



Casa abierta al tiempo

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa

**“SELECCIÓN DE REFUGIOS POR DOS ESPECIES DE
MURCIÉLAGOS INSECTÍVOROS DENTRO DE UNA
CONSTRUCCIÓN ANTROPOGÉNICA EN LA SIERRA NORTE DE
PUEBLA”.**

Tesis

Que para obtener el grado de
Maestra en Biología

PRESENTA

Biól. Zurisadai Muñiz Bautista

Director:

Dr. Miguel Ángel León Galván

Asesores:

M en C. Gerardo López Ortega

M en C. Matías Martínez Coronel

Ciudad de México.

Septiembre 2016

**“La maestría en Biología de la
Universidad Autónoma Metropolitana
Pertenece al Padrón de
Postgrados de Calidad del CONACyT”**

El jurado designado por la
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
de la Unidad Iztapalapa aprobó la tesis que presentó

Zurisedai Mufiz Bautista

Director: Dr. Miguel Ángel León Galván

Asesor: M en C. Gerardo López Ortega

Asesor: M en C. Matías Martínez Coronel



Sinodal: Dr. Juan Carlos López Vidal



Sinodal: Dra. Claudia Ballesteros Barrera



DEDICATORIA

A Dios

Que nunca me suelta de su mano y me da fuerzas para seguir adelante

A mis padres

Artemio Muñiz González y Elia Bautista Islas

A mi esposo

Edgar Santana Robles

A mis hermanas

Lizbeth Muñiz Bautista y Yareth Muñiz Bautista

A mis sobrinas y sobrino

Brisa, Vanesa, Zabdiel y Marco

A mi director

Miguel Ángel León Galván

A mis asesores

Gerardo López Ortega y Matías Martínez Coronel

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis padres que siempre han confiado en mí y me brindaron la oportunidad de ir cumpliendo una a una cada una de mis metas académicas y personales, porque siempre están a mi lado sin esperar nada a cambio para apoyarme y levantarme cuando es necesario, porque sin ellos no sería quien soy, los amo.

A mi esposo Edgar y por ser mi amigo, confidente, cómplice y colega, muchas gracias por todo tu apoyo, tus consejos, tu comprensión, paciencia y sobre todo por todo tu amor.

Al Dr. Miguel Ángel León Galván por aceptar ser mi director de tesis, por todo el conocimiento que me ha brindado, así como todo el apoyo, sugerencias, guía y paciencia que otorgó durante todo este tiempo.

Doy gracias al M. en C. Gerardo López Ortega y al M. en C. Matías Martínez Coronel por aceptar ser parte de mi comité tutorial, por todo el tiempo y conocimiento que me han brindado, así como sugerencias que han contribuido enormemente a la realización de esta tesis.

Al Dr. Juan Carlos López Vidal y a la Dra. Claudia Ballesteros Barrera por aceptar ser miembros del jurado y por sus comentarios y sugerencia.

Al Dr. Isaías H. Salgado Ugarte y a la Dra. Roció Zarate por sus sugerencias y asesoría en los análisis estadísticos, así como por todo el apoyo otorgado.

A mis amigos Ana Jaramillo, Dalila Madera, Jesus Campos y Monserrat Quiroz por formar parte de mi vida, por apoyarme, brindarme consejos y por tantos momentos compartidos. A Abryl Ramirez Salazar por su apoyo en la traducción del resumen.

Al CONACyT por su apoyo económico a través de la beca No. 248835 otorgada durante el tiempo de desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

En el presente estudio se caracterizó ambientalmente dos habitaciones diferentes dentro de una construcción antropogénica, utilizadas como refugios por las especies de murciélagos *Myotis velifer* y *Tadarida brasiliensis*, para determinar si existen diferencias en las condiciones ambientales que indiquen preferencias en la selección de refugios por parte de estas especies.

Dicha construcción está situada en la hacienda “La Almeya” que se encuentra ubicada en la localidad de San Alfonso en el municipio de Aquixtla, en el estado de Puebla a una altitud de 2387 msnm; a los 19° 44'16" de latitud N y 97° 54'47.5" de longitud W.

Se realizó un muestreo mensual todos los segundos fines de semana de cada mes durante un año, en el periodo comprendido de febrero del 2011 a marzo del 2012. En cada visita se realizó la captura de murciélagos, así como el registro de datos ambientales. Durante 24 horas se monitoreó la temperatura ambiental, la humedad relativa y la intensidad luminosa, dentro y fuera de los refugios ocupados por los murciélagos mediante dispositivos Data loggers de la familia HOBO H8.

Se colocaron dos redes de niebla por habitación, y una en el exterior, una hora antes del anochecer. Las redes permanecieron abiertas tres horas después de la captura y/o observación del primer murciélago. Para cada ejemplar capturado se registró el número de habitación en que se capturó, la hora, sexo,

longitud del antebrazo, edad, condición reproductiva y todos fueron marcados. Se capturaron un total de 270 individuos de 6 diferentes especies, 177 *Myotis velifer*, 72 *Tadarida brasiliensis*, 10 *Eptesicus fuscus*, 6 *Myotis volans*, 3 *Myotis thysanodes* y 2 *Myotis californicus*.

Se reconoció que en la fase del día en que los individuos se encuentran dentro de los refugios (de las 06 hrs a las 18 hrs), existen diferencias entre los valores correspondientes a las variables ambientales registradas en la comparación para los dos sitios estudiados. En el refugio 1 donde principalmente se encontró a *M. velifer* se presenta una temperatura ambiental promedio de 15.2°C, 1.2°C menor a la de la habitación que preferentemente es utilizada por *T. brasiliensis* (16.4°C) una humedad relativa de 62%, que representa un 7% más en comparación con el refugio 2 (69%), y una intensidad luminosa de 6.4 cd que es 1.4 menor que en la habitación 2 (7.8 cd).

Los datos de captura de los individuos indican que *M. velifer* ocupa el refugio de febrero a octubre, mientras que *T. brasiliensis*, se encuentra prácticamente todo el año, con excepción de enero, aunque de los meses de julio a diciembre con muy pocos individuos. Para ambas especies, la población está compuesta principalmente por machos adultos, seguido de machos jóvenes y sólo en los meses de marzo, junio, julio, agosto y octubre se encuentran hembras en los refugios.

ABSTRACT

In the present study two different rooms within an anthropogenic building, used as shelters by the species of bats *Myotis velifer* and *Tadarida brasiliensis*, were characterized to determine whether there are differences in environmental conditions that indicate preferences in the selection of shelters by these species.

This construction is located in the estate "La Almeya" which is located in the town of San Alfonso in the municipality of Aquixtla, in the state of Puebla at an altitude of 2387 meters above sea level; 19° 44' 16" N latitude and 97° 54' 47.5" W longitude.

A monthly sampling every second weekend of each month was conducted for a year in the period from February 2011 to March 2012. At each visit capture bats was performed, and the recording of environmental data. For 24 hours the ambient temperature, relative humidity and light intensity, in and out of shelters occupied by bats through devices Data loggers, from HOBO H8 family, was monitored.

Two networks fog were placed per room, and one outside, one hour before sunset. The networks remained open three hours after the capture and/or observation of the first bat. For each specimen captured: the room number

where was captured, time, sex, length of forearm, age, reproductive status were registered and all the bats were marked. A total of 270 individuals from 6 different species; 177 *Myotis velifer*, 72 *Tadarida brasiliensis*, 10 *Eptesicus fuscus*, 6 *Myotis volans*, 3 *Myotis thysanodes*, and 2 *Myotis californicus* were captured.

It was recognized that at the stage of the day when individuals are in shelters (from 06 hrs to 18 hrs), there are differences between the values corresponding to the environmental variables recorded in comparison to the two sites studied. At the shelter 1, where was found mainly *M. velifer*, a 15.2°C average ambient temperature occurs, 1.2 ° C less than the room that preferably is used by *T. brasiliensis* (16.4°C). Also, a relative humidity of 62% was registered, representing a 7% increase compared to the shelter 2 (69%), and a luminous intensity of 6.4 cd which is 1.4 less than in room 2 (7.8 cd).

Individuals captured data indicate that *M. velifer* takes refuge from February to October, while *T. brasiliensis*, is almost all year except for January, although the months of July to December registered very few individuals. For both species, the population is mainly composed of adult males, followed by young males and only in the months of March, June, July, August and October females are found in the shelters.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Antecedentes | 8 |
| 2.1. Refugios antropogénicos | 8 |
| 2.2. Zona de estudio | 9 |
| 2.3. Preferencias ambientales | 13 |
| 2.4. <i>Myotis velifer</i> | 15 |
| 2.5. <i>Tadarida brasiliensis</i> | 17 |
| 3. Justificación | 19 |
| 4. Objetivos | 21 |
| 5. Hipótesis | 22 |
| 6. Metodología | 23 |
| 6.1. Régimen de muestreo | 23 |
| 6.2. Registro de temperatura, humedad relativa, intensidad luminosa de los refugios | 23 |
| 6.3. Captura de individuos | 25 |
| 6.4. Registro de datos de los murciélagos | 26 |
| 6.5. Análisis de datos | 28 |
| 6.5.1. Características ambientales de los refugios | 28 |
| 6.5.2. Datos de los individuos capturados | 29 |
| 7. Resultados | 29 |
| 7.1. Muestreo y capturas | 20 |

| | |
|---|----|
| 7.2 Características ambientales de los refugios utilizados por murciélagos | 32 |
| 7.2.1 Valores promedio del año de muestreo completo para las variables ambientales | 32 |
| 7.2.2. Cambios mensuales en los valores promedio de las variables ambientales | 32 |
| 7.2.3. Comparación de los valores registrados durante las diferentes etapas del ciclo de 24 horas para las variables ambientales. | 36 |
| 7.3. Características de las poblaciones | 45 |
| 7.3.1 Estructura de edades y relación de sexos | 47 |
| 7.3.2. Tamaño de los individuos | 47 |
| 7.3.3. Aspectos reproductivos y anillamiento | 48 |
| 8. Discusión | 50 |
| 9. Conclusión | 59 |
| 10. Bibliografía | 61 |

SELECCIÓN DE REFUGIOS POR DOS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS INSECTIVOROS DENTRO DE UNA CONSTRUCCION ANTROPOGENICA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

1. INTRODUCCIÓN

El orden Chiroptera es el segundo grupo más diverso de mamíferos de los cuales se reconocen 1116 especies en el mundo (Medellín *et al.*, 2008). La mayoría de estas especies son nocturnas. El por qué los murciélagos son nocturnos, ha sido una incógnita que ha llamado la atención desde hace tiempo (Kunz 1980; Speakman y Racey 1987) y para explicarlo se han propuesto tres hipótesis alternativas; la primera afirma que los murciélagos cedieron ante las aves diurnas quienes explotan el mismo recurso alimenticio; la segunda, indica que los murciélagos están más expuestos a depredadores durante el día, y la tercera que los murciélagos son incapaces de disipar el calor que genera el vuelo, por lo que realizar esta actividad durante el día implicaría un sobrecalentamiento que los podría llevar a la muerte.

En cuanto a ésta última teoría, algunos estudios han demostrado que los murciélagos cuentan con características de su sistema circulatorio que incluye vasos sanguíneos en los costados y en las alas que les sirven como radiadores de calor (Rydell y Speakman 1995; Speakman, 1995). Sin embargo, estudios recientes parecen corroborar la teoría del sobrecalentamiento por vuelo, ya que en contraste con las alas cubiertas de plumas de las aves, los murciélagos poseen membranas oscuras y desnudas que absorben fácilmente radiación solar

de onda corta y no son eficientes para disiparlo por lo que sufrirían un sobrecalentamiento (Voigt y Lewanzik, 2011).

Independientemente de la o las razones que han llevado a los murciélagos a ser de actividad nocturna, se reconoce que debido a sus características morfo-fisiológicas, entre las que destacan ser de longitud y volumen corporal pequeños; y contar con un área superficial grande, así como la locomoción por vuelo, repercuten directamente estableciendo un metabolismo alto, y éste a su vez implica la necesidad de mantener un incesante control de la temperatura interna del organismo, y por ende, una intensa actividad para mantener el balance energético.

Es entonces que el uso de refugios diurnos con condiciones ambientales particulares, se vuelve de vital importancia para la conservación de suficiente energía por parte del organismo durante las horas del día, y mantener el balance necesario para poder realizar sus actividades demandantes energéticamente durante la noche. Sin embargo, cada especie presenta características particulares y requiere de refugios con condiciones ambientales específicas, por lo que el reconocer ambos aspectos para las diferentes especies de murciélagos es una labor que requiere investigarse para generar información que permita en determinado momento, la elaboración de propuestas adecuadas de conservación.

En relación a la postura de percha cabeza abajo, los murciélagos han desarrollado características morfológicas como el torso amplio y las caderas pequeñas; y el hecho de congregarse en racimos lo hacen por economía energética. Las características de comportamiento, fisiología y morfología de los

murciélagos, se consideran adaptaciones para el tipo de refugio que emplean, tal es el caso del cuerpo dorsoventralmente aplanado que poseen especies que normalmente emplean grietas (Neuwieler, 2000).

En todo organismo, el índice resultante de dividir el valor de su área superficial entre el valor del volumen corporal (relación área superficial/volumen corporal), incide directamente sobre su fisiología, particularmente en términos de la economía de la energía. A su vez, la magnitud de la relación área superficial/volumen corporal se establece en función de la longitud y de la forma del cuerpo, en el caso de los murciélagos, la presencia de alas con un esqueleto conformado por el brazo y una mano con dedos extremadamente largos, todo recubierto por una amplia extensión de fina piel desnuda (patagio), hace que estos organismos presenten una enorme área superficial por donde hay flujo de energía desde y hacia el medio exterior.

Dicha relación superficie/volumen afectan directamente en la termorregulación, ya que cuanto mayor tamaño presente un individuo más pequeña es esta relación; así que los animales más pequeños como los murciélagos tienen una mayor superficie corporal por donde intercambian calor. Individuos con una mayor superficie corporal pierden calor más fácilmente en ambientes fríos, mientras que en ambientes cálidos aumenta la transpiración de agua lo que los llevaría a deshidratarse más rápidamente (Randall *et al.*, 2002; Willmer, 2005).

Por lo que la selección de refugios con características ambientales particulares que permitan a los murciélagos mantener niveles energéticos adecuados para su subsistencia se convierte en una de las necesidades más importantes para ellos, y es necesario realizar investigaciones que permitan reconocer éstas

características para lograr un mayor y mejor entendimiento de éste grupo de mamíferos en relación al ambiente de sus refugios.

Si bien los murciélagos realizan una selección de refugios con condiciones ambientales adecuadas para lograr la conservación de energía, las condiciones ambientales de los refugios pueden variar a lo largo del año, en relación con las condiciones ambientales imperantes en el exterior. Además de que los requerimientos energéticos de los murciélagos se modifican en relación a la etapa del ciclo biológico en que se encuentren, como es el caso del desarrollo posnatal, la actividad reproductiva (espermatogénesis, gestación y lactancia), así como durante las migraciones y durante el aletargamiento invernal para las especies que lo realizan (Twente, 1955; Kunz, 1982; Ávila, 2004).

La ocupación de refugios con condiciones ambientales adecuadas puede minimizar los costos energéticos relacionados con la digestión, termorregulación, gestación, desarrollo embrionario, lactancia y espermatogénesis. Murciélagos que hibernan necesitan refugios con temperaturas más frías, como es el caso de algunas especies pertenecientes a los géneros *Corrynorhinus*, *Myotis* y *Eptesicus*. En la época en que necesitan una mayor demanda de nutrientes el refugio debe ser lo suficientemente caliente como para favorecer la digestión y la asimilación (Twente, 1955).

Entre las características que podemos asumir como las más importantes y que probablemente sean las que reconocen los murciélagos para hacer una selección de un refugio y ocupar alguno de ellos, podemos mencionar que estos brinden protección contra depredadores, promuevan las relaciones entre los miembros de la población y fundamentalmente, proporcione un ambiente

térmicamente estable, que minimice las fluctuaciones en la temperatura corporal y la tasa metabólica del organismo, permitiéndole con ello, mantener una reserva energética suficiente para el desarrollo y mantenimiento de sus funciones a lo largo del ciclo biológico (Kunz, 1982; Medellín y López-Forment 1986; Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz 1995; Kunz y Lumsden 2003; Ortiz-Ramírez *et al.*, 2006).

En términos generales, los diferentes refugios utilizados por murciélagos se agrupan en dos grandes tipos: los arborícolas o externos, llamados así porque la mayoría de ellos los provee la vegetación y ambientalmente son tan variables como las condiciones del medio externo, están representados por el follaje, las ramas y los trocos de los árboles, entre otros. El otro tipo son los cavernícolas o internos, entre los que se encuentran cuevas, grietas y oquedades en minas, túneles puentes y ciertas edificaciones hechas por el hombre (Kunz, 1982; Arita, 1993).

Si bien los refugios externos son más abundantes que los internos, la amplia fluctuación en sus condiciones ambientales parece ser el factor limitante para que sean ocupados por un amplio grupo de murciélagos, sobre todo para realizar el descanso diurno. Por otra parte, los refugios internos pueden contar con condiciones térmicamente más estables, incluso a lo largo del ciclo anual, aspecto muy importante, ya que mantiene a los murciélagos que los ocupan, lo más cercano a su zona termoneutral, que se define como la temperatura ambiental óptima en la que los organismos pueden llevar a cabo sus procesos metabólicos con el mayor ahorro de energía, determinando así su supervivencia (Thewissen y Badcock, 1992).

Dependiendo de la hora del día en que se realice la actividad dentro de los refugios estos pueden ser nocturnos o diurnos (Teniente, 2008; León-Galván, 2010). Los refugios nocturnos (los que son utilizados durante la noche) son variados y se utilizan con fines de alimentación y descanso (Sánchez-Hernández y Romero-Almaraz 1995). Los diurnos (que son utilizados durante el día) generalmente son sitios oscuros como cuevas, grietas de rocas, minas abandonadas, oquedades de troncos, espacios entre las hojas de los árboles y de las palmeras, alcantarillas, casas o construcciones antiguas, sótanos, paredes o techos de casas, iglesias, y son utilizados como sitios de descanso, letargo y digestión.

La temperatura ambiental del refugio es considerada uno de los factores más importantes en relación a la selección por parte de los murciélagos (Avila-Flores y Medellín, 2004; Ferrara y Leberg, 2005; Harbusch y Racey, 2006; Campbell *et al.*, 2010). La humedad relativa del refugio es otro factor importante, una alta humedad reduce la pérdida de calor por evaporación y evita la deshidratación (Webb 1995; Sedgeley, 2001; Kunz, y Lumsden, 2003). Otro factor abiótico es la luz, ya que si se expusieran directamente a ella durante el transcurso del día podrían sufrir una deshidratación rápida, de tal forma que el seleccionar un refugio que no esté directamente expuesto a los rayos solares, evitara que su refugio se caliente rápidamente (Lopez-Wilchis, 1989; Ramírez-Pulido *et al.*, 2001).

Por ejemplo, durante la gestación y la lactancia, las hembras de murciélagos vespertilionidos de ambientes templados seleccionan refugios más cálidos para favorecer el desarrollo embrionario y la producción de leche para la nutrición de

las crías posterior al parto (Hutchinson y Lacki 2001; Kerth *et al.*, 2001; Lausen y Barclay 2003; Willis y Brigham 2005). Por otra parte, los machos adultos utilizan refugios fríos que les permiten minimizar el gasto de energía y lograr suficientes reservas de grasa antes del apareamiento o de la hibernación (Hamilton y Barclay 1994).

La temperatura corporal y la tasa metabólica de los murciélagos son influenciados en cierta medida por la temperatura ambiental de su entorno, pero esta influencia puede ser reducida por el comportamiento social gregario, por lo cual los murciélagos presentan diferentes patrones de comportamiento para proporcionar una temperatura adecuada y poder mantener así un metabolismo óptimo durante los periodos térmicamente adversos (Twente, 1955). Los murciélagos que habitan en zonas templadas enfrentan el problema de la conservación de energía de manera más marcada, por lo que recurren a una eficiente selección microclimática de sus refugios, tal es el caso de algunos miembros de la familia vespertilionidae (Twente, 1955; Tinkle y Patterson, 1965). Entre la diversidad de sitios donde los murciélagos pueden refugiarse, existen lugares que presentan condiciones ambientales determinadas que no ejercen una fuerte influencia en su metabolismo, evitando así fluctuaciones importantes en la temperatura corporal, ya que se encuentran dentro de la zona termoneutral de cada especie. Si los murciélagos no encuentran estos refugios recurrirán a otras estrategias para no comprometer su tasa metabólica, tales estrategias pueden ser la migración o la entrada del individuo en letargo (Speakman, 2000; Baudinette *et al.*, 2000; Sedgely, 2001; Stawski y Geiser, 2011; Halsall, 2012).

2. ANTECEDENTES

2.1 Refugios antropogénicos.

La presencia de murciélagos en un lugar determinado depende de la disponibilidad de alimento y de refugios adecuados. La reducción, transformación y fragmentación de los hábitats naturales son las mayores amenazas para la biodiversidad mundial (Primack 2000). Como resultado de la transformación del hábitat, diversas especies de murciélagos se han adaptado para utilizar las construcciones antropogénicas como refugios, entre los que se encuentran: las grietas y huecos de edificios, puentes, casas y haciendas. (Geggie y Fenton 1985; Jones y Jayne 1988; Sánchez *et al.*, 1989; Everette *et al.*, 2001). Los murciélagos que utilizan este tipo de refugios corresponden a los gremios de los insectívoros, polinívoros y frugívoros, y entre éstos, se encuentran las especies *Artibeus jamaicensis*, *Glossophaga soricina*, *Myotis velifer* y *Tadarida brasiliensis* (Furlonger *et al.*, 1987; Gaisler *et al.*, 1998).

Estudios preliminares hechos por nuestro grupo de investigación, enfocados a la búsqueda y caracterización de refugios potenciales para murciélagos en las partes altas de la Sierra Norte de Puebla, lugar clave para la diversidad quiropterofaunística por ser un sitio de confluencia de dos de los principales sistemas montañosos del país (La Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico Transverso), permitieron reconocer a una hacienda abandonada ubicada en el municipio de Aquixtla, Puebla, como un refugio antropogénico importante debido a la presencia de varias especies de murciélagos, y que entre los más abundantes se encontraban *M. velifer* y *T. brasiliensis*, notándose que los individuos de estas especies de insectívoros, se encontraban ocupando

diferentes habitaciones dentro de la hacienda, por lo que emprendimos el presente estudio con la finalidad de determinar si las habitaciones que eran ocupadas como refugios, presentaban características ambientales diferentes que propiciaban la segregación entre los individuos de estas dos especies.

2.2. Zona de estudio

La hacienda “La Almeya” se encuentra ubicada dentro de una comunidad rural conocida como San Alfonso, dentro del municipio de Aquixtla, Puebla (Fig. 1); sus coordenadas geográficas y altitud son: 19°44´16” N y 97°54´47.5” W, 2387 msnm. A su vez, Aquixtla se ubica al interior de la subprovincia Carso Huasteco, que es parte de la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental (INEGI, 2011). En el municipio se encuentran bosques de pino y encino con vegetación secundaria arbórea de los géneros *Quercus*, *Abies*, *Alnus*, *Buddleia* y *Arbutus* (Rzedowsky, 1981), aunque actualmente gran parte de la zona es utilizada para la agricultura. El clima característico de la zona es templado subhúmedo C (w) (w), con lluvias en verano (García, 1964). La temperatura media anual varía entre 12° y 18°C, la precipitación total anual tiene valores de 600 a 1000 mm (Fig 2).

Los factores meteorológicos que afectan la región son: ondas tropicales, ciclones tropicales y frentes fríos. El periodo de huracanes comprende los meses de mayo a octubre, de los cuales septiembre es el mes con más recurrencia (Ramos *et al.*, 2004).

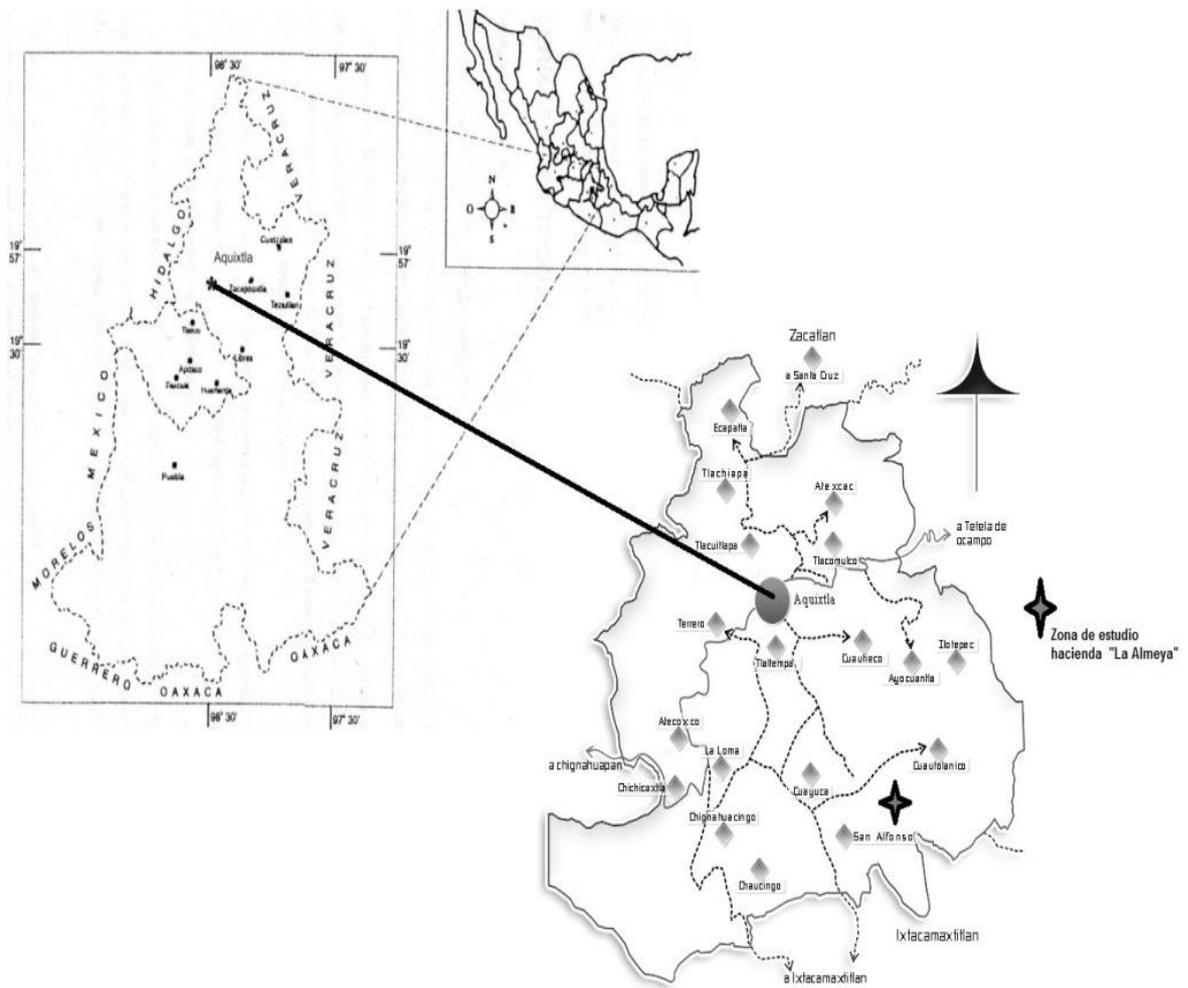


Figura 1. Ubicación geográfica de la hacienda “La Almeya” que es utilizada por murciélagos como refugio; se encuentra del municipio de Aquixtla, Puebla, en la parte alta de la Sierra Norte de Puebla.

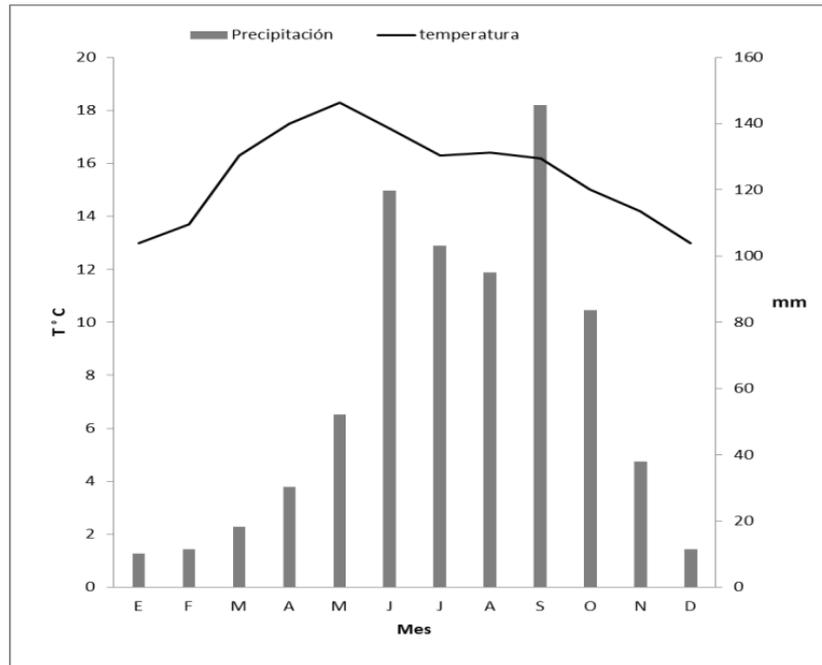


Figura 2. Marcha anual de la temperatura ambiental y la precipitación pluvial para el municipio de Aquixtla, Puebla, donde se localiza la hacienda “La Almeya” (refugio de murciélagos). Se reportan los valores correspondientes a las normales climatológicas (promedios mensuales para el periodo de 1971 al 2000), registrados por la Estación Climatológica de Aquixtla, del Servicio Meteorológico Nacional.

La hacienda “La Almeya” (Fig.3) fue abandonada desde el año de 1918 debido al daño estructural que estaba sufriendo. La hacienda mide 82 m de largo y 47 m de ancho, consta de un total de 25 habitaciones donde la mayoría se encuentran en mal estado ya que carecen de techo o piso, las habitaciones que están en mejor estado son utilizadas por los lugareños como bodega y lugar de reuniones, mientras que otras habitaciones que si cuentan con techo y piso, son empleadas por murciélagos como refugio.



Figura 3. Fachada de la hacienda “La Almeya”, refugio antropogénico utilizado por diferentes especies de murciélagos, entre las que destacan *Tadarida brasiliensis* y *Myotis velifer* que son objeto de estudio del presente trabajo.

2.2.1. Descripción de las habitaciones utilizadas como refugios por murciélagos en la hacienda “La Almeya”.

Mediante una serie de visitas previas a la realización del monitoreo de murciélagos en la hacienda “La Almeya”, se realizó una descripción general de las habitaciones, de su distribución y se hicieron observaciones con la finalidad de contar con un reconocimiento de la presencia de murciélagos, con estas

observaciones se dibujó un plano descriptivo (Fig 4), y se seleccionaron dos habitaciones que son utilizadas como refugios ya que es donde se observó que los murciélagos se resguardaban. El refugio número 1 (R1) se encuentra en la parte sur de la hacienda, tiene una altura de 4 m, un largo de 6 m, y un ancho de 5 m, presenta una ventana y dos entradas. En el techo y paredes del cuarto se encuentran algunas grietas, pero se presenta en buenas condiciones.

El refugio número 2 (R2) que se encuentra en la parte norte de la hacienda, tiene una altura de 4m, un largo de 8 m y un ancho de 6 m. La habitación tiene una ventana y dos entradas, el techo se encuentra en muy malas condiciones, ya que está a punto de caer debido al efecto del tiempo y las lluvias.

2.3. Preferencias ambientales

Existe una diferencia en la estrategia termorreguladora que presentan las especies *Myotis velifer* y *Tadarida brasiliensis*, ya que la primera es heterotérmica y la segunda se comporta mayormente como homeotérmica, con excepción de ciertas poblaciones de California en Estados Unidos de América (Tinkle y Patterson, 1956; Fitch *et al.*, 1981; Wilkins, 1989; Russell, 2005). Si bien hay reportes que indican la presencia de ambas especies en un mismo refugio, las diferencias mencionadas anteriormente en cuanto a su estrategia de termorregulación, permite considerar que estas especies requieren refugios con condiciones ambientales distintas como podemos observar en estudios realizados en poblaciones que habitan en la parte norte de su área de distribución, donde conforman grandes colonias de varios miles de individuos.

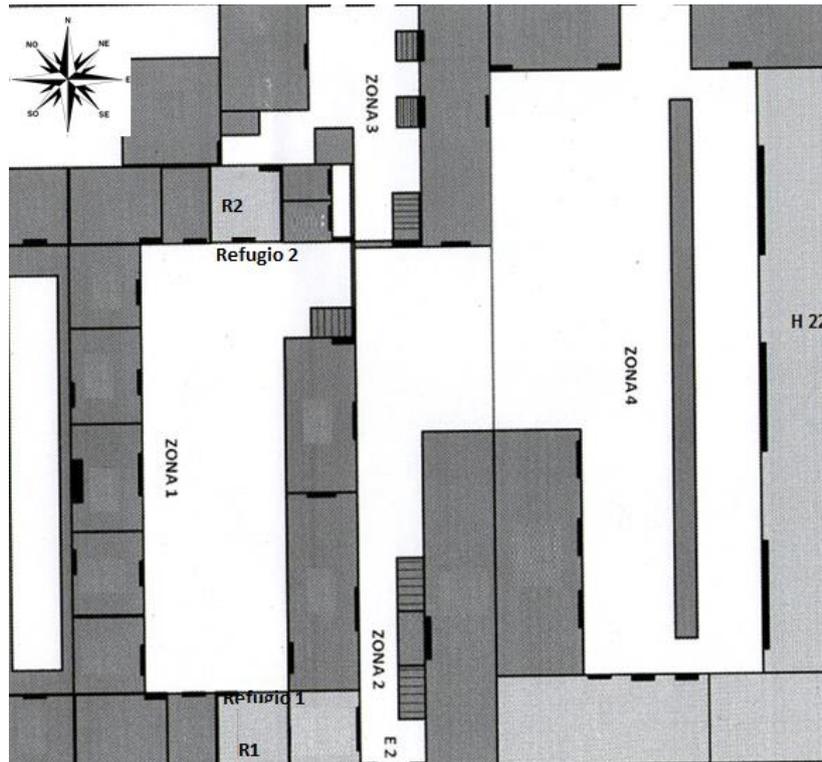


Figura 4. Plano descriptivo de la hacienda “La Almeyra”, donde se señalan las habitaciones utilizadas como refugio por murciélagos (R1 y R2).

Los reportes sobre las condiciones ambientales al interior de refugios utilizados por colonias de *T. brasiliensis* en Estados Unidos, indican que en septiembre y octubre, cuevas de Louisiana presentan una temperatura ambiental de entre 24°C a 33.5°C; en cuevas de Texas se reportaron temperaturas entre 24°C y 38°C. (Wilkins, 1989), y en cuevas de Oklahoma se han reportado temperaturas que van de los 23°C a 29°C y una humedad del 90 al 95% (Clyde, 1963).

Para el caso de colonias de *Myotis velifer* en cuevas del centro de México, Ávila-Flores y Medellín (2004), reportaron temperaturas promedio de 11.6 °C con una mínima de 1. 6° C y una máxima de 27. 2° C y una humedad relativa entre 45.4 y 100 %. *Myotis velifer* es una especie que hiberna en México y requiere que los refugios de hibernación mantengan una temperatura ambiental por debajo de los

12°C y una humedad relativa del 95% (Arratia, 2000). En una cueva de Texas se estudiaron colonias de hibernación con temperaturas ambientales de los refugios menor a 10°C y una humedad muy cercana al 100% (Donald *et al.*, 1965). El amplio intervalo de temperatura que se reporta en los refugios de *M. velifer* se debe a que el uso de torpor les permite utilizar una variedad amplia de refugios, ya que en los periodos de hibernación ocupan los refugios más fríos y en época de reproducción ocupan los refugios más cálidos.

2.4 *Myotis velifer* (J. A. Allen, 1890)

Myotis velifer es un murciélago de talla pequeña, con una longitud total de 80 a 109 mm, y una longitud del antebrazo de 36.5 a 47 mm, con una carga alar de 0.62g/cm y un peso de 6 a 11 gr. Es una especie con dimorfismo sexual, las hembras son ligeramente más grandes que los machos (Farney y Fleharty, 1969; Fitch *et al.*, 1981). Es cavernícola y llega a formar grandes colonias de entre 600 hasta 5000 individuos (Tinkle, 1965; Fitch *et al.*, 1981).

Esta especie se distribuye desde Kansas, el sur de Nevada y sureste de California en Estados Unidos, a través de México, hasta Honduras (Fitch *et al.*, 1981), (Fig. 5). Los individuos utilizan principalmente cuevas como refugio, pero también se les encuentra en minas, grietas y en los techos de las iglesias y de casas viejas y abandonadas. Se alimentan de insectos con dietas que fluctúan de acuerdo a la época del año y al hábitat, pero consume especialmente microlepidópteros y coleópteros (Ceballos y Oliva, 2005). Se reproduce una vez al año; la espermatogénesis ocurre desde finales la primavera a finales del verano y la cópula, que sucede en el otoño, probablemente se prolonga hasta el

invierno (Krutzsch *et al.*, 2002). Esta especie tiene tres subespecies, según Ramírez *et al* (2014) dos de ellas, *M. v. incatus* y *M. v. velifer*, están presentes en México.



Figura 5. Distribución de *Myotis velifer*. Subespecies: 1, *M. v. grandis*; 2, *M. v. incatus*; 3, *M. v. velifer (Fitch *et al*, 1981).**

Myotis velifer hiberna en las partes más altas de su distribución y durante los meses más fríos del año, por lo que almacena grasa desde finales de verano y durante el otoño. Así mismo se ha registrado que durante la hibernación existe una pérdida de peso, ya que utiliza las reservas de grasa para mantener el metabolismo (Fitch *et al.*, 1981; Tinkle y Patterson; 1965).

No todas las poblaciones de *M. velifer* son residentes permanentes de una localidad, algunas realizan desplazamientos anuales, movimientos que dependerán de los requerimientos biológicos de la especie. En México se han hecho observaciones que permiten sugerir que estos desplazamientos se realizan a lo largo de un gradiente altitudinal entre los 1000 y los 3000 msnm, donde ellos encuentran refugios con las condiciones necesarias para hibernar en las altitudes mas altas (Villa, 1967; Arratia, 2000), mientras que la gestación y lactancia la realiza en zonas de altitud menor (Krutzsch, 2009).

2.5. *Tadarida brasiliensis* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1824)

Tadarida brasiliensis es un murciélago pequeño con una longitud total de 46 a 65 mm, la longitud del antebrazo oscila entre los 36 a 46 mm y su peso corporal fluctúa entre 11 y 15 gr. Las hembras son en promedio más grandes que los machos, la cola posee un extremo libre que sobrepasa del borde del uropatagio. Las alas son alargadas y angostas con una carga alar de 0.16g/cm², que le da una característica de vuelo rápido en lugares abiertos (Farney y Fleharty, 1969; Wilkins, 1989). Son insectívoros que se alimentan principalmente de Lepidopteros y Coleopteros (McWilliams, 2005).

Esta especie se distribuye desde el sur de Oregon en los Estados Unidos hasta Sudamerica en Argentina y Chile. Wilkins (1989), reportó que *T. brasiliensis* es migratoria y efectúa movimientos de hasta 1840 km, con un patrón general de migración en el que pasan el otoño e invierno en el sur de su distribución y se mueven hacia el norte durante la primavera y el verano, pasando necesariamente por México como parte de su trayecto.

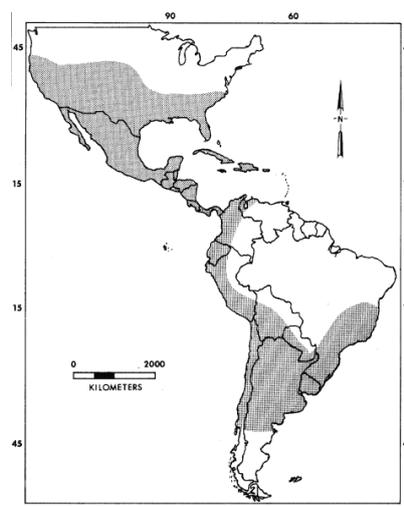


Figura 6. Distribución de *Tadarida brasiliensis* (Wilkins, 1989)

La subespecie *T. b. mexicana* se reproduce en México y en la parte sur y oeste de Estados Unidos. Las colonias en el suroeste de los Estados Unidos y el norte de México son migratorias, y pasan el invierno en el centro de México. Se observa que los machos se mueven distancias más cortas que las hembras y permanecen en el centro de México (Villa, 1967).

El apareamiento ocurre entre febrero y marzo (Villa y Cockrum, 1962; McCracken y Wilkinson, 2000; Keeley y Keeley, 2004). Los nacimientos se llevan a cabo a finales de mayo y junio (Twente, 1956) Entre junio y julio se congregan colonias de maternidad que han sido mayormente estudiadas en cuevas situadas al norte y sur de Estados Unidos (Davis *et al.*, 1962; Kunz *et al.*, 1980). Sin embargo, se tienen datos de que en el centro de Mexico también se llevan a cabo nacimientos (Lopez-Vidal, 2004) y también hay registros de colonias de maternidad en Argentina (Romano *et al.*, 1999).

Después del parto, las hembras y los jóvenes permanecen en colonias de maternidad hasta que las crías son destetadas, luego se dispersan y forman pequeñas colonias de agosto a principios de octubre en los edificios, cuevas y minas.

Por su parte, Russell (2005), reportó la existencia de cuatro distintos grupos migratorios (Fig. 7), que se describen a continuación: grupo A comprende a las poblaciones residentes en el sur de California y Oregón que no migran, sólo participan en los movimientos locales de temporada, e hibernan; el grupo B, ubicado en el oeste de Arizona, el sur de Nevada y el sureste de California, migra distancias relativamente cortas, tal vez en Baja California o en los valles

bajos del sur de California; el grupo C, que se encuentra en el centro y el este de Arizona y el oeste Nuevo México, migra largas distancias a través de Sonora y Sinaloa, utilizando una ruta migratoria en el lado occidental de la Sierra Madre; el grupo D, se encuentra en el este de Nuevo México, en Kansas y Oklahoma, es conformado por poblaciones que migran desde el centro-sur de Estados Unidos hasta el centro de México en el estado de Hidalgo y si bien Russell no reporta lo que ocurre más al sur en la zona del centro de México, que incluye al estado de Puebla, es probable que se trate de las poblaciones que llegan a la zona donde nos encontramos realizando el presente estudio, un aspecto por estudiarse.



Figura 7. Rutas migratorias de las poblaciones de *Tadarida brasiliensis mexicana* (B) (Russell, 2005).

3. JUSTIFICACIÓN

La localización y caracterización de refugios que son utilizados por murciélagos es una actividad de gran importancia para reconocer los sitios que son seleccionados para la realización de las actividades por parte de los individuos de diferentes especies, sobre todo, considerando que una de las principales

causas de disminución de las poblaciones de murciélagos en México, es la pérdida de hábitat y alteración de refugios. La selección de refugios por parte de los murciélagos es uno de los factores primordiales en su supervivencia, debido a la constante necesidad de conservar suficiente energía para la realización de sus diferentes funciones. La conservación de energía es fundamental y permite a los organismos asignar la cantidad suficiente para la ejecución de funciones diversas como: el crecimiento, el mantenimiento, los desplazamientos migratorios, y la reproducción, mejorando su supervivencia y bienestar, especialmente cuando existe estacionalidad en la fuente y disponibilidad del alimento que a su vez sustenta el suministro energético, por lo tanto el elegir refugios que se encuentren dentro de su zona termoneutral, permite minimizar el gasto de energía.

Aunque se cuenta con información de las características ambientales reportadas para algunos de los refugios que son utilizados por *M. velifer* y *T. brasiliensis*, esta información corresponde a las zonas de su distribución más al norte y principalmente se ha realizado en las fechas en que se encuentran colonias de maternidad.

A pesar de saber que ambas especies pueden convivir dentro de un mismo refugio no hay datos sobre las características ambientales particulares que cada una de ellas prefiere, por lo que es importante conocer si existen diferencias ambientales entre estas y asimismo, determinar si son las que originan la segregación dentro del refugio, con la finalidad de aportar información que pueda ser empleada por quienes están interesados en la conservación de refugios y de los murciélagos que los habitan.

El conocimiento de las características ambientales que imperan al interior de refugios que son utilizados por las diferentes especies, y el entendimiento de la selección de refugios particulares que hacen los organismos de cada especie, son aspectos fundamentales a través de los cuales pueden crear modelos que ayuden a inferir no solo la dinámica de las poblaciones, sino también los cambios en la estructura de una comunidad.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar si las especies de murciélagos insectívoros *Myotis velifer* y *Tadarida brasiliensis* que cohabitan en una misma región de la Sierra Norte de Puebla, realizan una selección de diferentes refugios diurnos dentro de una misma construcción antropogénica con base en las características ambientales de estos.

4.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar comparativamente, la variación de la temperatura ambiental, la humedad relativa y la intensidad luminosa de dos refugios diferentes dentro de la Hacienda “La Almeya” a lo largo de un ciclo anual, para determinar si existen diferencias en las características ambientales y su probable relación con la presencia de *M. velifer* y *T. brasiliensis*.

- Caracterizar las poblaciones de *M. velifer* y *T. brasiliensis* que utilizan los refugios de la Hacienda “La Almeya” a lo largo de un ciclo anual con base en el análisis de algunos aspectos de su dinámica poblacional, con la finalidad de determinar el periodo de tiempo y el tipo de individuos que utilizan esos refugios.

5. HIPÓTESIS

1. *Myotis velifer* y *Tadarida brasiliensis* cohabitan en la hacienda La Almeya, sin embargo, debido a su diferente estrategia termorregulatoria se espera que cada especie use un refugio diferente.
2. Si los dos refugios de la Hacienda “La Almeya” considerados para este estudio presentan condiciones ambientales diferentes, los individuos de la especie *Myotis velifer* que se comportan como heterotermos seleccionarán el refugio con los valores más bajos de temperatura ambiental, humedad relativa e intensidad luminosa, en comparación con los valores para el refugio que ocupará *Tadarida brasiliensis*, los cuales se comportan como homeotermos.

6. METODOLOGIA

6.1. Régimen de muestreo

Se realizó un muestreo mensual en la hacienda “La Almeya” ubicada en la localidad de San Alfonso, municipio de Aquixtla, Puebla, que comprendió el periodo de febrero de 2011 a marzo de 2012. Las visitas fueron llevadas a cabo el segundo fin de semana de cada mes, para realizar la captura de murciélagos y el registro de datos ambientales de los refugios que estos utilizan en un ciclo de 24 horas.

6.2. Registro de la temperatura ambiental, humedad relativa e intensidad luminosa de los refugios.

Para realizar la caracterización ambiental de los refugios utilizados por murciélagos en la hacienda “La Almeya”, en cada visita se monitoreó la temperatura ambiental, la humedad relativa y la intensidad luminosa del interior de dos habitaciones donde se conocía la presencia de murciélagos, así como de un sitio exterior a ellas. El registro de los datos correspondientes para cada variable ambiental se llevó a cabo mediante el uso de Data loggers de la familia HOBO H8 (temperatura ambiental, $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$; humedad relativa, $\pm 5\%$; intensidad luminosa ± 2 lúmenes) de Onset Computer Corporation (MA, EE.UU.AA.). Los Data loggers fueron programados para registrar por 24 horas continuas mediante el programa Boxcar Pro 4.0, también de Onset Computer Corporation.

En cada refugio se colocaron 4 aparatos ubicados de la siguiente manera: uno muy cerca del techo, otro a un metro más abajo del primero, y los otros dos fueron distribuidos en zonas de las paredes donde se encontraban grietas que eran el acceso a los sitios de percha por los murciélagos.

En el exterior de los refugios se colocaron dos aparatos en una zona alta y cuidando que estos no estuvieran expuestos directamente a la luz y al agua, con el fin de tener una medida comparativa entre los refugios y el exterior.

Debido a que el estudio estuvo enfocado a determinar las preferencias de refugios por dos especies de murciélagos, y considerando que las habitaciones de la hacienda que fueron seleccionadas para este estudio son utilizadas como refugios diurnos por ellos, se decidió realizar la agrupación de los datos obtenidos para las variables ambientales, siguiendo la clasificación del patrón de actividad reportado para *M. velifer* por Fitch (1981), quien dividió el ciclo de 24 hrs en las siguientes 4 etapas:

- Etapa 1: de las 06:00 a las 18:00 horas; periodo principal del día en que los individuos se encuentran descansando dentro de sus refugios (durmiendo). Para este estudio la etapa 1 es considerada la más importante ya que es el momento en que los murciélagos están en el refugio que han seleccionado.
- Etapa 2: de las 18:01 a 24:00 horas; periodo principal de actividad de los murciélagos, ya que es cuando se encuentran forrajeando.

- Etapa 3: de las 00:01 a las 04:00 horas; periodo cuando los murciélagos permanecen en sus refugios llevando a cabo la digestión-reposo, aunque pueden tener algo de actividad.
- Etapa 4: de las 04:01 a las 05:59 horas, segundo periodo de actividad de forrajeo, es menos importante que el correspondiente al de la etapa 2.

6.3. Captura de individuos

En cada visita a la hacienda “La Almeya”, se realizó la captura de murciélagos por medio de cinco redes de niebla. La captura se realizó un único día por cada visita. En cada refugio se colocaron 2 redes dentro de los refugios una hora antes del anochecer; y una red se colocó en un sitio al exterior de los refugios con la finalidad de contar con datos de las especies que pudieran pasar por la hacienda, pero no ocupan los refugios. Las redes permanecieron abiertas tres horas después de la captura del primer murciélago o después del anochecer si no ocurría alguna captura temprana. Cada murciélago capturado fue colocado individualmente dentro de una bolsa de manta, que se rotuló con los datos del sitio (refugio 1, 2 o exterior) y hora de captura.

6. 4 Registro de datos de los murciélagos

Una vez terminado el periodo de captura, se procedió a registrar los siguientes datos para cada individuo:

I- Medidas somáticas:

- Longitud del antebrazo LA (con un vernier de precisión ± 0.1 mm).
- Masa corporal PC (con una balanza digital Ohaus Mod CT 600-S, precisión de ± 0.1 g).

II- Categoría de edad:

Para fines prácticos, solo se establecieron y determinaron dos categorías de edad: adulto o juvenil. Cada ejemplar examinado fue ubicado en una de estas dos categorías con base en el grado de osificación de las falanges, las características del pelo y la longitud del antebrazo (Anthony, 1988). El grado de osificación de las falanges se determinó observándolas a trasluz.

III- Determinación del sexo y condición reproductiva:

El sexo fue establecido mediante la identificación de los genitales externos;

- testículo, epidídimo y pene en machos.
- vulva y mama (principalmente el pezón) en hembras.

La condición reproductiva fue asignada con base en los criterios establecidos por Racey (2009).

Para las hembras;

a) Grado de desarrollo mamario:

- Proporción de área de piel cubierta de pelaje en la zona donde se localiza la mama.

- Apariencia externa del tejido glandular (coloración y turgencia).
 - Tamaño relativo del pezón (inconspicuo, pequeño, mediano y grande).
- b) Evidencia de gestación (por palpación y abultamiento del vientre).

Las diferentes condiciones fueron:

- Inactiva.
- Activa.
- Gestante.
- Lactante.

Para los machos;

Características del testículo y del epidídimo:

- Posición (intraabdominal o escrotal).
- Apariencia (coloración y forma).
- Tamaño relativo (inconspicuo, pequeño, mediano y grande).

Las diferentes condiciones fueron:

- Inactivo.
- Activo.
- Espermatogénesis.
- Almacenamiento epididimario de espermatozoides.
- Apareamiento.

Una vez terminada la revisión de los ejemplares y el registro de datos, se procedió a marcar a cada uno de ellos mediante la colocación de un anillo de plástico, color verde, numerado, en el antebrazo. El marcaje se realizó con la

finalidad de obtener información extra a los objetivos del presentes estudio, que permitiera reconocer el tiempo de permanencia en la zona por parte de los murciélagos.

Por último, todos los individuos fueron liberados en condiciones óptimas de salud.

6.5. Análisis de datos.

6.5.1. Características ambientales de los refugios.

Los valores correspondientes para cada variable ambiental (temperatura ambiental, humedad relativa e intensidad luminosa) registrados durante las 24 horas, fueron agrupados y promediados para cada una de las visitas mensuales realizadas, lo que fue considerado como el valor promedio por mes. También, los datos ambientales registrados durante 24 hrs continuas para cada refugio, fueron agrupados por etapa del día de acuerdo a lo establecido en el inciso 6.2. Una vez agrupados, los datos de todo el periodo de estudio (marzo de 2011 a febrero 2012) fueron analizados para determinar normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de ómnibus y de Leven modificadas respectivamente.

La comparación de los valores promedio por mes y por etapa del día entre los refugios estudiados, fue realizada mediante la prueba para múltiples comparaciones de Kruskal-Wallis seguida del test de Dunn (Zar, 1984) para detectar las posibles diferencias significativas entre los valores.

6.5.2 Datos de los individuos capturados.

Con los datos de los individuos se obtuvo:

- El número de individuos por especie.
- La proporción de sexos.
- Tiempo de permanencia en el refugio.
- Dinámica de peso corporal.
- Patrón de actividad.
 - Hora de salida del refugio.
 - Tiempo de forrajeo (hora de regreso-hora de salida).
 - Cantidad de alimento consumido (peso corporal al regreso - peso corporal a la salida).

Fidelidad al refugio (por recaptura de individuos marcados).

7. RESULTADOS

7.1 Muestreo y capturas.

Durante los 14 meses de muestreo se capturaron un total de 270 individuos de dos familias y 6 especies diferentes (Tabla 1). Del total, únicamente se capturaron 8 murciélagos en la parte exterior de los refugios; 2 especímenes de *Myotis californicus*; 2 *M. velifer*; 2 *M. volans* y 2 *Eptesicus fuscus*.

| Familia | Especie | Machos | | Hembras | | N° total |
|------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------|
| | | Jóvenes | Adultos | Jóvenes | Adultos | |
| Molossidae | | | | | | |
| | <i>Tadarida brasiliensis</i> | R1=0 R2=2 Ext=0 | R1=5 R2=52 Ext=0 | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=0 R2=13 Ext=0 | 72 |
| Vespertilionidae | <i>Eptesicus fuscus</i> | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=2 R2=3 Ext=1 | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=0 R2=3 Ext=1 | 10 |
| | <i>Myotis californicus</i> | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=0 R2=0 Ext=2 | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=0 R2=0 Ext=0 | 2 |
| | <i>Myotis thysanodes</i> | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=3 R2=0 Ext=0 | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=0 R2=0 Ext=0 | 3 |
| | <i>Myotis velifer</i> | R1= 32 R2=11 Ext=0 | R1=98 R2=11 Ext=2 | R1=12 R2=0 Ext=0 | R1=11 R2=1 Ext=0 | 178 |
| | <i>Myotis volans</i> | R1=0 R2=1 Ext=1 | R1=1 R2=1 Ext=1 | R1=0 R2=0 Ext=0 | R1=0 R2=0 Ext=0 | 5 |
| | Total | | | | | 270 |

Tabla 1. Número de murciélagos capturados de febrero del 2011 a marzo del 2012 en la hacienda “La Almeya”, para cada especie y separados por sexo y categoría de edad. R1 corresponde al refugio 1, R2 al refugio 2 y Ext, a capturas hechas al interior de la hacienda, pero externas a los refugios.

La presencia de cada especie y el número de individuos varió a lo largo del año. Las especies más abundantes fueron: *Myotis velifer* que estuvieron presentes ocupando el refugio de marzo a octubre, siendo junio el mes con más individuos (47). Mientras que *Tadarida brasiliensis* se encontró todo el año, excepto en diciembre y enero, y fue abril el mes con más individuos (23). De las otras especies registradas, se encuentran *Eptesicus fuscus*, con individuos capturados

de abril a septiembre; *M. volans*, con capturas en los meses de febrero, marzo, junio, septiembre y octubre; *M. thysanodes* solamente en diciembre y marzo; y *M. californicus* que solo fueron capturados en abril.

Centrándose en las especies de interés, los datos correspondientes a las capturas de los individuos permiten observar que hubo una selección de cada una de las especies hacia determinado refugio. Por ejemplo, para *M. velifer*, en R1 se capturaron 157 individuos; mientras que en R2 solo se capturaron 19, lo que corresponde a una proporción 8:1. En cambio para *T. brasiliensis* se capturaron 67 en R2, y 5 en R1, lo que corresponde a una proporción de 13:1 (Fig. 8).

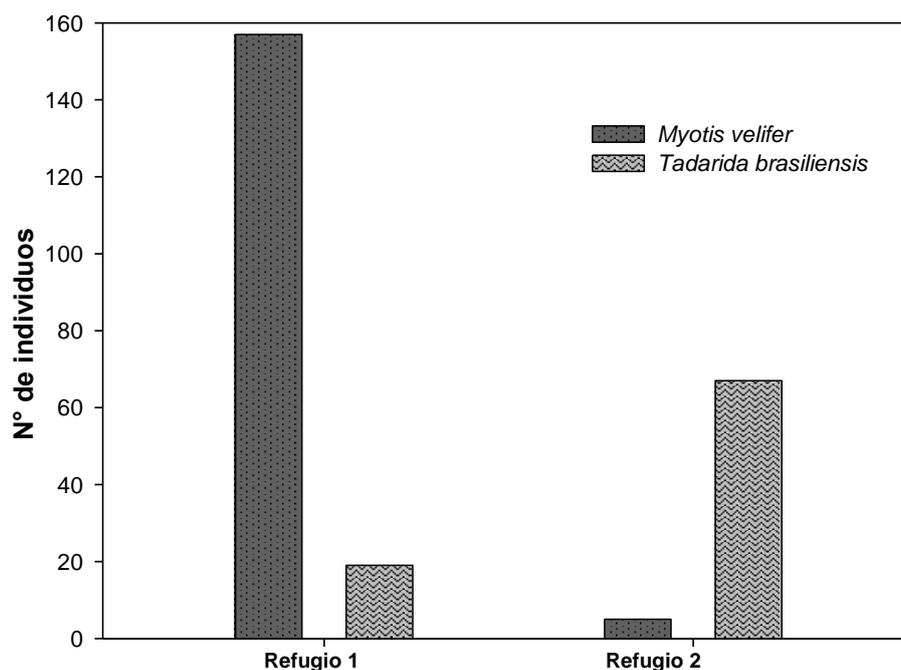


Figura 8. Número total de individuos de las dos especies con mayor número de capturas y el refugio en el que fueron capturados.

7.2 Características ambientales de los refugios utilizados por murciélagos.

7.2.1 Valores promedio del año de muestreo completo para las variables ambientales.

Considerando todos los datos de cada una de las variables ambientales registrados a lo largo del periodo de muestreo completo (valores máximos, mínimo y media anual. Tabla 2), y haciendo una comparación de los valores de la media, el refugio 1 tiene una temperatura ambiental de 15 °C que es 0.1°C menos que el refugio 2 y 1.6 °C menor que el exterior; la humedad relativa del refugio 1 es de 69.0%, que es 7.6 % mayor que en el refugio 2 y 14 % mayor que en el exterior. En cuanto a la intensidad luminosa que presentan los refugios el número 1 tuvo una media de 6.4 cd siendo menor al refugio 2 donde se registraron 1.4 cd más, pero ambos refugios se encuentran en penumbra respecto al exterior donde se registró una intensidad media de 37.6 cd.

7.2.2. Cambios mensuales en los valores promedio de las variables ambientales

Al analizar los cambios en los valores promedio mensual de las diferentes variables ambientales registradas en el sitio exterior a los refugios estudiados dentro de la hacienda la Almeya (Fig. 9), pudo notarse que en particular, la temperatura ambiental media, tiene un comportamiento y valores semejante con lo registrado para la temperatura ambiental de la región en la que se encuentra la hacienda (Fig 2), y que fueron obtenidas de la estación ambiental de Aquixtla, del Servicio Meteorológico Nacional, en donde el periodo de mayor temperatura se presentó entre marzo y septiembre.

| Valores | | | |
|-----------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| | Mínima | Máxima | Media |
| Temperatura ambiental (°C) | | | |
| Refugio1 | 7.0 | 28.7 | 15.0 |
| Refugio 2 | 7.8 | 27.3 | 15.1 |
| Exterior | 5.8 | 30.7 | 16.6 |
| Humedad relativa (%) | | | |
| Refugio1 | 27.8 | 96.0 | 69.0 |
| Refugio 2 | 23.4 | 95.5 | 62.0 |
| Exterior | 7.0 | 100 | 55.6 |
| Intensidad luminosa (cd) | | | |
| Refugio1 | 1.0 | 63.1 | 6.4 |
| Refugio 2 | 1.0 | 92.7 | 7.8 |
| Exterior | 0 | 774 | 37.6 |

Tabla 2. Características ambientales de los dos refugios utilizados por los murciélagos de *Tadarida brasiliensis* y *M. velifer* y de un sitio al exterior de los refugios en la hacienda “La Almeyra”. Los valores corresponden al promedio de todos los datos registrados durante el periodo de marzo del 2011 a marzo del 2012.

Así mismo, los cambios en los valores promedio mensual de las diferentes variables ambientales registradas en el interior de los refugios estudiados, particularmente la temperatura ambiental (Fig.10), presenta un patrón semejante al de la temperatura ambiental externa de la región, sin embargo, considerando particularmente el refugio 1, que fue el de temperatura más baja, sus valores son en general 2°C más bajos que la del exterior excepto en el periodo de julio a septiembre donde son muy parecidos, siendo esta la parte del año con temperatura fresca debido a la temporada de lluvias.

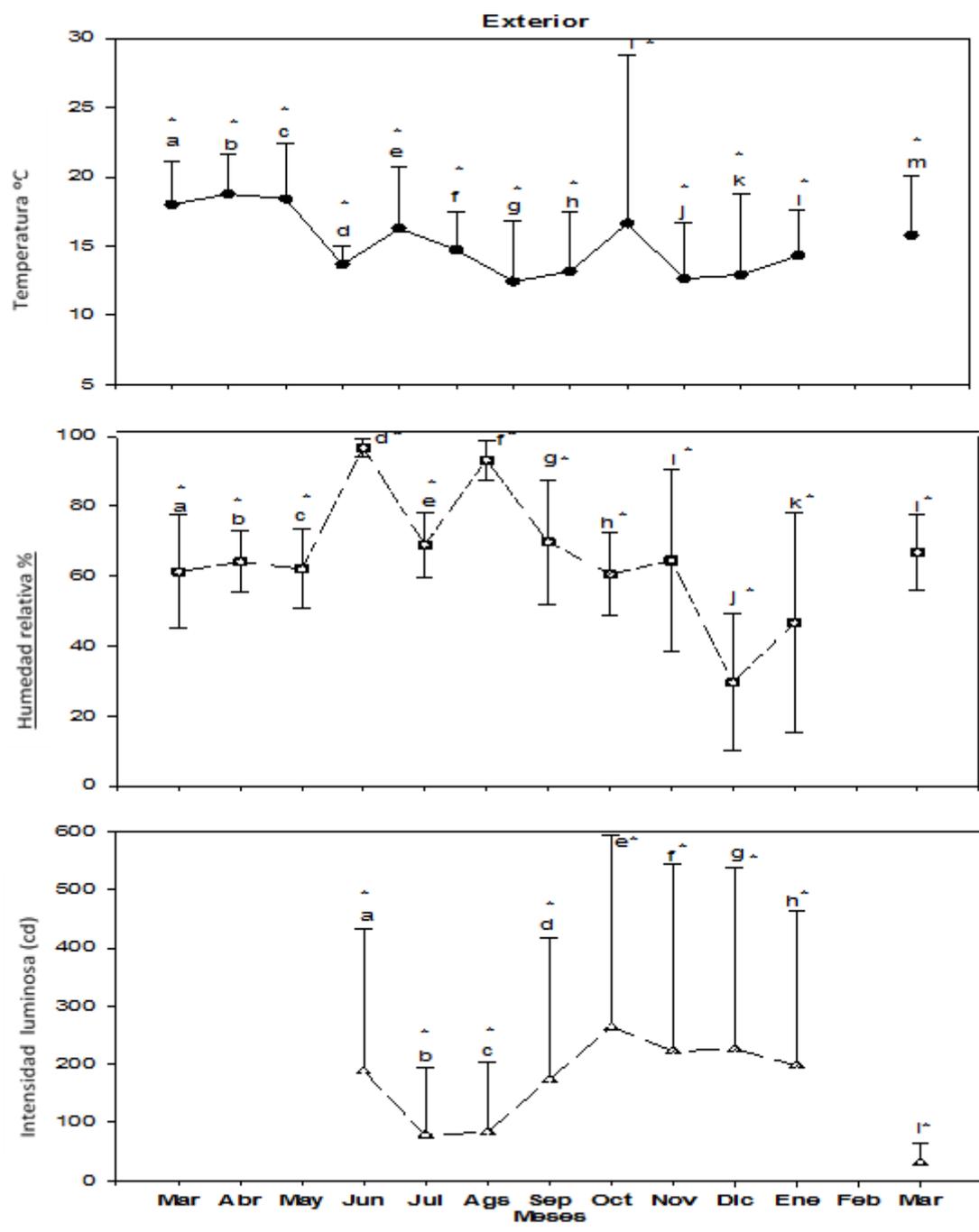


Figura 9. Variación de la temperatura, humedad relativa e intensidad luminosa en el exterior de los refugios, de marzo del 2011 a marzo del 2012. Las letras representan diferencias significativas por meses en el exterior y el asterisco (*) representanta diferencias significativas entre el exterior y los refugios (Kruskal-Wallis, Bonferroni $p < 0.05$).

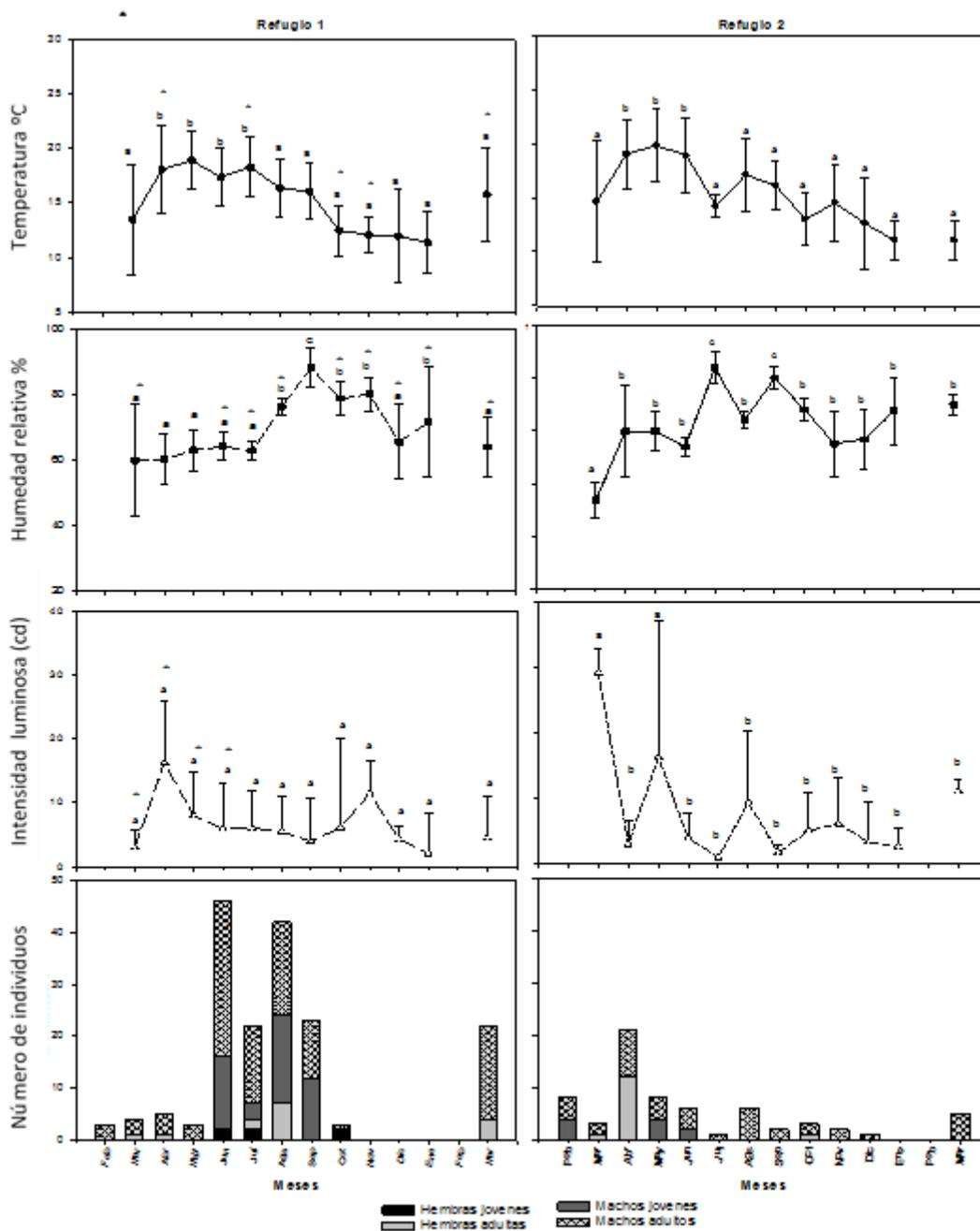


Figura 10. Cambios mensuales en los valores de la temperatura ambiental media, humedad relativa e intensidad luminosa (promedio y desviación estándar); y cambios en el número de murciélagos capturados por mes, para los diferentes refugios estudiados a lo largo del ciclo anual (febrero de 2011 a febrero de 2012); distinguiendo por sexo y categoría de edad. Para la especie *M. velifer* solamente se consideran los individuos capturados en el refugio 1 por ser su principal refugio, mientras para *T. brasiliensis* solo se consideran los ejemplares capturados en el refugio 2 que es el que seleccionan. En febrero de 2011 y febrero de 2012 no se llevó a cabo el registro de las variables ambientales. Letras diferentes representan diferencias significativas en la comparación por meses para el mismo refugio; mientras que el asterisco representa diferencias significativas cuando la comparación se realizó entre los dos diferentes refugios para cada mismo mes (Kruskal-Wallis, Bonferroni, $p < 0.05$).

7.2.3. Comparación de los valores registrados durante las diferentes etapas del ciclo de 24 horas para las variables ambientales.

La comparación de los valores ambientales se realizó entre el R1, R2 y el exterior (Tabla 3). Con el afán de hacer menos complejos los gráficos, únicamente se graficaron los valores del refugio 1 y 2, sin el exterior.

| ETAPA 1 | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|------------|
| | RI | R2 | EXT |
| TEMPERATURA (°C) | 14.4±3.6 | 15.3±4.2 | 17.1±7.8 |
| HUMEDAD (%) | 72.9±16.4 | 65.7±16.0 | 53.7±24.7 |
| INTENSIDAD (cd) | 9.1±9.7 | 15.3±20.2 | 69.3±186.4 |
| ETAPA 2 | | | |
| TEMPERATURA (°C) | 15.6±3.2 | 17.0±3.6 | 16.8±3.7 |
| HUMEDAD (%) | 74.3±16.1 | 67.3±13.9 | 54,5±19.2 |
| INTENSIDAD (cd) | 2.0±3.3 | 5.1±11.8 | 11.4±68.7 |
| ETAPA 3 | | | |
| TEMPERATURA (°C) | 13.2±2,75 | 14.0±2.8 | 14.1 ±3.6 |
| HUMEDAD (%) | 74.9±13.7 | 68.8±66.9 | 60.7±19.1 |
| INTENSIDAD (cd) | 1±0 | 1.55±0.4 | 0.4±0.8 |
| ETAPA 4 | | | |
| TEMPERATURA (°C) | 12.5±2.2 | 13.0±2.2 | 11.7±3.1 |
| HUMEDAD (%) | 78.1±11.3 | 71.8±9.9 | 58.86±22.4 |
| INTENSIDAD (cd) | 1±0 | 1.5±0.4 | 0-5±0.9 |

Tabla 3. Valores promedio y desviación estándar, registrados en el refugio 1, 2 y exterior, en las 4 etapas del día.

Etapa 1 (06:00 a 18:00 hrs). La temperatura ambiental registrada durante la etapa 1 al interior de cada uno de los refugios (R1 y R2) monitoreados, presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar los valores correspondiente para cada refugio en el mismo mes de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 11), excepto en mayo septiembre y enero (Kruskal-Wallis, Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) ($H= 163$, g.l= 2, $p= 0.09$; $H= 87.02$ g.l.=2, $p= 0.06$; $H= 148$, g.l.= 2, $p= 0.16$).

Los valores promedio de la humedad relativa registrados durante la etapa 1 al interior de cada uno de los refugios presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig.11), excepto marzo abril y junio. (Kruskal-Wallis, Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) ($H= 105$, g.l= 2, $p= 0.96$; $H=19.9$, g.l= 2, $p= 0.95$; $H=103$, g.l= 2, $p= 0.06$).

Asimismo para intensidad luminosa, los valores promedio registrados durante la etapa 1 al interior de cada uno de los refugios monitoreados presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 11), excepto abril y julio (Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) ($H= 90$, g.l= 2, $p= 1.00$).

Etapa 2 (18:00 a 24:00 hrs) Los valores promedio de temperatura ambiental registrados durante la etapa 2 al interior de cada uno de los refugio

monitoreados presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 12), excepto en marzo y abril (Kruskal-Wallis Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) ($H= 154$, $g.l= 2$, $p= 0.07$; $H= 48$, $g.l= 2$, $p= 0.14$).

En el caso de la humedad relativa los valores promedio registrados durante la etapa 2 al interior de cada uno de los refugio monitoreados presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 12), excepto marzo y abril (Kruskal-Wallis Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) ($H= 102$, $g.l= 2$, $p= 0.92$; $H=34$, $g.l= 2$, $p= 0.97$).

Asimismo para intensidad luminosa, los valores promedio registrados durante la etapa 2 al interior de cada uno de los refugio monitoreados presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 12), excepto marzo y septiembre (Kruskal-Wallis, Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) ($H= 78$, $g.l= 2$, $p= 1.00$; $H=45$, $g.l= 2$, $p= 0.98$).

Etapa 3 (00:00 a 04:00 horas). Los valores promedio de temperatura ambiental registrados al interior de cada uno de los refugio presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas

para la mayoría de los meses (Fig. 13), excepto en abril, junio, julio, diciembre y marzo (Kruskal-Wallis, Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) (H= 97, g.l= 2, $p= 0.10$; H= 96.0, g.l= 2, $p= 0.09$; H= 113, g.l= 2, $p= 0.28$; H= 76.0, g.l= 2, $p= 0.09$; H= 112, g.l= 2, $p= 0.19$).

Para la humedad relativa los valores promedio registrados durante la etapa 3 al interior de cada uno de los refugio presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 13), excepto marzo y abril. (Kruskal-Wallis, Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) (H= 108, g.l= 2, $p= 0.07$; H=56, g.l= 2, $p= 0.98$; H=115, g.l= 2, $p= 0.08$).

Para intensidad luminosa, los valores promedio presentaron variaciones a lo largo de los meses y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 13), excepto en marzo, abril, mayo y junio (Kruskal-Wallis, Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) (H= 78, g.l= 2, $p= 0.99$; H= 94, g.l= 2, $p= 1.00$; H= 97, g.l= 2, $p= 1.00$; H= 84, g.l= 2, $p= 1.00$).

Etapa 4 (04:00 a 06:00 hrs).

Los valores promedio de temperatura ambiental registrados durante esta etapa para al interior de cada uno de los refugios monitoreados presentaron variaciones a lo largo de los meses de muestreo y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se

observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 14), excepto en abril, julio, septiembre, octubre diciembre y enero (Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) (H= 98, g.l= 2, $p= 0.12$; H= 108.0, g.l= 2, $p= 0.09$; H=97, g.l= 2, $p= 0.08$; H= 142, g.l= 2, $p= 0.16$; H= 97.0, g.l= 2, $p= 0.26$; H= 113, g.l= 2, $p= 0.19$).

Para la humedad relativa los valores promedio de al interior de cada uno de los refugio monitoreados presentaron variaciones a lo largo de los meses de muestreo y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas en menos de la mitad de los meses (Fig.14), excepto mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y enero (Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) (H= 109, g.l= 2, $p= 0.1$; H= 118, g.l= 2, $p= 0.45$; H=83, g.l= 2, $p= 0.12$; H= 116, g.l= 2, $p= 0.09$; H= 86, g.l= 2, $p= 0.14$; H= 98, g.l= 2, $p= 0.26$; H= 123, g.l= 2, $p= 0.10$; H=105, g.l= 2, $p= 0.10$).

Los valores promedio para intensidad luminosa registrados durante la etapa 4 al interior de cada uno de los refugio monitoreados presentaron variaciones a lo largo de los meses de muestreo y al comparar el valor correspondiente para cada refugio en el mismo mes del periodo de muestreo se observaron diferencias significativas para la mayoría de los meses (Fig. 14), excepto, marzo, abril, mayo y junio (Dunn's, Bonferroni Test $Z > 2.39$) (H= 73, g.l= 2, $p= 0.96$; H= 92, g.l= 2, $p= 1.00$; H= 92, g.l= 2, $p= 1.00$; H= 89, g.l= 2, $p= 1.00$).

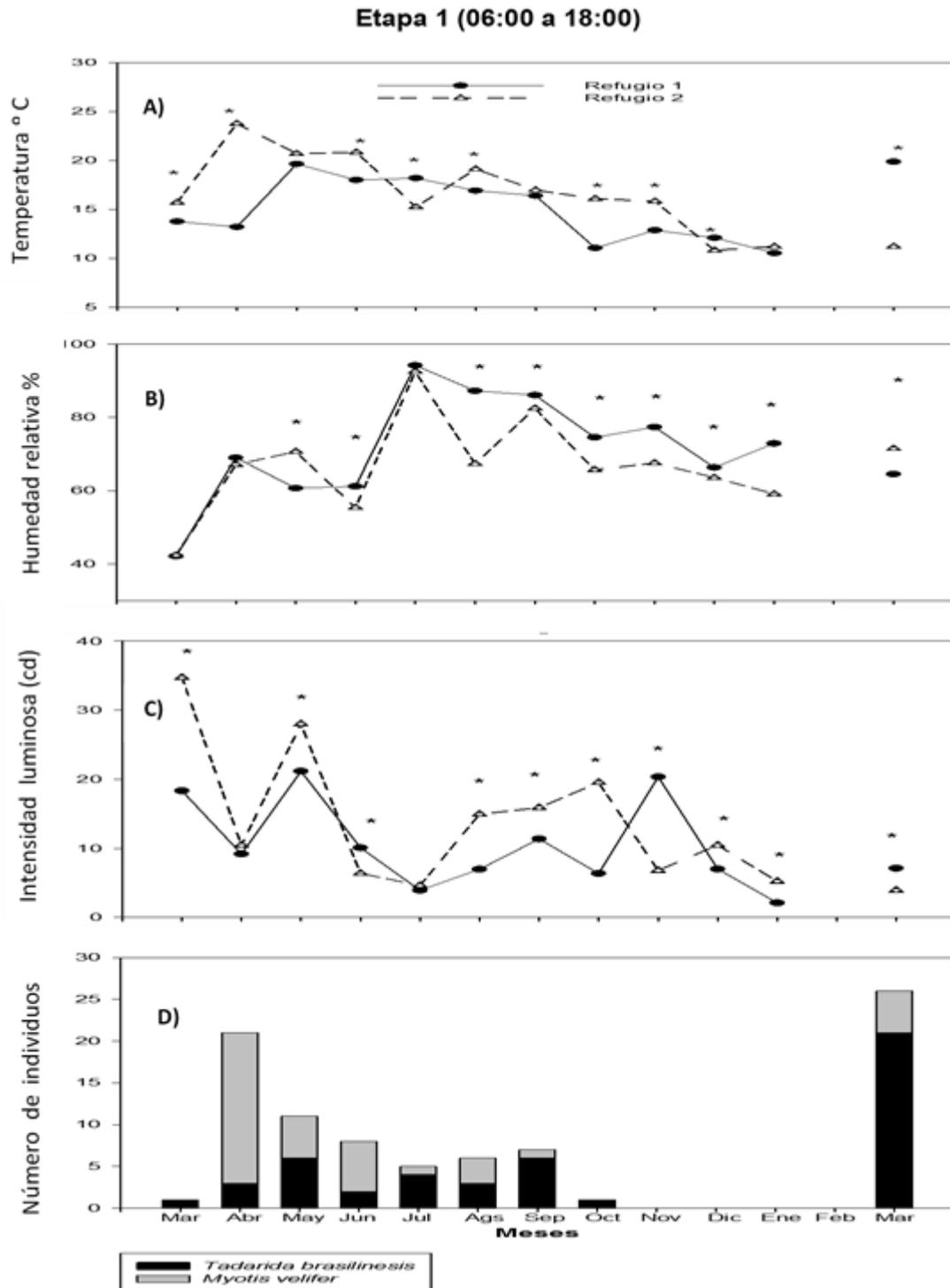


Figura 11. Variación de la temperatura, humedad relativa, intensidad luminosa y número de individuos de marzo de 2011 a marzo de 2012 para el refugio 1, 2 en la etapa 1 (06:00 a 18:00 hrs). El asterisco (*) indica diferencias significativas en los diferentes refugios para los valores de una misma variable en el mismo mes (Kruskal-Wallis, Bonferroni $p < 0.05$).

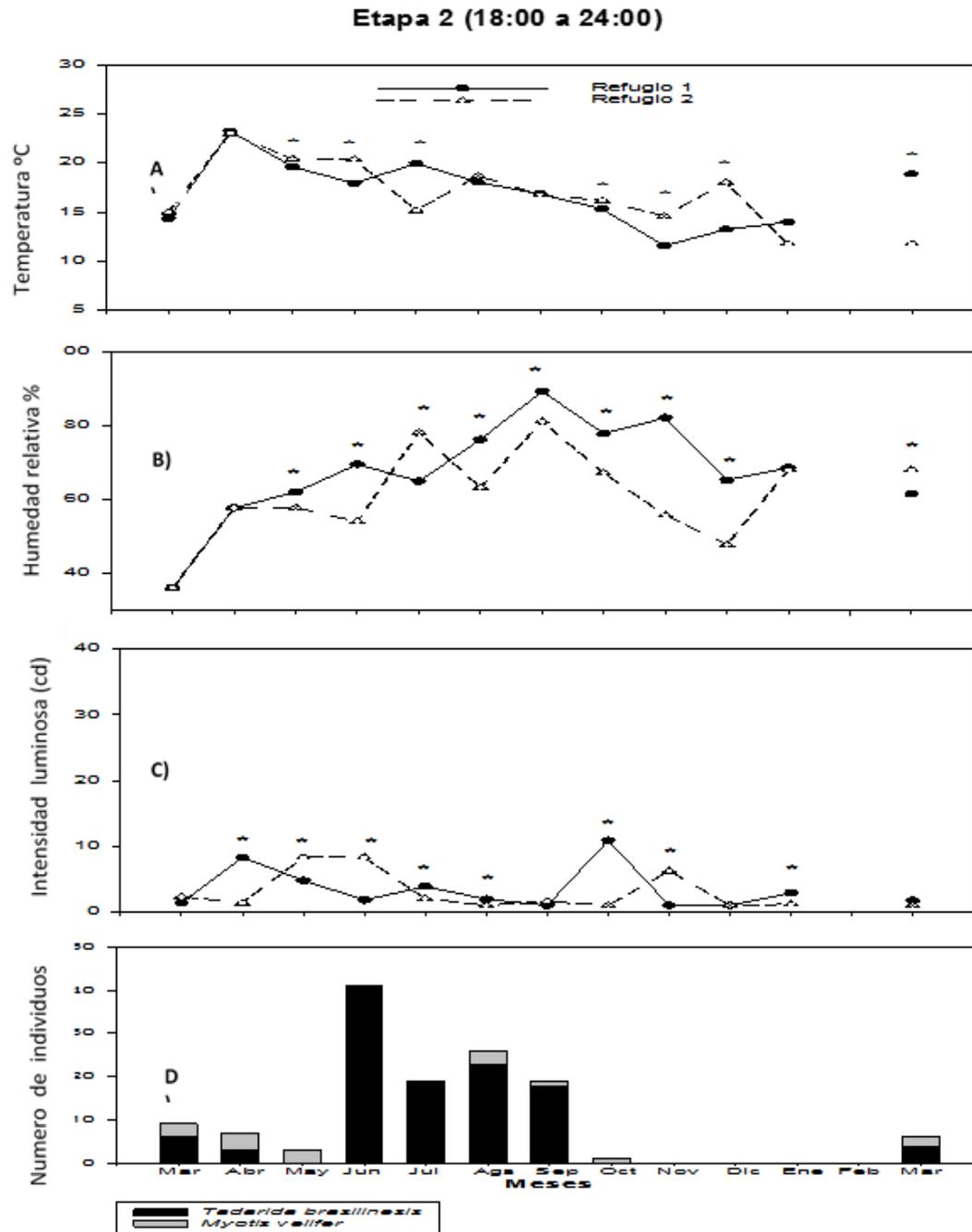


Figura 12. Variación de la temperatura, humedad relativa, intensidad luminosa y número de individuos de marzo de 2011 a marzo de 2012 para la habitación 1, 2 en la etapa 2 (18:00 a 24:00). El asterisco (*) indica diferencias significativas en los diferentes refugios para los valores de una misma variable en el mismo mes (Kruskal-Wallis, Bonferroni $p < 0.05$).

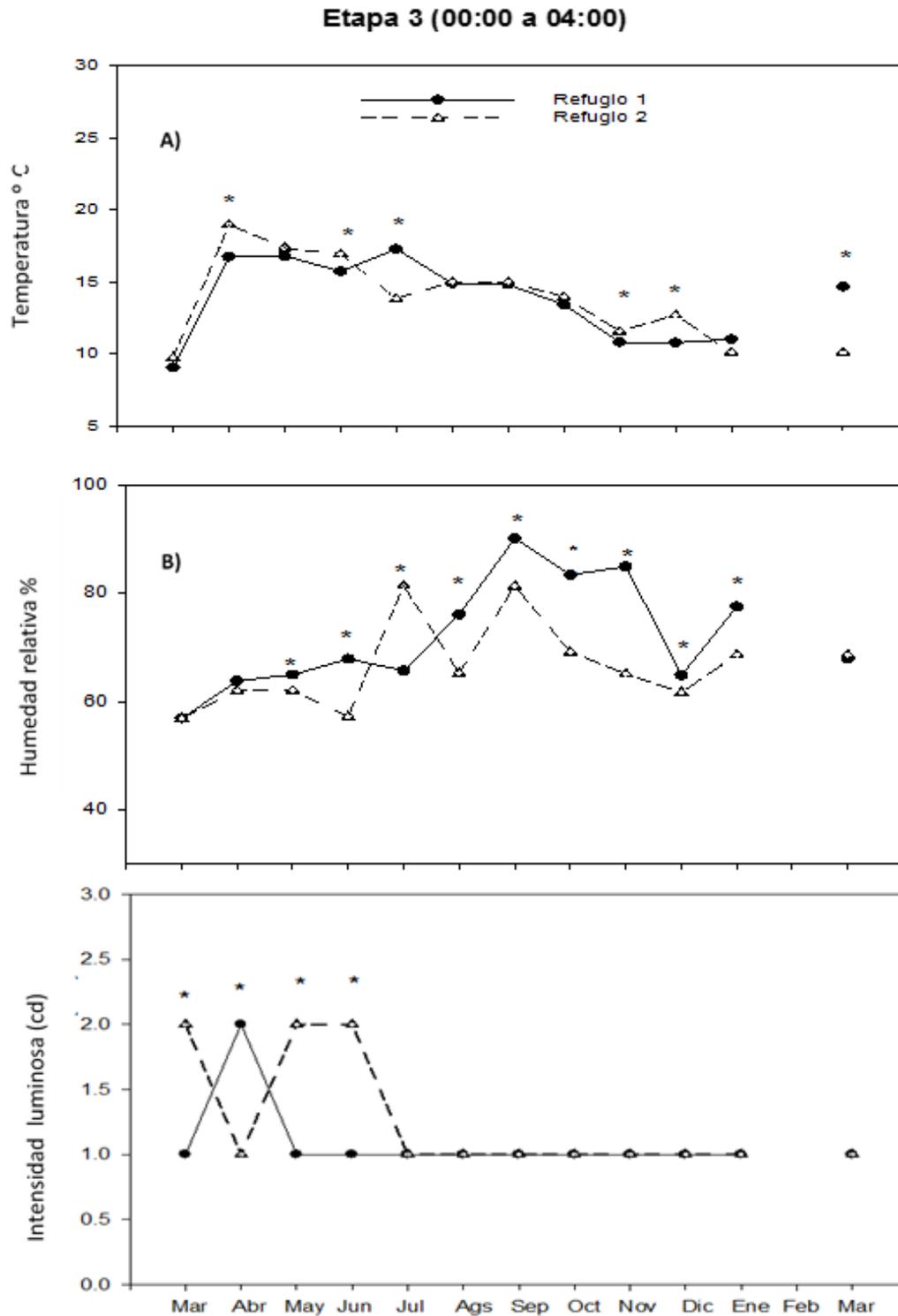


Figura 13. Variación de la temperatura, humedad relativa e intensidad luminosa de marzo de 2011 a marzo de 2012 para la habitación 1, 2 en la etapa 3 (00.00 a 04:00). El asterisco (*) indica diferencias significativas en los diferentes refugios para los valores de una misma variable en el mismo mes (Kruskal-Wallis, Bonferroni $p < 0.05$).

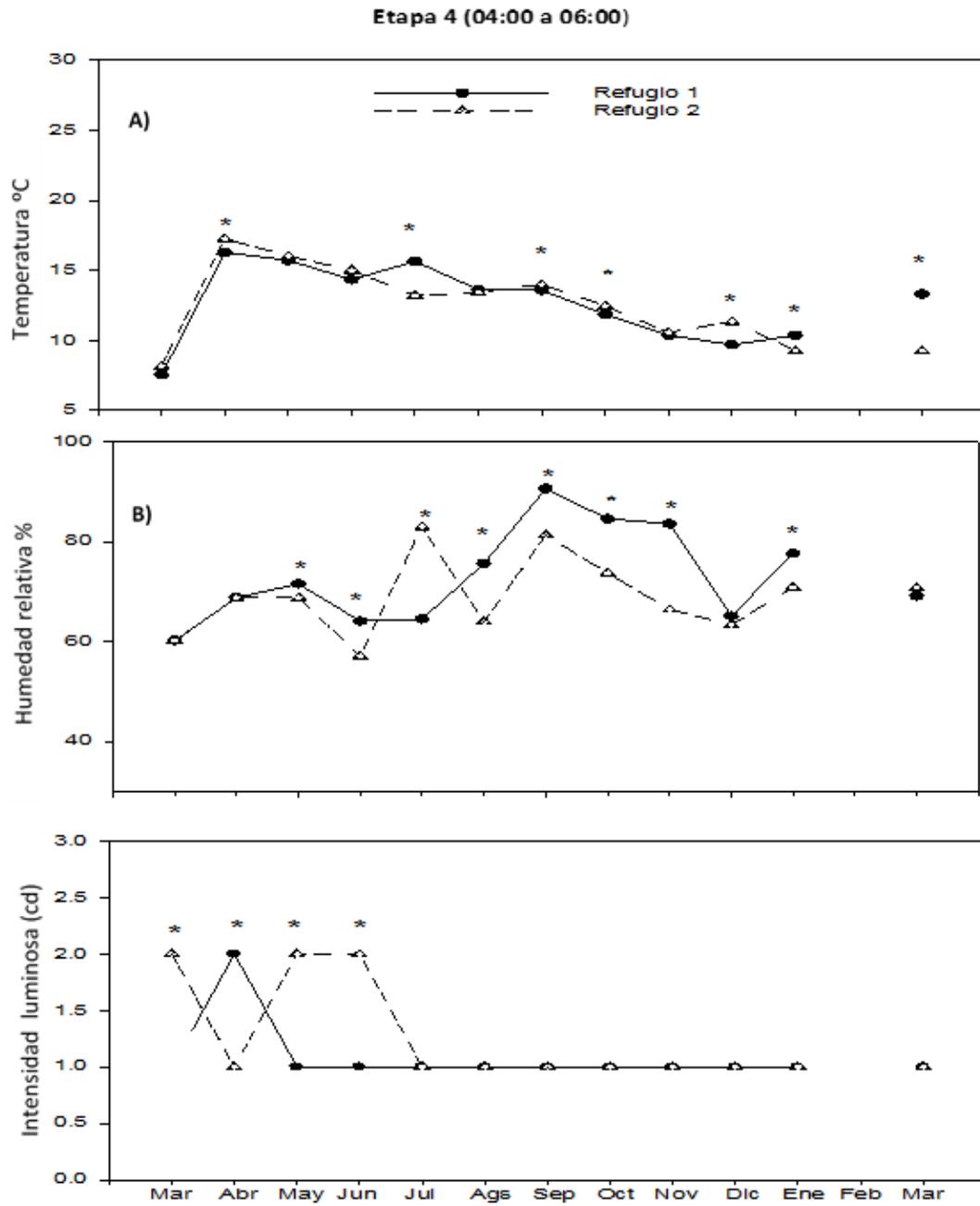


Figura 14. Variación de la temperatura, humedad relativa e intensidad luminosa de marzo de 2011 a marzo de 2012 para la habitación 1, 2 en la etapa 4 (04:00 a 06:00). El asterisco (*) indica diferencias significativas en los diferentes refugios para los valores de una misma variable en el mismo mes (Kruskal-Wallis, Bonferroni $p < 0.05$).

7.3. Características de las poblaciones

7.3.1 Estructura de edades y relación de sexos

De un total de 247 individuos capturados de *M. velifer* y *T. brasiliensis*, el 76.7% fueron adultos y el 23.3 % juveniles (Figura 15). En las seis especies capturadas hubo una mayor proporción de adultos.

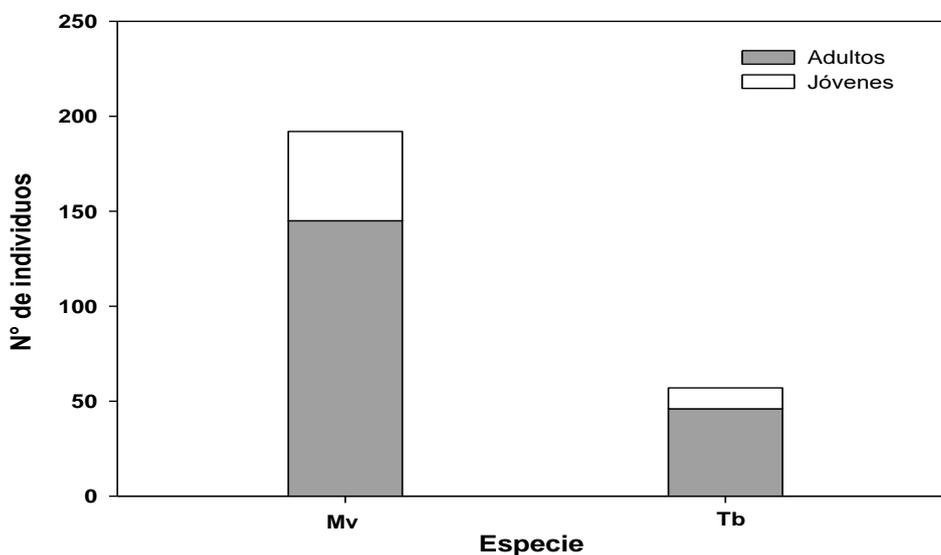


Figura 15. Número de adultos y juveniles capturados de *M. velifer* (Mv) y *T. brasiliensis* (Tb) durante el periodo febrero del 2011 a marzo del 2012.

En el caso de *T. brasiliensis* la edad predominante fueron los adultos en relación con los juveniles, con una proporción de 1:0.03. Es interesante notar que no se capturaron hembras jóvenes en ningún mes, y en el caso de los machos jóvenes, estos se capturaron durante febrero, mayo y junio. Las hembras adultas se encontraron en marzo, abril y octubre, mientras que los machos se encontraron de febrero a diciembre (Figura 9).

Como se puede ver en la Tabla 4, en ambas especies los machos fueron más abundantes que las hembras, y en el caso de *M. velifer* la proporción total de sexos fue de 0.13:1, mientras que para *T. brasiliensis* fue de 0.26:1.

| Mes | <i>Myotis velifer</i> | | | <i>Tadarida brasiliensis</i> | | |
|-------------------|------------------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|---------------|--------------|
| | Hembras | Machos | H:M | Hembras | Machos | H:M |
| | Proporción | | | Proporción | | |
| Febrero-11 | 0 | 3 | 0:1 | 0 | 9 | 0:1 |
| Marzo-11 | 1 | 3 | 0.3:1 | 2 | 2 | 0.5:1 |
| Abril | 1 | 5 | 0.2:1 | 12 | 11 | 1:1 |
| Mayo | 0 | 6 | 0:1 | 0 | 8 | 0:1 |
| Junio | 2 | 45 | 0:1 | 0 | 6 | 0:1 |
| Julio | 5 | 18 | 0.2:1 | 0 | 1 | 0:1 |
| Agosto | 8 | 26 | 0.2:0 | 0 | 6 | 0:1 |
| Septiembre | 0 | 25 | 0:1 | 0 | 2 | 0:1 |
| Octubre | 2 | 2 | 1:1 | 1 | 2 | 0.5:1 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0:0 | 0 | 2 | 0:1 |
| Diciembre | 0 | 0 | 0:0 | 0 | 1 | 0:1 |
| Enero | 0 | 0 | 0:0 | 0 | 0 | 0:0 |
| Febrero | 0 | 0 | 0:0 | 0 | 0 | 0:0 |
| Marzo- 12 | 5 | 22 | 0.2:1 | 0 | 7 | 0.2:1 |

Tabla 4. Proporción de sexos de cada especie a lo largo del estudio.

7.3.2. Tamaño de los individuos

En relación a el tamaño de los individuos (indicado por la longitud del antebrazo y el peso corporal), observamos que *Myotis velifer* presenta un menor peso y una mayor longitud del antebrazo que *Tadarida brasiliensis* (Tabla 5).

En ambas especies la longitud del antebrazo de los juveniles es ligeramente menor a la obtenida en los adultos. Asimismo, los pesos corporales fueron menores en los juveniles que en los adultos.

| <i>Especie</i> | <i>Adultos</i> | | <i>Jóvenes</i> | |
|------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Peso (g) | L.A. (mm) | Peso (g) | L.A. (mm) |
| <i>M. velifer</i> | 9.78±1.23 | 44.77±1.06 | 8.91± 2.86 | 44.64±2.04 |
| <i>T. brasiliensis</i> | 12.09±6.91 | 40.79±7.14 | 9.90 | 41.75±1.06 |

Tabla 5. Peso corporal y longitud del antebrazo (L.A.) de *M. velifer* y *T. brasiliensis*. Los valores indican el promedio ± desviación estándar.

Durante el vuelo de emergencia (Tiempo de salida de los murciélagos de sus refugios), en promedio, los individuos de *T. brasiliensis* comienzan su actividad antes del anochecer y 50 minutos antes que *M. velifer*, de la misma manera los individuos de *T. brasiliensis* regresan 90 minutos antes al refugio que *M. velifer*.

El peso promedio de los machos de *M. velifer* es de 9.1 ± 0.96 g al salir y de 9.9 ± 1.2 g a su regreso. Mientras que en las hembras el peso promedio fue de 8.8 ± 0.3 g al salir y de 9.9 ± 1 al regreso.

En el caso de *T. brasiliensis* los machos pesaron 10.3 ± 0.9 g al salir y 10.3 ± 0.4 g al regreso. Para las hembras el peso promedio al salir es de 11 ± 1.5 g y al regreso fue de 10.2 ± 0.6 g.

7.3.3. Aspectos reproductivos y anillamiento

Los machos de *M. velifer* tuvieron sus testículos grandes en junio, en cambio todas las hembras capturadas presentaron mamas pequeñas, excepto en junio cuando se capturó una hembra lactante.

Respecto a *T. brasiliensis* se encontraron machos con testículos escrotados en agosto, y hembras con mamas pequeñas o medianas en marzo y abril.

De los 250 individuos capturados y anillados, solo tres de *M. velifer* fueron recapturados (Tabla 6) y 13 de *T. brasiliensis* (Tabla 7).

| N° de anillo | Captura | Primera recaptura |
|---------------------|----------------|--------------------------|
| av349 | Mayo-11 | Julio-11 |
| av448 | Agosto-11 | Marzo-12 |
| av466 | Septiembre-11 | Marzo-12 |

Tabla 6. Individuos recapturados de *M. velifer*

| <i>N° de anillo</i> | <i>Captura</i> | <i>Primera recaptura</i> | <i>Segunda recaptura</i> |
|----------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| av339 | Abril-11 | Mayo-11 | Julio-11 |
| av343 | Abril-11 | Mayo-11 | Agosto-11 |
| av351 | Mayo-11 | Junio-11 | |
| av336 | Abril-11 | Junio-11 | |
| azul99 | Abril-11 | Junio-11 | |
| av353 | Mayo-11 | Junio-11 | |
| av328 | Abril-11 | Agosto-11 | |
| av352 | Mayo-11 | Agosto-11 | |
| av338 | Abril-11 | Noviembre-11 | Marzo-12 |
| av92 | Marzo-11 | Marzo-12 | |
| av397 | Junio-11 | Marzo-12 | |
| av499 | Marzo--11 | Marzor-12 | |
| av465 | Septiembre-11 | Marzo-12 | |

Tabla 7. Individuos recapturados de *T. brasiliensis*

8. DISCUSIÓN

La Hacienda La Almeyra es utilizada como refugio por *Eptesicus fuscus*, *Myotis volans*, *M. Thysanodes*, *M. californicus*, *M. velifer* y *Tadarida brasiliensis*. Todas estas especies se sabe que pueden vivir asociadas en un mismo refugio (Fitch *et al.*, 1981; Wilkins, 1989; Tinkle, 1965, Villa, 1962), sin embargo, en el presente estudio se encontró que aunque se encuentran dentro de la misma estructura (Hacienda “La Almeyra”), no utilizan los mismos sitios para refugiarse, ya que cada especie selecciona un área diferente (Tabla 1).

En el caso particular de las especies de interés se encontró que en R1 se capturaron más individuos de *M. velifer* y en el R2 una mayor cantidad de *T. brasiliensis* (Figura 8). Por lo que con nuestros datos podemos decir que ambas especies muestran una selección por un refugio en particular.

La selección del refugio involucra comportamientos innatos y aprendidos a través de los cuales el organismo elige que componentes del ambiente usara para beneficiarse (Krebs y Davis, 1993). Una de las explicaciones por las que suponemos se produce esta selección, es porque cada especie tienen requerimientos fisiológicos diferentes que la obligan a buscar condiciones microclimáticas específicas (Vonhof y Barclay 1996; Sedgeley 2001; Ruczynski 2006). Los murciélagos que tienen comportamiento heterotermo, como *M. velifer*, usan refugios con temperaturas más frías. Ya que estas especies emplean el letargo como un mecanismo para vivir en estos ambientes (Willis, 2006), pues al bajar la temperatura del cuerpo ahorran energía y agua durante los periodos fríos y de escasez de alimentos (Webb *et al.*, 1993).

En cambio *T. brasiliensis* se comporta como homeotermo y utiliza refugios más calidos (7.8 °C) en comparación con *M. velifer* (7.0 °C).

Ávila-Flores y Medellín, 2004 reportan que los factores prevaecientes al interior de los refugios, que más influyen sobre la fisiología de los murciélagos, son la temperatura, humedad, flujo de aire, intensidad de la luz, seguridad y proximidad a zonas de alimentación. Estos autores observaron diferencias en cuanto a la preferencia por determinada temperatura entre algunas familias de quirópteros, por ejemplo, las especies heterotermas pertenecientes a la familia Vespertilionidae ocuparon las cuevas más frías (1.6-29.8°C), mientras que los miembros homeotérmicos ocuparon refugios más cálidos (14.5 - 37.5°C). Nuestros resultados para temperatura promediados a lo largo del año, nos indican que el R1 elegido por *Myotis velifer* es 0.8 °C menor que la del R2 (7.0 °C vs 7.8 °C), y en las comparaciones por etapa esta diferencia es un poco más marcada, sobre todo en la etapa 1 que es en el momento en que están presentes los individuos dentro del refugio, donde la temperatura promedio para esta etapa en el R1 es de 15.2° C y en el R2 es de 16.4 °C

VARIABLES AMBIENTALES

La información disponible sobre las preferencias ambientales del refugio de *M. velifer* y *T. brasiliensis* proviene de estudios hechos en colonias que ocupan la parte norte de su área de distribución. Por ejemplo, las cuevas que usa *T. brasiliensis* en Estados Unidos varían entre 23°C y 38°C, mientras que en el presente trabajo se registraron temperaturas más bajas, entre 7.8 y 27.3 °C (Fig. 10).

Para *M. velifer* se han reportado en poblaciones de Estados Unidos temperaturas entre 18 y 27 °C, en cambio los registros de temperatura para algunas cuevas del centro de México son menores, en Tlaxcala se han registrado temperaturas por debajo de los 12°C (Arratia, 2000), mientras que en el presente trabajo se registraron valores de 7 a 28 ° C.

Las diferencias entre las temperaturas que se reportan para Estados Unidos y México posiblemente puedan deberse a la etapa del ciclo biológico en que los individuos se encuentren, ya que las condiciones que cada etapa requiere dentro de un refugio no será la misma cuando se esté en temporada de reproducción, parto, crianza o letargo (Twente, 1955; Kunz, 1982; Ávila, 2004). De acuerdo a nuestras capturas en los refugios se encuentran más machos que hembras, no encontramos hembras preñadas o lactantes para ninguna de las dos especies, en el periodo en que los machos habitan en la hacienda de acuerdo con la información bibliográfica que se tiene disponible sobre la biología de las especies, nos indican que se está llevando a cabo la espermatogénesis.

Los reportes para ambas especies provienen de sitios donde podemos observar una alta cantidad de individuos concentrados (entre 3000 y 5000 individuos) y en el momento en que las hembras van a dar a luz o están en época de lactancia por lo que sus refugios deben de ser más calientes para minimizar costos energéticos y así favorecer el desarrollo embrionario y la producción de leche para la nutrición de las crías posterior al parto (Hutchinson y Lacki 2001; Kerth *et al.*, 2001; Lausen y Barclay 2003; Willis y Brigham 2005). Por otro lado mientras las hembras están en etapa de parto y lactancia los machos se encuentran en

otras colonias utilizando refugios más fríos en comparación con las hembras que les permiten minimizar el gasto de energía y lograr suficientes reservas de grasa antes del apareamiento o de la hibernación (Hamilton y Barclay 1994). Y considerando que la cantidad de machos capturados en la hacienda es mucho mayor que el de hembras, podemos suponer que nuestro lugar de estudio puede tratarse de una colonia de machos.

La humedad relativa fue un 7% más alta en R1 (69%) que en R2 (62%), el período de mayor humedad ocurrió cuando el número de murciélagos disminuyó (septiembre-noviembre), y esto puede estar relacionado con la precipitación que afectó negativamente la actividad o presencia de los murciélagos, (Erickson y West, 2000; Erkert, 1982) por lo que los murciélagos de *M. velifer* se desplazaron hacia otras zonas o refugios, mientras que la población de *T. brasiliensis* disminuyó (Figura 10).

La humedad dentro de los refugios es un factor importante, una alta humedad reduce la pérdida de calor por evaporación y evita la deshidratación (Webb 1995; Sedgeley, 2001; Kunz, y Lumsden. 2003).

Al presentar una mayor humedad el R1 permite que la temperatura pueda mantenerse más baja y estable en comparación con el R2 y el exterior.

La mayor intensidad luminosa se registró para el R2. Lo que puede explicar que esté presente una mayor temperatura en comparación con el R1 ya que durante el día está más expuesto a los rayos solares.

Un aspecto frecuentemente relacionado con los ciclos de los murciélagos es el cambio estacional de las condiciones meteorológicas, que se sabe afectan la disponibilidad de los recursos alimenticios de los murciélagos (Van Schaik *et al.*,

1993; Wolda, 1978) y esta puede ser una causa por la que el número de murciélagos de ambas especies disminuyen en los meses es que la temperatura comienza a bajaren la zona. Se observa de manera evidente que el número de individuos capturados fue variado durante todo el año de muestreo, los factores meteorológicos influyeron en la captura de los individuos, por ejemplo en el mes de febrero del 2011 se capturaron individuos de ambas especies, sin embargo en febrero del 2012 no se capturo ningún individuo y esto haber ocurrido porque en ese momento se presentaba en la zona mal tiempo, lo que provoco un descenso en la temperatura con ligeras lluvias, lo cual pudo provocar la disminución de la actividad de los individuos que ya se encontraban en la zona. Se tiene reportado que la disminución de la temperatura reduce la actividad de los murciélagos (Erickson y West, 2000), tal y como podemos ver en nuestro estudio ya que en los meses en que bajó la temperatura en la zona (octubre a enero) los individuos de *M. velifer* desaparecen del lugar y las capturas de *T. brasiliensis* disminuyeron.

Otro factor que se sabe afecta la actividad de los murciélagos es la iluminación lunar (Erkert, 1982). Sin embargo, en nuestro estudio, los días de captura fueron programados para que estas condiciones no fueran una variable más, ya que el muestreo coincidió con los días de luna llena.

El seguimiento de los individuos a lo largo de 14 meses nos permitió determinar que la especie *M. velifer* no se encuentra todo el tiempo en el sitio si no que comienza a llegar posiblemente a finales de febrero y se va en octubre, el momento en que más individuos se capturaron fue junio y agosto con 32 individuos.

El porcentaje de individuos recapturados sugiere que *M. velifer* y *T. brasiliensis* tiene poca fidelidad al refugio y esto podría deberse a la disponibilidad y cercanía de otros refugios, en los murciélagos se ha documentado una relación inversa entre la fidelidad al refugio y la disponibilidad de sitios para albergarse, por lo que se espera una baja fidelidad al haber una mayor disponibilidad de éstos, pues en caso de disturbio o alguna modificación en las condiciones de alguno de sus refugios pueden utilizar otros lugares alternativamente (Lewis, 1995). Si bien no realizamos exploraciones en la cercanía de la hacienda para localizar potenciales refugios, la localidad presenta sitios que muy probablemente pueden ser utilizados por los murciélagos.

Se tiene información de que las poblaciones de *M. velifer* del centro de México realizan desplazamientos en un gradiente altitudinal de manera estacional, donde realizan diferentes aspectos de su biología, como la hibernación, reproducción y crianza, en zonas altas (alrededor de 3000 msnm) se lleva a cabo la hibernación y apareamientos, en zonas intermedias (alrededor de 2000 msnm) y que es el caso de nuestra zona de estudio, los individuos están en etapa de espermatogénesis y en zonas bajas (alrededor de 1000 msnm) se lleva a cabo los nacimientos y lactancia (Arratia, 2000; López-Wilchis y León-Galván datos no publicados; Vela, 2013).

Si bien este estudio no estuvo enfocado a investigar este proceso nuestros resultados aportan una evidencia más de que en efecto los individuos de *M. velifer* en el momento en que llega la época de hibernación se desplazan hacia algún otro lugar y esto puede ser debido que en la hacienda no se presenten las condiciones para llevar a cabo este proceso ya que datos de una población

cercana a nuestra zona de estudio indican que la especie requiere de una temperatura menor a los 12°C para poder entrar en letargo (Arriata, 2000), nuestro refugio de estudio mantiene durante lo largo del año una temperatura mínima de 7 °C , una máxima de 28.7°C y una media de 15°C (Tabla 2), por lo que este refugio no cuenta con las condiciones que los individuos requieren para la hibernación. Ni tampoco es un lugar apto para el parto y la lactancia ya que en el centro de Mexico se han reportado colonias con presencia de hembras lactantes en zonas con un clima semicalido y con temperaturas media anuales de 20° C (Vela, 2013).

A diferencia de *M. Velifer*, *T. brasiliensis* se encuentra prácticamente todo el año sin embargo es una población muy pequeña la que habita el refugio.

Los datos de recapturas nos indican que algunos individuos permanecieron en la zona durante los meses de muestreo ya que se lograron recapturar 13 individuos en meses casi consecutivos (Tabla 6), durante el tiempo en que se estuvo muestreando la zona, el refugio 2 donde se resguardaba los *T. brasiliensis* sufrió algunos daños en el techo debido al deterioro de la hacienda, y por lo cual una parte del techo se derrumbó (Fig.17), esto pudiera ser una razón del porque el número de individuos fue disminuyendo a lo largo de los meses, ya que al quedar más expuesto el refugio a las condiciones ambientales del exterior su temperatura y humedad relativa se alteró en comparación con las del año anterior (Figura 10).



Figura 17. Daños en el techo del refugio 2 donde se resguarda *Tadarida brasiliensis*. A) Techo al inicio de los muestreos. B) Techo destruido en el mes de Enero del 2012.

Caracterización de la población de individuos que habitan en los refugios.

Sexo y edad

El refugio fue usado principalmente por machos de *M. velifer* (107 adultos y 47 jóvenes), y las hembras solo estuvieron presentes en bajo número (24) durante marzo, abril, agosto y octubre. En esta especie, las hembras dan a luz a sus crías en junio y julio (Fintch et al., 1981) y requieren de refugios con una temperatura promedio superior a los 20°C (Shauna, 2009; Ángelo, 2009). Condiciones que el refugio de la hacienda no cumple ya que nuestra media anual para R1 fue de 15.0°C (Tabla 2). En las fechas en que se capturaron las hembras podemos suponer que se desplazaban hacia las colonias de maternidad (en marzo y abril), en agosto y octubre se dirigían de sus colonias de maternidad hacia sus refugios de hibernación, por lo que podemos pensar que

las hembras utilizan el refugio como una estación en su recorrido para llegar a sus destinos finales.

En el caso de *T. brasiliensis*, el refugio es utilizado también en mayor proporción por machos adultos (46 adultos y 11 jóvenes) y en menor proporción por las hembras (15 adultas). De la misma manera que *M. velifer* las hembras de *T. brasiliensis* cuando están dando a luz a sus crías, requieren de refugios con una temperatura promedio superior a los 24 °C, condiciones que el refugio estudiado no presenta ya que nuestra media anual para R2 fue de 15.1 °C (Tabla 2).

Las colonias en el suroeste de los Estados Unidos y el norte de México son migratorias, y pasan el invierno en el centro de México (Villa, 1956) (figura 3B). Se observa que los machos se mueven distancias más cortas que las hembras y permanecen en el centro de México, por lo que la población que podemos estar encontrando en la hacienda debe tratar de una colonia de machos mientras que las hembras se encuentran en otro refugio que contenga las características requeridas para la crianza.

Periodo de actividad

El registro de individuos capturados al salir y al regresar a las habitaciones nos indica que los individuos de *T. brasiliensis* comienzan su actividad antes que *M. velifer*. La actividad de *T. brasiliensis* comienza al atardecer y 50 minutos antes que los individuos de *M. velifer*, de la misma manera los individuos de *T. brasiliensis* regresan primero a su zona de percha mientras que *M. velifer* regresa 90 minutos después. El tiempo promedio en que los individuos de *T. brasiliensis* se tardan en salir y regresar es de 90 minutos y el tiempo de *M.*

velifer es de 120 minutos (Figura 8). Durante el tiempo en que los individuos están forrajeando ganan aproximadamente 1 gramo para los individuos de *M. velifer* quienes presentan un peso promedio al salir a forrajear de 9.6 gramos y al regreso del forrajeo presentan un peso promedio de 10.5 gramos. Para *T. brasiliensis* se presenta un peso promedio al salir a forrajear de 10.3 gramos y de 10.5 al regreso.

9. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos es posible concluir que:

- La población de *M. velifer* y *T. brasiliensis* que se encuentra en la hacienda “La Almeya”, seleccionan diferentes refugios diurnos dentro de la misma construcción.

- Tomado los datos de la etapa 1 que es cuando los murciélagos se encuentran dentro de los refugios, R1 se caracterizó por presentar una temperatura promedio menor (14.4°C) que la temperatura promedio del R2 (15.3°C). Mientras que se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas de los refugios en 5 de los 7 meses en que *M. velifer* permanece en la hacienda; mientras que para *T. brasiliensis* se encontraron diferencias significativas en las temperaturas de los refugios en 7 de los 10 meses en que se encuentran en la hacienda.

- La humedad relativa para la etapa 1 fue mayor para el R1 (72.9%) que para el R2 (65.7%). Y se encontraron diferencias significativas entre la humedad relativa de los refugios en 4 de los 7 meses en que *M. velifer* permanece en la hacienda; mientras que para *T. brasiliensis* se encontraron diferencias significativas en la humedad relativa de los refugios en 6 de los 10 meses en que se encuentran en la hacienda.

- La intensidad luminosa para la etapa 1 fue mayor para el R2 (15.3 cd) que para el R1 (9.1 cd). Y se encontraron diferencias significativas entre la intensidad luminosa de los refugios en 5 de los 7 meses en que *M. velifer* permanece en la hacienda; mientras que para *T. brasiliensis* se encontraron diferencias significativas en la intensidad luminosa de los refugios en 7 de los 10 meses en que se encuentran en la hacienda.

- *Myotis velifer* usa temporalmente el refugio durante los meses de marzo a octubre, siendo junio el mes en que mas individuos se capturaron. Mientras que *T. brasiliensis* se encuentra prácticamente todo el año con excepción de diciembre y enero, la mayor cantidad de individuos se reúne en el mes de abril.

- Para ambas especies la población está compuesta principalmente por machos, en el caso de *M. velifer* la proporción total de sexos fue de 0.13:1, mientras que para *T. brasiliensis* fue de 0.26:1. La mayoría de los machos son adultos, seguido de machos jóvenes y solo en algunos meses se encuentra hembras en los refugios.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Arita, H. T. 1993. Conservation Biology of the Cave Bats of Mexico. *Journal of Mammalogy*. 74(3): 693-702.
- Anthony E.L.P.1988. Age determination in Bats. In: *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats* (T. H. Kunz, ed.). Smithsonian Institution Press, Washington D.C. 47-58.
- Arratia, G.S. 2000. Algunos aspectos básicos de la biología de *Myotis velifer* (Chiroptera: Vespertilionidae) durante un ciclo anual en los estados de Puebla y Tlaxcala. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México, 86 p.
- Avila-Flores R., y A.R. Medellin. 2004. Ecological, taxonomic and physiological correlates of cave use by Mexican bats. *Journal of Mammalogy*. 85: 675-687.
- Baudinette. R.V., S. K. Churchill., K.A. Christian. J. E. Nelson y P.J. Hudson. 2000. Energy, water balance and the roost microenvironment in three Australian cave- dwelling bats (Microchiroptera). *Journal of Comparative Physiology B*. 170: 439-446.
- Campbell, S., G. Coulson, y L. F. Lumsden. 2010. Divergent Microclimates in Artificial and Natural Roosts of the Large-Footed Myotis (*Myotis macropus*). *Acta Chiropterologica*. 12:173-185.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp.
- Clyde, F. H. II.1963. Temperature Regulation of Mexican Free-Tailed Bats in Cave Habitats. *Journal of Mammalogy*. 44, (4): 560-573.
- Cockrum, E.L. 1969. Migration in the guano bat, *Tadarida brasiliensis*. *Miscellaneous Publications, the University of Kansas Museum of Natural History*, 51, 303–336.

- Davis, R., C. Herreid, H. Short. 1962. Mexican Free-Tailed Bats in Texas. *Ecological Monographs*, 32/4: 311-346.
- Donald W. Tinkle and Irvin G. Patterson. 1965. A Study of Hibernating Populations of *Myotis velifer* in Northwestern Texas. *Journal of Mammalogy*, 46, (4), 612-633.
- Erickson, J. L. y S. D. West. 2002. The influence of regional climate and nightly weather conditions on activity patterns of insectivorous bats. *Acta Chiropterologica*. 4: 17-24.
- Erkert, H. G. 1982. Ecological aspects of bat activity rhythms. Pp. 201–242: *Ecology of bats* (T. H. Kunz, Ed.). Plenum Press, New York, 425.
- Everette A. L., O'Shea T. J., Ellison L. E., Stone L. A., McCance J. L. 2001. Bats use of a high-plains urban wildlife refuge. *Wildlife Society Bulletin* 29:967–973.
- Farney y Fleharty, 1969. Aspect ratio, loading, wing span, and membrane areas of bats. *J. of Mammal.*, 50:326-367.
- Ferrara, F.J., y P. L. Leberg. 2005. Characteristics of positions selected by day-roosting bats under bridges in Louisiana. *Journal of Mammalogy* 86:729–735.
- Fitch, J. H y K A. Shum and A. U. Shum. 1981. *Myotis velifer*. *Mamalian Species*, No. 149. 1-5.
- Furlonger C. L., Dewar H. J., Fenton M. B. 1987. Habitat use by foraging insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology* 65: 284–288.
- Gaisler J., Zukal J., Rehak Z., Homolka M. 1998. Habitat preference and flight activity of bats in a city. *Journal of Zoology (London)* 244:439–445.
- Geggie J. F., Fenton M. B. 1985. A comparison of foraging by *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in urban and rural environments. *Canadian Journal of Zoology* 63:263–266.

- Gracia, E. 1964. Modificaciones al sistema de Clasificación Climática de Copen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Ed. Offset Largos. México.
- Hamilton, I. y R.M.R. Barclay 1994. Patterns of daily torpor and day-roost selection by male and female big brown bats (*Eptesicus fuscus*). Canadian Journal of Zoology. 72: 744–749.
- Hairbrush. C. y Racy P. A. 2006. The sessile serotype: the influence of roost temperature on philopatry and reproductive phenology of *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) (Mammalia: Chiroptera). Acta Chiropterologica, 8(1): 213–229.
- Hutchinson, J.T. y Lacki M.J. 2001. Selection of day roosts by red bats in mixed mesophytic forests. Journal of Wildlife Management. 64: 87–94.
- Jones G., Jayne A. F. 1988. Bats in Avon: their distribution in relation to the urban environment. Proceedings of the Bristol Naturalists-Society 48:31–5.
- Keeley, A.T.H y Keeley B.W. 2004. The mating system of *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in a large highway bridge colony. Journal of Mammalogy, 85, 113–119.
- Kerth, G., Reckardt, K., 2003. Information transfer about roosts in female Bechstein's bats: an experimental field study. Proceedings of the Royal Society London Biological Sciences 270, 511–515.
- Krebs, J.R. & Davis, N.B. (1993). An introduction to behavioural ecology, 3rd edn. Blackwell, London.
- Kunz T.H., J.R. Choate y S.B. George. 1980. Distributional records for three species of mammals in Kansas. Transactions of the Kansas. Academy of Sciences, 83, 74–77
- Kunz, T. H. 1982. Roosting ecology of bats. Ecology of bats. New York, Plenum Press, 1–55, 425.

- Kunz, T. H. y L. F. Lumsden. 2003. Ecology of cavity and foliage roosting bats. In *Bat ecology*, T. H. Kunz y M. B. Fenton (eds). University of Chicago Press, Illinois, 156–189.
- Krutzsch, P., T. Fleming, E. Crichton. 2002. Reproductive biology of male Mexican free-tailed bats (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Journal of Mammalogy*, 83/2: 489-500.
- Krutzsch P. (2009) The reproductive biology of the cave myotis (*Myotis velifer*). *Acta Chiropterologica* 11: 89-90.
- Lausen C.L. y R.M.R. Barclay. 2003. Thermoregulation and roost selection by reproductive female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices. *Journal Zoology*. 260: 235–244.
- León-Galván M.A., J. M. D. Martínez., V. R. M. Viguera., L. M. B. García., R. López-Wilchis y G. A. Rosado. 2010. Relación de la temperatura ambiental y la temperatura corporal y escrotal con los procesos de espermatogénesis y de almacenamiento epididimario de espermatozoides en un murciélago estacional (*Corynorhinus mexicanus*). Simposio Internacional: Fisiología.
- Lewis, S.E. 1995. Roost fidelity of bats: a review. *Journal of Mammalogy* 76:481–496.
- Lipez-Vidal J. C.2004. Biología de *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) en la cueva de “El Salitre”, Mezquitlan, Hidalgo. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. México D.F. 117 p.
- López-Wilchis R. 1989. Biología de *Plecotus mexicanus* (Chiroptera: Vespertilionidae) en el estado de Tlaxcala. Tesis doctoral, México D.F. 227.
- McCracken, G.F. y G.S. Wilkinson. 2000. Bat mating systems. In: *Reproductive Biology of Bats*. Academic Press, New York. 321-362.

- McWilliams, L.A. 2005. Variation in Diet of the Mexican Free-Tailed Bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Journal of Mammalogy*, 86 (3) 599-605.
- Medellín, R. A. y. W. López-Forment. 1986. Las cuevas: un recurso compartido. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoológica*. UNAM, México. 55(3): 1027-1034.
- Medellín, R. A., H. T. Arita, y O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo, segunda edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México – Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Neuweiler G (2000) *Biology of bats*. Oxford University Press, New York
- Norberg, U. M. y J. M. V. Rayner. 1987. Ecological Morphology and Flight in Bats (Mammalia: Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance, Foraging Strategy and Echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*. 316: 335-427.
- Ortiz-Ramirez D., C. Lorenzo, E. Naranjo y L. León-Paniagua. 2006. Selección de refugios por tres especies de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 261-270.
- Primack, R.B. 2000. Global climate change and biodiversity. In *A Threat to Life: The impact of Climate Change on Japan's Biodiversity*. A. Domoto, K. Iwatsuki, T. Kawamichi, and J. McNeely (eds.). Tsukiji-Shokan Publishing Co., Japan.
- Racey PA. 2009. Reproductive assessment of bats. In: Kunz TH, Parsons S, editors. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Johns Hopkins Univ. Press; pp. 249–364.
- Ramírez-Pulido J., C. Galindo-Galindo., A. Castro-Campillo., A. Salame-Méndez, M. A. Armella. 2001. Colony size fluctuation of *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) and temperature characterization in a Mexican cave. *The Southwestern Naturalist*. 46 (3), 358-362

- Ramírez-Pulido J., N. González-Ruiz, A.L. Gardner, J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico, Special Publications, Museum of Texas Tech University, 63. 1–69
- Ramos A. R. 2004. Aplicación de imágenes satelitales para determinar el clima y la radiación solar en el estado de Puebla y la geohidrología de su zona norte. *Ciencia Ergo Sur*. Vol. 10: 283-394.
- Randall, D.J., Burggren, W.W., French, K. y Fernald, R. 2002. *Eckert's animal physiology*. 5ª ed. W.H. Freeman, New York. 768.
- Romano, M. C., J.I. Maidagan y E. F. Pire. 1999. Behavior and demography in an urban colony of *Tadarida brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) in Rosario, Argentina. *Rev. Biol. Trop.*, 47(4): 1121-1127.
- Russel A.L., R. A. Medellín y G. F. Mccracken. 2005. Genetic variation and migration in the Mexican free-tailed bat (*Tadarida brasiliensis mexicana*). *Molecular Ecology*. 14, 2207–2222.
- Rydell J. y J. R. Speakman. 1985. Evolution of nocturnality in bats: Potential competitors and predators during their early history. *Biological Journal of the Linnean Society* 54: 183–191.
- Ruczynski, I. 2006. Influence of temperature on maternity roost selection by noctule bats (*Nyctalus noctula*) and Leisler's bats (*N. leisleri*) in Bialowieza primeval Forest, Poland. *Canadian Journal of Zoology* 84: 900–907.
- Rzedowski, J. 1981. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México. 432.
- Sánchez-Hernández, C. y M. L. Romero-Almaraz. 1995. Murciélagos de Tabasco y Campeche. Una propuesta para su conservación. *Cuadernos del Instituto de Biología*. UNAM, México. 24. 1-215.
- Sánchez, O., López-Ortega, G. y López-Wilchis, R. (1989) Murciélagos de la Ciudad de México y sus Alrededores. En: *Ecología Urbana* (Gío-Argáez, R., Hernández Ruiz, I. y Sáinz-Hernández, E., eds), DDF, CONACyT,

- UNAM, SEDUE, SEP, Sociedad Mexicana de Historia Natural, UAM, México, D.F., pp. 141–165.
- Sedgeley J.A. 2001. Quality of cavity microclimate as a factor influencing selection of maternity roosts by a tree-dwelling bat, *Chalinolobus tuberculatus*, in New Zealand. Ecological Society, Journal of Applied Ecology, 38,425–438.
- Speakman JR. 1995. Chiropteran nocturnality. Symp Zool Soc Lond 67:187–201.
- Speakman, J. R. 2000. The cost of living: field metabolic rates in small mammals. Adv. Ecol. Res. 30,177-297.
- Speakman, J. R. & Racey, P. A. 1987. The energetics of pregnancy and lactation in the brown long-eared bat, *Plecotus auritus*. In: Recent Advances in the Study of Bats (Ed. by M. B. Fenton, P. A. Racey & J. M. V. Rayner), pp. 367–393
- Stawski C. y F. Geiser. 2011. Do season and distribution affect thermal energetics of a hibernating bat endemic to the tropics and subtropics. AJP - Regulatory, Integrative, and Comparative Physiology. 301.
- Teniente F. M de J. 2008. Tesis. Diseño de un plan de interpretación para la conservación de la cueva “las grutas” de ciudad Hidalgo, Michoacán. Universidad Nacional Autónoma de México. 22-27.
- Thewissen J.G.M., S. K. Babcock.1992. The origin of flight in bats. Bioscience. 42, 340-345 pp.
- Tinkle D. W. and Patterson I. G. 1965. A study of hibernating populations of *Myotis velifer* in northwestern Texas. Journal of Mammalogy. 46 (4): 612-633.
- Twente. J. W. 1955. Some Aspects of Habitat Selection and Other Behavior of Cavern-Dwelling Bats. Ecology. 36(4). 706-732.

- Webb, P.I. 1995. The comparative ecophysiology of water balance in microchiropteran bats. *Symposia of the Zoological Society of London*, 67, 203–218.
- Webb, P., J. R. Speakman, and P. A. Racey. 1996. How hot is a hibernaculum? A review of the temperatures at which bats hibernate. *Canadian Journal of Zoology* 74:761–765.
- Willis C.K.R. y R.M. Brigham. 2005. Physiological and ecological aspects of roost selection by reproductive female hoary bats (*Lasiurus cinereus*). *Journal Mammalogy*. 86: 85–94.
- Wilkins, K.T. 1989. *Tadarida brasiliensis*. *Mammalian species* 331: 1-10.
- Willmer, P.G., G.N. Stone., y I.A. Johnston. 2005. *Environmental physiology of animals*. 2ª ed. Blackwell Science, Oxford, U.K. 816.
- Villa-R., B. 1967. *Los murciélagos de México*. México. Universidad Nacional Autónoma de México. 491.
- Villa-R B, Cockrum E.L. 1962. Migration in the guano bat *Tadarida brasiliensis mexicana* (Saussure). *Journal of Mammalogy*, 43, 43–64.
- Vela, H. C. 2013. Descripción histológica y expresión de la serotonina en la glándula mamaria del murciélago *Myotis velifer*. aspectos relevantes durante la lactancia. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. México D.F. 102 p.
- Voigt C. C.y D. Lewanzik. 2011. Trapped in the darkness of the night thermal and energetic constraints of daylight flight in bats. *Proc. R. Soc. B*. 6.
- Vonhof M. y Barclay R.M.R. 1996. Roost-site selection and roosting ecology of forest-dwelling bats in southern British Columbia. *Canadian Journal of Zoology*. 74: 1797–1805.
- Zar, H.J. 1984. *Bioestatistical Analysis*. 2ª ed. Prentice Hall. New Jersey. 718.



CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO

La Universidad Autónoma Metropolitana extiende la presente CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO de MAESTRA EN BIOLOGIA de la alumna ZURISADAI MUÑIZ BAUTISTA, matrícula 210389181, quien cumplió con los 190 créditos correspondientes a las unidades de enseñanza aprendizaje del plan de estudio. Con fecha veinte de septiembre del 2016 presentó la DEFENSA de su EXAMEN DE GRADO cuya denominación es:

SELECCION DE REFUGIOS POR DOS ESPECIES DE MURCIÉLAGOS INSECTIVOROS DENTRO DE UNA CONSTRUCCIÓN ANTROPOGÉNICA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

Cabe mencionar que la aprobación tiene un valor de 40 créditos y el programa consta de 230 créditos.

El jurado del examen ha tenido a bien otorgarle la calificación de:

Aprobada

JURADO

Presidente

DR. JUAN CARLOS LOPEZ VIDAL

Secretario

M. EN C. MATIAS MARTINEZ CORONEL

Vocal

M. EN C. GERARDO LOPEZ ORTEGA

Vocal

DRA. CLAUDIA BALLESTEROS BARRERA