



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERIA CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

Dinámica poblacional del murciélago vampiro *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: MAESTRO
EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN**

PRESENTA:

LUIS GABRIEL JUÁREZ CASTILLO

DIRECTOR: DR. ALBERTO ENRIQUE ROJAS MARTÍNEZ

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado a mi familia, cada esfuerzo y triunfo es pensando en ustedes, estaré eternamente agradecido con Dios por permitirme compartir estos momentos a su lado.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas aquellas personas que contribuyeron de manera profesional y humana a lo largo de este proyecto de tesis y que han sido parte fundamental de mi vida, misma que no sería igual sin sus enseñanzas y atenciones, como dentro y fuera de la universidad.

A mis compañeros de laboratorio y amigos que me brindaron su apoyo en campo, gracias por soportar conmigo los desvelos, el cansancio, el calor y en ocasiones un poco de hambre.

Agradezco en lo particular al Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez, gracias por su valioso apoyo, enseñanza y paciencia. Sin duda alguna, ha sido parte fundamental en mi formación académica y profesional.

A mis sinodales; Dra. Claudia Moreno, Dr. Gerardo Sánchez y M. en C. Jesús Castillo, gracias por sus comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar este escrito.

A la M. en C. Melany Aguilar, gracias por ser parte esencial en el desarrollo de este proyecto.

A las autoridades de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, por las facilidades otorgadas para la realización de esta tesis, especialmente a Maru y Max. Así como también al proyecto “Estudio de las poblaciones de murciélagos y propuesta de control de las poblaciones de murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*) en cuevas de la comunidad de San Pablo Tetlapayac y regiones adyacentes, dentro de la cuenca del Río Amajac entre las comunidades de Huisticola en el municipio de Metztitlán y San Juan Amajac en el municipio de Eloxochitlán”.

A CONACYT por la beca otorgada durante la maestría, así como a la beca SANTANDER por el apoyo y facilidades brindadas durante mi estancia en ECOSUR.

Al Dr. Juan Antonio Montaña Hirose por su apoyo en los análisis de rabia, así como también a Miguel Barragán y al Grupo Espeleológico Chicomoztoc por su ayuda en el mapeo de las cuevas.

A mis amigos que han estado en todo momento conmigo, disfrutando cada momento y cada aventura, a Esmeralda Salgado, gracias por más de una década de compartir conmigo momentos de los que sobresale siempre tu sonrisa.

A Anahí Esquivel, gracias por hacer más ameno mi paso por el posgrado y sobre todo por tu apoyo en los últimos momentos de la tesis. Tus ocurrencias y encubrimientos siempre hacen disfrutar cada instante.

A Marcelino Martínez, gracias por tu apoyo y por enseñarme el valor de las cosas, pero sobre todo gracias por tu amistad, la cual, no puedo definir, pero sí, intuir su grandeza y valor.

No sería el mismo, sin todos ustedes que he conocido a lo largo de mi vida, a quienes aprecio y admiro, de quienes he recibido grandes lecciones. A todos ustedes no tengo más que palabras que mis agradecimientos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

MAESTRÍA EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

M. EN A. JULIO CESAR LEINES MEDÉCIGO

DIR. ADMINISTRACIÓN ESCOLAR

PRESENTE

Por este conducto le comunico que, después de revisar el trabajo titulado "DINÁMICA POBLACIONAL DEL MURCIÉLAGO VAMPIRO *Desmodus rotundus* (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLÁN, HIDALGO, MÉXICO" que presenta el alumno de la Maestría en Biodiversidad y Conservación, **Biol. Luis Gabriel Juárez Castillo**, el Comité Revisor de tesis ha decidido autorizar la impresión del mismo, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del Comité Revisor.

PRESIDENTE: Dr. Gerardo Sánchez Rojas

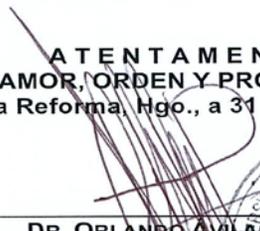
SECRETARIO: Dra. Claudia E. Moreno Ortega

VOCAL: Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez

PRIMER SUPLENTE: M. en C. Jesús Martín Castillo Cerón

Sin otro particular, reitero a Usted la seguridad de mi atenta consideración.

ATENTAMENTE
"AMOR, ORDEN Y PROGRESO"
Mineral de la Reforma, Hgo., a 31 de octubre del 2012.


DR. ORLANDO AVILA POZOS
DIRECTOR I.C.B.I.



ÍNDICE

RESUMEN.....	1
I.INTRODUCCIÓN.....	3
II.ANTECEDENTES.....	5
Aspectos biológicos.....	5
<i>Descripción</i>	5
<i>Distribución</i>	5
<i>Reproducción</i>	5
<i>Alimentación</i>	6
Aspectos ecológicos y poblacionales.....	7
<i>Desmodus rotundus</i> y el virus de la rabia.....	9
Métodos de control de la rabia.....	11
III. OBJETIVO GENERAL.....	14
IV. OBJETIVOS PARTICULARES.....	14
V. ÁREA DE ESTUDIO.....	15
Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán.....	15
<i>Orografía y topografía</i>	15
<i>Clima</i>	17
<i>Vegetación</i>	17
<i>Fauna</i>	18
VI. METODOLOGÍA.....	19
Identificación de refugios.....	19
<i>Densidad poblacional</i>	19
<i>Estructura poblacional</i>	20
<i>Dinámica poblacional</i>	21
VII. RESULTADOS.....	24
VIII. DISCUSIÓN.....	40
IX. CONCLUSIONES.....	45
X. LITERATURA CITADA.....	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Refugios utilizados por <i>Desmodus rotundus</i> en la RBBM.....	24
Cuadro 2. Tabla de vida para hembras de <i>Desmodus rotundus</i> en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.....	37
Cuadro 3. Crecimiento poblacional de <i>Desmodus rotundus</i> en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán	16
Figura 2. Ubicación de las diferentes cuevas y nivel de importancia en relación al número de individuos de <i>D. rotundus</i> en RBBM.....	25
Figura 3. Mapa del interior de la cueva “La Olorosa”.	27
Figura 4. Mapa del interior de la cueva “Sin Nombre”.....	29
Figura 5. Mapa del interior del túnel de Aguacatitla.....	30
Figura 6. Porcentaje de individuos de <i>D. rotundus</i> y de otras especies capturadas en las cuevas “La Olorosa” y “Sin Nombre”.....	31
Figura 7. Porcentaje total de edades en <i>D. rotundus</i> en la RBBM.....	32
Figura 8. Estructura de edades por sexo en porcentaje.....	33
Figura 9. Condición reproductiva en porcentaje de individuos adultos.....	33
Figura 10. Estructura de la población por sexo y edad de <i>D. rotundus</i> en la RBBM.....	34
Figura 11. Curva de sobrevivencia de <i>D. rotundus</i>	35

RESUMEN

Desmodus rotundus comúnmente conocido como murciélago vampiro, representa un serio problema de salud pública y veterinaria al alimentarse de sangre del ganado y por ser transmisor del virus de la rabia paralítica. La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM) es un área natural protegida en donde se ha reportado un incremento en la incidencia de mordeduras de este murciélago hacia algunos animales de corral. Sin embargo en la RBBM no existe ningún estudio relacionado con la dinámica poblacional de estos murciélagos. Por lo anterior, se hace necesario conocer la dinámica y la estructura de sus poblaciones, así como la ubicación de sus principales refugios, con la finalidad de prevenir y controlar la transmisión de la rabia paralítica. Con la finalidad de estimar la dinámica poblacional de *D. rotundus* y de conocer los refugios que utiliza en la reserva se realizó un estudio de mayo del 2009 a febrero del 2011, para capturar a estos animales y estudiar su demografía. A lo largo del estudio se localizaron un total de 34 refugios, la mayoría de ellos estuvieron situados a lo largo de los márgenes de los ríos y en las partes bajas de las montañas, ubicación que favorece el desplazamiento y la disponibilidad de presas para los vampiros en la reserva. En el 44% de las cavidades revisadas se observaron evidencias de la presencia del murciélago vampiro, en ellos fueron capturados un total de 310 individuos, casi el 80% de ellos fueron encontrados en sólo tres refugios. Esta agregación confirma que existe preferencia por algunos refugios, que cumplen con las condiciones de calidad. De lo anterior se puede observar que manteniendo bajo control estos refugios, se eliminaría al 80% de la población del murciélago vampiro en la zona. En las primeras etapas de vida de *D. rotundus* es más propenso a morir, sin embargo, después del séptimo año la probabilidad de sobrevivencia permanece constante a lo largo de su vida, llegando a vivir hasta 26 años. Las hembras pueden ser fértiles después del primer año de vida hasta el momento de su muerte. El tiempo generacional fue de 16 años, y cada hembra es reemplazada en promedio por 1.24 hembras al final de su vida. Lo anterior revela que la población se mantiene en crecimiento constante, tendencia que al parecer ha aumentado en los últimos años. Lo anterior representa un

incremento en la problemática de salud pública y animal asociada con *D. rotundus*. Es evidente que en la reserva habita una población muy grande de murciélagos vampiro y que el conocimiento generado a partir del estudio de la dinámica de sus poblaciones y de su demografía, enriquece los conocimientos sobre la ecología y la biología de *D. rotundus*, necesarios para diseñar mejores campañas de control de estos animales hematófagos.

I. INTRODUCCIÓN

Un aspecto importante en el estudio de la fauna silvestre es el conocimiento de la dinámica de las poblaciones, que por medio de la demografía permite analizar el comportamiento de la población a través del tiempo. La información anterior es de gran relevancia para justificar el estatus de conservación de una especie, la definición de estrategias de protección, así como la explotación racional o el control de especies nocivas (Lemos-Espinal *et al.*, 2005).

En México existen tres especies de murciélago que se alimentan de sangre: *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* y *Diaemus youngi*, y que por lo tanto son potencialmente transmisoras de la rabia (Greenhall, 1971), por su tipo de alimentación son conocidos como murciélagos vampiro. Sin embargo, la escasez y la distribución restringida de *Diphylla ecaudata* y *Diaemus youngi* las hacen poco importantes como transmisoras de esta enfermedad. Por lo contrario, *D. rotundus* tiene una distribución más amplia, por lo que es común encontrarlo en ambientes y refugios muy variados, donde suele ser la única especie, o bien, coexistir con murciélagos inofensivos (Sánchez-Hernández *et al.*, 2002; López-Vidal, 2004). Esta especie representa un serio problema de salud pública y veterinaria al ser transmisor del virus de la rabia parálitica (Dantas-Torres *et al.*, 2005; Romero-Almaraz *et al.*, 2006).

Pese a que *D. rotundus* es un murciélago común, nunca es la especie más abundante en un refugio compartido, sin embargo, el daño que ocasiona al alimentarse de la sangre de los mamíferos domésticos y de importancia agropecuaria es significativo (Dantas-Torres *et al.*, 2005), al ocasionar la muerte del ganado o bien, al originar una disminución en la producción de carne, leche y al disminuir la calidad de las pieles. Adicionalmente, la pérdida continua de sangre causada por su alimentación diaria, puede llegar a debilitar a los animales, provocar infección en las heridas, e incluso causar la muerte del individuo por anemia u otras enfermedades (Romero-Almaraz *et al.*, 2006).

Esta problemática se agrava, debido a que la abundancia local de *D. rotundus*, se ve favorecida por el incremento del número del ganado en el campo. Debido a lo anterior, se han realizado numerosos esfuerzos para controlar a las poblaciones del murciélago vampiro y la transmisión del virus de

la rabia. Hasta ahora el método convencional ha sido el de capturar vampiros cuando llegan a alimentarse, untándolos con anticoagulantes para que a su vez mueran otros animales al acicalarlo en su refugio. Este método asegura la muerte de aproximadamente nueve animales adicionales al que es untado con el anticoagulante (Vargas y Quiñones, 1992), sin embargo, es un método siego que no contempla el conocimiento de la estructura de la población, ni de los refugios habitados por esta especie. Por lo tanto, los métodos utilizados han sido inadecuados, muy costosos y con resultados poco favorables, traduciéndose en pérdidas económicas y en el exterminio de otras especies de quirópteros inofensivos y útiles en el ecosistema (Vargas y Quiñones, 1992).

La Barranca de Metztitlán es un área natural protegida con categoría de Reserva de la Biosfera (CONANP, 2003), donde además del vampiro común, habitan otras 29 especies de murciélagos con diferentes hábitos alimenticios, que en conjunto contribuyen a la conservación de la naturaleza, ya sea controlando plagas de insectos o polinizando flores y dispersando semillas de plantas importantes (Juárez-Castillo, 2006; Cornejo-Latorre, 2007; Hernández-Flores, 2009).

Pese a que la reserva de Metztitlán no está definida como una zona de importancia ganadera para el estado de Hidalgo, la producción de ganado pequeño (ovino y caprino) y de animales de poca o nula importancia económica (caballos y burros), es una actividad que se practica en las diferentes comunidades rurales de la región. En ellas se ha reportado un incremento en la incidencia de mordeduras del murciélago vampiro sobre estos animales, por lo que existe una inquietud social que demanda el control de la población de *D. rotundus* en la reserva.

Aun cuando *D. rotundus* representa una problemática importante para el sector de salud pública y animal, hasta la fecha no existen estudios sobre su dinámica y estructura poblacional en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), por lo que resulta relevante el presente estudio en el que se aporta información sobre su abundancia local, aspectos ecológicos que favorecen su presencia, temporadas de nacimientos, periodos de lactancia, demografía y refugios utilizados a lo largo de la reserva.

II. ANTECEDENTES

Aspectos biológicos

Descripción

Desmodus rotundus es un murciélago de tamaño mediano que llega a pesar hasta 60 gr y puede medir 90 mm de longitud total (en promedio). Su pelaje es denso, áspero y corto, presenta una tonalidad de colores que van desde gris oscuro, hasta dorado en la parte dorsal y más claro en la región ventral con las puntas blanquecinas (Suzán, 2005; Quintana y Pacheco, 2007). Se caracteriza por presentar el pulgar bien desarrollado con tres cojinetes bien marcados (Greenhall *et al.*, 1983; Velasco-Villa *et al.*, 2002), así como locomoción cuadrúpeda y capacidad para levantar el vuelo desde el suelo (Suzán, 2005). Carece de cola y el uropatagio es muy estrecho y con poco pelo en él (Villa, 1976; Quintana y Pacheco, 2007).

Distribución

Históricamente se ha señalado que la distribución de *D. rotundus* está restringida a las zonas tropicales y cálidas de América. Para México está documentada desde el norte de Tamaulipas y Sonora, hasta la frontera sur del país, y de allí hasta el norte del territorio argentino y la región central de Chile (Greenhall *et al.*, 1983; Sánchez-Hernández *et al.*, 2002). Sin embargo, el frecuente incremento de la ganadería y la alteración de la vegetación tropical ha favorecido su distribución, adaptándose a altitudes y climas que hace algunas décadas eran consideradas como barreras naturales (Suzán, 2005). En México se ha reportado en altitudes que van desde los tres msnm, presentes en las costas de Campeche y Yucatán, hasta los 2,420 msnm en la sierra del estado de Hidalgo (Jiménez, 2005), llegando hasta los 3,680 msnm en países de América del Sur como Perú (Quintana y Pacheco 2007).

Reproducción

La mayoría de los autores han reportado que la reproducción de *D. rotundus* es poliéstrica asincrónica, es decir, que se reproduce todo el año y que no presenta incrementos estacionales de nacimientos, lactancia o preñez (Crespo *et al.*, 1961; Langguth y Achaval, 1972; Willig, 1985; Alencar *et al.*, 1994; Arellano-Sota, 2004; Bernard, 2005; Quintana y Pacheco 2007). Sin

embargo, algunos investigadores han encontrado un máximo de reproducción en la estación lluviosa o al inicio de esa temporada (Schmidt, 1988; Núñez y Viana, 1997; Velasco-Villa *et al.*, 2002). El tamaño de la camada es de una sola cría por parto (Flores-Crespo y Arellano-Sota, 1988; Arellano-Sota, 2004; Rodríguez, 2004; Bernard, 2005), con un periodo de gestación de siete meses (Suzán, 2005).

Alimentación

De las tres especies hematófagas de murciélagos que se conocen, *D. rotundus* es la menos especializada en su alimentación, por lo que puede consumir sangre de reptiles, aves y mamíferos por igual, lo cual puede explicar en parte su amplia distribución y abundancia (Goodwin y Greenhall, 1961; Suzán, 2005). Algunas de las adaptaciones que tiene para alimentarse de sangre son la presencia de enzimas en la saliva que inhiben la coagulación y la formación de dos ductos en los costados de la lengua que permiten la succión (Langoni *et al.*, 2008).

Poseen 20 dientes (siendo el murciélago con el menor número de piezas dentarias), los incisivos superiores son afilados y más largos que los caninos, provocando mordeduras profundas e indoloras y una hemorragia abundante (Velasco-Villa *et al.*, 2002). Los sitios favoritos para la mordedura son la base de los cuernos, las orejas, las piernas, la vulva, el ano y la cola. Cada individuo puede ingerir hasta 20 ml de sangre por día en un lapso de 10 a 25 minutos (Velasco-Villa *et al.*, 2002). Llegan a formar grupos de caza de dos a seis individuos, comportamiento que puede reflejar la estructura social dentro del refugio (Greenhall, 1971).

Por lo general, se alimentan de la misma presa y de la misma herida durante muchas noches seguidas, inclusive, un sólo animal puede ser visitado por varios murciélagos durante la misma noche (Constantine, 1988; Perachi *et al.*, 2006; Langoni *et al.*, 2008).

Aspectos ecológicos y poblacionales

Los primeros conocimientos ecológicos generados sobre *Desmodus rotundus* están relacionados con su área de forrajeo y el establecimiento de sus colonias. Málaga-Alba (1954) reporta que *D. rotundus* puede viajar en busca de alimento hasta 15 ó 20 km de distancia respecto a su refugio, sin embargo, se conoce que algunos machos llegan a viajar hasta 100 km en busca de nuevas colonias y hembras (Lord, 1981).

Crespo *et al.* (1961) consideran habitual que su área de forrajeo abarque sólo de 5 a 8 km alrededor de su refugio, encontrando que el tamaño de las colonias varía de 500 hasta 5,000 individuos. No obstante, la mayor parte de las investigaciones coinciden en que las colonias de miles de individuos son raras y que en general son relativamente pequeñas, señalando números variables que van de 10 hasta 200 individuos (Greenhal *et al.*, 1983; Flores-Crespo y Arellano-Sota, 1988; Taddei *et al.*, 1991; Visbal, 1997; Bredt *et al.*, 1999; Bernard, 2005).

En 1969, Wimsatt consideró a *D. rotundus* como un organismo gregario y no migratorio, sugiriendo que pueden viajar ocasionalmente grandes distancias, sin embargo, no especifica las razones de esa movilidad. Anteriormente, Villa (1966) observó el intercambio de individuos de un refugio a otro, catalogando así a las colonias como móviles, esto es, que utilizan una gran variedad de refugios, lo anterior permite que el número de organismos sea constante dentro de la misma área. Los resultados anteriores coinciden con los de Greenhall (1971), quien reporta que *D. rotundus* visita diferentes refugios dentro de la misma región. Posteriormente Flores-Crespo *et al.* (1974) encontraron que el número de individuos que integra una colonia, depende de la disponibilidad del alimento, el espacio y de las condiciones microclimáticas de los refugios.

Greenhall (1971) y Flores-Crespo *et al.* (1974) consideran la cantidad de la luz lunar como un factor importante en el forrajeo del murciélago, que inicia su actividad en ausencia de la luz lunar, o bien, cuando está presente realizan vuelos preliminares en las cercanías de sus refugios, aprovechando los periodos de oscuridad proporcionados por las nubes.

Diversos estudios mencionan la complejidad de las relaciones sociales en las colonias de *D. rotundus*, de las cuales sobresalen el acicalamiento y las

conductas reproductivas. Clark y Dunn (1933) encuentran que las hembras capacitan a las crías, llevándolas para que se alimenten directamente de las heridas de sus presas, transmitiendo así los conocimientos relacionados con los procedimientos de alimentación. En 1969, Wimsatt observó la conducta de los individuos juveniles respecto a las mordeduras que se infieren entre ellos y relacionó este comportamiento con el establecimiento de jerarquías o el entrenamiento para aprender a morder a sus futuras presas.

Schmidt y Manske (1973) coinciden en sus resultados, al encontrar que durante los primeros días posteriores al nacimiento de las crías, algunos de los miembros de la colonia alimentan a la madre con sangre que le regurgitan en la boca a fin de que no descuide a la cría al salir a alimentarse. Otro comportamiento semejante es el de las hembras que actúan como nodrizas en el cuidado y lactancia de los individuos jóvenes, cuando la madre está ausente (Sánchez-Hernández *et al.*, 2002; Paolucci y Conte, 2007).

En la colonia, cuando un individuo no puede asegurarse de su alimentación diaria, los otros regurgitan la sangre consumida para alimentarlo, esta conducta altruista es necesaria, pues un murciélago no es capaz de sobrevivir mucho tiempo sin alimento y puede morir después de unas 48 horas aproximadamente (Quintana y Pacheco, 2007). Anteriormente, Wilkinson (1985 y 1985) documentó que el comportamiento de regurgitación no se limita sólo a las hembras con cría y que participan de igual forma el resto de los individuos de la colonia.

Posteriormente Wilkinson (1990), estudiando colonias pequeñas de *D. rotundus*, observó la formación de un grupo principal, constituido por un macho dominante, en donde los individuos aislados y los grupos pequeños están constituidos por machos solteros, inferiores en jerarquía al macho alfa. Novaes y Uieda (2004) al trabajar en refugios de mayor tamaño descubrieron que una colonia está constituida por uno o varios agrupamientos principales y diversos individuos aislados y/o pequeños grupos en el interior del refugio.

En estudios enfocados a la Historia Natural de *Desmodus rotundus*, Romero (1997) encontró en una selva baja caducifolia, en el interior de un refugio, una abundancia total de 25 a 57 individuos, con una proporción de sexos de 0.56 a 0.5 hembras por cada macho y reporta hembras preñadas durante todos los muestreos.

***Desmodus rotundus* y el virus de la rabia**

La rabia es una enfermedad viral zoonótica infecciosa, que afecta el sistema nervioso de los mamíferos domésticos y silvestres, incluso al humano (Clementi, 1999). Es causada por un virus que pertenece al género *Lyssavirus*, familia Rhabdoviridae, que generalmente tiene forma de bala, con dimensiones aproximadas de 180 a 250 µm de longitud y de 70 a 80 µm de anchura (Pérez *et al.*, 2006) y aunque tiene una distribución mundial, es más común en los países en vías de desarrollo (Baer, 1982).

En el continente americano *D. rotundus* es la principal fuente de infección y actúa como reservorio del virus sin mostrar signos de la enfermedad y excretando el virus en la saliva hasta por cinco meses (Flores-Crespo, 1978). La vía de transmisión más común es a través de la saliva de animales infectados al momento de morder a su presa. Ocasionalmente, la infección también puede ocurrir si la saliva entra en contacto directo con los ojos, nariz, boca o una herida abierta de la piel (Acha y Szyfres, 1986; Pérez *et al.*, 2006).

El tiempo de incubación del virus varía entre 25 y 150 días, periodo en el que los animales infectados desarrollan e intensifican síntomas como temblores musculares, salivación excesiva y espasmos causadas por las alteraciones en el sistema nervioso central, que puede desencadenar la parálisis final del sistema respiratorio y la muerte (Mayen, 2003). En el caso de *D. rotundus* los principales signos que presentan son: hábito de comer durante el día, hiperexcitabilidad, agresividad, falta de coordinación, espasmos musculares, parálisis y muerte (Megid, 2007).

Epidemiológicamente, la rabia puede dividirse en dos ciclos, el urbano y el silvestre. En la denominada rabia urbana, el ciclo lo integra fundamentalmente el perro (en algunas ocasiones el gato) como especie reservorio, conformando parte de este ciclo la mayoría de los casos registrados en humanos (Cox *et al.*, 1991; Flores-Crespo, 2000). Motivo por lo cual, el ciclo urbano representa un grave problema de salud pública en diversos países del mundo (Flores-Crespo, 1978).

En el ciclo silvestre intervienen varias especies animales, según el nicho ecológico y geográfico de que se trate, involucrando principalmente a zorrillos, zorros y al murciélago vampiro (Cox *et al.*, 1991). No obstante, la rabia en los

animales silvestres no es detectada a menos que se presenten brotes epidémicos mayores (Flores-Crespo, 1988). La mayor parte de los casos reportados de rabia se limitan casi en su totalidad al ciclo silvestre, debido a que el ciclo urbano es controlado a través de extensas campañas de vacunación de animales domésticos. Sin embargo, ambos ciclos pueden relacionarse con la transmisión, por lo que el seguimiento de la enfermedad en animales silvestres y domésticos es necesario para un control adecuado (Linhart, 1975).

Generalmente los brotes de rabia silvestre tienden a seguir los cursos de los ríos durante los movimientos de *D. rotundus*; esto se explica por la mayor cantidad de refugios que se encuentran en las orillas de los torrentes, derivado de la topografía accidentada que favorece la formación de una gran variedad y cantidad de ellos (Lord, 1981; Fugita y Tuttle, 1991; Trajano, 1996), pero además, porque representan vías de comunicación entre diferentes sitios de alimentación.

El virus de la rabia en murciélagos hematófagos se conoce desde la colonización española durante el siglo XV, cuando caballos y soldados eran mordidos por murciélagos durante la noche, ocasionándoles la muerte “a los pocos días” (Ramírez, 1998). Desde entonces y a pesar del continuo desarrollo de la vacuna antirrábica, la enfermedad sigue siendo un problema de salud pública, debido a la gran variabilidad que presenta el virus, lo que hace que la transmisión sea más dependiente de la especie transmisora que de la región geográfica (Tordo *et al.*, 1993), haciendo que la prevención y el control sea bastante complejo (Sureau, 1988; Bourhy *et al.*, 1993; Smith, 1996; Velasco-Villa *et al.*, 2002).

Tan sólo para México, se han reportado nueve de las 11 variantes antigénicas del virus (Díaz *et al.*, 1994; De Mattos *et al.*, 1999; Favi *et al.*, 1999; Warner *et al.*, 1999) siendo el genotipo “1”, conocido como el virus de la rabia clásica transmitida por *D. rotundus* el más conocido (King *et al.*, 1990). No obstante, aun no está claro si también es el principal reservorio para las variantes V11, V3 y V5 (Velasco-Villa *et al.*, 2002).

Actualmente, los casos de rabia transmitidas por murciélagos tanto en humanos como en los animales de corral, se han reducido mediante la adopción de medidas sanitarias y de otros métodos de control. Sin embargo,

las pérdidas ocasionadas anualmente tan sólo en América Latina ascienden a medio millón de cabezas de ganado (Pérez *et al.*, 2006).

En el periodo comprendido entre los años 2007-2009, en México se reportaron 599 casos de rabia paralítica. Tan sólo para el estado de Hidalgo se presentaron 68 casos, siendo uno de los estados con mayor incidencia de esta enfermedad, sólo por debajo de entidades como Veracruz y Tabasco. La operación de campañas contra la rabia paralítica, aunque cuestionables han disminuido la ocurrencia de esta enfermedad entre las especies susceptibles. Por ejemplo, en el estado de Hidalgo de los 75 casos de rabia que se presentaron en el 2000, sólo se registran 15 casos en 2009, siendo los municipios de Atotonilco el Grande, Actopan, Alfajayucan, Huejutla, Chapulhuacán, Agua Blanca, San Felipe Orizatlán, Pisaflores, Xochicoatlán y Chilcuautla los más afectados (SAGARPA, 2009).

Métodos de control de la rabia

En 1999 en México se puso de manifiesto que la fauna silvestre, principalmente los quirópteros, ocupan el primer lugar como transmisores de rabia al ganado y al hombre (Garay, 2005), por lo anterior, *D. rotundus* es reconocido desde entonces como el principal vector en la transmisión del padecimiento (Romero-Almaraz *et al.*, 2006).

Desde entonces se han diseñado diferentes estrategias de control y prevención de la rabia, como la aplicación de anticoagulantes orales, vacunación antirrábica del ganado bovino, aislamiento de los animales que están siendo mordidos, la instalación de luz y de mallas protectoras en los corrales (Flores-Crespo, 1978; Lord, 1981; Vargas y Quiñones, 1992), así como la aplicación de sustancias tóxicas directamente en las heridas del ganado mordido (Thompson *et al.*, 1972; Delpietro y Luzuriaga, 1984; Konolsaisen, 1987; Mayen, 2003; Romero-Almaraz *et al.*, 2006). Estos métodos han probado tener resultados temporales y locales.

Por otra parte, se han desarrollado métodos de control aplicados directamente en los refugios de *D. rotundus*, como son el uso de humo, fuego, gases venenosos, aplicación de anticoagulantes, insecticidas y sustancias tóxicas (Flores-Crespo *et al.*, 1974; Flores-Crespo, 1978; Romero-Almaraz *et*

al., 2006) e incluso el uso de dinamita y explosivos (Walker, 2001; Tuttle y Moreno, 2005), con resultados muy pobres y contradictorios.

En la actualidad en México y en América Latina las técnicas de control del murciélago hematófago consisten principalmente en el tratamiento tópico y el uso de vampiricidas, especialmente warfarina (Pérez *et al.*, 2006). En nuestro país, la SAGARPA a través del SENASICA llevan a cabo anualmente campañas de vacunación contra la rabia bovina con un promedio anual de 5.8 millones de. Con la finalidad de proteger a los hatos ganaderos, cada año se aplica la vacunación masiva y la notificación oportuna de los casos y sospechas de rabia en los animales, así como la implementación de las técnicas de control de vampiros. No obstante, las campañas están enfocadas sólo a las zonas ganaderas del país, excluyendo a más de 10 millones de cabezas de ganado en áreas de riesgo (SAGARPA, 2009). Descuidando sistemáticamente regiones enteras que no son consideradas de importancia ganadera, en las que también está presente el murciélago hematófago y desde donde puede nuevamente repoblar las zonas ganaderas. Lo anterior es grave, debido a que se considera que por cada caso informado de rabia existen aproximadamente 10 animales más que mueren por la misma causa sin ser contabilizado, lo que aumenta el riesgo de que se presente alguna muerte en humanos y que no se logre controlar a tiempo los brotes por esta enfermedad (Ramírez, 2006).

En el estado de Hidalgo, la campaña contra la rabia en el 2009 consistió en la disposición de 200 mil dosis para la vacunación al ganado, además de la captura de *D. rotundus* y la realización de 260 operativos, capturando y tratando a 758 murciélagos hematófagos, con lo que se estima que alrededor de 151,060 individuos fueron exterminados por el método de envenenamiento por acicalamiento (Vargas-Peláez, 2009). Lo cual, resulta contradictorio, pues se estima que por cada murciélago envenenado mueren otros nueve (Vargas y Quiñones, 1992), por lo tanto sólo serían 7, 580 vampiros eliminados.

También en 2009, fueron destinados 72 millones 760 mil 100 pesos de recursos federales y 54 millones 955 mil de recursos provenientes del gobierno de Hidalgo, para combatir enfermedades que afectan al ganado, entre ellas la rabia parálitica (Vargas-Peláez, 2009). A pesar de lo anterior, no se tiene la certeza de que las poblaciones de murciélagos nocivos en las zonas ganaderas

disminuyan o se mantengan controladas, esto principalmente porque se desconocen los aspectos más elementales de la dinámica poblacional de la especie, como el tamaño de la población y la estructura poblacional.

III. OBJETIVO GENERAL

- Estimar la dinámica poblacional de *Desmodus rotundus* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.

IV. OBJETIVOS PARTICULARES

- Elaborar un inventario georeferenciado de los principales refugios de *Desmodus rotundus* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.
- Determinar la abundancia y la estructura poblacional del murciélago vampiro en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.
- Determinar la demografía de *Desmodus rotundus* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán.

V. ÁREA DE ESTUDIO

Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán

La Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM) ésta localizada entre los 20°45'15"-20°45'26" N y 98°23'00"-98°57'08" W en la región centro-este del estado de Hidalgo, que corresponde con la Región Hidrológica Río Pánuco y a la vertiente del Golfo de México.

Actualmente la barranca esta decretada como Área Natural Protegida y es la de mayor extensión dentro del estado de Hidalgo con una superficie de 96 043 ha, que comprende con el 4.6% de la superficie total del estado. Políticamente forma parte de ocho municipios: Acatlán, Atotonilco El Grande, Eloxochitlán, Huasca de Ocampo, Metepec, Metztitlán, San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán y de 153 comunidades (CONANP, 2003; Figura 1).

Orografía y topografía

La barranca de Metztitlán es una zona semiárida con topografía accidentada, pendientes pronunciadas y escarpadas con una altitud que varía de 800 a 2,300 msnm. Históricamente la RBBM se encuentra relacionada con el desierto Chihuahuense y representa la porción más intertropical de este sistema, está situada en la zona de transición entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical (Arias y Montes, 2002).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, considera a esta reserva dentro del área prioritaria para la conservación, denominada Cañones y Afluentes del Río Pánuco. Ocupa el décimo noveno lugar en cuanto a superficie respecto al conjunto de las reservas del país y es la única en su género en el estado de Hidalgo (CONANP, 2003).

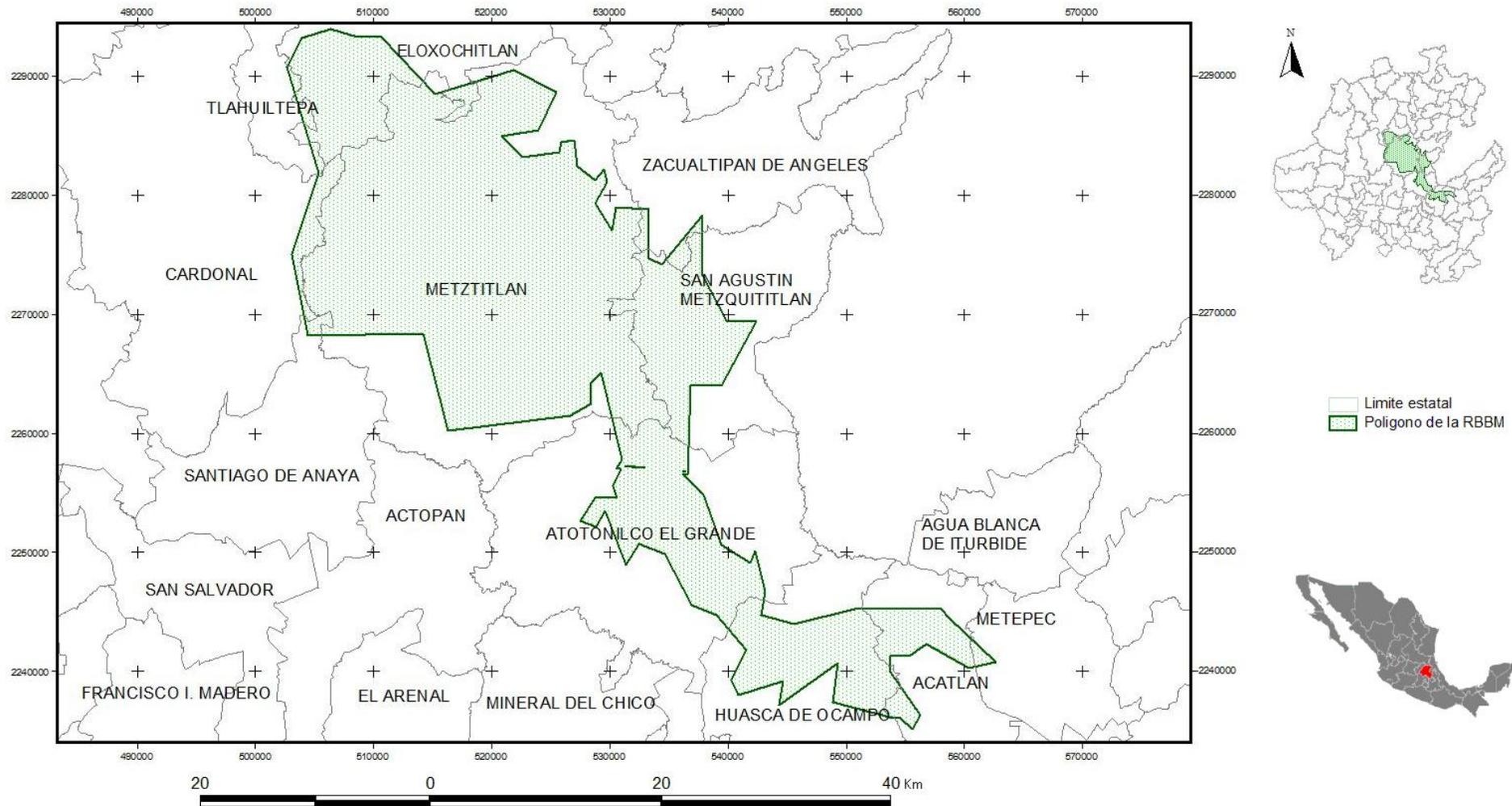


Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán en el estado de Hidalgo, México.

Clima

El clima predominante en la mayor parte de la reserva es seco y semiseco con altas temperaturas en la mayor parte del año, que van de 18 a 22°C y está determinado por el efecto de sombra de lluvia que la Sierra Madre Oriental genera sobre la región (Arias y Montes, 2002).

La precipitación media anual en la mayor parte de la RBBM no es superior a los 500 mm, alcanzando los 600 y 700 mm en las zonas de mayor altitud (CONANP, 2003).

Vegetación

Presenta una heterogeneidad ambiental muy marcada derivada de la presencia de la laguna, delimitada por grandes cerros de pronunciadas pendientes y marcada aridez, además de escurrimientos y ríos entre las cañadas que favorecen la presencia de vegetación tropical arbórea y cultivos de riego en la vega.

La región pertenece en su mayor parte a la provincia florística denominada altiplanicie, la cual es una de las más extensas y reconocidas en México. Muestra características notables como son la presencia de 465 taxa pertenecientes a 270 géneros y 83 familias de plantas (CONANP, 2003).

Las marcadas variaciones en la precipitación, sustrato geológico, temperatura, exposición y variación altitudinal se combinan, formando así una notable heterogeneidad en la vegetación de la reserva. En el presente trabajo se utilizó la nomenclatura que el Programa de Manejo RBBM (CONANP, 2003) propone para la vegetación: bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo (matorral crassicaule de *Cephalocereus senilis* y matorral crassicaule de *Opuntia imbricata*, matorral submontano, bosque de coníferas *Juniperus flaccida* y *Pinus teocote-Quercus crassifolia*) pastizal y vegetación ribereña. La notoriedad de la flora en la reserva se debe indudablemente a la presencia de cactáceas, con especies de carácter endémico, como *Cephalocereus senilis* y una gran diversidad de especies de los géneros *Mammillaria* y *Opuntia*.

Fauna

Por su ubicación geográfica y su gran riqueza florística, la RBBM alberga una fauna diversa que se ha incrementado conforme se conoce mejor la región a través de diferentes estudios faunísticos, de ellos se conoce que la reserva es habitada por 69 especies de mamíferos, 7 de anfibios, 3 reptiles y 201 especies de aves (CONANP, 2003; Juárez-Castillo; 2006; Ortiz-Pulido *et al.*, 2006; Vite-Silva, 2008; Hernández-Flores, 2009). De los quirópteros conocidos para el estado de Hidalgo, la reserva es habitada por el 46% de las especies de estos animales (Mejenes-López *et al.*, 2010). Lo anterior ubica a la zona como el área natural protegida más importante para la conservación de algunos grupos faunísticos para la entidad (Ramírez-Pulido *et al.*, 1986; López-Wilchis y López, 1999; Ramírez-Pulido *et al.*, 2000).

VI. METODOLOGÍA

Identificación de refugios

Con la finalidad de localizar los refugios principales utilizados por *Desmodus rotundus* dentro de la reserva, se exploraron todos los sitios que fueron referidos por la gente en las proximidades de las poblaciones humanas. En aquellos con presencia de murciélagos se procedió a capturar algunos ejemplares para determinar las especies que habitan en ellos.

Los sitios fueron georeferenciados mediante sistemas de posicionamiento global (GPS, marca MAGELLAN, modelo explorist 500 LE) y representados en un mapa. Aquellos con evidencia y/o presencia de murciélagos hematófagos fueron catalogados en base a su importancia, derivada de la abundancia de vampiros. El nivel de importancia de los refugios varió de 0 a 4 (se asignó el valor de **0**=cuando no hubo murciélagos, **1**=cuando eran refugios de murciélagos inofensivos, **2**= cuando se detectó la presencia de vampiros, pero su número fue menor a 10 individuos, **3**=cuando se encontraron cuevas con más de 10 y menos de 30 murciélagos vampiros, **4**=cuando se detectaron refugios con más de 30 vampiros).

Densidad poblacional

En los refugios con presencia de *D. rotundus*, se procedió a contabilizar al número de murciélagos que habitan en ellos, mediante la captura total de los individuos por medio de la colocación de redes de niebla, al momento en el que abandonaban el refugio.

Al terminad la salida de los murciélagos se procedió a entrar a los refugios y capturar por medio de redes de mano a los individuos que aún permanecían en el interior. Con este procedimiento se conoció el número total de murciélagos dentro de cada refugio.

La metodología descrita se repitió periódicamente en cada sitio, para monitorearlos constantemente durante el periodo comprendido de mayo del 2009 a febrero del 2011, estimando la densidad poblacional aplicando el método de conteo directo en cada refugio (Tuttle, 1979; López-Vidal, 2004).

Estructura poblacional

La estructura poblacional se define como el estudio de las categorías de edad y la proporción de sexos de una población (Krebs, 1999; Neal, 2004), por lo que a cada individuo capturado le fue tomada la siguiente información:

- **Proporción sexual:** contabilizando a los individuos de cada sexo y obteniendo posteriormente su porcentaje, con esta información fue calculada la proporción de los sexos de *D. rotundus* en la reserva.
- **Edad relativa:** la edad de cada individuo fue determinada por la osificación de los discos interfalangeales de las alas de acuerdo con Anthony (1988), definiendo tres categorías de edad; juvenil (ejemplares en los cuales las articulaciones aún no se encuentran osificadas), subadulto (individuos con la osificación de las falanges incompleta) y adulto (la osificación de las falanges está completa).
- **Edad real:** Para construir la tabla de vida, adicionalmente se midió el índice de desgaste de dentina propuesto por Núñez y de Viana (1997), basado en la relación dentina-cemento determinada en un diente incisivo extraído de cada ejemplar, lo anterior para estimar la edad de manera exacta, con aproximación de un año.
- **Condición reproductiva:** para el caso de las hembras se determinó por medio de la palpación del abdomen, la condición de preñez. Para conocer el periodo de lactancia, se aplicó una ligera presión en el pezón para comprobar si contenía leche, definiendo las siguientes categorías; inactiva, preñada, lactante o poslactante. En el caso de los machos, se registró el tamaño y la posición de los testículos (largo por ancho) y fueron consideradas tres categorías según su posición: abdominales, inguinales o escrotados (Racey, 1988; Sosa y Soriano, 1993).
- **Medidas somáticas:** A cada ejemplar capturado le fueron tomadas las medidas de la longitud total, así como la extensión de

la cola, pata, oreja y antebrazo, con la finalidad de ingresar esta información a la colección de mamíferos del CIB.

- **Peso:** Finalmente, cada uno de los individuos fue colocado en un costal de manta, para posteriormente obtener su peso en gramos, con la finalidad de ingresar esta información a la colección de mamíferos del CIB.

Los ejemplares capturados fueron sacrificados bajo el amparo de licencia de colector número FAUT-0221 otorgado al Dr. Alberto Enrique Rojas Martínez por el Instituto Nacional de Ecología a través de la Dirección General de Vida Silvestre. Posteriormente, los individuos fueron depositados en la colección de mamíferos del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Con lo anterior, se realizó un análisis de la proporción de sexos, estructura de edades, condición reproductiva de los individuos y de sus características en cada periodo de muestreo, para determinar la existencia de diferencias entre el número de individuos de cada sexo por edades, la variación anual de la actividad reproductiva de la población adulta y el número de crías por temporada.

La proporción de sexos se expresó como el número de machos por hembra, para evaluar si hay diferencias significativas en la proporción esperada de 1:1 se llevó a cabo una prueba de X^2 en el paquete estadístico STATISTICA 10.0 (Statsoft Inc., 2008), interpretando con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

La determinación de la estructura de edades y la proporción de sexos permite analizar el pasado de la población y puede dar indicios sobre las tendencias futuras del crecimiento poblacional (Ojasti y Dallmeier, 2000).

Dinámica poblacional

El conocimiento de la estructura y de la abundancia poblacional de *D. rotundus* en la RBBM y su variación en el tiempo, permite conocer el número

de organismos que conforman a la población y entender cómo cambia el tamaño de la misma a lo largo del tiempo (Lemos-Espinal *et al.*, 2005).

Con los datos obtenidos de la estructura poblacional, se construyó una tabla de vida de tipo vertical (Smith, 1980) para estimar algunos parámetros demográficos que permiten inferir la tasa de crecimiento de la población y el tamaño potencial de la misma en diferentes momentos, empleando únicamente a las hembras, debido a que la fecundidad de las hembras puede ser determinada con precisión y porque ellas finalmente limitan la tasa de crecimiento poblacional. Por otra parte, al estudiar a las hembras el éxito reproductivo de los machos está implícito (Lemos-Espinal *et al.*, 2005).

Para construir tablas de vida es necesario utilizar criterios que permitan identificar un mayor número de clases de edad dentro del grupo de los adultos (Núñez y de Viana, 1997). Esto resulta importante para el caso de los murciélagos, que se caracterizan por tener una esperanza de vida muy larga y en donde las técnicas de determinación de la edad en campo, como las basadas en el estado reproductivo, cartílagos de crecimiento, medidas de los huesos largos o en el peso (Wilkinson, 1985; Paradis *et al.*, 1993), tienen desventajas porque sólo pueden ser usadas para determinar tres clases de edad (juveniles, sub-adultos y adultos), quedando la longevidad confundida en la categoría de adultos, debidos a que no se distingue la edad en ellos (Núñez y de Viana, 1997).

Por tal motivo, se utilizó el índice de desgaste de dentina propuesto por Núñez y de Viana (1997), basado en la relación dentina-cemento, asumiendo que el desgaste de la dentina es uniforme a través del tiempo. Este método permitió estimar la edad de manera más exacta, con una aproximación de un año para una muestra de 231 individuos adultos (incluyendo machos y hembras, para construir la pirámide de edades). Posteriormente, para los análisis demográficos, fueron construidas categorías de edad con rangos de un año para 147 hembras con la finalidad de construir una tabla de vida vertical.

En la construcción de la tabla de vida, cuando los datos de los ejemplares pertenecientes a una edad fueron menores a los de la edad siguiente o no se encontraron ejemplares de la edad previa, se repitió el dato de la edad siguiente para llenar el vacío, suponiendo que al menos estaban vivos los de la siguiente categoría de edad. Por ejemplo, para el año 20, no se encontraron

ejemplares con esta edad, sin embargo, se determinaron dos individuos de 21 años, por lo que se consideró al mismo número para la edad de 20 años.

Adicionalmente, fueron obtenidos otros parámetros demográficos como la tasa de fecundidad por clase de edad (m_x), que es el número promedio de hijos nacidos de hembras de cada clase de edad, la cual fue determinada dividiendo el número de hembras lactantes entre el total de hembras de cada clase de edad.

El valor de m_x por clase de edad, fue utilizado para construir un modelo matricial de Leslie, para simular el crecimiento poblacional del murciélago vampiro. Con estas matrices se obtuvo el valor de λ (tasa finita de incremento poblacional) cuando se alcanza la estructura estable de edades, debido a que es este momento el valor de λ se estabiliza y puede ser utilizado para obtener otros factores demográficos (Smith, 1980). Con el valor de λ se determinó el tiempo generacional ($T_G = \sum X l_x m_x / \lambda$). Debido a que se tienen generaciones sobrepuestas, se calculó el valor de r (la tasa intrínseca de crecimiento de la población) calculando el valor del $\log_e \lambda = r$ (Smith, 1980).

VII. RESULTADOS

Se identificaron un total de 34 refugios diferentes, distribuidos en toda la reserva (Figura 2). En el 44% de las cavidades se observaron evidencias de la presencia del murciélago vampiro, reconociéndolas fácilmente por el intenso olor a amoníaco, derivado de la acumulación de sus excrementos, los cuales son negros y tienen una apariencia similar al chapopote. Sólo tres de los refugios fueron clasificados con nivel de importancia 4 (cueva “La Olorosa”, ubicada en la comunidad de Huisticola, municipio de Metztitlán, la cueva “Sin Nombre” del Barrio de Metzquititla en San Juan Amajaque, municipio de Eloxochitlán y el túnel, localizado en el Centro Ecoturístico de Aguacatitla, en el municipio de Huasca de Ocampo) porque albergaron a colonias de vampiros de más de 30 individuos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Refugios utilizados por *Desmodus rotundus* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, indicando el nombre de la cueva, comunidad, municipio y nivel de importancia

	NOMBRE DE LA CUEVA	UBICACIÓN	NIVEL DE IMPORTANCIA
1	Sin Nombre	San Pablo Tetlapayac, Metztitlán	2
2	La Olorosa	Huisticola, Metztitlán	4
3	Sin Nombre	Los Terreros, San Agustín Metzquititlán	2
4	Sin Nombre	Las Pilas-Rancho Tescador, Metztitlán	3
5	Sin Nombre	El Chilaco, Metztitlán	2
6	Sin Nombre	El Chilaco, Metztitlán	3
7	La Guayaba	1.6 km al N y 0.36 km al O de San Juan Amajaque, Eloxochitlán	2
8	Sin Nombre	San Juan Amajaque, Eloxochitlán	2
9	El Campanario	Laguna de Metztitlán, Metztitlán	2
10	Sin Nombre	Laguna de Metztitlán, Metztitlán	2
11	Sin Nombre	Palo Blanco-Cerro Partido, Metztitlán	2
12	Sin Nombre	San Juan Amajaque, Barrio de Metzquititla, Eloxochitlán	4
13	Sin Nombre	1 km al Sureste de Almolón, Eloxochitlán	2
14	Hierba Prieta	Cumbre de San Lucas, Atotonilco El Grande	3
15	Túneles de Aguacatitla	Aguacatitla, Huasca de Ocampo	4

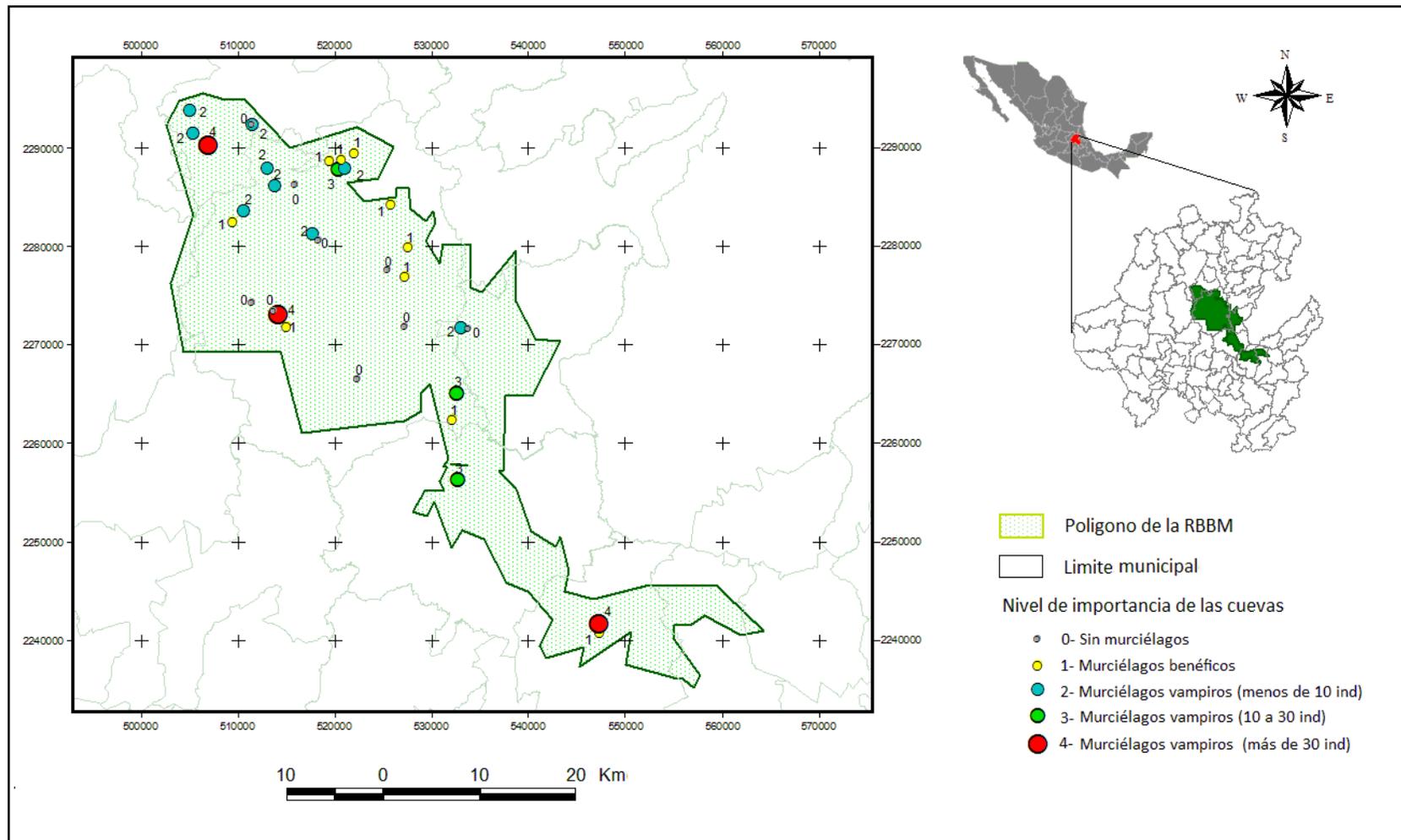


Figura 2. Ubicación de las diferentes cuevas y nivel de importancia en relación al número de individuos de *D. rotundus* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán.

De los 310 murciélagos hematófagos de la especie *D. rotundus* capturados, el 79.67% (247 individuos) de ellos fueron colectados en los tres sitios con importancia cuatro, observando en el interior de estos refugios la formación de tres o hasta seis agrupamientos principales asociados con individuos aislados y/o grupos pequeños.

Como parte del conocimiento de la especie en la RBBM y de la importancia de los tres refugios más habitados para *D. rotundus*, se realizaron esquemas sobre la estructura física de las cuevas “La Olorosa” (Fig. 3), “Sin nombre” (Fig. 4) y del túnel de Aguacatitla (Fig. 5), señalando características topográficas del refugio, número de colonias de *D. rotundus* y su ubicación en el refugio.

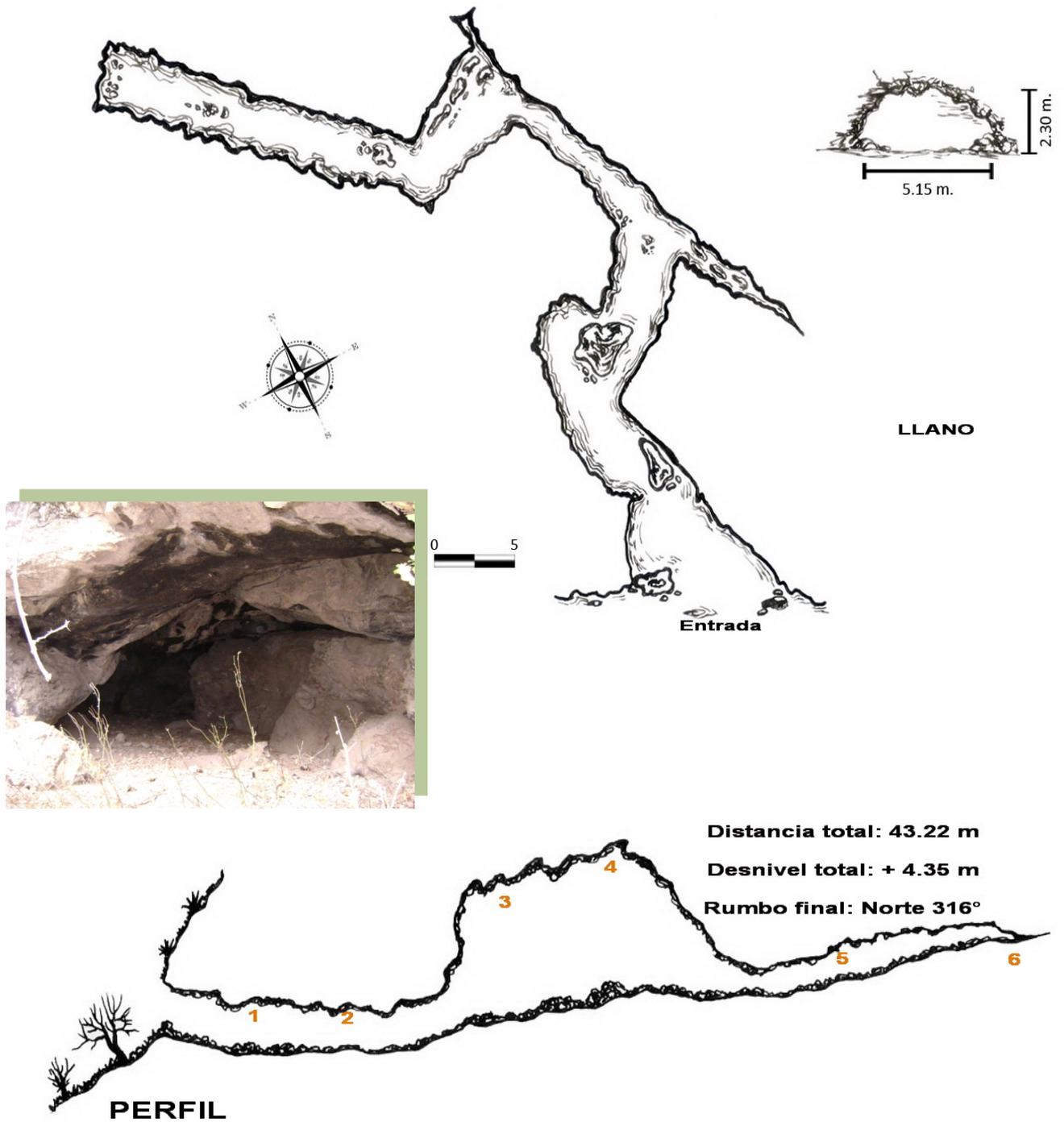
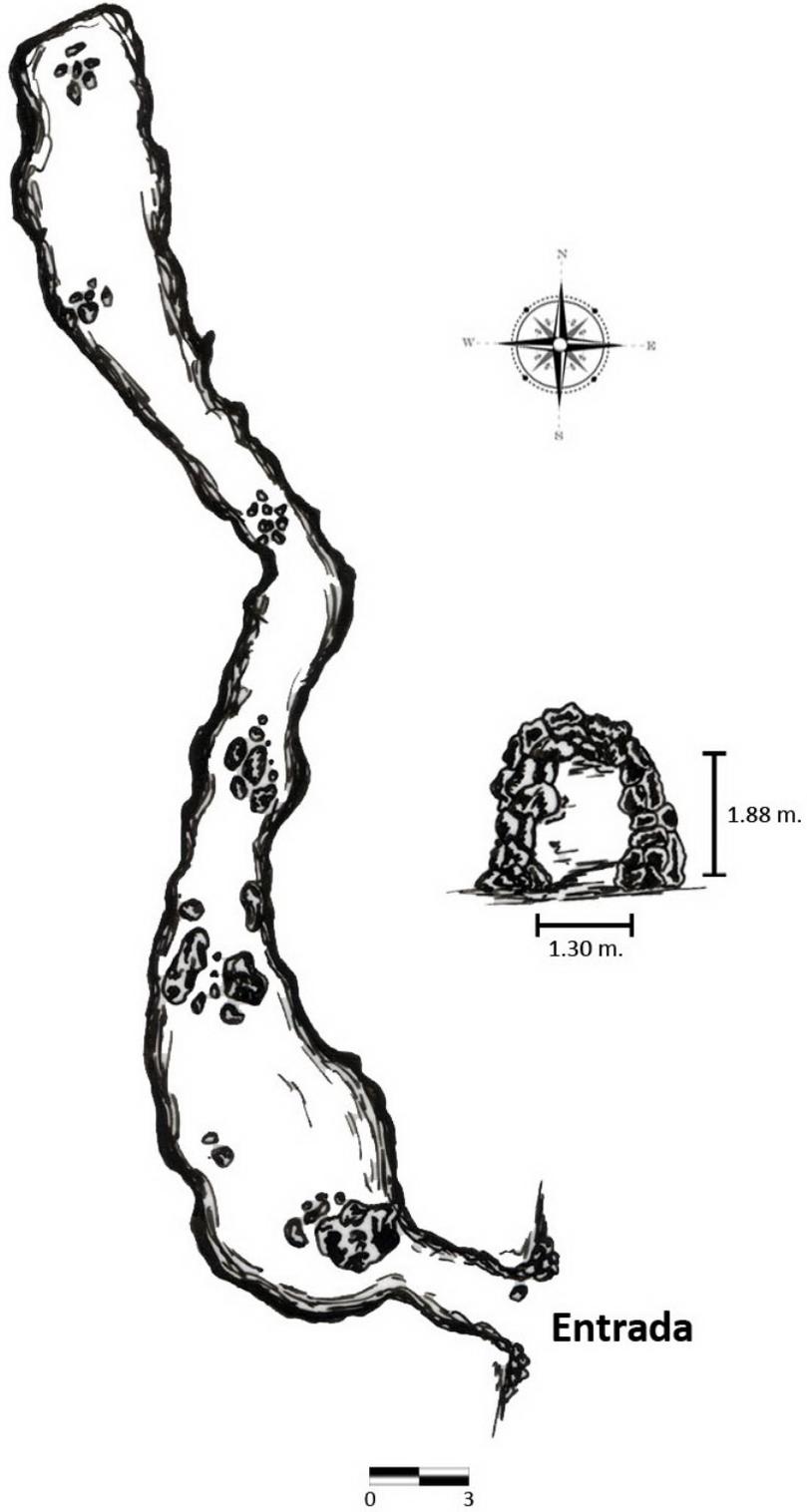


Figura 3. Mapa del interior de la cueva “La Olorosa” con vista de llano y perfil, ubicando el número de colonias de *Desmodus rotundus* y su localización en el refugio.



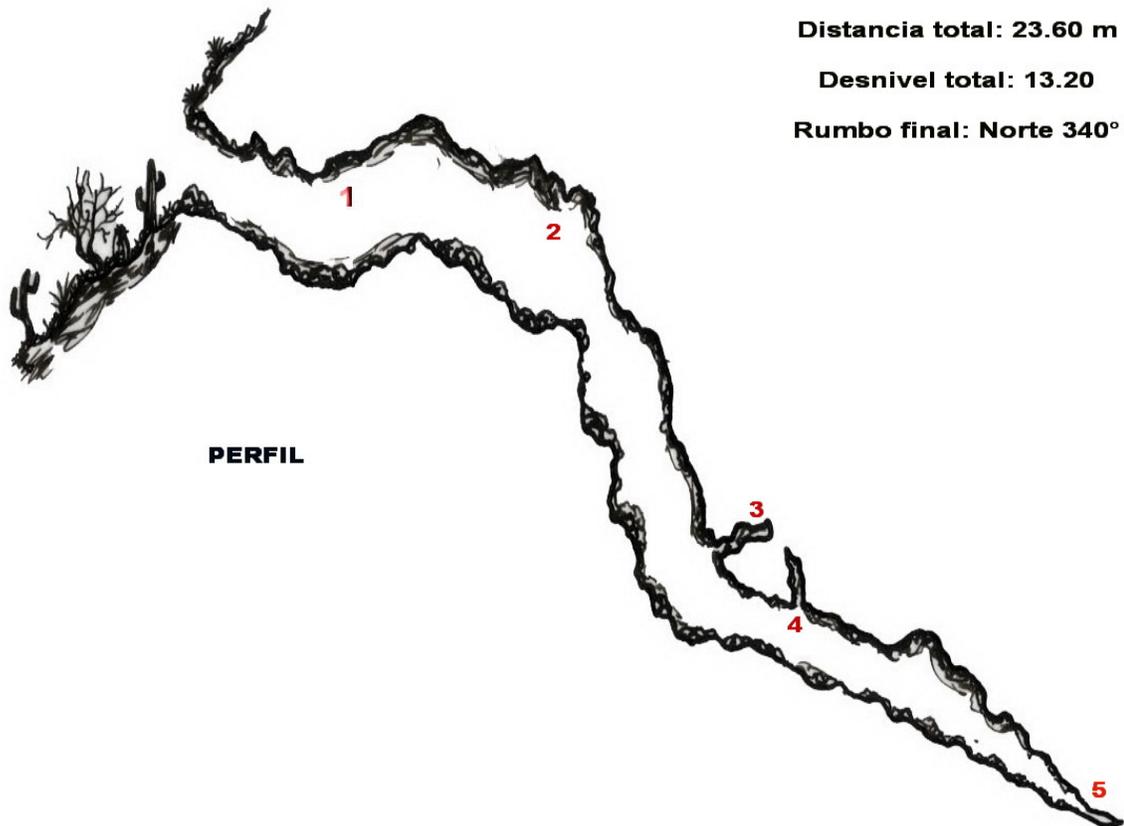


Figura 4. Mapa del interior de la cueva “Sin Nombre” con vista de llano y perfil, ubicando el número de colonias de *Desmodus rotundus* y su localización en el refugio

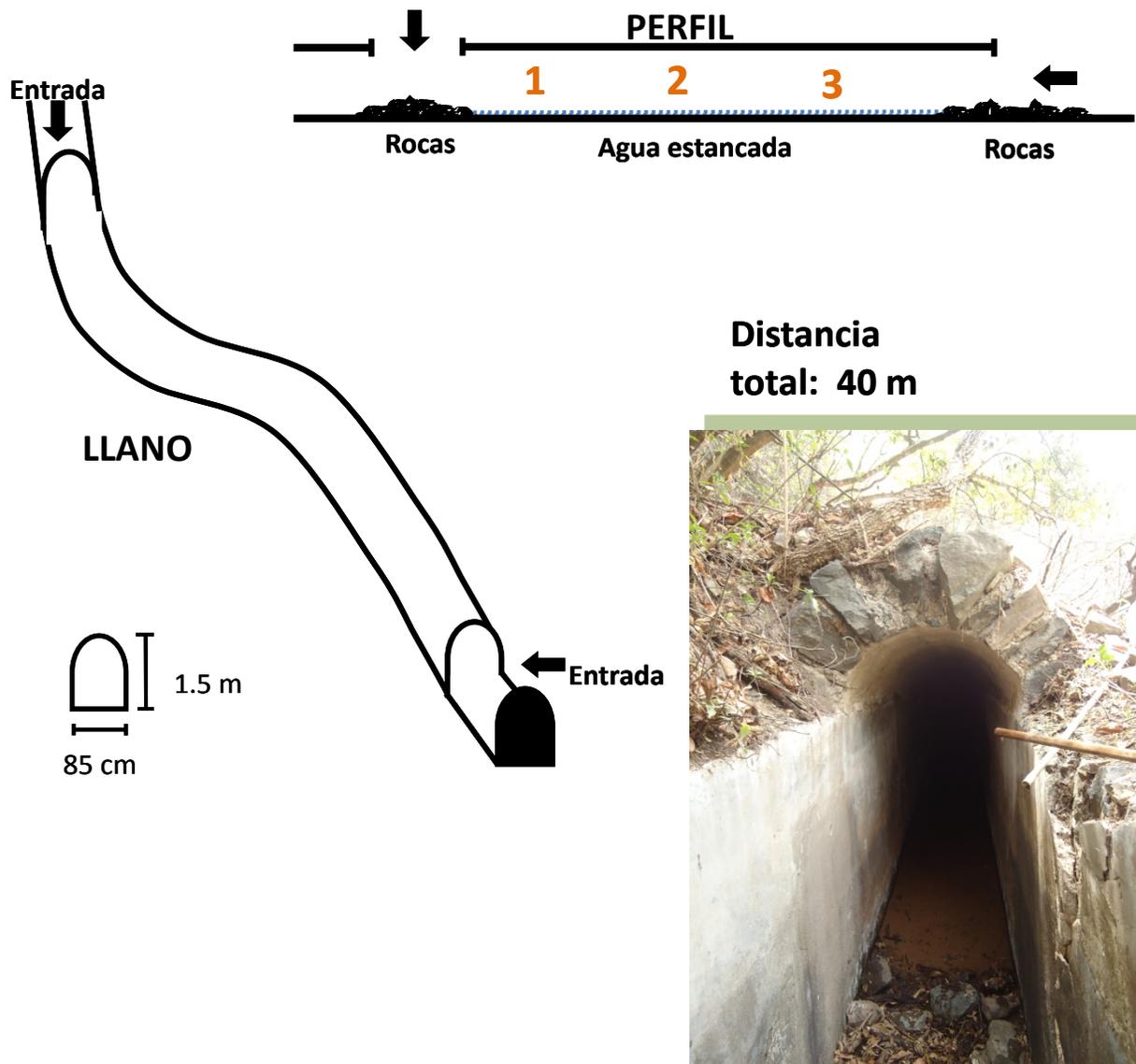


Figura 5. Mapa del interior del túnel de Aguacatitla con vista de llano y perfil, ubicando el número de colonias de *Desmodus rotundus* y su localización en el sitio.

El murciélago vampiro *D. rotundus* representó el 100% de las capturas en el túnel de Aguacatitla y el 94% en la cueva “Sin Nombre”, contrario a lo encontrado en la cueva “La Olorosa”, donde constituyó sólo el 46% (Fig. 6).

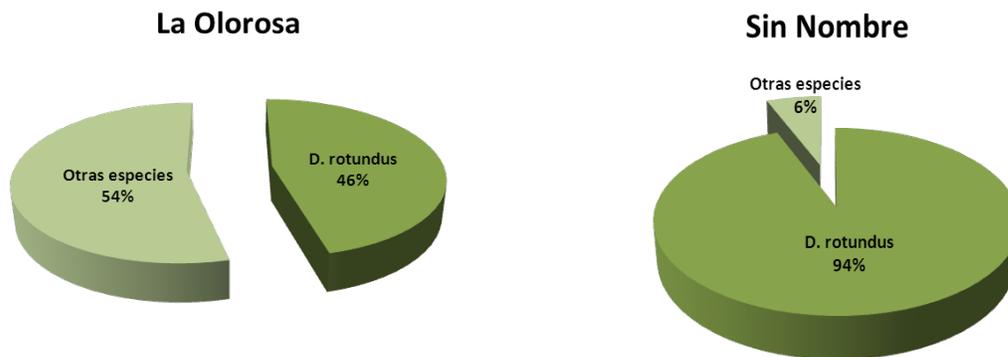


Figura 6. Porcentaje de individuos de *D. rotundus* y de otras especies capturadas en las cuevas “La Olorosa” y “Sin Nombre”.

La cueva “Hierba Prieta”, fue habitada por una colonia de 24 individuos, sin embargo, lo más sobresaliente de ella fue que estaba formada por una colonia de maternidad para *D. rotundus*, en donde el 100% de los adultos (12 individuos) fueron hembras que se encontraban con sus crías, o bien, en estado de gestación. La presencia de los machos estuvo representada sólo por individuos juveniles. Las características físicas que tiene el refugio, como es la pequeña abertura de entrada, probablemente favorece la ausencia de corrientes de aire y la presencia de alta humedad relativa y temperatura, condiciones que benefician el desarrollo de las crías.

La proporción macho-hembra del total de capturas fue de un macho por cada 1.35 hembras, que no difirió significativamente de la proporción uno a uno ($X^2=9.49$, $P>0.05$, $gl=26$), mostrando una pequeña predominancia de las hembras con el 57.42% respecto a los machos. Los individuos adultos fueron los más abundantes en todo el muestreo, representando un mayor porcentaje durante el verano (Fig. 7).

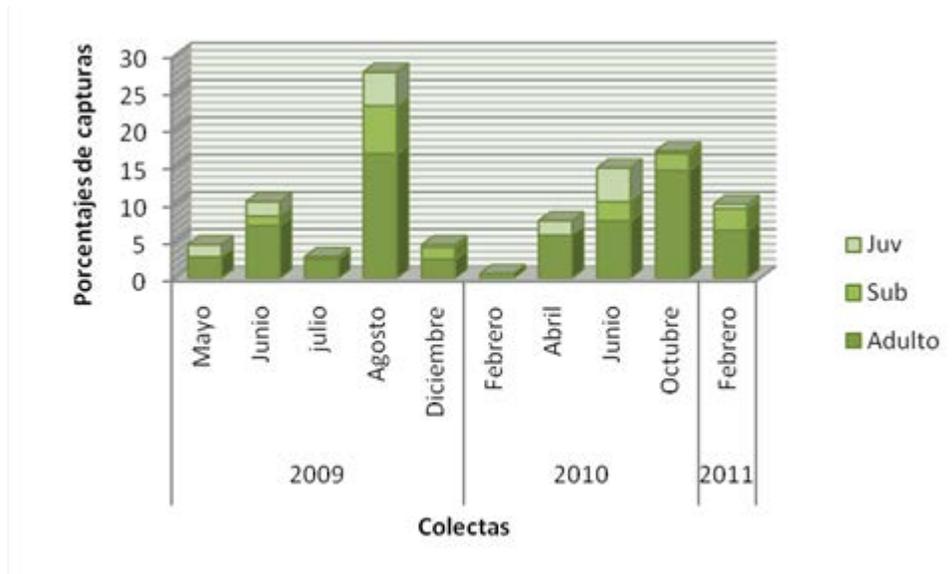


Figura 7. Porcentaje total de edades en *Desmodus rotundus* en la RBBM.

En cuanto a la proporción de sexos por edades, se capturó un mayor número de hembras adultas (44.5%) que de machos (22.83%), el 88.52% de los adultos presentaron actividad reproductiva. Lo anterior sugiere que la reproducción ocurre todo el año, pero se acentúa durante los meses del verano (Fig. 8 y 9). Los individuos reproductivamente inactivos, fueron muy pocos a lo largo del muestreo, no obstante, se pudieron observar a organismos de todas las edades conviviendo juntos en los refugios.

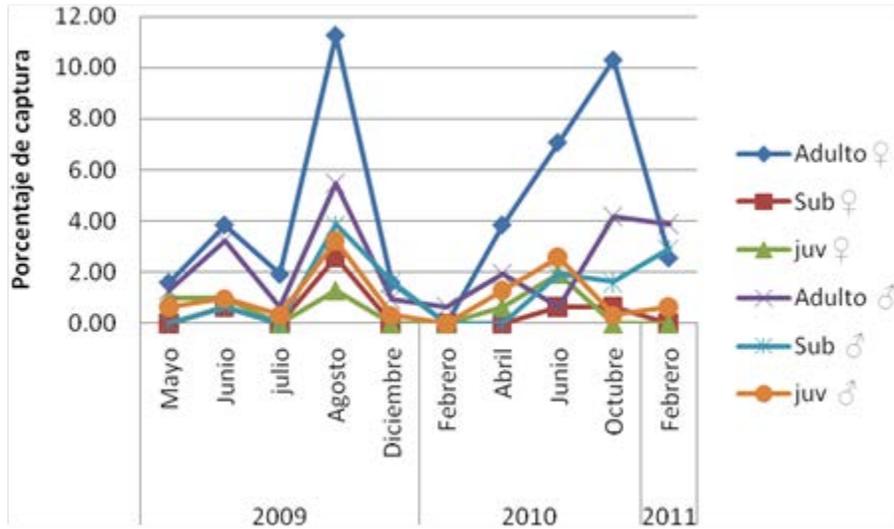


Figura 8. Estructura de edades por sexo en porcentaje

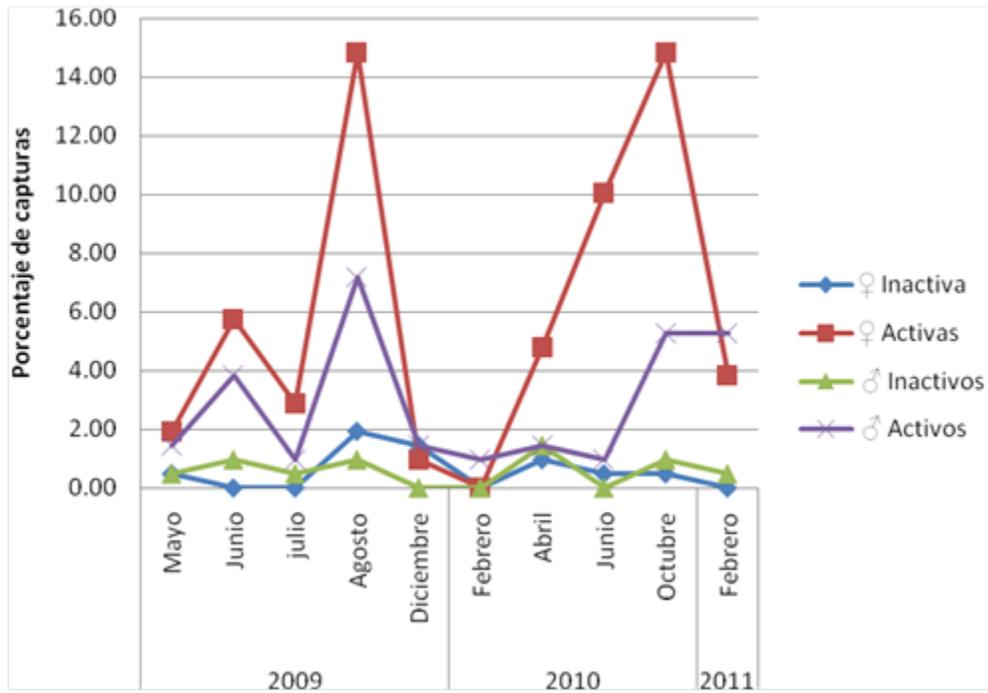


Figura 9. Condición reproductiva en porcentaje de individuos adultos

El índice de desgaste de dentina (Núñez y de Viana, 1997) estimó las edades más altas para dos individuos, una hembra con 26 años y macho con 25. En la pirámide de población que se construyó a partir de los 231 individuos a los que se les estimó la edad, por medio del índice de desgaste de dentina (Fig. 10), se puede observar que la población está en crecimiento, con alta proporción de individuos en los primeros años de vida, mismos que disminuyen según avanzan las clases de edad, en cuya cima existen pocos individuos adultos y mayor representación de hembras.

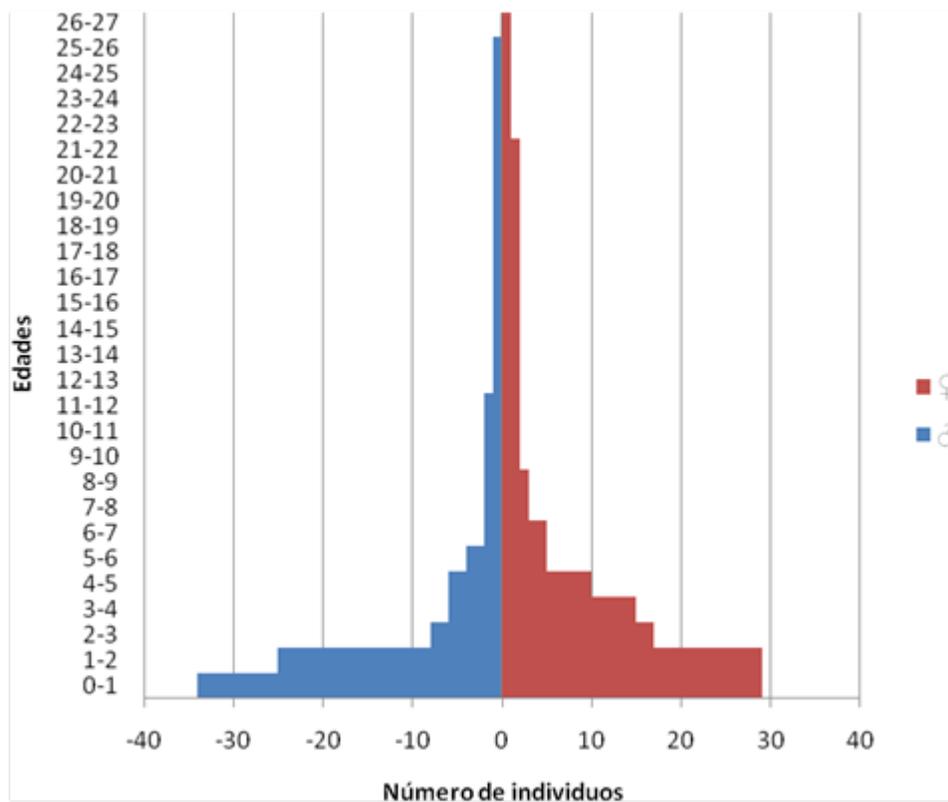


Figura 10. Estructura de la población por sexo y edad de *D. rotundus* en la RBBM

La curva de supervivencia permite observar que hasta el sexto año de vida de *D. rotundus* la sobrevivencia es muy baja (Fig. 11).

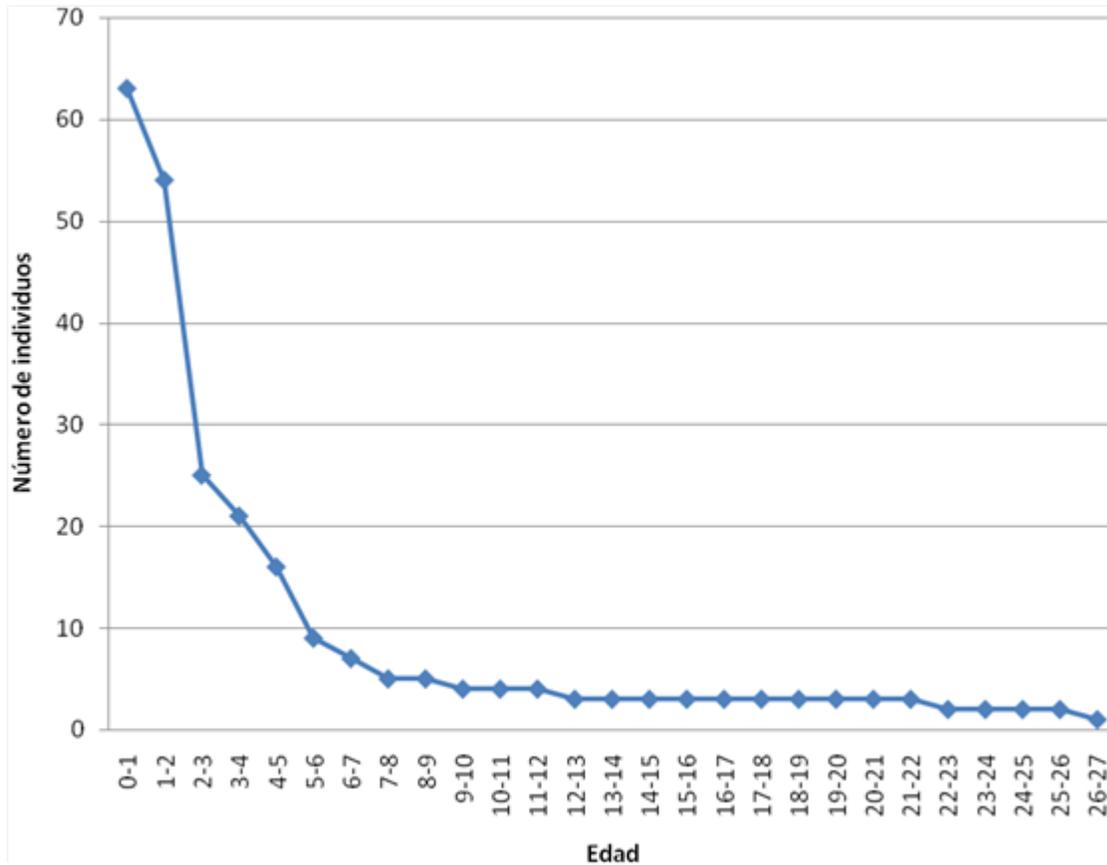


Figura 11. Curva de supervivencia de *D. rotundus*

La tabla de vida (Cuadro 2), indica que la primera reproducción ocurre después del primer año de vida, igualmente que la edad a la que acontece la última reproducción es hasta los 26 años.

La tasa finita de incremento poblacional obtenida cuando se alcanza la estructura estable de edades fue $\lambda=1.24$, que representa que una hembra al final de su vida deja a 1.24 hembras vivas reproductivas, o bien, que cuatro hembras dejan aproximadamente a cinco hembras reproductivas vivas al final de su vida.

Con este valor fue posible determinar la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r), así que $\log_e \lambda = r$ ($\log_e 1.24 = 0.2151$; Smith, 1980) y obteniendo para

el tiempo generacional $T_g = 20.213/1.24 = 16.3$ años y el valor de r calculado con esta información $r = \log_e \lambda / T_g = .2151/16.3 = 0.0132$.

Con los resultados de sobrevivencia por clase de edad y de fecundidad, se proyectó el crecimiento de la población en los años siguientes (Lemos Espinal *et al.*, 2005). De esta manera encontramos un incremento constante en el número de individuos de la población de *D. rotundus*, con un aumento del más del 70% para el tercer año (T_3), alcanzando en diez años (T_{10}) un tamaño de hasta ocho veces más que en el primer año.

El cálculo de la tasa finita de crecimiento poblacional (λ) varió en un principio, más a partir del décimo noveno año se mantiene constante, encontrando para ese mismo año la distribución estable de edades.

Cuadro 2.Tabla de vida para hembras de *Desmodus rotundus* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán

Clase de edad	Número de individuos en la clase de edad	Número de individuos que mueren de la clase de edad x a x+1	Probabilidad de sobrevivencia desde el nacimiento	Probabilidad de muerte entre clase de edad	Tasa de mortalidad específica para la clase X	Probabilidad de sobrevivencia de la edad X	Tasa de fecundidad	Taza de reemplazo (Ro)	Tiempo generacional (T)
X	Nx	Dx	lx	Dx	Qx	Px	mx	lx mx	Xlxmx
0	34	5	1.000	0.147	0.147	0.853	0.000	0.000	0.000
1	29	12	0.853	0.353	0.414	0.586	0.897	0.765	0.765
2	17	2	0.500	0.059	0.118	0.882	0.706	0.353	0.706
3	15	5	0.441	0.147	0.333	0.667	0.733	0.324	0.971
4	10	5	0.294	0.147	0.500	0.500	0.700	0.206	0.824
5	5	0	0.147	0.000	0.000	1.000	1.000	0.147	0.735
6	5	3	0.147	0.059	0.400	0.600	0.800	0.118	0.706
7	3	1	0.088	0.000	0.000	1.000	1.000	0.088	0.618
8	3	1	0.088	0.029	0.333	0.667	1.000	0.088	0.706
9	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	0.529
10	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	0.500	0.029	0.294
11	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	0.500	0.029	0.324
12	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	0.706
13	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	0.765
14	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	0.824
15	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	0.882
16	2	0	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	0.941
17	2	1	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	1.000
18	2	1	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	1.059
19	2	1	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	1.118
20	2	1	0.059	0.000	0.000	1.000	1.000	0.059	1.176
21	2	1	0.059	0.029	0.500	0.500	1.000	0.059	1.235
22	1	1	0.029	0.000	0.000	1.000	1.000	0.029	0.647
23	1	1	0.029	0.000	0.000	1.000	1.000	0.029	0.676
24	1	1	0.029	0.000	0.000	1.000	1.000	0.029	0.706
25	1	1	0.029	0.000	0.000	1.000	1.000	0.029	0.735
26	1	1	0.029	0.029	1.000	0.000	1.000	0.029	0.765

Cuadro 3. Crecimiento poblacional de *Desmodus rotundus* en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán a través del tiempo.

Clases de edad	Ind. por edad	Tiempo (año)																		
		X	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19
0	34	100.01	150.51	173.80	233.78	283.01	363.14	447.66	563.78	700.17	874.77	1086.66	1353.14	1683.09	2094.27	2605.62	3241.98	4034.32	5020.35	6248.31
1	29	85.31	85.31	128.39	148.25	199.41	241.41	309.76	381.86	480.90	597.25	746.18	926.92	1154.23	1435.68	1786.41	2222.60	2765.41	3441.28	4282.36
2	17	17.00	49.99	49.99	75.23	86.88	116.86	141.46	181.52	223.77	281.81	349.99	437.26	543.18	676.38	841.31	1046.84	1302.44	1620.53	2016.59
3	15	14.99	14.99	44.09	44.09	66.36	76.63	103.07	124.77	160.10	197.36	248.55	308.69	385.66	479.08	596.57	742.03	923.31	1148.75	1429.31
4	10	10.00	10.00	10.00	29.41	29.41	44.26	51.11	68.75	83.22	106.79	131.64	165.79	205.89	257.24	319.55	397.91	494.94	615.85	766.22
5	5	5.00	5.00	5.00	5.00	14.70	14.70	22.13	25.55	34.37	41.61	53.39	65.82	82.89	102.95	128.62	159.77	198.95	247.47	307.92
6	5	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	14.70	14.70	22.13	25.55	34.37	41.61	53.39	65.82	82.89	102.95	128.62	159.77	198.95	247.47
7	3	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	8.82	8.82	13.28	15.33	20.62	24.97	32.04	39.49	49.74	61.77	77.17	95.86	119.37
8	3	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	8.82	8.82	13.28	15.33	20.62	24.97	32.04	39.49	49.74	61.77	77.17	95.86
9	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23	13.76	16.65	21.37	26.34	33.17	41.20	51.47
10	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23	13.76	16.65	21.37	26.34	33.17	41.20
11	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23	13.76	16.65	21.37	26.34	33.17
12	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23	13.76	16.65	21.37	26.34
13	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23	13.76	16.65	21.37
14	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23	13.76	16.65
15	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23	13.76
16	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86	10.23
17	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88	8.86
18	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88	5.88
19	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.88
20	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
21	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
22	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	Tiempo (año)																				
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
Total de individuos	152	274.31	357.8	453.27	577.77	721.77	908.71	1132.73	1417.01	1765.08	2201.35	2739.62	3410.46	4243.39	5280.28	6569.89	8175.23	10173.24	12660.56	15757.23	
$\lambda =$	1.805	1.304	1.267	1.275	1.249	1.259	1.247	1.251	1.246	1.247	1.245	1.245	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244	1.245	1.245

VIII. DISCUSIÓN

La topografía accidentada y las pendientes pronunciadas que caracterizan a la reserva, permiten encontrar en ella una gran variedad de refugios que pueden albergar a una importante diversidad de murciélagos. La mayoría de ellos al parecer se localizan en las cercanías de algún cuerpo de agua y sobre las laderas de las montañas. Algunos autores han planteado que los refugios utilizados por *D. rotundus*, están situados a lo largo de los márgenes de los ríos y en las partes bajas de las montañas (Taddei *et al.*, 1991, Brito *et al.*, 2003), ubicación que favorece el desplazamiento y el encuentro con sus presas en las cercanías de los cuerpos de agua y poblados a lo largo de la reserva.

El tamaño de las colonias de *D. rotundus* encontradas en los diferentes refugios coincide con lo reportado anteriormente, donde se registran de 20 a 100 individuos por colonia (Crespo *et al.*, 1961; Bredt *et al.*, 1999; Rodríguez, 2004; Suzán, 2005), número que debe estar en función de la disponibilidad de alimento y espacio (Flores-Crespo y Arellano-Sota, 1988; Visbal, 1997). La formación de grupos pequeños asegura una relación social cercana (Berovides y Alfonso, 1995), la cual, puede favorecer la conducta altruista en las colonias de *D. rotundus*, como son el acicalamiento, la regurgitación y el apareamiento, comportamientos muy importantes para la especie (Wilkinson, 1990).

Considerando que 15 cuevas son habitadas regularmente por murciélagos hematófagos y que durante la búsqueda de alimento y de nuevas colonias pueden desplazarse aproximadamente de 15 a 20 km de sus refugios o incluso hasta 100 km (Málaga-Alba, 1954; Lord, 1981), estos animales probablemente viajan dentro de la reserva en una superficie estimada de 225 a 300 km² de la reserva o incluso vuelan fuera de ella en un área de hasta 2,000 km². Lo anterior es una evidencia de que la reserva puede actuar como un corredor, a través del cual los vampiros pueden pasar a las principales regiones lecheras del estado y recolonizarlas, después de que han sido aplicadas campañas de erradicación de murciélagos vampiros en esas zonas.

Sólo en el 13% de los refugios, equivalente a dos cuevas, *D. rotundus* se asocia mínimamente con otras especies tanto en la cueva “Sin Nombre” como en “La Olorosa”, que son utilizadas por otros murciélagos no hematófagos como sitios de descanso esporádico, lo anterior confirma que el murciélago vampiro puede compartir y coexistir estrechamente en los refugios con otras especies. Sin embargo, las colonias se localizan en sitios diferentes de percha, donde *D. rotundus* prefiere grietas y agujeros de mayor altura.

A pesar de la disponibilidad de una gran cantidad de cuevas en la reserva para los murciélagos hematófagos, los refugios de mayor calidad son escasos y en ellos se concentra casi el 80% de la población total de vampiros en la reserva. Si tan sólo se vigilaran estos sitios y se mantuvieran bajo control, se eliminaría al 80% de la población del murciélago vampiro. Lo cual permitiría reducir costos y número de personal requerido para implementar los programas de control, obteniendo resultados más precisos y al mismo tiempo, se evitaría la recolonización de los espacios donde anteriormente han sido aplicados programas de control. La localización de estos refugios, es de suma importancia ya que al presentarse brotes de rabia, permitiría la aplicación de un plan de control, evitando la propagación de la rabia en la región.

Los refugios de mayor calidad intercambian ejemplares constantemente con otros refugios (Greenhall, 1971; Flores-Crespo *et al.*, 1974; Villa-Ramírez, 1976; Vaughan *et al.*, 2000), por lo que el número de habitantes regularmente es mayor al que se puede capturar en una sola noche. Por ejemplo en la cueva “La Olorosa”, se capturaron otros murciélagos que llegan desde los alrededores para alojarse en ella, en plazos tan cortos como la siguiente noche, lo anterior asegura que el número de individuos que utilizan la cueva se mantiene constante y confirma la movilidad de los integrantes de las colonias, entre los refugios de la zona, lo cual también asegura las conductas altruistas entre ellos (Wilkinson, 1990).

El seguimiento de las colonias que habitan en los refugios de calidad encontrados en la reserva, permitió observar la formación de uno y hasta seis grupos principales en cada refugio. En este sentido, Wilkinson (1990), Novaes y

Uieda (2004) y Sampedro *et al.* (2008), observan un escenario similar, en el que una colonia está formada por varios agrupamientos principales constituidos por hembras adultas y crías, que son protegidos por un macho dominante, donde los machos inferiores en jerarquía forman pequeños grupos o viven aislados. Esta situación al parecer ocurre en los refugios de poca o nula calidad a lo largo de la reserva, sin embargo no fue posible determinar la composición social de cada grupo en los refugios, debido a que la topografía de las cuevas no permitió la captura de los individuos directamente en el sitio de percha. La integración de estos grupos puede ser semejante a lo reportado por diferentes autores (Wilkinson,1990; Romero, 1997; Novaes y Uieda ,2004), pues al observar la proporción de sexos en la etapa adulta de *D. rotundus* en la reserva, las hembras son más abundantes respecto a los machos, lo que puede indicar un comportamiento similar a lo descrito anteriormente, no obstante las diferencias obtenidas en el presente estudio no fueron significativas.

Si bien, se ha documentado que la reproducción de *D. rotundus* ocurre durante todo el año (Crespo *et al.*, 1961; Alencar *et al.*, 1994; Bernard, 2005; Suzán, 2005; Quintana y Pacheco 2007), en la RBBM la reproducción se acentúa en los meses del verano, época en la que algunos autores han hallado un incremento en los nacimientos durante la estación lluviosa (Schmidt 1988; Núñez y Viana 1997; Sánchez-Hernández *et al.*, 2002). Así mismo, se ratificó que sólo tienen una cría por parto, como ha sido señalado por otros autores (Arellano-Sota, 2004; Rodríguez, 2004; Bernard, 2005; Suzán, 2005; Sampedro *et al.*, 2008). Se considera que para estos animales, tener más de una cría por camada, representaría un gasto energético notable, sobre todo si se toma en cuenta el largo período de tiempo que dedican las hembras a la gestación y cría de sus hijos, así como la dificultad y riesgo de conseguir su alimento (Arellano-Sota, 2004; Schmidt, 2004; Sampedro *et al.*, 2008). Lo anterior se observó en la reserva con la captura de hembras lactantes sosteniendo a su cría durante la salida del refugio, aun cuando la cría presentaba una talla y peso considerable, pero sin la capacidad de volar aun y en la disección de las hembras que se encontraban gestantes.

Los datos revelados por la tabla de vida, indican que las hembras se incorporan a la reproducción después del primer año de vida, permaneciendo fértiles hasta el momento de su muerte. Mientras que en los machos la madurez sexual ocurre hasta el segundo año de vida (Greenhall *et al.*, 1983) o bien, a los 14 meses, sin embargo, a esta edad los machos aún no alcanzan el tamaño de un adulto dominante y tal vez su acceso a las hembras es todavía limitado (Romero-Almaraz *et al.*, 2006).

A pesar que en los primeros años de vida de *D. rotundus*, están más expuestos a los factores de mortalidad, después de siete años, la mortandad de la población tiende a reducirse y a hacerse constante, alcanzando una edad máxima de hasta 26 años. Lo anterior concuerda con la edad estimada por Núñez y de Viana (1997) quienes consideran al índice de dentina equivalente al recuento de líneas de crecimiento dental, como el método más confiable para la estimación de la edad en el murciélago vampiro. La elevada longevidad detectada en este trabajo y en el de Núñez y de Viana (1997), se puede poner en duda y tal vez se trate de un artefacto de la técnica de determinación de la edad. Sin embargo, Romero-Almaraz *et al.* (2006), reporta que en condiciones de cautiverio *D. rotundus* puede vivir hasta 25 años, no obstante, se conoce que otras especies de murciélagos alcanzan aún edades mayores a los 30 años, de ellas cinco especies se han registrado en vida silvestre como; *Plecotus auritus*, *Myotis lucifugus*, *Myotis brandti*, *Myotis blythii* y *Rhinolophus ferrumequinum* y sólo *Pteropus giganteus* se ha reportado en cautiverio (Khritankov y Ovodov, 2001; Wilkinson y South, 2002; Monadjem, 2006; Schumacher y Allen, 2006). Siendo *Myotis brandti* la especie con mayor longevidad, alcanzando hasta 38 años de vida (Khritankov y Ovodov, 2001).

La elevada longevidad y la tasa de remplazo de 1.24 hembras a lo largo de su vida, asegura que la población de *D. rotundus* mantenga un crecimiento poblacional en la RBBM. A pesar de lo anterior, la información recabada en la reserva sugiere que la población se mantiene constante, por lo que se podría suponer que el excedente de la población se ve obligado a localizar nuevos lugares de residencia fuera de los límites del área de estudio, en busca de espacio

y alimento. El tiempo generacional de 16 años, indica que las condiciones de vida para estos animales son difíciles, a pesar de lo anterior la población se mantiene en crecimiento constante, lo que indica que existe suficiente alimento, al menos en regiones cercanas a donde pueden trasladarse. Los datos revelados por la tabla de vida, indican que las hembras se incorporan a la reproducción después del primer año de vida, permaneciendo fértiles hasta el momento de su muerte. Lo anterior resulta extraño, pues la mayoría de las especies estudiadas dejan de ser fértiles al final de su vida (Greenhall *et al.*, 1983).

El crecimiento estimado de la población *D. rotundus* para los próximos diez años, parece desmedido, sin embargo puede explicarse por la tasa de migración, no determinada hasta ahora, o bien, por el aumento de los animales atacados en la reserva, donde se ha reportado un aumento en la incidencias de mordeduras ocasionadas por el murciélago vampiro hacia los animales de corral.

Lo anterior demuestra que la falta de programas de control en la reserva, debido a que esta área no es considerada como una zona ganadera, permite que estas colonias de vampiro se mantengan a salvo de las campañas de control. Las colonias de murciélagos que habitan en la reserva posiblemente se dispersen para ocupar el espacio que han dejado vacío los murciélagos eliminados en otras regiones de importancia ganadera, donde regularmente se aplican programas de control.

Conociendo que la tendencia del tamaño de la población de *D. rotundus* en el RBBM está en aumento en los próximos años y considerando que el vampiro común es catalogado como la principal fuente de infección y reservorio del virus de la rabia parálitica (Flores-Crespo, 1978; Cox *et al.*, 1991; Trajano, 1996; Garay, 2005; Romero-Almaraz *et al.*, 2006), se puede esperar un aumento en la problemática en salud pública y animal asociada con *D. rotundus*. Es evidente que en la reserva habita una población muy grande de murciélagos vampiro y que el conocimiento generado a partir del estudio de la dinámica de sus poblaciones es de suma relevancia para enriquecer los conocimientos sobre la ecología y biología de *D. rotundus*, información que puede fortalecer las campañas de control del murciélago vampiro.

IX. CONCLUSIONES

La población de *Desmodus rotundus* no es muy abundante en la RBBM, sin embargo, se mantiene en constante crecimiento. Las colonias más grandes de estos animales se establecen en lugares con mayor calidad de hábitat.

La organización social de *D. rotundus* observada en los refugios, muestra que las colonias están conformadas por pequeños grupos de hembras reproductivas, que posiblemente estén protegidos por un macho dominante y varios machos periféricos, utilizando como percha los sitios que proporcionan mayor protección y calidad en el refugio.

D. rotundus es un murciélago con una esperanza de vida muy larga y en proporción a su tamaño, es por lo general unas tres veces y media mayor que las de otros mamíferos de un tamaño similar, llegando vivir hasta 26 años. Si bien, en las primeras etapas de vida de *D. rotundus* son más sensibles al efecto de la mortalidad, pasando los siete años la probabilidad de morir disminuye y permanece constante a lo largo de su vida, lo que permite que los animales sobrevivientes adquieran una gran experiencia para vivir alimentándose de sangre, hábito de alimentación que los expone a numerosos peligros.

La proporción sexual observada fue de 1:1, encontrando que la reproducción ocurre durante todo el año, pero se acentúa durante los meses de verano, época en que pueden ser muy sensibles a alguna alteración en sus colonias. Los individuos de todas las edades pueden convivir juntos.

El tiempo generacional fue de 16 años y cada hembra es reemplazada en promedio por 1.24 hembras, ocurriendo la reproducción a lo largo de toda su vida, indicando que la población está en crecimiento, lo que se puede deducir también por el tipo de pirámide de edades que presenta la especie.

El monitoreo de las poblaciones de *D. rotundus* y de sus refugios, es de suma importancia para la prevención y el control del virus de la rabia parálitica, pues se puede identificar o incluso aún, predecir los posibles brotes de rabia y tomar las acciones necesarias para combatir su propagación lo más temprano posible, o bien, mantener bajo vigilancia zoonótica las diferentes colonias.

Mantener bajo control a la población de este murciélago puede hacer que las zonas productoras de leche queden protegidas de la colonización de los animales que viven en ellas.

La información aportada en este trabajo, resulta útil para diseñar nuevos programas de control de esta especie nociva, basadas en el conocimiento de la dinámica poblacional de la especie.

X. LITERATURA CITADA

- Acha, P. y B. Szyfres.** 1986. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. Organización Panamericana de la Salud, Publicación científica, Washington 503:502-526.
- Alencar, A. O., G. Silva, M. M. Da Arrada, A. J. Soares y D. Q. Guerra.** 1994. Aspectos biológicos e ecológicos de *Desmodus rotundus* (Chiroptera) do Brasil. Pesquisa Veterinaria Brasileira 14(4):95-103.
- Anthony, E. L. P.** 1988. Age determination in bats. P. 47-57. *En:* Ecological and behavioral methods for the study of bats. H. Kunz (ed.). Washington D.C., Smithsonian Institution Press. 533 pp.
- Arellano-Sota, C.** 2004. Control of bovine paralytic in Latin American and the Caribbean. National Institute for Livestock Research, México. 14 pp.
- Arias, S. y S. Montes.** 2002. La reserva de la Biosfera. P. 109-133. *En:* Barranca de Metztitlán: Reserva de la Biosfera. A. Ahumada (ed.). Coedición: Peñoles, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- Baer, G.** 1982. Historia natural de la rabia. México. La prensa médica Mexicana, S. A. 370 pp.
- Bernard, E.** 2005. Morcegos vampiros. Sangue, raiva e preconceito. Ciencia Hoje 36(214):44-49.
- Berovides, V. y Alfonso, M. A.** 1995. Biología evolutiva. Pueblo y Educación. La Habana. 407 pp.
- Bourhy, H., B. Kissi y N. Tordo.** 1993. Molecular diversity of the *Lyssavirus* genus. Virology 194:70-81.
- Bredt, A., W. Uieda y E. D. Magalhaes.** 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, Centro Oeste do Brasil (Mammalia: Chiroptera). Revista Brasileira de Zoología 16(3):731-770.
- Brito, E., H. Palacios, H. Junda, J. Martínez y L. Reyes.** 2003. Sanidad animal. Rabia de origen silvestre en Colombia. Construcción de un modelo espacial para determinar áreas de riesgo. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 31(1):7.

- Clark, H. y L. H. Dunn.** 1933. Animal susceptibility to *Trypanosoma hippcium*, the equine trypanosome of Panama. *American Journal of Tropical Medicine* 13:273-281.
- Clementi, H.** 1999. Raiva. Artículo de revisión, Sao Pablo, Brasil.
- CONANP.** 2003. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. México. 204 pp.
- Constantine, D. G.** 1988. Transmission of pathogenic microorganisms by vampire bats. P. 167-189. *En: Natural history of vampire bats.* A. M. Greenhall y Schmidt (eds.). Boca Raton CRC Press.
- Cornejo-Latorre, C.** 2007. Fluctuación de la abundancia anual de los murciélagos herbívoros en dos tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México, 67 pp.
- Cox, P., T. Elmqvist y D. Pierson.** 1991. Flying foxes as strong interactors in South Pacific island ecosystems: a conservation hypothesis. *Conservation Biology* 448-454.
- Crespo, J. A., J. M. Vanella, B. J. Blood y J. M. de Carlo.** 1961. Observaciones ecológicas del vampiro *Desmodus rotundus* (Geoffroy) en el noreste de Córdoba. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 6:131-160.
- Dantas Torres, F., C. Valencia y G. V. de Andrade Filho.** 2005. First Record of *Desmodus rotundus* in urban area from the city of Olinda, Pernambuco, northeastern Brazil: A case report. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 47(2):107-108.
- De Mattos, C. C., C. A. De Mattos, E. Loza-Rubio, A. Aguilar-Setién, L. A. Orciani y J. S. Smith.** 1999. Molecular characterization of rabies virus isolates from Mexico: implications for transmission dynamics and human risk. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 61:587-597.
- Delpietro, H. A., y R. P. Luzuriaga.** 1984. Estrategias utilizadas en el control de un brote de rabia transmitida por vampiros en el Noreste Argentino. *Veterinaria Argentina* 3:228-235.

- Díaz, A. M., S. Papo, A. Rodríguez y J. S. Smith.** 1994. Antigenic analysis of rabies-virus isolates from Latin American and the Caribbean. *Journal of Veterinary Medicine Series* 41:153-160.
- Favi, M., V. Yung, C. Pavletic, E. Ramírez, C. C. de Mattos y C. A. de Mattos.** 1999. Role of insectivorous bats in the transmission of rabies in Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria* 31:157-165.
- Flores-Crespo, R.** 1978. La rabia, los murciélagos y el control de los hematófagos. *Ciencia Veterinaria. Programa de Control de Vectores. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH. México D. F.* 2:70.
- Flores-Crespo, R. y C. Arellano-Sota.** 1988. Biology and control of the vampire bat. *En: The natural history of rabies. G. M. Baer (ed.). New York, N.Y., USA. Academic Press.*
- Flores-Crespo, R., R. J. Burns y F. S. Said.** 1974. Evaluación de una técnica para combatir los vampiros en sus refugios. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* 76:427.
- Fugita, M. y M. Tuttle.** 1991. Flying foxes (Chiroptera: Pteropodidae): Threatened animals of key ecological and economic importance. *Conservation Biology* 67-75.
- Garay, S.** 2005. Rabia en las Américas. *En: XVI Reunión Internacional de Rabia en las Americas, Ottawa, Canada.*
- Goodwin, G. G. y A. M. Greenhall,** 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago. Descriptions, rabies infection, and ecology. *Bulletin of American Museum Natural History* 122:187-302.
- Greenhall, A. M.** 1971. Lucha contra los murciélagos vampiros. *Boletín de la oficina sanitaria panamericana* 71(3):231-264.
- Greenhall, A. M., G. Joermann, U. Schmidt y M. R. Seidel.** 1983. Mammalian Species, *Desmodus rotundus*. *American Society of Mammalogists* 202:1-6.
- Hernández-Flores, S. D.** 2009. Diversidad y distribución del ensamblaje de mamíferos de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

- Jiménez, R. J. A.** 2005. Alteraciones en la etología de los murciélagos hematófagos del género *Desmodus rotundus* y su papel en la transmisión de la rabia en México. XVI Reunión Internacional de Rabia en las Américas, Ontario, Canadá, 2005.
- Juárez-Castillo, L. G.** 2006. Comparación de la quiropterofauna de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México, con otras regiones áridas de Norte América. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Khritankov, A. M. y N. D. Ovodov.** 2001. Longevity of Brandt's bats (*Myotis brandii* Eversmann) in Central Siberia. *Plecotus* 4:20-24.
- King, A., P. Davies y A. Lawrie.** 1990. The rabies viruses of bats. *Veterinary Microbiology* 23:165-174.
- Konolsaisen, J. F.** 1987. Combat e aomorcego hematofago como prevençãõ as agressoõ es em humanos no estado do Paraná. I Congresso Brasileiro de Zoonoses, 26 al 26 de Abril 1987. Rio de Janeiro, Brazil.
- Krebs, C. J.** 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman. USA. 620 pp.
- Langguth, A. y F. Achaval.** 1972. Notas ecológicas sobre el vampiro *Desmodus rotundus* en el Uruguay. *Neotrópica* 18:45-53.
- Langoni, H., L. C. Souza, C. B. Zetun, T. C. C. Silva, J. L. Hoffmann y R.C. Silva.** 2008. Serological survey for rabies in serum samples from vampire bats (*Desmodus rotundus*) in Botucatu Region, SP, Brazil. *Journal Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 14(4):651-659.
- Lemos-Espinal, J. A., R. I. Rojas González y Zúñiga Vega.** 2005. Técnicas para el estudio de poblaciones de fauna silvestre. Universidad Autónoma de México y Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 157 pp.
- Linhart, S.** 1975. The biology and control of vampire bats. P. 221-239. *En: The natural history of rabies*. G. M. Baer (ed.). New York: Academy Press.

- López-Vidal, J. C.** 2004. Biología de *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera, Molossidae) en la cueva “El Salitre”, Metztlán, Hidalgo. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- López-Wilchis, R. y J. López.** 1999. Los mamíferos de México depositados en colecciones de Estados Unidos y Canadá. Vol. 2. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. México D.F.165-173.
- Lord, R. D.** 1981 Guía sobre estrategia ecológica para controlar la rabia bovina. *Ciencia Veterinaria* 3:78-101.
- Málaga- Alba, A.** 1954. Vampire Bat as a Carrier of Rabies. *American Journal of public health* 44:909-917.
- Mayen, F.** 2003. Haematophagous bats in Brazil, their role in rabies transmission, impact on public health, livestock industry and alternatives to an indiscriminate reduction of bat population. *Journal of Veterinary Medical* 50: 469-472.
- Megid, J.** 2007. Raiva. P. 785-798. *En: Tratado de animais selvagens-medicina veterinária* CUBAS, ZS. Silva, J. C .R. y J. L. Catão Dias. (eds.). São Paulo: Roca.
- Mejenes-López, S. M. A., M. Hernández-Bautista, J. Barragán-Torres y J. P. Rodríguez.** 2010. Los mamíferos en el estado de Hidalgo, México. *Therya* 1 (3):161-188.
- Monadjem, A.** 2006. Longevity and movement of the common slit-faced bat *Nycteris thebaica*. *African Bat Conservation News* 9:7.
- Neal, D.** 2004. *Introduction to population biology*. Cambridge University Press, 293 pp.
- Novaes, M. y W. Uieda.** 2004. Abrigo diurno, composição das colonias, dimorfismo sexual e reprodução do morcego hematófago *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae) no Estado Sao Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoología* 21(3):629-638.
- Núñez, A. y M. L. de Viana.** 1997. Comparación de métodos para la determinación de edad en el vampiro común *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista de Biología Tropical* 45(3):1243-1245.

- Ojasti, J. y F. Dallmeier**, 2000. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Washington, D.C: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program. 304 pp.
- Ortiz-Pulido, R., J. Bravo, V. Martínez-García, D. Reyes, M. E. Mendiola y G. Sánchez**. 2006. (*en prensa*). Avifauna de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México.
- Paolucci, M. y R. Conte**. 2007. Roost size for multilevel selection of altruism among vampire bats. P. 69-79. *En*: MABS 2006, LNAI 4442. L. Antunes y K. Takadama (eds). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Paradis, E., G. Guedon y R. Paradel**. 1993. Estimating of sex and age-related survival rate in a microtine population. *Journal of Wild Manage* 57:158-164.
- Peracchi, A. L., Lima I. P., Reis N. R. y M. R. Nogueira**. 2006. Ordem Chiroptera. P. 153-230. *En*: Mamíferos do Brasil. Reis, N. R., A. L. Peracchi, W. A. Pedro y I. P. Lima (eds.). Londrina: N. R. dos Reis.
- Pérez J. L., J. R. Boyero y C. Ibáñez**. 2006. Epidemiología de la rabia en Quirópteros. Ministerio de Medio Ambiente. España. 13.
- Quintana, N. H. y V. T. Pacheco**. 2007. Identificación y distribución de los murciélagos vampiros del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* 24(1):81-88.
- Racey, P. A.** 1988. Reproductive assessment in bats. P. 31-43. *En*: Ecological and behavioral methods for the study of bats. T. H. Kunz (ed.). Smithsonian Institution Press. Washington, DC. 553 pp.
- Ramírez, A. J.** 2006. Campaña de Rabia Paralítica Bovina en México. En XVII *Reunión Internacional de Rabia en las Américas*. Brasilia, Brasil.
- Ramírez, V. M.** 1998. Datos históricos sobre la Rabia Paralítica en México. *Simposium sobre la Rabia Paralítica en México*. 75-80.
- Ramírez-Pulido J., A. Castro, M. Armella y A. Castro**. 2000. Bibliografía reciente de los mamíferos de México: 1994-2000. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México D. F. 280 pp.
- Ramírez-Pulido J., M. Britton, A. Perdomo y A. Castro**. 1986. Guía de los mamíferos de México: referencias hasta 1983. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México D. F. 720 pp.

- Rodríguez, I.** 2004. La rabia humana y bovina. Boletín México Ganadero. México D. F. 4 pp.
- Romero, A. M. L.** 1997. Historia natural del murciélago vampiro *Desmodus rotundus* en la costa de Estado de Jalisco. XIV Congreso Nacional de Zoología, 111-112.
- Romero-Almaraz, M. L., A. Aguilar-Setién y C. Sánchez-Hernández** 2006. Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación. AGT Editor, S. A., México, D. F. 213 pp.
- SAGARPA, (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).** 2009. Número de casos positivos de rabia parálitica bovina notificados al sistema nacional de vigilancia epidemiológica México.
- Sampedro, M. A. C., Martínez, B. C. M., Mercado, R. A. M., Osorio, O. S. C., Otero, F. S. C. Y L. M. Santos.** 2008. Refugios, período reproductivo y composición social de las poblaciones de *Desmodus rotundus* (Geoffroy, 1810) (Chiroptera: Phyllostomidae), en zonas rurales del departamento de sucre, Colombia. *Caldasia* 30(1):127-134.
- Sánchez-Hernández, C., M. L. Romero-Almaraz, A. Flores-Oviedo, C. García-Estrada y M. Villagrán-Santa Cruz.** 2002. *Desmodus rotundus murinus* (Wagner 1840) Vampiro. *En: Historia natural de Chamela.* F. A. Noguera, J. H. Vega Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada Avendaño (eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F. 568 pp.
- Schmidt, C.** 1988. P. 99-109. Reproduction. *En: Natural History of Vampire Bats.* A. M. Greenhall y U. Schmidt (eds). CRC Press. Boca Raton, Florida.
- Schmidt, C. y U. Mansake.** 1973. Die Jugendentwicklung der Vampirfledermäuse (*Desmodus rotundus*). *Z. Säugetierkunde.* 38:14-33.
- Schumacher, L. y N. Allen.** 2006. Little Brown Bat *Myotis lucifugus*. Oregon State University. Extension Service offers educational programs.
- Smith, J. S.** 1996. New aspects of rabies with emphasis on epidemiology, diagnosis, and prevention of the disease in the United States. *Clinical Microbiology Review* 9:166-176.

- Smith, R. L.** 1980. *Ecología and field biology*. Harper and Row, USA. 835 pp.
- Sosa, M. y P. Soriano.** 1993. Solapamiento de dieta entre *Leptonycteris curasoae* y *Glossophaga longirostris* (Mammalia: Chiroptera). *Revista de Biología Tropical* 41:529-532.
- Statsoft, Inc. Statistica for Windows.** 2008. Computer Program Manual. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14 th Street, Tulsa, OK.
- Sureau, P.** 1988. History of rabies: advances in research towards rabies prevention during the last 30 years. *Review of Infectious Disease* 10:581-584.
- Suzán, G.** 2005. *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810). P. 193-194. Los mamíferos silvestres de México. Ceballos, G. y G. Oliva (coordinadores). 2005. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 986 pp.
- Taddei, V. A., C. A. Gonçalves, W. A. Pedro, W. J. Taddei, L. Kotait y C. Arieta.** 1991. Distribuição do morcego vampiro *Desmodus rotundus* no Estado de Sao Paulo e a raiva dos animais domésticos. Campinas, Impresso especial da CATI. 107 pp.
- Thompson, R. D., G. C. Mitchell y R. J. Burns.** 1972. Vampire bat control by systemic treatment of livestock with an anticoagulant. *Science* 177:806-808.
- Tordo, N., H. Badrane, H. Bourhy y D. Sacramento.** 1993. Molecular Epidemiology of Lyssaviruses: Focus on the Glycoprotein and Pseudogenes. *Journal of Veterinary Research* 315-323.
- Trajano, E.** 1996. Movements of cave bats in southeastern Brazil, with emphasis on the population ecology of the common vampire bat, *Desmodus rotundus* (Chiroptera). *Biotropica* 17-23.
- Tuttle, M. D. y A. Moreno.** 2005. Murciélagos cavernícolas del Norte de México, su importancia y problemas de conservación. *Bat Conservation International*. Austin, Texas E.U.A. 49.
- Tuttle, M. D., 1979.** Status, causes of decline, and management of endangered gray bats. *Journal of Wildlife Management* 43:1-17.

- Vargas y Quiñones, M.** 1992. Rabia parálitica bovina y control del vampiro *Desmodus rotundus murinus*, en el estado de Morelos. Revista Universidad: Ciencia y Tecnología. Cuernavaca, Morelos. UAEM 2(2).
- Vargas-Peláez, B. A.** 2009. Disminuyen casos de rabia en ganado. *Diario Plaza Juárez*. Pachuca, Hidalgo, México. Visitado el Miércoles, 23 de Septiembre de 2009.
- Vaughan, T. A., J. M. Ryan y N. J. Czaplewski.** 2000. *Mammalogy*. Thomson Learning Inc. E.U.A. 328-474.
- Velasco-Villa A., M. Gómez-Sierra, G. Hernández-Rodríguez, V. Juárez-Islas, A. Meléndez-Félix, F. Vargas-Pino, O. Velázquez-Monroy y A. Flisser.** 2002. Antigenic diversity and distribution of rabies virus in Mexico. *Journal of Clinical Microbiology* 40(3):951-958.
- Villa, R .B.** 1966. Los murciélagos de México, Universidad Autónoma de México, Instituto de Biología 85-87.
- Villa-Ramírez, B.** 1976. Biología de los murciélagos hematófagos. P. 85-101. *En: Ciencia Veterinaria*. R. Moreno Chan (ed.). Vol. 1. UNAM.
- Visbal, J.** 1997. Reconocimiento y control de murciélagos hematófagos. Mayores transmisores de la rabia bovina. Carta Federal Ganadera 8 pp.
- Vite-Silva, V.** 2008. Lista anotada de anfibios y reptiles en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 100 pp.
- Walker, S. M.** 2001. Conservation progress in Latin America. *Bats Magazine* 19:1-13.
- Warner, C. K., S. R. Zaki, W. J. Shieh, S. G. Whitfield, J. S. Smith, L. A. Orciani, J. H. Shaddock, M. Niezgod, C. W. Wright, C. S. Goldsmith, D. W. Sanderlin, P. A. Yager y C. E. Rupprecht.** 1999. Laboratory investigation of human deaths from vampire bat rabies in Peru. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 60:502-507.
- Wilkinson, G. S.** 1985. The social organization of the common vampire bat. I. Patterns and cause of association. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 17:111-121.

- Wilkinson, G. S.** 1990. Food sharing in vampire bats. *Scientific American* 262:76-82.
- Wilkinson, G. S. y J. M. South.** 2002. Life history, ecology and longevity in bats. *Aging Cell* 1:124-131.
- Willig, M. R.** 1985. Reproductive patterns of bats from Coatingas and Cerrado Biomes in Northeast of Brazil. *Journal of Mammalogy* 66:668-681.
- Wimsatt, W. A.** 1969. Transient behavior, nocturnal activity patterns and feeding efficiency of vampire bats (*Desmodus rotundus*) under natural conditions. *Journal of Mammalogy* 55(2):233-244.