

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**“REPRODUCCIÓN DE MURCIÉLAGOS EN RELACIÓN A LA  
VARIACIÓN AMBIENTAL MENSUAL EN EL BOSQUE  
SECUNDARIO DEL FUNDO SANTA TERESA, SATIPO-PERÚ”**

Presentada por:

**JORGE ANDRES RIVERO MONTEAGUDO**

Tesis para Optar por el Título Profesional de:

**BIÓLOGO**

Lima – Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“REPRODUCCIÓN DE MURCIÉLAGOS EN RELACIÓN A LA  
VARIACIÓN AMBIENTAL MENSUAL EN EL BOSQUE  
SECUNDARIO DEL FUNDO SANTA TERESA, SATIPO-PERÚ”**

Presentada por:

**JORGE ANDRES RIVERO MONTEAGUDO**

Tesis para Optar por el Título Profesional de:

**BIÓLOGO**

Sustentada y Aprobada por el siguiente jurado:

---

Mg. Sc. Diana Zulema Quinteros Carlos  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Luis Antonio Tovar Narváez  
**MIEMBRO**

---

Mg. Sc. Pedro Vásquez Ruesta  
**MIEMBRO**

---

Dra. Marta L. del Rosario Williams León de Castro  
**ASESORA**

*A mis padres  
Jorge Rivero y Julia Monteagudo,  
de quienes recibí apoyo constante  
y especialmente cuando más lo necesité*

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis fue el resultado del apoyo de muchísimas personas desde su planificación, ejecución y redacción. En primer lugar, mis padres, mis hermanas y mi abuela, quienes me dieron la confianza, el apoyo moral y económico porque, pese a que no conocían de este tema fascinante, permitieron que continúe desarrollándolo. Agradezco a Orlando Zegarra, quien fue coordinador de mastozoología de la agrupación estudiantil “Ecología Molinera”, por introducirme en el mundo de los murciélagos, por compartir sus conocimientos, permitirme adquirir experiencia en campo y por el apoyo realizando los primeros borradores del proyecto. También agradezco a Juan Pellón, porque con él realicé todos los muestreos que hicieron posible la recolección de datos de campo. Agradezco a Karla Ramos, por su apoyo incondicional durante varias evaluaciones de campo y por evitar que desista en el momento de mayor estrés. También quisiera agradecer a todas las demás personas que me acompañaron a lo largo de las evaluaciones en campo y espero a su vez que les haya servido de aprendizaje: Jhoselyn Castro, María Claudia Alvarado, Amanda Vílchez, Gonzalo Chávez, Antuane Cornejo, Michaela Tipo, Martina Kapitza, Damian Villagra, Erick Roque, Hugo Vila, Maria Josefa Carrión, Natalie Chahua, Diego Galvez, Franco Fernandez, Stefania Sibille, David Carrasco, Maura Fernandez, Gino Rivera, Oscar Quispe, Gabriela Garcia, Alejandra Chumbimune y destaco particularmente a mi amigo desde el colegio, Oscar Sumari. Agradezco especialmente a las personas que en alguna evaluación se encargaron de monitorear un sector: Liz Contreras, Mily Valle, Manuel Quispe y Valery Barreda. Agradezco a aquellas personas que me brindaron apoyo y sabios consejos en mi formación profesional que finalmente se concretó en esta tesis, especialmente a Farah Carrasco, Jose Luis Mena y a mi tío Percy Alejandro Peralta. Agradezco a los administradores del Fundo: Ing. Raúl Blas, Ing. Raydo Espinoza y al Ing. Carlos, quienes me brindaron todas las facilidades en la logística de las evaluaciones. Finalmente, debo agradecer profundamente a mi profesora, asesora y amiga, la Dra. Marta Williams por darme su confianza y por todas sus valiosas revisiones y aportes a este proyecto, sin ella no hubiera sido posible llevarlo a cabo.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1 FUNDO SANTA TERESA.....	6
2.2 DIVERSIDAD DE QUIRÓPTEROS EN SELVA CENTRAL.....	7
2.3 ENSAMBLES Y GREMIOS TRÓFICOS DE MURCIÉLAGOS.....	7
2.4 REPRODUCCIÓN EN MAMÍFEROS.....	8
2.5 REPRODUCCIÓN DE MURCIÉLAGOS.....	10
2.6 PATRONES REPRODUCTIVOS MENSUALES EN MURCIÉLAGOS.....	11
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	12
3.2 DISEÑO MUESTRAL.....	13
3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS BIOLÓGICOS.....	14
3.4 RECOPIACIÓN DE DATOS AMBIENTALES.....	15
3.5 ANÁLISIS DESCRIPTIVOS-ESTADÍSTICOS DE DATOS.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1 RESULTADOS.....	18
4.1.1 Especies y Gremios Tróficos.....	18
4.1.2 Reproducción del conjunto de ensambles de murciélagos.....	21
a. Estructura poblacional.....	21
b. Condición reproductiva de hembras y machos.....	23
4.1.3 Reproducción de hembras en frugívoros recogedores y otros gremios tróficos.....	28
a. Reproducción por Gremios tróficos.....	28
b. Reproducción en Frugívoros recogedores.....	30
4.1.4 Reproducción en especies más abundantes.....	33
a. Razón de sexo en <i>Carollia perspicillata</i> y <i>Carollia benkeithi</i> .....	33
b. Reproducción en hembras de <i>Carollia perspicillata</i> .....	35
c. Reproducción en hembras de <i>Carollia benkeithi</i> .....	36
4.1.5 Relación entre la reproducción de murciélagos y las condiciones ambientales.....	38
a. Condiciones ambientales del área de estudio.....	38

b. Relación entre las condiciones ambientales y las hembras del conjunto de ensambles de murciélagos .....	42
c. Relación entre condiciones ambientales y hembras de frugívoros recogedores .....	43
d. Relación entre condiciones ambientales y hembras de <i>Carollia perspicillata</i> ..	44
4.2 DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	45
4.2.1 Especies y gremios tróficos.....	45
4.2.2 Reproducción en el conjunto de ensambles de murciélagos.....	47
a. Hembras y periodos de nacimientos .....	47
b. Variación geográfica y tiempos reproductivos en hembras.....	49
c. Machos y periodos de apareamiento.....	52
d. Juveniles y crecimiento postnatal.....	53
4.2.3 Reproducción en frugívoros y otros gremios tróficos .....	54
a. Frugívoros .....	54
b. Nectarívoros .....	58
c. Animalívoros (Insectívoros y Omnívoros).....	60
4.2.4 Reproducción en las especies más abundantes .....	61
a. Razón de sexo.....	61
b. Patrones reproductivos de <i>Carollia perspicillata</i> y <i>Carollia benkeithi</i> :.....	61
4.1.5 Relación entre las condiciones ambientales y la reproducción de murciélagos.....	63
a. Efecto de la precipitación en la reproducción de murciélagos.....	63
b. Efecto de la temperatura media en la reproducción de murciélagos.....	64
c. Efecto de las condiciones ambientales sobre la preñez y lactancia.....	65
d. Efecto de la variación ambiental del año de muestreo y climática sobre la reproducción de murciélagos .....	66
V. CONCLUSIONES .....	68
VI. RECOMENDACIONES .....	70
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	72
VIII. ANEXOS .....	87

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Nivel de Significación para las pruebas de correlación de Pearson y Spearman ..	17
Tabla 2: Variación mensual de la estructura poblacional .....	21
Tabla 3: Variación de la razón de sexo (RS) en adultos y juveniles .....	23
Tabla 4: Variación de la condición reproductiva en murciélagos adultos .....	24
Tabla 5: Variación de hembras en el conjunto de ensamblajes de murciélagos .....	26
Tabla 6: Variación de hembras reproductivas en los distintos gremios tróficos.....	29
Tabla 7: Variación de hembras del gremio frugívoros recogedores.....	31
Tabla 8: Variación de la razón de sexo en las especies más abundantes.....	33
Tabla 9: Variación mensual de hembras en <i>Carollia perspicillata</i> .....	35
Tabla 10: Variación mensual de hembras en <i>Carollia benkeithi</i> .....	37
Tabla 11: Resumen de las condiciones ambientales recopiladas .....	39
Tabla 12: Correlación entre variables ambientales de distintas fuentes .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del IRD - Fundo Santa Teresa (FST) .....	12
Figura 2: Localización de estaciones de muestreo .....	13
Figura 3: Tasas de capturas anuales de las especies registradas por gremio trófico .....	19
Figura 4: Curvas rango-abundancia de los géneros más abundantes.....	20
Figura 5: Variación mensual de la estructura poblacional: (a) Variación de los individuos capturados, (b) Variación de la proporción de las categorías poblacionales. ....	22
Figura 6: Variación mensual de hembras y machos en estadios reproductivos del conjunto de ensamblajes de quirópteros. (a) Variación de individuos capturados. (b) Variación de la proporción de sexo en los individuos reproductivos.....	25
Figura 7: Variación mensual de preñez y lactancia en el conjunto de ensamblajes de quirópteros. (a) Variación de hembras capturadas. (b) Variación de la proporción de hembras. ....	27
Figura 8: Variación mensual de la frecuencia de ocurrencia de machos reproductivos.....	28
Figura 9: Variación mensual de hembras reproductivas en los gremios tróficos. (a) Variación de individuos capturados. (b) Variación de la frecuencia de ocurrencia de hembras reproductivas en los gremios tróficos. ....	30
Figura 10: Patrón reproductivo de hembras del gremio Frugívoros recogedores. (a) Variación de individuos capturados. (b) Variación de la proporción de hembras en alguna categoría reproductiva.....	32
Figura 11: Variación mensual de hembras y machos en las especies más abundantes. (a) Variación en <i>C. perspicillata</i> . (b) Variación en <i>C. benkeithi</i> .....	34
Figura 12: Variación mensual de hembras reproductivas en <i>Carollia perspicillata</i> . (a) Variación de hembras capturadas. (b) Variación de la proporción de hembras reproductivas. ....	36
Figura 13: Variación mensual de hembras reproductivas en <i>Carollia benkeithi</i> . (a) Variación de hembras capturadas. (b) Variación de la proporción de hembras reproductivas. ....	38
Figura 14: Variación mensual de temperatura media y precipitación entre los años 1970 y 2000 de World Clim 2. ....	39



Figura 15: Variación mensual de la temperatura media y precipitación en la estación meteorológica de Satipo. (a) Variación del promedio de 5 años entre octubre 2013 y setiembre 2018. (b) Variación del año de muestreo 2015 – 2016. ....	40
Figura 16: Correlaciones significativas entre las condiciones ambientales y las hembras de los ensambles de murciélagos (EM).....	42
Figura 17: Correlaciones significativas entre las condiciones ambientales y las hembras del gremio frugívoros recogedores (Fru). ....	43
Figura 18: Correlaciones significativas entre las condiciones ambientales y las hembras lactantes de <i>Carollia perspicillata</i> (CP).....	44
Figura 19: Comparación entre la variación mensual de la proporción de hembras reproductivas y la precipitación mensual basada en World Clim 2 en el Fundo Santa Teresa. ....	51
Figura 20: Comparación entre la variación de la proporción de hembras reproductivas y la precipitación basada en World Clim 2 en la Reserva Nacional Alpahuayo-Mishano.....	51
Figura 21: Variación de la frecuencia de ocurrencia de machos reproductivos “Escrotales” y la precipitación climática de World Clim 2 en el Fundo Santa Teresa.....	53

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Lista de especies registradas en Fundo Santa Teresa, Satipo-Perú .....	87
Anexo 2: Riqueza y Abundancia de Familias y Gremios Tróficos .....	89
Anexo 3: Abundancia Relativa (Pi) y Tasa de Captura (TC) de Géneros y Especies Registradas .....	90
Anexo 4: Variación Mensual de la Abundancia Relativa (Pi) por Género y Especie .....	91
Anexo 5: Cálculos mensuales de Log (Pi) para Curvas de Rango-Abundancia en Géneros más Abundantes .....	92
Anexo 6: Resumen de datos biológicos entre octubre 2015 y setiembre 2016.....	93
Anexo 7: Registro de datos reproductivos entre octubre 2015 y setiembre 2016. ....	94
Anexo 8: Correlaciones paramétricas de Pearson .....	96
Anexo 9: Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Lilliefors.....	97
Anexo 10: Correlaciones No Paramétricas de Spearman .....	98
Anexo 11: Fotografías de los viajes de campo realizados al IRD-Fundo Santa Teresa entre octubre 2015 y setiembre 2016.....	99

## RESUMEN

El IRD-Fundo Santa Teresa es una muestra de la pérdida de bosques por extensión de cultivos agrícolas, situación histórica y actual de la provincia de Satipo. En este contexto, los quirópteros son un grupo diverso e importante en la provisión de servicios ecosistémicos, sin embargo, la documentación de sus patrones reproductivos en bosques secundarios es limitada. La reproducción es un proceso eco-fisiológico importante para la conservación y manejo de fauna silvestre, porque permite evaluar su adaptación a los cambios ambientales y antrópicos. Se describió el efecto de la variación mensual de la temperatura y precipitación sobre la reproducción de murciélagos en el bosque secundario del IRD-Fundo Santa Teresa entre octubre 2015 y setiembre 2016. Cada mes, se colocaron doce redes distribuidas a lo largo del borde entre los cultivos y el bosque secundario. Se tomaron datos de sexo, edad y condición reproductiva a los murciélagos capturados y se recopilaron datos de precipitación y temperatura promedio de cada mes en base a SENAMHI y World Clim 2. Se capturaron 291 murciélagos pertenecientes a 22 especies, siendo *Carollia perspicillata* y *C. benkeithi* las más abundantes durante el año, y fueron clasificados en seis gremios tróficos, siendo predominantes los frugívoros recogedores. Se muestra una variación estacional en la ocurrencia de hembras reproductivas, debido a una sincronización de los nacimientos de las crías con la época húmeda, entre octubre y marzo. La mayor ocurrencia de machos escrotales durante la época seca, entre abril y setiembre, sugiere que están asociados a periodos de apareamiento. Se reporta un patrón poliéstrico bimodal estacional para *Carollia perspicillata* y un patrón estacional para *C. benkeithi*. La ocurrencia de hembras reproductivas, especialmente lactantes (en todos los ensamblajes, frugívoros recogedores y *Carollia perspicillata*) presenta una relación positiva ( $r > 0.5$ ) con la precipitación y temperatura, posiblemente por la disponibilidad de alimento.

Palabras claves: murciélagos, reproducción, bosque secundario, Fundo Santa Teresa

## ABSTRACT

The IRD-Fundo Santa Teresa is a sample of deforestation due to the extension of agricultural crops, which is an historical and currently issue in the province of Satipo. In this context, bats are a diverse and important group in the provision of ecosystem services; however, the documentation of annual reproductive patterns in secondary forests is limited. Reproduction is an eco-physiological process important for wildlife conservation and management because it allows evaluating species adaptation to environmental and anthropic changes. For this reason, the effect of monthly variation of temperature and precipitation on bat's reproduction in IRD-Fundo Santa Teresa secondary forest between October 2015 and September 2016 was described. Each month, twelve nets were distributed along the edge between the crops and the secondary forest. Data of sex, age and reproductive condition were taken for all capture bats and data of mean monthly temperature and precipitation were collected based on SENAMHI and World Clim 2. A total of 291 bats belonging to 22 species were captured being *Carollia perspicillata* and *C. benkeithi* the most abundant, and were classified in six trophic guilds, being predominant the gleaning frugivores. A seasonal variation in reproductive female's occurrence is shown due to a synchronization birth periods with the wet season, between October and March. High scrotal male occurrence during the dry season, between April and September, suggest it's associated with mating periods. A pattern of seasonal bimodal polyestry for *Carollia perspicillata* and a seasonal pattern for *C. benkeithi* are reported. The occurrence of reproductive females, specially lactating (in all ensembles, gleaning frugivores and *Carollia perspicillata*) showed a positive relation ( $r > 0.5$ ) with temperature and precipitation, possibly due to more food availability.

Key words: bats, reproduction, secondary forest, Fundo Santa Teresa

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO

La Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) cuenta con institutos regionales de desarrollo conocidos como IRD en las distintas regiones naturales del Perú. Dentro de los IRD-Selva, el Fundo Santa Teresa se encuentra ubicado en la provincia de Satipo y es un potencial centro de investigación biológica que contiene un área agrícola y un área boscosa afectada por la actividad antrópica que se viene desarrollando en la zona. Se han realizado investigaciones sobre la composición florística del bosque secundario colindante, que incluyen especies forestales consumidas por fauna silvestre (Marcelo-Peña 2009, Marcelo-Peña y Reynel 2014, Fernández-Hilario *et al.* 2012, Perales 2017). Estrategias para la conservación de estas especies de fauna deberían tomar como criterios los periodos reproductivos en relación a variables meteorológicas. El estudio de la reproducción en mamíferos es clave para comprender cambios ambientales, ya que es el proceso energéticamente más exigente y que garantiza la supervivencia de las siguientes descendencias (Young y Hobbs 1980, Bronson 1985, Withers *et al.* 2016).

Los murciélagos son el grupo más diverso de mamíferos en el Perú (Pacheco *et al.* 2009, Medina *et al.* 2016). Han colonizado una gran cantidad de nichos ecológicos en todos los ecosistemas (Kalko *et al.* 1997, Patterson *et al.* 2003) y brindan múltiples servicios ecosistémicos (Kunz *et al.* 2011). Los murciélagos neotropicales presentan variación anual y geográfica entre las especies en cuanto al inicio, duración y proporción de sus periodos reproductivos (Fleming *et al.* 1972, Wilson 1979). En algunos estudios, esta variación es explicada en función a la estacionalidad o variables como la precipitación y temperatura (Racey 1982, Dinerstein 1986). Sin embargo, la relación entre las condiciones ambientales y la reproducción de murciélagos es muy poco estudiada a nivel nacional. Se cuenta únicamente con un estudio para ambientes urbanos (Mena y Williams 2002). Asimismo, a nivel del neotrópico, el efecto ambiental sobre la reproducción de quirópteros es desconocido en bosques premontanos.

Por estos motivos, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Qué especies y gremios tróficos de la comunidad de murciélagos del Fundo Santa Teresa se están reproduciendo en un año y en qué momento se están reproduciendo? Mediante los análisis de los datos reproductivos obtenidos es posible contestar otra pregunta: ¿Cuál es la relación entre la reproducción de los murciélagos del Fundo Santa Teresa en un año y las variables ambientales: precipitación y temperatura?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El estudio contribuye a mejorar el conocimiento sobre los bosques premontanos tropicales de la ecorregión de las Yungas, que es un área de importancia por la gran cantidad de especies y de endemismos que presenta (Pacheco *et al.* 2009, Tovar *et al.* 2010). Una de las mayores amenazas a esta región viene a ser la pérdida de bosques por el avance de los cultivos. En el caso de la provincia de Satipo se ha calculado una deforestación de 444 782 ha por medio de análisis satelitales, lo cual representa el 22,8 por ciento de la superficie total de la provincia de Satipo, y un ascenso de la superficie cultivada a 88 375 ha, siendo los cultivos permanentes los más representativos con 68 590 ha (Ramírez y Gallardo 2010). Este proceso se intensificó desde la construcción de la carretera entre La Merced y Satipo como se observó en una zona del margen derecho del río Perene. Entre 1957 a 1977 la deforestación aumentó de 2.7 por ciento a 53.3 por ciento (Masson 1981). Asimismo, entre 1962 y 1982, la zona fuertemente intervenida por agricultura aumentó a 61 por ciento y la zona medianamente intervenida aumentó a 34 por ciento, restando solo 5 por ciento de bosques inalterados (González y Ruiz 1986).

Según la zonificación aplicada en el estudio de Aquino *et al.* (2010), basada en múltiples variables tales como el grado de intervención humana y la cobertura vegetal, se presenta el bosque secundario como un “bosque residual asociado con purmas, chacras y pastizales” que abarca 468 673 ha y el 24 por ciento del total de la superficie de Satipo. En 1962, los bosques secundarios eran de 3 750 ha en la zona Perené – Satipo – Ene y en 1982 los bosques fuertemente intervenidos, las zonas asociadas con barbecho, cultivos, purmas o pastos subieron a 48 310 ha. Específicamente el distrito de Río Negro presentó una capacidad de uso mayor de 19.6 por ciento para bosques y 63.6 por ciento para cultivos anuales y perennes (Montes De Oca Llancó 2012). Por lo tanto, con el presente estudio se aporta información sobre especies de fauna adaptadas a la presión antrópica y del estado de

conservación de estos bosques residuales, los cuales colindan con el fundo agrícola del IRD-Fundo Santa Teresa que representa una muestra de la situación de muchas áreas de cultivos agrarios en la provincia de Satipo.

Los murciélagos son uno de los grupos taxonómicos más prácticos y útiles para establecer el estado de conservación de un bosque con impactos antrópicos, siendo uno de los órdenes con mayor número de especies en el Perú (Pacheco *et al.* 2009, Medina *et al.* 2016). Los quirópteros presentan una gran variedad de formas ecológicas en cuanto al comportamiento, uso del espacio, alimentación y reproducción (Kalko 1997, Patterson *et al.* 2003). Debido a esto surge su importancia ecológica y económica como proveedores de servicios ecosistémicos tales como la dispersión de semillas, la polinización y el control de insectos (Boyles *et al.* 2011, Kunz *et al.* 2011). También se han recopilado estudios que los categorizan como indicadores ecológicos (Jones *et al.* 2009) e incluso ciertas especies características de bosques secundarios, como las del género *Carollia* (Medellín *et al.* 2000), adquieren importancia por contribuir con la regeneración y manutención del bosque por la dispersión de especies vegetales pioneras (Muscarella y Fleming 2007), considerando además su amplia distribución en el Neotrópico (Gardner 2008).

Actualmente en la biología de la conservación y/o manejo de fauna silvestre se busca determinar la calidad del paisaje pudiendo adoptar un enfoque basado en muchas especies o en una sola especie indicadora en base a sus amenazas entre las que destacan el cambio climático y actividades humanas, delimitando de esta manera: zonas prioritarias (Yahner 1990, Rozzi *et al.* 2001, Gibbs *et al.* 2008, Mawdsley *et al.* 2008). Básicamente, ambos enfoques tienen la misma aplicación o solución a sus problemáticas “la conservación”, que implica que las especies sobrevivan y se reproduzcan de manera natural. En el caso de los murciélagos, resulta sumamente importante evaluar cuáles son las especies que logran adoptar estrategias reproductivas en ambientes con presión antrópica e identificar los factores que favorecen, modifican y/o perjudican los tiempos en que suceden estos procesos biológicos (Fleming *et al.* 1972, Durant *et al.* 2013). Estudios en reproducción de murciélagos han aportado información relevante para su conservación (Stoner *et al.* 2003, Lim *et al.* 2018).

Estudios en ecología sobre murciélagos en bosques neotropicales muestran que los periodos reproductivos se suelen asociar con la estacionalidad climática y la disponibilidad de alimentos (Racey 1982, Mello *et al.* 2004, Barboza-Marquez y Aguirre 2010, Durant *et al.* 2013). El proceso reproductivo es un reflejo de la adaptación evolutiva, es decir que aquellas especies que coincidan sus ciclos vitales con los periodos de mayores oportunidades de alimentación serán favorecidas por la selección natural (Bronson 1985). De este modo, el presente estudio aporta información sobre la relación de la reproducción de murciélagos y el ambiente natural con intervención antrópica en el Perú.

A manera de síntesis, el trabajo se realiza porque proporciona conocimiento sobre: (1) bosques premontanos, región prioritaria para su conservación debido a su alta diversidad y endemismos, (2) el orden Chiroptera, que es actualmente el más diverso en el Perú y (3) los patrones reproductivos anuales de las especies más abundantes en latitudes tropicales y en zonas con actividad antrópica. La información obtenida puede ser utilizada a futuro para tomar decisiones para priorizar, conservar y manejar especies de murciélagos en un ambiente natural con presión antrópica, especialmente para la gestión del IRD-Fundo Santa Teresa por parte de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El estudio contribuye a la provisión de servicios ecológicos como la dispersión de semillas de especies vegetales pioneras e indirectamente la regeneración y manutención del bosque que a su vez es el principal núcleo y refugio de murciélagos insectívoros potenciales a realizar control de plagas en las áreas agrícolas.



### **1.3. OBJETIVOS**

#### ***Objetivo general***

- Describir la relación entre la reproducción de los murciélagos y la variación ambiental del bosque secundario del IRD fundo Santa Teresa perteneciente a la UNALM en Satipo-Perú.

#### ***Objetivos específicos***

1. Establecer las especies y gremios tróficos de murciélagos más abundantes a lo largo del año en el IRD Fundo Santa Teresa
2. Determinar los estadios reproductivos de las especies encontradas
3. Determinar la variación en la reproducción de las especies y gremios tróficos más abundantes a lo largo de un año en el IRD Fundo Santa Teresa.
4. Determinar la variación ambiental mensual (precipitación y temperatura) del IRD fundo Santa Teresa
5. Determinar el efecto de la variación ambiental sobre la variación en la reproducción de los gremios tróficos y las especies más abundantes

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 FUNDO SANTA TERESA

El IRD-Selva “Santa Teresa” de la UNALM se encuentra ubicado en el distrito de Río Negro, provincia de Satipo. Las zonas de vida correspondientes son “bosque pluvial Premontano Tropical” (bp-PT) y “bosque muy húmedo Premontano Tropical” (bmh-PT) (ONERN 1976). Asimismo, la provincia de Satipo pertenece a la ecorregión de Yungas Peruanas, ubicada en la cordillera oriental, la cual presenta una gran diversidad de especies aún desconocida y prioridades de conservación (Tovar et al. 2010).

Estudios sobre diversidad florística en selva central se han venido realizando en los últimos años mediante la evaluación de parcelas botánicas (Marcelo-Peña y Reynel 2014). En este fundo se registraron 102 especies correspondientes a 37 familias, siendo la tala selectiva, carencia de lianas y la naturaleza transicional del bosque premontano, factores que disminuyen su diversidad alfa (Marcelo-Peña y Reynel 2014). Por otro lado, estimaciones sobre las tasas de reclutamiento y mortalidad en especies forestales sugieren que el bosque se encuentra en equilibrio dinámico (Perales 2017), además presenta un alto índice de regeneración natural (Fernández-Hilario *et al.* 2012).

En comparación con otros bosques premontanos de selva central, el Fundo Santa Teresa presenta una alta diversidad, incluyendo especies necesarias para la alimentación de la fauna silvestre, por lo que se recomienda la investigación y conservación de este bosque (Rivera 2014, Perales 2017). La condición de bosque secundario se caracteriza por la presencia de especies pioneras de gran área basal pertenecientes a los géneros: *Miconia*, *Annona* y *Pouroma* (Fernández-Hilario *et al.* 2012), así como por la alta densidad de individuos pertenecientes a géneros *Pouroma* y *Alchornea* (Marcelo-Peña y Reynel 2014).

## 2.2 DIVERSIDAD DE QUIRÓPTEROS EN SELVA CENTRAL

Estudios sobre los quirópteros han venido incrementándose en los últimos años en el Perú. Parte de esta investigación se ha focalizado en la zona de Yungas, que contiene el bosque montano y premontano. En esta ecorregión, los murciélagos representan el 35.2 por ciento (74) de las especies de mamíferos, incluyendo 4 endemismos (Pacheco *et al.* 2009). En lo que concierne a la selva central del Perú, se tiene información sobre la diversidad y uso de hábitat de murciélagos en las provincias de Chanchamayo (Carrasco 2011), San Ramón (Arias *et al.* 2016) y Oxapampa (Pacheco *et al.* 1994, Ascorra *et al.* 1989). Por parte de Satipo, pese a que se tiene una lista preliminar de 18 especies indicadas en el estudio del IIAP (Aquino *et al.* 2010), aún se requiere realizar investigaciones que levanten información acerca de la diversidad y ecología de los murciélagos. De este modo, Zegarra (2019) reportó para el Fundo Santa Teresa una riqueza de 27 especies y describe que este conjunto de ensamblajes es dominado principalmente, en términos de abundancia, por el género *Carollia*.

## 2.3 ENSAMBLES Y GREMIOS TRÓFICOS DE MURCIÉLAGOS

Una comunidad biótica de cualquier ecosistema se puede clasificar de acuerdo a un criterio taxonómico o funcional con base en la metodología y enfoque del estudio realizado. En este sentido, se precisan los términos “Ensamblajes” (Fauth *et al.* 1996) y “Gremios Tróficos” (Root 1967, 1973) para hacer referencia a un grupo taxonómico de interés que comparte un mismo recurso o característica funcional del ambiente. Como una comunidad propiamente dicha, incluye tanto autótrofos como heterótrofos, el grupo taxonómico de murciélagos en un ecosistema dado se define como un conjunto de ensamblajes (Patterson *et al.* 2003). Kalko (1997) realizó una clasificación del grupo de los murciélagos utilizando tres criterios ecológicos: dieta (frugívoro, nectarívoro, insectívoro, etc.), modo de forrajeo (“aéreo”, captura el alimento en el aire, o “recogedor”, recoge el alimento de una superficie) y espacio de forrajeo (abierto, cerrado o muy cerrado). Estos criterios están basados en las adaptaciones que presentan los murciélagos, siendo voladores nocturnos, hacia los problemas mecánicos (obstáculos) y perceptuales (ecolocalización, visión, olfato) para obtener un alimento específico. Como resultado de sus investigaciones se definieron un total de diez grupos para murciélagos los cuales denominó como “Gremios Tróficos”.

## 2.4 REPRODUCCIÓN EN MAMÍFEROS

La reproducción es un proceso fisiológico que varía de acuerdo a la arquitectura del organismo. En el caso de los mamíferos, el periodo reproductivo consta principalmente de tres etapas, cada una con distinta inversión de tiempo y energía: apareamiento, preñez y lactancia. Este proceso está regulado principalmente por el sistema nervioso que estimula los comportamientos sexuales y el emparejamiento, mediante los cuales se definen los sistemas de apareamiento: monógamos, polígamos o poliginándricos (Pitnick *et al.* 2006). Este actúa en coordinación con el sistema endocrino el cual, mediante la liberación periódica de hormonas gonadotrópicas de la adenohipófisis, se encarga de accionar los órganos del sistema reproductor (Young y Hobbs 1980). En la hembra los periodos son cíclicos y consisten en la secreción folicular de estrógeno y progesterona para promover la ovulación y preparación del útero en caso de embarazo respectivamente, mientras que en machos son periodos más continuos y se basan en la secreción de testosterona para promover la espermatogénesis (Kardong 2011).

Estos ciclos reproductivos presentan múltiples variantes fisiológicas entre las distintas especies y en distintas etapas del proceso: copulación, ovulación, fertilización, implantación, placentación y desarrollo embrionario (Young y Hobbs 1980, Kardong 2011, Carter y Enders 2016, Withers *et al.* 2016). La mayor particularidad de los mamíferos es la capacidad de dar de lactar a sus crías por medio de la secreción de leche pudiendo ser corta en placentados o prolongada en marsupiales (Hickman 2009, Withers *et al.* 2016). La lactancia es energéticamente más costosa en relación al periodo de gestación, pero tiene como ventajas mayor protección por cuidado parental y mayor crecimiento de las crías, lo cual aumenta sus probabilidades de sobrevivir (Kurta *et al.* 1989, Withers *et al.* 2016). Asimismo, las fuentes de nutrientes son muy importantes en este proceso: destacan principalmente el nitrógeno y el calcio por ser constituyentes del desarrollo muscular y óseo respectivamente del desarrollo prenatal y postnatal de una cría (Barclay 1994, Racey y Entwistle 2000). El consumo de nutrientes tiene una relación inversa a la salud de un animal más aún en el proceso reproductivo. Las hembras lactantes de murciélagos pueden disminuir la masa de su esqueleto para alimentar a sus crías en ausencia de calcio (Kwieceński *et al.* 1987).

La mayor parte de la investigación sobre la reproducción de mamíferos en relación a sus condiciones ambientales se ha focalizado en latitudes templadas y se desconoce mucho sobre los mecanismos y factores que operan en las zonas tropicales (Racey 1982, Bronson 1985). Dadas las múltiples necesidades ecofisiológicas tales como locomoción, forrajeo, la termorregulación y mantenimiento de tejidos (Bronson 1985, Withers *et al.* 2016), el periodo de reproducción se puede dar en algunas especies de manera continua o estacional (Young y Hobbs 1980).

La amplia variabilidad reproductiva de los mamíferos se puede explicar en base al tamaño corporal y asociado a las estrategias de desarrollo: altricial y precocial. En mamíferos grandes (> 100 Kg), los periodos reproductivos suelen contener periodos de gestación más largos, lactancia relativamente más corta debido a las crías precoces que rápidamente se vuelven independientes (Speakman 2008). Como consecuencias evolutivas, estas poblaciones se sincronizan durante el pico de disponibilidad del alimento y periodo de menor probabilidad de predación (Kerby y Post 2013). Por el contrario, los mamíferos pequeños tienen una amplia variedad de patrones reproductivos pudiéndose observar a nivel global, local, anual y estacional debido a que poseen una alta tasa metabólica y ciclos reproductivos de corta duración, lo cual favorece el oportunismo (Bronson 1985). En los grupos taxonómicos de marsupiales y murciélagos, las especies varían el inicio de la actividad reproductiva en distintos periodos del año (Fleming 1973). La mayoría de estas especies tienen una estrategia altricial con crías altamente dependientes de un suministro de energía y nutrientes, teniendo por tanto madres de cortos periodos de preñez y lactancia prolongada (Speakman 2008).

Investigaciones sobre patrones reproductivos en Panamá sugieren estrategias estacionales para la mayoría de mamíferos, incluso describen la existencia de picos de nacimientos estacionales en especies de reproducción durante todo el año (Fleming 1973). En este contexto, los procesos reproductivos de la mayoría de individuos de una población se sincronizan en la época más favorable en términos energéticos, es decir cuando el alimento (y por tanto las calorías) disponible excede las otras demandas energéticas (Bronson 1985). Otras explicaciones sobre la reproducción de los mamíferos indican que dependerá de la mayor disponibilidad de nutrientes (Bohlender *et al.* 2018) o sustancias desencadenantes emitidas por plantas u otros individuos (Bronson 1985).

## 2.5 REPRODUCCIÓN DE MURCIÉLAGOS

El conocimiento sobre la reproducción de murciélagos neotropicales ha tenido avances importantes. Históricamente se han descrito cuatro patrones reproductivos principales: Monoestría estacional, Poliestría estacional bimodal, Poliestría estacional no bimodal y Poliestría no estacional (Fleming *et al.* 1972, Wilson 1979), los cuales pueden mostrar tanto variaciones interespecíficas como intraespecíficas (Racey 1982, Willig 1985). También se ha propuesto un esquema de clasificación con las siguientes categorías de fenologías reproductivas: Amodal, Unimodal, Bimodal y Polimodal (Durant *et al.* 2013).

Estas categorías se basan en el potencial de las hembras en el año para estar en “estro”, que es un suceso fisiológico asociado a la receptividad sexual en hembras previo a la ovulación, y a las condiciones del ambiente en el tiempo en el que ocurre la reproducción. Asimismo, el “estro” es un potencial de entrar en un proceso reproductivo: apareamiento-preñez-lactancia, por lo que a medida que una hembra presente este estadio con mayor frecuencia, mayores son las probabilidades de que produzca crías. De acuerdo a la terminología de Carter (1970): cuando el potencial de una hembra para presentar el estadio de “estro” es una vez en el año se denomina “monoestría” y cuando son varias veces en el año se denomina “poliestría”. Las categorías “monoestría estacional o poliestría estacional” hacen referencia a que estos ciclos reproductivos de las hembras coincidirán con una estación favorable en el año. Por otro lado, en una “poliestría no estacional” la reproducción de murciélagos puede suceder en cualquier momento del año y está asociado a una oferta de alimentos continua del ambiente. Finalmente, dentro de los patrones poliéstricos, el término “Bimodal” hace referencia al “estro postparto”, es decir el potencial de una hembra para entrar en “estro” poco tiempo después de haber tenido un parto (Carter 1970). De este modo, una “poliestría estacional bimodal” indica que una hembra posee dos procesos reproductivos seguidos en una misma estación favorable del año. Por el contrario, una “poliestría estacional no bimodal” indica que una hembra puede poseer más de dos procesos reproductivos seguidos en una misma estación favorable del año, esta modalidad también es denominada “Estación extendida con un periodo corto de inactividad” (Fleming *et al.* 1972).

Aparentemente, los principales factores que influyen en la reproducción de los quirópteros serían la precipitación para los murciélagos neotropicales y el fotoperiodo para los de latitudes medias y altas (Racey 1982, Zortea 2003). Sin embargo, es resaltado el poco conocimiento de los ciclos reproductivos de los murciélagos neotropicales y menos aún de las poblaciones conspecíficas que ocupan diferentes localidades (Willig 1985). En base a ello no es posible hacer generalizaciones para establecer los patrones reproductivos correspondientes a las especies en estudio. Durant *et al.* (2013) menciona que el cambio climático global y el incremento de la actividad humana podrían estar alterando los patrones reproductivos de las especies de quirópteros en Costa Rica y que serían necesarios estudios que expliquen la variabilidad geográfica de los patrones reproductivos.

## **2.6 PATRONES REPRODUCTIVOS MENSUALES EN MURCIÉLAGOS**

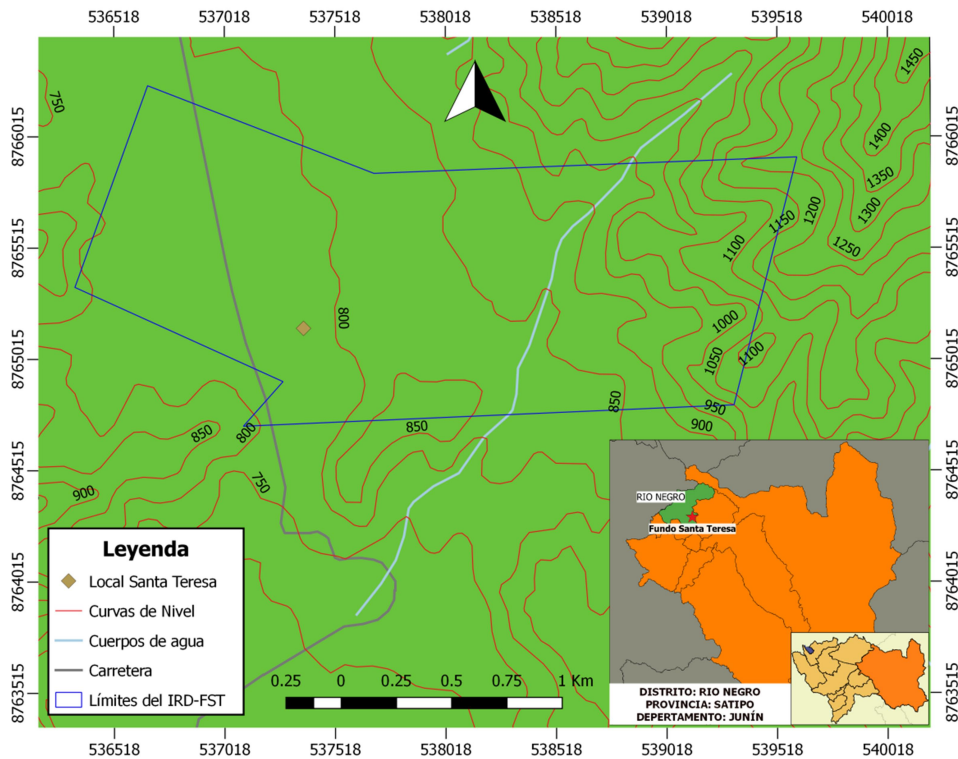
Estudios mensuales realizados en el Neotrópico han determinado que de todos los patrones reproductivos, la poliestría estacional bimodal es el más común para la familia Phyllostomidae (Fleming *et al.* 1972, Taddei 1976). En relación a la estacionalidad, usualmente los dos picos de nacimientos sucesivos de esta modalidad coinciden con el final de la estación seca y la mitad de la estación lluviosa teniendo finalmente una productividad anual de dos crías por hembra, todo ello durante el periodo de mayor disponibilidad de alimento (Fleming *et al.* 1972, Bonaccorso 1979, Bernard 2002, Zortea 2003, Castillo *et al.* 2016). Los estudios mensuales proporcionan el patrón reproductivo por medio de los picos de nacimientos, establecen inferencias en los periodos de gestación y determinan relaciones entre la disponibilidad de alimento y ciertos factores abióticos.

Particularmente en el Perú, hay escasa información sobre dinámicas poblacionales de murciélagos. Uno de los pocos estudios en reproducción se enfocó en una población de *Glossophaga soricina* y *Artibeus fraterculus* que habitaban el campus de la Universidad Nacional Agraria La Molina entre 1996 y 1997 (Mena y Williams 2002). También se cuenta con algunos reportes de individuos reproductivos aunque no presentan todos los meses completos (Graham 1987, Hice *et al.* 2004, Mena 2011).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El IRD-Selva, Fundo “Santa Teresa” perteneciente a la UNALM está ubicado en el distrito de Río Negro, provincia de Satipo, departamento de Junín, Perú a 534114 X (UTM) y 18L 8760966 Y (UTM) (Figura 1). El fundo tiene una extensión total de 203 hectáreas y un rango altitudinal entre 800 y 1000 m.s.n.m. Presenta cultivos de piña y ají en un área de aproximada 113 hectáreas de bosque perturbado con algunos relictos de vegetación primaria (Perales 2017).



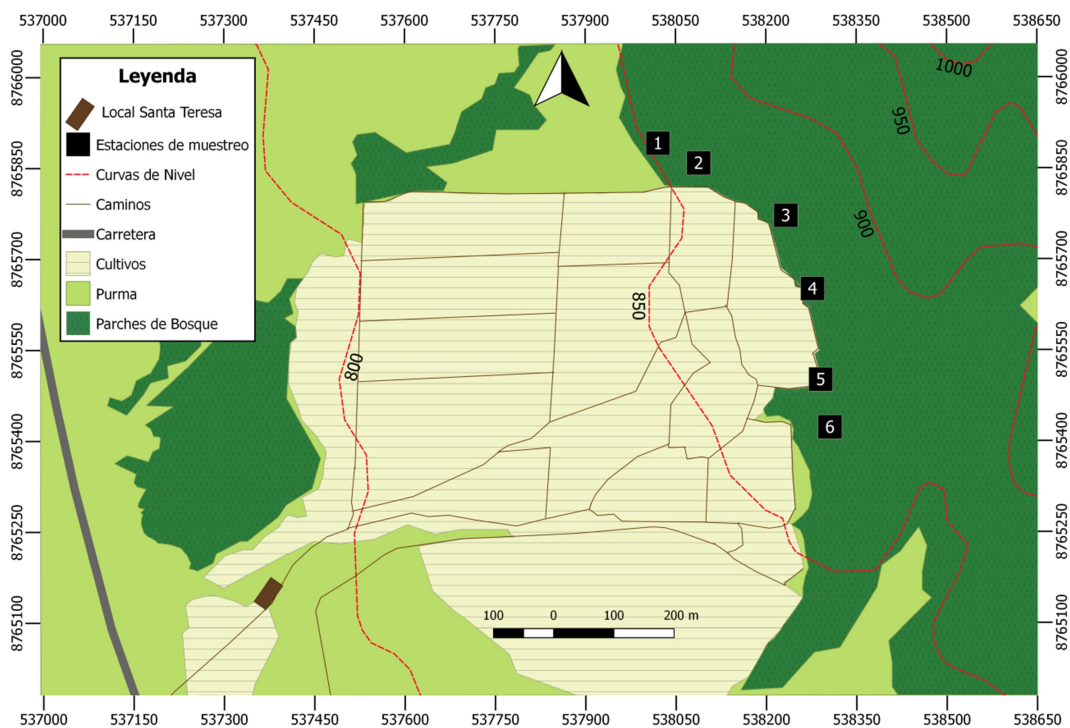
**Figura 1: Ubicación del IRD - Fundo Santa Teresa (FST)**

FUENTE: Elaboración Propia. Límites referenciales en base a Rivera (2014)



### 3.2 DISEÑO MUESTRAL

Se utilizaron datos obtenidos a partir de un muestreo mensual realizado desde octubre del 2015 hasta setiembre del 2016. Los murciélagos fueron capturados por medio de redes de neblina con siguientes medidas: 12 m de largo, 30 mm de amplitud de malla y 2.5 m de alto. Las 12 evaluaciones se distribuyeron en cada uno de los meses del año y fueron realizadas entre las 6:00 pm y 12:00 am, los mayores picos de actividad para especies neotropicales (Brown 1968, La Val 1970, Fleming *et al.* 1972, Bernard 2002). Se colocaron dos redes a nivel del estrato sotobosque en cada uno de las seis estaciones de muestreo (Figura 2). El esfuerzo de muestreo fue de 25920 horas por metro cuadrado de red.



**Figura 2: Localización de estaciones de muestreo**

FUENTE: Elaboración propia

Las redes se posicionaron en el borde, entre los campos de cultivos y un bosque con características de vegetación secundaria. La distancia entre éstas fue de aproximadamente 100 metros cada una. El estudio fue diseñado de esta manera principalmente por dos

motivos: (1) para obtener mayor número de capturas de las mismas especies debido a la abundancia de murciélagos oportunistas asociado al efecto borde reportado en estudios de bosques neotropicales (Mena 2011) y (2) la presencia de áreas abiertas ideales para favorecer el forrajeo de especies insectívoras (Rocha da Silva *et al.* 2013).

### 3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS BIOLÓGICOS

Los individuos capturados fueron transportados a un centro de procesamiento de datos en bolsas de tela y posteriormente fueron liberados. La captura y manipulación de individuos se realizó teniendo como base los protocolos de la Sociedad Americana de Mastozoólogos (Sikes *et al.* 2011). Se registró la especie, hora de captura, sexo, edad relativa y condición reproductiva, en base a una inspección morfológica gonadal externa. Adicionalmente se tomaron medidas de antebrazo y peso. Las especies fueron determinadas en base a las siguientes guías de identificación (Pacheco y Solari 1997, Gardner 2008, Díaz *et al.* 2011). Previo a ser liberados, los individuos fueron marcados mediante un esmalte de uñas en las patas para evitar contabilizar dos veces las recapturas diarias, de igual forma que ciertos estudios (Stawski 2012, Kermenesi *et al.* 2015, Dekeukeleire *et al.* 2016). Se esperó una baja tasa de recapturas de murciélagos en distintos meses (Mello y Fernandez 2000, Marques *et al.* 2013) por lo cual se asumió que no afectaría la estimación de su abundancia.

En cuanto a la condición reproductiva, se consideraron las siguientes categorías: 1) machos reproductivos o escrotales: con testículos hinchados y a nivel del escroto, 2) machos no reproductivos o abdominales: con testículos reducidos y a nivel del abdomen. 3) Hembras no reproductivas: presentan el vientre normal y pelo en las mamas. 4) Hembras reproductivas preñadas: detectadas por palpación e hinchazón del vientre. 5) Hembras reproductivas lactantes: presentan mamas sin pelo y con secreción de leche (Fleming *et al.* 1972, Mello y Fernandez 2000, Bernard 2002, Zortea 2003). La edad relativa se asignó en base a la transparencia de la epífisis metacarpial, usualmente el III dígito (Brunet-Rossinni y Wilkinson 2009). Se asignó la categoría de juvenil cuando la epífisis fue translúcida, por el contenido de cartílago, y adulto cuando tuvo osificación completa. Además, los individuos reproductivos - preñadas, lactantes y escrotales - fueron directamente considerados adultos (Taddei 1976).

### 3.4 RECOPIACIÓN DE DATOS AMBIENTALES

#### SENAMHI

Los datos de temperatura y precipitación mensual fueron obtenidos de la base de datos históricos de la estación meteorológica de Satipo, debido a que es la más cercana, del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú 2013-2018). Se recopilaron los 5 años, entre octubre 2013 hasta setiembre 2018, con datos diarios y mensuales completos para calcular para cada mes, la temperatura media mensual y la precipitación media mensual mediante el uso del programa Microsoft Excel 2010. El uso de variables resultantes del promedio de varios años se realiza debido a que el patrón reproductivo de los murciélagos es un proceso que forma parte de su historia natural y está más afectado por un régimen climático espacial y temporal (Durant *et al.* 2013). Asimismo, considerando que hay variación entre años, se recopiló específicamente las condiciones ambientales entre octubre 2015 y setiembre 2016 para intentar describir alguna respuesta de la reproducción de los murciélagos a las condiciones sometidas del mismo año de muestreo.

#### WORLD CLIM 2

También se hizo uso de los datos climáticos históricos de WorldClim Version2 utilizando los promedios de temperatura promedio mensual y precipitación mensual desde 1970 a 2000 (Fick y Hijmans 2017a y b). Esto se realizó por dos motivos: (1) los píxeles utilizados incluyen exactamente la zona de estudio y (2) obtener promedios mensuales de 30 años que reflejen la variación mensual climática de la zona, asumiendo que no cambian en el corto plazo. Se descargaron los rasters de precipitación y temperatura media para cada mes de la plataforma virtual de WorldClim 2 a escala de 1 km<sup>2</sup> por pixel y se trabajaron mediante el programa QGIS v. 2.18. Mediante el algoritmo “Random points inside polygons (fixed)” se crearon 82 puntos aleatorios dentro de un vector con forma de polígono con los límites del Fundo Santa Teresa. Los valores de precipitación y temperatura se extrajeron en cada punto mediante la herramienta “Point sampling tool”. Finalmente los valores fueron exportados y promediados en el programa Microsoft Excel 2010.

### 3.5 ANÁLISIS DESCRIPTIVOS-ESTADÍSTICOS DE DATOS

Se calcularon las tasas de captura para todas las especies expresadas en una razón entre el número total de capturas en el año y el esfuerzo de muestreo. También se expresaron las abundancias relativas a lo largo del año mediante curvas de rango-abundancia con el objetivo de observar diferencias entre la predominancia de ciertos géneros sobre otros en los distintos meses del año. Se caracterizó la estructura poblacional de los murciélagos capturados en base a la edad (adultos y juveniles) y al sexo (macho y hembra) en cada uno de los meses del año de muestreo.

Considerando únicamente los datos de los murciélagos “adultos”, se relacionó el tiempo con la reproducción mediante el cálculo de frecuencias de ocurrencia en las siguientes categorías: Hembras reproductivas, machos reproductivos, hembras preñadas y lactantes. Se calculó la razón de sexo (R.S.) y se determinaron diferencias mediante la prueba Chi – cuadrado con un nivel de significación del 5 por ciento (Mello y Fernandez 2000). Asimismo se realizaron pruebas Chi cuadrado para establecer diferencias entre la reproducción de los murciélagos a lo largo de los doce meses.

Se determinó la normalidad de los datos mediante una prueba de Kolmogorov-Smirnov y Lilliefors. En base a los resultados se aplicó estadística paramétrica y no paramétrica para medir la correlación entre las variables ambientales (precipitación y temperatura) y las frecuencias de ocurrencia de todas las categorías mencionadas en la parte superior (Castillo *et al.* 2016). Los cálculos de las pruebas estadísticas se realizaron mediante el paquete “nortest”, “stats” y “pspearman” del Software R v 3.5 (RCoreTeam 2016). La correlación se midió en base al coeficiente de Pearson ( $r$ ) para variables que siguieron una distribución normal y en base al coeficiente de Spearman ( $\rho$ ) para variables que no siguieron una distribución normal.

Estas correlaciones se han utilizado para estudios similares de reproducción de murciélagos (Barboza y Aguirre 2010, Castillo *et al.* 2016) y otros mamíferos (Kowaleswski y Zunino 2004, Villamizar *et al.* 2017). Es pertinente mencionar que estas

pruebas asumen independencia entre los datos, lo cual no necesariamente se puede asegurar debido a que no se tienen repeticiones temporales de cada mes. Asimismo las repeticiones espaciales tienen una distancia menor a 500 m por lo que tampoco es correcto asumir que son independientes (Barboza y Aguirre 2010). Pese a estas limitantes, se espera que las categorías reproductivas sean independientes debido a que tanto la preñez tardía y lactancia tienen una duración aproximada de un mes para filostómidos (Taddei 1976). En cuanto al nivel de significación de las correlaciones se consideraron los siguientes valores para medir el grado de correlación: 0.1, 0.05 y 0.01 (Tabla 1).

**Tabla 1: Nivel de Significación para las pruebas de correlación de Pearson y Spearman**

<b>P - valor</b>	<b>Correlación</b>
< 0.100 – 0.049 >	Ligera
< 0.050 – 0.011 >	Media
0.01 >	Alta

FUENTE: Elaboración propia

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

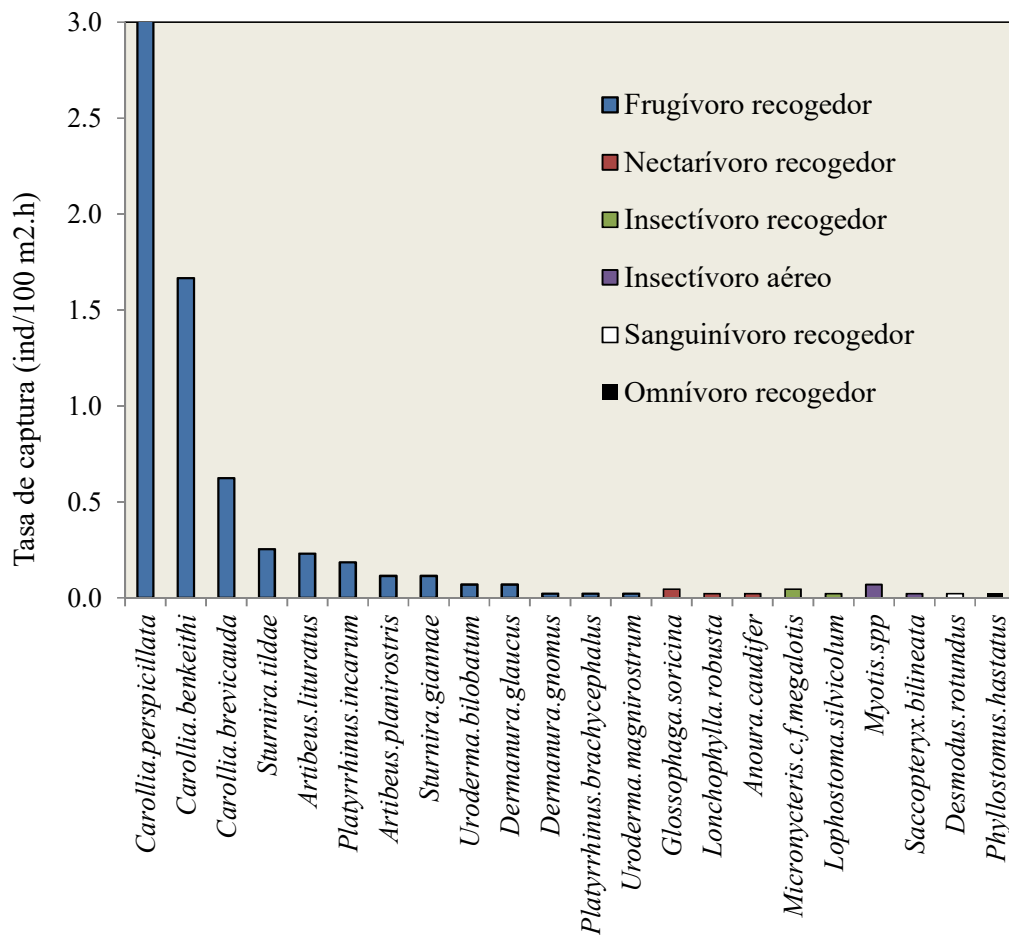
#### 4.1.1 Especies y Gremios Tróficos

Se tuvo un total de 291 murciélagos capturados de los cuales cinco no fueron incluidos en los análisis de reproducción debido a que carecían de datos. De acuerdo a la guía de identificación de murciélagos de Sudamérica (Díaz *et al.* 2016), se documenta un conjunto de ensamblajes compuesto por 3 familias y 22 especies. Los individuos correspondientes al género *Myotis* se trabajaron como una especie compuesta denominada: *Myotis spp.*, siendo posiblemente *M. keasy*, *M. riparius* o *M. nigricans*. Se documentaron 8 nuevos registros para este fundo agrícola adicionales al estudio de Zegarra (2019) correspondientes a las siguientes especies: *Platyrrhinus incarum*, *P. brachycephalus*, *Desmodus rotundus*, *Phyllostomus hastatus*, *Uroderma magnirostrum*, *Anoura caudifer*, *Lonchophylla robusta*, *Saccopteryx bilineata* y *Micronycteris cf. megalotis* haciendo un total de 36 especies (Anexo 1), asimismo se incluye a la especie recientemente descrita *S. giannae* que corresponde anteriormente a *S. lilium* (Velasco y Patterson 2019).

El 90.5 por ciento de las especies encontradas pertenecen a la familia Phyllostomidae y se distribuyen en 7 subfamilias según la taxonomía propuesta de Baker *et al.* 2016 (Anexo 2). El 45 por ciento de los individuos capturados corresponde a *Carollia perspicillata* (TC= 3.032 ind/100 m<sup>2</sup>.hora) y el 24.7 por ciento a *C. benkeithi* (TC= 1.667 ind/ 100 m<sup>2</sup>. hora), representando casi el 70 por ciento del total de capturas. Por el contrario, sumando las 9 especies que tuvieron tan solo un individuo registrado (TC = 0.023 ind/100 m<sup>2</sup>.hora, Pi = 0.34 por ciento) se llega a un valor de tan solo 3.09 por ciento (Anexo 3).

Desde el punto de vista ecológico, se agrupan las especies en seis gremios tróficos (Fig. 3). Esta clasificación se basa en estudios previos que documentan la dieta y modo de forrajeo de las especies encontradas (Iñiguez 1993, Kalko 1997, Jarrín y Fonseca 2001, Kalko y Handley 2001, Bernard 2002, Sampaio *et al.* 2003, Loayza *et al.* 2006, Flores-Saldaña

2008, Arguero *et al.* 2012, Brito y Bocchiglieri 2012, Ferro *et al.* 2018,). El gremio trófico de los Frugívoros recogedores para *Platyrrhinus incarum* y *P. brachycephalus* se dedujo a partir de *P. helleri* (Sampaio *et al.* 2003), debido a que están filogenéticamente emparentados (Velasco *et al.* 2010) y análogamente para *S. giannae* a partir de *S. lilium* (Velasco y Patterson 2019). Respecto a los gremios tróficos previamente reportados (Zegarra 2019), se añaden los dos siguientes: Sanguinívoros recogedores y Omnívoros recogedores, ambos con una sola especie (Anexo 1).



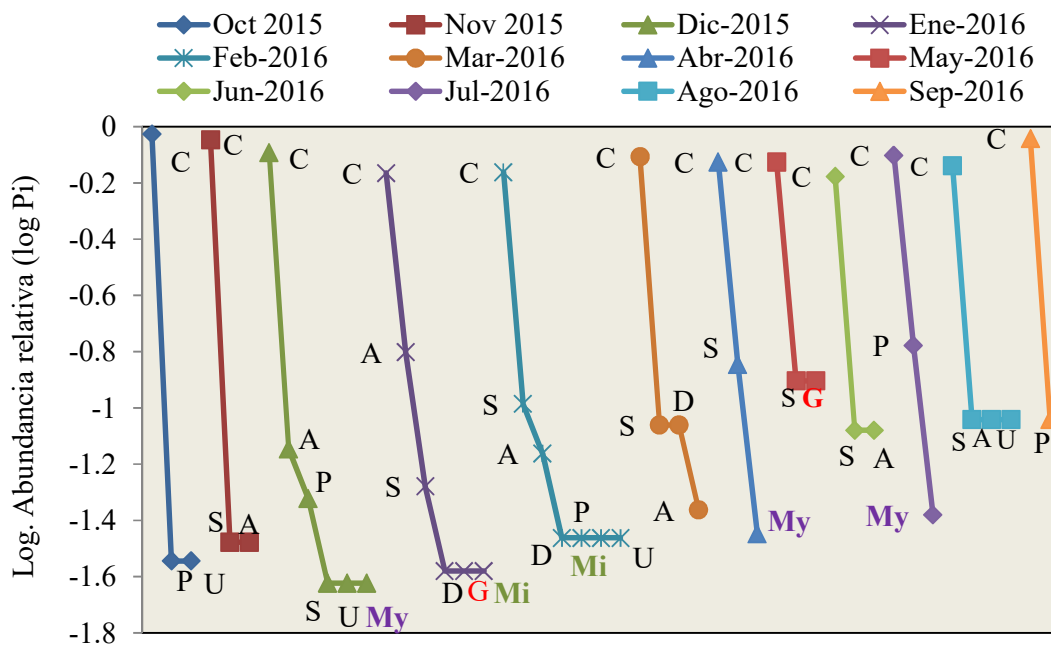
**Figura 3: Tasas de capturas anuales de las especies registradas por gremio trófico**

FUENTE: Elaboración propia

El 59.1 por ciento de las especies de murciélagos fueron frugívoros recogedores, mientras que los otros gremios solo fueron conformados entre el 4.8 y 14.3 por ciento de las especies (Anexo 2). Además, el 95.5 por ciento de los murciélagos capturados (TS = 6.435 ind/ 100 m<sup>2</sup>. hora) fueron frugívoros recogedores (Anexo 2), lo cual se sustenta por la

metodología empleada y la presencia de plantas pioneras y de sucesión secundaria a lo largo del borde correspondientes a los géneros: *Piper*, *Solanum*, *Cecropia*, *Ficus*, muchos de ellos consumidas por especies frugívoras.

Las curvas de rango – abundancia muestran la distribución de los géneros, cuyas capturas son mayores a un individuo, en todos los meses del año (Fig. 4). Los murciélagos de cola corta (*Carollia* spp.) fueron los más abundantes en todos los meses. Asimismo, se distingue una mayor abundancia relativa (Pi) respecto a los otros géneros durante los primeros meses de octubre (94 por ciento) y noviembre (90 por ciento) (Anexo 4 y 5). Los géneros *Artibeus* (A), *Sturnira* (S) y *Platyrrhinus* (P) estuvieron presentes en al menos 5 meses de toda la evaluación. Durante los meses de diciembre, enero y febrero se registraron los 9 géneros más abundantes.



**Figura 4: Curvas rango-abundancia de los géneros más abundantes.** Abreviaciones de los géneros: C=Carollia, S=Sturnira, A=Artibeus, P=Platyrrhinus, D=Dermanura, U=Uroderma, My=Myotis, G=Glossophaga, Mi=Micronycteris. Los colores corresponden a los siguientes gremios tróficos: Negro = Frugívoro recogedor, Rojo = Nectarívoro recogedor, Verde = Insectívoro recogedor, Morado = Insectívoro aéreo.

FUENTE: Elaboración propia



#### 4.1.2 Reproducción del conjunto de ensambles de murciélagos

##### a. Estructura poblacional

Se analizaron un total de 286 individuos compuestos por 198 adultos (101 machos y 97 hembras) y 88 juveniles (54 machos y 34 hembras) (Tabla 2). El total mensual varía entre 8 y 42 individuos, en adultos entre 7 y 28 individuos y en juveniles entre 1 y 18.

**Tabla 2: Variación mensual de la estructura poblacional**

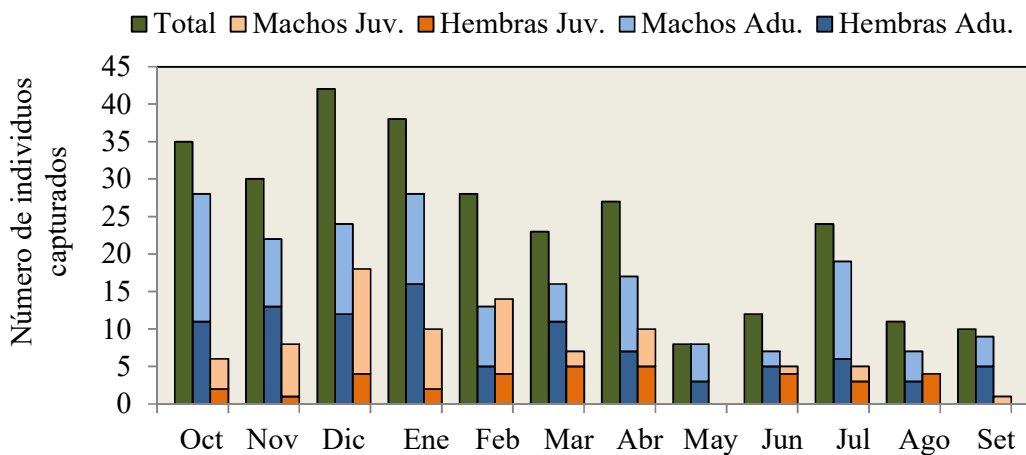
Mes	Adultos						Juveniles						Total N
	Hembras		Machos		Total		Hembras		Machos		Total		
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Oct.	11	(32)	17	(50)	28	(82)	2	(6)	4	(12)	6	(18)	34
Nov.	13	(43)	9	(30)	22	(73)	1	(3)	7	(23)	8	(27)	30
Dic.	12	(29)	12	(29)	24	(57)	4	(10)	14	(33)	18	(43)	42
Ene.	16	(42)	12	(32)	28	(74)	2	(5)	8	(21)	10	(26)	38
Feb.	5	(19)	8	(30)	13	(48)	4	(15)	10	(37)	14	(52)	27
Mar.	11	(48)	5	(22)	16	(70)	5	(22)	2	(9)	7	(30)	23
Abr.	7	(26)	10	(37)	17	(63)	5	(19)	5	(19)	10	(37)	27
May.	3	(38)	5	(63)	8	(100)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	8
Jun.	5	(42)	2	(17)	7	(58)	4	(33)	1	(8)	5	(42)	12
Jul.	6	(25)	13	(54)	19	(79)	3	(13)	2	(8)	5	(21)	24
Ago.	3	(27)	4	(36)	7	(64)	4	(36)	0	(0)	4	(36)	11
Set.	5	(50)	4	(40)	9	(90)	0	(0)	1	(10)	1	(10)	10
Total	97		101		198		34		54		88		286

FUENTE: Elaboración propia

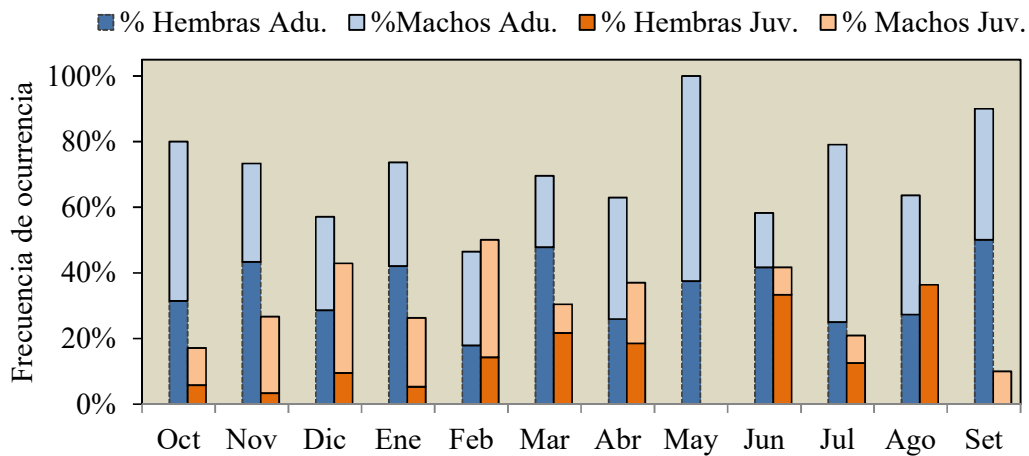
La figura 5a muestra la variación mensual de los individuos capturados de las categorías poblacionales y la figura 5b muestra sus frecuencias de ocurrencia. En la figura 5a se observa que en diciembre se obtuvo el total más alto de capturas y en mayo el total más bajo. Se observa que las mayores capturas se efectuaron entre octubre y enero (mayor o igual a 30 individuos). Las capturas de juveniles son considerables en diciembre y febrero, pero disminuyen entre mayo y setiembre. En la Figura 5b, se observa que en el mes de mayo las capturas fueron exclusivamente adultos (100 por ciento) y en el mes de setiembre

se capturó un porcentaje bajo de juveniles siendo todos machos. De manera general, no se encontró una tendencia clara respecto a la frecuencia de ocurrencia de los juveniles. Pese a que se esperaba capturar más adultos teniendo en cuenta la alta longevidad de los murciélagos (Herreid 1964, Tuttle y Stevenson 1982, Munshi-South y Wilkinson 2010), se resaltan los meses de diciembre (43 por ciento) y febrero (52 por ciento) con alta frecuencia de juveniles, sin embargo otros meses como abril (37 por ciento), junio (42 por ciento) y agosto (36 por ciento) también tienen porcentajes considerables.

(a)



(b)



**Figura 5: Variación mensual de la estructura poblacional: (a) Variación de los individuos capturados, (b) Variación de la proporción de las categorías poblacionales.**

Abreviaciones: Adu.=Adulto, Juv.=Juveniles

FUENTE: Elaboración propia

Con relación a la razón de sexo los resultados muestran que el promedio por mes fue de 1.15 macho / hembra (N=12, DE = 0.55) en adultos y de 2.13 macho / hembra (N=10, DE = 2.20) en juveniles (Tabla 3). En adultos la proporción de sexos fue similar a lo largo del año, mientras que en juveniles, se pueden observar ciertas diferencias. Los machos predominan especialmente entre diciembre y febrero y las hembras entre junio y agosto (Fig. 5b, Tabla 3). Sin embargo, es probable que en muchos meses la razón de sexo de juveniles, este sesgada debido a escasas capturas obtenidas, especialmente en los últimos meses.

**Tabla 3: Variación de la razón de sexo (RS) en adultos y juveniles**

Mes	RS (Machos / Hembras)	
	Adultos	Juveniles
Oct.	1.55	2.00
Nov.	0.69	7.00
Dic.	1.00	3.50
Ene.	0.75	4.00
Feb.	1.60	2.50
Mar.	0.45	0.40
Abr.	1.43	1.00
May.	1.67	NA
Jun.	0.40	0.25
Jul.	2.17	0.67
Ago.	1.33	0.00
Set.	0.80	NA
Total	0.96	1.59
N	12	10
Promedio	1.15	2.13
Desviación Estándar	0.55	2.20

FUENTE: Elaboración propia

#### **b. Condición reproductiva de hembras y machos**

La tabla 4 muestra los valores de número y porcentaje de condición reproductiva. Se capturaron machos abdominales (no reproductivos) o escrotales (reproductivos), así como hembras no reproductivas y reproductivas (preñadas y / o lactantes). Entre los machos se tuvieron 32 escrotales y 69 abdominales mientras que en hembras se registraron 40 no reproductivas y 57 reproductivas. Cabe resaltar que los machos pueden subir sus testículos

hacia la posición abdominal como método de defensa cuando son manipulados (Menezes da Silva 2011), mientras que las hembras pueden traer embriones no detectables sin autopsias o preparaciones histológicas Durant *et al.* 2013, Castillo *et al.* 2016).

**Tabla 4: Variación de la condición reproductiva en murciélagos adultos**

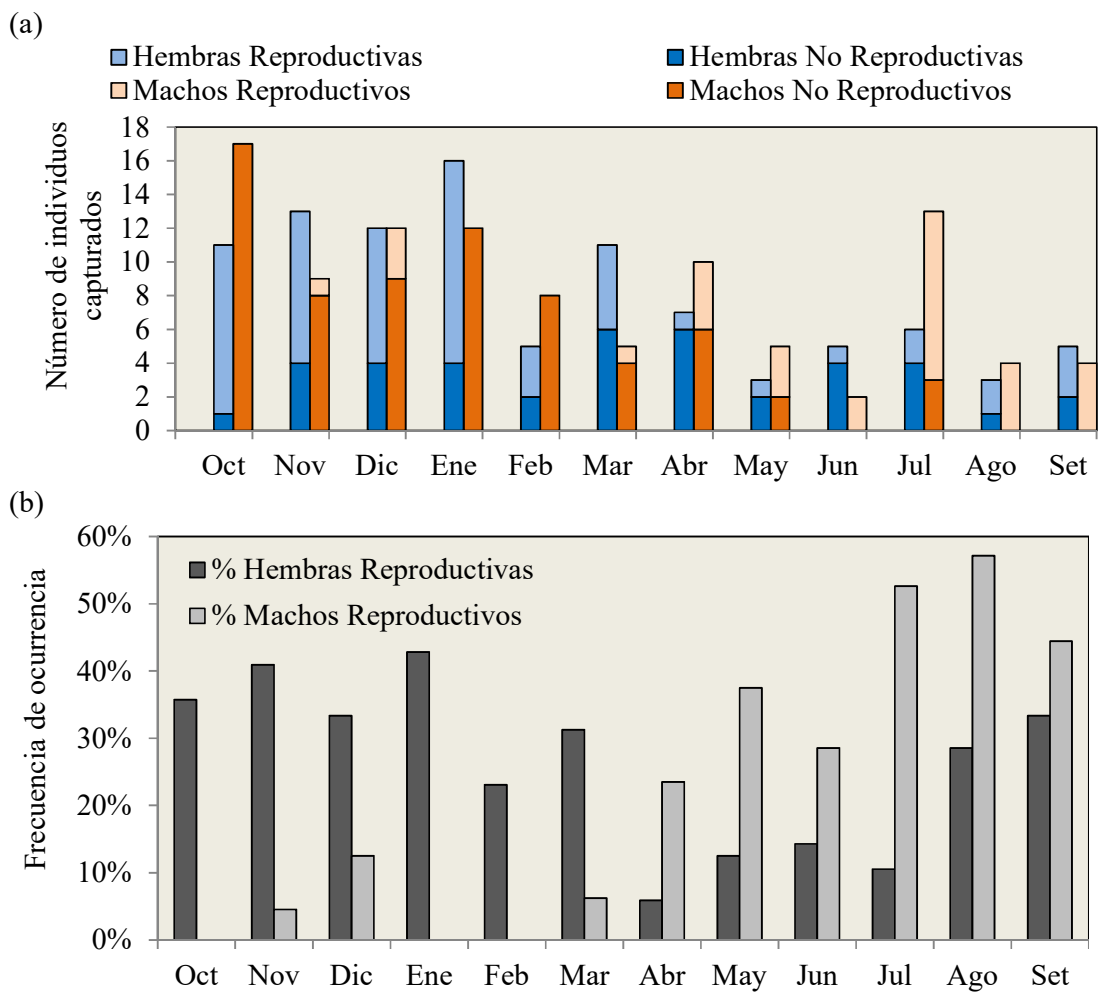
Mes	Machos						Hembras					
	A		E		Total		R		NR		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Oct.	17	(61)	0	(0)	17	(61)	10	(36)	1	(4)	11	(39)
Nov.	8	(36)	1	(5)	9	(41)	9	(41)	4	(18)	13	(59)
Dic.	9	(38)	3	(13)	12	(50)	8	(33)	4	(17)	12	(50)
Ene.	12	(43)	0	(0)	12	(43)	12	(43)	4	(14)	16	(57)
Feb.	8	(62)	0	(0)	8	(62)	3	(23)	2	(15)	5	(38)
Mar.	4	(25)	1	(6)	5	(31)	5	(31)	6	(38)	11	(69)
Abr.	6	(35)	4	(24)	10	(59)	1	(6)	6	(35)	7	(41)
May.	2	(25)	3	(38)	5	(63)	1	(13)	2	(25)	3	(38)
Jun.	0	(0)	2	(29)	2	(29)	1	(14)	4	(57)	5	(71)
Jul.	3	(16)	10	(53)	13	(68)	2	(11)	4	(21)	6	(32)
Ago.	0	(0)	4	(57)	4	(57)	2	(29)	1	(14)	3	(43)
Set.	0	(0)	4	(44)	4	(44)	3	(33)	2	(22)	5	(56)
Total	69		32		101		57		40		97	

Abreviaciones: A=abdominal, E= Escrotal, R = Reproductiva, NR = No reproductiva.

FUENTE: Elaboración propia

La figura 6a muestra la variación mensual del número de hembras o machos capturados en su respectiva categoría de condición reproductiva y la figura 6b muestra la variación mensual de la frecuencia de ocurrencia únicamente de los machos y hembras reproductivas. Se observa que el conjunto de ensamblajes de quirópteros evaluado presenta actividad reproductiva en todos los meses del año. Entre octubre y enero se capturaron principalmente hembras reproductivas y machos con testículos abdominales. En ese mismo periodo, sólo en noviembre y diciembre se capturaron machos escrotales. Las capturas de hembras reproductivas disminuyen desde febrero en adelante. Por otro lado, los machos escrotales se vuelven a capturar en marzo y se mantienen hasta setiembre, teniendo un máximo en julio de 10 individuos.

Respecto a la frecuencia de ocurrencia en estados reproductivos, las tendencias son más notorias (Fig. 6b). La proporción de hembras reproductivas respecto al total es considerable entre octubre y marzo. Además, en esta época de cría se tiene poca ocurrencia de machos escrotales. Posteriormente, la proporción de machos escrotales respecto al total se incrementa progresivamente entre abril hasta agosto. En ese mismo periodo, la frecuencia de ocurrencia de hembras reproductivas disminuye respecto al periodo anterior, volviéndose a incrementar en agosto y setiembre. La mayor cantidad de machos escrotales posiblemente este asociada a periodos de cópula previos al primer y segundo periodo de preñez de las hembras (Fleming *et al.* 1972).



**Figura 6: Variación mensual de hembras y machos en estadíos reproductivos del conjunto de ensamblajes de quirópteros. (a) Variación de individuos capturados. (b) Variación de la proporción de sexo en los individuos reproductivos.**

FUENTE: Elaboración propia

## Hembras

Se capturaron 21 hembras preñadas, 32 lactantes y 4 con ambos estadios (Tabla 5). La mayor cantidad de hembras preñadas fue en enero (7) y el mayor número de hembras lactantes fue en noviembre (8).

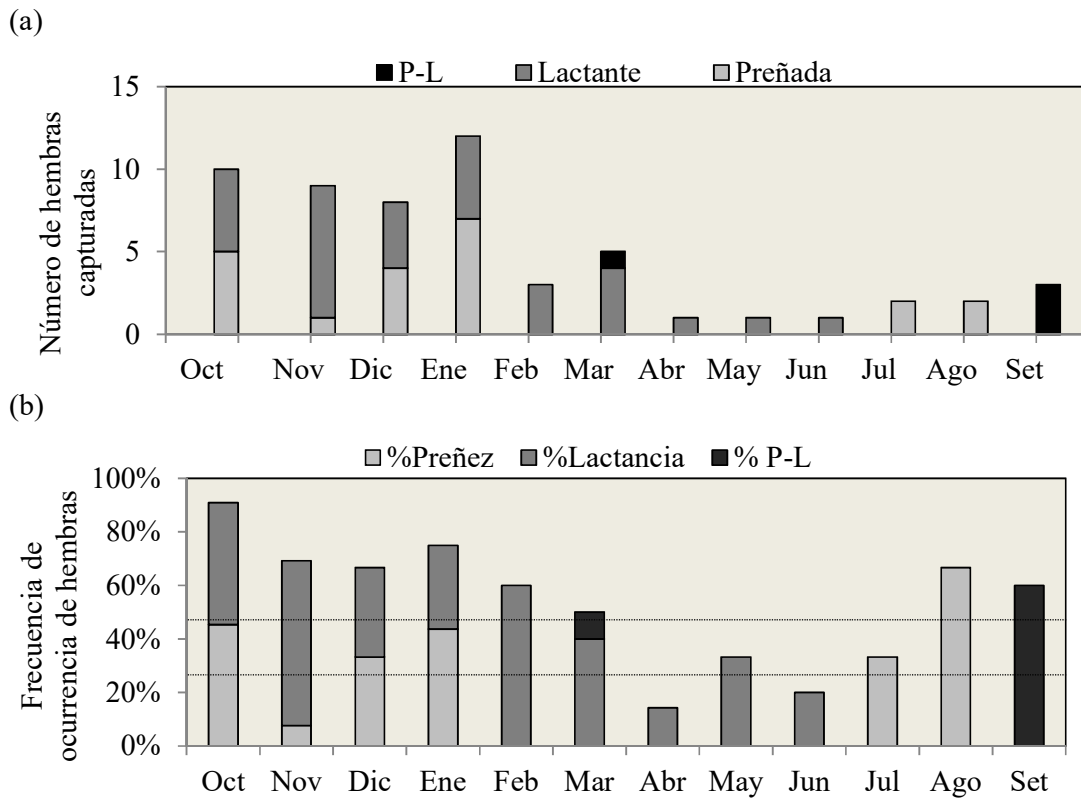
**Tabla 5: Variación de hembras en el conjunto de ensambles de murciélagos**

Mes	Preñadas		Lactantes		Preñadas y Lactantes		No reproductiva		Total N
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Oct.	5	(45)	5	(45)	0	(0)	1	(9)	11
Nov.	1	(8)	8	(62)	0	(0)	4	(31)	13
Dic.	4	(33)	4	(33)	0	(0)	4	(33)	12
Ene.	7	(44)	5	(31)	0	(0)	4	(25)	16
Feb.	0	(0)	3	(60)	0	(0)	2	(40)	5
Mar.	0	(0)	4	(40)	1	(10)	6	(50)	11
Abr.	0	(0)	1	(14)	0	(0)	6	(86)	7
May.	0	(0)	1	(33)	0	(0)	2	(67)	3
Jun.	0	(0)	1	(20)	0	(0)	4	(80)	5
Jul.	2	(33)	0	(0)	0	(0)	4	(67)	6
Ago.	2	(67)	0	(0)	0	(0)	1	(33)	3
Set.	0	(0)	0	(0)	3	(60)	2	(40)	5
Total	21		32		4		40		97

FUENTE: Elaboración propia

La figura 7a muestra la variación mensual de los individuos capturados de hembras preñadas, lactantes o ambos estadios y la figura 7b muestra la variación mensual de la frecuencia de ocurrencia de las hembras en los mismos estadios. Se observa en la figura 7a que tanto el número de hembras preñadas como lactantes son considerables en octubre, pero en noviembre disminuyen las primeras, mientras que las segundas aumentan. En diciembre, vuelven a aumentar las preñadas y disminuyen las hembras lactantes mientras que en enero ambas aumentan ligeramente. En los meses posteriores hay ausencia de hembras preñadas, pero se mantienen las hembras lactantes hasta julio y agosto, donde coincidentemente vuelven a capturarse hembras preñadas. Se resaltan los meses de marzo y setiembre debido a la presencia de hembras preñadas y lactantes en simultáneo, registros que corresponden a las siguientes especies (Anexo 7): *Sturnira tildae* (Mar.), *Platyrrhinus incarum* (Sep.), *Carollia perspicillata* (Sep.).

Con respecto a la figura 7b, la proporción de hembras reproductivas (preñadas + lactantes/ total hembras) supera el 50 por ciento entre octubre y marzo, disminuye entre abril y julio y se incrementa nuevamente en agosto y setiembre. Se reporta un porcentaje de preñez considerable (mayor a 30 por ciento) en dos periodos: julio - octubre y diciembre - enero, habiendo una disminución previa en noviembre. Se obtuvo un mayor porcentaje de hembras lactantes entre setiembre y noviembre, correspondientes a las siguientes especies: *A. planirostris*, *C. benkeithi*, *C. perspicillata*, *P. incarum* y *U. bilobatum*, indicando que posiblemente hubo mayor sincronización de nacimientos. Entre febrero y marzo se incrementa nuevamente la proporción de lactantes (mayor a 50 por ciento), habiendo una considerable disminución de hembras lactantes en abril (14 por ciento) y junio (20 por ciento). La prueba Chi cuadrado indica que hay evidencia estadística para afirmar que la proporción de hembras reproductivas varía a lo largo de los doce meses evaluados ( $X = 20.024$ ,  $p$ -valor = 0.033).

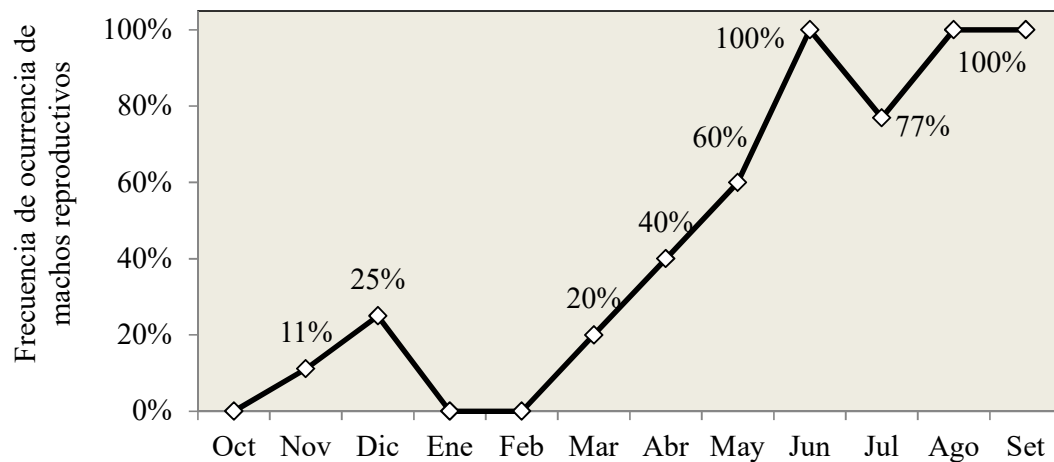


**Figura 7: Variación mensual de preñez y lactancia en el conjunto de ensambles de quirópteros. (a) Variación de hembras capturadas. (b) Variación de la proporción de hembras.** Abreviaciones: P-L = Hembras preñadas y lactantes en simultaneo.

FUENTE: Elaboración propia

## Machos

En la figura 8 se muestra la frecuencia de ocurrencia de machos escrotales respecto al total de machos capturados en cada mes. De manera adicional a la figura 6b, se muestra que el porcentaje de machos reproductivos alcanza valores de 11 por ciento y 25 por ciento en los meses de noviembre y diciembre respectivamente. Estos registros corresponden a 4 machos pertenecientes a las siguientes especies: *Carollia benkeithi*, *C. perspicillata* y *Platyrrhinus incarum* (Anexo 7). Posterior a la ausencia de actividad reproductivo en enero y febrero, se tiene el incremento progresivo desde marzo hasta el pico en junio. En este periodo se capturaron machos escrotales correspondientes a las especies de *C. benkeithi*, *C. brevicauda*, *C. perspicillata*, *Glossophaga soricina* y *Sturnira tildae* (Anexo 7). La alta proporción de escrotales se mantiene entre 77 por ciento y 100 por ciento en los meses restantes y los registros corresponden a las 3 especies de *Carollia*, *Platyrrhinus brachycephalus* y *Myotis spp* (Anexo 7).



**Figura 8: Variación mensual de la frecuencia de ocurrencia de machos reproductivos.**

FUENTE: Elaboración propia

### 4.1.3 Reproducción de hembras en frugívoros recogedores y otros gremios tróficos

#### a. Reproducción por Gremios tróficos

Las hembras reproductivas fueron clasificadas en base a sus gremios tróficos: 52 frugívoras, 2 insectívoras, 2 nectarívoras y 1 omnívora, haciendo un total de 57 hembras reproductivas (Tabla 6). Sólo se capturaron hembras no reproductivas del gremio



frugívoros recogedores e hicieron un total de 40. Se reportan 8 especies frugívoras en algún estadio reproductivo *Artibeus lituratus*, *A. planirostris*, *Carollia perspicillata*, *C. benkeithi*, *C. brevicauda*, *Uroderma bilobatum*, *Sturnira tildae* y *Platyrrhinus incarum* (Anexo 7). En cuanto a los otros gremios tróficos, se reportan 5 hembras lactantes correspondientes a las siguientes especies: 2 nectarívoras: *Glossophaga soricina* (Ene.) y *Anoura caudifera* (Jun.), 2 insectívoras *Myotis* spp. (Dic.) y *Saccopteryx bilineata* (Ene.): y 1 omnívora: *Phyllostomus hastatus* (Nov.).

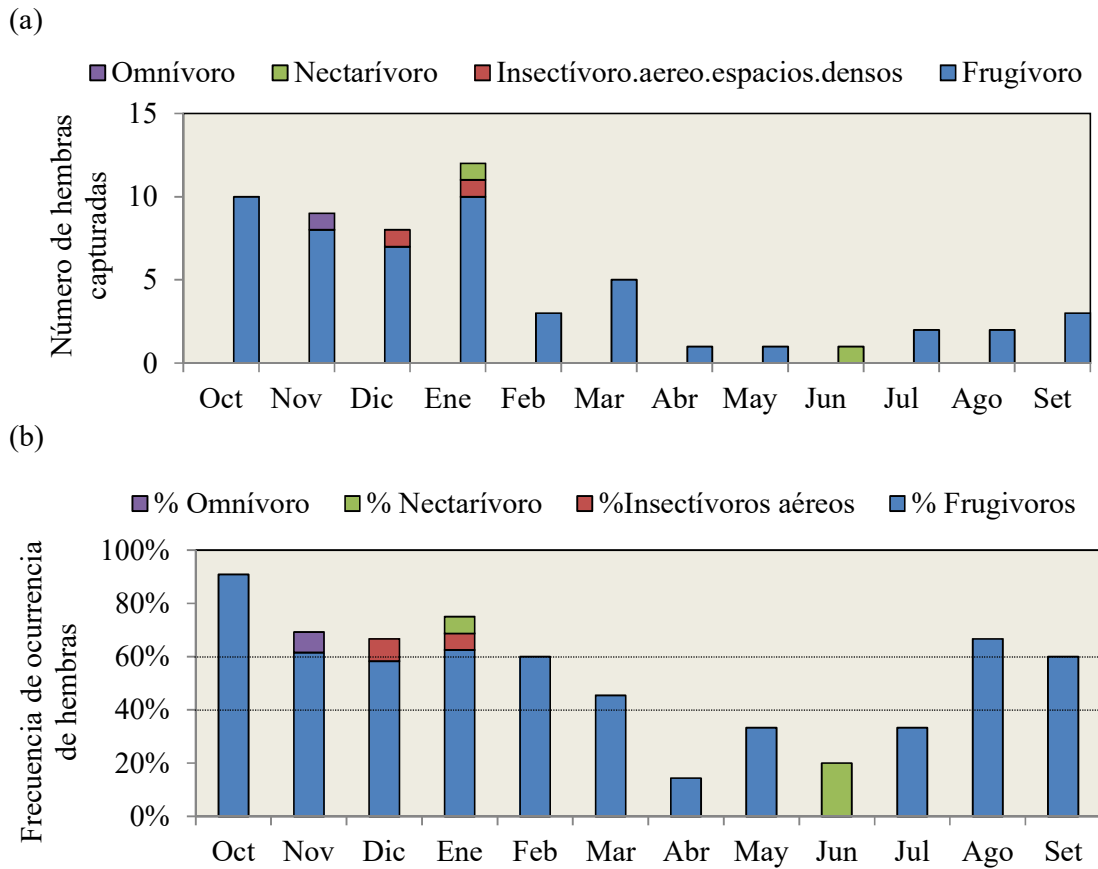
**Tabla 6: Variación de hembras reproductivas en los distintos gremios tróficos**

Mes	Hembras reproductivas								Fru. Rec. N.R.	Total Hembras N	
	Fru. Rec.		Ins. Aer.		Nec. Rec.		Omn. Rec.				
	N	%	N	%	N	%	N	%			
Oct.	10	(91)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	1	(9)	11
Nov.	8	(62)	0	(0)	0	(0)	1	(8)	4	(31)	13
Dic.	7	(58)	1	(8)	0	(0)	0	(0)	4	(33)	12
Ene.	10	(63)	1	(6)	1	(6)	0	(0)	4	(25)	16
Feb.	3	(60)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	2	(40)	5
Mar.	5	(45)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	6	(55)	11
Abr.	1	(14)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	6	(86)	7
May.	1	(33)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	2	(67)	3
Jun.	0	(0)	0	(0)	1	(20)	0	(0)	4	(80)	5
Jul.	2	(33)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	4	(67)	6
Ago.	2	(67)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	1	(33)	3
Set.	3	(60)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	2	(40)	5
Total	52		2		2		1		40		97

Abreviaciones: Fru. Rec. = Frugívoros recogedores, Ins. Aer. = Insectívoros aéreos, Nec. Rec. = Nectarívoro recogedor. Omn. Rec. = Omnívoro recogedor. NR = No reproductiva.  
FUENTE: Elaboración propia

En la figura 9a se muestra la variación de hembras reproductivas por cada gremio trófico, mientras que en la figura 9b muestra la frecuencia de ocurrencia de las hembras reproductivas en base al total de hembras capturadas. Respecto a la figura 9a, se registraron hembras reproductivas frugívoras en todos los meses del año, a excepción de junio. Entre febrero y setiembre hubieron menos de cinco capturas. Se tuvieron dos hembras reproductivas de especies de gremios tróficos distintos en noviembre: Frugívoros

recogedores y Omnívoros recogedores, y diciembre: Frugívoros recogedores e Insectívoros aéreos. En enero se tuvieron tres gremios tróficos con hembras lactantes: Frugívoros recogedores, Insectívoros aéreos y Nectarívoros recogedores. Respecto a la figura 9b, los frugívoros sólo presentan proporciones menores al 40 por ciento entre abril y julio, mientras que entre agosto y setiembre presentan al menos una proporción del 60 por ciento.. En junio, se observa que la captura del único nectarívoro reproductivo (*Anoura caudifera*) representó el 20 por ciento de hembras capturadas.



**Figura 9: Variación mensual de hembras reproductivas en los gremios tróficos. (a) Variación de individuos capturados. (b) Variación de la frecuencia de ocurrencia de hembras reproductivas en los gremios tróficos.**

FUENTE: Elaboración propia

**b. Reproducción en Frugívoros recogedores**

Dentro del gremio frugívoro recogedor, se tuvieron los siguientes números entre las 52 hembras reproductivas: 21 preñadas, 27 lactantes y 4 con estadios simultáneos (Tabla 7).

**Tabla 7: Variación de hembras del gremio frugívoros recogedores**

Mes	Preñadas		Lactantes		P-L		NR		Total N
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Oct.	5	(45)	5	(45)	0	(0)	1	(9)	11
Nov.	1	(8)	7	(58)	0	(0)	4	(33)	12
Dic.	4	(36)	3	(27)	0	(0)	4	(36)	11
Ene.	7	(50)	3	(21)	0	(0)	4	(29)	14
Feb.	0	(0)	3	(60)	0	(0)	2	(40)	5
Mar.	0	(0)	4	(36)	1	(9)	6	(55)	11
Abr.	0	(0)	1	(14)	0	(0)	6	(86)	7
May.	0	(0)	1	(33)	0	(0)	2	(67)	3
Jun.	0	(0)	0	(0)	0	(0)	4	(100)	4
Jul.	2	(33)	0	(0)	0	(0)	4	(67)	6
Ago.	2	(67)	0	(0)	0	(0)	1	(33)	3
Set.	0	(0)	0	(0)	3	(60)	2	(40)	5
Total	21		27		4		40		92

Abreviaciones: P-L = Preñada y Lactante en simultáneo, NR = No reproductiva.

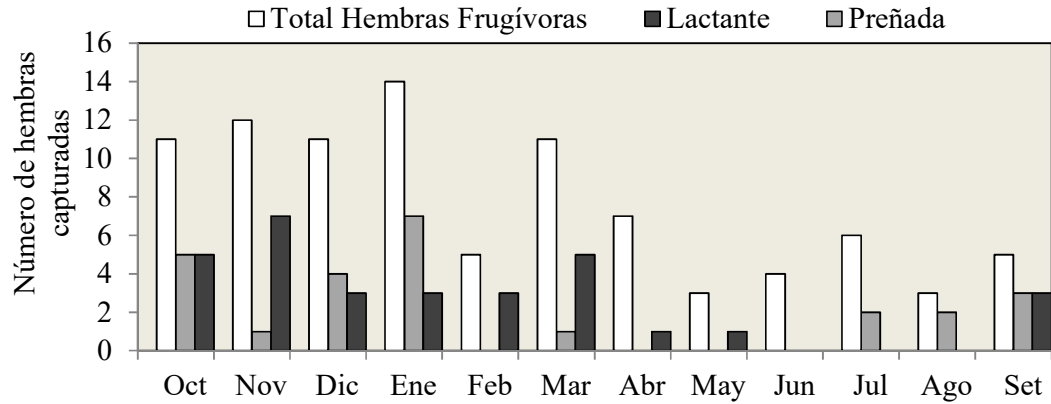
FUENTE: Elaboración propia

Respecto al patrón reproductivo del gremio frugívoros recogedores, la figura 10a muestra la variación mensual, dentro del gremio frugívoros recogedores, de las hembras preñadas y lactantes capturadas y la figura 10b muestra la variación de sus frecuencias de ocurrencia respecto al total de hembras capturadas. En la figura 10a se observa que la mayor cantidad de hembras preñadas capturadas fue en enero y no se registraron en febrero ni entre abril y junio, en cuanto a las lactantes se tuvo un máximo en noviembre y no se capturaron hembras entre junio y agosto. En general, la información obtenida entre abril y setiembre debe ser complementada debido a las pocas capturas.

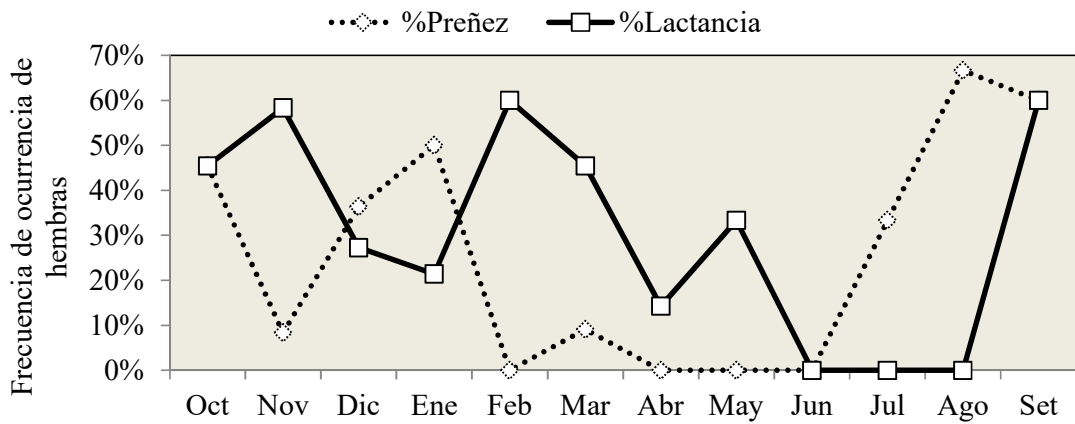
En la figura 10b, las hembras “preñadas” (preñez tardía) muestra un primer pico en octubre, seguido de una disminución en noviembre y un nuevo incremento en diciembre hasta un segundo pico de preñez en enero. En cuanto a la lactancia, las hembras muestran un posible primer pico de nacimientos entre octubre y noviembre (45-58 por ciento) y un segundo pico entre febrero y marzo (36– 60 por ciento), lo cual correspondería a un patrón bimodal. En mayo se tiene un aparente tercer incremento aunque posiblemente esté afectado por la poca cantidad de hembras capturadas (3). En julio, agosto y setiembre hay un incremento de hembras preñadas siendo este un posible primer periodo de gestación de

especies de frugívoros. Por su parte, las hembras lactantes incrementan recién en setiembre, posiblemente previo al periodo de nacimientos observado al principio del muestreo. La prueba Chi Cuadrado indica que hay diferencias significativas en la proporción de hembras de frugívoros durante los 12 meses de evaluación ( $X = 21.111$ , p-valor = 0.027).

(a)



(b)



**Figura 10: Patrón reproductivo de hembras del gremio Frugívoros recogedores. (a) Variación de individuos capturados. (b) Variación de la proporción de hembras en alguna categoría reproductiva. Las hembras preñadas y lactantes en simultáneo se sumaron en ambas categorías.**

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.1.4 Reproducción en especies más abundantes

##### a. Razón de sexo en *Carollia perspicillata* y *Carollia benkeithi*

El siguiente análisis se realizó en base a 130 individuos pertenecientes a las especies más abundantes: 88 de *Carollia perspicillata* y 42 de *Carollia benkeithi* (Tabla 8). Se capturaron 57 hembras y 31 machos de *Carollia perspicillata*, teniendo además una razón de sexo de 0.71 machos / hembra (0.25 – 1.20) indicando que hay ligeramente cierta predominancia de hembras. Por otro lado, en *Carollia benkeithi* se capturaron 13 hembras y 29 machos, teniendo una razón de sexo de 2.38 machos / hembra (0.25 – 5.50) indicando mayor predominancia de machos. Estos resultados están acorde a lo observado por Zegarra (2019) donde se tienen razones de sexo de 0.800 y 1.420 machos / hembra de *C. perspicillata* y *C. benkeithi* respectivamente. Cabe resaltar que los machos en *C. perspicillata* fueron categorizados en un total de 12 escrotales y 19 abdominales, mientras que en *C. benkeithi* los machos se clasificaron en 8 escrotales y 21 abdominales. En ambas especies, la mayor cantidad de machos escrotales se registró en los meses entre de julio y setiembre (Anexo 7).

**Tabla 8: Variación de la razón de sexo en las especies más abundantes**

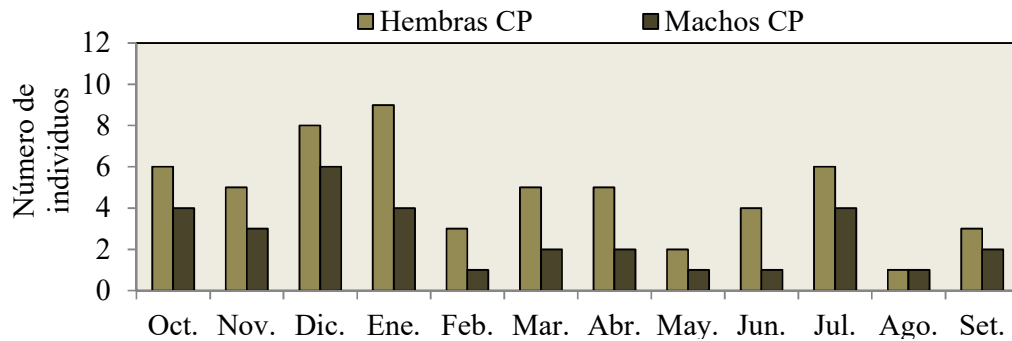
Mes	<i>Carollia perspicillata</i>				<i>Carollia benkeithi</i>				Total
	Hembra	Macho	Total	R.S	Hembra	Macho	Total	R.S.	
Oct.	6	4	10	0.67	2	11	13	5.50	23
Nov.	5	3	8	0.60	4	4	8	1.00	16
Dic.	8	6	14	0.75	1	2	3	2.00	17
Ene.	9	4	13	0.44	2	1	3	0.50	16
Feb.	3	1	4	0.33	0	1	1	NA	5
Mar.	5	2	7	0.40	4	1	5	0.25	12
Abr.	5	2	7	0.40	0	1	1	NA	8
May.	2	1	3	0.50	0	3	3	NA	6
Jun.	4	1	5	0.25	0	0	0	NA	5
Jul.	6	4	10	0.67	0	3	3	NA	13
Ago.	1	1	2	1.00	0	0	0	NA	2
Set.	3	2	5	0.67	0	2	2	NA	7
Total	57	31	88	0.4	13	29	42	2.23	130

Abreviaciones: R.S. = Razón de sexo, NA = No hay dato.

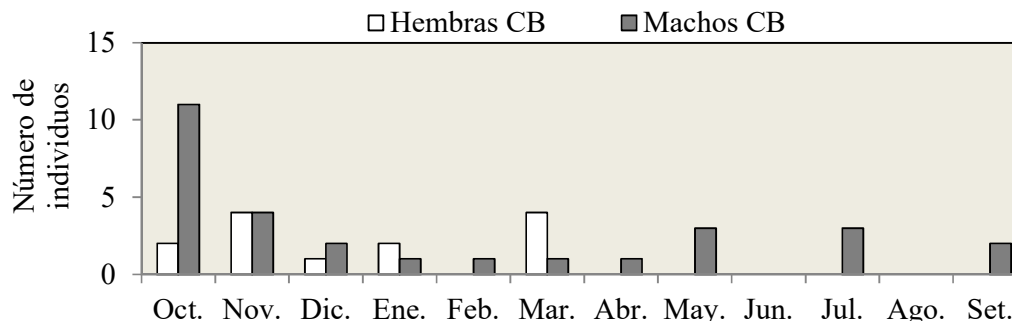
FUENTE: Elaboración propia

La figura 11a muestra las capturas de hembras y machos de *Carollia perspicillata* (CP) y la figura 11b de *Carollia benkeithi* (CB). Al principio del año evaluado se obtuvieron mayores capturas de *C. benkeithi* en octubre e igual cantidad que *C. perspicillata* en noviembre y a partir de diciembre, *C. perspicillata* fue siempre más abundante. En junio y agosto no se obtuvieron capturas de *C. benkeithi*. Respecto a la razón de sexo, siempre hubo mayor cantidad de hembras de *C. perspicillata*, a excepción de agosto que se obtuvo un macho y una hembra. Por el contrario, se obtuvieron mayores capturas de machos de *C. benkeithi* a lo largo del año. En el mes de noviembre se tuvo igual cantidad de machos y hembras, en los meses de enero y marzo se tuvieron más hembras que machos y entre abril y setiembre no se capturó ninguna hembra de *C. benkeithi*. Esto sugiere una variación estacional en la actividad y posiblemente desplazamientos dentro o fuera de la zona debido al periodo reproductivo.

(a)



(b)



**Figura 11: Variación mensual de hembras y machos en las especies más abundantes.**

**(a) Variación en *C. perspicillata*. (b) Variación en *C. benkeithi*.** Abreviaciones: CP = *Carollia perspicillata*, CB = *Carollia benkeithi*. H. = Hembras, M. = Machos.

FUENTE: Elaboración propia

**b. Reproducción en hembras de *Carollia perspicillata***

Se consideraron 57 hembras capturadas entre *Carollia perspicillata* (Tabla 9). De las 24 hembras reproductivas, se tuvieron 12 preñadas y 12 lactantes, mientras que 31 fueron no reproductivas. Se tuvieron capturas de hembras adultas para *C. perspicillata* en todos los meses. Sin embargo los totales no son muy elevados (N<10), especialmente en los meses de mayo y agosto.

**Tabla 9: Variación mensual de hembras en *Carollia perspicillata***

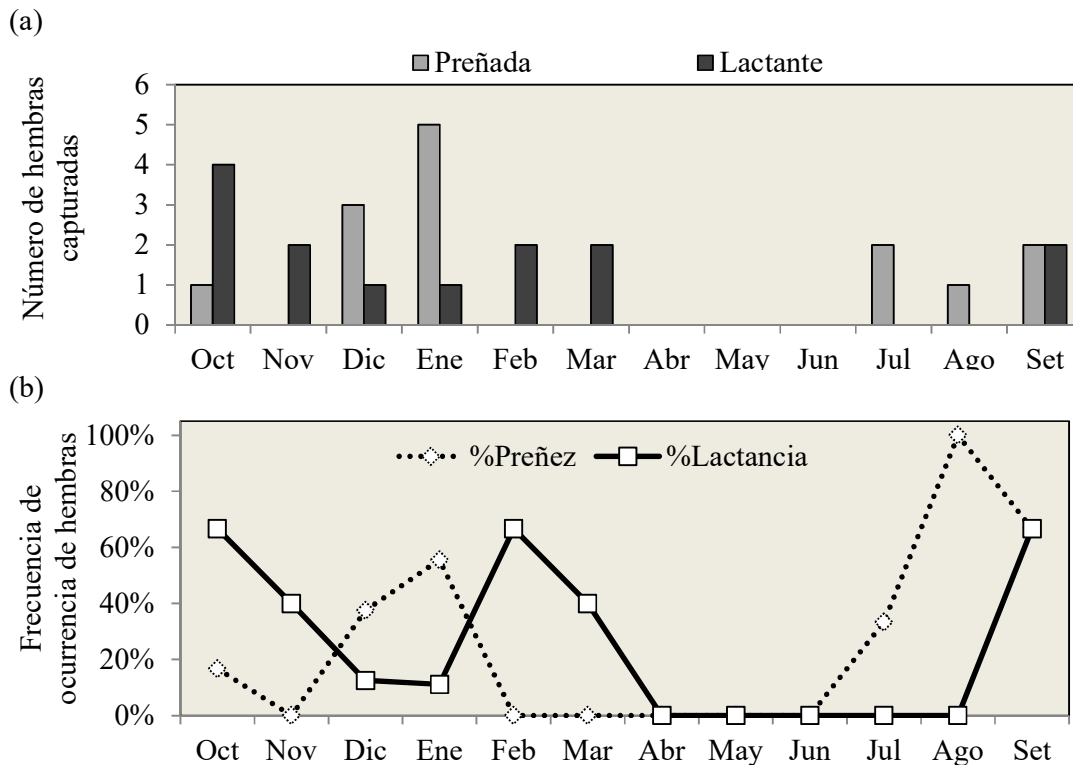
Mes	Preñada		Lactante		P-L		NR		Total N
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Oct.	1	(17)	4	(67)	0	(0)	1	(17)	6
Nov.	0	(0)	2	(40)	0	(0)	3	(60)	5
Dic.	3	(38)	1	(13)	0	(0)	4	(50)	8
Ene.	5	(56)	1	(11)	0	(0)	3	(33)	9
Feb.	0	(0)	2	(67)	0	(0)	1	(33)	3
Mar.	0	(0)	2	(40)	0	(0)	3	(60)	5
Abr.	0	(0)	0	(0)	0	(0)	5	(100)	5
May.	0	(0)	0	(0)	0	(0)	2	(100)	2
Jun.	0	(0)	0	(0)	0	(0)	4	(100)	4
Jul.	2	(33)	0	(0)	0	(0)	4	(67)	6
Ago.	1	(100)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	1
Set.	0	(0)	0	(0)	2	(67)	1	(33)	3
Total	12		12		2		31		57

Abreviaciones: P-L = Preñada y Lactante en simultaneo, NR = No reproductiva,

FUENTE: Elaboración propia

La figura 12a muestra la variación del número de hembras preñadas y lactantes y la figura 12b muestra la variación de la frecuencia de ocurrencia de preñez y lactancia respecto al total de hembras. En el mes de octubre se capturó la mayor cantidad de hembras lactantes (4), las cuales se mantienen entre 1 y 2 hasta marzo. Por otro lado, se tuvo una hembra preñada en octubre, ninguna en noviembre y un aumento considerable en diciembre (3) y enero (5). Luego de estar ausentes, se observan hembras preñadas en julio, agosto, finalmente se tuvieron hembras preñadas y lactantes en simultáneo (vientre hinchado y mamas sin pelo, desarrolladas) en setiembre.

En base a la frecuencia de ocurrencia, el patrón reproductivo de *C. perspicillata* se ajusta a una poliestría bimodal con dos picos de nacimientos, ocurriendo el primero entre setiembre y octubre y el segundo entre febrero y marzo debido a la mayor proporción de hembras lactantes (Fig. 12b). También es posible observar que la proporción de hembras preñadas (preñez tardía) es alta entre diciembre y enero y entre agosto y setiembre, lo cual indica que posiblemente en los meses anteriores se dan los primeros estadios de preñez. Respecto a la prueba Chi-Cuadrado, hay evidencia estadística para afirmar que la proporción de hembras en *Carollia perspicillata* varía a lo largo del año ( $X= 19.664$ ,  $p\text{-valor} = 0.035$ ).



**Figura 12: Variación mensual de hembras reproductivas en *Carollia perspicillata*. (a) Variación de hembras capturadas. (b) Variación de la proporción de hembras reproductivas.** Las hembras preñadas y lactantes en simultáneo se sumaron en ambas categorías.

FUENTE: Elaboración propia

### c. Reproducción en hembras de *Carollia benkeithi*

Se analizaron 13 hembras capturadas de *Carollia benkeithi*, de las cuales 11 fueron reproductivas (85 por ciento), entre 4 preñadas y 7 lactantes (Tabla 10).



**Tabla 10: Variación mensual de hembras en *Carollia benkeithi***

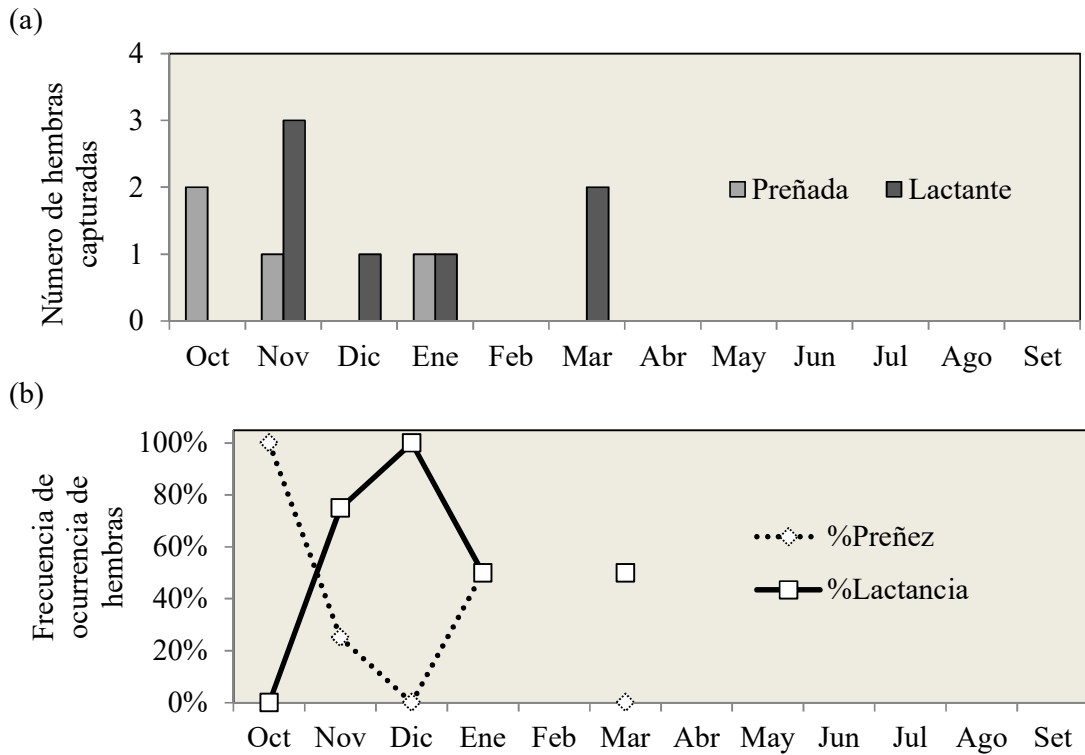
Mes	Preñada		Lactante		NR		Total N
	N	%	N	%	N	%	
Oct	2	(100)	0	(0)	0	(0)	2
Nov	1	(25)	3	(75)	0	(0)	4
Dic	0	(0)	1	(100)	0	(0)	1
Ene	1	(50)	1	(50)	0	(0)	2
Feb	0	NA	0	NA	0	NA	0
Mar	0	(0)	2	(50)	2	(50)	4
Abr	0	NA	0	NA	0	NA	0
May	0	NA	0	NA	0	NA	0
Jun	0	NA	0	NA	0	NA	0
Jul	0	NA	0	NA	0	NA	0
Ago	0	NA	0	NA	0	NA	0
Set	0	NA	0	NA	0	NA	0
Total	4		7		2		13

Abreviaciones: NR = No reproductiva, NA = No hay dato

FUENTE: Elaboración propia

La figura 13a muestra la variación de hembras preñadas y lactantes a lo largo del año y la figura 13b la variación de la frecuencia de ocurrencia de la preñez y lactancia en base al total de hembras capturadas. Se capturaron hembras preñadas en octubre (2) y noviembre (1), no se obtuvieron en diciembre y se volvió a capturar en enero (1). Por su parte, las hembras lactantes se capturan en noviembre (3), diciembre (1) y enero (1), no se capturan en febrero y se vuelven a capturar en marzo (2).

Respecto a la frecuencia de ocurrencia, se tiene un posible pico de preñez en octubre (100 por ciento) y un posible pico de lactancia en diciembre (100 por ciento). En *C. benkeithi*, no se puede afirmar un patrón reproductivo definido, sin embargo, la reproducción es claramente estacional debido al alto porcentaje de hembras reproductivas (50-100 por ciento) desde octubre hasta marzo, excepto en el mes de febrero y la ausencia de estas en los meses de abril y setiembre (Fig. 13b). El periodo reproductivo de *C. benkeithi* aparentemente es menos prolongado que el de *C. perspicillata*, lo cual posiblemente esté relacionado a sus estrategias de forrajeo, menor tamaño corporal y alta tasa metabólica, tal como sucede en *C. castanea* (Bonaccorso *et al.* 2007).



**Figura 13: Variación mensual de hembras reproductivas en *Carollia benkeithi*. (a) Variación de hembras capturadas. (b) Variación de la proporción de hembras reproductivas. Las hembras preñadas y lactantes en simultáneo se sumaron en ambas categorías.**

FUENTE: Elaboración propia

#### 4.1.5 Relación entre la reproducción de murciélagos y las condiciones ambientales

##### a. Condiciones ambientales del área de estudio

Se recopiló la precipitación y temperatura promedio para cada mes del año en base a World Clim 2 (WC2) y SENAMHI (Tabla 11). Según WC2, la precipitación mensual promedio presenta valores entre 77.4 y 245.9 mm y la temperatura promedio mensual fluctúa entre 21.7 y 23.7 °C. Según SENAMHI, la precipitación mensual promedio fluctúa entre 56.3 y 268.3 mm y la temperatura promedio mensual fluctúa entre 24.1 y 25.7 °C considerando datos anuales. Considerando sólo datos del año de muestreo (octubre 2015 – setiembre 2016), la precipitación mensual varía entre 5.8 y 277.1 mm y la temperatura promedio mensual varía entre 24.1 y 25.6 °C.

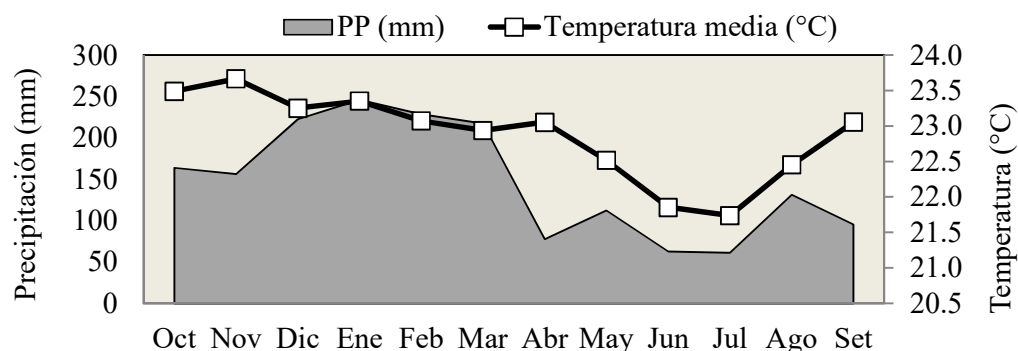
**Tabla 11: Resumen de las condiciones ambientales recopiladas**

Mes	Precipitación			Temperatura media		
	WC2	SEN_C	SEN_15-16	WC2	SEN_C	SEN_15-16
Octubre	163.7	146.8	152.5	23.5	25.2	25.4
Noviembre	156.2	152.2	260.0	23.7	25.7	25.6
Diciembre	222.5	238.6	183.0	23.3	25.0	24.9
Enero	245.9	268.3	77.7	23.4	24.9	25.4
Febrero	228.4	227.5	277.1	23.1	24.8	25.2
Marzo	217.3	207.9	161.3	22.9	24.9	25.5
Abril	77.4	119.3	75.1	23.1	24.9	25.1
Mayo	112.2	101.6	5.8	22.5	24.9	25.6
Junio	62.6	58.3	40.0	21.9	24.3	24.1
Julio	61.0	56.3	44.4	21.7	24.1	24.8
Agosto	131.2	81.6	89.7	22.5	24.8	25.4
Setiembre	95.5	120.2	58.8	23.1	25.1	25.2

Abreviaciones: WC2 = World Clim 2, SEN\_C = Clima basado en SENAMHI, SEN\_15-16 = Condiciones ambientales entre octubre 2015 y setiembre 2016 basadas en SENAH. I.

FUENTE: Elaboración propia

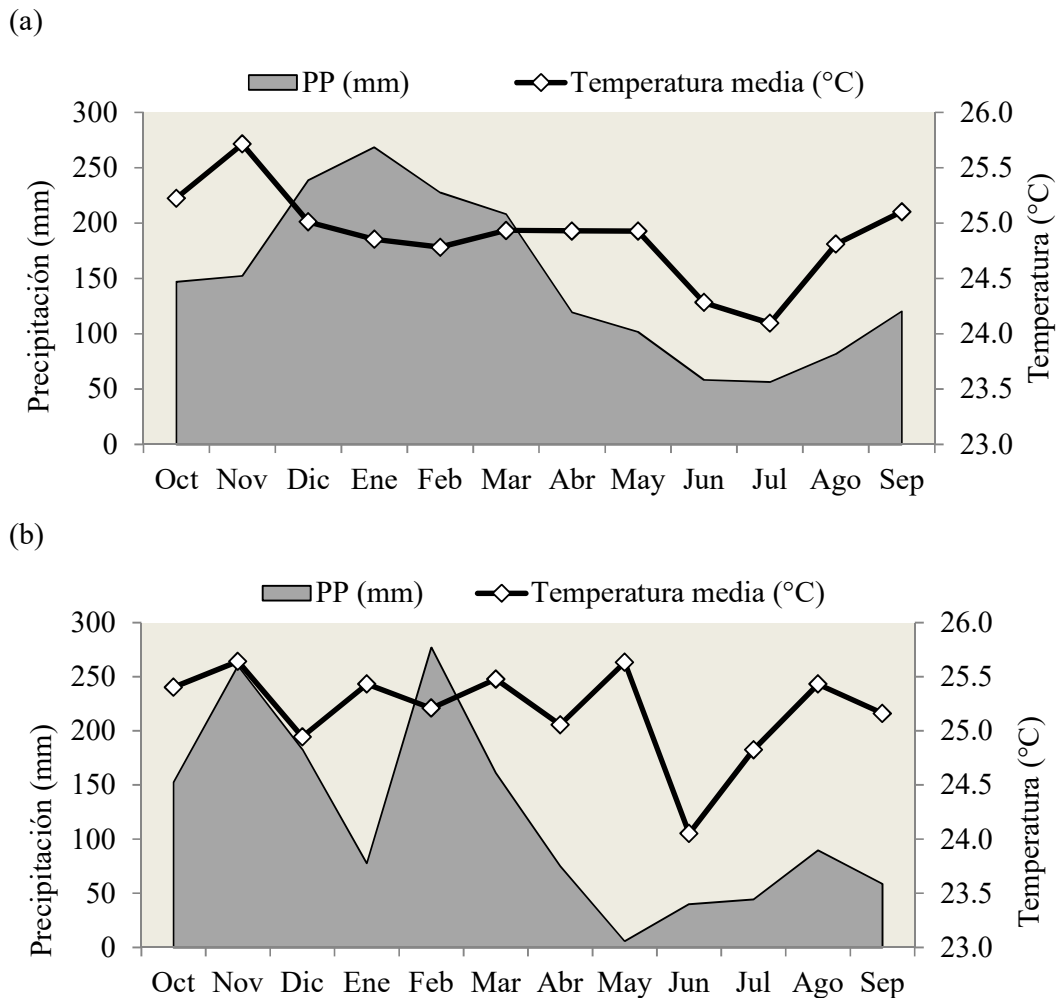
En base a la precipitación observada, se puede establecer una época húmeda de octubre a marzo y una época seca de abril a setiembre. De acuerdo a WC2 (Fig. 14), la precipitación en la época húmeda representa aproximadamente el 70 por ciento de la precipitación anual y presenta un pico único en Enero. Pese a que la variación de temperatura es tan solo de 2°C, gráficamente se observa que junio y julio son los meses más fríos y noviembre el mes más cálido.



**Figura 14: Variación mensual de temperatura media y precipitación entre los años 1970 y 2000 de World Clim 2.**

FUENTE: Elaboración propia

Los promedios anuales de precipitación del SENAMHI (PP\_SEN\_C) tienen resultados similares a WC2 (Fig. 15a). En los datos del año de muestreo (PP\_SEN\_15-16), la época húmeda representa el 80 por ciento de la precipitación anual y muestra un patrón bimodal (Fig. 15b) con un primer pico en noviembre (260 mm) y un segundo pico en febrero (277.1 mm). Contrariamente a los valores de los promedios anuales, en enero 2016 se registró una precipitación muy baja (77.7 mm). Asimismo, el mes de mayo 2016 fue sumamente seco (5.8 mm).



**Figura 15: Variación mensual de la temperatura media y precipitación en la estación meteorológica de Satipo. (a) Variación del promedio de 5 años entre octubre 2013 y setiembre 2018. (b) Variación del año de muestreo 2015 – 2016.**

FUENTE: Elaboración propia

Se realizó una correlación de Pearson para determinar diferencias entre las condiciones ambientales recopiladas. En general, al comparar la precipitación o temperatura entre sus distintas fuentes de recopilación (WC2, SEN\_C y SEN\_15-16), se observa que poseen correlaciones positivas ( $r > 0.5$ ) y significativas ( $p\text{-valor} < 0.05$ ), especialmente entre los promedios de World Clim 2 y SENAMHI (Tabla 12). En base a esto se puede afirmar que no existen diferencias entre usar cada una de estas fuentes, aunque hay una ligera variación entre los datos de un año (SEN\_15-16) con los promedios (SEN\_C y WC2). No se tienen correlaciones directas ( $r \leq 0.5$ ) significativas entre la temperatura y precipitación por lo que es válido realizar los análisis para ambas variables independientemente, a excepción de la temperatura de World Clim 2 (Tabla 12).

**Tabla 12: Correlación entre variables ambientales de distintas fuentes**

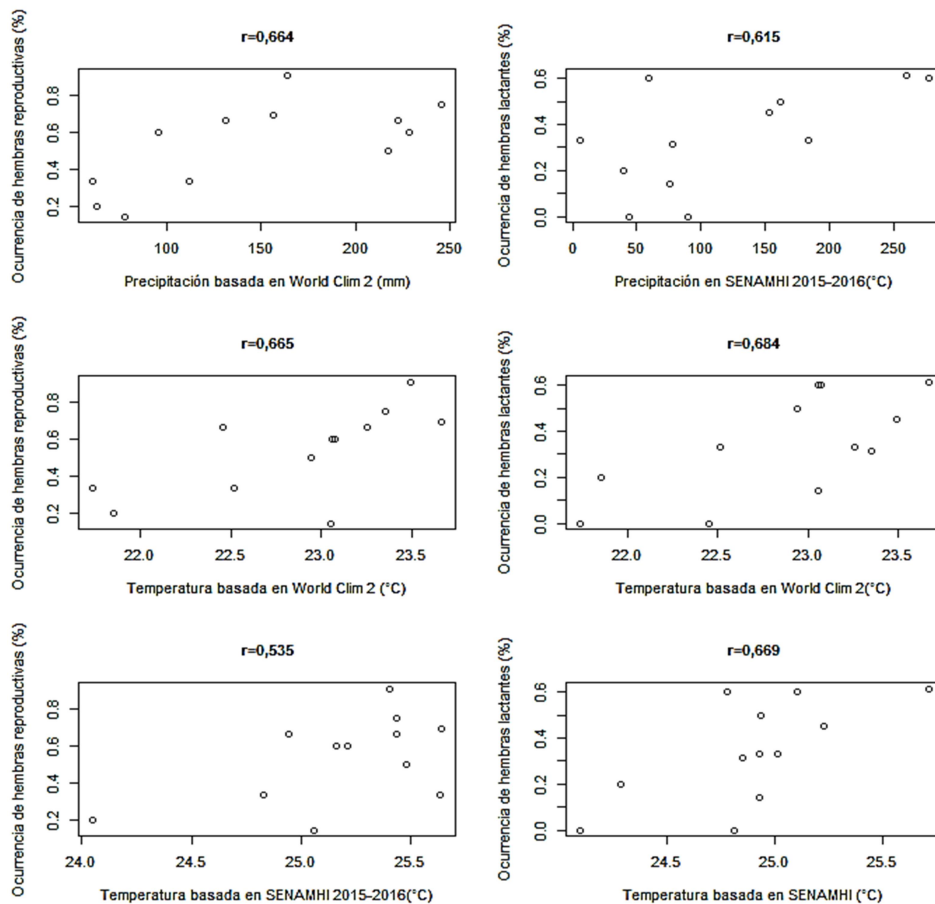
p-valor \ r		Precipitación			Temperatura		
		WC2	SEN_C	SEN_15-16	WC2	SEN_C	SEN_15-16
Precipitación	WC2	-	0.945	0.641	0.636	0.406	0.447
	SEN_C	0.000	-	0.583	0.703	0.413	0.363
	SEN_15-16	0.025	0.047	-	0.621	0.542	0.288
Temperatura	WC2	0.026	0.011	0.031	-	0.893	0.594
	SEN_C	0.191	0.182	0.069	0.000	-	0.690
	SEN_15-16	0.145	0.246	0.364	0.042	0.013	-

Los coeficientes “r” y los “p-valor” se reportan arriba y debajo de la diagonal respectivamente.

FUENTE: Elaboración propia

## b. Relación entre las condiciones ambientales y las hembras del conjunto de ensambles de murciélagos

Se tuvieron 6 correlaciones positivas significativas entre las hembras reproductivas y las condiciones ambientales (Fig. 16). En cuanto a los datos de WC2 se correlacionó con el promedio de temperatura ( $r = 0.665$ ,  $p$ -valor = 0.018) y precipitación ( $r = 0.664$ ,  $p$ -valor = 0.019). Asimismo, se correlacionaron positivamente con la T\_SEN\_15-16 ( $r = 0.535$ ,  $p$ -valor = 0.073). Adicionalmente se tuvieron ligeras correlaciones positivas con la PP\_SEN\_C, PP\_SEN\_15-16 y T\_SEN\_C. En cuanto a las hembras lactantes, se tuvieron altas correlaciones positivas con la PP\_SEN\_15-16 ( $r = 0.615$ ,  $p$ -valor = 0.033), T\_WC2 ( $r = 0.684$ ,  $p$ -valor = 0.014) y T\_SEN\_C ( $r = 0.669$ ,  $p$ -valor = 0.017), así como una ligera correlación con la PP\_SEN\_C (Anexo 8).

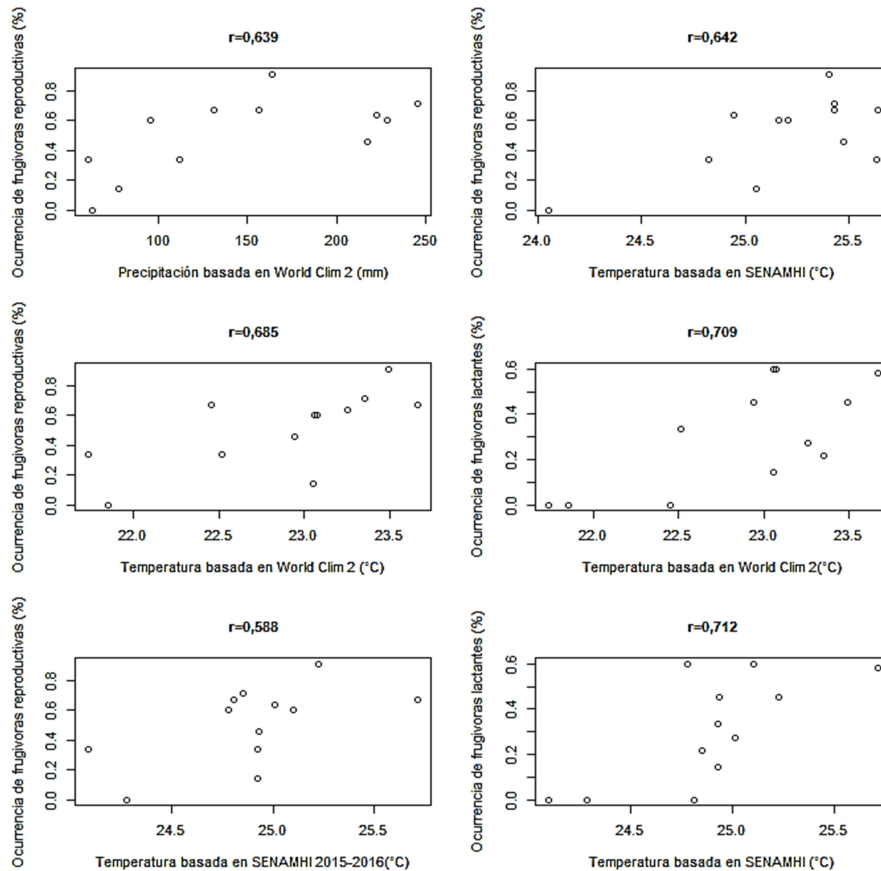


**Figura 16: Correlaciones significativas entre las condiciones ambientales y las hembras de los ensambles de murciélagos (EM).** Elaborados con el Software R 3.5.1

FUENTE: Elaboración propia

### c. Relación entre condiciones ambientales y hembras de frugívoros recogedores

Las hembras reproductivas del gremio “Frugívoro” presentaron 6 correlaciones significativas (Fig. 17) Estuvieron correlacionadas positivamente con la precipitación ( $r = 0.639$ ,  $p$ -valor = 0.025) y temperatura de WC2 ( $r = 0.685$ ,  $p$ -valor = 0.014). También se tuvieron correlaciones positivas con la T\_SEN\_C ( $r = 0.588$ ,  $p$ -valor = 0.044) y la T\_SEN\_15-16 ( $r=0.642$ ,  $p$ -valor = 0.024). También se tuvieron ligeras correlaciones con la PP\_SEN\_C y la PP\_SEN\_15-16 (Anexo 4). Por su parte las hembras lactantes estuvieron altamente correlacionadas con la temperatura ambiental climática (T\_WC2:  $r = 0.709$ ,  $p$ -valor = 0.010, T\_SEN\_C:  $r = 0.712$ ,  $p$ -valor = 0.009) y una ligera correlación con la T\_SEN\_15-16. Las frugívoras preñadas no se ajustaron a una distribución normal (Anexo 9) ni se correlacionaron con ninguna variable ambiental según la prueba de spearman (Anexo 10).

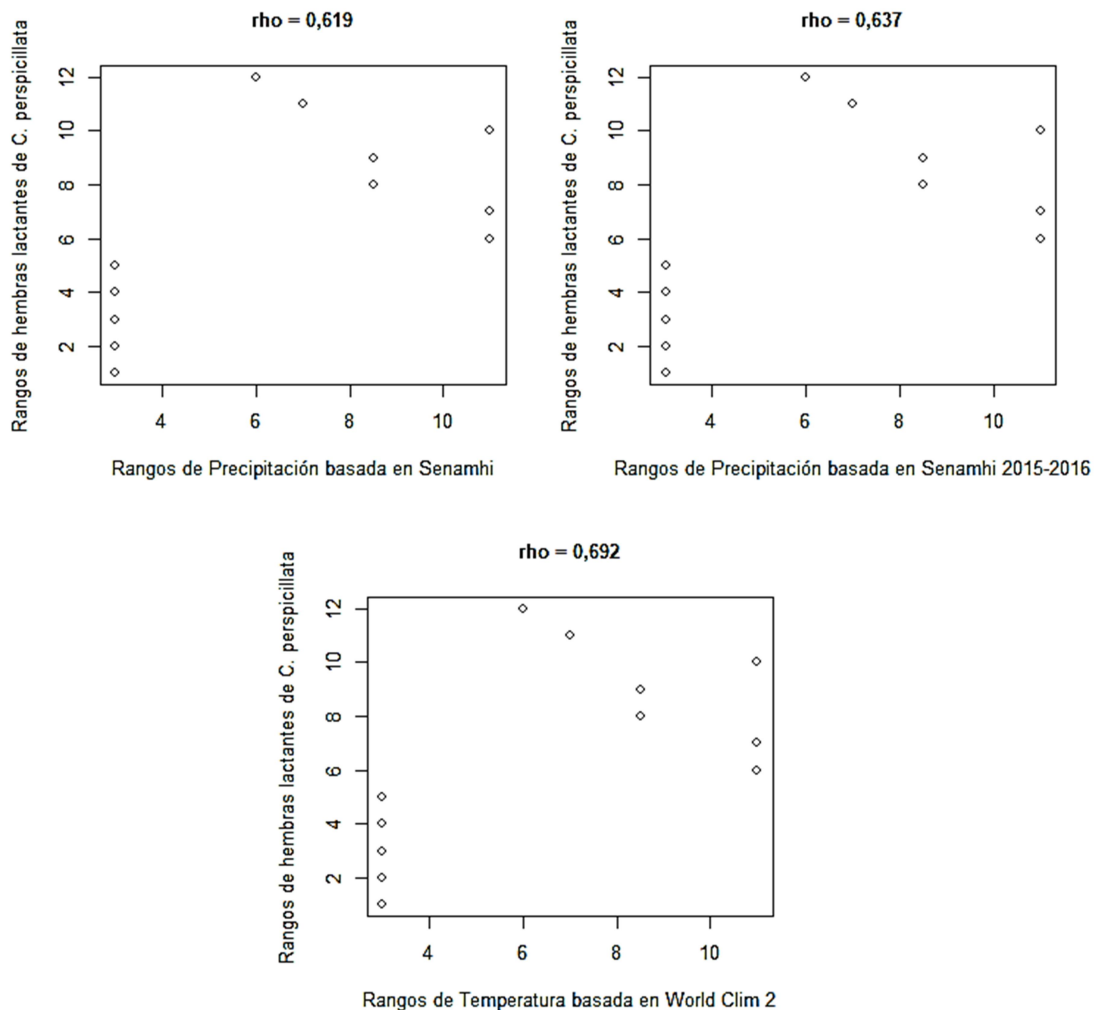


**Figura 17: Correlaciones significativas entre las condiciones ambientales y las hembras del gremio frugívoros recogedores (Fru).** Elaborados con el Software R 3.5.1

FUENTE: Elaboración propia

**d. Relación entre condiciones ambientales y hembras de *Carollia perspicillata***

Las proporciones de hembras preñadas y lactantes de *Carollia perspicillata* no siguieron distribuciones normales (Anexo 9). La prueba de rangos de Spearman indica que las hembras lactantes se correlacionaron positivamente con la PP\_SEN\_C ( $\rho = 0.619$ , p-valor = 0.036), PP\_SEN\_15-16 ( $\rho = 0.637$ , p-valor = 0.030) y la T\_WC2 ( $\rho = 0.692$ , p-valor = 0.016) (Fig. 18). A su vez se tuvieron ligeras correlaciones con la PP\_WC2 y T\_SEN\_C. Ni las hembras preñadas, ni la razón de sexo se correlacionaron con ninguna variable ambiental (Anexo 8, 10). No se realizaron pruebas estadísticas para *Carollia benkeithi* debido a que no se capturó todos los meses.



**Figura 18: Correlaciones significativas entre las condiciones ambientales y las hembras lactantes de *Carollia perspicillata* (CP).** Elaborados con el Software R 3.5.1

FUENTE: Elaboración propia



## 4.2 DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.2.1 Especies y gremios tróficos

Se esperaba tener altas capturas de las especies del género *Carollia* puesto que el bosque secundario evaluado está sujeto a la fragmentación por actividad antrópica. Estudios en localidades cercanas, pertenecientes a la selva central de Perú, registraron que el conjunto de ensambles de murciélagos estaba dominada por especies oportunistas como *Carollia perspicillata* y *Carollia brevicauda* (Carrasco 2011, Mena 2011, Arias *et al.* 2016). En Pozuzo se señala la relación entre el tamaño del borde de los parches de bosques con vegetación secundaria con la abundancia de *Carollia benkeithi*, la cual se explica por el aumento en la disponibilidad de especies vegetales de etapas de sucesión pionera y secundaria como el género *Piper* (Mena 2011). A su vez, la alta abundancia de *Carollia perspicillata* y *Desmodus rotundus* es un indicador de perturbación ambiental (Medellín 2000). Pese a que se capturó la especie hematófaga *Desmodus rotundus*, no se considera abundante en esta área posiblemente por la lejanía de zonas de actividad ganadera intensiva (Zegarra 2019).

La fragmentación aumenta los costos energéticos de las especies que forrajean al interior del bosque al tener que realizar viajes entre los parches de bosque (Durant *et al.* 2013). De este modo, las especies capaces de desplazarse a través de los parches no se ven afectadas. Especies muy abundantes en este estudio como *Carollia perspicillata* y *Carollia brevicauda* presentan una alta capacidad de desplazamiento en fragmentos de bosque rodeados por sabanas (Bernard y Fenton 2003), lo cual se puede considerar como una matrix menos favorable para murciélagos que las purmas que bordean los bosques aledaños del Fundo Santa Teresa (Figura 2). Por el contrario, la fragmentación por tierras inundadas puede afectar severamente la riqueza e incluso a especies frugívoras de sotobosque (Cosson *et al.* 1999). En el caso de *Sturnira lilium*, aparentemente presenta preferencia por parches grandes con gran cantidad de borde más que bosque secundario abierto (Gorresen y Willig 2004) posiblemente debido a la alta cantidad de especies consumidas de la familia Piperaceae y Solanaceae (Rocha da Silva *et al.* 2013).

La diversidad de murciélagos frugívoros es acorde a lo reportado en distintos estudios de bosques neotropicales fragmentados (Ferreira *et al.* 2017, Verde *et al.* 2018). Asimismo, especies de los géneros *Artibeus*, *Carollia* y *Platyrrhinus*, que estuvieron presentes en

Satipo, se ven poco afectadas por áreas deforestadas debido a su dieta, refugios disponibles y estrategias de forrajeo (Gorresen y Willig 2004). La mayoría de especies (*Artibeus*, *Sturnira*, *Carollia*) de frugívoros filostómidos respondieron positivamente con la densidad de borde en bosques de Iquitos (Klinbeil y Willig 2009). Por el contrario, los insectívoros representan un porcentaje muy bajo respecto a lo reportado en otros estudios de borde (Rocha da Silva *et al.* 2013). Esto posiblemente este afectado por la metodología de captura que favorece en general la captura estas especies frugívoras que forrajean en el estrato del sotobosque (Calouro *et al.* 2010) y desprecie abundancias de especies insectívoras que forrajean en estratos más altos como las familias Molossidae y Vespertilionidae (Gorresen y Willig 2004).

La dominancia de especies del género *Carollia* está fuertemente relacionada a la abundancia de plantas pioneras como *Piper* y *Vismia* en bosques altamente fragmentados en Brasil (Sampaio 2001, Faria 2006), a diferencia de bosques aislados por cuerpos de agua que carecen tanto de estas especies vegetales como de estos murciélagos en Panamá (Meyer y Kalko 2008). En este sentido, la alta abundancia de *Carollia* durante todos los meses del año sugiere que el bosque secundario de Satipo, específicamente el borde, posiblemente consituya una fuente de alimentación en las rutas de vuelo de este murciélagos, tal como se reporta en otros estudios (Fleming 1988, Bernard y Fenton 2003). En el caso de especies de dosel como *Uroderma bilobatum* y *Dermanura glauca*, su abundancia es acorde a estudios que indican el incremento en la abundancia de estas especies frugívoras posteriormente a la fragmentación (Sampaio 2001, Willig *et al.* 2007). Estas especies junto con el nectarívoro *Glossophaga soricina* son clasificadas como especies preferentes de borde de bosque (Meyer y Kalko 2008), esta última debido a una rápida aclimatación a ambientes perturbados (Willig *et al.* 2007).

Pese a que los espacios abiertos favorecen las capturas de especies insectívoras (Rocha da Silva *et al.* 2013), este grupo solo representó el 2.4 por ciento de especies capturadas e incluso la mayoría de capturas fueron individuos del género *Myotis*, los cuales son insectívoros que usualmente evitan los bordes a diferencia de especies del gremio insectívoros aéreos (Morris *et al.* 2010). La capacidad evasiva de las especies insectívoras aéreas frente a las redes de niebla (Greenhall y Paradiso 1968), implica que los resultados subestiman su abundancia en el bosque de Satipo, la cual aún es desconocida.

Las especies insectívoras del género *Micronycteris* son reportadas como tolerantes a la fragmentación e incluso abundantes debido a los pocos requerimientos espaciales (Albrecht *et al.* 2007, Meyer y Kalko 2008). En el presente estudio se capturaron dos individuos de *Micronycteris cf. megalotis*, ambos en la época húmeda (Enero y Febrero) (Anexo 7), lo cual sugiere que están adaptados a las características de este bosque premontano residual. Por otro lado, *Lophostoma silvicolum* es una especie con altos requerimientos energéticos y poca movilidad (Meyer y Kalko 2008), además pertenece a un gremio que responde negativamente a la fragmentación (Medellín 2000). Zegarra (2019) registró previamente a esta especie, en un sector interno del bosque. En este estudio, esta especie se capturó en un sector cercano al borde (Abril) (Anexo 7), al igual que en un estudio en Iquitos (Klinbeil y Willig 2009). Finalmente se debe considerar que los cambios en la composición de especies relacionado al incremento del borde en parches de bosque son generalmente muy difíciles de detectar debido a las respuestas individuales de ciertas especies extremadamente variables (Ewers y Didham 2006)

#### **4.2.2 Reproducción en el conjunto de ensamblajes de murciélagos**

##### **a. Hembras y periodos de nacimientos**

La presencia de cuatro modalidades reproductivas en murciélagos tropicales (Fleming *et al.* 1973, Wilson 1979) sugiere diferencias entre los periodos de nacimientos de distintas especies. Al agrupar a todas las especies que conforman el conjunto de ensamblajes de murciélagos de Satipo, se obtuvo un supuesto patrón de “reproducción continua”, debido a que en todos los meses se encontraron hembras en algún estado reproductivo avanzado (preñez tardía o lactancia). Esto sugiere que ciertas especies, o incluso ciertas subpoblaciones de especies, están utilizando estrategias reproductivas distintas a la mayoría, especialmente en los meses donde se tuvo frecuencias de ocurrencia muy bajas en las hembras (abril – jul). Graham (1987) señala la ocurrencia de ciertas especies que solo se reproducen en época seca y otras especies oportunistas que pueden reproducirse tanto en la época húmeda como en la seca, por lo que no dependen tanto de la sincronización estacional de los nacimientos.

La reproducción estacional es el patrón asumido en estudios de diversidad que indican que hay un mayor porcentaje de hembras reproductivas en todo el conjunto de ensamblajes de murciélagos durante la época húmeda (Hice *et al.* 2004, Carrasco 2011). En el estudio de

Graham (1987) se tiene un mayor porcentaje de hembras reproductivas en las tres zonas biogeográficas de Koopman (1978) durante la época húmeda. Carrasco (2011) encontró un porcentaje de 46 por ciento de hembras reproductivas en la época húmeda, respecto a un 10 por ciento en la época seca en el bosque de Puyu Sacha y Fundo La Genova. En el Fundo Santa Teresa de Satipo, se encontró un porcentaje entre 45 por ciento y 60 por ciento en todos los meses de la época húmeda respecto a porcentajes entre 14 por ciento y 33 por ciento en la época seca (Tabla 4), a excepción de agosto (67 por ciento) y setiembre (60 por ciento), meses que se pueden considerar transicionales hacia la época húmeda por el incremento de la precipitación (Figura 14 y 15). Asimismo se calcularon porcentajes de 23.08 por ciento en enero 2015 (época húmeda) respecto a un 0 por ciento en agosto 2013 (época seca) a partir de una muestra de 31 hembras adultas (Zegarra datos no publicados).

Racey (1982) indica que los nacimientos deben sincronizarse con la época húmeda por la mayor disponibilidad de alimentos. Los periodos de nacimientos pueden ser estimados debido a la presencia de hembras lactantes así como por la presencia de juveniles (Graham 1987). Este estudio registra tanto la presencia de hembras lactantes como de juveniles. Los resultados indican que son dos los principales periodos de lactancia: el primero de setiembre a noviembre y el segundo de febrero a marzo (Figura 7), ambos presentándose en la época húmeda. Esto se debe a que en su mayoría, la descendencia tendrá mayores probabilidades de supervivencia respecto a una época de alimento escaso (Fleming *et al.* 1972). Asimismo, se capturó un mayor porcentaje de juveniles durante la época húmeda, entre los meses de diciembre y febrero (Figura 5).

Adicionalmente se destaca en registro de una hembra perteneciente a la especie *Carollia perspicillata* transportando una cría en el mes de diciembre (Anexo 7). Murciélagos hembras transportando a su cría en el Fundo Santa Teresa, también ha sido registrado para la especie *Artibeus lituratus* en setiembre del 2013 (Zegarra 2019). Estos registros evidencian los periodos de nacimientos mencionados. Cabe resaltar que el transporte de crías en murciélagos es considerado atípico porque implica un gran gasto de energía (Trajano 1984) y suele estar asociado a perturbaciones en sus refugios (Davis 1970).

Por otro lado, la composición de especies observada tiene un gran número de especies de la familia Phyllostomidae cuya modalidad reproductiva generalmente es la poliestría bimodal (Fleming *et al.* 1972, Taddei 1976). Esta modalidad implica que las hembras entren en

estro o receptividad justo después del primer parto de la cría para concebir su segunda cría en simultáneo al periodo de lactancia de la primera (Wilson 1979). La poliestría bimodal se ajusta a los dos periodos de nacimientos observados (Figura 7) y sugiere un alto grado de sincronización de los nacimientos entre las distintas especies, aunque haría falta realizar más seguimientos anuales para determinar esta afirmación.

Los registros de tres hembras, pertenecientes a las especies de *Carollia perspicillata* y *Platyrrhinus incarum*, con preñez y lactantes en simultaneo no corresponden propiamente a un estro postparto, característica que confirma el patrón poliéstrico para una especie (Menezes da Silva 2011). El estro postparto sobrepone la lactancia de la primera cría con la segunda preñez, es decir antes del destete de la primera cría (Taddei 1980) pero en sus primeras etapas, que no son detectables mediante inspección morfológica. Dado que la secreción de leche no ocurre antes del nacimiento de las crías (Wilson 1979) y que las hembras capturadas tenían el vientre hinchado, probablemente se deba a un desarrollo de mamas previo al nacimiento de las crías.

Una de las posibles estrategias reproductivas para sincronizar los picos de nacimientos con los periodos de mayor disponibilidad de alimento de los murciélagos es la diapausa embrionaria (Racey 1982). Fleming (1971) registra en Panamá hembras de la especie *Artibeus jamaicensis* con implantación resultante del estro post-partum, pero que el embrión que se mantuvo en un estado de latencia a lo largo de tres meses para luego seguir con su desarrollo normal de 4 meses lo cual hizo coincidir su nacimiento con el primer y principal pico de alimentos. Estas estrategias podrían darse en especies del mismo género registradas en Satipo como *Artibeus lituratus* y *Artibeus planirostris*.

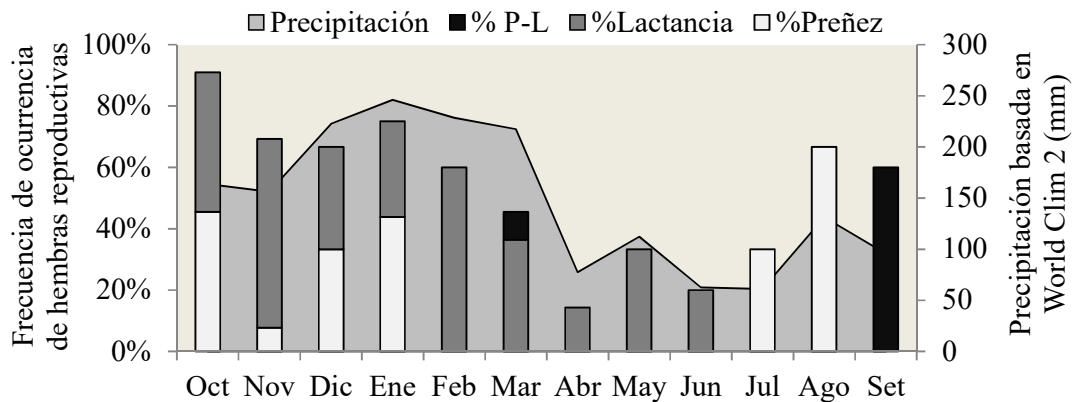
#### **b. Variación geográfica y tiempos reproductivos en hembras**

Se debe considerar las diferencias en tiempos reproductivos por la variación geográfica (Durant *et al.* 2013), lo cual implica que los patrones reportados para estas especies en otras localidades no necesariamente sean iguales para un bosque premontano tropical secundario. En base a la clasificación zoogeográfica de Koopman (1978): Especies de tierras altas (mayor a 1000 msnm) usualmente prefieren tener nacimientos tanto en la época seca como en la época húmeda, a diferencia de las especies de tierras bajas (menor a 1000 msnm, hacia la vertiente oriental) posiblemente por el abastecimiento de alimento continuo (Graham 1987).

El efecto geográfico está reflejado en la variación estacional mensual de los recursos alimenticios. Se sugiere que la disponibilidad de frutos y flores suelen ser menos estacionales en localidades de tierras medias o altas (Nevling 1971, Terborgh 1977), posiblemente debido a un efecto de neblina que cubre una gran parte del año a la vegetación (Graham 1987). Considerando la diferencia altitudinal entre la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishano (aproximadamente 120 msnm) y el Fundo Santa Teresa (aproximadamente 850-900 msnm) se presenta la siguiente comparación entre la reproducción y las condiciones ambientales.

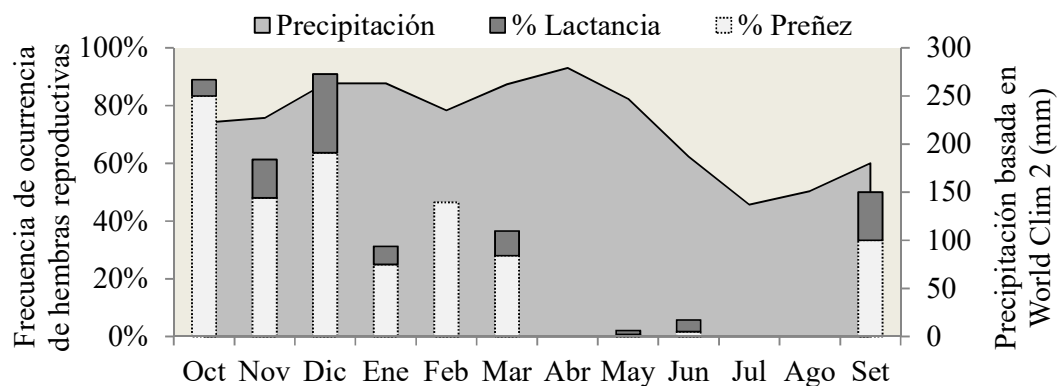
En el Fundo Santa Teresa de Satipo, los datos en hembras indican que la mayoría de nacimientos se dan en la época húmeda (Fig. 19). Estos resultados son similares, hasta cierto punto, al estudio en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana (RNAM) en el cual se analizó la reproducción del conjunto de ensamblajes de murciélagos compuesta por 27 especies (Hice *et al.* 2004). Se realizó un gráfico con fines comparativos: se estimaron las proporciones reproductivas a lo largo de los 9 meses de muestreo y se calculó la precipitación basada en WC2 (Fig. 20). Cabe resaltar que la principal limitación de este estudio es la ausencia de información en tres meses del año, además de distinto esfuerzo de muestreo para ciertos meses. Esto resalta la necesidad de realizar estudios anuales para comparar el efecto geográfico en distintas localidades.

Al igual que en Satipo, se tuvieron registros de hembras reproductivas en todos los meses muestreados, aunque hay mayor diferencia entre la proporción de hembras reproductivas en mayo y junio respecto al periodo entre setiembre y diciembre. Hice *et al.* (2004) atribuye esta diferencia a la estacionalidad indicando que los meses de mayo y junio corresponden a la época seca. Sin embargo, las estimaciones de World Clim 2 indican que la precipitación mantiene valores elevados (187–247 mm) en esos meses. Esto sugiere que la disminución de la proporción de hembras reproductivas se da cerca de dos meses antes del fin de la época lluviosa y que otros posibles factores, como el efecto de neblinas, provoquen una respuesta distinta en el periodo reproductivo y el mayor grado de sincronización entre especies, respecto a Satipo.



**Figura 19: Comparación entre la variación mensual de la proporción de hembras reproductivas y la precipitación mensual basada en World Clim 2 en el Fundo Santa Teresa.** Abreviaciones: P-L = Preñada y Lactante

FUENTE: Elaboración propia



**Figura 20: Comparación entre la variación de la proporción de hembras reproductivas y la precipitación basada en World Clim 2 en la Reserva Nacional Alpahuayo-Mishano.**

FUENTE: Elaboración propia, basada en Tabla 1 de Hice et al. (2004).

En otras localidades en el Santuario Nacional de Tabaconas-Namballe no hay mucha diferencia entre ciertos meses de la época lluviosa respecto a la seca: En Pueblo Libre, se tuvo un registro de tan sólo 6.45 por ciento de hembras reproductivas en Marzo 2015 (Época húmeda), sin mucha diferencia respecto a Agosto 2014 (Época seca) que se obtuvo un porcentaje 2.04 por ciento, y en Chichilapas incluso se tuvo que en Setiembre 2014

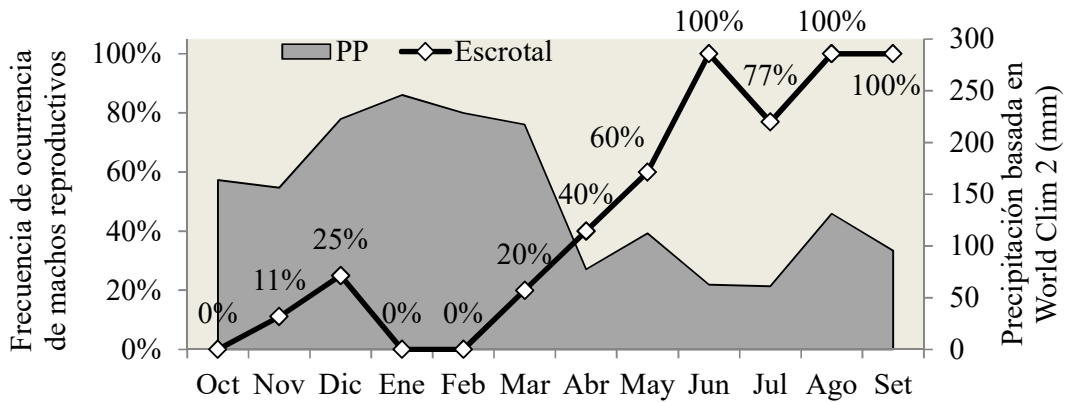
(considerado como época seca) hubo un 23.53 por ciento de hembras reproductivas respecto a un 4.76 por ciento en Marzo 2015 (Época húmeda) (Mena datos no publicados). Posiblemente la disponibilidad de alimentos expliquen de manera más precisa estas diferencias geográficas, especialmente para localidades de tierras altas, pero se hace necesario realizar el seguimiento anual para poder analizar las posibles covariables que expliquen la reproducción de murciélagos.

### **c. Machos y periodos de apareamiento**

Estudios en el neotrópico reportan la presencia de machos reproductivamente maduros durante todo el año (Taddei 1976, Racey 1982). Por otro lado, Fleming *et al.* (1972) encontró una correlación entre la actividad reproductiva en machos con la receptividad en hembras y sostiene que está asociado a periodos de apareamientos. En Satipo se tiene un patrón reproductivo estacional debido al notable incremento de machos durante la época seca, especialmente entre los meses de junio, agosto y setiembre (Fig. 21). Esto indicaría que la época seca debe ser el principal periodo de receptividad en hembras, incluso es concordante con el registro de hembras preñadas y lactantes en setiembre debido a que es probable que las hembras poliéstricas, vuelvan a entrar en receptividad o estro post-parto.

No obstante, se señala que la determinación basada en la longitud de los testículos no es un resultado confiable debido a la inestabilidad o alteración de la posición de los testículos (Fleming *et al.* 1972, Castillo *et al.* 2016). Carrick y Setchell (1977) proveen evidencia de que la posición abdominal de los testículos está asociada a una temperatura corporal más variable respecto a la posición escrotal. Asimismo, los primeros estadios de preñez no son detectables mediante la inspección morfológica (Castillo *et al.* 2016), por lo cual se tiene incertidumbre sobre el inicio de los periodos de apareamientos. Por otro lado, los periodos de gestación de murciélagos, especialmente filostómidos, se estiman entre 3 y 4 meses (Taddei 1976, Graham 1987). En base a los dos principales periodos de preñez tardía encontrados (Figura 19), se sugieren los dos principales periodos de apareamientos: el primero entre abril y junio y el segundo entre agosto y setiembre. Además, estos periodos concuerdan con los más altos porcentajes de machos escrotales.





**Figura 21: Variación de la frecuencia de ocurrencia de machos reproductivos “Escrotales” y la precipitación climática de World Clim 2 en el Fundo Santa Teresa.**

Abreviaciones: PP = precipitación.

FUENTE: Elaboración propia

#### **d. Juveniles y crecimiento postnatal**

El desarrollo postnatal de las crías de murciélagos comprende básicamente dos periodos que son delimitados por los siguientes eventos: El nacimiento, el vuelo independiente o destete y la madurez sexual. La categoría de juveniles que se ha considerado, se refiere a individuos aptos para el vuelo y con las dimensiones del adulto, pero no maduros sexualmente. Principalmente durante la época húmeda del año se tiene un mayor porcentaje de juveniles (Figura 5), especialmente en los meses de diciembre (43 por ciento) y febrero (52 por ciento), aunque se tiene una cantidad considerable también en junio (43 por ciento) que es época seca.

En poblaciones de Panamá, individuos inmaduros (crías) de *Carollia perspicillata*, *Artibeus jamaicensis* y *Uroderma bilobatum* se vuelven independientes de la madre con un mes de edad (Fleming *et al.* 1972). Tuttle y Stevenson (1982) sostienen que no se tiene mucha información sobre el desarrollo postnatal para realizar generalizaciones especialmente en la familia Phyllostomidae. Sin embargo, se ha observado que el desarrollo morfológico completo se alcanza entre 3 y 4 meses. Esto sugiere que las crías nacidas en los periodos de nacimiento mencionados habrían tenido el potencial de adquirir dimensiones corporales de un adulto unos pocos meses después: Del primer periodo (set-nov) en los meses entre diciembre y marzo y del segundo periodo (feb-mar) en los meses

entre mayo y julio. Esto es concordante con los resultados de capturas de juveniles ya mencionados. Cabe señalar que los juveniles resultantes del primer periodo tienen más probabilidades de supervivencia que los del segundo periodo, debido a que este último se da en la época seca (Fleming *et al.* 1972).

Por otro lado, la madurez sexual se alcanza mucho tiempo después de desarrollar las medidas biométricas del adulto: longitud del antebrazo (mm) y peso (g). Es importante resaltar que en ciertas especies la madurez sexual en hembras se da antes que los machos. Por ejemplo, en *Artibeus jamaicensis* el desarrollo de hembras es entre 8 a 11 meses (Fleming *et al.* 1972) y el de machos después de 16 meses, mientras que en *Phyllostomus hastatus* tanto machos como hembras maduran sexualmente luego de 16 meses (McCracken y Bradbury 1981). Esto indica incertidumbre respecto a los juveniles capturados durante todo el año ya que es posible que algunos juveniles de ciertas especies provengan de la descendencia del año anterior, con lo cual no serían muy buenos indicadores de los periodos de nacimiento.

#### **4.2.3 Reproducción en frugívoros y otros gremios tróficos**

##### **a. Frugívoros**

Las especies frugívoras muestran mayor actividad reproductiva durante el año posiblemente debido a diferencias entre el tiempo de reproducción para las hembras de distintas especies en cuanto a la preñez y lactancia. Aunque disminuyen su actividad durante la época seca de manera similar a otros estudios (Fleming *et al.* 1972, Taddei 1979), esto posiblemente explique las pocas capturas que se dieron esos meses. Pese a que el patrón bimodal es casi universal para especies frugívoras y nectarívoras, existen diferencias geográficas en los tiempos de preñez y lactancia relacionadas de forma imprecisa a factores abióticos (Durant *et al.* 2013). Asimismo, Graham (1987) señala que ciertas especies oportunistas pueden extender sus periodos de nacimiento hacia la época seca.

La presencia de dos picos de nacimientos en hembras es acorde a los resultados obtenidos en otras localidades que indican un primer pico al final de la época seca y un segundo a la mitad de la época húmeda (Fleming *et al.* 1972, Durant *et al.* 2013). Posiblemente este patrón bimodal sea resultado del efecto estacional del alimento, con mayor disponibilidad

de recursos (frutos) durante la época húmeda (Fleming *et al.* 1972, Taddei 1976, Bonaccorso 1979). Este efecto estacional se observa en otros estudios realizados en otros bosques neotropicales (Frankie *et al.* 1974, Alencar *et al.* 1979, Hilty 1980) e incluso en bosques montanos cercanos (Reynel *et al.* 2012), de condiciones ambientales y especies similares a bosques premontanos. La dieta de muchas especies frugívoras puede ser complementada por la amplia abundancia de insectos en la época húmeda para satisfacer los requerimientos energéticos de la lactancia (Wilson 1971, Durant *et al.* 2013).

Considerando que la poliestría bimodal ha sido reportado ampliamente en las especies capturadas, se realizan comentarios sobre ciertas especies registradas en Satipo potenciales a presentar este patrón en esta localidad. Definitivamente se tiene más evidencia de este patrón para las especies más abundantes *Carollia perspicillata* y *C. benkeithi* debido a que presentan mayor cantidad de capturas a lo largo del año. Sin embargo, se pueden analizar los registros reproductivos (hembras preñadas y lactantes) de las siguientes especies frugívoras en base a la literatura y la probabilidad de que se ajusten a un patrón bimodal: *Carollia brevicauda*, *Sturnira tildae*, *Platyrrhinus incarum*, *Uroderma bilobatum*, *Artibeus planirostris* y *Artibeus lituratus*. Asimismo, se comenta sobre especies capturadas potenciales a presentar un patrón poliéstrico bimodal en base a la bibliografía, aunque los datos no permiten asegurar estas sugerencias.

### ***Carollia brevicauda***

Se registraron dos hembras preñadas en el mes de octubre y una hembra lactante en el mes de noviembre, lo cual corresponde a la época húmeda y al primer periodo de nacimientos mencionado. Asimismo, se tuvo el registro de una hembra lactante en el mes de abril que corresponde al inicio de la época seca. También se capturó una hembra preñada en enero del 2015 en el Fundo Santa Teresa (Zegarra datos no publicados). Hice *et al.* (2004), obtuvo capturas de *C. brevicauda* preñadas durante la época húmeda en RNAM. A diferencia de *Carollia perspicillata*, esta especie ha sido únicamente estudiada en los Andes de Venezuela y Colombia, sugiriendo poliestría bimodal, con picos reproductivos en la época húmeda (Molinari y Soriano 2014, Torres *et al.* 2018).

De acuerdo a capturas realizadas en refugios de bosques montanos nublados de Colombia, la reproducción de las hembras fue asincrónica (Torres *et al.* 2018). Este patrón se explica debido al abastecimiento continuo de frutos en esta área de estudio a diferencia del patrón

estacional observado para los Andes Venezolanos (Molinari y Soriano 2014). En base a los registros de hembras lactantes de Satipo, se sugiere que la reproducción en *Carollia brevicauda* sea asincrónica dado que el tiempo entre estos periodos reproductivos es de 5 meses (Nov–Abr), lo cual no se ajusta estrictamente a un patrón estacional. Esta sugerencia se sostiene considerando que la dieta de *Carollia brevicauda* consta principalmente de *Piper* y/o *Solanum* (Oria y Machado 2007, Maguiña *et al.* 2012) y que estos recursos están presentes en la mayor parte del año en distintas localidades (Marinho-Filho 1991, Thies y Kalko 2004, Barboza-Marquez y Aguirre 2010). Siendo la tercera especie más abundante, se sugiere continuar realizando seguimientos reproductivos anuales y complementarlos con estudios de dieta y fenología de manera que esta especie sea lo suficientemente comparable a *Carollia perspicillata* y *Carollia benkeithi*.

#### **Género *Sturnira*: *S. tildae* y *S. giannae***

Se registró una hembra con preñez y lactancia simultánea el mes de marzo, correspondiente a la época húmeda, y una hembra lactante de *Sturnira tildae* en el mes de mayo, correspondiente a la época seca. No se obtuvieron registros de hembras reproductivas de *Sturnira giannae*, anteriormente *S. lilium* (Velasco y Patterson 2019), en Satipo. Hembras lactantes también fueron capturadas en la Amazonía central de Brasil (Bernard 2002) y en RNAM-Perú (Hice *et al.* 2004) que sugieren un actividad reproductiva en la época seca. En tierras bajas orientales de Perú, se registraron hembras preñadas mayormente en la época seca tanto de *Sturnira tildae* y *Sturnira giannae* (*S. lilium*) (Graham 1987). Por otro lado, se capturó una hembra lactante de *Sturnira magna* en enero 2015 (época lluviosa) en el Fundo Santa Teresa (Zegarra datos no publicados), lo cual sugiere una época reproductiva distinta para esta especie.

Generalmente se le atribuye a la tribu Sturnirini el patrón poliéstrico bimodal (Fleming *et al.* 1972), aunque no está necesariamente ligado a la época húmeda y sus patrones reproductivos varían en las distintas localidades. La poliestría bimodal es conforme a registros de hembras preñadas y lactantes en época húmeda y seca respectivamente obtenidos de *Sturnira giannae* (*S. lilium*) en Pozuzo (Mena 2011). Sin embargo, en Tucumán- Argentina se reportó monoestría estacional para *S. lilium* y *S. erythromos*, dos especies simpátricas (Autino y Barquez 1994). Por otro lado, Godoy *et al.* (2014) reporta poliestría continua para *S. lilium* Rio de Janeiro – Brasil, independiente de las lluvias. Asimismo, hembras preñadas de *S. erythromos* se han capturado en Chichilapa, SNTN en

setiembre 2014, época seca cercana a la época húmeda (Mena datos no publicados). La familia Solanaceae que es el principal ítem de consumo por especies del género *Sturnira* y se encuentra disponible durante todo el año en bosques neotropicales (Judica y Bonaccorso 1997, Elias *et al.* 2003, Mello *et al.* 2008), por lo cual se espera que *Sturnira* tenga una alta adaptabilidad para modificar sus patrones reproductivos a las condiciones de la localidad.

**Género *Platyrrhinus*: *P. incarum* y *P. brachycephalus***

Se registró una hembra preñada y lactante en simultaneo perteneciente a la especie *Platyrrhinus incarum* en el mes de septiembre, que corresponde al final de la época seca o inicio de la lluviosa. Por otro lado, no se tuvieron registros de hembras reproductivas en *P. brachycephalus*. En Enero 2015 se capturó una hembra preñada de *Platyrrhinus masu* em Satipo (Zegarra datos no publicados). Hembras preñadas de esta misma especie se han capturado en Setiembre 2014 (correspondiente a época seca cercana a época lluviosa) en Chichilapas, SNTN (Mena datos no publicados). Se han registrado hembras preñadas en las especies del actual género *Platyrrhinus* (anteriormente en el género *Vampyrops*) mayormente durante la época húmeda, aunque algunos registros corresponden a la época seca, en las tierras bajas amazónicas de Perú (Graham 1987). También se han reportado hembras preñadas y/o lactantes de *P. infuscus* para Pozuzo durante la temporada seca (registro no publicado) y húmeda (Mena 2011). En RNAM, se tienen registros de *P. incarum*, anteriormente *P. helleri*, en la época seca y al inicio de la época húmeda (Hice *et al.* 2004). En Tahuamanu, se capturará una hembra lactante de *P. incarum* durante el final de la época seca (Mena datos no publicados). Para la especie *P. lineatus* se sugiere un patrón reproductivo continuo a lo largo del año (Taddei 1976, Menezes da Silva 2011). Se requiere más información para afirmar la época del año en la que se reproducen las especies de este género, aunque posiblemente tengan patrones similares y con tendencia a preferir la época húmeda.

**Subfamilia Stenodermatinae: *Artibeus lituratus*, *A. planirostris*, *Dermanura glauca*, *D. gnoma*, *Uroderma bilobatum* y *U. magnirostrum***

Otras especies frugívoras con registros de individuos reproductivos son los stenodermatinos, la mayoría en la época húmeda (Anexo 7). Posiblemente, estas especies presenten un patrón poliéstrico bimodal similar al reportado para Panamá y Costa Rica (Fleming *et al.* 1972). Sin embargo, otros estudios sugieren una reproducción no estacional para estas las especies de *Artibeus lituratus*, *A. jamaicensis* y *U. bilobatum* (Tamsitt y

Valdivieso 1965). Adicionalmente, Graham (1987) considera a estas especies como potenciales a reproducirse tanto en época seca como en húmeda, en base a sus registros en tierras bajas amazónicas. En Satipo se registraron hembras de *U. bilobatum* al inicio y a la mitad de la época húmeda por los registros de hembras lactantes (octubre) y preñadas (diciembre) por lo que se ajustan a una poliestría bimodal. También se han registrado hembras preñadas y lactantes al inicio de la época húmeda en RNAM (Hice *et al.* 2004) y Tahuamanu (Mena datos no publicados). Por otro lado, las especies de *Dermanura* son potenciales a reproducirse en época seca o húmeda pese a que no se tuvo registro de hembras reproductivas en Satipo. En el Fundo La Genova, se reportó hembras de *D. glauca* en estado reproductivo para ambas estaciones (Carrasco 2011).

En cuanto al género *Artibeus*, se encontraron especies de *A. planirostris* y *A. lituratus*. Ambas se consideran poliéstricas bimodales por muchos estudios en el neotrópico (Fleming *et al.* 1972, Taddei 1976, Willig 1985, Reis 1989, Menezes da Silva 2011, Silveira de Lima 2012, Castillo *et al.* 2016). En el presente estudio, *Artibeus planirostris* presentó dos hembras lactantes (noviembre y enero) y una preñada (enero) y *A. lituratus* presentó dos hembras lactantes (diciembre y febrero). Estas especies se ajustan al patrón bimodal teniendo sus picos de nacimiento al inicio de la temporada húmeda (entre octubre, noviembre y diciembre) y a la mitad (enero y febrero). También se ha registrado hembras con crías de *Artibeus lituratus* en setiembre en Satipo (Zegarra 2019).

Sin embargo, los tiempos de estos dos nacimientos en las hembras podrían no estar completamente sincronizados. Castillo *et al.* (2016) determinó en ambientes urbanos de Colombia que especies de *Artibeus* pueden presentar hembras en todas las categorías de reproducción en todos los meses del año, pero manteniendo dos picos reproductivos anuales con mayor porcentaje de preñez y lactancia. La continuidad reproductiva se explica por tener una reserva constante de alimento (Tamsitt y Valdivieso 1965). Por este motivo, estas especies podrían tener un comportamiento similar al de ambientes urbanos en el bosque secundario de Satipo aunque esto debe ser soportado con más evaluaciones.

#### **b. Nectarívoros**

Especies del gremio nectarívoros son usualmente consideradas potenciales a reproducirse mayormente durante la época seca (Graham 1987). Esto se explica debido a los mayores porcentajes de floración en época seca en bosques neotropicales (Alencar *et al.* 1979, Hilty

1980, Reynel *et al.* 2012). Se han registrado dos especies en estado reproductivo en distintos periodos: *Anoura caudifera* (junio) y *Glossophaga soricina* (enero) y también se registró la presencia de otro nectarívoro *Lonchophylla robusta* (junio) no reproductivo. Se sugiere que el gremio tiene especies asincrónicas debido a la coevolución flor-polinizador que genera distintos periodos de floración entre especies polinizadas por una especie de murciélago (Durant *et al.* 2013). Estudios en dieta de especies nectarívoras serían requeridas para complementar los estudios reproductivos en Satipo.

### ***Anoura caudifer***

La mayor frecuencia de nectarívoros en Satipo durante la época seca se debe al registro de una hembra lactante de *Anoura caudifera*. En Pozuzo también se registró una hembra lactante en agosto correspondiente a la época seca (Mena 2011) Para esta especie se reporta un patrón de poliestría bimodal, pero con reproducción continua durante todo el año (Taddei 1976). En el Cerrado Brasileño, se tienen registros de únicamente hembras preñadas, lactantes y postlactantes de *A. caudifer* en la época húmeda lo que sugiere varios picos reproductivos, a diferencia de *Anoura geoffroyi* que presenta un solo pico de lactancia en la época húmeda. (Zortea 2003). En Ihuamaca, SNTN se capturaron hembras preñadas de otra especie similar: *Anoura equatoris* en octubre 2014 que vendría a hacer el inicio de la época húmeda (Mena datos no publicados). Posiblemente *A. caudifer* tenga el potencial de reproducirse en cualquier época del año dependiendo de factores relacionados al alimento disponible.

### ***Glossophaga soricina***

En el caso de *Glossophaga soricina* se tiene una mayor variabilidad en los patrones reproductivos reportados en el neotrópico. En Satipo fue registrada una hembra lactante durante la época húmeda (enero). Esta especie presenta un comportamiento generalista, lo cual se ve reflejado en su dieta (Clare *et al.* 2014) y su amplia distribución (Gardner 2008). Estudios en el neotrópico han reportado un patrón poliestrico bimodal en ambientes de recursos limitados durante la época húmeda (Willig 1985, Zortea 2003). Esta idea es contraria a la indicada en ambientes antrópicos que sugiere la coincidencia de dos picos reproductivos con la mayor ocurrencia de plantas en floración (Mena y Williams 2002). Sin embargo, numerosos estudios reportan continuidad reproductiva de *Glossophaga soricina* a lo largo del año lo cual sugiere que su fenología reproductiva está relacionada a su alta capacidad de adaptación (Zortea 2003, Durant *et al.* 2013). Esto a su vez se observa

en la asincronía de los picos reproductivos de los estudios que reportan poliestría bimodal. En Panamá solo el primer pico de preñez se da en la mitad de la época seca (Fleming *et al.* 1972) mientras que en Brasil ambos picos se dan en la época seca (Willig 1985). Son necesarios más registros de hembras de *Glossophaga soricina* para generar información sobre sus patrones reproductivos.

### **c. Animalívoros (Insectívoros y Omnívoros)**

Es posible agrupar los omnívoros e insectívoros en el gremio animalívoro, el cual suele presentar patrones monoestrícos estacionales o unimodales en Costa Rica, Panamá y Brasil (Fleming *et al.* 1972, Bernard 2002, Durant *et al.* 2013), mientras que en el norte de sudamérica presenta patrones bimodales (Willig 1985). En Satipo, se tuvieron registros de hembras lactantes en la época húmeda en tres especies animalívoras: *Phyllostomus hastatus*, *Saccopteryx bilineata* y *Myotis* spp. Posiblemente ciertas especies del género *Myotis* presenten patrones poliéstricos polimodales regulados por factores como precipitación y fotoperiodo (Wilson y Findley 1970, Fleming 1973).

Estudios en murciélagos animalívoros reportan patrones monoestrícos estacionales o poliéstricos polimodales en centroamérica (Wilson y Findley 1970, Durant *et al.* 2013) y patrones bimodales en el norte de Sudamérica (Willig 1985). En Satipo, todas estas especies tuvieron registros de hembras lactantes durante la época húmeda: *Phyllostomus hastatus* (nov), *Myotis* spp. (dic) y *Saccopteryx bilineata* (ene). Asimismo, en Tahuamanu se tienen registros de hembras preñadas o lactantes entre setiembre y octubre (inicio de época húmeda) pertenecientes a especies insectívoras: *Eptesicus furinalis*, *Myotis riparius* y *Molossus molossus* y *Molossus rufus* (Mena datos no publicados). La coincidencia de los registros de los individuos reproductivos monoéstricos en la época húmeda se explica por la mayor abundancia de insectos en relación a la época seca (Wilson 1971, Fleming *et al.* 1972). En el caso de las especies que muestran un pico secundario se menciona que se debe a un uso específico de recursos distinto a los insectos durante la época húmeda, por lo que este es el gremio que más varía geográficamente (Durant *et al.* 2013).

Especies del gremio insectívoros presentan variaciones interespecíficas incluso a nivel de género. Por ejemplo, *Saccopteryx bilineata* y *Myotis riparius* suelen presentar un patrón monoéstrico estacional (Fleming *et al.* 1972, Myers 1977) mientras que *Myotis nigricans* presenta un patrón poliéstrico polimodal posiblemente regulado por factores adicionales a



la precipitación como el fotoperiodo, debido a un periodo de preñez menor a 60 días (Wilson y Findley 1970). La determinación de la fenología reproductiva de estas especies sería necesaria para estudios de control biológico. En otras especies como *Myotis lucifugus* suelen alimentar a sus neonatos con combinaciones de leche e insectos durante la época de aproximadamente 30 días lactancia, generando un mayor coste energético que la preñez tardía (Kurta *et al.* 1989). Los tres registros de estas especies en Satipo básicamente sugieren mayor reproducción en la época húmeda, pero no determinan ningún patrón reproductivo mencionado, por lo cual sería recomendable realizar seguimientos a refugios de estas especies para obtener información a partir de un mayor número de individuos.

#### **4.2.4 Reproducción en las especies más abundantes**

##### **a. Razón de sexo**

La razón de sexo en *C. perspicillata* (0.71) es idéntico al registrado en Brejo de altitud, similar al resultado de Caatingas (0.46:1) y a ambas poblaciones agregadas en el municipio del Brejo de Madre de Dios, Pernambuco-Brasil (Menezes da Silva 2011). Asimismo, la razón de sexo en adultos en el bosque atlántico costero brasileño (0.67) también demuestra la predominancia de hembras en la estructura poblacional de esta especie (Mello y Fernandez 2000). Esto posiblemente está asociado a que durante el forrajeo *C. perspicillata* presenta diferencias en el comportamiento social dentro de la misma población formando harems compuestos por hembras poco estables (Fleming 1982, McCracken y Wilkinson 2000) con uno a dos machos y alrededor de 17 hembras por refugio (Fleming 1988). Asimismo, la presencia de una mayor cantidad de hembras de esta especie en ambientes de bosques de sucesión temprana y en la época reproductiva puede deberse a movimientos desde relictos de bosques maduros por la mayor disponibilidad de plantas como *Piper* y *Cecropia* (Rocha *et al.* 2017). Contrariamente, en *C. benkeithi* los machos son más abundantes (rs.= 2.38:1), aunque no se tienen muchos estudios que lo demuestren.

##### **b. Patrones reproductivos de *Carollia perspicillata* y *Carollia benkeithi*:**

El patrón poliéstrico bimodal está registrado para *C. perspicillata* por diversas localidades en el neotrópico: Bolivia (Barboza-Marquez y Aguirre 2010), Brasil (Taddei 1976, Willig 1985), Colombia (Osma de Bonilla y Romero 1988), Panamá y Costa Rica (Fleming *et al.* 1972, Fleming 1988). En el presente estudio se sugiere que la reproducción de *C.*

*perspicillata* es estacional y bimodal con dos claros picos de nacimiento al inicio y final de la temporada lluviosa. Estos patrones estacionales reflejan ampliamente la sincronización de las hembras con la época húmeda o de mayor disponibilidad de alimento (Racey 1982).

Considerando a las hembras que presentaron preñez tardía y “lactancia” simultánea y que la gestación de *C. perspicillata* es de 3 meses aproximadamente (Osma de Bonilla y Turriago 1986), por lo que estas hembras en preñez tardía debieron haber entrado en estado receptivo en la temporada seca. La presencia del primer pico reproductivo debido a hembras preñadas en época seca es reportado en ciertos estudios de Manaus, Brasil (Bernard 2002, Rocha *et al.* 2017). Esto sugiere que probablemente ciertas hembras presenten asincronía en sus nacimientos respecto a las otras, efecto que se ha registrado en poblaciones en cautividad un año, sin estar sometidas a la variabilidad ambiental (Laska 1990). Esto también ha sido reportado para las tierras bajas amazónicas al identificar hembras preñadas en meses de la época seca y época húmeda (Graham 1987).

Por otro lado, *C. benkeithi* no cuenta con registros previos que determinen un patrón reproductivo dado, este sería el primer seguimiento anual de su reproducción. Este estudio muestra un evidente periodo reproductivo desde octubre hasta marzo, posterior y de menor duración al de *C. perspicillata*. Sin embargo, no es posible establecer una modalidad debido a la ausencia de hembras capturadas en ciertos meses, especialmente en la estación seca. Teniendo en cuenta que la mayoría de filostómidos tienen un periodo de gestación entre 3 y 4 meses (Taddei 1976) y que se observan dos meses entre preñez tardía y lactancia en ciertos frugívoros (Durant *et al.* 2013) es muy probable que *C. benkeithi* presente poliestría bimodal.

Se esperaría que *Carollia benkeithi* contenga un comportamiento similar a *Carollia castanea* al presentar un tamaño corporal similar y ser filogenéticamente la especie más relacionada (Solari y Baker 2006). Estudios de *C. castanea* en Costa Rica (La Val y Fitch 1977, Durant *et al.* 2013) y Panamá (Fleming *et al.* 1972) reportan dos picos reproductivos en la época seca tardía y a la mitad de la época húmeda con un periodo más corto en relación a *Carollia perspicillata*. Similares resultados se observan para *C. benkeithi* en Satipo con un aparente pico de preñez al inicio de la época húmeda y un segundo a la mitad, aunque se deberían corroborar con más estudios que aumenten el número de individuos.

Los periodos reproductivos de *C. perspicillata* se asocian a la transición de frutos de la mayoría de especies de piperáceas en bosques montanos de Bolivia (Barboza-Marquez y Aguirre 2010). Los frutos inmaduros coinciden con periodos de gestación, mientras que los frutos maduros coinciden con periodos de lactancia. Cabe resaltar que estas especies de *Piper* presentan un gran solapamiento en los estadios fenológicos de flor y fruto de manera intraespecífica e interespecífica lo cual hace que el recurso este disponible durante todo el año (Barboza-Marquez y Aguirre 2010) y que la dieta de *C. perspicillata* puede incluir plantas del género *Vismia*, *Solanum*, *Ficus* e incluso artrópodos (Bernard 2002, Loayza *et al.* 2006).

Es de esperar que esta *C. perspicillata* contenga un intervalo entre picos de preñez y lactancia más amplio que *Carollia benkeithi* al tener mayor disponibilidad de recursos a lo largo del año. Sin embargo, el comportamiento bimodal sincrónico que aun mantiene esta especie es notable posiblemente debido a la abundancia de artrópodos y otras plantas durante la época húmeda (Durant *et al.* 2013). Bonaccorso *et al.* (2007) muestran que pese al solapamiento espaciotemporal que presentan las especies del género *Carollia*, existen diferencias relacionadas a sus tácticas de forrajeo. Para *C. castanea*, un murciélago de cuerpo más corto, se atribuyen ventajas competitivas tales como la extrema especialización en Piperaceas y la habilidad de forrajear frutos en espacios más cerrados y en tiempos más cortos a lo largo de la noche, en comparación con la dieta más generalista de *C. perspicillata*, un murciélago de cuerpo más largo, que a su vez suele forrajear espacios más abiertos y a lo largo de toda la noche. Asumiendo similares adaptaciones ecológicas, *C. benkeithi* podría verse obligado a utilizar espacios abiertos junto con *C. perspicillata* durante la época húmeda para satisfacer sus demandas energéticas en la reproducción (Rocha *et al.* 2017), asimismo podría mantenerse relegado a espacios cerrados durante el periodo no reproductivo lo cual explicaría la baja tasa de capturas de la época seca.

#### **4.1.5 Relación entre las condiciones ambientales y la reproducción de murciélagos**

##### **a. Efecto de la precipitación en la reproducción de murciélagos**

La precipitación de World Clim 2 fue la que mejor se correlacionó con la actividad reproductiva de las hembras: tanto del conjunto de ensambles de murciélagos, de los frugívoros y de *Carollia perspicillata*, especialmente con las hembras lactantes. Estas correlaciones medias indican que a mayor precipitación se tiene mayor cantidad de

hembras reproductivas y hembras lactantes lo cual es concordante con los datos biológicos observados en los cuales la mayor cantidad de registros de hembras reproductivas a nivel del conjunto de ensambles, gremios y especies más abundantes se dio en la época húmeda. Esta relación posiblemente muestre el efecto de las lluvias sobre una mayor disponibilidad de alimento que es considerado un factor último en la zona tropical para la estacionalidad de la reproducción de murciélagos (Racey 1982).

Diversos estudios en el neotrópico han demostrado el incremento en la disponibilidad de alimentos durante la época húmeda (Alencar et al. 1979, Dinerstein 1986, Frankie et al. 1974, Hilty 1980). Sin embargo, escasos estudios en el Perú han analizado la relación entre la variación estacional de la precipitación y la fenología de plantas. Terborg (1983), señala que la época húmeda representa el periodo de mayor cantidad de fructificación y la época seca el principal periodo de floración en el Manu, por su parte, la disponibilidad de insectos es alta durante todo el año aunque señala que depende mucho de los tamaños. Reynel *et al.* (2012) indica que en el Bosque Puyu Sacha (> 1800 msnm), la fenología de plantas sigue un patrón ligeramente distinto: la floración ocurre durante la época seca (abr-jun) pero el patrón de fructificación inicia en la época seca y continúa hasta mediados de la época húmeda (jul-dic). El incremento de frutos durante la época húmeda claramente favorece la reproducción del gremio frugívoros recogedores, aunque se debe considerar que ciertas especies tienen el potencial de reproducirse durante la época seca.

#### **b. Efecto de la temperatura media en la reproducción de murciélagos**

Se suele considerar que las estaciones húmedas y secas en términos de precipitación corresponden a estaciones cálidas y frías en términos de temperatura. Debido a la poca variación de la temperatura media a lo largo del año, no se esperaban correlaciones tan significativas especialmente con las hembras lactantes de los murciélagos frugívoros ( $p$ -valor  $\geq 0.01$ ). El efecto de la temperatura sobre la reproducción en murciélagos es mucho más relevante para latitudes altas (Neuweiler 1993), afectando su economía termal y la disponibilidad de alimentos (Racey 1982). Como resultado, se observan estrategias fisiológicas para la supervivencia: torpor e hibernación, y para la reproducción: ovulación tardía, la implantación tardía y la diapausia embrionaria (Altingram 2011).

Mello (2004) analiza el efecto climático sobre la fenología de *Piper* y el patrón reproductivo de *Carollia perspicillata*, encontrando que la temperatura contenía el mayor

coeficiente de correlación indicando la mayor influencia total sobre la reproducción de *Carollia perspicillata*, aunque se denota que posiblemente fue debe a un artificio matemático del modelo. Asimismo se señala que la temperatura tiene un pequeño efecto directo y uno fuertemente indirecto sobre la reproducción de *Carollia perspicillata*, esto se debe al efecto de la temperatura sobre la fenología de *Piper* que es una variable más directa. Esto podría que la correlación más alta en las hembras lactantes de *C. perspicillata* fue con la temperatura media climática de WC2 ( $r = 0.692$ ) encontrada en Satipo. También se indica que la temperatura ambiental afecta el tiempo de reproducción de *Sturnira lilium* por medio de la disponibilidad del alimento (Mello 2009).

### **c. Efecto de las condiciones ambientales sobre la preñez y lactancia**

Las hembras preñadas no fueron correlacionadas con ninguna variable ambiental, a diferencia de las hembras lactantes que tuvieron correlaciones tanto con la precipitación como con la temperatura y en todos los niveles: Conjunto de ensambles, Frugívoros y *Carollia perspicillata*. La correlación entre las hembras lactantes con la precipitación soporta el comportamiento estacional del patrón reproductivo. En ambientes urbanos, donde la oferta de alimentos es constante en el año, la precipitación es independiente de la lactancia e incluso puede generar una correlación negativa con la preñez (Castillo *et al.* 2016).

Los resultados de las correlaciones soportan el estudio de Bonnacorso (1979) en Costa Rica en el que atribuye que el tiempo de nacimiento de las crías debe coincidir con la disponibilidad de alimento más alta debido a que la lactancia es energéticamente más costosa que la preñez. Sin embargo, este patrón puede variar en ciertas localidades donde la preñez se sincroniza con la época húmeda especialmente para especies monoéstricas, posiblemente porque no contienen suficiente alimento para producir dos crías. Adicionalmente, se menciona que el gremio de murciélagos frugívoros contienen sus dos nacimientos con los dos picos más altos de alimentos y asimismo los murciélagos animalívoros prefieren tener la primera preñez en época de escasez de alimento por pocos insectos grandes y el primer nacimiento así como la segunda preñez en época de mayor cantidad de alimento.

En el estudio de Taddei (1976), también se enfatiza que la mayoría de especies poliéstricas bimodales inician su primera preñez en medio de la época fría y seca y la época de

lactancia se da durante la época húmeda y cálida. Esto es contrario a lo mencionado por Racey (1982) para latitudes altas, donde sugiere que el desarrollo del embrión es directamente proporcional a las temperatura. La demanda energética en la preñez en ciertas especies insectívoras tiene un comportamiento hiperbólico, habiendo mayor regulación en la preñez media que en preñez tardía, periodo en el cual la demanda energética provoca que estos murciélagos sean heterotermos (Studier *et al.* 1973).

#### **d. Efecto de la variación ambiental del año de muestreo y climática sobre la reproducción de murciélagos**

Muchos estudios no registran las condiciones ambientales ocurridas exactamente del año de muestreo, posiblemente debido a la dificultad en obtener datos precisos para las áreas de muestreo, por lo que utilizan patrones climáticos para intentar dar explicación a los patrones reproductivos de los murciélagos. En el presente estudio se registró la precipitación y temperatura de los meses de muestreo en base a la estación meteorológica “SATIPO” del SENAMHI que no es precisamente el área de estudio, pese a estar relativamente cercana. Se tiene la misma limitación al considerar el promedio mensual de los 5 años recopilados por SENAMHI en la misma estación. En el caso de World Clim 2, es importante resaltar que pese a que los valores de precipitación y temperatura fueron tomados en píxeles pertenecientes al área de estudio, estos son producto de una interpolación de datos tomados a partir de estaciones más lejanas a la estación del SENAMHI (Fick y Hickmans 2017). Además, WC2 comprende un periodo de 30 años (1970-2000), que es muy lejano al año de estudio actual.

La mayoría de correlaciones obtenidas de precipitación y temperatura entre octubre 2015 y setiembre 2016 fueron ligeras y menos significativas que los promedios obtenidos de varios años tanto en SENAMHI como en WC2. Esto también se observa en el artículo de Durant *et al.* (2013) en el cual se observa que la reproducción de muchas especies está más ajustada a la estacionalidad climática que a la de un solo año. Esto posiblemente se deba a que las condiciones ambientales mayormente afectan la reproducción por medio de la fenología de plantas o la disponibilidad de insectos por lo que ligeras variaciones en un año específico no deberían alterar patrones reproductivos de las especies que además presentan una alta adaptabilidad. En el caso de años atípicos en los que puedan ocurrir fenómenos meteorológicos, como las sequias, podrían afectar directamente la reproducción de los murciélagos por lo que se sugiere siempre tomarlo en cuenta. Adicionalmente se

recomienda complementar este tipo de estudios con la variación anual de la fenología de plantas y biomasa de insectos para determinar el efecto de las condiciones ambientales sobre las fuentes alimenticias de los murciélagos, lo cual explicaría de forma más precisa su efecto directo e indirecto sobre la reproducción.

Otro aspecto que es importante evaluar es el efecto del cambio climático sobre la reproducción de murciélagos, ya que se carece del conocimiento suficiente para definir un nivel de riesgo, por lo que requiere de investigación y evaluación (Sherwin 2012). Simulaciones realizadas con modelos predictivos indican que el cambio climático tiene el efecto potencial de disminuir la reproducción de múltiples especies de murciélagos norteamericanos causando grandes reducciones poblacionales (Hayes 2017). Estas reducciones se dan debido a una disminución en la precipitación y por ende en la disponibilidad de cuerpos de agua, los cuales son fundamentales para las colonias maternas, especialmente en la fase de lactancia (Adams y Hayes 2008). De esta manera, el conocimiento sobre la relación de la reproducción con la variación climática permite que los murciélagos actúen como indicadores de alerta temprana de los efectos ecológicos a grandes escalas (Adams 2010).

## V. CONCLUSIONES

En el Fundo Santa Teresa, perteneciente a la UNALM, en Satipo-Perú de octubre 2015 a setiembre del 2016 puede concluirse lo siguiente:

1. La relación entre la reproducción y la precipitación y temperatura es directa, mostrando que en la época húmeda y cálida se dan los principales eventos de nacimientos en la mayoría de especies de murciélagos presentes.
2. Las especies más abundantes del estrato sotobosque en el sector del bosque secundario cercano al borde con el cultivo del Fundo Santa Teresa fueron *Carollia perspicillata* y *C. benkeithi*, mientras que el gremio más abundante fueron los frugívoros recogedores.
3. Los estadios reproductivos en las especies analizadas fueron los testículos escrotales en machos, asociados a periodos de cópula, así como, la preñez y lactancia en hembras, asociados a periodos de desarrollo y nacimiento de crías.
4. La variación de la reproducción de la mayor cantidad de especies y gremios tróficos es principalmente estacional. Los nacimientos se sincronizan durante la época húmeda para el gremio de frugívoros recogedores y especialmente para las especies de *Carollia perspicillata*, la cual se ajusta a un patrón bimodal, y *C. benkeithi*.
5. La variación ambiental mensual del Fundo Santa Teresa se caracteriza principalmente por un periodo húmedo de octubre a marzo y un periodo seco de abril a setiembre y a lo largo del año la temperatura media mensual presenta muy poca variación.



6. El incremento de las variables ambientales (precipitación y la temperatura) afecta positivamente la reproducción de las hembras del gremio frugívoros recogedores y la especie *Carollia perspicillata*, especialmente los nacimientos de las crías que se concentran en la época de mayor disponibilidad de alimento

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda complementar otros métodos de captura como las redes de dosel, telescópicas o grabadores acústicos para aumentar aún más el inventario de especies de murciélagos en el Fundo Santa Teresa.
2. Se sugiere realizar más seguimientos anuales a la reproducción de murciélagos para que en conjunto con los resultados presentados sirvan para determinar con mayor precisión las estrategias reproductivas de más especies que habitan este bosque secundario.
3. Los resultados de este estudio se limitan al área cercana al borde entre el cultivo de piña y el bosque secundario del Fundo Santa Teresa por lo que se sugiere que se realicen más seguimientos reproductivos anuales en una escala espacial más grande considerando el homerange y la movilidad de ciertas especies.
4. Ciertos gremios tróficos registrados como los insectívoros y omnívoros tienen pocos registros de hembras reproductivas debido a la dificultad en capturar estas especies en espacios abiertos por lo que se recomienda identificar refugios de estas especies y hacerles seguimientos anuales.
5. La reproducción basada en la inspección morfológica gonadal puede ser mejorada si se marcaran individuos con aretes e intentar recapturarlos en distintos meses del año, además se tienen metodologías complementarias como los frotis o lavados vaginales para determinar receptividad en hembras y el examen de hormonas para determinar implantación o preñez temprana.

6. Las condiciones ambientales muy posiblemente tengan un efecto indirecto sobre la reproducción de murciélagos por lo que se sugiere incluir medidas de la disponibilidad de alimento para analizar el efecto de esta variable con las condiciones ambientales y la reproducción de murciélagos.
  
7. Se sugiere realizar estudios de dieta y seguimiento fenológico a las especies vegetales potencialmente consumidas por los murciélagos nectarívoros y frugívoros. Asimismo, se sugiere realizar una cuantificación de la biomasa de insectos potenciales a ser consumidos por murciélagos insectívoros.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adams, R; Hayes, M. 2008. Water availability and successful lactation by bats as related to climate change in arid regions of western North America. *Journal of Animal Ecology* 77(6): 1115-1121.
2. Adams, R. 2010. Bat reproduction declines when conditions mimic climate change projections for western North America. *Ecology* 91(8): 2437-2445.
3. Albrecht, L; Meyer, C; Kalko, E. 2007. Differential mobility in two small phyllostomid bats, *Artibeus watsoni* and *Micronycteris microtis*, in a fragmented neotropical landscape. *Acta Theriologica*, 52(2): 141-149.
4. Alencar, J; Almeida, R; Fernandes, N. 1979. Fenología de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 9(1): 163-199.
5. Altringham, J. 2011. Reproduction and development. *In* Bats from evolution to conservation. 2 ed. Nueva York, Estados Unidos de América, Oxford University Press. p. 113-135.
6. Aquino, R; Peralta, M; Cadenillas, R; Siu, K; Quiñones, A. 2010. Proyecto mesozonificación ecológica y económica para el desarrollo sostenible de la Provincia de Satipo, convenio entre el IIAP, DEVIDA y la Municipalidad Provincial de Satipo: fauna. Informe Temático. Iquitos, Perú, IIAP. 58 p.
7. Arguero, A; Jiménez-Robles, O; Sánchez-Karste, F; Baile, A; De la Cadena, G; Barboza, M. 2012. Observaciones sobre dispersión de semillas por murciélagos en la alta Amazonía del Sur de Ecuador. *In* Tirira, D; Burneo, S. (eds.). Investigación y conservación de murciélagos en el Ecuador. Quito, Ecuador, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Fundación Mamíferos y Conservación y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología, p. 37-46.
8. Arias, E; Pacheco, V; Cervantes, K; Aguilar, A; Álvarez, J. 2016. Diversidad y composición de murciélagos en los bosques montanos del Santuario Nacional Pampa Hermosa, Junín, Perú. *Revista peruana de biología* 23(2): 103-116.

9. Ascorra, C; Gorchov, D; Cornejo, F. 1989. Observaciones en Aves y Murciélagos relacionadas con la dispersión de semillas en el Valle del Palcazú, Selva Central del Perú. Boletín de Lima 62: 91-95.
10. Autino, A; Barquez, R. 1993. Patrones reproductivos y alimenticios de dos especies simpátricas del genero *Sturnira* (Chiroptera, Phyllostomidae). Mastozoología Neotropical 1(1): 73-80.
11. Baker, R; Solari, S; Cirranello, A; Simmons, N. 2016. Higher level classification of phyllostomid bats with a summary of DNA synapomorphies. Acta Chiropterologica 18(1): 1-38.
12. Barboza-Marquez, K; Aguirre, L. 2010. Patrones reproductivos del murciélago frugívoro de cola corta (*Carollia perspicillata*) relacionados con la fenología de *Piper* en un bosque montano de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 27: 43-52.
13. Barclay, R. 1994. Constraints on reproduction by flying vertebrates: energy and calcium. American Naturalist 144:1021–1031.
14. Bernard, E. 2002. Diet, activity and reproduction of bat species (Mammalia, Chiroptera) in Central Amazonia, Brazil. Revista brasileira de zoologia 19(1): 173-188.
15. Bernard, E; Fenton, M. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. Biotropica 35(2): 262-277.
16. Bohlender, E; Pérez-Torres, J; Borray-Escalante, N; Stevens, R. 2018. Dietary variation during reproduction in Sebas short-tailed fruit bat. Journal of Mammalogy 99(2): 440-449.
17. Bonaccorso, F. 1979. Foraging and Reproductive Ecology in a Panamanian Bat Community. Bulletin of the Florida State Museum of Natural History 24(4): 359-408.
18. Bonaccorso, F; Winkelmann, J; Shin, D; Agrawal, C; Aslami, N; Bonney, C; Hsu, A; Jekielek P; Knox, A; Kopach, S; Jennings, T; Lasky, J; Menesale, S; Richards, J; Rutland, J; Sessa, A; Zhaurova, L; Kunz, T. 2007. Evidence for Exploitative Competition: Comparative Foraging Behavior and Roosting Ecology of Short-Tailed Fruit Bats (Phyllostomidae). Biotropica 39(2): 249-256.
19. Boyles, J; Cryan, P; McCracken, G; Kunz, T. 2011. Economic importance of bats in agriculture. Science 332(6025): 41-42.

20. Brito, D; Bocchiglieri, A. 2012. Bats community (Mammalia, Chiroptera) in Refugio de Vida Silvestre Mata do Junco, Sergipe, northeastern Brazil, *Biota Neotropica* 12 (3): 254-262.
21. Bronson, F. 1985. Mammalian reproduction: an ecological perspective. *Biology of reproduction* 32(1): 1-26.
22. Brown, J. 1968. Activity Patterns of Some Neotropical Bats. *Journal of Mammalogy* 49(4): 754-757.
23. Brunet-Rossinni, A; Wilkinson, G. 2009. Methods for Age Estimation and the Study of Senescence in Bats. *In* Kunz, T; Parsons, S. (eds.). *Ecological and Behavioral Methods for the study of bats*. 2 ed. Baltimore, Estados Unidos de América, The Johns Hopkins University Press. p. 315-326
24. Calouro, A; Santos, F; Faustino, C; Souza, S; Lague, B; Marciente, R; Santos, G; Cunha, A. 2010. Riqueza e abundância de morcegos capturados na borda e no interior de um fragmento florestal do estado do Acre, Brasil. *Biotemas* 23(4): 109-117.
25. Carrasco, F. 2011. Diversidad y distribución de especies de quirópteros en relictos de bosque de la provincia de Chanchamayo, Junín. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM. 102 p.
26. Carrick, F; Setchell, B. 1977. The evolution of the scrotum. *In* Calaby, J; Tyndale-Briscoe, C. (eds.). *Reproduction and evolution*. Canberra, Australia, Australian Academy of Sciences. p. 165-170
27. Carter, A; Enders, A. 2016. Placentation in mammals: Definitive placenta, yolk sac, and paraplacenta. *Theriogenology* 86(1): 278-287.
28. Carter, D. 1970. Chiropteran reproduction. *In* Slaughter, R y Walton, D. (eds.). *About bats: A Chiropteran Biology Symposium*. Dallas, Estados Unidos de América, Southern Methodist University Press. p. 233-246.
29. Castillo, Y; Serrano, V; Ramirez, M. 2016. Biología Reproductiva de *Artibeus lituratus* y *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae: Stenodermatinae) en un área urbana en Colombia. *Mastozoología Neotropical* 24(1):69-84.
30. Clare, E; Goerlitz, H; Drapeau, V; Holderied, M; Adams, A; Nagel, J; Dumont, E; Herbert, P; Fenton, B. 2014. Trophic niche flexibility in *Glossophaga soricina*: how a nectar seeker sneaks an insect snack. *Functional Ecology* 28: 632-641.

31. Cosson, J; Pons, J; Masson, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 15(4): 515-534.
32. Davis, R. 1970. Carrying of young by flying female North American bats. *American Midland Naturalist*, Indiana, 83 (1): 186-196.
33. Dekeukeleire, D; Janssen, R; Haarsma; A; Bosch, T; Schaik; J. 2016. Swarming behavior, catchment area and seasonal movement patterns of the Beachstein' bats: implications for conservation. *Acta Chiropterologica* 18(2): 349-358.
34. Dinerstein, E. 1986. Reproductive Ecology of Fruit Bats and the Seasonality of Fruit Production in a Costa Rican Cloud Forest. *Biotropica* 18(4): 307-318.
35. Durant, K; Hall, R; Cisneros, L; Hyland, R; Willig, M. 2013. Reproductive phenologies of phyllostomid bats in Costa Rica. *Journal of Mammalogy* 94(6): 1438-1448.
36. Díaz, M; Aguirre, L; Barquez, R. 2011. Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Cochabamba, Bolivia, Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada. 94 p.
37. Díaz, M; Solari, S; Aguirre, L; Aguilar, L; Barquez, R. 2016. Clave de identificación de los murciélagos de Sudamérica. Tucumán, Argentina, Publicación Especial N° 2, PCMA (Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina). 160 p.
38. Elias, S; Assis, R; Stacciarini-Seraphin, E; Rezende, M. 2003. Leaf anatomy in young plants of *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil.(Solanaceae). *Brazilian Journal of Botany* 26(2): 169-174.
39. Ewers, R; Didham, R. 2006. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological reviews* 81(1): 117-142.
40. Faria, D. 2006. Phyllostomid bats of a fragmented landscape in the north-eastern Atlantic forest, Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 22(5): 531-542.
41. Fauth, J; Bernardo, J; Camara, M; Resetarits, W; Van Buskirk, J; McCollum, S. 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. *American Naturalist* 147(2):282-286.
42. Fernández-Hilario, R; Aybar, D; Marcelo-Peña, J. 2012. Composición y estructura de un bosque secundario en el Fundo Santa Teresa, Satipo, Perú. *Xilema*, 25(1): 43-49.

43. Ferreira, D; Rocha, R; López-Baucells, A; Farneda, F; Carreiras, J; Palmeirim, J; Meyer, C. 2017. Season-modulated responses of Neotropical bats to forest fragmentation. *Ecology and Evolution* 7: 4059-4071.
44. Ferro, N; Girlando, A; Murillo, O. 2018. Composition, trophic structure and activity patterns of the understoty bats of the Bitaco Forest Reserve. *Acta Biológica Colombiana* 23 (2): 170-178.
45. Fleming, T. 1971. *Artibeus jamaicensis*: delayed embryonic development in a neotropical bat. *Science*, 171(3969), 402-404.
46. Fleming, T. 1973. The Reproductive Cycles of Three Species of Opossums and Other Mammals in the Panama Canal Zone, *Journal of Mammalogy*, 54(2): 439-455.
47. Fleming, T; Hooper, E; Wilson, D. E. 1972. Three Central American Bat Communities: Structure, Reproductive Cycles, and Movement Patterns. *Ecology* 53(4): 556-569.
48. Fleming, T. 1982. Foraging strategies of plant-visiting bats. *In* Kunz, T (ed.). *Ecology of bats*. Boston, Massachusetts, Estados Unidos de América, Springer. p. 287-325.
49. Fleming, T. 1988. *The short-tailed fruit bat: A study in plant-animal interactions*. 2 ed. Chicago, Estados Unidos de América, University of Chicago Press. 365 p.
50. Fick, S; Hijmans, R. 2017a. Worldclim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315.
51. Fick, S; Hijmans, R. 2017b. Worldclim Global Climate Data: WorldClim Version2 (en línea). Estocolmo, Suecia, Stockholm Environment Institute. Consultado el 9 de mar. del 2019. Disponible en: <http://worldclim.org/version2>
52. Flores-Saldaña, M. 2008 Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la Reserva de la Biosfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilon Lajas, Bolivia, *Mastozoología Neotropical*, 15(2): 309-322.
53. Frankie, G; Baker, H; Opler, P. 1974. Comparative Phenological Studies of Trees in Tropical Wet and Dry Forests in the Lowlands of Costa Rica. *Journal of Ecology* 62(3): 881-919.
54. Gardner, A (ed.). 2008. *Mammals of South America: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. Chicago, Estados Unidos de América, University of Chicago Press. v. 1, 669 p.



55. Gibbs, J; Hunter, M; Sterling, E. 2008. Problem-Solving in Conservation Biology and Wildlife Management. 2 ed. Malden, Massachusetts, Estados Unidos de América. Blackwell Publishing. 328 p.
56. Godoy, M; Carvalho, W; Esbérard, C. 2014. Reproductive biology of the bat *Sturnira lilium* (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Atlantic Forest of Rio de Janeiro, southeastern Brazil.
57. González, M; Ruiz, R. 1986. Deforestación de bosques tropicales en los valles de Chanchamayo y alto Perené. *Revista Forestal del Perú* 13(2): 37-43.
58. Gorresen, P; Willig, M. 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy* 85(4): 688-697.
59. Graham, G. 1987. Seasonality of reproduction in Peruvian bats. In Patterson, B; Timm, R (eds.). *Studies in Neotropical Mammalogy*. Fieldiana. p. 173-186 (Zoology 39).
60. Greenhall, A; Paradiso, J. 1968. Bats and bat banding. Washington, Estados Unidos de América, Sport Fisheries and Wildlife. 48 p.
61. Hayes, M; Adams, R. 2017. Simulated bat populations erode when exposed to climate change projections for western North America. *PloS one* 12(7): e0180693.
62. Herreid, C. 1964. Bat longevity and metabolic rate. *Experimental Gerontology* 1(1): 1-9.
63. Hice, C; Velazco, P; Willig, M. 2004. Bats of the Reserva Nacional Allpahuayo-Misliana, northeastern Peru, with notes on community structure. *Acta chiropterologica* 6(2): 319-334.
64. Hickman, C. 2009. Principios integrales de zoología. 14 ed. Madrid, España, McGraw-Hill. 936 p.
65. Hilty, S. 1980. Flowering and Fruiting Periodicity in a Premontane Rain Forest in Pacific Colombia. *Biotropica* 12(4): 292-306.
66. Iñiguez, L. 1993. Patrones ecológicos en la comunidad de murciélagos de la sierra de Mantantlan. In Medellín, R y Ceballos, G. (eds.) *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. México, D.F., Asociación Mexicana de Mastozoología. p. 355-370.
67. Iudica, C; Bonaccorso, F. 1997. Feeding of the bat, *Sturnira lilium*, on fruits of *Solanum riparium* influences dispersal of this pioneer tree in forests of northwestern Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 32(1): 4-6.

68. Jarrín, P; Fonseca, R. 2001. Composición y estructura de la comunidad de murciélagos en dos bosques nublados de las estribaciones occidentales de los Andes. *In* Nieder,J; Barthlott, W. (eds.) Epiphytes and canopy fauna of the Otonga Rain Forest (Ecuador). Results of the Bonn – Quito Epiphyte Project. Bonn, Germany, Botanisches Institut der Universität Bonn. v. 2. p. 335-364.
69. Jones, G; Jacobs, D; Kunz, T; Willig, M; Racey, P. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species research* 8(1-2): 93-115.
70. Kalko, E. 1997. Diversity in tropical bats. *In* Tropical biodiversity and systematics. Bonn, Germany, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig. p. 13-43.
71. Kalko, E; Handley, C; Handley, D. 1996. Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. *In* Cody, M; Smallwood, J. (eds.) Long-term studies of vertebrate communities. California, Estados Unidos de América, Academic Press. p. 503-553.
72. Kalko, E; Handley, C. 2001. Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant ecology* 153(1-2):319-333.
73. Kardong, K. 2012. Vertebrates: comparative anatomy, function, evolution. Nueva York, Estados Unidos de América, McGraw-Hill. 794 p.
74. Kerby, J; Post, E. 2013. Reproductive phenology of large mammals. *In* Schwartz (ed.) Phenology: An Integrative Environmental Science. 2 ed. Nueva York, Estados Unidos de América, Springer. p. 467-479.
75. Kemenesi, G; Zhang, D; Marton, S; Dallos, B; Görfol, T; Estók, P; Boldogh, S; Kurucz, K; Oldal, M; Kutas, A; Bányai, K; Jakab, F. 2015. Genetic characterization of a novel picornavirus detected in *Miniopterus schreibersii* bats. *Journal of General Virology* 96: 815-821.
76. Koopman, K. (ed). 1978. Zoogeography of Peruvian Bats with special emphasis on the role of the Andes. Nueva York, Estados Unidos de America, American Museum of Natural History. 33 p. (American Museum Novitates, 2651).
77. Kowalewski, M; Zunino, G. 2004. Birth Seasonality in *Alouatta caraya* in Northern Argentina. *International Journal of Primatology* 25(2): 383-400.
78. Kunz, T; Braun de Torrez, E; Bauer, D; Lobova, T; Fleming, T. 2011. Ecosystem services provided by bats, *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223(1): 1-38.

79. Kurta, A; Bell, G; Nagy, K; Kunz, T. 1989. Energetics of Pregnancy and Lactation in Freeranging Little Brown Bats (*Myotis lucifugus*), *Physiological Zoology* 62(3): 804-818.
80. Kwiecinski, G; Falzone, M; Studier, E. 1987. Milk concentration and postnatal accretion of minerals and nitrogen in two phyllostomid bats. *Journal of Mammalogy* 178:926–936.
81. La Val, R. 1970. Intraspecific relationships of bats of the species *Myotis austroriparius*, *Journal of Mammalogy*, 51(3): 542-552.
82. La Val, R; Fitch, H. 1977. Structure, movements and reproduction in three Costa Rican bat communities. *Occasional papers of the Museum of Natural History (The University of Kansas)* (69): 1-28.
83. Laska, M. 1990. Gestation period and between-birth intervals in *Carollia perspicillata* (Phyllostomatidae, Chiroptera). *Journal of Zoology* 222(4): 697-702.
84. Lim, T; Cappelle, J; Hoem, T; Furey, N. 2018. Insectivorous bat reproduction and human cave visitation in Cambodia: A perfect conservation storm? *PloS One* 13(4): e0196554.
85. Loayza, A; Rios, R; Larrea, D. 2006. Disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la Estación Biológica Tunquini, Bolivia, *Ecología en Bolivia*, 41 (1): 7-23.
86. Maguiña, R; Amanzo, J; Huamán, L. 2012. Dieta de murciélagos filostómidos del valle de Kosñipata, San Pedro, Cusco-Perú. *Revista peruana de Biología* 19(2): 159-166.
87. Marcelo-Peña, J. 2009. Diversidad y composición florística de un relicto de bosque secundario tardío, sector Santa Teresa, río Negro, Satipo, Junín. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM. 94 p.
88. Marcelo-Peña, J; Reynel, C. 2014. Patrones de diversidad y composición florística de parcelas de evaluación permanente en la selva central de Perú. *Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro* 65(1): 035-047.
89. Marques, J; Pereira, M; Marques, T; Santos, C; Santana, J; Beja, P; Palmeirim, J. 2013. Optimizing sampling design to deal with mist-net avoidance in Amazonian birds and bats. *PloS One* 8(9): e74505.
90. Masson, L. 1981. La dimensión ambiental en el proceso de deterioro de los recursos naturales de la selva peruana. El caso de la selva alta. *Boletín de Lima* 12: 44-54.

91. Mawdsley, J; O'malley, R; Ojima, D. 2009. A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 23(5): 1080-1089.
92. McCracken, G; Bradbury, J. 1981. Social organization and kinship in the polygynous bat *Phyllostomus hastatus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 8(1): 11-34.
93. McCracken, G; Wilkinson, G. 2000. Bat mating systems. In Crichton, E; Krutzsch, P. (eds.) *Reproductive biology of bats*. San Diego, California, Academic Press p. 321–362.
94. Medellín, R; Equihua, M; Amin, M. 2000. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical rainforests. *Conservation biology*, 14(6): 1666-1675.
95. Medina, C; Medina, Y; Pino, K; Pari, A; López, E; Zeballos, H. 2016. Primer registro del ratón colombiano del bosque *Chilomys instans* (Cricetidae: Rodentia) en Cajamarca: actualizando el listado de mamíferos del Perú. *Revista peruana de biología* 23(3): 315-320.
96. Mello, M; Fernandez, F. 2000. Reproductive ecology of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a fragment of the Brazilian Atlantic coastal forest. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 65(5): 340-349.
97. Mello, M; Schittini, G; Selig, P; Bergallo, H. 2004. A test of the effects of climate and fruiting of *Piper* species (Piperaceae) on reproductive patterns of the bat *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). *Acta Chiropterologica* 6(2): 309-318.
98. Mello, M; Kalko, E; Silva, W. 2008. Movements of the bat *Sturnira lilium* and its role as a seed disperser of Solanaceae in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Tropical Ecology* 24(2): 225-228.
99. Mello, M; Kalko, E; Silva, W. (2009). Ambient temperature is more important than food availability in explaining reproductive timing of the bat *Sturnira lilium* (Mammalia: Chiroptera) in a montane Atlantic Forest. *Canadian Journal of Zoology* 87(3): 239-245.
100. Mena, J. 2011. Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología* 7(3): 277 – 284.
101. Mena, J; Williams, M. 2002. Diversidad y patrones reproductivos de quirópteros en una area urbana de Lima, Peru. *Ecología aplicada* 1(1): 1-8.

102. Menezes da Silva, L. 2011. Comunidades de morcegos na Caatinga e Brejo de altitude, no agreste de Pernambuco. Tesis Ph.D. Brasilia, Brasil, Universidade de Brasilia. 161 p.
103. Meyer, C; Kalko, E. 2008. Assemblage-level responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography* 35(9): 1711-1726.
104. Molinari, J; Soriano, P. 2014. Breeding and age-structure seasonality in *Carollia brevicauda* and other frugivorous bats (Phyllostomidae) in cloud forests in the Venezuelan Andes. *Therya* 5(1): 81-109.
105. Montes De Oca Llanco, A. 2012. Clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor utilizando SIG en la microcuenca del Río Negro–Satipo. Tesis Lic. Satipo, Perú, Universidad Nacional del Centro del Perú. 33 p.
106. Morris, A; Miller, D; Kalcounis-Rueppell, M. 2010. Use of forest edges by bats in a managed pine forest landscape. *Journal of Wildlife Management* 74(1): 26-34.
107. Munshi-South, J; Wilkinson, G. 2010. Bats and birds: Exceptional longevity despite high metabolic rates. *Ageing Research Reviews* 9(1): 12-19.
108. Muscarella, R; Fleming, T. 2007. The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological reviews* 82(4): 573-590.
109. Myers, P. 1977. Patterns of reproduction of four species of vespertilionid bats in Paraguay. Berkeley, California, Estados Unidos de America, University of California Press. 41 p. (University of California publications in Zoology v. 107)
110. Neuweiler, G. 1993. *Biologie der Fledermäuse*. Stuttgart, Alemania, Georg Thieme Verlag. 350 p.
111. Nevling, L. 1971. The ecology of an elfin forest in Puerto Rico, 16. The flowering cycle and an interpretation of its seasonality. *Journal of the Arnold Arboretum* 52(4): 586-613.
112. ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1976. Mapa Ecológico del Perú. Lima, Perú. Escala 1:100000. Color.
113. Oria, F; Machado, M. 2007. Determinación de la dieta de algunas especies de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) de la cordillera central de Venezuela. *FARAUTE Ciencia y Tecnología* 2(2): 5-15.
114. Osma de Bonilla, H; Turriago, G. 1986. Reproducción y comportamiento de una colonia de murciélagos *Carollia perspicillata* en cautividad. *Acta Biológica Colombiana* 1(2): 99-110.

115. Osma de Bonilla, H; Romero, G. 1988. Ciclo reproductivo del murciélago *Carollia perspicillata* en el campo. *Acta biológica colombiana* 1(4): 49-61.
116. Pacheco, V; Cadenillas, R; Salas, E; Tello, C; Zeballos, H. 2009. Diversity and endemism of Peruvian mammals, *Revista Peruana de Biología*, 16(1): 5-32.
117. Pacheco, V; Solari, S. 1997. Manual de los murciélagos peruanos con énfasis en las especies hematófagas. Lima, Perú, Organización Panamericana de la Salud. 74 p.
118. Pacheco, V; Solari, S; Vivar, E; Hocking, P. 1994. La riqueza biológica del Parque Nacional Yanachaga-Chemillén. *Magistri et Doctores* 7: 3-6.
119. Patterson, B; Willig, M; Stevens, R. 2003. Trophic Strategies, Niche Partitioning, and Patterns of Ecological Organization. *In* Kunz, T; Fenton, M. (eds.). *Bat ecology*. Chicago, Estados Unidos de América, University of Chicago Press. 779 p.
120. Perales, C. 2017. Dinámica forestal en un área de bosque húmedo premontano, Fundo Santa Teresa, distrito de Río Negro, Región Junín. Tesis Lic. Lima, Perú. UNALM. 68 p.
121. Pitnick, S; Jones, K; Wilkinson, G. 2006. Mating system and brain size in bats. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 273(1587): 719-724.
122. R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing (en línea). Consultado el 9 de mar. 2019. Disponible en: <https://www.r-project.org/>
123. Racey, P. 1982. Ecology of bat reproduction. *In* Kunz, T (ed.). *Ecology of bats*. Boston, Massachusetts, Estados Unidos de América, Springer. p. 57-104
124. Racey, P; Entwistle, A. 2000. Life history and reproductive strategies of bats. *In* Crichton, E; Krutzsch, P. (eds.) *Reproductive biology of bats*. San Diego, California, Academic Press p. 363–415.
125. Ramirez, J; Gallardo, J. 2010. Proyecto mesozonificación ecológica y económica para el desarrollo sostenible de la Provincia de Satipo, convenio entre el IIAP, DEVIDA y la Municipalidad Provincial de Satipo: uso actual de la tierra. Informe Temático. Iquitos, Perú, IIAP. 44 p.
126. Reis, S. 1989. Reproductive biology of *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista brasileira de Biología* 49(2): 369.
127. Reynel, C. (ed.). 2012. Flora y fauna del bosque montano nublado Puyu Sacha, Valle de Chanchamayo, Dp. Junín (1800-3200 mm). Lima, Perú, APRODES (Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible). 383 p.

128. Rivera, Y. 2014. Diversidad y composición florística en un área de bosque premontano, fundo Santa Teresa, Río Negro, Satipo, Junín. Tesis Mg. Sc. UNALM. Lima, Perú. 121 p.
129. Rocha da Silva, J; Filho, H; Lacher, T. 2013. Species richness and edge effects on bat communities from Perobas Biological Reserve, Paraná, southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 48(2): 135-141.
130. Rocha, R; Ferreira, D; López-Baucells, A; Farneda, F; Carreiras, J; Palmeirim, J; Meyer, C. 2017. Does sex matter? Gender-specific responses to forest fragmentation in Neotropical bats. *Biotropica* 49(6): 881-890.
131. Root, R. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs* 37(4): 317-350.
132. Root, R. 1973. Organization of the plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monographs* 43(1): 95-124.
133. Rozzi, R; Primack, R; Feinsinger, P; Dirzo, R; Massardo, F. 2001. ¿Qué es la biología de la conservación? *Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas*, México, Fondo de Cultura Económica: 45-58.
134. Sampaio, E. (2001). Effects of the forest fragmentation on the diversity and abundance patterns of central Amazonian bats. *Texas, Estados Unidos de América, Logos*. 191 p.
135. Sampaio, E; Kalko, E; Bernard, E; Rodríguez, B; Handley, C. 2003. A biodiversity assessment of bats (Chiroptera) in a tropical lowland rainforest of central amazonia, including methodological and conservation considerations. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38 (1): 17-31.
136. SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) - Dirección de Redes de Observación y Datos. 2013-2018. Estación SATIPO, Tipo Convencional-Meteorológica (en línea). Perú, Lima, Ministerio del Ambiente. Consultado el 9 de mar. del 2019. Disponible en: [https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/\\_dat\\_esta\\_tipo.php?estaciones=000571](https://www.senamhi.gob.pe/mapas/mapa-estaciones/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000571)
137. Sherwin, H; Montgomery, W; Lundy, M. 2012. The impact and implications of climate change for bats. *Mammal Review* 43 (3): 171-182.
138. Sikes, R; Gannon, W; Carroll, D; Danielson, B; Dragoo, J; Gannon, M. Gannon, W; Hale, D; McCain, C; Odell, D; Olson, L; Ressing, S; Timm, R; Trewhitt, S;

- Whaley, S. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of mammalogy* 92(1): 235-253.
139. Silveira, C. 2012. Biologia reprodutiva de duas espécies simpátricas do gênero *Artibeus* Leach, 1821 (Chiroptera: Phyllostomidae) no sul do Brasil. Tesis Mg. Sc. Porto Alegre, Brasil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 34 p.
140. Solari, S; Baker, R. 2006. Mitochondrial DNA sequence, karyotypic, and morphological variation in the *Carollia castanea* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae) with description of a new species. *Occasional Papers Museum of Texas Tech University*, 254: 1-16.
141. Speakman, J. 2008. The physiological costs of reproduction in small mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 363(1490): 375-398.
142. Stawski, C. 2012. Capture and care of northern long-eared bats (*Nyctophilus bifax*) and seasonal changes in insect abundance. *Australian Mammalogy* 34: 245-250.
143. Stoner, K; Salazar, A; Roxana, C; Quesada, M. 2003. Population dynamics, reproduction, and diet of the lesser long-nosed bat (*Leptonycteris curasoae*) in Jalisco, Mexico: implications for conservation, *Biodiversity & Conservation*. 12(2): 357-373.
144. Studier, E; Lysengen, V; Farrell, J. 1973. Biology of *Myotis thysanodes* and *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae)-II. Bioenergetics of pregnancy and lactation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology* 44(2): 467-471.
145. Taddei, V. 1976. The Reproduction of some Phyllostomidae Chiroptera from the Northwestern Region of the State of Sao-Paulo Brazil. *Boletim de Zoologia* 1: 313-330.
146. Taddei, V. 1979. Phyllostomidae (Chiroptera) do norte-ocidental do estado de São Paulo. III-Stenodermatinae. *Ciência e Cultura* 31(8): 900-914.
147. Taddei, V. 1980. Biologia reproductiva de Chiroptera: perspectiva e problemas. *Inter-facies, Escritos y Documentos*. Sao José do Río Preto, UNESP: IBILCE: 6:1-18.
148. Tamsitt, J; Valdivieso, D. 1965. Reproduction of the female big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus palmarum*, in Colombia. *Caribbean Journal of Science* 5: 157-166.



149. Terborgh, J. 1977. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. *Ecology* 58(5): 1007-1019.
150. Torres, D; Henao-Isaza, J; Castaño, J. 2018. Reproductive pattern of the silky short-tailed bat *Carollia brevicauda* (Chiroptera: Phyllostomidae) in the Andes of Colombia. *Mammal Study* 43(2): 133-139.
151. Tovar, A; Tovar, C; Saito, J. 2010. Yungas peruanas.- Bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes del Perú: una perspectiva ecorregional de conservación. Lima, Peru, Punto Impreso S.A. 151 p.
152. Trajano, E. 1984. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 2(5): 255-320.
153. Tuttle, M; Stevenson, D. 1982. Growth and Survival of Bats. In Kunz, T (ed.). *Ecology of bats*. Boston, Massachusetts, Estados Unidos de América, Springer. p. 105-150.
154. Velasco, P; Gardner, A; Patterson, B. 2010. Systematics of the *Platyrrhinus helleri* species complex (Chiroptera: Phyllostomidae), with descriptions of two new species. *Zoological journal of the Linnean Society* 159: 785-812.
155. Verde, R; Silva, R; Calouro, A. 2018. Activity patterns of frugivorous phyllostomid bats in an urban fragment in southwest Amazonia, Brazil.
156. Villamizar, A; Serrano, V; Ramírez, M. 2017. Reproductive activity of a population of *Nephelomys meridensis* (Rodentia: Cricetidae) in Colombia. *Mastozoología Neotropical* 24 (1): 177-189.
157. Willig, M. 1985. Reproductive Patterns of Bats from Caatingas and Cerrado Biomes in Northeast Brazil. *Journal of Mammalogy* 66(4): 668-681.
158. Willig, M; Presley, S; Bloch, C; Hice, C; Yanoviak, S; Diaz, M; Arias, L; Pacheco, V; Weaver, S. 2007. Phyllostomid bats of lowland Amazonia: Effects of habitat alteration on abundance. *Biotropica* 39(6): 737-746.
159. Wilson, D; Findley, J. 1970. Reproductive Cycle of a Neotropical Insectivorous Bat, *Myotis nigricans*. *Nature* 225 (5238): 1155.
160. Wilson, D. 1971. Ecology of *Myotis nigricans* (Mammalia: Chiroptera) on Barro Colorado Island, Panama Canal Zone. *Journal of Zoology* 163(1): 1-13.
161. Wilson, D. 1973. Reproduction in Neotropical Bats. *Periodicum biologorum* 75(1): 215-217.

162. Wilson, D. 1979. Reproductive patterns. *In* Baker J; Jones, J; Carter, D. *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomidae. Part III. Special publications.* The Museum, Texas Tech University. p. 317-378.
163. Withers, P; Cooper, C; Maloney, S; Bozinovic, F; Neto, A. 2016. *Ecological and Environmental Physiology of Mammals.* Nueva York, Estados Unidos de América, Oxford Univesity Press. 590 p.
164. Yahner, R. 1990. *Wildlife Management and Conservation Biology Revisited.* *Wildlife Society Bulletin (1973-2006)* 18 (3): 348–350.
165. Young, J; Hobbs, M. 1980. *La vida de los mamíferos: anatomía y fisiología.* Barcelona, España, Omega. 628 p.
166. Zegarra, O. 2019. *Diversidad y distribución estacional de los ensambles de quirópteros en el bosque secundario del fundo Santa Teresa en Satipo, Perú.* Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 123 p.
167. Zortea, M. 2003. *Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado.* *Brazilian Journal of Biology* 63(1): 159-168.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Lista de especies registradas en Fundo Santa Teresa, Satipo-Perú

Familia /Subfamilia	Especie	Registro	Gremio Trófico	Referencia
<b>Emballonuridae</b>				
Emballonurinae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	N	Insectívoro aéreo de espacios densos / abiertos	a, b, c, g, k
<b>Phyllostomidae</b>				
Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	N	Sanguinívoro o hematófago recogedor espacios muy densos	a, b, c, d, e, f, g, k, i
Glossophaginae	<i>Anoura caudifer</i>	N	Nectarívoro recogedor espacios muy densos	b, j
	<i>Glossophaga soricina</i>	R	Nectarívoro / Omnívoro recogedor espacios muy densos	a, b, c, e, f, g, k
Lonchophyllinae	<i>Lonchophylla robusta</i>	N	Nectarívoro recogedor espacios muy densos	a
	<i>Hsunycteris thomasi</i>	R	Nectarívoro recogedor espacios muy densos	g
Carollinae	<i>Carollia benkeithi</i>	R	Frugívoro recogedor espacios muy densos	f
	<i>Carollia breviceauda</i>	R	Frugívoro recogedor espacios muy densos	a, b, c, d, g, f, h, i
	<i>Carollia perspicillata</i>	R	Frugívoro recogedor espacios muy densos	a, b, c, d, e, f, g, i
Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	a, b, c, d, e, f
	<i>Artibeus planirostris</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	e
	<i>Dermanura anderseni</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	a, i
	<i>Dermanura glauca</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	d, h, i, j
	<i>Dermanura gnoma</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	b, c, g, i
	<i>Enchisthenes hartii</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	h, i, j
	<i>Mesophylla macconelli</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	a, f
	<i>Platyrrhinus brachycephalus</i>	N	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	b
	<i>Platyrrhinus incarum</i>	N	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	b
	<i>Platyrrhinus infuscus</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	a, f, i

## Continuación

Familia /Subfamilia	Especie	Registro	Gremio Trófico	Referencia
<b>Stenodermatinae</b>				
	<i>Platyrrhinus masu</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	a
	<i>Sturnira erythromos</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	h, j
	<i>Sturnira magna</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	i
	<i>Sturnira oporaphilum</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	f, i
	<i>Sturnira giannae</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	b, c, d, e, f, g, k
	<i>Sturnira tildae</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	b, c, d, f, g
	<i>Uroderma bilobatum</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	b, c, g, f
	<i>Uroderma magnirostrum</i>	N	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	a
	<i>Vampyriscus bidens</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	f, g
	<i>Vampyressa thyone</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	h, i
	<i>Vampyrodes caraccioli</i>	R	Frugívoro recogedor de espacios muy densos	a, f
<b>Micronycterinae</b>				
	<i>Micronycteris cf. megalotis</i>	N	Insectívoro recogedor de espacios muy densos	a, b, d, f
<b>Phyllostominae</b>				
	<i>Lophostoma silvicolum</i>	R	Insectívoro recogedor de espacios muy densos	a, b, c, f, j
	<i>Phyllostomus hastatus</i>	N	Omnívoro recogedor espacios muy densos	a, b, c, e, g
<b>Vespertilionidae</b>				
<b>Vespertilioninae</b>				
	<i>Eptesicus andinus</i>	R	Insectívoro aéreo de espacios abiertos	k
<b>Myotinae</b>				
	<i>Myotis keaysi</i>	R	Insectívoro aéreo de espacios densos	J
	<i>Myotis riparius</i>	R	Insectívoro aéreo de espacios abiertos	a, b, f, g

Taxonomía de familias y subfamilias basada en Gardner (2008) y Baker (2016).  
 Abreviaciones: a = Kalko (1997), b = Sampaio et al. (2003), c = Bernard (2002),  
 d = Loayza et al. (2006), e = Brito y Bocchiglieri (2012). f= Flores-Saldaña (2008),  
 g = Kalko y Handley (2001), h = Ferro et al. (2018), i = Arguero et al. (2012),  
 j = Jarrín y Fonseca (2001), k = Iñiguez (1993). R = Especie reportada en Zegarra (2019).  
 N = Nuevo Registro.

FUENTE: Elaboración propia

**ANEXO 2: Riqueza y Abundancia de Familias y Gremios Tróficos**

Familia /Subfamilia	Especies		Individuos	
	N	%	N	%
<b>Emballonuridae</b>	<b>1</b>	<b>4.8%</b>	<b>1</b>	<b>0.3%</b>
<b>Phyllostomidae</b>	<b>19</b>	<b>90.5%</b>	<b>287</b>	<b>98.6%</b>
Carollinae	3	14.3%	230	79.0%
Desmodontinae	1	4.8%	1	0.3%
Glossophaginae	2	9.5%	3	1.0%
Lonchophyllinae	1	4.8%	1	0.3%
Micronycterinae	1	4.8%	2	0.7%
Phyllostominae	2	9.5%	2	0.7%
Stenodermatinae	9	42.9%	48	16.5%
<b>Vespertilionidae</b>	<b>1</b>	<b>4.8%</b>	<b>3</b>	<b>1.0%</b>
Gremio Trófico	Especies		Individuos	
	N	%	N	%
<b>Frugívoro_recogedor</b>	13	59.1%	278	95.5%
<b>Insectívoro_aereo</b>	2	9.5%	4	1.4%
<b>Insectívoro_recogedor</b>	2	9.5%	3	1.0%
<b>Nectarívoro_recogedor</b>	3	14.3%	4	1.4%
<b>Sanguinívoro_recogedor</b>	1	4.8%	1	0.3%
<b>Omnívoro_recogedor</b>	1	4.8%	1	0.3%
<b>Total</b>	<b>22</b>		<b>291</b>	

FUENTE: Elaboración propia

**ANEXO 3: Abundancia Relativa (Pi) y Tasa de Captura (TC) de Géneros y Especies Registradas**

<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>Pi</b>	<b>Pi (%)</b>	<b>TC (Ind / 100 m<sup>2</sup>.h)</b>	<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>Pi</b>	<b>Pi (%)</b>	<b>TC</b>
<b>Anoura</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.02</b>	<b>Micronycteris</b>	<b>2</b>	<b>0.01</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.05</b>
<i>A. caudifer</i>	1	0.00	0.3%	0.02	<i>M. cf. megalotis</i>	2	0.01	0.7%	0.05
<b>Artibeus</b>	<b>15</b>	<b>0.05</b>	<b>5.2%</b>	<b>0.35</b>	<b>Myotis</b>	<b>3</b>	<b>0.01</b>	<b>1.0%</b>	<b>0.07</b>
<i>A. lituratus</i>	10	0.03	3.4%	0.23	<i>M. spp*</i>	3	0.01	1.0%	0.07
<i>A. planirostris</i>	5	0.02	1.7%	0.12	<b>Phyllostomus</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.02</b>
<b>Carollia</b>	<b>230</b>	<b>0.79</b>	<b>79.0%</b>	<b>5.32</b>	<i>P. hastatus</i>	1	0.00	0.3%	0.02
<i>C. benkeithi</i>	72	0.25	24.7%	1.67	<b>Platyrrhinus</b>	<b>9</b>	<b>0.03</b>	<b>3.1%</b>	<b>0.21</b>
<i>C. brevicauda</i>	27	0.09	9.3%	0.63	<i>P. brachycephalus</i>	1	0.00	0.3%	0.02
<i>C. perspicillata</i>	131	0.45	45.0%	3.03	<i>P. incarum</i>	8	0.03	2.7%	0.19
<b>Dermanura</b>	<b>4</b>	<b>0.01</b>	<b>1.4%</b>	<b>0.09</b>	<b>Saccopteryx</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.02</b>
<i>D. glaucus</i>	3	0.01	1.0%	0.07	<i>S. bilineata</i>	1	0.00	0.3%	0.02
<i>D. gnomus</i>	1	0.00	0.3%	0.02	<b>Sturnira</b>	<b>16</b>	<b>0.05</b>	<b>5.5%</b>	<b>0.37</b>
<b>Desmodus</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.02</b>	<i>S. giannae</i>	5	0.02	1.7%	0.12
<i>D. rotundus</i>	1	0.00	0.3%	0.02	<i>S. tildae</i>	11	0.04	3.8%	0.25
<b>Glossophaga</b>	<b>2</b>	<b>0.01</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.05</b>	<b>Uroderma</b>	<b>4</b>	<b>0.01</b>	<b>1.4%</b>	<b>0.09</b>
<i>G. soricina</i>	2	0.01	0.7%	0.05	<i>U. bilobatum</i>	3	0.01	1.0%	0.07
<b>Lonchophylla</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.02</b>	<i>U. magirostrum</i>	1	0.00	0.3%	0.02
<i>L. robusta</i>	1	0.00	0.3%	0.02					
<b>Lophostoma</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>0.3%</b>	<b>0.02</b>	<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>	<b>6.74</b>
<i>L. silvicolum</i>	1	0.00	0.3%	0.02					

FUENTE: Elaboración propia

**ANEXO 4: Variación Mensual de la Abundancia Relativa (Pi) por Género y Especie**

Especies	Oct		Nov		Dic		Ene		Feb		Mar		Abr		May		Jun		Jul		Ago		Set	
	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi	N	Pi
<i>Anoura</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.08	0	-	0	-	0	-
<i>A. caudifer</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.08	0	-	0	-	0	-
<i>Artibeus</i>	0	-	1	0.03	3	0.07	6	0.16	2	0.07	1	0.04	0	-	0	-	1	0.08	0	-	1	0.09	0	-
<i>A. lituratus</i>	0	-	0	-	3	0.07	3	0.08	1	0.03	1	0.04	0	-	0	-	1	0.08	0	-	1	0.09	0	-
<i>A. planirostris</i>	0	-	1	0.03	0	-	3	0.08	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Carollia</i>	33	0.94	27	0.90	34	0.81	26	0.68	20	0.69	18	0.78	21	0.75	6	0.75	8	0.67	19	0.79	8	0.73	10	0.91
<i>C. benkeithi</i>	16	0.46	14	0.47	10	0.24	5	0.13	6	0.21	7	0.30	4	0.14	3	0.38	0	-	4	0.17	1	0.09	2	0.18
<i>C. brevicauda</i>	3	0.09	3	0.10	2	0.05	1	0.03	3	0.10	4	0.17	4	0.14	0	-	1	0.08	3	0.13	2	0.18	1	0.09
<i>C. perspicillata</i>	14	0.40	10	0.33	22	0.52	20	0.53	11	0.38	7	0.30	13	0.46	3	0.38	7	0.58	12	0.50	5	0.45	7	0.64
<i>Dermanura</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	1	0.03	2	0.09	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>D. glaucus</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.03	2	0.09	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>D. gnomus</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Desmodus</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>D. rotundus</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Glossophaga</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	1	0.13	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>G. soricina</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	1	0.13	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Lonchophylla</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.08	0	-	0	-	0	-
<i>L. robusta</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.08	0	-	0	-	0	-
<i>Lophostoma</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>L. silvicolum</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Micronycteris</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>M. cf. megalotis</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Myotis</i>	0	-	0	-	1	0.02	0	-	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-
<i>M. spp*</i>	0	-	0	-	1	0.02	0	-	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-
<i>Phyllostomus</i>	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>P. hastatus</i>	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Platyrrhinus</i>	1	0.03	0	-	2	0.05	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	4	0.17	0	-	1	0.09
<i>P. brachycephalus</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.04	0	-	0	-
<i>P. incarum</i>	1	0.03	0	-	2	0.05	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	3	0.13	0	-	1	0.09
<i>Saccopteryx</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>S. bilineata</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Sturnira</i>	0	-	1	0.03	1	0.02	2	0.05	3	0.10	2	0.09	4	0.14	1	0.13	1	0.08	0	-	1	0.09	0	-
<i>S. giannae</i>	0	-	0	-	0	-	1	0.03	0	-	1	0.04	3	0.11	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>S. tilda</i>	0	-	1	0.03	1	0.02	1	0.03	3	0.10	1	0.04	1	0.04	1	0.13	1	0.08	0	-	1	0.09	0	-
<i>Uroderma</i>	1	0.03	0	-	1	0.02	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.09	0	-
<i>U. bilobatum</i>	1	0.03	0	-	1	0.02	0	-	1	0.03	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.09	0	-
<i>U. magnirostrum</i>	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	1	0.09	0	-
<b>Total general</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>42</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>1</b>

\* Posibles especies: *Myotis nigricans*, *Myotis keasy*, *Myotis riparius*

FUENTE: Elaboración propia

**ANEXO 5: Cálculos mensuales de Log (Pi) para Curvas de Rango-Abundancia en Géneros más Abundantes**

Mes	<i>Artibeus</i>			<i>Carollia</i>			<i>Dermanura</i>			<i>Glossophaga</i>			<i>Micronycteris</i>			<i>Myotis</i>			<i>Platyrrhinus</i>			<i>Sturnira</i>			<i>Uroderma</i>			Total N
	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	N	Pi	Log(Pi)	
Oct	0	-	-	33	0.94	-0.03	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.03	-1.54	0	-	-	1	0.03	-1.54	35
Nov	1	0.03	-1.48	27	0.90	-0.05	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.03	-1.48	0	-	-	30
Dic	3	0.07	-1.15	34	0.81	-0.09	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.02	-1.62	2	0.05	-1.32	1	0.02	-1.62	1	0.02	-1.62	42
Ene	6	0.16	-0.80	26	0.68	-0.16	1	0.03	-1.58	1	0.03	-1.58	1	0.03	-1.58	0	-	-	0	-	-	2	0.05	-1.28	0	-	-	38
Feb	2	0.07	-1.16	20	0.69	-0.16	1	0.03	-1.46	0	-	-	1	0.03	-1.46	0	-	-	1	0.03	-1.46	3	0.10	-0.99	1	0.03	-1.46	29
Mar	1	0.04	-1.36	18	0.78	-0.11	2	0.09	-1.06	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	2	0.09	-1.06	0	-	-	23
Abr	0	-	-	21	0.75	-0.12	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.04	-1.45	0	-	-	4	0.14	-0.85	0	-	-	28
May	0	-	-	6	0.75	-0.12	0	-	-	1	0.13	-0.90	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.13	-0.90	0	-	-	8
Jun	1	0.08	-1.08	8	0.67	-0.18	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.08	-1.08	0	-	-	12
Jul	0	-	-	19	0.79	-0.10	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.04	-1.38	4	0.17	-0.78	0	-	-	0	-	-	24
Ago	1	0.09	-1.04	8	0.73	-0.14	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.09	-1.04	1	0.09	-1.04	11
Set	0	-	-	10	0.91	-0.04	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	1	0.09	-1.04	0	-	-	0	-	-	11

FUENTE: Elaboración propia



**ANEXO 6: Resumen de datos biológicos entre octubre 2015 y setiembre 2016**

Mes	Adulto									Juvenil			TOTAL	
	H					M				Total	H	M		Total
	P	L	NR	P-L	Total	NR	E	Total						
Octubre	5	5	1	0	11	17	0	17	28	2	4	6	34	
Noviembre	1	8	4	0	13	8	1	9	22	1	7	8	30	
Diciembre	4	4	4	0	12	9	3	12	24	4	14	18	42	
Enero	7	5*	4	0	11	12	0	12	23	2	8	10	33	
Febrero	0	3	2	0	5	8	0	8	13	4	10	14	27	
Marzo	0	4	6	1	11	4	1	5	16	5	2	7	23	
Abril	0	1	6	0	7	6	4	10	17	5	5	10	27	
Mayo	0	1	2	0	3	2	3	5	8	0	0	0	8	
Junio	0	1	4	0	5	0	2	2	7	4	1	5	12	
Julio	2	0	4	0	6	3	10	13	19	3	2	5	24	
Agosto	2	0	1	0	3	0	4	4	7	4	0	4	11	
Setiembre	0	0	2	3	5	0	4	4	9	0	1	1	10	
Total	21	27	40	4	92	69	32	101	198	34	54	88	286	

Abreviaciones: P=Preñada, L = Lactante, P-L = Preñada y Lactante, NR= No reproductivo, E= Escrotal, H=Hembra, M=Macho. \* Lactante con cría  
 FUENTE: Elaboración propia





### ANEXO 8: Correlaciones paramétricas de Pearson

Variables	Parámetros	CP RS	EM repro	EM pre	EM lact	EM RS	Fru repro	Fru lact	Fru RS
PP WC2	r	-0.044	0.664	0.060	0.486	-0.246	0.639	0.454	-0.246
	P-valor	0.892	0.019	0.854	0.109	0.441	0.025	0.138	0.441
	Sig.	NS	**	NS	NS	NS	**	NS	NS
PP_SEN_C	r	-0.187	0.537	-0.018	0.526	-0.294	0.523	0.483	-0.294
	P-valor	0.561	0.072	0.956	0.079	0.353	0.081	0.112	0.353
	Sig.	NS	*	NS	*	NS	*	NS	NS
PP_SEN_ 15-16	r	-0.027	0.517	-0.192	0.615	-0.101	0.505	0.619	-0.101
	P-valor	0.934	0.085	0.551	0.033	0.754	0.094	0.032	0.754
	Sig.	NS	*	NS	**	NS	*	NS	NS
T_WC2	r	0.057	0.665	0.086	0.684	-0.243	0.685	0.709	-0.243
	P-valor	0.859	0.018	0.791	0.014	0.448	0.014	0.010	0.448
	Sig.	NS	**	NS	**	NS	**	***	NS
T_SEN_C	r	0.207	0.563	0.051	0.669	-0.290	0.588	0.712	-0.290
	P-valor	0.519	0.056	0.876	0.017	0.360	0.044	0.009	0.360
	Sig.	NS	*	NS	**	NS	**	***	NS
T_SEN_15-16	r	0.322	0.535	0.172	0.382	0.081	0.642	0.525	0.081
	P-valor	0.307	0.073	0.592	0.220	0.802	0.024	0.080	0.802
	Sig.	NS	**	NS	NS	NS	**	*	NS

Abreviaciones: CP = *Carollia perspicillata*, EM= Conjunto de ensambles de murciélagos, Fru= Frugívoros, repro= reproductivos, pre=preñadas, lact=lactantes, RS=razón de sexo.

r = Coeficiente de Pearson. \* = p-valor < 0.1, \*\* = p-valor < 0.05, \*\*\* p-valor < 0.01

FUENTE: Elaboración propia

**ANEXO 9: Prueba de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Lilliefors**

Variable	Estadístico_D	p-valor	Sig.
PP_WC2	0.180	0.352	NS
PP_SEN_C	0.151	0.632	NS
PP_SEN_15-16	0.213	0.138	NS
T_WC2	0.211	0.145	NS
T_SEN_C	0.231	0.078	NS
T_SEN_15-16	0.186	0.302	NS
CP_pre	0.280	0.010	**
CP_lact	0.255	0.030	**
CP_RS	0.132	0.812	NS
EM_repro	0.196	0.228	NS
EM_pre	0.226	0.092	NS
EM_lact	0.129	0.842	NS
EM_RS	0.164	0.498	NS
Fru_repro	0.226	0.090	NS
Fru_pre	0.242	0.050	**
Fru_lact	0.154	0.599	NS
Fru_RS	0.164	0.498	NS

Abreviaciones: CP = *Carollia perspicillata*, EM= Conjunto de ensambles de murciélagos, Fru= Frugívoros, repro= reproductivos, pre=preñadas, lact=lactantes, RS=razón de sexo.

\* = p-valor < 0.1, \*\* = p-valor < 0.05

FUENTE: Elaboración propia

**ANEXO 10: Correlaciones No Paramétricas de Spearman**

Variable	Parámetros	C.perspi_pre	C.perspi_lact	Fru_pre
PP WC2	Rho	0.093	0.549	0.210
	p.valor	0.777	0.069	0.513
	Sig.	NS	*	NS
PP_SEN_C	Rho	0.030	0.619	0.139
	p.valor	0.934	0.036	0.670
	Sig.	NS	**	NS
PP_SEN_ 15-16	Rho	-0.067	0.637	0.093
	p.valor	0.841	0.030	0.779
	Sig.	NS	**	NS
T_WC2	Rho	0.011	0.692	0.171
	p.valor	0.981	0.016	0.597
	Sig.	NS	**	NS
T_SEN_C	Rho	0.000	0.586	0.228
	p.valor	1.000	0.050	0.477
	Sig.	NS	*	NS
T_SEN_15-16	Rho	-0.142	0.216	0.078
	p.valor	0.662	0.500	0.814
	Sig.	NS	NS	NS

Abreviaciones: CP = *Carollia perspicillata*, pre=preñadas, lact=lactantes.

\* = p-valor < 0.1, \*\* = p-valor < 0.05

FUENTE: Elaboración propia

**ANEXO 11: Fotografías de los viajes de campo realizados al IRD-Fundo Santa Teresa entre octubre 2015 y setiembre 2016**



**Fotografía 1: Instalación de redes. Se evidencia a la izquierda el bosque secundario y a la derecha el campo de cultivo.**

FUENTE: Elaboración propia



**Fotografías 2 y 3: Macho abdominal de *Carollia benkeithi* registrado en octubre 2015. Se evidencia el marcaje de las uñas de las patas con esmalte.**

FUENTE: Elaboración propia



**Fotografía 4: Registro de una hembra lactante de *Phyllostomus hastatus* en noviembre.**

FUENTE: Elaboración propia



**Fotografía 5: Registro de una hembra preñada de *Uroderma bilobatum* en diciembre 2015.**

FUENTE: Elaboración propia





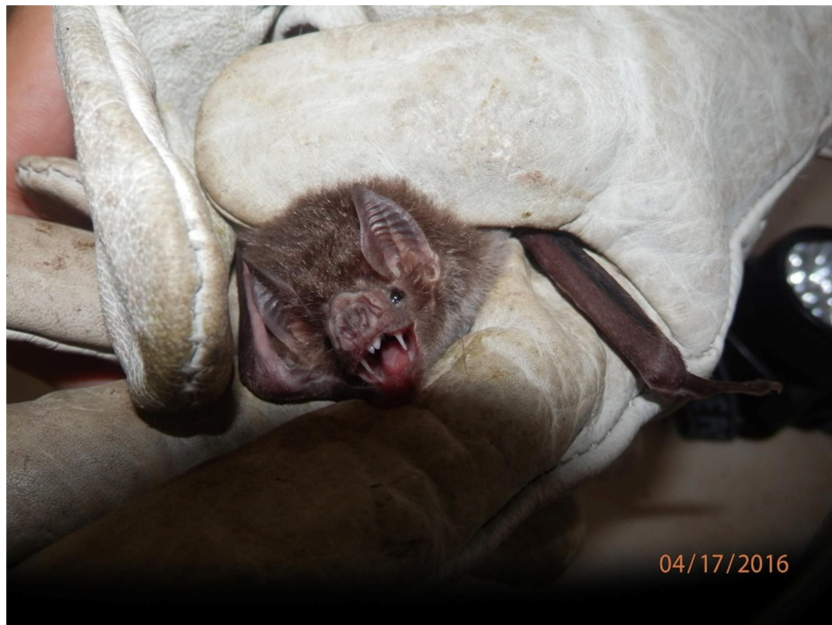
**Fotografías 6 y 7: Registro de hembra lactante de *Saccopteryx bilineata* en Enero 2016**  
FUENTE: Elaboración propia



**Fotografía 8: Registro de *Micronycteris cf. megalotis* en Enero 2016**  
FUENTE: Elaboración propia



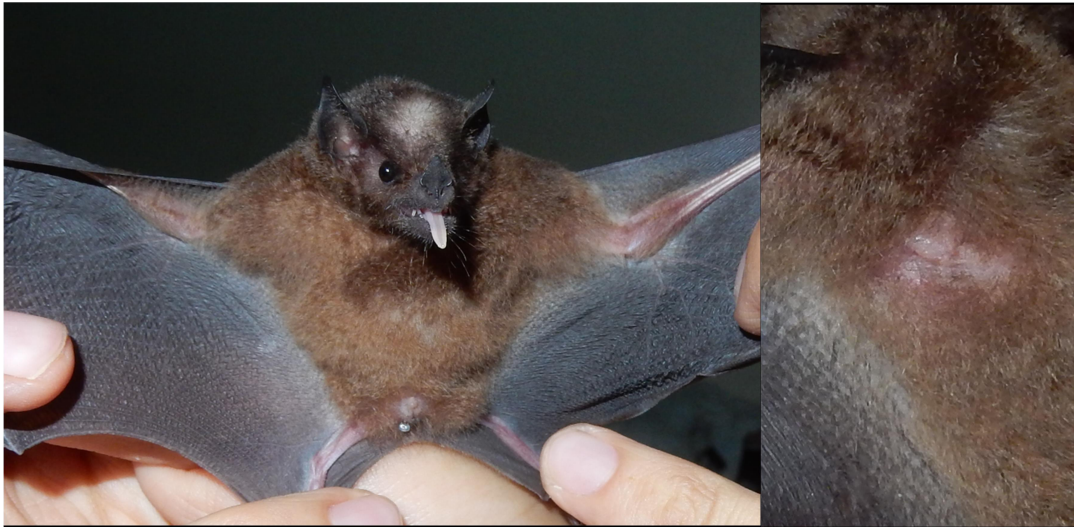
**Fotografía 9: Registro de *Myotis* en abril 2016.**  
FUENTE: Mily Valle



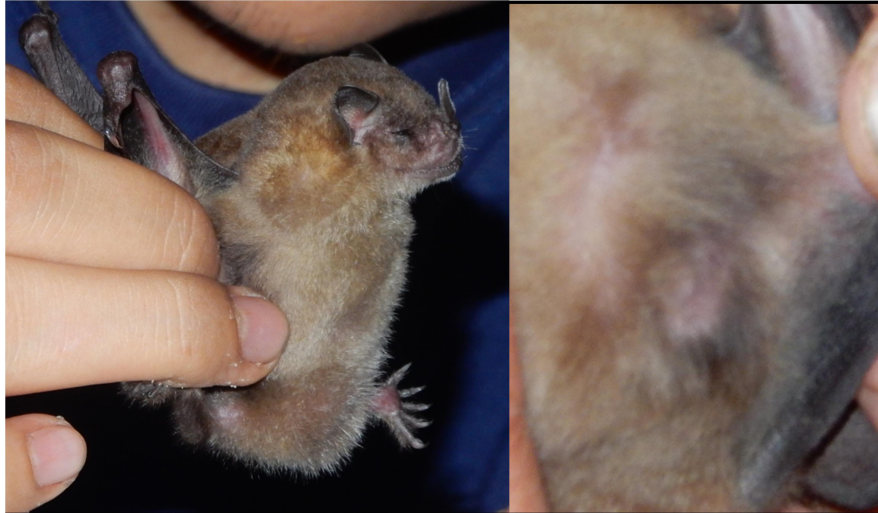
**Fotografía 10: Registro de *Desmodus rotundus* en abril 2016.**  
FUENTE: Mily Valle



**Fotografías 11: Registro de *Lonchophylla cf. robusta* en junio 2016.**  
FUENTE: Elaboración propia



**Fotografías 12 y 13: Registro de *Anoura caudifer* en junio 2016. Evidencia de ausencia de pelo en mama.**  
FUENTE: Elaboración propia



**Fotografías 14 y 15: Registro de una hembra lactante de *Sturnira tildae* en Mayo 2016.**

FUENTE: Elaboración propia



**Fotografía 16: Registro de *Uroderma magnirostrum* en Agosto 2016.**

FUENTE: Elaboración propia



**Fotografías 17 y 18: Registro de una hembra de *Platyrrhinus incarum*. Se evidencia el vientre hinchado y la ausencia de pelo en mamas, capturada en setiembre 2016.**

FUENTE: Elaboración propia



**Fotografías 19 y 20: Registro de una hembra de *Carollia perspicillata*. Se evidencia el vientre hinchado y la ausencia de pelo en mamas, capturada en setiembre 2016.**

FUENTE: Elaboración propia