente, son frecuentes las corrientes de aire, cierta intensidad de luz, lo que permite sugerir que pueden presentarse variaciones de temperatura en estos refugios. Para minimizar estos problemas, el mismo autor señala que bajo estas condiciones, durante el descanso diurno, los murciélagos permanecen aletargados, manteniendo una temperatura relativamente baja con poco gasto energético. Sin embargo, es claro que la mayoría de las poblaciones de esta especie seleccionan sitios como el que se reporta en este estudio. A pesar de que la cámara maternal es relativamente pequeña permite sin embargo, que el tamaño de la población de hembras sea relativamente alto. Los datos anteriores se generaron, del conocimiento de poblaciones heterosexuales, sin embargo, el ser esta una colonia de maternidad, requiere, una explicación aparte.

De acuerdo con Sánchez-Quiroz (2000), Galindo-Galindo (1995), Quijano-Pérez (2004), y Hernández H. C. (2002), las especies de murciélagos que establecen colonias de maternidad lo hacen con la finalidad de encontrar sitios adecuados con temperaturas y humedades relativas altas. Lo anterior es importante ya que temperaturas altas favorecen una gestación rápida y desarrollo de los críos de una manera más óptima.

En el caso de los autores señalados, todos ellos mencionan que son las hembras las que permanecen en el refugio heterosexual, mientras que los machos emigran hacia sitios alternos. En el caso de nuestra especie de estudio, sucede todo lo contrario ya que son las hembras las que emigran del refugio heterosexual, lo que nos permite sugerir que probablemente la cueva que ocupan hembras y machos presenta condiciones ambientales no adecuadas para llevar a cabo los diferentes eventos de la reproducción.

Con base en lo anterior la cámara maternal de nuestro sitio de estudio reúne las condiciones microclimáticas que favorecen todos los eventos reproductivos excepto la copulación, lo anterior parte de que, año con año, los pobladores de la comunidad nos han indicado que la llegada de las hembras al hibernáculo es en los mismos meses.

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

Temperatura

La temperatura constituye uno de los factores físicos de mayor importancia en la distribución y selección del refugio en los murciélagos, si no es que, es el más importante (Marinkelle, 1982; Racey, 1982; Tuttle, 1975). El aumento significativo de la temperatura puede inducir el rápido crecimiento embrionario y postnatal, además puede reducir la demanda de energía durante la lactancia y el rápido crecimiento de las crías (Bonaccorso *et al.*, 1992; Carter, 1970; Fleming, 1971). Por lo que los murciélagos seleccionan sitios adecuados de crianza que reúnan condiciones adecuadas *e.g.* temperaturas altas y humedad relativa altas, protección contra depredadores, con escasos o nulos movimientos de aire, total oscuridad y espacios suficientes, entre otros (Davis, 1969; Bonaccorso *et al.*, 1992; Kunz, 1988; Barbour, 1969). De esta manera cuando los hibernáculos en donde cohabitan hembras y machos no cubren estas necesidades físicas para las actividades reproductivas, las hembras se desplazan a sitios que reúnan las características señaladas anteriormente (Quijano-Pérez, 2004, Sánchez-Quiroz, 2000; García-Hernández, 2001). De acuerdo con nuestras observaciones *M. velífera* presenta este comportamiento, lo cual se corrobora porque una vez que han sucedido los eventos de gestación y lactancia la colonia se disgrega y probablemente retorne al refugio habitual en donde esperan los machos. Son escasos los datos de temperatura que existen para esta especie, Ramírez-Pulido (2001), menciona que la temperatura del hibernáculo ubicado en un Bosque de coníferas en donde habita esta especie tiene en promedio de

15.2°C, mientras que Jones (1965), señala que esta especie es activa cuando las temperaturas oscilan entre los 18 y 26°C. Al analizar estos valores se observa que los datos se encuentran por debajo de los registrados en este trabajo, esto probablemente se deba a los sitios (templados) en donde se reportan o bien a que ambos datos procedan de colonias heterosexuales, sin embargo no señalan nada de esto.

Con base en lo anterior es posible inferir que una vez que ha ocurrido la cópula las hembras salen del refugio y busquen estos sitios calientes que de alguna manera como se ha discutido incrementan la probabilidad de sobrevivencia de la prole.

Los registros altos de temperatura de la cámara que ocupan *M. velifera* y *M. keaysi* se deben a la estructura y conformación del refugio. Por su ubicación en la parte más profunda del hibernáculo, la cámara II está aislada por lo que es independiente de las variaciones de factores físicos externos. Lo anterior se evidencia porque independientemente de que este habitada o deshabitada los valores de temperatura son altos. De acuerdo con nuestros resultados la temperatura de la cámara cuando esta deshabitada es menor que cuando está ocupada, lo cual se explica por lo siguiente. La congregación de las colonias favorece un incremento en la temperatura, resultado de los procesos metabólicos, descomposición de residuos orgánicos (heces fecales, orina, organismos vegetales y animales en estado de descomposición) causados por factores fúngicos, bacterianos y microfauna que conforman parte de este biotopo. Todo el calor generado por estos factores queda atrapado dentro de la cámara ya que no existen movimientos oscilatorios de aire que lo disipe por lo que se forma una “trampa de calor” (Kunz, 1982 y Silva-Taboada, 1979; Bonaccorso *et al.*, 1979, 1992). Por lo que al quedar deshabitada los valores de temperatura no varían drásticamente debido a que la descomposición de los residuos orgánicos permanecen dentro de la cámara.

En *M. keaysi*, los escasos trabajos encontrados no reportan datos de temperatura, por lo que no es posible compararlos, sin embargo y considerando que pertenecen a la misma familia que *M. velifera*, con patrones de distribución semejantes y afinidades neárticas, es probable que requieran condiciones similares de hábitat y de factores ambientales. A esto se podría argumentar que ambas especies exhiben un patrón reproductivo semejante.

N. laticaudatus se encontró permanentemente en la cámara I ocupando las partes más altas y dentro de oquedades y grietas. La temperatura promedio de la cámara *N. laticaudatus* es de 23.9°C, temperatura más baja que la encontrada en la cámara II, lo cual se debe a las constantes fluctuaciones causadas por su ubicación. La entrada es grande y permite el acceso del aire al interior, por lo que la temperatura

interna está fuertemente influenciada por factores físicos externos. Además la entrada de luz es constante y ocasionalmente es visitada por los nativos con la finalidad de extraer agua. A pesar de lo anterior la temperatura se mantiene con pocas variaciones, sin embargo al igual que en el caso anterior la temperatura de esta cámara cuando está habitada por estos murciélagos es mayor. Así mismo la temperatura en general de esta cámara presenta valores más bajos que los registrados en la cámara II. Los murciélagos de esta área probablemente minimicen las fluctuaciones de temperatura ocupando sitios sumamente estrechos, lo que provoca un mayor acercamiento de los organismos, además la forma en cómo están dispuestas estas grietas y oquedades (contra el flujo del viento proveniente de la entrada) permiten establecer microclimas específicos para cada una de estas fallas. Por otra parte López-Wilchis (1989), señala que la temperatura del sustrato es uno de los factores abióticos más importantes en el proceso de selección del refugio en murciélagos, probablemente este sea el caso de *N. laticaudatus*.

Humedad relativa

La humedad relativa por sí sola no juega un papel importante en la selección microclimática del refugio, pero al interactuar con la temperatura y las corrientes de aire, amortigua las posibles oscilaciones de temperatura, permitiendo mantener constantes las condiciones ambientales del refugio (Lopez-Wilchis, 1989). Al analizar la humedad relativa para cada una de las cámaras se puede decir lo siguiente: en la cámara I en donde se manifiestan los valores más bajos reflejan la influencia de factores externos como las constantes corrientes de aire que penetran a su interior, así mismo los eventos meteorológicos que se suscitan en el exterior (lluvia e insolación) marcan un profundo efecto en la humedad y temperatura de este sitio. Sin embargo, se observa que cuando está presente la colonia de *N. laticaudatus* el valor de humedad se incrementa, aunque también podría ser resultado de que al inicio de lluvias se incrementen los procesos de infiltración y filtración de agua a través del techo, paredes y del subsuelo. Lo anterior se hace evidente por el desbordamiento del agua de la pileta que se encuentra en este sitio, provocando que una parte del piso se humedezca notablemente. Estos hechos coinciden en la parte final del proceso gestacional y durante toda la lactancia.

En el caso de la cámara II (donde arriban las colonias de *M. velífera* y *M. keaysi*), los porcentajes de humedad son más altos que los encontrados en la cámara I, ya que se encuentran por arriba del 94%, dichos valores no oscilan tan drásticamente debido a la distancia que media entre esta cámara y la entrada general de la cueva, por lo que los factores ambientales que se suscitan en el exterior, prácticamente no causan efectos en este sitio.

El acceso a esta cámara es un pequeño túnel que impide la entrada de aire directamente a la cámara si es que se llegara a dar. Sin embargo al igual que en el caso anterior los valores más altos de humedad se presentan cuando está presente la colonia. Los procesos de respiración de las hembras y críos nacidos, filtración de agua a través del techo y el incremento en la cantidad de orina, explican por sí mismo este valor de mayor humedad relativa, aunado a la densidad poblacional que supera en un 80% a la colonia que arriba a la cámara I.

Patrones reproductivos

En cuanto a los patrones reproductivos de las especies más conspicuas (*M. velífera*, *M. keaysi*, *N. laticaudatus* y *P. parnellii*) de nuestra área de trabajo podemos decir lo siguiente:

Myotis velífera

Kunz (1973), Hayward (1970), Twente (1955), destacan que *M. velífera*, tiene un periodo de reproducción que la ubica como monoéstrica estacional, independientemente de los meses en que se reportan los patrones reproductivos, nuestros resultados coinciden con lo reportado en estos trabajos.

Kunz (1973) y Hayward (1970), indican que la copulación se da en otoño, en nuestro caso no fue posible establecerlo ya que no tenemos registros del refugio en el que se encuentra la colonia heterosexual, sin embargo el periodo de lactancia (mayo-junio) es similar al reportado por Twente (1955).

El establecimiento de colonias heterosexuales en *M. velífera* ha sido documentado por Dunnigan y Fitch (1967), Tinkle y Milstead, (1960), Hayward (1970), donde la proporción de sexos en esta especie varía en los hibernáculos durante el invierno y primavera, en Kansas, Texas y Arizona respectivamente. Lo anterior no se corroboró en nuestro trabajo ya que nunca se localizó el sitio en donde se alberga esta colonia heterosexual. Sin embargo existe concordancia en lo expresado por Hill y Smith (1988), en el sentido de que *M. velífera* se congrega en grupos unisexuales, con hembras gestantes y lactantes, para zonas templadas y algunas de la región tropical. También un hecho expresado frecuentemente es que las hembras tienden a ocupar sitios distintos a los refugios habituales para formar las colonias de maternidad, tal es el caso de nuestra especie.

Los nacimientos en nuestra área de estudio se dieron de abril a mayo. Kunz (1973), en Kansas, señala que los nacimientos pico se suceden de finales de junio e inicios de julio. Es claro que existe un desfase en la parte de Kansas, lo cual probablemente se debe a que las condiciones ambientales de estos meses sean las más óptimas para la especie ya que este sitio corresponde a un bosque templado.

Myotis keaysi

La Val y Fitch (1977), señalan que *M. keaysi* es un especie poliéstrica, con dos picos de nacimientos sin indicar los meses en que suceden estos, lo cual no coincide con lo encontrado en este trabajo ya que en los dos años de estudio esta especie presentó una clara monoestría estacional (finales de mayo a mediados de julio). Los mismos autores en el mismo año en Costa Rica, reportan que el pico de nacimientos de esta especie se da entre mayo y junio, así mismo Medellín (1986), encontró una hembra preñada en Chiapas, en el mes de abril. Lo señalado anteriormente es semejante a los resultados de nuestro estudio, ya que el pico de nacimiento se suscitó, de finales de mayo y principios de junio, iniciándose la lactancia en mayo y finalizando en julio.

Por otra parte, Jones *et al.* (1973), Carter *et al.* (1981), encontraron hembras no reproductivas en los meses de julio y agosto, en Yucatán y la Isla de Trinidad respectivamente, lo cual coincide con el periodo de inactividad sexual reportado en este estudio. Finalmente en Perú, Graham (1987) reporta, hembras preñadas en el mes de julio (invierno) y no reproductivas en febrero (verano), junio-agosto (invierno) y diciembre (verano). Lo que difiere de nuestro trabajo ya que la época de preñez en el presente estudio se encontró en abril y mayo, y la lactancia se registró en los meses de junio a julio. Probablemente la falta de coincidencia de este trabajo, con respecto al nuestro se debe a que los periodos estacionales cambian, en todo Sudamérica, y esto afecta también al ciclo reproductivo de los murciélagos.

Cabe destacar que ninguno de los autores antes mencionados, señalan colonias de maternidad para *M. Keaysi*, lo cual es evidente por lo observado de manera directa dentro del refugio, donde forman conglomerados de hembras que van arribando en diferente grado de gravidez, en la “Cueva del panteón”.

Nyctinomops laticaudatus

Para la especie *N. laticaudatus*, Silva-Taboada (1979), en los meses de junio-julio en Cuba, capturo 50 hembras y menciona que 31 estaban preñadas y 19 eran lactantes, por otra parte Bowles *et al.* (1990), Jones *et al.* (1973), indican que la preñez ocurre entre abril y junio y las lactancias se dan en la segunda mitad de julio a agosto. En Yucatán y Tamaulipas, Álvarez (1963), reporta 27 hembras preñadas y 5 lactantes capturadas

durante junio. Los trabajos anteriores reflejan una monoestría estacional y es claro que en los meses que señalan los autores coinciden con lo reportado en este estudio.

En marzo en Honduras McCarthy y Bitar (1993), reportan 1 hembra con preñez avanzada, así mismo, en Bolivia, Anderson (1997), señala que los partos se dan en los últimos días de junio y principios de julio que en Sudamérica corresponde a la estación de invierno. Los datos anteriores no coinciden con los trabajos mencionados ni con lo encontrado en este trabajo. Por lo anterior consideramos que el profundizar y extender este tipo de estudios a otras áreas geográficas es relevante ya que el analizar la posibilidad de desplazamiento temporal en los eventos reproductivos en relación directa con la latitud, ha sido observado en vespertiliónidos por Kitchener (1975), y se desconoce por completo si esta especie manifiesta la misma conducta.

Concluyendo los resultados anteriores independientemente del sitio o localidad de trabajo, manifiestan una monoestría estacional, en donde los procesos de gestación transcurren durante la primavera, mientras que las lactancias se inician de finales de primavera y concluyen en verano.

Sería importante mencionar que en nuestro sitio de estudio, la poca cantidad de machos reportados indican que la posible presencia de una colonia maternal y que estos pocos machos presentes, al concluir la copulación en la cueva se retire la mayoría de estos. Lo anterior se corrobora porque en el pico gestacional (mediados de junio) no se capturaron organismos masculinos.

Pteronotus parnellii

Wilson (1973) y Garrido Gutiérrez *et al.* (1984), señalan que esta especie presenta un patrón monoéstrico estacional, donde el período de cópula se da en el mes de enero, por lo que la gestación concluye en mayo y probablemente el período de lactancia continúe hasta el mes de julio con una duración de un mes. Sin embargo, Bonaccorso *et al.* (1992), López-Aguayo (datos no publicados), en sus trabajos realizados en Venezuela y Puebla, respectivamente mencionan la presencia de hembras lactantes en los meses de julio y agosto, dentro de cámaras cálidas alejadas totalmente de las que están ocupadas por los machos dentro del refugio.

En este sentido, los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los autores anteriormente mencionados, ya que la copulación y la gestación se dan en el período de sequía, y la fase de lactancia, se lleva a cabo en el período de lluvias. Sin embargo los datos obtenidos en el presente trabajo no son suficientes para proponer el tiempo de duración de la gestación y lactancia ya que Fleming *et al.* (1972), menciona que en sitios en donde la abundancia de recursos alimentarios no son factor, entonces puede presentar una reproducción cíclica.

CONCLUSIONES

- En la zona de trabajo se registraron 23 especies que corresponden al 50% de la quiróptero fauna del estado de Puebla.
- De acuerdo al índice de Chao (1), las especies encontradas (23) representan el 94% del total esperado.
- Se registró el 62% (5) de las familias, de murciélagos que se incluyen en México.
- En cuanto a la afinidad zoogeográfica de las especies, el 70% (16) son neotropicales, el 20% (5) son compartidas y el restante 10% (2) son neárticas.
- La dominancia ecológica esta dada por tres especies, *M. velífera*, *M. keaysi* y *N. laticaudatus*, lo cual es un hecho frecuente en las comunidades.
- La diversidad fue de 2.6, el cual es un valor alto semejante con los de algunos trabajos de zonas tropicales y más alto que a los reportados para zonas templadas.
- El 78% (18) de las especies se alimentan de insectos y frutos, lo que refleja la alta abundancia y disponibilidad de estos recursos. Las restantes especies se reparten entre omnívoros, hematófagos y polinectarívoros.
- Los gremios tróficos contabilizados dieron un total de 5, por lo que representan el 71% de todos los gremios alimentarios descritos para murciélagos.
- Las especies *M. velífera*, *M. keaysi*, *N. laticaudatus* y *P. parnellii* manifestaron una clara monoestría estacional, con gestación en época de secas y partos (lactancias) durante el periodo de lluvias.
- La temperatura (28°C) y porcentaje de humedad (98%) de la “Cueva del panteón” en donde se localizan las especies (*N. laticaudatus*, *M. velífera*, *M. keaysi*,) el microclima es de los tipos calido-húmedo (Af). Por lo anterior se denomina como “cueva de calor”.

SUGERENCIAS

Puebla es considerado uno de los estados con menor cantidad de reservas naturales protegidas y dada la cercanía que existe entre el Bosque Mesófilo de Montaña y las reminiscencias de Selvas Perennes y siendo éstas comunidades vegetacionales, las de mayor impacto antropogénico, en un futuro debería incrementarse los estudios de la biodiversidad que alberga y hacer factible que nuestro sitio de trabajo sea propuesto como una posible área de protección natural.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, T. 1963. The Recent mammals of Tamaulipas, México. University of Kansas Publications, Museum of Natural History, 14:363-473.
- Álvarez, T. y J. Ramírez-Pulido. 1972. Notas acerca de murciélagos mexicanos. *Anls. Esc. Nal. Cienc, Biol.* México.19:167-178
- Álvarez, T., P. Domínguez y J. Arrollo-Cabrales. 1984. Mamíferos de La Angostura, región central de Chiapas. Cuadernos de Trabajo, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 24:x+1-89.
- Álvarez, T., S. T. Álvarez-Castañeda y J. C. López Vidal. 1994. Claves para murciélagos mexicanos, CIBNOR-ENCB, I:P:N. México, D.F., 64 pp.
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, taxonomy and distribution. *Bulletin of American Museum of Natural History.* 231:1-652.
- Arita H.T. 1993. "Rarity in Neotropical Bats: Correlations whit Phylogeny, Diet and Body Mass", *Ecol. Aplic;* 3:506-517
- Baker, R. J., K. Jones, Jr. y D.C. Carter, (editores). 1976. *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, part I.* Special Publications, The Museum, Texas Tech University, 10:1-218.
- Baker, R. J., J. K. Jones, Jr. y D.C. Carter, (editores). 1977. *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, part II.* Special Publications, The Museum, Texas Tech University, 13:1-364.
- Baker, R. J., K. Jones Jr. y D.C. Carter, (editores). 1979. *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, part III.* Special Publications, The Museum, Texas Tech University, 16:1-441.
- Barbour, H. L. 1974. A north temperate bat community: structure and prey populations. *Journal of Mammalogy,* 55: 138-157.
- Bonnaccorso, F. J. 1979. Foraging and reproductive ecology in a Panamanian bat community. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences,* vol. 24:359-408.
- Bonnaccorso, F. J. y S. R. Humphrey. 1984. Fruit bat niche dynamics: their role in maintaining tropical forest diversity. *Tropical Rain-Forest: The Leeds Symposium,* pp. 169-183.
- Bonnaccorso, F. J., A. Arends, M. Genoud, D. Canton and T. Morton. 1992. Thermal Ecology of moustached and ghost-faced bats (Mormoopidae) in Venezuela. *J. Mamm.,* Pp. 73 (2): 365-378.

Bowles, J. B., P. D. Heideman y K. R., Erickson. 1990. Observations on six species of free-tailed bats (Molossidae) from Yucatan, México. *The Southwestern Naturalist*. 35: 151-157.

Brown, J. y P. Nicolleto. 1991. "Spatial scaling of species composition: body masses of North América land mammals". *Amer. Natur.* 138(6): 1478-1512.

Carter, C. H. , H. H. Genoways , R. S. Lorengnard , and R. J. Baker . 1981. Observations on bats from Trinidad with a checklist of species occurring on the Island. *Occasional Papers, The Museum, Texas Tech University* 72:1-27.

Carter, P. C. 1970. Chiroptera reproduction. Pp. 233-246. *in about bats* (B. H. Slaug ther and D. H. Walton, Eds.), Sothern Methodist Univ. Press. Dallas.

Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. *Los mamíferos de Chamela, Jalisco Manual de Campo*. UNAM. Instituto de Biología. México. 436 pp.

Ceballos, G. y C. Galindo. 1984. *Mamíferos silvestres de la cuenca de México*. Limusa, México. 300 pp.

Ceballos, G. y D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of mexican mammals. In Mares, M. A., and D. J. Schmidly (eds). *Latin american mammalogy. History, biodiversity and conservation*. University of Oklahoma Press. Pp. 167-198.

Cervantes A. F., S. Ramírez-Vite y J. N. Ramírez-Vite. Mamíferos pequeños de los alrededores del poblado Tlanchinol, Hidalgo *in Anales del Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Serie Zoológica*, 73(2): 225-237.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Instituto de Biología, UNAM, y Agrupación Sierra Madre, México, D.F. 847 pp.

Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian J. Stat.* 11:265-270.

Chao, A. Lee S-M. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *J.Am. Stat. Assoc.* 87: 210-217.

Coates-Estrada, R. y A. Estrada. 1986. *Manual de identificación de campo de los mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtla"*. UNAM. Instituto de biología. 151 pp.

Conabio-Estadigrafía. 1997. Mapas de climas. F047. Escala 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Corbet, G. B. y J. E. Hill. 1991. A World list of mammalian species. Third edition. *Natural History Museum Publications*. Oxford University Press. VIII + 243

Davis, W. B. 1969. A review of the small fruit bats (genus *Artibeus*), of Middle América. Part. I. *Southwestern Nat.* 14 (1): 15-29.

Dinerstein, E. 1986. Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. *Biotropica*, 18:307-318.

Dunnigan, P., and 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.

Eisenberg, J. F. 1989. *Mammals of the Neotropics*, vol. 1. University of Chicago Press, Chicago, Ill., 449 pp.

Faegri, K. y L. Vander Pijl. 1966. *The principles of pollination ecology*. Pergamon Press, New York, New York, 248 pp.

Fenton, M. B. 1982. Echolocation, insect hearing, and feeding ecology of insectivorous bats, Pp. 261-285, in *Ecology of Bats* (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York, New York, 425 pp.

Findley, J. S. 1976. The structure of bat communities. *American Naturalist*, 110:129-139.

Fleming, T. H. 1971. *Artibeus jamaicensis*: Delayed embryonic development in a Neotropical bat. *Science*, Pp. 171: 402-404.

Fleming, T. H. 1973. Numbers of mammal species in North and Central American forest communities. *Ecology*, 54:555-563.

Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat*. University of Chicago Press, Chicago Ill., 365 pp.

Fleming, T. H. E. T. Hooper y D.E. Wilson. 1972. Three Central American Bat communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology*, 53:555-569.

Flores-Villela, O. y P. Geréz. 1998. *Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo*. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos y Conservación Internacional, Xalapa, Veracruz, México.

Galindo-Galindo, C. 1995. Algunos aspectos biológicos del murciélago *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae), en el Estado de México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp 58.

García, E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, 5ª edición, Serie Libros Núm. 6. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. Pp. 90.

García, H. C. 2001. Patrón reproductivo del murciélago *Pteronotus personatus* (Chiroptera: Mormoopidae) en un ambiente de Selva Baja Caducifolia en el Estado de Puebla. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. 43 Pp.

Gardner, A. L. 1977. Food habits. Pp. 293-350, in *Biology of bats of the New World Family Phyllostomatidae, part II* (R. J. Backer, J. K. Jones, Jr. y D.C. Carter, eds.). Special Publications, The Museum, Texas Tech University, Lubbock, 13:1-364.

Garrido-Gutiérrez, D., P. Fuentes-Servin, M. Gasca-Boyer y S. Juárez-Vergara. 1984. Patrón de reproducción del murciélago insectívoro *Pteronotus parnellii mexicanus* Millar, 1902 (Chiroptera:Mormoopidae). *Rev. Biol. Trop.*, 32(2):253-262.

Goodwin, G. G. 1969. Mammals from the State of Oaxaca, Mexico, in the American Museum of Natural History. *Bulletin American Museum of Natural History*. 14(1):1-269, con 40 placas.

Graham, G. L. 1983. Changes in bat species diversity along an elevational gradient up the Peruvian Andes. *Journal of Mammalogy*, 64:559-571.

Graham, G. L. 1987. Seasonality of reproduction in Peruvian bats. Pp. 173-186 in *Studies in Neotropical mammalogy. Essays in honor of Phillip Hershkovitz* (B. D. Patterson and R. M. Timm, eds.). *Fieldiana: Zoology New Series Number 39*.

Graham, G. L. 1990. Bats vs. bird: comparaisons among Peruvian vertebrate faunas along an elevational gradient. *Journal of Biogeography*, 17: 657-668.

Gustafson, A.W. 1979. Male reproductive patterns in hibernating bats. *J. Reprod. Fertil.* 56:317-331.

Hall, E. R. 1981. *The mammals of North America*. Second ed. John Wiley and Sons, New York, New York, 1:xv+600+90.

- Handley, C. O., Jr. 1966. Checklist of the mammals of Panama. Pp. 753-795, in *Ectoparasites of Panama* (R. L. Wenzel y V. J. Tipton, eds.). Field Museum of Natural History, Chicago, 861 pp.
- Handley, C. O. 1976. Mammals of the Smithsonian Venezuelan Project. *Brigham Young University Science Bulletin, Biological Series*, Vol. 20, 5:1-89.
- Hayward, B. J. 1970. The natural history of the cave bat, *Myotis velifer*. *Western New Mexico Univ. Res. Sci.*, 1:1-74.
- Heaney, L. R. y E. R. Rickart. 1990. Correlation of clades and clines: geographic, elevational and phylogenetic distribution patterns among Philippine mammals. Pp. 321-332.
- Heaney, L., P. Heideman., E. Rickart., R. Utzurrum y J. Klompen. 1989. Elevational zonation of Mammals in the Central Philippines. *J. Of Trop. Ecology*, 51: 259-280.
- Heideman, P. y L. Heaney, 1989. Population Biology and estimates of Abundance of fruit Bat (Pterodidae) in Philippine Submontane Rainforest. *J. Zool Lond.*, 218: 565-586
- Heithaus, E. R. 1982. Coevolution between bats and plants. Pp. 327-367, in *Ecology of Bats* (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York, New York, 425 pp.
- Hernández, H. C. 2002. Mamíferos medianos del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores-Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 101.
- Hill, J. E. and D. Smith. 1988. Reproduction and development. Pp. 87-106, In *Bats. A natural history*. University of Texas Tech Press Austin., Pp. 243.
- Hill, J. E. y J. D. Smith. 1984. *Bats a Natural History*. British Museum (Natural History), London, 243 pp.
- Hoffman, A., J. G. Palacios-Vargas y J. B. Morales-Malacara. 1986, "Manual de Bioespeleología (con nuevas aportaciones de Morelos y Guerrero, México). UNAM., México., 274 pp.
- Humphrey, S. R. y F. J. Bonaccorso. 1979. Population and community ecology in *Biology of bats of The New World family Phyllostomatidae*, part III (R. J. Baker, J. K. Jones y D. C. Carter, Eds.) Special Publications, The Museum, Texas. Tech University, 16: 409-441.

Humphrey, S. R., F. J. Bonaccorso y T. L. Zinn. 1983. Guild structure of surface-gleaning bats in Panamá. *Ecology*, 64:284-294.

INEGI, 2005. Anexo cartográfico de la síntesis geográfica del Estado de Puebla, Escala 1:250 000, México.

Iñiguez, I. 1993. Patrones Ecológicos en la Comunidad de Murciélagos de la Sierra de Manantlán. *In: Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. Medellín y G. Ceballos eds.). *Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones Especiales*. 1: 355-370 Pp.

Iñiguez-Dávalos L.I. y E. Santana C. 1993. Patrones de distribución de los mamíferos en el occidente de México. Pp 65-86, *in Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. Medellín y G. Ceballos, eds.). *Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. Publicaciones especiales*. 1: 464 Pp.

Jones, J. K., Jr., J. D. Smith, and H. H. Genoways. 1973. Annotated checklist of the mammals of the Yucatan Peninsula, México. I. Chiroptera. *Occas. Papers. Mus., Texas Tech Univ.* 13:1-31.

Kitchener, D. J. 1975. Reproduction in female Gould's wattled bat *Chalinolobus gouldi* (Gray) (Vespertilionidae, in Western Australia. *Aust. J. Zool.*, 23:29-42.

Krebs, C. J. 1978. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Second ed. Harper & Row, New York, Pp.678.

Krebs, C. J. 1986. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row, Publishers, Inc. New York, USA. 753pp.

Kunz, T. H. 1982. Roosting ecology of bats. Pp. 1-55, *in Ecology of Bats*. (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press New York. Pp 425.

Kunz, T. H. (editor). 1988. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 533 pp.

Kunz, T. H. 1973. Population studies of the caves bat (*Myotis velifer*): reproduction, growth and development. *Occas. Pap. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist.*, 15:1-43.

Kunz, T. H. 1974. Feeding ecology of a temperate insectivorous bat (*Myotis velifer*). *Ecology*, 55:693-711.

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

LaVal, R. K. y H. S Fitch. 1977. Structure, movement, and reproduction in three Costa Rican bat communities. Occasional Papers, Museum of Natural History, University of Kansas, 69:1-28.

Lewin, R. 1983. Predators and hurricanes change ecology. Science, 221:737-740.

Long A. y M. Heath, 1991. Flora of the "El triunfo", Biosphere Reserve, Chiapas, México: a preliminary floristic inventory and the plant communities of Polygon 133 p. *in* Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot. 62(2): 133-172.

López Wilchis, R. 1989. Biología de *Plecotus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el estado de Tlaxcala, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. 227 Pp.

Ludwing, J. A. y J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & sons, Inc. New York, USA. 337 pp.

Magurran, A. 1988. Ecological Diversity and its measurement. Princenton University Press. Princenton, New Jersey, 179 pp.

Marinkelle, C. J. 1982. Prevalence of *Trypanosoma cruzi*. Like infection of Colombian Bats. Annals of Tropical Medicine and Parasitology. 76:125-134.

McCarty, T. J. y N. A. Bitar. 1983. New bat records (*Enchisthenes* and *Myotis*) from the Guatemalan central highlands. Journal of Mammalogy, 64: 526-527.

McCoy, E. D. y E. F. Connor. 1980. Latitudinal gradients in the species diversity of North American mammals. Evolution, 34:193-203.

Meave, J., M. A. Soto., L. M. Calvo., H. Paz y S. Valencia. 1992. Análisis sinicológico del Bosque Mesófilo de Montaña de Omil temi, Guerrero. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 52: 31-77.

Medellín, R. A. 1986. La comunidad de murciélagos de Chajul, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura no publicada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 153 pp.

Medellín, R. A. 1993. Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en trópico mexicano. Pp. 333-354, *in* Avances en el estudio de los mamíferos de México (Medellín R. G. Ceballos, eds.). *Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Publicaciones especiales*. 1:1-464.

Medellín, R. A., D. E. Wilson y D. L. Navarro. 1985. *Micronycteris brachyotis*. Mammalian Species, 251:1-4.

Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez H. 1997. Identificación de los murciélagos de México., Clave de Campo. *Asociación Mexicana de Mastozoología*, A. C. *Publicaciones especiales*. Núm. 2. Pp. 83

Medellín, R. A., O. Sánchez y G. Urbano-V. 1992. Ubicación zoogeográfica de la Selva Lacandona, Chiapas, México, a través de su fauna de quirópteros. Pp. 233-251, *in* La Reserva de la Biosfera de Montes Azules (M. Ramos y M. A. Vázquez, editores). Centro de Estudios Para la Conservación de los Recursos Naturales A. C., San Cristóbal, Chiapas, México. *Publicaciones Especiales ECOSFERA*, 1:1-436.

Miranda, F. y A. J. Sharp. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of Eastern México. *Ecology*. 31: 313-323.

Mittermeier, R. A. y C. Goettsch de Mittermeier. 1992. La importancia de la biodiversidad biológica de México, *in* México ante los retos de la biodiversidad. (J. Sarukhán y R. Dirzo comp.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. pp. 63-73.

Navarro, D. Y León-Paniagua. 1995. Community structure of bats along an altitudinal gradient in tropical eastern México. *Revista Mexicana de Mastozoología*, 1:9-21.

Navarro, L. D. 1982. Mamíferos de la Estación "Los Tuxtla", Veracruz. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 128 pp.

Nowak, R. M. 1994. *Bats of the World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London. 255 pp.

Ornelas R. M. 2005. Diversidad Quiropterofaunística del Parque Nacional Izta-Popo y sus áreas de influencia. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM., D.F. 54 pp.

Pagel, M. D., R. May y A. R. Collie. 1991. Ecological aspect of the geographical distribution and diversity of mammalian species. *The American Naturalist*, 137: 791-815.

Patterson, B. D., P. L. Merserve y B. K. Lang. 1989. Distribution and abundante of small mammals along and elevational transect in temperate rainforest os Chile. *J. Mamma*. 70(1): 67-78.

Pielou, E. R. 1975. *Ecological Diversity*. John Wiley and Sons. 165 pp.
Quijano Pérez, R. H. 2004. Aspectos Poblacionales de: *Mormoops megalophylla* (Chiroptera: Mormoopidae) en un Ambiente de Selva Baja Caducifolia en el Estado de Puebla. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM., D. F.

Racey P. A. 1988. Reproductive assessment in bats. Pp. 31-45, *in* Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats (T.H. Kunz, ed.). Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 533 pp.

Racey, P. A. 1982. Ecology of bat reproduction. Pp. 57-104, *in* Ecology of Bats (T. H. Kunz, ed.). Plenum Press, New York, New York, 425 pp.

Ramírez-Pulido J, J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta Zoológica Mexicana. Nueva Serie* 21:21-82.

Ramírez-Pulido, J. y C. Müdspacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los mamíferos de México. *Ciencia.*, 38, 49-67.

Ramírez-Pulido, J. y M. Armella. 1987. Activity patterns of neotropical bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, México. *The Southwestern Naturalist*, 32:363-370.

Ramírez-Pulido, J., A. Castro-Campillo., J. Arroyo-Cabrales y F. A. Cervantes-Reza. 1996. Lista Taxonómica de los Mamíferos Terrestres de México. *Occas Papers Mus.*, Texas Tech Univ., 158:1-62.

Ramírez-Pulido, J., C. Galindo-Galindo, A. Castro-Campillo, A. Sálame-Mendez and M. A. Armella, (2001) Colony size fluctuation of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) and temperature characterization in a Mexican cave. *The Southwestern Naturalist* 46(3): 358-409 pp.

Ramírez-Pulido, J., M. C. Britton., A. Perdomo y A. Castro. 1986. Guía de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México D.F., 720 pp.

Reis, N. R. dos. 1984. Estrutura de comunidade de morcegos na regio de Manaus, Amazonas. *Revista Brasileira de Biología*, 44:247-254.

Riechers, P. A., M. Martínez-Coronal y R. V. López. 2003. Consumo de polen de una colonia de maternidad de *Leptonycteris curasoae* yerbabuena en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *In* anales del Inst. de Biol. Univ. Nac. Autón. México, Serie Zoológica, 74(1): 53-66.

Rojas-Martínez, A. y A. Valiente-Banuet. 1996. Análisis comparativo de la quiróptero fauna del valle de Tehuacan-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. *Acta Zool. Mex.* (N.S.). 67: 1-22.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. Pp. 223-224.

- Sánchez H., C., M. T. Castrejón y C. B. Chávez. 1986. Patrón reproductivo de *Sturnira lilium parvidens* (Chiroptera: Phyllostomidae) en la costa central del Pacífico de México. *Southwestern Naturalist*, 31:331-340.
- Sánchez Quiroz A. 2000. Características del Ambiente y Patrón Reproductivo de una colonia de *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) en el Estado de Puebla, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp 56.
- Sánchez, H. C. 1984. Los murciélagos de la Estación de Investigación, Experimentación y Difusión de Chamela-Jalisco, México. // *Revisión Iberoamericano. Conservación y Zoología de Vertebrados*. Memorias, 385-399 pp.
- Schoener, T. W. 1982. The controversy over interspecific competition. *American Scientist*, 70:586-595.
- Shannon, C. E. y W. Weaver. 1963. The mathematical theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Silva -Taboada, G. 1979. Los murciélagos de Cuba. Académica de Ciencias de Cuba, La Habana, Cuba. Pp. 423.
- Simberloff, D. 1983. Competition theory, hypothesis testing, and other community-ecological buzzwords. *American Naturalist*, 122:626-635.
- Smith, E. P. y G. Van Belle. 1984. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*, 40: 119-129.
- Smith, R. L. 1980. Ecology and field biology. Third ed. Harper and Row, New York, 835 pp.
- Telléz-Girón, S. G. 2003. Murciélagos de la Costa Chica de Guerrero. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., 80 pp.
- Tinkle, D. W., and W. W. Milstead. 1960. Sex ratio and population density in hibernating *Myotis*. *Amer. Midland Nat.*, 63:327-334.
- Tuttle, M. D. 1970. Distribution and zoogeography of Peruvian bats, with comments on natural history. *University of Kansas Sciences Bulletin*, 49:45-86.
- Tuttle, M. D. 1975. Population Ecology of the Gray Bat (*Myotis grisescens*): Factors Influencing Early Growth and Development; *Occas. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kans.*; 36: 1-24 pp.

Tuttle, M. D., D. E. Stevenson. 1982. Growth and survival of bats. In Ecology of bats (Kunz, T. H. Ed.). Plenum Press, New York, 425 págs. Pp. 105-150.

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

Urbano-V. G., O. Sánchez-H, G. Téllez-G, and R. A. Medellín-L. 1987. Additional records of Mexican mammals. Southwestern Naturalist. 32: 134-137pp.

Villa R., B. 1967. Los Murciélagos de México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. XVI+491 pp.

Whittaker, R. H. 1970. Communities and Ecosystems. Macmillan, London, 162 pp.

Willig M. R. y M. A. Mares. 1989. A comparison of bat assemblages from phytogeographic zones of Venezuela. Pp. 59-67, in Patterns in the Structure of Mammalian Communities (D. W. Morris, Z. Abramsky, B.J. Fox, y M. R. Willig, eds.). Special Publications, The Museum, Texas Tech University Press, Lubbock, 266 pp.

Willig M. R. y M. P. Moulton, 1989. The role of stochastic and deterministic processes in structuring Neotropical bat communities. Journal of Mammalogy, 70:323-329.

Willig, M. R. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in Caatingas and Cerrado biomes of Northeastern Brazil. Bulletin of the Carnegie Museum of Natural History, 23:1-131.

Willig, M. R. 1985. Reproductive patterns of bats from Caatingas and Cerrado biomes in Northeastern Brazil. Journal of Mammalogy, 66:668-681.

Willig, M. R. 1986. Bat community in South America: a tenacious chimera. Revista Chilena de Historia Natural, 59:151-168.

Wilson D. E. 1983. Checklist of mammals. Pp. 443-447, in Costa Rican natural history (D. H. Janzen, ed.). University of Chicago Press, Chicago III., 816 pp.

Wilson D. E. y D. A. M. Reeder (eds.) 1993. Mammal Species of the World. A taxonomic and geographic reference. Second ed. Smithsonian Institution Press, Washington and London in Assoc. American Soc. Mammalogists, XVIII + 1-30

Wilson, D. E. 1971. Ecology of *Myotis nigricans* (Mammalia: Chiroptera) on Barro Colorado Island, Panamá, Canal Zone. *Journal of Zoology*, 163:1-13.

Wilson, D. E. 1973. Reproduction in neotropical bats. *Period. Biol.*, 75:215-217.

Wilson, D. E. 1979. Reproductive patterns. Pp. 317-378, *in* *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae*, part III (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter, eds.). Special Publicatins, The Museum, Texas Tech University, Lubbock, 16:1-441.

Wilson, J. W. III. 1974. Analytical zoogeography of North American mammals. *Evolution*, 28:124-140.

Wimsatt, W. A. (editor) 1970b *Biology of Bats*, Vol. 2. Academic Press, New York, 477 pp.

Wimsatt, W. A. (editor). 1970a. *Biology of Bats*, Vol. 1. Academic Press, New York, 406 pp.

Wimsatt, W. A. (Editor). 1977. *Biology of Bats*. Vol. 3. Academic Press, New York, New York.