



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**“ESTUDIO POBLACIONAL DE *Myotis volans*
(Chiroptera: Vespertilionidae) EN LA RESERVA EL
PEÑÓN, VALLE DE BRAVO, ESTADO DE MÉXICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

PRESENTA

SERGUEI AXEL SANTAMARIA RUIZ

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. URI OMAR GARCÍA VÁZQUEZ

CIUDAD DE MÉXICO, 2019





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Puedes ir hacia atrás lo más que quieras. Yo propongo ir 185 millones de generaciones atrás; te darás cuenta de que tu ancestro de 185 millones de generaciones fue un pez.

– Richard Dawkins

Agradecimientos

El financiamiento económico para la realización de este proyecto fue facilitado por Peñitas de Godinez A.C. y la Reserva Ecológica “El Peñón”, así como la Dirección General de apoyo al personal, Universidad Nacional Autónoma de México, a Uri Omar García Vázquez (Proyecto PAPIIT-IN 221016).

Al jurado: Dr. Nahum David, M. en C. García Vázquez Uri Omar, M. en C. Ramírez Priego Nicté, Dr. Gutiérrez Granados Gabriel y al Biólogo Galindo Galindo Cristóbal.

Agradecimientos personales

A mi familia. Bueno, les ofrezco este escrito como parte de mi infinito agradecimiento y amor que tengo por ustedes. Agradezco a mi “pa”, Angel Santamaria Jiménez por haberme ayudado con sus conocimientos e ideales a sembrarme el gusto por la hermosa naturaleza, por ayudarme a pensar cuando estaba bloqueado y debatir el porqué de ese resultado. Gracias por siempre intentar darme lo mejor y siempre lograrlo. Gracias por apoyarme a tomar las decisiones correctas y guiarme en este camino tan difícil llamado vida. Gracias desde lo más profundo de mi cerebro. Agradezco a mi “ma”, Deyanira Ruiz Barragán, por siempre estar al pendiente de mí, de mi bienestar, de mi crecimiento, de mi panzota imposible de llenar. Gracias por ir a rescatarme cuando me hice pipí en el kínder, por ir a recogerme a la primaria para salir corriendo al entrenamiento, por cortarme mi cabello a las 12:00 a.m. porque al día siguiente no me dejarían pasar en la secundaria, por hacerme mis famosas tortas en la preparatoria y por acompañarme a mis partidos en la Universidad yendo en la cajuela del auto. Gracias desde lo más profundo de mi corazón. Agradezco a mi hermano Angel Santamaria Ruiz, por escucharme en situaciones difíciles, por hacerme reír, por hacer cosas divertidas conmigo, por enseñarme a ser fuerte en situaciones adversas. Gracias desde lo más profundo de mis mejillas.

Gracias a “Parchito”, Mariana Paola González Rendón, aunque tú digas que no me ayudaste en nada, llegaste en sexto semestre y aquí te has quedado en este largo camino. Siempre has estado en mis momentos frustrados, tristes, en mis momentos de sonrisas, los cuales muchos han sido causados por ti, en fin, te han tocado todos mis momentos. Gracias por ayudarme a crecer y hacer este pensamiento cuadrado en un pensamiento multidimensional. Gracias por tu ayuda a la hora de quitar murciélagos de la red y darles calor. Gracias por caminar conmigo y cargarme cuando caí. Gracias desde lo más profundo de mis labios.

A mi asesor Uri Omar García Vázquez por todos los conocimientos que compartió conmigo, por ayudarme a crecer académicamente y encaminarme a querer seguir en este mundo de la ciencia. Gracias por los regaños y por tantas correcciones.

Sylvia César Carbajal, por fin te escribo esto, esto que desde segundo semestre comenzamos. Me alegra que se hayan perdido, porque allí te hiciste mi pana, mi compa, mi hija. Gracias por todo el apoyo que me diste, por todos esos resúmenes que hacías para que yo los pudiera estudiar antes de la clase, por siempre ayudarme con los trámites infinitos de la escuela. Que buenos momentos viví contigo en las prácticas de campo, aprendiendo, asombrándonos, echando a perder, componiendo lo echado a perder; bajando super rápido de un lugar peligroso porque pensé que te habías muerto (nocierto-sicierto), gracias por alimentarme. Sé que siempre nos vamos a frecuentar y vas a ser mi amiga viejita que voy a seguir viendo a través de los años. Te quiero hartito.

Alan Vázquez Reyna, cainal, lomo plateado, pecho peludo, 200 en pierna, se me ocurren tantas cosas que decirte. Gracias por enseñarme tantas cosas, gracias por escucharme, gracias por compartir tus días conmigo. Gracias por motivarme con mis patas flacas en el gimnasio, gracias por ser el mejor dj del mundo de regreso del servicio, gracias por cagarte de la risa conmigo tantas veces. Podría escribir toda una tesis de nuestras aventuras, "Dr Agüita". Te quiero mucho, amigo, espero seguir contando con tu sincera amistad mucho tiempo más.

Oswaldo Romero García, amigo, amigo, primer amigo de la Facultad, gracias por tu apoyo y actitud positiva en todos los momentos, excepto cuando rompiste la Tomahawk. Gracias por tus consejos cuando la vida se veía oscura y gracias por contarme tus momentos de flaqueza y por escuchar también mis consejos.

Fernanda Salgado Valdez, amiga Ferts, muchas gracias por ser la persona más madura del team Valle, nos ayudaste a seguir vivos, alimentarnos, cuidarnos de las enfermedades, tener todo en orden. En fin... Te debemos la vida y la tesis, ¡LA TESIS! Gracias por tu amistad sincera y por siempre contemplarme para cualquier cosa. ¡GRACIAS!

Luis Raí Sánchez, amigo, contigo comencé desde primer semestre, de hecho, eres unos de mis primeros amigos, después nos alejamos un poquito, pero me alegra muchísimo que nos hayamos vuelto a cruzar. Muchas gracias por todo, por llevar mi trasero tantas veces a Valle de Bravo, por ayudarme a atrapar a mis murcis, por ser mi pareja de padel (la mejor pareja del Predio). Gracias por tantas risas y momentos juntos. Espero conservar tu amistad para el resto de mi vidorra.

Gracias a todos mis compañeros de la carrera, que me gustaría escribirle a cada uno, pero sería más larga que la tesis, tal vez. Gracias a Diana (Sista), por ser mi nigga sista y abrirme las puertas de tu casa (mi casa) , Jael por ser tan buena persona conmigo y por invitarnos a la hermosa Oaxaca, Gabriel (amigui) por ser mi guía de conocimiento, Gaby, por ser un buen apoyo y compañera, Tete, por ser la

negra más honesta que he conocido, Jhon, por ser tan relajado y buen amigo, Alejandro Mendoza, por ser tan chévere.

Gracias a Johan Clemançon y Mariana Landavazo por todo el apoyo y las facilidades para llevar a cabo este proyecto. Les debemos una noche de muestreo con muchos murciélagos.

A la señora Bella y el señor Leo por habernos adoptado en todo momento y habernos procurado. Muchas gracias por su hospitalidad y cariño brindado hacia nosotros.

Al laboratorio de Sistemática de la FES Zaragoza por su compañerismo y críticas constructivas (Charly, Mabel, Romina, Uriel, Antonio, Lesly, Andrés, Jorge, Gaby).

Gracias a todos.

ÍNDICE

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Marco teórico	13
Antecedentes	14
Hipótesis	16
Objetivo General	17
Objetivos Particulares	17
Área de estudio	17
Trabajo de campo	19
Trabajo de laboratorio	23
Resultados	25
Discusión	32
Conclusión	36
Literatura citada	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	18
Figura 2. Primera cámara de la cueva	20
Figura 3. Segunda cámara de la cueva	20
Figura 4. Esquema del refugio utilizado por <i>Myotis volans</i>	21
Figura 5. Anillamiento de los ejemplares	22
Figura 6. Ejemplar marcado.	22
Figura 7. Ejemplares capturados por mes	25
Figura 8. Estructura de edades a través del período de muestreo	27
Figura 9. U de Mann-Whitney, biomasa entre la temporada húmeda y temporada seca.	29
Figura 10. Porcentaje de ejemplares parasitados por mes de muestreo	30
Figura 11. Árbol filogenético para los ejemplares parásitos	31
Figura 12. Ejemplar recolectado perteneciente al género <i>Noctilostrebla</i>	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de las proporciones sexuales por mes de la población de la <i>M. volans</i> en El Peñón, Valle de bravo	26
---	----

RESUMEN

Los estudios poblacionales son esenciales para la conservación de las especies, ya que de esta manera se puede medir como se ven afectados los parámetros de una población por efectos de la actividad humana o de manera natural y así realizar estrategias para un buen manejo de los recursos, además de una buena planificación. Hay especies que pueden mostrar cambios debido a perturbaciones en su hábitat, tales como su abundancia, actividad o composición a nivel poblacional o de comunidad a lo largo del tiempo, estas son llamadas especies indicadoras. Un ejemplo de estas especies indicadoras son los murciélagos por su amplia distribución, sus diferentes gremios tróficos y sensibilidad a los cambios en su hábitat.

Este trabajo tiene como objetivo describir datos poblacionales de murciélagos de la especie *Myotis volans*, que habitan una cueva ubicada en la “Reserva El Peñón” en el municipio de Valle de Bravo, Estado de México. Se realizaron 17 salidas mensuales a campo de octubre del 2016 a febrero del 2018 con una duración de tres noches cada una.

Se obtuvieron un total de 162 registros, de los cuales tres fueron recapturas. El mes donde se obtuvo el mayor número de ejemplares fue septiembre del 2017 con 50. Durante ocho meses no se obtuvo registro de ejemplares.

De los 162 ejemplares capturados, 97 (60.49%) fueron machos y 65 (40.51%) hembras.

Se registraron 137 (84.5%) adultos y 25 (15.5%) jóvenes.

La proporción de sexos fue de 65 hembras y 97 machos, que representan una proporción sexual de 0.67H: 1M.

De las 65 hembras capturadas, 19 (29.23%) se mostraron en condición de receptivas, las 46 (70.76%) restantes no mostraron características de preñadas o lactantes. Nueve (9.1%) machos con testículos escrotados fueron capturados.

La biomasa total fue de 1661.61 g. Para las temporadas de lluvia y seca no se encontraron diferencias significativas.

Se registraron 132 organismos parasitados, y 30 que no se encontraron bajo ningún tipo de ectoparasitismo. Los parásitos pertenecen al género *Noctiliostrebla*.

ABSTRACT

Population studies are essentials for species conservation, as in this way it can be measure how these parameters of a certain population could be affected and then create strategies for a good control of the resources, furthermore of a adequate planification. These disturbances can be caused due natural processes or by anthropogenic effects. There are species that can show changes because of the disturbances in their habitat, like abundance, activity or composition to population level or community through the time, these are called indicator species. Bats for their broad distribution, their different trophic guilds and sensibility to changes in their habitat are a great indicator. The objective is to describe population data on bats of the *Myotis volans* specie, that live in a cave located in "Reserva el Peñón" in the municipality of Valle de Bravo, Estado de México. There were made 17 samplings monthly, beginning in October 2016 to February 2018, with duration of three nights each sampling. We captured 162 specimens, which three of them were recaptured. The month with a major number of samples was September with 50. For eight months we did not register specimens. We registered 137 (84.5%) adults and 25 (15.5%) young's. Of the 162 specimens captured, 97 (60.49%) were males and 65

(40.51%) were females. The sexual proportion was 65 females and 97 males, that represent 0.67H:1M. Every month we found statistical similarities in the sexual proportions of the *Myotis volans* population. Of the 65 females captured, 19 (29.23%) showed in receptive status, the 46 (70.76%) remaining didn't show pregnant characteristics or breast status. Nine males with scrotal testicles were captured. The total biomass was 1661.61 g. We registered 132 parasitized specimens and 30 specimens without parasites. The parasites represent to *Noctilostrbla* genus.

INTRODUCCIÓN

Los cambios numéricos que presenta una población a través del tiempo se conocen como dinámica poblacional y consiste en analizar parámetros tales como el número de individuos que incrementan (natalidad e inmigración) o disminuyen (mortalidad y emigración) el tamaño de la población, la proporción de sexos y la estructura de edades (Emmel, 1975; Begon, 1999; Pianka, 2000).

La información sobre la dinámica poblacional es necesaria para conocer cómo pueden verse afectados los parámetros demográficos por condiciones adversas o favorables tanto de índole natural como las perturbaciones inducidas por actividades humanas (López-Vidal, 2004; Peñalba *et al.*, 2006), además de evaluar la pérdida de sitios de percha de hibernación y de maternidad, las matanzas intencionales y la mortalidad debido a contaminantes ambientales (Kunz, 2003; O'Shea *et al.*, 2004) y de esta manera realizar una buena planificación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, manejos adecuados en el

control de plagas o conservación de especies (Romero *et al.*, 2000; Racey y Entwistle, 2003). Una forma útil de estudiar estos parámetros es el método de captura-recaptura que se basa en la captura, marcaje y liberación de individuos de una población, que posteriormente son remuestreados para evaluar la fracción de los que llevan marcas. Ha sido ampliamente usada para estimar poblaciones animales, tales como aves, mamíferos, peces, reptiles e insectos (Blower, 1981; Thompson, 1992; Service, 1993). Los cambios en los ecosistemas tienen un impacto ecológico importante en todas las escalas, tanto a nivel de las comunidades que los componen, como a nivel de sus interacciones (Lambin, 2016). La perturbación del hábitat, al causar pérdida en la biodiversidad, favorece a los hospederos y vectores de enfermedades considerados generalistas de hábitat. Estas presentan altas tasas reproductivas y de crecimiento, lo que incrementa así el riesgo de brotes de enfermedades por organismos parásitos que pueden afectar a las poblaciones (Guo *et al.*, 2018). Los parásitos son dependientes del estado de salud de sus hospederos, el cual se ve influenciado por el estado de conservación de su hábitat (Marcogliese, 2005). La intensidad de infestación en los hospederos se relaciona con factores como el estado de salud de la especie de murciélago, sus patrones conductuales, los refugios que utilizan y el estado del hábitat (Hofstede y Fenton, 2005).

Por otro lado, es bien conocido que la modificación del hábitat por actividades humanas crea remanentes aislados y dispersos que conducen a una rápida transformación del paisaje e inciden en la pérdida de biodiversidad (Wilcox y Murphy, 1985; Estrada *et al.*, 1997), por lo cual llevar a cabo estudios demográficos

con poblaciones faunísticas es esencial para evaluar el impacto que estas actividades causan. Para evaluar el impacto negativo sobre los ecosistemas o su calidad de perturbación natural o antrópica, se utiliza la respuesta de diferentes especies a la modificación de la estructura de su hábitat. Por ejemplo, hay especies que pueden mostrar cambios en su abundancia, actividad o composición a nivel poblacional o de comunidad a lo largo del tiempo, estas son llamadas especies indicadoras (Shull *et al.*, 1999; Pocock y Jennings, 2008; Malthur *et al.*, 2011). En el caso de los mamíferos, un buen grupo indicador es el de los murciélagos, ya que tienen características como una gran diversidad trófica, amplia distribución y sensibilidad a los cambios en su hábitat (Jones *et al.*, 2009; Medellín *et al.*, 2000).

Dentro de los Quirópteros, los microquirópteros presentan una gran variación en su forma y estructura, su tamaño varía entre 4 y 16 cm de longitud. Aproximadamente el 75 % de las especies se alimentan de insectos, mientras que el resto se alimenta de flores, frutos, pequeños vertebrados y sangre. Se distribuyen en todo el mundo con excepción de algunas islas y los polos. Utilizan una gran diversidad de hábitats para descansar y alimentarse, tales como los bosques y tierras forestales, las zonas tropicales primarias o bien regeneradas, y algunas especies se han adaptado bien a las zonas urbanas (Hutson *et al.*, 2001). Los murciélagos, debido a la gran diversidad que presentan, tienen un gran impacto ecológico en diferentes niveles de las comunidades que conforman. Este impacto ha sido ampliamente estudiado, a tal punto que en algunas de esas comunidades se les ha catalogado como especie clave por los papeles que juegan en la evolución, estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas (López *et al.*, 2012).

A pesar de su gran importancia, casi una cuarta parte del total de murciélagos se encuentran amenazadas por la modificación de su hábitat, la pérdida de refugios y sitios de alimentación (Mickleburg *et al.*, 2002; Peñalba *et al.*, 2006). Debido a la diversidad e importancia que tienen en los ecosistemas, incrementar el número de estudios sobre dinámica poblacional en murciélagos, es importante para poder desarrollar estrategias que permitan su conservación.

Las moscas hematófagas de la familia Streblidae (Superfamilia Hippoboscoidea) conforman un grupo de insectos ectoparásitos estrictos del orden Chiroptera, las cuales pueden ser vectores de enfermedades que afecten a las poblaciones. Las especies de Streblidae interactúan estrechamente con sus hospederos murciélagos, ya que su ciclo de vida y su morfología se han adaptado a los hábitos de estos, facilitando su condición de ectoparásitos (Dick y Dittmar, 2014).

MARCO TEÓRICO

En México se distribuyen 144 especies de murciélagos, de los cuales *Myotis*, un género de murciélagos de la familia Vespertilionidae, es el más diverso de todos los mamíferos, con más de 100 especies descritas a nivel mundial; exceptuando al hombre y algunas especies domésticas, es el que presenta la mayor distribución ecológica y geográfica (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014).

Myotis volans es una especie de amplia distribución Neártica, incluye también en su distribución a México (Ormsbee y McComb, 1998). Su distribución en México ocurre desde el estado de Jalisco hasta Veracruz en el centro del país y de Baja California a Nuevo León en el norte (Simmons, 2005), habita principalmente en bosques de

montaña y muy raramente en regiones áridas en el oeste de Estados Unidos y Canadá (Ormsbee y McComb, 1998).

Tienen una longevidad aproximada de 21 años; el periodo de apareamiento es en agosto y septiembre, para lo cual la mayoría de los machos jóvenes son sexualmente activos (Hutchinson, 2000). La mayoría de las hembras dan una cría por estación. Es un murciélago colonial, en las cuales existen de 12 a 500 individuos, pero en la mayoría oscila en los 100 individuos aproximadamente (Christy y West, 1993).

ANTECEDENTES

En México se han realizado estudios que miden el nivel de respuesta de los murciélagos a la antropización, un ejemplo de ello es el trabajo de Muñoz (2014), quien realizó un estudio donde compara la diversidad de murciélagos en un paisaje antropizado, y distintos tipos de composición vegetal en el Istmo de Tehuantepec, en el cual se identificó un gradiente de diversidad, donde la selva mediana subperenifolia es la más diversa y las áreas agropecuarias como las menos diversas.

En particular para el género *Myotis*, Kunz *et al.* (1977) estudió la respuesta de *Myotis lucifugus* a la presencia de pesticidas en el sur de New Hampshire, Estados Unidos durante dos años. La mortalidad fue mayor en el segundo verano, en el cual la mayoría de las muertes fueron de hembras adultas en el período de parto. Se encontraron otros dos picos de mortalidad, el primero en murciélagos jóvenes y el segundo cuando ya habían alcanzado la edad adulta. La mortalidad de los jóvenes

durante el primer año fue nueve veces mayor que los adultos, mientras que la mortalidad de los adultos fue mayor en el segundo año. Se sugiere que la mortalidad fue mayor en los adultos en el segundo año porque fueron los jóvenes que sobrevivieron y fueron expuestos al pesticida durante el primer año.

Para el género *Myotis* los estudios poblacionales se han realizado en Estados Unidos y Canadá, para México son nulos. O'Farrel y Studier (1976) realizaron un estudio de dos especies de la familia Vespertilionidae, *Myotis thysanodes* y *Myotis lucifugus* en el Noreste de Nuevo México en el que encontraron que *M. lucifugus* arriba a los refugios de maternidad en un período de varios meses, probablemente después de una gran hibernación. *Myotis thysanoides* realiza una rápida migración en primavera para tener un breve tiempo de parto, lo que indica que la población materna puede permanecer como un grupo unificado durante todo el invierno.

Fenton (1969) menciona que, en Ontario y Quebec, Canadá, para la especie *Myotis lucifugus* los juveniles representan el 50 % de la población que hiberna. Se distinguieron dos fases de formación de "enjambres", la primera ocurre en agosto, carece de actividad sexual, y la segunda que comienza en septiembre, la cual implica actividad sexual.

Específicamente para la especie *Myotis volans*, Christy y West (1993) encontraron un total de 12 especies de murciélagos en el bosque de abetos Douglas, Oregón, Estados Unidos, e hicieron una recopilación de la biología de las especies encontradas, dentro de los cuales se encuentra *Myotis volans*. Encontraron que copulan en otoño y las hembras guardan el esperma hasta la primavera, cuando la ovulación y la fertilización ocurre. Dan a luz a una sola cría por temporada. La

mayoría de las especies registradas realizan pequeñas migraciones que van desde los 10 a los 500 kilómetros. *Myotis volans* emerge justo al atardecer para sus actividades de forrajeo. Son encontrados principalmente en cuevas o minas.

Para *M. volans* y en especial un estudio relacionado con objetivos de estudio poblacional, Ormsbee (1996) menciona que la selección de las cuevas que son utilizadas durante el día, puede estar influenciada por el estatus reproductivo, condiciones ambientales, carga parásita, amenazas de depredadores, cercanía al alimento y su organización social. Las hembras que tienen a su cuidado crías, las cuales aún no están disponibles para termoregular, ecolocalizar o volar, incrementan la seguridad y la conservación de la energía para ellos y sus crías eligiendo un refugio en común como un gran grupo. Una vez que las crías son más independientes, utilizan distintos refugios y forrajean en pequeños grupos menos competitivos lo cual incrementa su oportunidad de sobrevivir.

HIPÓTESIS

Las poblaciones de murciélagos son muy sensibles a los cambios que la actividad antropogénica genera, tales como el uso de pesticidas, cambio de uso de suelo, especies invasoras, además de la perturbación de sus refugios, por lo tanto, si la población estudiada se encuentra sometida a estos factores, se espera que la población se encuentre vulnerable.

OBJETIVOS

Objetivo general

Realizar un estudio poblacional de *Myotis volans* en la reserva del Peñón, Valle de Bravo, Estado de México.

Objetivos Particulares

- Analizar la abundancia de *M. volans* en la Reserva El Peñón, Estado de México.
- Determinar la proporción de sexos en diferentes temporadas, en una población en *M. volans*.
- Determinar la estructura por edades y su comportamiento temporal en una población de *M. volans*.
- Obtener información sobre la biomasa de *M. volans*
- Analizar el comportamiento de una población de *Myotis volans* a través del tiempo de estudio.
- Determinar la carga ectoparasitaria en los individuos de una población de *Myotis volans*.

MATERIAL Y MÉTODO

Zona de Estudio

La zona de estudio es conocida como Reserva El Peñón, se encuentra ubicada en el Municipio de Valle de Bravo, Estado de México, en los límites con el municipio de Temascaltepec (Fig. 1). Específicamente para la zona de estudio, el Peñón, la empresa “Estrategias Ecológicas Empresariales, S.C.” reporta un clima templado

con lluvias en verano, un tipo de vegetación característico de zonas de alta montaña, con bosque de pino en las partes más altas, y bosque de encino en las zonas intermedias y bajas, el resto del predio está ocupado por construcciones, cuerpos de agua artificiales, un arroyo que fluye en la temporada húmeda y viveros. El promedio de precipitación anual es de 1,024.7 milímetros (Manifestación de Impacto Ambiental, 2014). La reserva se encuentra sometida a un desarrollo urbano con cambio de uso de suelo, deforestación, construcción de sitios deportivos y construcción de presas.



Figura 1. Ubicación del área de estudio. Tomada de MIA (2014)

Trabajo de campo

El trabajo de campo se desarrolló con una colonia de *M. volans* identificados mediante claves especializadas (Medellin *et al.*, 2008) ubicada en una cueva (Fig. 2 y 3) con las coordenadas 19°05'43.26" N 100°04'23.412" O y una altitud de 2335 m.s.n.m. localizada a partir de una salida de prospección previa al inicio del estudio. La cueva está formada por dos cámaras, la primera con una altura de 2 m, 6.5 m de profundidad y 6.5 m de ancho, la segunda cámara con 3 m. de altura 6.5 m de ancho y 6 m de profundidad, además en ésta se encuentra una más pequeña con 1 m de altura por 2 m de profundidad (Fig. 4). Se realizaron salidas mensuales durante 17 meses con una duración de cuatro días y tres noches cada una. Las capturas se realizaron con dos redes de nylon con dimensiones de 2x6 metros, las cuales fueron colocadas en la entrada del refugio para obtener una mayor probabilidad de captura, esto debido a que los estudios poblacionales resultan más prácticos y eficaces si las capturas se realizan dentro de los refugios, donde es más factible contar o estimar el número de individuos de una población (Kunz y Lumsden, 2003), aumentando la probabilidad de recaptura de los organismos, siempre que la estructura del refugio, la facilidad de acceso y la respuesta de los murciélagos a los disturbios lo permita (Romero-Almaraz *et al.*, 2006). Las redes fueron abiertas a las 18:00 justo cuando comenzaba el crepúsculo y cerradas a las 23:00, cuando la actividad de los murciélagos disminuía.



Figura 2. Primera cámara de la cueva



Figura 3. Segunda cámara de la cueva

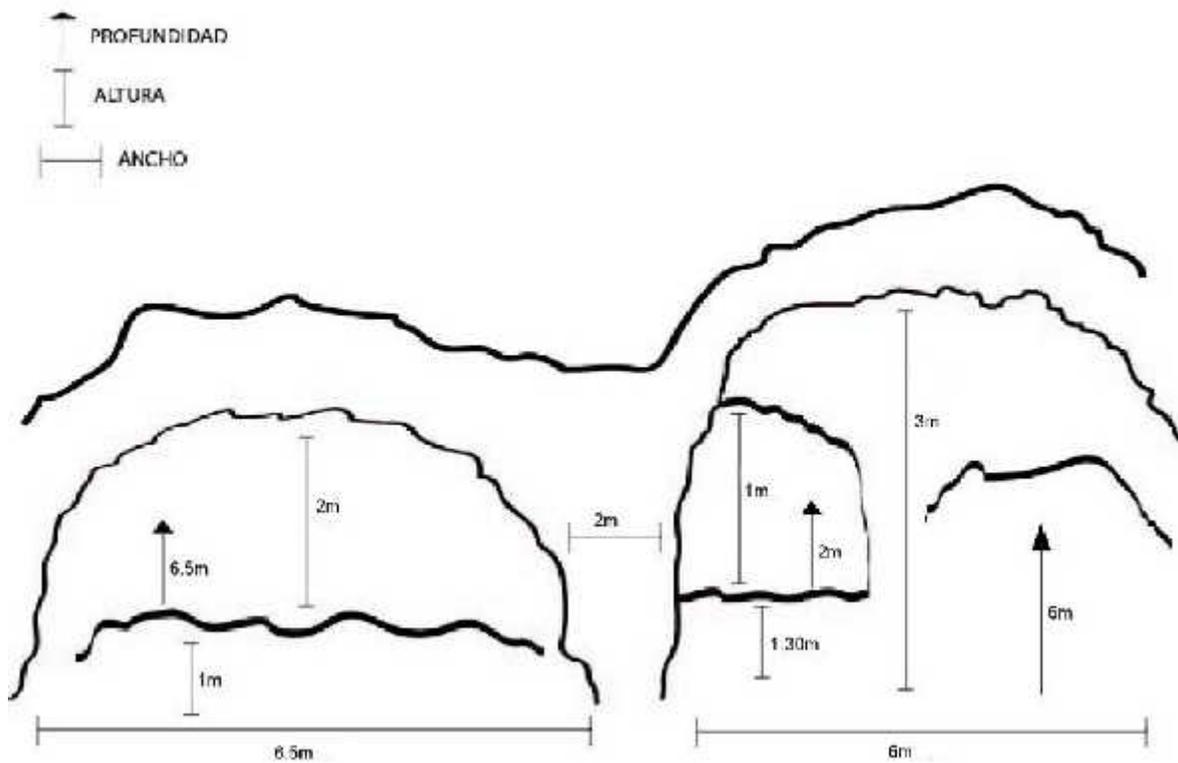


Figura 4. Esquema del refugio utilizado por *Myotis volans*. Diagrama elaborado por Moncayo Rendón Valeria

Marcaje. El marcaje se realizó con anillos metálicos con dimensiones de 3 mm de diámetro previamente numerados, los cuales fueron colocados en el antebrazo (izquierdo para hembras, derecho para machos) (Fig. 5 y 6). Posterior al marcaje, la toma de datos y de haber retirado las redes los ejemplares fueron liberados para evitar la recaptura en la misma noche del ejemplar (Kunz *et al.*, 1968).



Figura 5. Anillamiento de los ejemplares



Figura 6. Ejemplar marcado.

Medidas somáticas. Para cada ejemplar colectado se tomaron seis medidas corporales: longitud total (LT), cola vertebral (CV), pata (PT), oreja (O), trago (TR) y antebrazo (Ab), las medidas se realizaron con un vernier electrónico marca Obi. Se elaboró una base de datos en el programa Excel 2016 para obtener las principales medidas de tendencia central y para identificar las edades de los organismos.

Peso. Los ejemplares fueron colocados en costales de manta previamente pesados para obtener finalmente su peso en gramos; los ejemplares y los costales fueron pesados con pesolas de 10 y 50 gramos marca Raigo. Se elaboró una base de datos a partir de la cual se obtuvieron las principales medidas de tendencia central y se identificaron las edades de los organismos.

Trabajo de Gabinete

Estructura de edades. La estructura poblacional se define como el estudio de las categorías de edad de una población (Krebs, 1999 y Neal, 2004), por lo que a cada individuo se le tomó la información correspondiente:

Sexo. Se identificó el sexo de los ejemplares capturados para obtener la proporción de sexos y su respectivo porcentaje de la población. La proporción de sexos se expresó como el número de machos por hembra, para evaluar las diferencias significativas en la proporción esperada 1:1, se llevó a cabo una prueba de X^2 .

Edad relativa. La edad de cada individuo fue determinada por la osificación de los discos interfalangeales de acuerdo con Anthony (1988), obteniendo así dos categorías; joven cuando la osificación no fue completa y adulto, cuando la osificación estaba completa. Las edades relativas de la población se expresaron de manera descriptiva por medio de gráficos en el programa Microsoft Excel (2016).

Condición reproductiva. En el caso de los machos, se consideró como individuos activos aquellos con testículos escrotados, y en el de las hembras cuando la vagina

se encontró abierta, enrojecida o sangrando. Se determinó por medio de palpación del abdomen si se encontraban preñadas y lactantes cuando mostraron pezones con leche o con el área periférica carente de pelo. Esto con la finalidad de verificar la época reproductiva de la especie *Myotis volans* para esta localidad (Kunz, 1968; Romero Almaraz y Sánchez Hernández, 2000).

Ectoparásitos. Se revisaron los ejemplares para verificar si estaban parasitados, los parásitos fueron almacenados en tubos Eppendorf de 1 ml con alcohol al 70% para su preservación y posterior identificación. Los ejemplares fueron identificados con claves especializadas (Lira, 2016). De manera adicional para corroborar la identificación morfológica, se obtuvo la secuencia del gen mitocondrial COI de dos ejemplares.

Los fragmentos de las secuencias se editaron y ensamblaron en el programa Sequencher 4.1 (Gen Code Corp, Ann Arbor, USA), mientras que la alineación con la aplicación Muscle (Robert, 2004) implementada en MEGA 7.0 (Kumar *et al.*, 2016). Las secuencias fueron cotejadas por medio de un BLAST en la base de datos de GenBank (NCBI Resource Coordinators). Se realizó un árbol filogenético en el programa en el programa Rax ML v8 (Stamatakis, 2014).

Biomasa. Para comprobar que los datos de la biomasa fueran estadísticamente significativos entre los meses muestreados, se realizaron pruebas de normalidad a los datos, arrojando como resultado que no tienden a una distribución normal por lo tanto se utilizó la prueba no paramétrica, U de Mann-Whitman, la cual se realizó en el programa SPSS (IBM Statistics for Windows version 24.0)

Esfuerzo de captura. Se obtuvo al multiplicar los metros de redes desplegadas, por las horas diarias que las redes fueron activas, por las salidas totales a campo (Medellín, 1993).

RESULTADOS

Esfuerzo de muestreo.

Se obtuvieron un total de 7344 horas/red distribuidas en 17 salidas a campo.

Abundancia.

Se capturaron un total de 162 ejemplares de *Myotis volans*, septiembre del 2017 fue el mes con más ejemplares capturados, por el contrario, en ocho meses de muestreo no se obtuvieron ejemplares. En total se obtuvieron únicamente tres recapturas, una en junio del 2017 y dos en septiembre del mismo año. En la temporada de lluvias se obtuvieron 136 ejemplares incluyendo las tres recapturas y en la temporada seca se obtuvieron 26 ejemplares y ninguna recaptura (Fig. 7).

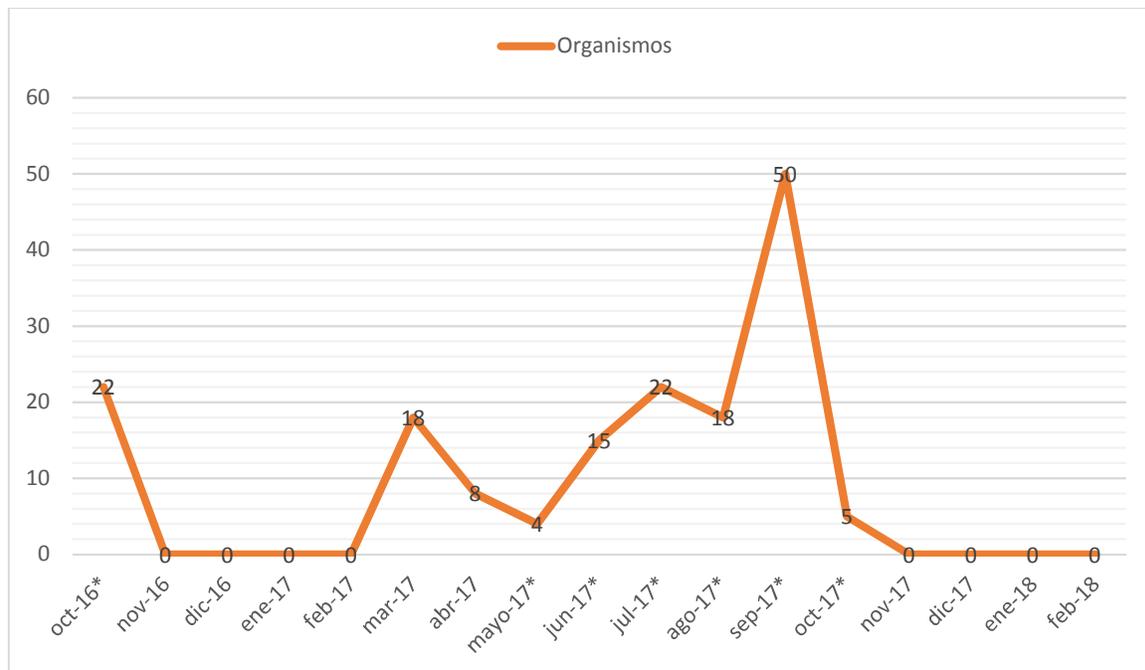


Figura 7. Ejemplares capturados por mes. * Meses que pertenecen a la temporada de lluvias.

Proporción de sexos.

De los 162 ejemplares capturados, 97 (60.49%) fueron machos y 65 (40.51%) hembras. La proporción en el número de hembras y machos fue diferente en ocho meses, en los cuales abril del 2017 fue el único mes donde se obtuvo una mayoría de hembras con un total de cinco, contra tres machos.

En septiembre del 2017 la cantidad de machos y hembras fue igual con 25 ejemplares por cada sexo. Los meses restantes fueron dominados por ejemplares del sexo masculino, en el cual marzo, del 2017 fue el mes con la mayor diferencia, con 14 ejemplares de machos contra solo cuatro de hembras.

Se obtuvo una proporción de sexos de 65 hembras y 97 machos, que representan una proporción sexual de 0.67H: 1M, la cual difiere estadísticamente de la proporción teórica 1:1 ($\chi^2_c = 6.32$, $p = 0.01$); indicando que existe un desequilibrio sexual de la proporción Fisheriana en la población de *M. volans*. A continuación, se exponen los valores resultantes del análisis de proporciones sexuales obtenidas en cada mes del periodo muestreado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de las proporciones sexuales por mes de la población de la *M. volans* en El Peñón, Valle de bravo.

Mes	Hembras	Machos	Proporción	χ^2_c	<i>p</i>
Octubre 2016	8	14	0.57:1	1.63	0.20
Marzo 2017	5	13	0.38:1	3.55	0.059
Abril 2017	5	3	1.66:1	0.5	0.47
Mayo 2017	1	3	0.33:1	1	0.31
Junio 2017	6	9	0.66:1	0.6	0.43
Julio 2017	7	15	0.46:1	2.9	0.08
Agosto 2017	6	12	0.5:1	2	0.15
Septiembre 2017	25	25	1:1	0	1
Octubre 2017	2	3	0.66:1	0.2	0.65

De manera mensual, fue posible encontrar similitudes estadísticas en las proporciones sexuales de la población de *M. volans*.

Estructura de edades.

Se obtuvieron dos categorías de edad: 137 (84.5%) adultos y 25 (15.5%) jóvenes en nueve meses, siendo octubre del 2017 el único mes que no tuvo ejemplares jóvenes. En nueve meses los organismos fueron principalmente adultos, con excepción del mes de mayo del 2017 en donde se obtuvieron mismo número de ejemplares con dos adultos y dos jóvenes. Septiembre del 2017 fue el que obtuvo mayor contraste en las categorías, con 44 ejemplares adultos por solo seis ejemplares jóvenes, seguido de octubre del 2016 con 21 ejemplares adultos contra un solo ejemplar joven (Fig. 8).

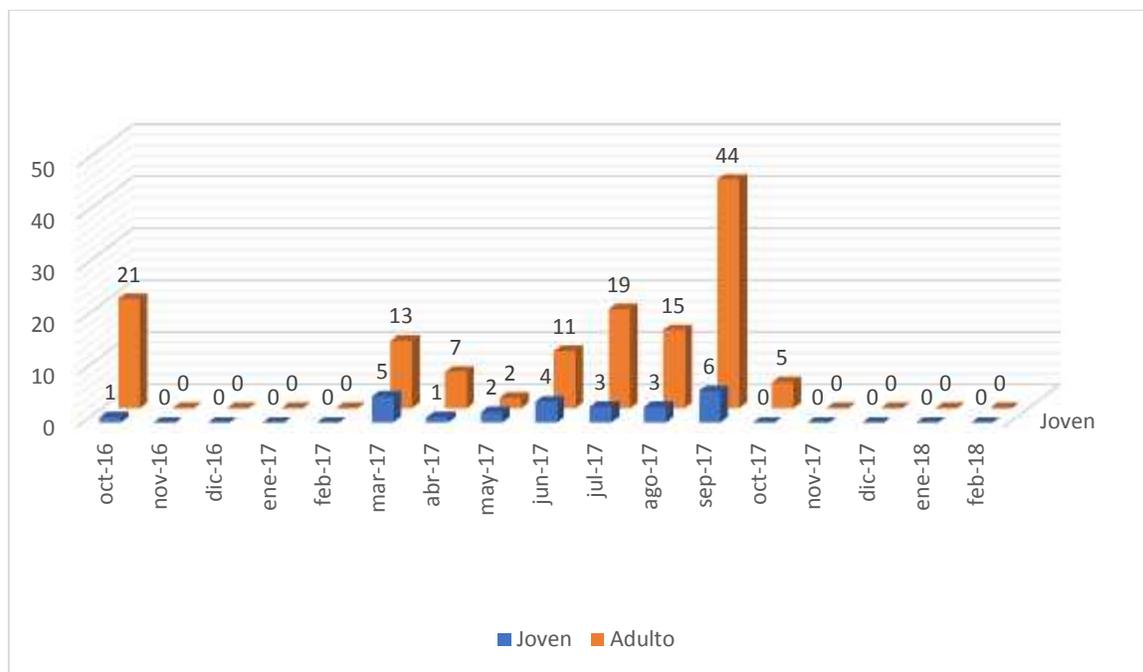


Figura 8. Estructura de edades a través del período de muestreo.

Condición reproductiva.

Hembras. Con un total de 65 hembras capturadas, 19 (29.23%) se mostraron en condición de receptivas, las 46 (70.76%) restantes no mostraron características de estar preñadas o lactantes. Septiembre de 2017 fue el único mes en donde se obtuvieron hembras receptivas con un total de 19 (76%) de las 25 hembras totales.

Machos. Fueron registrados nueve (9.1%) machos con testículos escrotados de un total de 98. Los ejemplares con testículos escrotados se obtuvieron sólo en septiembre del 2017. De los 25 ejemplares machos capturados en este mes, nueve (36%) fueron con testículos escrotados.

Biomasa.

La biomasa total del período de muestreo fue de 1661.61 g. Para la temporada de lluvias la mediana fue de 10.00 g y para la temporada de secas fue de 9.80 g, al contrastar estos resultados no se encontraron diferencias estadísticas entre las dos temporadas ($U= 0.427$, $gl= 162$, $= 0.05$) (Fig. 9). La distribución de la biomasa tiende a ser la misma entre los sexos, esto es igual a 10.00 g. ($U=0.589$, $gl=162$, $= 0.05$). Las hembras en la temporada de lluvias tuvieron una mediana de 10.30 g y en la temporada de seca 8.50 g, hay una diferencia significativa en la distribución de la biomasa ($U=0.002$, $gl= 64$, $= 0.05$). Los machos al igual que las hembras mostraron una mediana mayor en la temporada de lluvias con 10.30 g, contra ocho gramos en la temporada seca, esto nos arroja una diferencia significativa ($U= 0.001$, $gl=98$, $= 0.05$). La biomasa correspondiente a las edades fue de 10:00 g en los adultos, mientras que en los organismos jóvenes fue de 10.300 g, no se encontraron diferencias entre las medianas de esta categoría ($U=0.603$, $gl=162$, $= 0.05$). Se obtuvo un máximo en septiembre del 2017 con un total de 529.3 g. El mes con presencia de organismos, pero con la biomasa más baja fue el mes de marzo del 2017 con 47.3 g, seguido por el mes de octubre del mismo año con 52.5 g. En la temporada de seca se obtuvo 216.5 g, en comparación con le temporada de lluvias que se obtuvieron 1445.11 g.

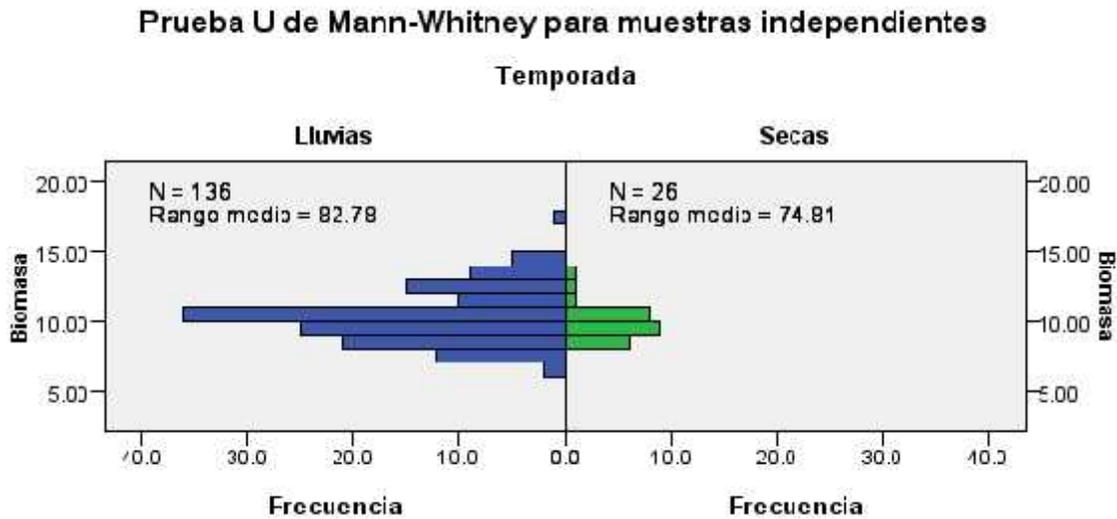


Figura 9. U de Mann-Whitney, biomasa entre la temporada húmeda y temporada seca.

Parásitos.

Se obtuvo un total de 132 (81%) organismos parasitados, contra 30 donde no se encontraron bajo ningún tipo de ectoparasitismo. Los meses con mayor porcentaje fueron abril y mayo del 2017 con un 100%, seguidos por julio del 2017 con un 95.40% de parasitismo (Fig. 10). El mes con menos porcentaje de presencia de organismos parásitos fue octubre del 2017 con solo un 20%. Los resultados del BLAST, arrojaron similitud con dos posibles especies de distintos géneros, por lo tanto, se realizó un árbol filogenético (Fig. 11) el cual arrojó la identificación dípteros

relacionados con el género *Noctiliostrebla* (Fig. 12).

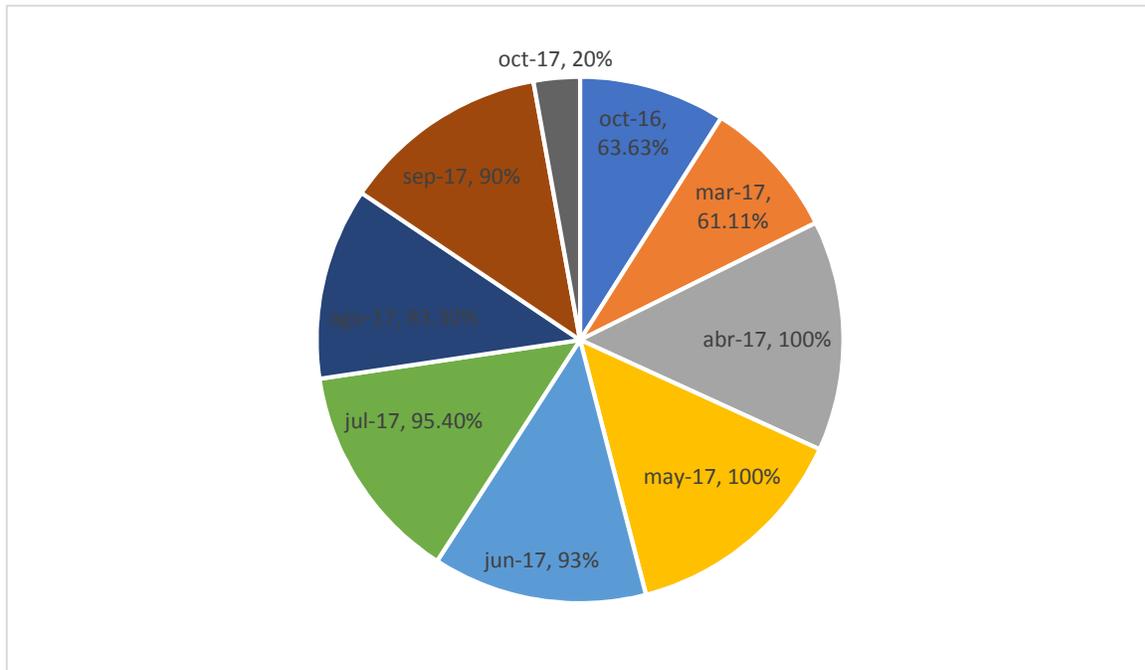


Figura 10. Porcentaje de ejemplares parasitados por mes de muestreo.



Figura 11. Árbol filogenético para los ejemplares parásitos



Figura 11. Ejemplar recolectado perteneciente al género *Noctilio strebla*

DISCUSIÓN

La abundancia de la población de *Myotis volans* en la reserva del Peñón, aunque menores al máximo registrado (500 individuos), se encuentra dentro de los valores reportados para las poblaciones de esta especie, de 12 a 500 individuos (Christy y West, 1993), y únicamente en tres meses los organismos recolectados fueron menores a 12 individuos. Esto puede ser causado por la migración durante el invierno, o debido a que durante la primavera e inicios del verano se forman colonias de maternidad, por lo tanto, los machos y las hembras no preñadas acuden a cuevas diferentes (Christy y West, 1993). El predio está sometido a actividades de construcción, exploración, control de plagas, tala de árboles, todo esto puede afectar a la elección de un sitio de maternidad. De acuerdo a la ausencia de hembras preñadas, lactantes o neonatos, es probable que la cueva estudiada no sea una cueva de maternidad; Pierson (1998) hace referencia a que la disponibilidad cuevas de maternidad, así como la baja diversidad de especies de murciélagos en áreas

urbanas es probablemente causada por la pérdida de áreas de forrajeo, hábitat o refugios, además de la depredación por especies domésticas. Otra posible afectación de las actividades humanas es que pueden intervenir en las actividades de los refugios de maternidad, causando que las hembras puedan soltar a las crías o abandonar los sitios de maternidad (White y Seginak 1987). Por otra parte, se pueden obtener beneficios por las actividades antropogénicas como el uso de puentes, edificios y casas para sus refugios; además de cazar cerca de las lámparas donde hay una gran concentración de insectos, esto podría haber ayudado a la especie *Myotis volans*, ya que son murciélagos insectívoros (Fenton, 1997). Durante el trabajo de campo en el predio el Peñón, se observaron organismos en una construcción en el predio y ejemplares alimentándose cerca de las lámparas. El bajo número de recapturas (3) de 159 organismos anillados, se puede deber a la selección del refugio, Ormsbee (1996) observó en las Cascadas de Oregón que, en esta especie los refugios diurnos se ocupaban durante varios días o los individuos se movían a distintos refugios dentro de un área definida, es decir muestran afinidad a cierta área, pero no exclusivamente a un solo refugio.

Estructura de edades.

En ocho de los 17 meses (47%) muestreados, la mayoría pertenecían a la categoría adultos, ya que en la cueva en la cual se llevó a cabo el presente estudio, no representaba una cueva de maternidad. El mes donde se capturaron la mayoría de organismos adultos, fue septiembre, esto concuerda con el período de apareamiento, si bien hasta el momento es desconocido a que edad son maduros sexualmente, se especula que los organismos que ya son activos sexualmente son más activos en actividades de apareamiento (Hutchinson, 2000), esto contrasta con lo obtenido y puede ser ocasionado porque los machos adultos tiene más experiencia forrajeando y adquiriendo grasa para la hibernación a comparación de los jóvenes (Christy y West, 1993), por lo tanto los jóvenes pasan más tiempo intentando cazar insectos que en las actividades sexuales.

Proporción de sexos.

El análisis estadístico de las proporciones sexuales reveló que *Myotis volans* presenta diferencias significativas con la teoría fisheriana 1H:1M (Fisher, 1930); predominando los murciélagos machos. Al contrastar los resultados del presente trabajo con los obtenidos por Uribe y Arita (2005), quienes indicaron una posible segregación sexual de *Myotis volans*, la evidencia cuantitativa sugiere, que ambos sexos pueden cohabitar en una misma cueva. Christy y West (1993) mencionan que los machos y las hembras no preñadas comparten los refugios lejos de las cuevas de maternidad; por otra parte, la población de *Myotis volans* podría presentar vulnerabilidad reproductiva, dado que existe una mayor proporción de machos que de hembras (McCracken y Wilkinson, 2000). Bajo este contexto, en un ciclo anual la duplicación poblacional no estaría asegurada. Este comportamiento contrario a la poliginia y se caracteriza por una sola hembra copulando con dos o más machos en un ciclo reproductivo (Clutton-Brock, 1989; Grier y Burk, 1992; Schuster y Wade, 2003). Este comportamiento es poco común, ya que presenta desventajas para ambos sexos, pues los machos no aseguran su descendencia y la hembra no recibe ningún aporte por parte de los machos, como protección o aporte de recursos (McCracken y Wilkinson, 2000).

Condición reproductiva de las hembras.

Las hembras activas sexualmente se encontraron en septiembre del 2017, lo cual coincide con los periodos de apareamiento, *Myotis volans* se aparea a finales de agosto o septiembre, antes de la migración para hibernar (Hutchinson, 2000). Posterior al apareamiento en el mes de septiembre la población comienza una migración para hibernar, para lo cual han desarrollado estrategias de fertilidad, el esperma es almacenado en el tracto reproductivo de las hembras durante el invierno (Christy y West, 1993). Grandes colonias de maternidad, con cientos de miembros se forman en esta especie. Estas colonias se forman comúnmente en los árboles, pero no exclusivamente en ellos (Ormsbee y McComb, 1998). En ningún mes fueron encontradas hembras lactantes o crías, corroborando así que la cueva en la cual fue realizado el estudio, pertenecía a una cueva aislada de las cuevas de

maternidad, esto coincide con estudios realizados donde se tomaron en cuenta los meses de parto y los meses muestreados. En Estados Unidos reportan hembras preñadas a finales de julio en Wyoming y principios de agosto en Colorado (Findley, 1954), junio y julio en Nevada (Hall, 1946), junio en Dakota del Sur (Jones y Genoways, 1967), julio en Montana (Jones, et al., 1973) julio en Nuevo México (Davis y Barbour, 1970) julio en el sur de California (Dalquest y Ramage, 1946).

Condición reproductiva de los machos.

Septiembre del 2017 fue el único mes donde fueron encontrados machos con los testículos escrotados, esto se debe a que el apareamiento ocurre a finales del mes de agosto y durante todo septiembre antes de que comience la migración (Hutchinson, 2000).

Biomasa.

Los valores máximos de biomasa se obtuvieron durante el período de lluvias. El decremento en el valor de la biomasa en la estación seca se debe a que los ejemplares estuvieron ausentes durante noviembre y diciembre del 2016 y 2017, y enero y febrero del 2017 y 2018 lo cual puede estar relacionado con que los organismos de la especie *Myotis volans* comienzan una pequeña migración para una hibernación en octubre y noviembre (Christy y West, 1993). No se encontraron diferencias significativas al comparar la biomasa de los organismos por sexo, esto debido a que no existe dimorfismo sexual respecto al peso de los organismos (Warner y Czaplewsky, 1984). Tanto hembras como machos obtuvieron un peso mayor en la temporada húmeda, en contraste con la temporada seca, esto puede deberse a la mayor disponibilidad de recursos durante la temporada húmeda, la abundancia de insectos, seguidos por la precipitación es común, ya que muchos insectos, están en diapausa en la temporada seca y puede tomar pocas semanas o hasta días para alcanzar la madurez en el período de lluvias (Cumming y Bernard, 1997). Los organismos capturados catalogados como adultos y jóvenes no presentaron diferencia significativa, esto se debe a que cuando abandonan la cueva de maternidad y se integran de nuevo a la colonia, ya cuentan con el peso similar al de un organismo adulto (Ormsbee, 1996).

Conclusiones.

La especie *Myotis volans* muestra afinidad por utilizar distintos refugios dentro de una misma área; si bien el estudio no arrojó datos menores a los reportados en la literatura en el caso de la abundancia, pero sí diferente al promedio de ejemplares en las colonias, que es 100, además de la obtención de únicamente tres recapturas, es probable que, al estar sometida la reserva a constantes perturbaciones antropogénicas, la colonia haya disminuido su preferencia por este refugio.

Debido a que en ningún muestreo se registraron hembras preñadas, lactantes o crías, se descarta la posibilidad de que le cueva sea elegida como cueva de maternidad, esto puede ser consecuencia de la constante actividad antropogénica que se lleva a cabo en el predio.

La información sobre parasitismo en esta especie es escasa, en especial en relación al género *Nocilostrebla*, es necesario realizar más estudios para observar como se pueden ver afectadas las colonias de *Myotis volans* cuando son parasitadas por este género.

Es necesario realizar estudios dentro del predio, similares al que se presenta, así como acciones de conservación, en un lapso de tiempo no muy distante para comparar los resultados presentados en este trabajo, y observar cómo ha reaccionado la población de *Myotis volans* a través de las presiones antropogénicas constantes relacionadas con el tiempo.

LITERATURA CITADA

- Anthony, L. R. (1988). Age determination in bats. 47-57 pp. *In: Ecological and behavioral methods for the study of bats*. H. Kunz (ed.). Washington D. C. Smithsonian Institute Press. 533 pp.
- Barbour, R., y Davis, W. (1969). *Bats of America*. University Press of Kentucky. Lexington. 286 pp.
- Begon, M. (1999). *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Omega. España. 1148 pp.
- Blower, J.G., Cook, L.M., y Bishop J.A. (1981). Estimating the size of animal populations. George Allen y Unwin Limited. Londres Inglaterra. 127pp.
- Christy, R. E., y West, S. D. (1993). *Biology of bats in Douglas Fir-Forest*. Pacific Northwest Research Station. Portland, E.U.A. 1-27pp.
- Medellin, R. A., Arita, H. T., y Sánchez, O. H. (2008). Identificación de los murciélagos de México. Claves de campo. Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F. 79 pp.
- Medellin, R. A., Equihua, M., y Amin, M. A. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Rainforest. *Conservation Biology*. 1665-1675pp.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales y R. A. Medellin. (2002). Los mamíferos de México: composición, distribución, y estado de conservación. *Occas. Papers Mus. Texas Tech Univ*. 27 pp.
- Davis, W. H. y Barbour, R. W. (1970). Life history data on some southwestern *Myotis*. *Southwestern Nat*. 261-273 pp.

Dick, C. W., y Dittmar, K. (2014). Parasitic Bat Flies (Diptera: Streblidae and Nycteribiidae): host specificity and potential as vectors. *In*: Klimpel, S. Mehlhorm, H. (eds.) Bats (Chiroptera) as vectors of diseases and parasites. Parasitology research monographs 5. Berlin: Springer. 187 pp.

Emmel, T. C. (1975). Ecología y biología de poblaciones. Interamericana. México. 1852 pp.

Estrategias Ecológicas Empresariales. (2014). Manifestación de Impacto Ambiental para la construcción de una comunidad campestre sustentables denominada Reserva El Peñón. México. 200 pp.

Fenton, M. B. (1969). Summer activity of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) at hibernacula in Ontario and Quebec. Canadian Journal of Zoology. Canadá. 597-602 pp.

Fenton, M. B. (1997). Science and conservation of bats. Journal of Mammalogy. 1-14 pp.

Findley, J. S. (1954). Reproduction in two species of *Myotis* *In*: Jackson Hole. Wyoming. Journal of Mammalogy. 434 pp.

Fisher R. A. (1930). La teoría genética de la selección natural. Revista de la Universidad de Oxford, Londres. 272 pp.

Guo, F., Bonebrake, T.C., y Gibson, L. (2018). Land-Use change alters host and vector communities and may elevate disease risk. Ecohealth.

Hall, E. R. (1946). Mammals of Nevada. University of California Press. Berkeley. 710 pp.

Hofstede, H. M. y Fenton, M. B. (2005). Relationships between roost preferences, coparasitism, density, and grooming behaviour of neotropical bats. London. 333-340 pp.

Hutchinson, M. (2000) *Myotis volans*: Long legged *myotis*, long legged bat and hairy-winged bat. Disponible en línea en http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/myotis/geographic_range Noviembre, 2002.

Jones, J. K. y Genoways, H. H. (1967). Annotated check-list of bats from South Dakota. Kansas Academy of Science. 184-196 pp.

Jones, J. K., Lampe, R. P., Spornath, C. A., y Kunz, T. H. (1973). Notes on the distribution and natural history of bats in southern Montana. Texas Tech University. 1-12 pp.

Krebs, C. J. (1999). Ecological Methodology. Addison Wesley Longman. E.U.A. 620 pp.

Kumar, S., Stecher, G., y Tamura, K. (2016). MEGA 7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis versión 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution*, 1870-1874.

Kunz, T. H. (1968). Ecological and behavioral methods for the study of bats. Smithsonian Institution. E.U.A. 533 pp.

Kunz, T. H. (2003). Ecology of cavity and foliage roosting bats. 3-89 pp. *In*: Kunz, T. y Fenton, M. B. (eds.). Bat ecology. The University of Chicago Press. 778 pp.

Kunz, T. H., Edythe, L., y Tomothy Ramage III, W. (1977). Mortality of little brown bats following multiple pesticide applications. *The journal of wildlife management*. 476-483 pp.

Lambin, E.F. (2016). Modelling and monitoring land-cover change process in tropical regions. *Prog. Phys.* 375-393 pp.

López-Vidal, J.C. (2004). Biología de *Tadarida Brasiliensis* (Chiroptera: Molossidae) en la cueva "El salitre", Metztlán, Hidalgo. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 117pp.

Marcogliese, D. J. (2005). Parasites of the superorganism: are the indicators of ecosystem health? *Int. J. Parasitol.* 705-716 pp.

Medellín, R. A. (1993). Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. 333-354 pp. *En: Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R.A. Medellín y G. Ceballos, eds), Asociación Mexicana de mastozoología A.C. México. 164 pp.

Mickleburg, S. P., Huston, A. M., y Racey, P. A. (2002). A review of the global conservation status of bats. *Oryx*. 18-34 pp.

Muñoz, O. (2014). Evaluación de la importancia de los elementos de un paisaje antropizado para la retención de diversidad de murciélagos en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana. Oaxaca, México.

Neal, D. (2004). *Introduction to the population biology*. Cambridge University Press. 293 pp.

O'Farrell, M.J., y Studier, E.H. (1975). Population structure and emergence activity patterns in *Myotis thysanoides* y *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilinidae) *In*: Notheastern New Mexico. Institute of scientific research. 368-376 pp.

Ormsbee, P., y McComb, W. C. (1998). Selection of day roost by female long legged (*Myotis volans*) in forest of the Central Oregon cascades. *Journal of Wildlife Management*. 596-603 pp.

Ormsbee, P. C. (1996) Characteristics, use and distribution of day roosts selected by female *Myotis volans* in forested habitat of the central Oregon Cascades. *British Columbia Ministry of forest*. Canada. 124-130 pp.

O'Shea, T. J., Ellison, L. y Thomas, R. (2004). Survival estimations in bats: Historical overview, critical, appraisal, and suggestions for new approaches *In*: *Sampling Rare o Elusive species* (W. L. Thompson ed.) Island Press. Londres. 430 pp.

Peñalba, M. C., Molina-Freaner, F., y Larios-Rodriguez, L. (2006). Resource availability, population dynamics and diet of the center nectar feeding bat *Leptonycteris curasoe* in Guaymas, Sonora, Mexico. *Biodiversity and conservation*. 3017-3034 pp.

Pianka, E. R. (2000). *Evolutionary ecology*. Addison Wesley Longman. E.U.A. 512 pp.

Pierson, E. D. (1998). Tall trees, deep holes, and scarred landscapes: conservation, biology, of North American Bats. Smithsonian Institute. Washington D. C. 309-335 pp.

Robert, C.E. (2004). MUSCLE: Multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. *Nucleic Acids Research*, 32(5), 1792-1797pp.

Romero Almaraz, M. L. y Sánchez Hernández, C. (2000). Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Las prensas de México. 1ra Edición. 151 pp.

Romero Almaraz, M. L., Aguilar-Setién y Sánchez-Hernández, C. (2006). Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación. AGT Editor, S. A. México. 213 pp.

Simmons, N. B. (2005). Orden Chiroptera: D. E. Wilson and D. M. Reeder (eds.), Mammals of the world. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Estados Unidos de América. 312-529 pp.

Stamatakis, A. (2014). RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics*.1312–1313.

Uribe, J. y Arita, T. H. (2005). Murciélago. *En*: Ceballos, G. y G. Oliva (editores). Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 pp.

Warner, R. M. y Czaplewsky, N. J. (1984). *Myotis volans*. Mammalian species. 1-4 pp.

Wilcox, B. A. y Murphy, D. D. (1985). Conservation strategy: The effects of fragmentation on Extincion. The university of Chicago Press. 879-887 pp.