

Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Maestría en Biología de la Reproducción Animal



RELACIÓN ENTRE MASA CORPORAL Y EL CICLO
REPRODUCTIVO DEL MIURCIÉLAGO FRUGÍVORO
Artibeus lituratus EN ZAACHILA OAXACA

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN ANIMAL

PRESENTA:

Biól. Exp. Alma Alicia Munguía Pérez

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. Matías Martínez Coronel

ASESORES:

Dr. Mateus Rodrigues Beguelini
Dr. Noé González Ruiz

Ciudad de México a 22 de Junio de 2018

COMITÉ DE TUTORES

DIRECTOR

M. en C. Matías Martínez Coronel

Departamento de Biología

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

marti17@hotmail.com

ASESORES

Dr. Mateus Rodrigues Beguelini

Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (PPGCA-UFOB).

Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), Campus Reitor Edgar Santos,
Barreiras (BA)

Dr. Noé González Ruiz

Departamento de Biología,

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa

JURADO DE EXAMEN

Dr. Noé Gonzáles Ruiz

Departamento de Biología,
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa
gonzalez.noe@gmail.com

Dra. Edith Arenas Ríos

Departamento de Biología de la Reproducción.
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
editharenas2000@yahoo.com.mx

M. en C. Gerardo López Ortega

Departamento de Biología
División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa
log@xanum.uam.mx

Dr. Ahiezer Rodríguez Tobón

Departamento de Biología de la Reproducción.
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.
ahiezerrod@yahoo.com.mx

La realización de este trabajo fue posible gracias a la Maestría en Biología de la Reproducción Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa que pertenece al Programa Nacional de Posgrados de Calidad de CONACyT registro 003797 y cuenta con apoyo del mismo consejo.

Número de CVU 684141 y becario otorgado por CONACyT: 592554

Los miembros del Jurado designado por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa, abajo firmantes, aprobaron la tesis titulada:

“Relación entre masa corporal y el ciclo reproductivo del murciélago frugívoro *Artibeus lituratus* en Zaachila Oaxaca”

Que presentó:

Biól. Exp. Alma Alicia Munguía Pérez

El día viernes 22 de Junio de 2018.

Sinodales:

DR. NOÉ GONZÁLEZ RUIZ

PRESIDENTE

DRA. EDITH ARENAS RÍOS

SECRETARIA

M. EN C. GERARDO LÓPEZ ORTEGA

VOCAL

DR. AHIEZER RODRÍGUEZ TOBÓN

VOCAL

AGRADECIMIENTOS

A mi director de proyecto y amigo el M. en C. **MATÍAS MARTÍNEZ CORONEL**, quien me ha alentado y apoyado para continuar con mi proyecto, quien me inspiró a conocer y trabajar en el maravilloso mundo de los murciélagos, quien siempre ha estado conmigo y me ha dado consejos y también regaños...

A mis padres **CONCEPCIÓN PÉREZ PREZA Y VICTOR MANUEL MUNGUÍA GARCÍA** por darme la vida, consejos, regaños, por guiarme y apoyarme en mis decisiones, que aunque a veces no fueron las más certeras, siempre estuvieron al pie del cañón. Por forjarme como una persona humilde y con valores.

A mis hermanos **DENISSE ANDREA MUNGUÍA PÉREZ** quien me llena de alegrías y diversión y me dio el sobrino más lindo de todos a **VICTOR RICARDO** mi **PEDRITO** y **JOSÉ RODOLFO MUNGUÍA PÉREZ** por hacer mi trayecto más ameno con sus ocurrencias.

Dedico este trabajo a mi esposo **ODIBERNIER HERNANDEZ SALGADO**, quien a pesar de haber llegado a mi vida hace poco, llegó en el momento más complicado y difícil, pero llegó apoyándome para salir adelante y complementarme, darme fortaleza y llenarme de alegría.

A mis asesores el Dr. **MATEUS RODRIGUES BEGUELINI** y el Dr. **NOÉ GONZÁLEZ RÚIZ**, por ayudarme durante mi proyecto otorgándome más conocimientos, resolver mis dudas y por su apoyo en la redacción de este trabajo.

A mi amigo **ALEJANDRO SOTO** por su apoyo y paciencia, por asesorarme y guiarme cuando lo necesite. Por estar siempre dispuesto a ayudarme.

A mi nana **ISABEL GARCÍA**, mi mamá "Chave" por cuidarme, consentirme y ser mi alcahueta en mis travesuras.

A mis amigos y compañeros de casa **ALEXIS** y **JESÚS**, quien me han visto batallar y me han tenido que soportar con mis murciélagos y experimentos en casa. Quienes siempre se acercaron con una taza de café o té para animarme.

A CONACYT por el apoyo económico otorgado para poder llevar a cabo y culminar éste proyecto.

A todos mis profesores y compañeros de la MBRA generación 2015-2017 por su apoyo y conocimientos brindados.

Pero sobre todo, quiero dedicar mi tesis y trabajo a todos aquellos que no creyeron en mí, aquellos que me quisieron ver derrotada y que muchas veces intentaron que me diera por vencida. Aquellos que de una u otra forma hicieron que este proyecto se hiciera cada vez más pesado, pero para mí, jamás imposible. A todos ellos les dedico este trabajo, porque si pude y sin ustedes.

Éste logro es mío.

DEDICATORIA

A mi amada familia, porque a pesar de todo siempre han estado conmigo, en las buenas y en las malas, acompañándome en este largo camino y levantarme en los momentos que he caído y seguir dándome ánimos para continuar. Quiero que se sientan orgullosos porque he realizado algo que siempre he querido. Gracias por esos grandes genes heredados, esa inteligencia, dedicación y pasión por realizar las cosas propuestas.

Dedico especialmente éste trabajo al **M. en C. Matías Martínez Coronel**, pues es la única persona que realmente ha creído en mí, me ha soportado y apoyado, es quien más ha estado conmigo, quien me ha escuchado, aconsejado y hasta regañado. Dedico mi trabajo a él, quien a pesar de que no me quería en su clase, confió en mí y después no pudo alejarme. Se lo dedico en especial por todos esos males que le he causado, por todo su tiempo y amistad, mi Gran Amigo, Maestro, Compañero y Cómplice. Con mucho cariño y amor, para él.

RESUMEN

Los organismos requieren de realizar o cumplir con tareas básicas a) encontrar, apropiarse y utilizar el alimento, b) evitar, evadir y repeler depredadores, c) enfrentar estrés abiótico y d) obtener pareja y reproducirse. Cada tarea requiere de energía, durante el desarrollo embrionario y postnatal obtiene la energía de la madre y posteriormente requieren valerse de sí mismo para la obtención de su alimento. Una de las formas de saber cómo es que llevan a cabo estas tareas es por medio de la condición corporal que es medida con el índice de condición corporal (BCI por sus siglas en inglés). La condición corporal es la energía almacenada y es utilizada para hibernación, migración, respuesta inmune, fecundidad y éxito reproductivo. Para conocer la condición corporal del murciélago *Artibeus lituratus*, se trabajó en Zaachila Oaxaca, donde se colectaron 128 ejemplares entre septiembre de 2016 y julio de 2017, la colecta se realizó mensualmente y se registró el BCI y la fenología reproductiva de cada sexo. Los organismos fueron sexados y asignados a una categoría de edad, usando como criterio el desgaste de los dientes y la osificación de las falanges. Las categorías de la fenología reproductiva usadas en las hembras fueron: inactivas, preñadas, lactantes y postlactantes, mientras que en los machos fueron: con testículos perceptibles, testículos poco perceptibles y testículos abdominales. A lo largo de un año la población estudiada mostró dos picos reproductivos en las hembras, mientras que los machos parecen ser activos todo el ciclo. El BCI mostró variaciones no significativas estadísticamente a lo largo del año tanto en machos como en hembras, las cuales pueden relacionarse con el papel reproductivo propio de cada sexo.

Palabras clave:

Artibeus lituratus

Fenología reproductiva

BCI

Ciclo reproductivo

Condición corporal

Abstract

The organisms require to perform or fulfill basic tasks a) find, appropriate and use the food, b) avoid, evade and repel predators, c) face abiotic stress and d) get a mate and reproduce. Each task requires energy, during the embryonic and postnatal development it obtains the energy of the mother and later they need to use themselves to obtain their food. One of the ways to know how they carry out with these tasks is through the body condition which is measured with the Body Condition Index (BCI). The body condition is the stored energy and it is used for hibernation, migration, immune response, fertility and a successful reproduction. To know the body condition of the bat *Artibeus lituratus*, we worked in Zaachila Oaxaca, where 128 specimens were collected between September 2016 and July 2017. The collection and recording of the BCI and the reproductive phenology of each sex were performed on a monthly basis. The organisms were sexed and assigned to an age category, using as criteria the wear of the teeth and the ossification of the phalanges. The categories of reproductive phenology used in the females were: inactive, pregnant, lactating and post-lactating, while in the males were: with perceptible testicles, little perceptible testicles and abdominal testicles. Over a year the population studied showed two reproductive peaks in the females, while the males appear to be active throughout the cycle. The BCI showed statistically insignificant variations throughout the year in both males and females, which can be related to the reproductive role of each sex.

Key words:

Artibeus lituratus

Reproductive phenology

BCI

Reproductive cycle

Body Condition

INDICE

RESUMEN.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. ANTECEDENTES.....	17
III. JUSTIFICACIÓN.....	22
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	24
V. OBJETIVOS.....	25
1. GENERAL.....	25
2. PARTICULARES.....	25
VI. VARIABLES DE ESTUDIO.....	26
VII. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	27
VIII. MATERIAL Y METODOS.....	28
1. LUGAR DE COLECTA.....	28
2. TRABAJO DE CAMPO.....	29

IX. ANALISIS ESTADISTICO.....	33
X. RESULTADOS.....	35
1. PROPORCIÓN DE SEXOS.....	35
2. ESTRUCTURA DE EDAD.....	35
3. FENOLOGÍA REPRODUCTIVA.....	36
4. CONDICIÓN CORPORAL.....	38
XI. DISCUSIÓN.....	44
XII. CONCLUSIÓN.....	49
XIII. BIBLIOGRAFIA.....	50

I. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista de la ecología evolutiva, todo organismo tiene cuatro tareas básicas para continuar vivo: 1) encontrar, apropiarse y utilizar el alimento, 2) evitar, evadir y repeler a los depredadores, 3) enfrentar el estrés abiótico y evitar valores extremos de ambiente y 4) obtener pareja y reproducirse (Anderson 2007). Cada una de estas tareas requiere de energía para ser llevada a cabo, sin embargo, la energía con la que un organismo cuenta no siempre es óptima, de manera que durante su vida realiza compensaciones entre las diferentes tareas básicas para asignarla o distribuirla de manera tal que pueda cubrir con la más urgente para sobrevivir. Durante las primeras etapas del desarrollo embrionario, los mamíferos placentarios obtienen la energía del huevo, posteriormente la madre lo (a) abastece para completar esta fase de su desarrollo a través de la placenta y en las primeras etapas de su vida extraembrionaria lo realiza amamantando (Gilbert 2006).

La energía requerida por los animales se obtiene a través de la alimentación, sin embargo, el recurso alimenticio no siempre es abundante y, en algunos hábitats no siempre es previsible. Para enfrentar estas adversidades, los organismos han desarrollado estrategias para administrar la cantidad de energía adquirida, entre estos podemos citar: a) torpor, b) cambios de los patrones de actividad, c) incremento de ingesta de consumo de alimento, d) incremento de la eficiencia digestiva y e) compensación metabólica (Becker *et al.* 2013). El torpor se refiere al estado fisiológico caracterizado por una disminución controlada de los niveles metabólicos y de la temperatura corporal diaria o de varios días y es una respuesta ante la falta de alimento y es llevado a cabo por homeotermos pequeños (aves y mamíferos), que debido a su pequeño tamaño y gran superficie corporal pierden calor fácilmente y en consecuencia tienen un gasto energético mayor para mantener su temperatura corporal constante (Ruf & Geiser 2015).

En el caso particular de los murciélagos, ajustan sus horarios de actividad como una respuesta a diferentes factores como tipo de alimentación, edad,

condición corporal y fenología reproductiva. La palabra fenología proviene del griego “*phainomai*”, que significa apariencia, y en biología su uso es común en varios grupos de organismos (p.e. murciélagos, Durrant *et al.* 2013; Estrada & Coates-Estrada 2001; Furey *et al.* 2011) cuando se estudian eventos biológicos estacionales cíclicos ya sean a lo largo de un año o más tiempo (Forrest & Miller-Rushing 2010), relacionados con la cantidad de energía requerida. Por ejemplo, se sabe que las especies insectívoras son las primeras en mostrar actividad al anochecer, incluso algunas lo hacen aun antes de que se oculte el sol, seguidas de las que se alimentan de plantas y finalmente las que consumen sangre (Altringham 2011). En cuanto a la edad, fenología reproductiva y condición corporal, se sabe que los animales jóvenes y con menos experiencia, al igual que las hembras lactantes y aquellos individuos con menor condición corporal salen siempre antes que los adultos más experimentados, pues tienen necesidad de una demanda energética mayor para seguir viviendo (Altringham 2011; Eckert 2000).

En actividades como la migración, reproducción o hibernación se requiere de una gran cantidad de energía que es almacenada en forma de grasa (subcutánea) y es obtenida a través del incremento de la ingesta y otros mecanismos como eficiencia y compensación metabólica. Almacenar grandes cantidades de energía para realizar estas tareas requiere que los murciélagos modifiquen sus patrones de actividad y pasen más tiempo comiendo, al mismo tiempo que su sistema de absorción y almacenamiento se hace más eficiente, de tal forma que canalizan la energía consumida para formar reservas de grasa con la intervención de hormonas como la leptina y grelina (Birsoy *et al.* 2008; Rosado *et al.* 2006). Estos mecanismos no son mutuamente excluyentes y pueden ser usados simultáneamente, en mamíferos con una elevada demanda energética.

Los murciélagos son animales con una elevada demanda energética que se debe en parte a su pequeña masa y gran superficie corporal ya que por ser homeotermos o heterotermos temporales, deben mantener un metabolismo

elevado para generar el calor suficiente para mantenerse activos, ya que mucho de este calor se pierde a través de las superficies del cuerpo (Speakman & Thomas 2003). El calor que mantiene la temperatura del cuerpo de un murciélago es de origen metabólico, por eso se dice que son animales endotermos. Dado que la capacidad para producirlo está en función de la masa de los órganos y el tejido muscular, los organismos pequeños tienen más problemas para mantener su temperatura corporal constante en un ambiente externo cambiante. En cambio los animales de gran tamaño están mejor equipados para hacer frente a estas demandas que los pequeños, debido a que la pérdida de calor es menor en relación con su capacidad para producirlo (Speakman & Thomas 2003). Desde el punto de vista de la ecofisiología, el estudio de los murciélagos es interesante como apuntan Speakman & Thomas (2003), por las siguientes razones: 1) su tamaño varía desde 2 g hasta más de 1000 g, 2) son extremadamente termolábiles (reaccionan rápidamente a los cambios de temperatura), 3) exhiben una amplia diversidad de patrones de regulación de la temperatura (torpor, hibernación, etc.), 4) poseen variados tipos de alimentación: frugívoros (fruta), nectarívoros polinívoros (néctar y polen), carnívoros (carne), insectívoros (insectos) y hematófagos (sangre) y 5) son los únicos mamíferos con capacidad de volar.

El vuelo es un tipo de locomoción energéticamente más costoso que la marcha o el nado, de manera que para los murciélagos se enfrentan a varias limitantes que pueden afectar su historia de vida, una de ellas se refiere a sus reservas energéticas y condición corporal (Welbergen 2011; López 2006). Estas reservas deben ser idóneas pues un exceso implica una carga que podría provocar una deficiencia a la hora de evitar depredadores; por el contrario, si las reservas son insuficientes se provocaría un deceso durante las migraciones o hibernaciones, (esto en murciélagos que realizan estas actividades) (Welbergen 2011). Asimismo, la reserva energética no solo se usa para volar, sino para cumplir todas sus funciones vitales y reproductivas (Karasov & Martínez del Río 2007). En la mayoría de los mamíferos, la magnitud, tiempo y duración de los costos reproductivos depende del género

debido a que cada sexo juega diferentes papeles durante la reproducción, las que están relacionadas con el comportamiento, morfología y fisiología (Malin & Anhesjö 2013; Rughetti & Toffoli 2014). Por ejemplo, se sabe que el mayor gasto de energía en machos ocurre durante la época de apareamiento, ya que la usan para el cortejo, cópula y defensa del territorio. En cambio, en las hembras el mayor gasto energético lo realizan durante la gestación y lactancia (Rughetti & Toffoli 2014; Welbergen 2011).

Existen diferentes métodos y técnicas para estudiar cómo un organismo usa la energía para cumplir con sus tareas básicas, una de ellas es por medio del análisis de la condición corporal que se mide por medio de índices corporales (Moya-Laraño *et al.* 2008; Stevenson & Woods 2006; Wilder *et al.* 2006). Otros métodos revisados por Wilder *et al.* (2016) incluyen desde los no invasivos como la absorción dual de rayos X, impedancia bioeléctrica, así como los invasivos entre los que figuran los ensayos gravimétricos de lípidos, contenido de tejido magro, el ensayo Bradford, ensayos de detección directa, espectrometría de masas, cromatografía líquida de alto rendimiento (en inglés HPLC), análisis del contenido de carbono, hidrógeno y oxígeno, entre otros. La mayoría de estos métodos son costosos, en cambio el uso de índices corporales es un método no invasivo, sencillo y útil para, además obtener información sobre el estado de salud y éxito reproductivo de una población.

El término condición corporal se refiere a la cantidad de energía que almacena un organismo pero no exclusivamente en forma de grasa como originalmente se propuso (Moya-Laraño *et al.* 2008; Wilder *et al.* 2016) y se ha utilizado para conocer la supervivencia durante las migraciones, la hibernación, calidad del sistema inmune, fecundación y éxito reproductivo entre otros (Moya-Laraño *et al.* 2006). Una definición similar la dan Ketola & Kotiaho (2009), quienes la definen como la cantidad de energía disponible para que un organismo lleve a cabo sus tareas básicas.

II. ANTECEDENTES

El orden Chiroptera es el segundo grupo más diverso de mamíferos después de los roedores. Hoy se reconocen más de 1200 especies de murciélagos organizados en 18 familias (Simmons 2005) que se encuentran en todo el mundo, excepto la Antártida. Habitan en todos los ecosistemas terrestres, desde selvas tropicales hasta los límites del Círculo Polar Ártico, desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 4000 msnm. Los Chiroptera se dividen en dos clados: **Yipterochiroptera** y **Yangochiroptera** (Teeling *et al.* 2002; Ming & Dong 2006; Reis *et al.* 2011), el primer clado está formado por las familias Pteropodidae, Rhinolophidae, Hipposideridae, Rhinopomatidae, Craseonyctidae y Megadermatidae mientras que todas las demás familias forman parte del clado Yangochiroptera (Reis *et al.* 2011). En México habitan solo miembros de los Yangochiroptera y hasta la fecha se han registrado 138 especies representantes de ocho familias: Emballonuridae, Molossidae, Mormoopidae, Natalidae, Noctilionidae, Phyllostomidae, Thyropteridae y Vespertilionidae (Álvarez-Castañeda *et al.* 2015; Simmons 2005).

En murciélagos se han realizado diferentes estudios que han empleado la condición corporal del individuo para inferir como es asignada la energía durante cada una de las etapas reproductivas. En machos hay un mayor gasto energético (que ocasiona disminución de la masa corporal) durante la época de apareamiento, ya que usan la energía para el cortejo, cópula, defensa del territorio y de las hembras en el caso de las especies con harem. Mientras que en las hembras, el mayor gasto energético ocurre durante la lactancia (Altringham 2011). La condición corporal se mide comúnmente con el **índice de condición corporal** (BCI por sus siglas en inglés) que fue definido por Speakman & Racey (1986) como $BCI = \text{masa corporal (g)} / \text{longitud del antebrazo (mm)}$. Esta propuesta ha sido empleada para analizar la influencia de la condición corporal sobre el desarrollo sexual en machos de *Plecotus auritus*, así como en *Myotis daubentonii* (Encarnaçao *et al.* 2006; Rughetti & Toffoli 2014; Suba *et al.* 2011), *Pteropus poliocephalus* (Welbergen 2011),

Myotis bandtii y *Myotis dasycneme* (Suba *et al.* 2011) y en estudios de hibernación y evaluación del estado inmunológico en *M. lucifugus*, *M. septentrionalis*, *M. sodalis* y *Perimyotis subflavus* (Lacki *et al.* 2015; Gallard & Broders 2015). Además, ésta técnica es un método no invasivo útil para conocer la condición corporal del individuo. Aunque originalmente se había propuesto que el índice medía de alguna manera la cantidad de tejido graso (energía) que el organismo almacena, diferentes estudios (revisados por Wilder *et al.* 2016) han mostrado que no es el caso, y el BCI ha mostrado tener mayor relación con el contenido de agua o tejido magro que con la cantidad de grasa. No obstante Wilder *et al.* (2016) concluye que el uso del BCI es útil como una primera aproximación antes de conocer a mayor detalle la salud, composición y fisiología de un organismo. Sobre todo, tomando en cuenta que el cuerpo de un animal es un sistema afectado por múltiples variables y el índice puede usarse como una medida de la condición corporal relacionado con la masa o volumen estandarizado al esqueleto.

Los murciélagos son el segundo orden de mamíferos más diverso, después de los roedores. Esta diversidad taxonómica se complementa con la diversidad morfológica (tamaños y formas), ecológica (hábitos alimentarios y técnicas de forrajeo) y de comportamiento (Lumbreras-Ramos 2012). Dentro del orden Quiroptera, la familia Phyllostomidae epitomiza tal diversidad en las regiones neotropicales. Los filostómidos están presentes con cerca de 160 especies agrupadas en 57 géneros (Reis *et al.* 2006; Simmons & Voss 1998) y 11 subfamilias: Macrotinae, Micronycterinae, Desmodontinae, Lonchorhininae, Phyllostominae, Glossophaginae, Lonchophyllinae, Carollinae, Glyphonycterinae, Rhinophyllinae y Stenodermatinae (Jones & Carter 1976; Baker *et al.* 2003). Esta última subfamilia incluye, entre otros a murciélagos de hábitos frugívoros, que son de gran importancia como agentes dispersores ya que influyen en la composición, dinámica y diversidad de las comunidades vegetales así como su regeneración (Lumbreras-Ramos 2012). Los murciélagos frugívoros y nectarívoros de la familia Phyllostomidae son de gran

importancia como agentes dispersores y polinizadores al influir en comunidades vegetales (Lumbreras-Ramos 2012).

Los murciélagos frugívoros pueden ser clasificados como forrajeros de sotobosque o forrajeros de dosel. Los primeros consumen frutos pequeños y no fibrosos, mientras que los de dosel consumen frutos fibrosos que mastican lentamente mientras absorben la parte líquida. (Suarez-Castro & Montenegro 2015). Dicha elección del alimento también está influenciada por factores extrínsecos (estacionalidad, abundancia y diversidad de recurso, tamaño de fruto y accesibilidad) e intrínsecos como características específicas de los murciélagos (especie, sexo, edad, condición reproductiva, tamaño y estatus social) (Fleming 1986; Gaona 1997).

El género *Artibeus* (Phyllostomidae, Stenodermatinae) incluye a 21 especies de murciélagos frugívoros restringidos a la parte tropical de América. *Artibeus lituratus* junto con *A. jamaicensis* son las especies más abundantes y mejor estudiadas del género. *A. lituratus* es una especie que se puede confundir con *A. intermedius* (Larsen *et al.* 2013), sin embargo el primero se caracteriza por tener una longitud (30.95 ± 0.66) y altura del cráneo (13.91 ± 0.44), mayor que el segundo (28.76 ± 0.51 ; 13.42 ± 0.37) (Marchán-Rivadeneira *et al.* 2012).

Artibeus lituratus (Olfers, 1818) es una especie abundante y común en toda su área de distribución en México. No se encuentra bajo ninguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059 (SEMARNAT 2010) y el Convenio Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES 2010). Se distribuye en ambas planicies de México, desde Sinaloa en el oeste y desde el sur de Tamaulipas en el este, hacia el sur a través de Panamá, en casi toda Sudamérica, hasta el norte de Argentina y el sureste de Brasil (Eisenberg 1989; Muñoz-Romo & Herrera 2010). Los estados del sur en México con registro de *A. lituratus* son Chiapas (Álvarez 1991; León P & Romo V 1991), Quintana Roo (León P, & Romo 1991), Guerrero, Tabasco, Veracruz (Davis 1984) y Oaxaca (Cervantes y Mulia 1995). Utilizan como

refugios diurnos huecos de árboles, ramas, follaje denso, bajo hojas de palma, cuevas y siempre en grupos pequeños.

Artibeus lituratus es un murciélago de dosel que se alimenta del zumo de frutas y hojas (Muñoz-Romo & Herrera 2010; Oprea *et al.* 2007; Silva & Peracchi 1999). En toda el área de su distribución se han registrado 40 especies de plantas de las cuales se alimenta, entre las más frecuentemente mencionadas y con amplia distribución están: *Ficus* sp. (Zortéa & Chiarello 1994; Lopez & Vaughan 2007; Muñoz-Romo & Herrera 2010; Lumbreras-Ramos 2012; Suarez-Castro & Montenegro 2015) y *Cecropia* sp. (Zortéa & Chiarello 1994; López & Vaughan 2007; Suarez-Castro & Montenegro 2015) y otras con distribución más restringida son *Lafoensia glyptocarpa* (Silva & Peracchi 1999) y *Maclura tinctoria* (Oprea *et al.* 2007).

Para obtener su alimento, *A. lituratus* puede hacer recorridos mayores a 4.9 km (Bianconi *et al.* 2006; Lavariega & Briones-Salas 20016), algunos estudios han mostrado que la especie puede migrar en busca de su alimento y hacer recorridos largos de hasta 113 km (Mendes *et al.* 2009; Simoes *et al.* 2016). Éste desplazamiento puede estar influenciado por la variación estacional, abundancia en las poblaciones y probablemente por la fluctuaciones en la temperatura y disponibilidad de alimento (Simoes *et al.* 2016). Sazima *et al.* (1994) señalan que *A. lituratus* usa lugares poblados o fragmentados para desplazarse, ya que en estos sitios encuentra refugio y alimento como árboles frutales de los cuales se alimenta, tal como: higos, guayabas, almendros, nísperos, etc. (García-García & Santos-Moreno 2014).

El horario de actividad nocturna de este murciélago presenta dos picos: el primero ocurre entre 2-3 horas después de la puesta del sol (Sazima *et al.* 1994; Moura de Souza & Marilho-Filho 2004; Lavariega & Briones-Salas 2007) y el otro cuatro horas antes del amanecer, principalmente en épocas de lluvia (Moura de Souza & Marilho-Filho 2004; Lavariega & Briones-Salas 2007).

Los murciélagos filostómidos de ambientes tropicales pueden presentar patrones reproductivos de tipo monoéstrico estacional o poliéstrico no estacional (Duarte & Talamoni 2010). El patrón reproductivo de *A. lituratus* ha sido descrito para poblaciones de Costa Rica como poliéstrico bimodal o con actividad reproductiva todo el año con dos picos de nacimientos (Fleming *et al.* 1972). De acuerdo con Duarte *et al.* (2010), en Brasil hembras no reproductivas se encuentran en marzo y julio, mientras que hembras reproductivas en septiembre, preñadas de octubre a abril y lactantes de marzo a mayo. Machos reproductivos (testículos grandes y escrotados) se encuentran casi en todos los meses el año siendo más frecuentes de agosto a diciembre y machos no reproductivos (testículos escrotados pequeños) de febrero a julio. Asimismo, Lewin (1963) reporta que en machos es evidente la espermatogénesis y presencia de espermatozoides todo el año. Las hembras paren normalmente un crío por camada (Sosa & Ramoni-Perazzi 1995). Durante estas etapas de espermatogénesis y preñez, los murciélagos tienen que prever el gasto energético y lo interpretan como almacenamiento de energía. Para México no se conoce cómo es el ciclo reproductivo de ambos sexos en ésta especie.

III. JUSTIFICACIÓN

La reproducción ha sido objeto de estudios en varias especies de mamíferos, pero han recibido menos atención los murciélagos, a pesar de ser el segundo grupo de mamíferos más diverso y con gran variedad de estrategias reproductivas que han desarrollado como resultado de las diversas condiciones ecológicas a las cuales están sometidos (Crichton & Krutzch 2000; Beguelini 2012).

La mayoría de los estudios realizados en donde se describe el ciclo reproductivo de los murciélagos, están enfocados a la descripción reproductiva de las hembras, siendo *A. lituratus* una de las pocas especies de murciélagos en las que se conoce el ciclo de ambos sexos. Sin embargo, no se han analizado los cambios en la condición corporal a lo largo de su ciclo reproductivo y cómo cambia en cada sexo durante un evento reproductivo.

Además de saber si presentan el mismo comportamiento que en otros estudios en los que se ha documentado que los machos tienen un mayor gasto energético durante la época de apareamiento, que se refleja en la disminución de su masa corporal debido a que invierten más energía durante el cortejo, defensa del territorio y cópula, mientras que en las hembras el mayor gasto energético lo llevan a cabo durante la lactancia.

Es importante el estudio de los murciélagos, porque el género *Artibeus* está entre los más importantes dispersores de semillas en bosques en primeras etapas de sucesión influyendo en la dinámica y diversidad de los mismos (Passo & Passamani 2003; Oprea *et al.* 2007; Lumbreras-Ramos 2012).

Artibeus lituratus es una especie abundante y común en México, pero se desconocen todos los aspectos de su reproducción en esta zona. Por lo tanto el presente proyecto se planteó para generar información con base en la fenología reproductiva. Asimismo, los resultados que se obtengan pueden servir de modelo para especies bajo alguna categoría de riesgo, ya que aunque en el presente estudios, solo se utilizará un método no invasivo, en estudios a

futuro se pretende utilizar métodos más precisos para determinar y analizar la variación de la condición corporal de ésta especie con relación a la reproducción.

IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se relaciona la condición corporal de los adultos machos y hembras de *Artibeus lituratus* y su fenología reproductiva durante un ciclo reproductivo?

V. OBJETIVOS

GENERAL

Determina las variaciones de la condición corporal de los adultos del murciélago *Artibeus lituratus* y asociarlas con fenómenos reproductivos propios de cada género a lo largo de un ciclo reproductivo.

PARTICULARES

1. Determinar la variación del índice de condición corporal de machos y hembras del murciélago *Artibeus lituratus* a lo largo del ciclo anual.
2. Determinar la fenología reproductiva de *Artibeus lituratus* durante un ciclo anual.
3. Relacionar la condición corporal a lo largo de un ciclo anual con la fenología reproductiva de *Artibeus lituratus*.

VI. VARIABLES DE ESTUDIO

- Ciclo reproductivo de *Artibeus lituratus*: **Independiente**
- Condición corporal: **Dependiente del ciclo reproductivo**
- Etapas reproductivas de macho con base en la morfología de testículos: **Dependientes del ciclo reproductivo**
- Etapa reproductiva de la hembra, (gestación y lactancia): **Dependiente del ciclo reproductivo.**

VII. DISEÑO EXPERIMENTAL

Durante cuatro días consecutivos por mes durante un año (principalmente en noches de luna nueva) se colectaron individuos de *Artibeus lituratus* en el municipio de Zaachila, Oaxaca. Los ejemplares capturados fueron sexados, asignados a una categoría de edad, se tomaron datos morfométricos y determinó su fenología reproductiva (Fig. 1)

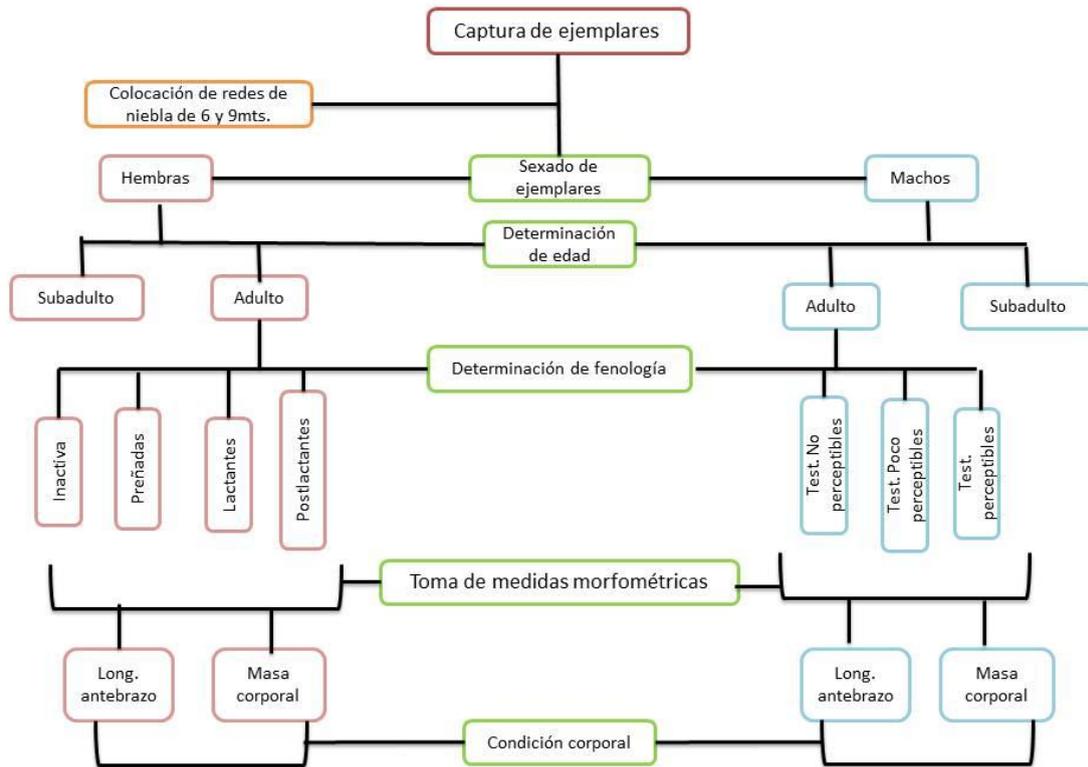


Figura 1.- Diseño experimental

VIII. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo observacional y prospectivo .

1.- Lugar de colecta

Los murciélagos de la especie *Artibeus lituratus* se colectaron en la Villa de Zaachila, Oaxaca, que se localiza en la región de los Valles Centrales, en las coordenadas 16°56' latitud norte y 96°45' longitud oeste, a una altura de 1520 msnm. Zaachila colinda al norte con Jalpan y San Pedro de Reforma, al oriente con la Hacienda de Tlanichico y Noriega, al sur con la Trinidad Zaachila, al este con San Pablo la Raya y Reyes Mantecón (INAFED 2002) (Fig. 2)

El clima de la zona es un BS1hw(w) que corresponde a un clima semiseco semicálido, con lluvias en verano e invierno fresco (SPP 1984; Trejo *et al.* 2004) (Fig. 3)

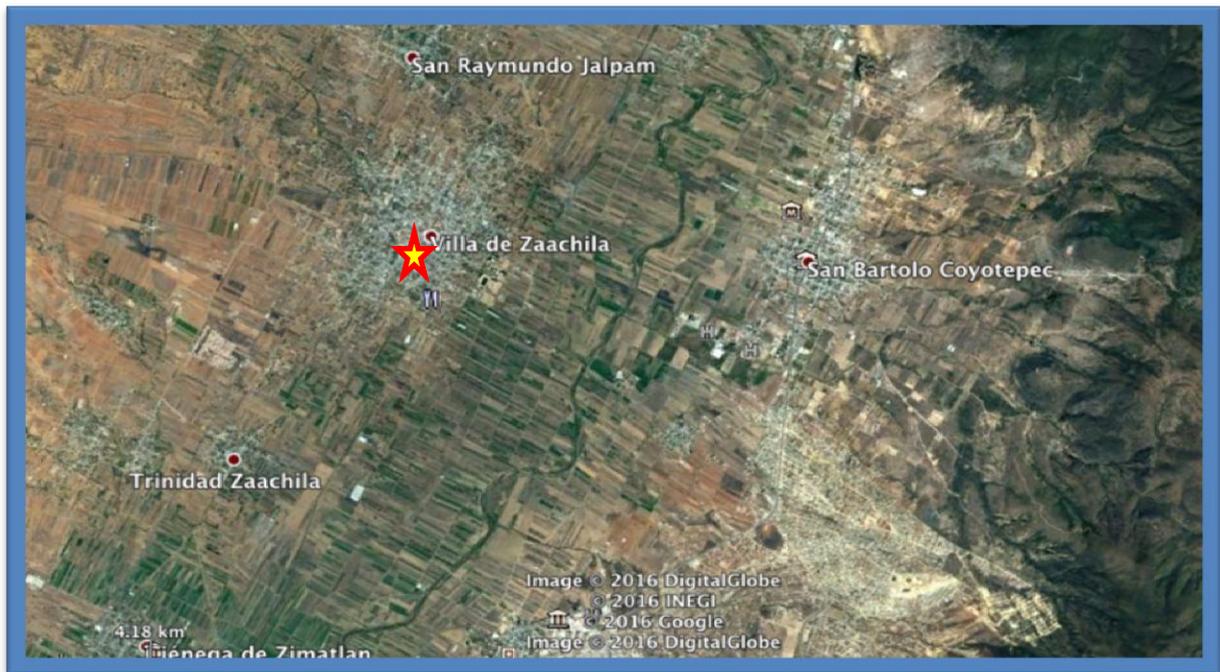


Figura 2.- Imagen satelital de la ubicación de Zaachila Oaxaca (estrella) y pueblos circunvecinos. (Google Earth, 2017)

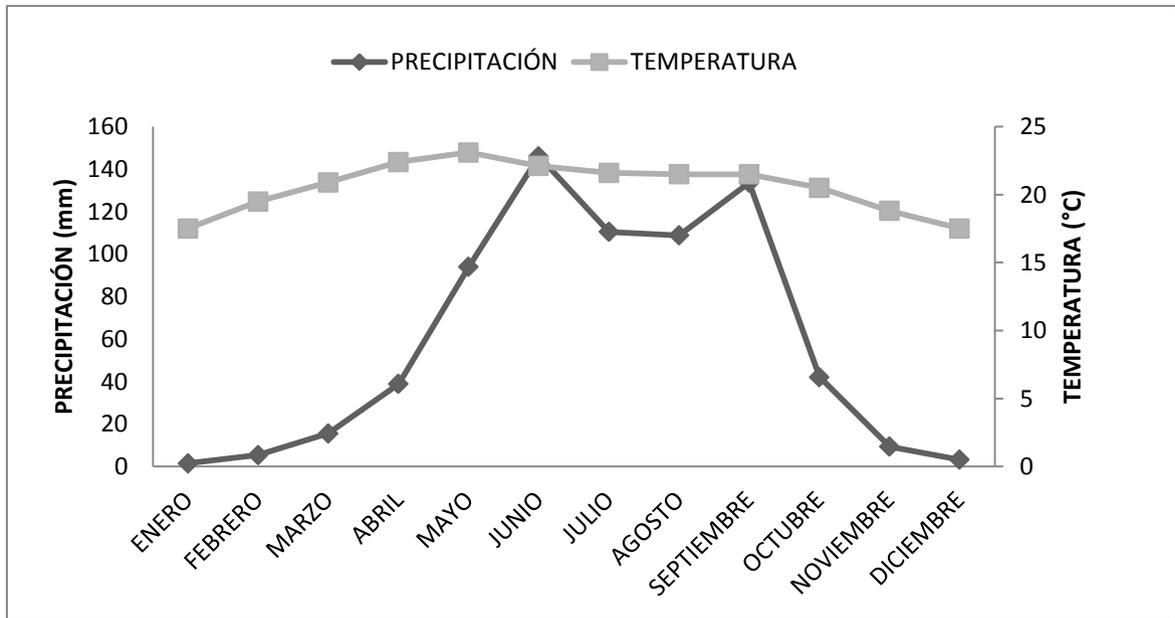


Figura 3.- Datos meteorológicos de Zaachila del año 1981-2010.

2.- Trabajo de campo

La colecta de los ejemplares fue amparada con el permiso de colector FAUT-0002 expedida por la Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT, a nombre del Dr. Fernando Alfredo Cervantes Reza, debido a que no hubo mortalidad de individuos durante el trabajo de campo no hubo necesidad de prepararlos como ejemplares de colección.

Los murciélagos fueron capturados con dos redes de niebla de 6 y 9 metros. Se colectaron entre 8 y 12 murciélagos, durante 4 días consecutivos de cada mes durante un año, iniciando en septiembre de 2016 y terminando en julio de 2017. Las redes se colocaron al atardecer en sitios de paso a lugares de forrajeo, y fueron capturados durante las primeras dos horas de oscuridad, así se evitó que el consumo de su alimento influyera en el peso del animal.

Se determinó que los ejemplares capturados de *A. lituratus* fueran adultos. Debido a que es difícil conocer la edad cronológica de los individuos silvestres no marcados desde el nacimiento como ocurre con los animales de granja o de bioterio (siempre y cuando se lleve un registro correcto del nacimiento de los

mismos), en éste caso para determinar la edad de los individuos se utilizaron categorías ordinales usando los criterios del desgaste dental y osificación de epífisis que son los más comunes y aceptados (Brunet-Rossini & Wilkinson 2009) (Fig. 4).



Figura 4.- Imagen que muestra el desgaste de los dientes de un ejemplar adulto de *Artibeus lituratus*.

Los murciélagos antes de volar deben tener bien osificadas las falanges del ala, para soportar las fuerzas de tensión a las que son sometidas por la contracción muscular durante el vuelo, ya que en caso contrario habría dislocaciones o roturas del esqueleto alar. De manera que la osificación de ellas debe ser casi completa cuando los individuos salen por vez primera a forrajear, y debido a la velocidad de crecimiento de los murciélagos, muchos individuos son parecidos en pelaje y talla al adulto, por lo cual solo es posible diferenciarlos por medio de la osificación. Para diferenciar a los adultos de los subadultos o jóvenes, se observó el grado de osificación de las epífisis metacarpo-falange del cuarto dedo del ala. Esta característica se observa

cuando se coloca el ala extendida del murciélago frente a un haz de luz de una lámpara; en caso que las epífisis fueron traslucidas se consideró que no están osificadas y por lo tanto el individuo se ubicó como joven o subadulto, en cambio si esta región de los huesos se ven opacos, se consideran osificados y el individuo se ubicó en la categoría de adulto.

En el caso del desgaste dentario, los dientes brotan con cúspides muy afiladas que se van gastando con el uso; los recién nacidos y jóvenes se alimentan de leche y el desgaste de los dientes incisivos y caninos es mínimo y no perceptible, en cambio cuando empiezan a consumir alimento sólido estos sufren un proceso de desgaste y en consecuencia las cúspides de los dientes empiezan a ser romas, y en ejemplares viejos llegan a desaparecer las cúspides de la cara oclusal. Por lo tanto, si los caninos eran puntiagudos el individuo se consideró como joven o subadulto y fueron excluidos del estudio; en cambio sí estaban con la superficie desgastada, además de tener las epífisis metacarpo-falange osificadas se consideraron adultos y fueron incluidos en el estudio.

Los adultos capturados fueron colocados en bolsas individuales para evitar riñas, en el caso de las hembras preñadas fueron las primeras en ser revisadas para evitarles estrés y un posible aborto.

Se obtuvieron sus medidas morfométricas: la masa corporal se registró en una balanza Ohaus (0.01g de sensibilidad) enrollando al ejemplar en una pequeña tela para mantenerlo inmóvil y así realizar el pesaje de manera correcta. Para la toma de medidas longitudinales del murciélago se sostuvo con la palma de la mano izquierda (esto para las personas diestras) y con los dedos alrededor del cuello para evitar mordidas; con el dedo índice y pulgar de la misma mano con que se sostuvo el murciélago se sujetó el antebrazo para su medición (del codo hasta el inicio de las falanges) y se tomó con un vernier digital (con precisión de 0.01mm) previamente calibrado para estandarizar las longitudes.

Las hembras fueron asignadas a una de cuatro categorías para establecer su fenología: a) no preñadas o inactivas, cuando por palpación no se detectó ningún abultamiento en la región del útero, y los pezones fueron pequeños b) preñadas, cuando el embrión o feto se detectó por palpación, c) lactantes cuando el área alrededor de los pezones se encontró desnuda y al apretarlos ligeramente estos secretaron leche, d) post-lactantes cuando el pezón estuvo descubierto pero no produjo leche (Welbergen 2011). Además en el caso de las hembras preñadas se midió la longitud del embrión.

Los machos de *A. lituratus* no presentan un escroto verdadero, además pueden cambiar la posición testicular a voluntad (Beguelini *et al.* 2013). Por lo tanto, en el estudio no se consideró la clasificación tradicional de escrotados y no escrotados. Sino que se clasificaron en a) testículos perceptibles (TP) cuando estaban abajo; testículos poco perceptibles (TPP) cuando los testículos no eran aparentes pero se podían bajar con un movimiento suave, y testículos abdominales (TA), cuando no se pudo bajar para medirlos. A cada testículo se le midió el largo y ancho con ayuda de un vernier digital. Asimismo se anotó la coloración del “escroto” ya que es una característica usada para determinar si son reproductores o no.

IX. ANALISIS ESTADÍSTICOS

La información obtenida durante el trabajo de campo se integró en una matriz de datos que contuvo la siguiente información: **número consecutivo de ejemplar, sexo, hora y fecha de captura, localidad precisa con un sistema de coordenadas UTM, longitud del antebrazo, masa corporal, fenología reproductiva, tamaño de testículo derecho e izquierdo, tamaño de feto** (en caso de las hembras preñadas) (ANEXO 1).

La matriz en Excel fue la base para estimar los estadísticos descriptivos: media, desviación estándar de cada muestra por mes y por sexo. La proporción de sexos se analizó con una prueba de bondad de ajuste de Chi cuadrado, mientras que para la evaluación del dimorfismo sexual se aplicó un análisis de varianza de una sola vía (prueba de F o ANOVA).

El BCI se calculó para cada sexo de acuerdo con Speakman & Racey (1986) y con un análisis de regresión lineal se generaron los residuales estandarizados de la masa corporal sobre la longitud del antebrazo. Los residuales representan una técnica más precisa de la condición corporal del individuo que los datos originales (Schulte-Hostedde *et al.* 2005).

Los residuales estandarizados del BCI, obtenidos de la de regresión lineal, fueron analizados para determinar la posible existencia de diferencias temporales con ayuda de un análisis de varianza. Asimismo, los residuales se ajustaron a un modelo polinomial de grado tres ($Y = B_0 + B_1X + B_2X^2 + B_3X^3$), con el fin de explorar su comportamiento temporal.

Todos los análisis se hicieron con el programa NCSS (Number Cruncher Statistical Software, NCSS 2015), usando un criterio de significancia estadística un $\alpha = 0.05$ (Zar 2010).

La variación estacional de la condición corporal de la población fue descrita e inferida con base en la información obtenida de los individuos que se capturaron cada mes y relacionada con la fenología reproductiva de los

individuos de la muestra total. Este método es conocido en ecología como transversal, ya que no se dio seguimiento a los mismos individuos como ocurre con el método longitudinal o vertical. De manera que existe cierto sesgo en los datos debido a la probabilidad de mayor captura de algunos individuos que no adquieren aversión por las redes en comparación con otros que aprenden a evitar los sitios de captura (Baptista *et al.* 2000). El método longitudinal sería idóneo si una vez capturado un individuo se le pudiera marcar para darle seguimiento a través del tiempo, como ocurre en individuos recién nacidos (Martínez-Coronel *et al.* 2014). Sin embargo, cuando se trabaja con individuos adultos y silvestres, muchos de ellos rechazan las marcas (anillos), motivo por el cual el método transversal es idóneo para obtener información por el momento, hasta que se desarrolle una metodología más eficiente, además que nuestro interés era el comportamiento de la población y no del individuo.

X. RESULTADOS

En total se capturaron 128 individuos en 11 meses de trabajo: 66 machos y 62 hembras, de los cuales 110 fueron adultos y son los que se utilizaron en el análisis.

1.- Proporción de sexos:

La proporción de machos respecto a las hembras adultas para todo el ciclo fue 1.12:1 ($X=0.08$; g.l.=1; $P=0.77$). Mensualmente la proporción de sexos fue 1:1 o cercana durante siete meses, ya que en diciembre se colectaron el doble de hembras que de machos, mientras que en octubre, mayo y julio la proporción sexual se invirtió a favor de los machos (Anexo 2).

2.- Estructura de edad

Individuos adultos se encontraron todo el año en una proporción mayor al 60%. Los animales subadultos fueron capturados en casi todos los meses, excepto en enero, marzo, abril y junio, y los juveniles solo se colectaron en abril. (Fig. 5)

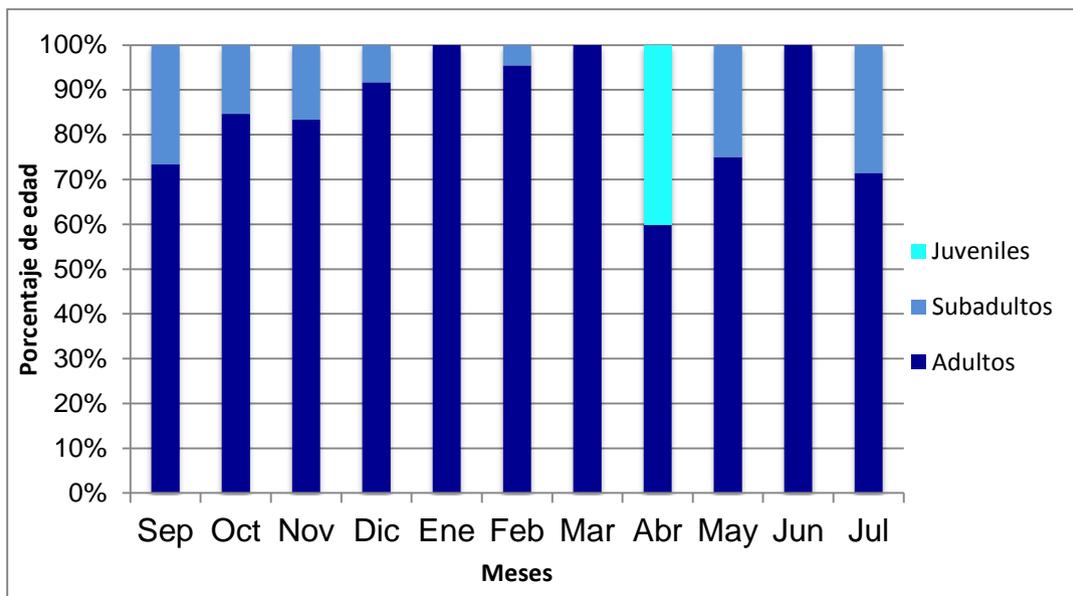


Figura 5.- Composición porcentual por categoría de edad relativa de la población de murciélagos muestreada en Zaachila, Oaxaca, de septiembre de 2016 a julio de 2017.

3.- Fenología reproductiva

Todos los machos adultos presentaron testículos perceptibles o poco perceptibles a lo largo del ciclo estudiado. De octubre a noviembre y de abril a junio se encontraron ejemplares con testículos abdominales, y con excepción de abril que fue un juvenil, en los otros meses correspondieron a ejemplares subadultos (Fig. 6), (Anexo 3). Los murciélagos adultos tuvieron los testículos más pequeños en abril ($x = 5.25$ mm), en los siguientes meses aumentaron de manera constante hasta alcanzar su máximo en enero-febrero-marzo (Fig. 7), (Anexo 4)

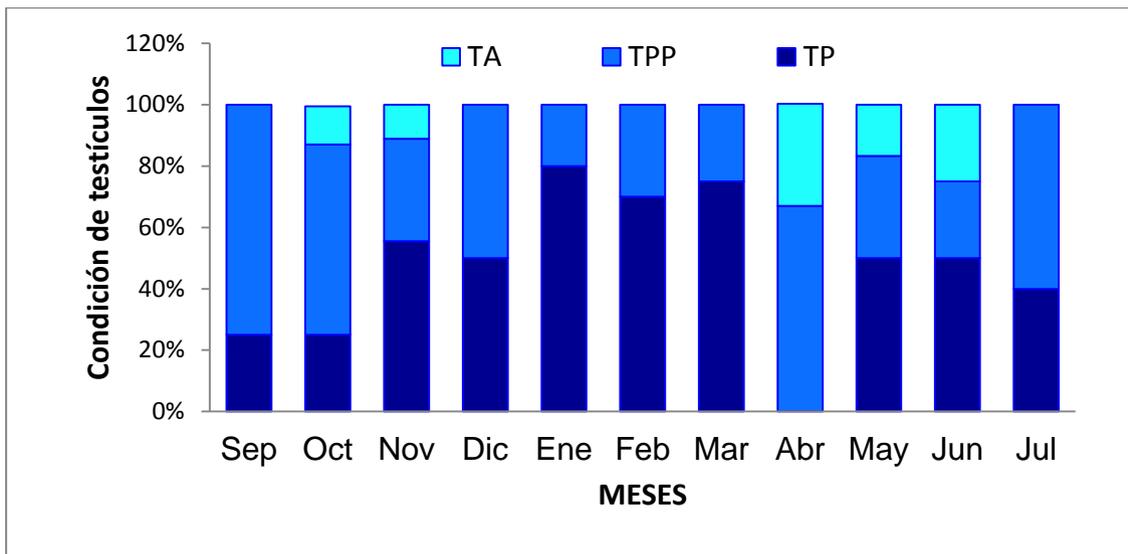


Figura 6.- Fenología testicular de *Artibeus lituratus* en Zaachila, Oaxaca, de septiembre de 2016 a julio de 2017. TA, testículos abdominales; TP, testículos perceptibles y TPP, testículos poco perceptibles.

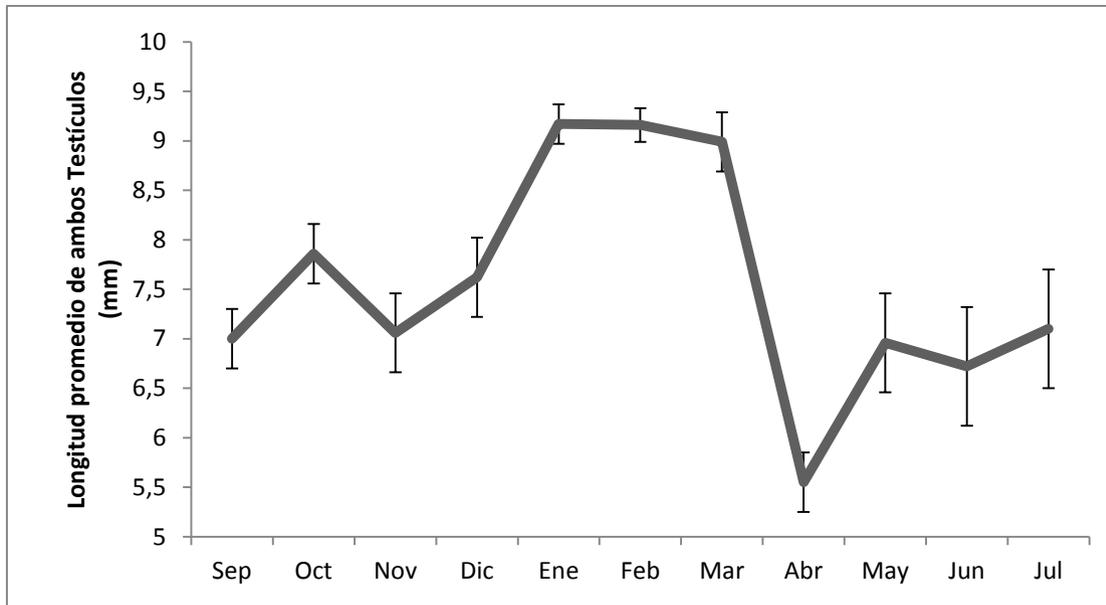


Figura 7.- Variación de la longitud testicular en *Artibeus lituratus* de Zaachila, Oaxaca, de septiembre de 2016 a julio de 2017.

De septiembre a mayo se encontraron hembras inactivas, hembras preñadas estuvieron presentes de enero a julio, hembras lactantes en febrero-marzo y junio-julio, y postlactantes se observaron en abril, y septiembre-octubre.

La información anterior muestra que *A. lituratus* se reprodujo dos veces durante el año en Zaachila. El primer evento del año ocurre en febrero-marzo y el segundo en junio-julio (Fig. 8).

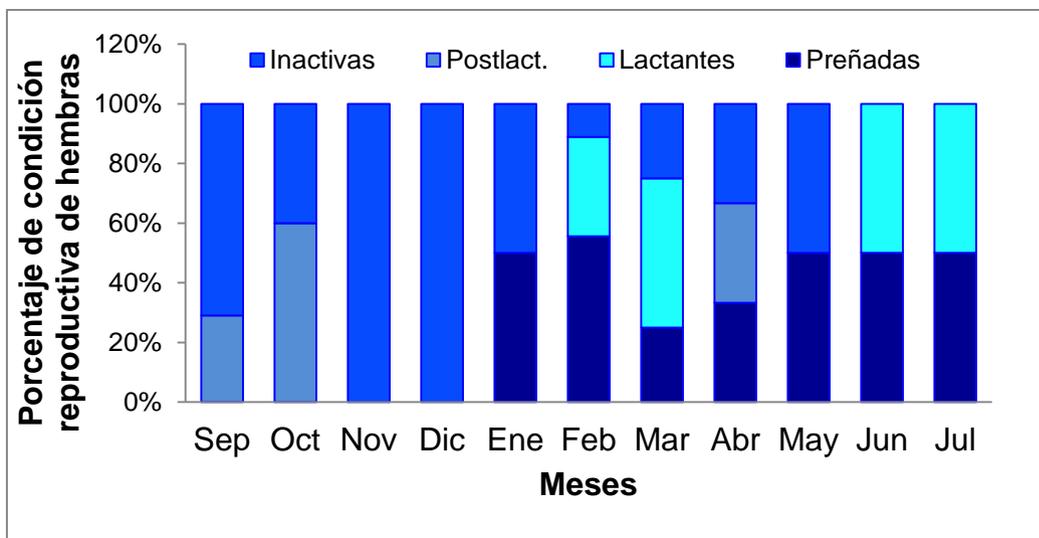


Figura 8.- Fenología reproductiva de hembras adultas de *Artibeus lituratus* en Zaachila, Oaxaca, de septiembre de 2016 a julio de 2017

4.- CONDICIÓN CORPORAL

Los valores promedio de la longitud del antebrazo y masa corporal de los adultos de ambos sexos de *A. lituratus* mostraron una tendencia similar a lo largo del año (Tabla 1). La longitud del antebrazo fue más o menos constante a lo largo del ciclo estudiado, vario poco alrededor del promedio en ambos sexos (machos = 65.29 mm y hembras = 66.89 mm), aunque en junio, julio y septiembre se encontró mayor variación, posiblemente a consecuencia del bajo número de ejemplares muestreados. Asimismo, se encontró que en todo el ciclo estudiado las hembras resultaron ser significativamente más grandes que los machos ($F = 11.05$, $gl. = 108$, $p=0.001$), aunque en abril se observó una mayor talla en los machos que en las hembras.

Tabla 1.- Valores promedio de la longitud del antebrazo (ANTE) y masa corporal (Masa) de los adultos de *A. lituratus* de Zaachila, Oaxaca, de septiembre de 2016 a julio de 2017.

Mes	Machos			Hembras		
	n	ANTE (mm)	Masa (mm)	n	ANTE (mm)	Masa (mm)
Septiembre	6	66.27±0.83	57.61±0.86	5	69.23±2.40	65.28±3.36

Octubre	6	66.65±0.62	58.71±1.29	5	67.49±0.63	60.00±3.30
Noviembre	7	65.96±0.60	58.84±2.71	8	66.29±0.94	63.35±1.80
Diciembre	3	64.67±1.05	60.30±7.10	8	66.25±0.91	58.83±2.29
Enero	5	65.27±0.46	60.90±2.83	6	65.88±0.42	62.75±3.30
Febrero	9	65.65±0.47	59.42±1.83	12	66.58±0.43	65.04±2.27
Marzo	4	65.42±1.62	55.21±1.18	4	66.7±1.18	65.90±4.83
Abril	1	65.94±0.00	54.00±0.00	2	63.75±1.47	61.10±3.30
Mayo	5	63.57±1.65	56.44±1,10	1	66.67±000	62.40±0.00
Junio	4	62.92±0.17	49.71±0.39	4	68.48±0.81	69.00±3.81
Julio	3	65.91±1.34	60.00±4.80	2	68.48±1.42	69.00±6.6

La masa corporal tuvo un patrón de variación diferente para machos y hembras, algo esperado debido al diferente papel reproductivo que cada sexo juega. Los machos tuvieron la menor masa corporal en mayo y junio, después tendió a incrementarse los siguientes meses y alcanzó su máximo valor en diciembre-enero, y a partir de febrero tendió a disminuir. El patrón de masa corporal en las hembras fue más variable, con un máximo en junio-julio y otro en febrero marzo. A lo largo de todo el ciclo las hembras fueron significativamente más grandes que los machos en su masa corporal ($F = 22.06$, g.l. = 108, $p < 0.001$). Las diferencias fueron marcadas en septiembre-octubre-noviembre ($t = 2.82$, gl = 35, $p = 0.007$), marzo-abril-mayo ($t = 3.34$, gl = 15, $p = 0.004$) y junio-julio ($t = 3.67$, g.l. = 11, $p = 0.003$), pero no en diciembre-enero-febrero ($t = -1.13$, gl = 41, $p = 0.26$) (Fig. 9)

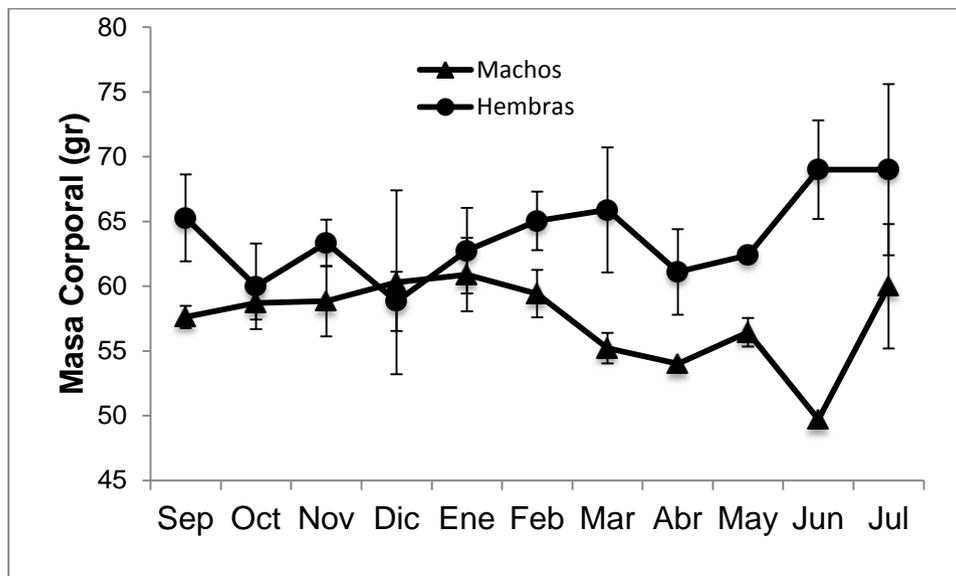
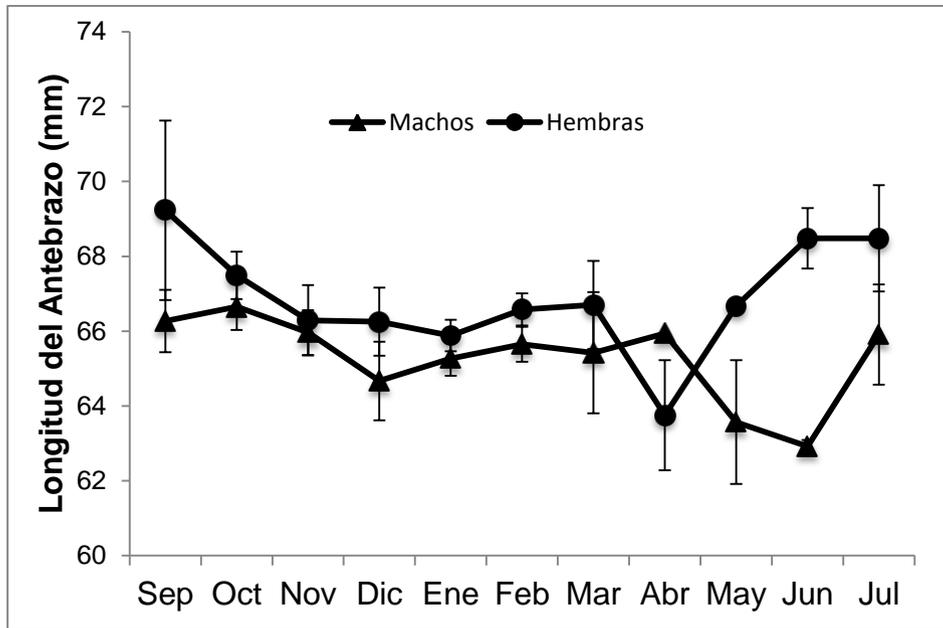


Figura 9.- Variación temporal de la longitud del antebrazo (gráfico superior) y masa corporal (gráfico inferior) de los adultos de *Artibeus lituratus* de Zaachila, Oaxaca de septiembre 2016 a julio 2017. La línea vertical muestra el error estándar y el punto indica la media aritmética.

Las diferencias temporales en los residuales del BCI no fueron significativas en los machos ($F = 1.01$, $gl = 52$, $p = 0.45$) ni en las hembras ($F = 0.61$, $gl = 56$; $p = 0.79$), esto debido a la alta dispersión que muestran los residuales, que consideramos consecuencia del bajo número de muestras en cada mes. Los residuales de ambos sexos se ajustaron pobremente a una curva polinomial cúbica (machos, $R^2 = 0.072$, error estándar = 0.98, $B_0 = -1.14$, $B_1 = 0.93$, $B_2 = -0.17$, $B_3 = 0.0088$; hembras, $R^2 = 0.057$, error estándar = 0.98, $B_0 = 0.46$, $B_1 = -0.55$, $B_2 = 0.12$, $B_3 = -0.0067$) (Fig. 10). Tomando como referencia la curva generada por el modelo polinomial; en el caso de los machos se encontró que la mejor condición corporal se presentó noviembre-diciembre, posteriormente a partir de enero tendió a bajar y alcanzó su menor valor en mayo. Estos cambios los podemos asociar con la actividad del apareamiento post-parto que ocurre en los meses de febrero marzo. En los meses de junio y julio la condición corporal de los machos mejora, no obstante que ocurren apareamientos en estos meses, por lo que se esperaría que volviera ésta a disminuir. Posiblemente éste comportamiento puede ser resultado de que menos individuos participen en los apareamientos en comparación con lo que ocurre en el primer evento del año.

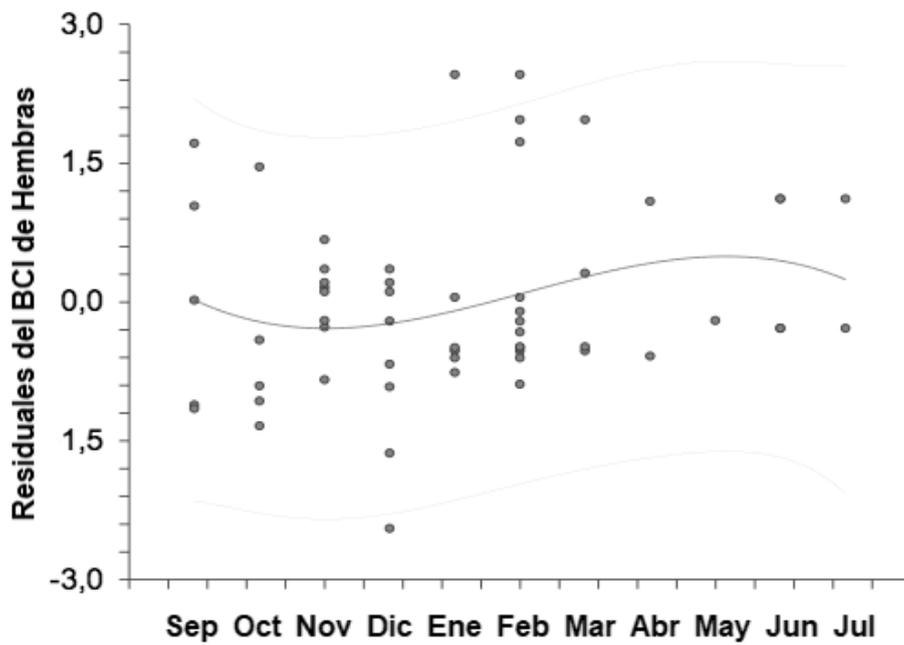
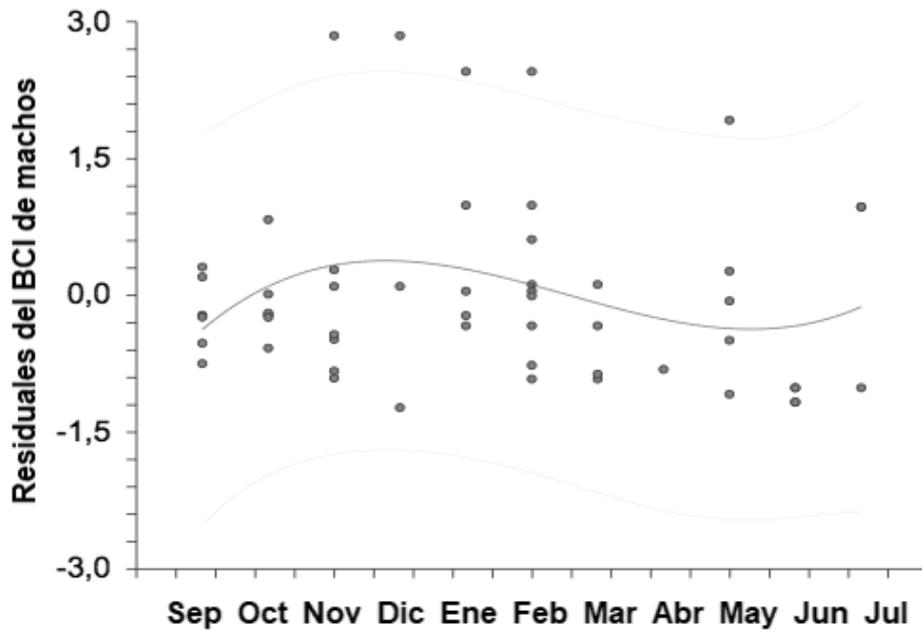


Figura 10.- Variación temporal del BCI de machos (gráfico superior) y hembras (gráfico inferior) de *A. lituratus* de Zaachila, Oaxaca durante el periodo de septiembre de 2016

a julio de 2017. Los datos de ambos sexos se ajustaron a un polinomio de tercer grado.

Respecto a las hembras, su mejor condición corporal fue en mayo y junio, la cual asociamos con el final de la gestación, ya que a lo largo del año en junio y julio ocurre un segundo evento reproductivo. En el primer periodo de partos de febrero-marzo, la condición corporal aparentemente no alcanzó los valores del segundo evento de junio-julio, ni es aparente una disminución de la condición corporal por la lactancia, como ocurre en septiembre y octubre. Posiblemente, este comportamiento puede ser resultado del bajo número de muestra. Mientras que su menor condición corporal se presentó en noviembre y diciembre cuando ya terminó la lactancia y están recuperándose. Los últimos dos meses del año las hembras fueron clasificadas como inactivas, sin embargo, debemos considerar que en caso de que estuvieran preñadas, la detección es difícil por palpación debido a la diapausa embrionaria que pueden llevar a cabo algunos miembros del género *Artibeus*, aunque no se ha comprobado en la especie aquí estudiada.

XI. DISCUSIÓN

El tamaño de muestra obtenido de *A. lituratus* durante el estudio fue de 128 ejemplares, el cual podría considerarse un número adecuado en comparación con otros estudios de la misma especie como el de Passos & Passamani (2003) que capturaron 67 murciélagos, Castillo-Navarro *et al.* (2017) capturaron 161 murciélagos, sin embargo el de Duarte & Talamoni (2009) cuya muestra fue de 526 ejemplares. Pero debido a que el objetivo de este trabajo fue determinar la condición corporal de los murciélagos, se requería de animales que no hubiesen consumido alimento esa noche, por lo que se incluyó solo animales capturados durante las primeras dos horas de oscuridad. Otro factor que afectó el tamaño de muestra fue la falta de detección de refugios de la especie, a pesar de que se hizo una búsqueda intensiva antes del inicio del estudio y durante el transcurso del mismo. Los lugareños quienes mejor conocen la zona, indicaron que hacía ya varios años que los murciélagos dejaron de verse en sus árboles debido al proceso de urbanización de la zona de estudio y a la falta de vegetación original en los alrededores. Actualmente en los alrededores del pueblo de Zaachila, hay campos agrícolas con árboles de guamúchil (*Pithecellobium dulce*) y nogales (*Carya illinoensis*) esparcidos, los cuales no poseen suficiente follaje que sirva de refugio a esta especie de murciélago. Por lo tanto se llegó a la conclusión que la población de *A. lituratus* que visita cada noche la comunidad de Zaachila proviene de otros sitios, posiblemente de los cerros que circundan la población y que se localizan a 10 km de distancia hacia el este y oeste. Esto es posible ya que se sabe que estos murciélagos pueden recorrer largos trayectos para forrajear y que pueden alcanzar los 35.9 km cada noche (Mendes *et al.*, 2009).

La fenología reproductiva de *A. lituratus* en Zaachila resultó pertenecer al de una especie políestrica bimodal, similar a la observada en otras áreas de distribución de la especie, en el sentido de que los machos fueron reproductivamente activos todo el año, mientras que las hembras tuvieron dos picos reproductivos, resultados que coinciden con lo reportado en poblaciones

de Colombia y Panamá (Castillo-Navarro *et al.* 2017; Fleming *et al.* 1972; Duarte *et al.* 2010). En Brasil, Duarte y Talamoni (2010) reportaron un patrón monoestríco para la especie, sin embargo los machos son activos todo el año, hecho que deja abierta la posibilidad que el patrón de las hembras sea poliéstríco.

Temporalmente la actividad reproductiva de *A. lituratus* de Zaachila, Oaxaca, ocurre en otro momento respecto a los de Brasil o Colombia, sin duda consecuencia de la latitud y condiciones climatológicas, alimento, etc. En Zaachila se encontraron hembras preñadas de enero-julio, lactantes en febrero-marzo y junio-julio, postlactantes en septiembre-abril, mientras que en Brasil las hembras preñadas y lactantes se encontraron de septiembre a abril, con unos cuantos individuos en marzo y mayo, post-lactantes de marzo a mayo (Duarte *et al.* 2010). En Colombia hembras preñadas se encontraron de abril a julio y de noviembre a febrero, mientras que hembras lactantes se encontraron prácticamente todo el año, excepto noviembre y diciembre (Castillo-Navarro *et al.* 2017). Debemos aclarar que en los meses de agosto a diciembre no se detectaron por palpación hembras preñadas en la población de Zaachila, sin embargo esto no significa que no estén preñadas, ya que ocurren nacimientos al inicio de año. Se considera que la técnica de detección de la preñez no fue la adecuada.

En el caso de los machos de *A. lituratus* se sabe que son activos todo el año en Brasil (Duarte Talamoni) y Colombia (Castillo-Navarro *et al.* 2017; Tamsit y Valdivieso 1963). En Zaachila, Oaxaca, se encontraron individuos con testículos perceptibles o poco perceptibles todo el año, con longitudes de testículo superiores a 5 mm, alcanzando su máximo tamaño en enero-marzo.

Los nacimientos y lactancia en *A. lituratus* ocurren a mitad de la época seca y a mitad de la época húmeda en Zaachila, Oaxaca, eventos que coinciden con los dos periodos de fructificación de las especies de selva baja caducifolia en México (Bullock 2002, Bullock & Solís-Magallanes 1995), recurso al cual suponemos deben estar sincronizados ciclos reproductivos de las especies

silvestres. En cambio en Minas Gerais, Brasil, estos eventos ocurren en la época húmeda (Duarte & Talamoni 2010) y Bucaramanga, Colombia, un sitio con una época seca menos marcada que la de Oaxaca, los nacimientos y lactancia ocurren en la época húmeda y principios de la época seca (Navarro-Castillo et al. 2017). Las diferencias encontradas en cuanto a que estos eventos reproductivos se llevan a cabo bajo diferentes condiciones en distintos lugares, se pueden considerar como adaptaciones locales de cada población.

La condición corporal de machos y hembras de *A. lituratus*, como se esperaba, mostró variaciones temporales a lo largo del año, con un patrón diferente para cada sexo en Zaachila, Oaxaca. Estos cambios observados los podemos relacionar con la actividad reproductiva que asumen machos y hembras en ésta actividad.

En el caso de los machos, los testículos siempre estuvieron perceptibles y de acuerdo con los resultados de Duarte y Talamoni (2010) suponemos los animales son activos sexualmente todo el año. Para un animal poliéstrico es importante evitar la regresión testicular y solo llevar a cabo la espermatogénesis antes de la cópula, ya que la regresión implica un costo energético (Jiménez et al. 2015). Como se sabe, la espermatogénesis es un fenómeno costoso y por lo tanto los animales deben poseer los suficientes recursos energéticos para llevarla a cabo (Olson et al. 1997), esto es, el individuo debe tener una buena condición corporal. En el caso de los murciélagos de Zaachila, los machos mejoran su condición corporal a partir de julio y alcanzan su mejor forma en noviembre-diciembre, mientras que los testículos alcanzaron su mayor talla en enero-febrero-marzo. Sin duda, la disminución del BCI a partir de enero tiene que ver con el costo de la espermatogénesis y con la energía que el macho debe utilizar para el cortejo y apareamiento, fenómeno que ocurre durante enero-febrero-marzo, después del parto. Algo similar fue reportado por Welbergen (2011) para los machos de la especie poligínica *Pteropus poliocephalus*. Aunque de diferente sistema reproductor, de *A. lituratus* es diferente, ya que su sistema de apareamiento es

un harem, existe también un gasto energético relacionado con el apareamiento, ya que el individuo dominante debe proteger a sus hembras de los machos subordinados (Ortega & Arita 1999). La condición corporal de mejora a partir de mayo, antes del segundo evento reproductivo, aunque el BCI de los murciélagos no se encuentra tan alto como el primero, ni los testículos alcanzan la talla del primer evento. Suponemos que en este segundo periodo de apareamiento (junio-julio), los machos no tienen el tiempo suficiente para recuperarse, tal como lo sugiere también el comportamiento de su masa corporal.

En el caso de las hembras de mamíferos, se sabe que la lactancia es el fenómeno más costoso de la reproducción, ya que la gestación la pueden controlar usando varias alternativas, que en *A. lituratus* parece ser la diapausa embrionaria después de quedar preñadas en el segundo evento reproductivo del año, como sucede en *A. jamaicensis* (Altringham, 2011). Esta estrategia es una alternativa que usan diferentes especies de murciélagos cuando el recurso alimenticio es escaso o las condiciones meteorológicas no son las mejores. Asimismo, se espera que los nacimientos en los murciélagos ocurran cuando la disponibilidad alimenticia es mayor, ya que una vez que el crío se encuentra hay que alimentarlo (Bronson 1985; Heideman 1988) como ocurre en la especie bajo estudio. Las hembras de *A. lituratus* tuvieron su menor condición corporal en octubre-noviembre, cuando dejaron de amamantar a los críos del segundo evento reproductivo del año. Posteriormente su condición mejoró antes del siguiente evento reproductivo (febrero-marzo) lo que se reflejó en un incremento del valor del BCI. Esta mejoría estuvo relacionada con el incremento en masa del embrión en desarrollo. Después del nacimiento, en los siguientes meses de lactancia, la masa corporal disminuyó ligeramente su valor en abril, algo que no se reflejó en el modelo de ajuste del BCI. Desde luego esta disminución tuvo que ver con el parto y la lactancia. A partir del mes de mayo la masa corporal y el BCI continuaron incrementándose y alcanzaron su mayor valor en mayo-junio. Este incremento estuvo relacionado con la gestación, ya que el proceso estaba llegando a su término. A partir de julio el

BCI tendió a disminuir, lo cual lo asociamos con la lactancia asociado con la lactancia. Un fenómeno similar en cuanto a la variación temporal del BCI fue reportado por Welbergen (2011) para *P. poliocephalus*

XII. CONCLUSIONES

Se encontró que la población de Zaachila de *Artibeus lituratus* presenta dimorfismo sexual tanto en la masa corporal como en la longitud del antebrazo, siendo las hembras significativamente más grandes que los machos.

La masa corporal de la especie mostró variación a lo largo del año, fenómeno que está asociado con la reproducción y posiblemente con disponibilidad de alimento.

La especie posee un patrón reproductivo poliestrónico bimodal, con un pico de nacimientos en febrero-marzo y otro en junio-julio.

Los machos de la especie son activos sexualmente todo el año, con testículos perceptibles siempre y un pico en el tamaño de estos en enero-febrero-marzo.

La condición corporal de machos y hembras presentan un patrón propio de cada sexo y lo asociamos con el papel que cada sexo tiene durante la reproducción.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Castañeda S. T., & T. A. (1991). Los murciélagos de Chiapas. *Instituto Politécnico Nacional*. México. 221
- Alvarez-Castañeda, S. T., Ticul A. & González-Ruiz N. (2015). Guía para identificar los mamíferos de México. *Asociación Mexicana de Mastozoología A. C.- Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S. C.*
- Altringham, J. D. (2011). Bats from evolution to conservation. *Oxford University Press* 2nd Ed.
- Anderson, R. A. (2007). Food acquisition modes and habitat use in lizards: questions from an integrative perspective. En S. M. Reilly, L. B. McBrayer, & D. B. Miles (Eds.), *Lizard Ecology* Cambridge: Cambridge University Press, 450–490.
- Arnone, I. S., Trajano, E., Pulchério-Leite, A., & Passos, F. de C. (2016). Long-distance movement by a great fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), in southeastern Brazil (Chiroptera, Phyllostomidae): evidence for migration in Neotropical bats? *Biota Neotropica*, 16(1):e0026
- Baptista, T. L., Richardson, C. S. & Kunz, T. H. (2000). Post-natal growth and age estimation in free-ranging bats: a comparison of longitudinal and cross-sectional sampling methods. *Journal of Mammalogy* 81:709–718.
- Bardsley, W. G. 2016. SimFit Package. *University of Manchester, UK*.
- Baker R. J. (2003). Diversification among New World leaf-nosed bats: an evolutionary hypothesis and classification inferred from digemonic of DNA sequence. *Occasional papers of the Museum of Texas Technology University*. 230:1-32.

- Becker, N. I., Tschapka, M., Kalko, E. K. V., & Encarnação, J. A. (2013). Balancing the energy budget in free-ranging male *Myotis daubentonii* bats. *Physiological and Biochemical Zoology*, 86(3):361–369.
- Beguelini, R. M. (2012). Análise ultraestrutural e imunocitoquímica da espermatogênese de morcegos. Tesis Doctoral., *Universidade Estadual Paulista, Brasil*
- Beguelini, M. R., Puga, C. C. I., Martins, F. F., Betoli, A. H. S., Taboga, S. R., & Morielle-Versute, E. (2013). Morphological variation of primary reproductive structures in males of five families of Neotropical bats. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology*, 296(1): 156–167.
- Bianconi, G. V., Mikich, S. B., Pedro, W. A. (2006). Movements of bats (Mammalia, Chiroptera) in Atlantic Forest remnants in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(4): 1199-1206.
- Birsoy, K., Chen, Z., & Friedman, J. (2008). Transcriptional regulation of adipogenesis by KLF4. *Cell Metabolism* 7: 339–347.
- Bronson, F.H. 1985. Mammalian reproduction: An ecological perspective. *Biology of Reproduction*, 32:1–26.
- Brunet-Rossini, A. K. & Gerald S. Wilkinson. 2009. Methods for age estimation and the study of senescence in bats. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. T. H. Kunz & S. Parsons (Eds.). 2nd. Ed. John Hopkins University Press, 315-326.
- Bullock, S.H. 2002. La fenología de plantas en Chamela. pp: 491-498. In: Noguera, F.A., J. H. Vega Rivera, A. N. García Aldrete & A. Quesada Avendaño A. Eds. *Historia Natural de Chamela*. Universidad Nacional Autónoma de México 2002; pp. 491-8.
- Bullock, S.H. & J. A. Solís-Magallanes. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 1990; 22: 22-35

- Cervantes, A. F. & Mulia, J. Y. (1995). Species richness of mammals from the vicinity of Salina Cruz, coastal Oaxaca, México. *Serie Zoologia. Anales Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.* 66:113-122
- Crichton E. G. & Krutzsch P.H. (2000). Reproductive biology of bats. *Academic Press*, San Diego.
- Davis, B. W. (1984). Review of the large fruit-eating bats of the *Artibeus "lituratus"* complex (Chiroptera: Phyllostomidae) in Middle America. *Occasional papers The Museum Texas Tech University.* (93):1-16
- Duarte, A. P. & Talamoni, S. A. (2010). Reproduction of the large fruit-eating bat *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a Brazilian Atlantic forest area. *Mammalian Biology* (75):320-325.
- Durrant, K. A., R. W. Hall, L. M. Cisneros, R. M. Hyland & M. R. Willig. (2013). Reproductive phenologies of phyllostomid bats in Costa Rica. *Journal of Mammalogy* 94(6):1438-1448.
- Erkert, H. G. (2000). Activity patterns in small mammals: an ecological approach. *Springer*.
- Eisenberg, J. F. (1989). Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. *University of Chicago Press*, Chicago.
- Encarnação, J. A., Kierdorf, U., Ekschmitt, K., & Wolters, V. (2006). Age-related variation in physical and reproductive condition of male Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Journal of Mammalogy*, 87(1), 93–96.
- Estrada, A., & R. Coates-Estrada. 2001. Species composition and reproductive phenology on bats in a tropical landscape at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 17(5):627-646.
- Fleming, T. H., Hooper, E. T., Wilson, D. E. (1972). Three Central American bat

- communities: structure, reproductive cycles, and movement patterns. *Ecology* 53:555–569.
- Fleming, T. H. (1988). The short tailed fruit-bat: A study in plant animal interactions. *The University of Chicago Press, Chicago*. 365
- Furey, N. M., I. J. Mackie & P. A. Racey. (2011). Reproductive phenology of bat assemblages in Vietnamese karst and its conservation implications. *Acta Chiropterologica* 13(2):3411-354.
- Gallant, A. J. & Broders H. G. (2015). Body condition explains little of the interindividual variation in the swarming behavior of adult male little brown myotis (*Myotis Lucifugus*) in Nova Scotia, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 93:469-476.
- Gaona, P. O. (1997). Dispersión de semillas y hábitos alimenticios de murciélagos frugívoros en la Selva Lacondona, Chiapas. Tesis de Licenciatura. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- García-García, J. L., Santos-Moreno, A. (2014). Variación estacional en la diversidad y composición de ensambles de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 95: 229-241.
- Gilbert, S. F. (2006). Developmental biology (8th ed). *Sunderland, Mass: Sinauer Associates, Inc. Publishers*.
- Heideman, P. D: 1988. The timing of reproduction in the fruit bat *Haplonycteris fischeri* (Pteropodidae): geographic variation and delayed development. *Journal of Zoology* 215:577-595.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2002) H. Ayuntamiento de Villa de Zaachila, *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, Estado de*

Oaxaca.

- Jiménez, R., M. Burgos & F.j. Barrionuevo. (2015). Circannual testis changes in seasonally breeding mammals. *Sexual Development*. 9:205-215.
- Jones, K.E. & Carter, D.C. (1976). Annotated clecklist, with keys to subfamilies and genera. *Special publications of Museum Texas Technology University* 10:7-38.
- Ketola, T., Kotiaho, J. S. (2009). Inbreeding, energy use and condition. *Journal of Evolutionary Biology* 22:770-781.
- Lacki, M. M., Dodd, L. E., Toomey, R. S., Thomas S. C., Couch, Z. L. & Nichols, B. S. (2015). Temporal changes in body mass and body condition of cave-hibernating bats during staging and swarming. *Journal of Fish and Wildlife Management* 6(2):360-370.
- Larsen, P. A., Marchán-Rivadeneira, M. R., & Baker, R. J. (2013). Speciation Dynamics of the Fruit-Eating Bats (Genus *Artibeus*): With Evidence of Ecological Divergence in Central American Populations. En R. A. Adams & S. C. Pedersen (Eds.), *Bat Evolution, Ecology, and Conservation* .Springer New York, 315–339.
- Lavariega, M. C. & Briones-Salas M. (2016). Notes on bat moviments in a fragmented landscape in the Tehuantepec Isthmus, Mexico. *Therya* 7(2): 321-332.
- Leon, P. L., & Romo, V. E., (1991). Catálogo de mamíferos. *Vertebrata mammalia*. Serie Cátalo del Museo de Zoología “Alfonso Herrera” Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Cat. 2: 1-68.
- Lewin, R. A. (1963). Reproductive cycle of the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* Olfers. *Nature*. 198:104.
- Lopez, F. J. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Facultad de Ciencias Agropecuarias* 4(1):76-86.
- López, E. J. & Vaughan, C. (2007). Food niche overlap among neotropical frugivorous bats

in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 55(1): 301-313

Lumbreras, R. R. (2012). Composición de la dieta de los murciélagos frugívoros y nectarívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en el parque nacional Grutas de Cacahuamilpa, Guerrero, México. Tesis de licenciatura. *Universidad Nacional Autónoma de México.*

Malin, A. K. & Ahnesjö, I. (2013). The “sex role” concept: an overview and evaluation. *Evolution Biological* 40:461-470

Marchán-Rivadeneira, M. R., Larsen, P. A., Phillips, C. J., Strauss, R. E., & Baker, R. J. (2012). On the association between environmental gradients and skull size variation in the great fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 105(3):623–634.

Martínez-Coronel, M., Cervantes, F. A. & Hortelano-Moncada Y. (2014). Crecimiento postnatal y desarrollo del vuelo en el murciélago *Leptonycteris yerbabuena* en Chiapas, México. *Therya* 5 (1):303-322

Martínez-Coronel, M., Munguía-Pérez, A. A. & Arenas R. E. (2015). Relationship between the amount of subcutaneous fat, testicular morphometry, epididymis and some sperm parameters in *Leptonycteris yerbabuena* bat before, during and after mating. *Animal and Veterinary Sciences* 3 (1-1):22-27.

Mendes, P., Bernardi, T. V., Oprea, M., David, A. D. (2009). Long-distance movement of *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in the state of Espírito Santo, Brazil. *Ecotropica* 15: 43-46.

Ming, L. & Dong, D. (2016). Phylogenomic analyses of bat subordinal relationships based on transcriptome data. *Nature*. doi:10.1038/srep27726.

Morim-Novaes, R. L. & Nobre, C. C. (2009). Dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers 1818) em

- área urbana na cidade do Rio de Janeiro: frugivoria e novo registro de folivoria. *Chiropteran Neotropical* 15 (2) 487-493.
- Moura de Souza, L., Marinho-Filho, J. (2004). Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest In southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21(2): 385-390.
- Moya-Laraño, J., Macías-Ordoñez, R., Blackenhorn, W. U., Fernández-Montraveta, C. (2008). Analysing body condition: mass, volume or density? *Journal of Animal Ecology* 77:1099-1108.
- Muñoz-Romo, M., & Herrera, E. A. (2010). Observaciones sobre la alimentación del murciélago frugívoro mayor *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Venezuela. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 14(1):51–58.
- Oprea, M., Brito, D., Vieira, T. B., Mendes, P., Lopes, S. R., Fonseca, R. M. Ditchfield, A. D. (2007). A note on the diet and foraging behavior of *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae) in an urban park in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 7(2), 297-300.
- Ortega, J. & H. T. Arita. 1999. Structure and social dynamics of harem groups of *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 89:1173-1185.
- Passos, J. G. & Passamani, M. (2003). *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Teresa (ES). *Natureza on line* 1(1):1-6.
- Ramírez-Pulido, J., Armela, M. A. & Castro-Campillo, A. (1993). Reproductive patterns of three neotropical bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in Guerrero, México. *The Southwestern Naturalist* 38(1):24-29
- Reis, N. L. (2007). Morcegos do Brasil. Londrina: *Universidade Estadual de Londrina*

- Reis, N. L., Peracchi, A. L., Pedro, W. A., Lima, I. P. (2011). Mamíferos do Brasil (2da edição). *Londrina*
- Rosado, E. L., Monteiro, J. B., Chaia, V. & Do Lago, M. F. (2006). Efecto de la leptina en el tratamiento de la obesidad e influencia de la dieta en la secreción y acción de la hormona. *Nutrición Hospitalaria* 21(6): 686-693.
- Ruf, T. & F. Geiser. (2015). Daily torpor and hibernation in birds and mammals. *Biological Reviews* 90:891–926.
- Rughetti, M., & Toffoli, R. (2014). Sex-specific seasonal change in body mass in two species of vespertilionid bats. *Acta Chiropterologica*, 16(1):149–155.
- Sazima, I., Fischer, W. A., Sazima, M., Fischer, E., A. (1994). The fruit bat *Artibeus lituratus* as a forest and city dweller. *Ciência e Cultura (Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science)*. 46(3).
- Schulte-Hostedde AI, Zinner B, Millar JS, Hickling GJ (2005). Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology* 86:155–163
- Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP) (1984). *Efectos climáticos Regionales*. Carta E14-12, 1:2500
- SEMARNAT (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- Silva, S. S. P. & Peracchi, A.L.(1999). Visits of bats to flowers of *Lafoensia glyptocarpa* Koehne (Lythraceae). *Rev. Brasil. Biol.*, 59(1): 19-22
- Simmons, N. B. & Voss, R. S. The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest fauna. Part 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 237:1-219.

- Simmons, N. B. (2005). Mammal species of the World: a taxonomic and geographic reference. *Johns Hopkins University Press*. 3th Ed. Vol. 1:312-529.
- Simoës, I. A., Trajano, E., Pulchério-Leite, A., Camargo, F. P. (2016). Long-distance movement by a great fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), in southeastern Brazil (Chiroptera, Phyllostomidae): evidence for migration in Neotropical bats? *Biota neotropica* 16(1):e0026.
- Sosa, M. & Ramoni-Perazzi, P. (1995). Padrón reproductivo de *Artibeus jamaicensis* Leach, 1821 y *A. lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera: Phyllostomidae) en una zona árida de los andes Venezolanos. *Revista Brasileña de Biología* 55(4):705-713.
- Speakman, J. R. & Racey, P. A. (1986). The influence of body condition on sexual development of male Brown long-eared bats (*Plecotus auritus*) in the wild. *Journal of Zoology* (A) 210:515-525
- Speakman, J. R. & Thomas, D. W. (2003). Physiological ecology and energetics of bats. En: Kunz, T. H. & Fenton, M. B. (Eds.). *Bat Ecology*. *The University of Chicago Press*. 430-490.
- Stevenson, R. D., Woods, W. A., Jr. (2006). Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology* 46(6):1169-1190.
- Suárez-Castro, A. F. & Montenegro, L. O. (2015). Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en una localidad de la Orinoquia Colombia. *Mastozoología Neotropical* 22(1): 125-139.
- Šuba, J., Vintulis, V., & Pētersons, G. (2011). Body weight provides insight into the feeding strategy of swarming bats. *Hystrix—The Italian Journal of Mammalogy* 22:179–187.
- Teeling, E. C., O'Leary, M., Ronald, A., Van Den, B., Wilfried, W. de J., Michael, J. S. & Marks, S. S. (2002). Microbat paraphyly and the convergent evolution of a key innovation in

Old World rhinolophoid microbats. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99:1413-1436.

Trejo, I. *Clima* (2004). En: García-Mendoza, A. J., Ordoñez, M. J. & Briones-Salas, M. (Eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología. U.N.A.M. Fondo Oaxaqueño para la conservación de la naturaleza-world Wildlife fund. México. 67-85.

Welbergen, J. A. (2011). Fit females and fat polygynous males: seasonal body mass changes in the grey-headed flying fox. *Oecologia*, 165(3):629–637.

Wilder, S. M., Raubenheimer, D., Simpson, S. J. (2016). Moving beyond body condition indices as an estimate of fitness in ecological and evolutionary studies. *Functional Ecology* 30:108-115.

Zar, J. H. (2010). Biostatistical analysis. *Prentice Hall*,

Zortea, M. & Chiarello, A. G. (1994). Observations on the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus*, in a urban reserve of South-east Brazil. *Mammalia* t. 58(4): 665-67

ANEXO 1.- MATRIZ DE CAMPO

NÚM.	FECHA	HORA	SEXO	LONG. ANT.	PESO	BCI	TEST. IZQ	TEST. DER.	FETO

Anexo 2.- Estructura de edades de *Artibeus lituratus* de Zaachila, Oaxaca, entre septiembre de 2016 y junio de 2017. Por mes se indica el número de ejemplares colectados y asignados a cada una de las categorías utilizadas. A= adulto, J= juvenil, SA= subadulto.

	Hembras			Macho		
	A	SA	J	A	SA	J
Septiembre	5	2		6	2	
Octubre	5			6	2	
Noviembre	8	1		7	2	
Diciembre	8			3	1	
Enero	6			5		
Febrero	12			9	1	
Marzo	4			4		
Abril	2		1	1		2
Mayo	1	1		5	1	
Junio	4			4		
Julio	2			3	2	

Anexo 3.- Fenología reproductiva de la población de *Artibeus lituratus* de Zaachila, Oaxaca, entre septiembre de 2016 y junio de 2017. Por mes se indica el número de ejemplares colectados y asignados a cada una de las categorías usadas.

Mes	Hembras				Machos		
	Inac.	Pr	Lact.	Postlact.	TP	TPP	TNP
Septiembre	5	--	--	2	2	6	--
Octubre	2	--	--	3	2	5	1
Noviembre	9	--	--	--	5	3	1
Diciembre	8	--	--	--	2	2	--
Enero	3	3	--	--	4	1	--
Febrero	1	5	3	--	7	3	--
Marzo	1	1	2	--	3	1	--
Abril	1	1	--	1	--	2	1
Mayo	1	1	--	--	3	2	1
Junio	--	2	2	--	2	1	1
Julio	--	1	1	--	2	3	--

Anexo 4.- Valores promedio de ambos testículos de los machos adultos de *Artibeus lituratus* de Zaachila, Oaxaca, de septiembre de 2016 a Julio de 2017.

Mes	Media (mm)	Error Estándar
Septiembre	7	0.3
Octubre	7.86	0.3
Noviembre	7.06	0.4
Diciembre	7.62	0.4
Enero	9.17	0.2
Febrero	9.16	0.17
Marzo	8.99	0.3
Abril	5.55	0.3
Mayo	6.96	0.5
Junio	6.72	0.6
Julio	7.1	0.6



Cada abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

FOLIO 0000

Metodología 201803196

RELACION ENTRE MASA CORPORAL Y EL CICLO REPRODUCTIVO DEL MURCIÉLAGO FRUGIVORO ANTIBIUS LITORATUS EN SAATCHIA OAXACA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD AUTÓNOMA DE IZTAPALAPA

25 JUN 2018

DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES



ALMA ALICIA MUNGUÍA PÉREZ
ALUMNA

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA IGASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

En la Ciudad de México, se presentaron a las 14:00 horas del día 23 del mes de junio del año 2018 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. NOE GONZALEZ RUIZ
M. EN C. GERARDO LOPEZ ORTEGA
DR. ANIEZER RODRIGUEZ TOBON
DRA. EDITH ARENAS RIOS

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaría la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRA EN BIOLOGIA DE LA REPRODUCCION ANIMAL

DE: ALMA ALICIA MUNGUÍA PÉREZ

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

APROBAR

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó a la interesada el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

DIRECTORA DE COMISIÓN DE CBS

SARA MARÍA LUCÍA CAMARGO RICALDE

PRESIDENTE

DR. NOE GONZALEZ RUIZ

VOCAL

M. EN C. GERARDO LOPEZ ORTEGA

VOCAL

DR. ANIEZER RODRIGUEZ TOBON

SECRETARIA

DRA. EDITH ARENAS RIOS