



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Variación de la comunidad de quirópteros en un ecosistema  
piemontano degradado en una localidad al suroccidente del  
Ecuador.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
BIÓLOGO CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN.**

**Autores:**

**JORGE FEDERICO FERNÁNDEZ DE CÓRDOVA VÁSQUEZ**

**JUAN JAVIER ROMÁN CRESPO**

**Director:**

**BLGO. PEDRO XAVIER ASTUDILLO WEBSTER, PH. D.**

**CUENCA – ECUADOR**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A mis abuelos Judith y Jorge, a quienes debo el haber crecido bajo mis propias convicciones, por mostrarme el mundo desde la razón y la compasión, sin imponerme la falacia de la fe en deidades ausentes. A ellos, por estar, ser y proveer de forma incondicional.

Todo el cariño y admiración.

*Jorge Fernández de Córdoba.*

A mis padres quienes han sido el pilar fundamental de mi vida, quienes con su apoyo, formación y constancia han forjado a la persona que soy hoy, a mis hermanos por comprenderme, pero sobre todo a mi madre mi guía, mi soporte por sostenerme en cada paso y enseñarme que no hay obstáculo en la vida que no se pueda superar.

*Juan Javier Román.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos especialmente a Pedro Astudillo, por la paciencia y el apoyo brindado dirigiendo este trabajo.

A Javier Fernández de Córdoba por la instrucción y consejo durante la realización de esta investigación.

A David Siddons y Boris Tinoco por las sugerencias y apoyo para mejorar en cada paso de aprendizaje y desarrollo de este proyecto.

A nuestros amigos, José Manuel Falcón, Jaime Fajardo y Katherin Salinas por la ayuda, el esfuerzo, las risas, y todo el apoyo que nos han dado durante todos estos meses.

A todas aquellas personas que nos dieron una mano durante la realización de este trabajo; en el campo, en la universidad, en casa, agradecemos infinitamente.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE DE FIGURAS Y TABLAS</b> .....	<b>V</b>
<b>INDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>Objetivo General</b> .....	<b>3</b>
<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>4</b>
<b>MÉTODOS</b> .....	<b>4</b>
1.1. Área de estudio.....	4
1.2. Diseño experimental.....	5
1.2.1. Estructura de la vegetación .....	7
1.3. Análisis de datos.....	8
1.3.1. Estructura del hábitat .....	8
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>11</b>
2.1. Diversidad de quirópteros.....	11
2.2. Ordenación de la comunidad. ....	15
<b>CAPITULO 3</b> .....	<b>17</b>
<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>17</b>
3.1. Ensamble de especies .....	17
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>BILBIOGRAFÍA</b> .....	<b>21</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>29</b>

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>Mapa 1.:</b> Ubicación del ecosistema: Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes. Ubicación del área de estudio con respecto al ecosistema. Fuente: Ministerio del Ambiente 2013.....	4
<b>Mapa 2.:</b> Área de estudio y distribución de 12 redes de niebla (seis en bosque y seis en cultivo) en la localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. ....	6
<b>Figura 1.:</b> Ordenación en dos ejes del análisis de componentes principales (PCA) para condensar la información de siete variables de la vegetación (véase métodos) en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador .....	10
<b>Figura 2.:</b> Curvas de acumulación de especies para la comunidad de murciélagos de dos tipos de hábitat en la localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. ....	13
<b>Figura 3.:</b> Curvas de Rango – Abundancia de la comunidad de murciélagos en dos tipos de uso de suelo en la localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. Para los códigos de las especies referirse a la Tabla 1. ....	14
<b>Figura 4.:</b> Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la comunidad de murciélagos de un ecosistema piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.....	16
<b>Tabla 1.:</b> Cargas factoriales de los primeros dos componentes del PCA de siete variables de la vegetación (véase métodos) en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad La Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.....	10
<b>Tabla 2.:</b> Lista de especies de murciélagos registradas con sus códigos, abundancia para cada tipo de hábitat, y afinidad al gremio trófico. ....	12

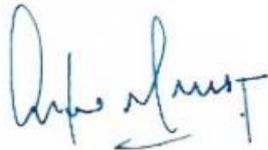
## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Información detalla de las capturas por cada individuo registrado a través de 12 redes de niebla para el monitoreo de murciélagos en un bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. ....	29
<b>Anexo 2.</b> Imagen de la matriz de registro para estructura de la vegetación del hábitat de la comunidad de murciélagos en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. ....	40
<b>Anexo 3.</b> Contribución de los componentes principales para la estructura de vegetación mediante el método Broken Stick. ....	41
<b>Anexo 4.</b> Imágenes de campo para el monitoreo de la comunidad de murciélagos en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. ....	42
<b>Anexo 5.</b> Registro fotográfico de especies capturadas en la localidad de Palmas, cantón Pucará, Provincia del Azuay. ....	43

## RESUMEN

Los bosques piemontanos neotropicales son zonas de gran diversidad de vertebrados; destacan los murciélagos, ocupando una gran variedad de nichos ecológicos, como parte integral de procesos ecosistémicos cruciales para la funcionalidad de los bosques. Poco se conocen sus estructuras comunitarias particularmente en localidades con influencia agraria extensiva. Este estudio analiza composición y estructura de comunidades de murciélagos en relación a una matriz de cultivo y remanentes de bosque secundario piemontano en Las Palmas, Pucará, provincia del Azuay. Los resultados muestran que en ambos tipos de uso de suelo existe dominancia de grupos generalistas, donde la comunidad está influenciada por la estructura de la vegetación entre parches de bosque y cultivos; los grupos especializados incrementan su presencia hacia hábitats más heterogéneos. Este trabajo servirá como base para entender como influencia el cambio de uso de suelo en la comunidad de murciélagos y promover planes para mantener comunidades viables a futuro.

**Palabras clave:** Plantación de cacao, estructura del hábitat, murciélagos especialistas, bosque secundario.



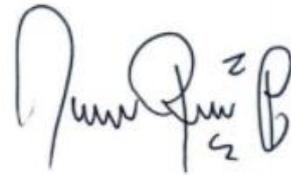
**Antonio Crespo PhD**  
Coordinador de carrera



**Pedro Xavier Astudillo Webster PhD**  
Tutor



**Jorge Federico Fernández de Córdova Vásquez**  
Estudiante



**Juan Javier Román Crespo**  
Estudiante

**ABSTRACT**

Neotropical piemontane forests are areas of great vertebrate diversity; bats occupy a wide variety of ecological niches as an integral part of ecosystem processes crucial to forest functionality. Little is known about their community structures, particularly in localities with extensive agricultural influence. This study analyzes the composition and structure of bat communities in relation to a generalized crop matrix and remnants of secondary piemontane forest in Las Palmas, Pucará, Azuay province. The results show that in both types of land use there is a dominance of generalist bat groups, where the community is influenced by the vegetation structure between forest and crop patches; there is an increase in the presence of specialized bat groups towards more heterogeneous habitats. This work will serve as a basis for understanding how land-use change influences the bat community and promote plans to maintain viable communities in the future.

**Keywords:** Cacao plantation, habitat structure, specialist bats, secondary forest.

**Antonio Crespo PhD**  
School Director

**Pedro Xavier Astudillo Webster PhD**  
Thesis Director

**Jorge Federico Fernández de Córdova Vásquez**  
Author

**Juan Javier Román Crespo**  
Author

Translated by

**Jorge Federico Fernández de Córdova Vásquez**

**Juan Javier Román Crespo**

Jorge Federico Fernández de Córdova Vásquez

Juan Javier Román Crespo

Trabajo de grado.

Blgo. Pedro Xavier Astudillo Webster, Ph. D.

Septiembre, 2021

**VARIACIÓN DE LA COMUNIDAD DE QUIRÓPTEROS EN UN  
ECOSISTEMA PIEMONTANO DEGRADADO EN UNA LOCALIDAD AL  
SUROCCIDENTE DEL ECUADOR.**

**INTRODUCCIÓN**

Las estribaciones de los bosques piemontanos contienen parte de la mayor diversidad de vertebrados neotropicales (Gardner et al., 2009). Destacan especialmente los pequeños mamíferos voladores, que son animales de hábitos nocturnos y el segundo grupo más diverso de mamíferos después de los roedores (Eklöf & Rydell, 2018). Los murciélagos ocupan una gran variedad de nichos ecológicos importantes tales como dispersores de semillas y polinizadores (Kasso & Balakrishnan, 2013). En adición, son excelentes predadores que se encargan de controlar poblaciones de insectos y otros pequeños vertebrados (Ducummon, 2000; Fenton & Simmons, 2015). Todas estas características resultan en especies importantes para procesos ecológicos asociados a la regeneración y conservación de bosques (Fleming & Kress, 2011).

A pesar de su importancia, es poco lo que se conoce sobre cómo están ensambladas las comunidades de murciélagos, particularmente en zonas de gran diversidad como los bosques tropicales (Medellín et al., 2000). En adición, son escasos los remanentes de bosque tropical en tierras bajas, ya que son modificados constantemente por la expansión agrícola (Gardner et al., 2009). De tal forma, es evidente la necesidad de evaluar los cambios de la comunidad de murciélagos que ocupan los remantes de bosque y cómo responden a la pérdida del hábitat asociado a la expansión agrícola (Kalko & Handley, 2001).

En particular los murciélagos, gracias a su capacidad de vuelo, son capaces de ocupar grandes áreas de forrajeo, facilitando a estos organismos obtener recursos

en hábitats fragmentados (Fahrig, 2003; Jones et al., 2009; Bader et al., 2015), inclusive en cultivos y plantaciones. Por ejemplo, ciertos grupos generalistas podrían adaptarse a diferentes tipos de uso de suelo disturbados (Bender et al., 2003), tales como plantaciones y pastizales (Oporto, 2015). Sin embargo, especies especialistas de hábitat no logran adaptarse de la misma forma, esto resulta en procesos de homogeneización biótica, restringiendo a grupos especializados a remanentes de hábitats mejor conservados (Smart et al., 2006; Meyer et al., 2016; Astudillo et al., 2018), mientras que especies generalistas tienen a dominar el paisaje.

Los bosques piemontanos occidentales al sur de Ecuador están caracterizados por un mosaico de plantaciones (en su mayoría cacao) que interceptan remanentes de bosque secundario pequeños y aislados (Sierra, 2013). Por tanto, la comunidad de murciélagos estaría fuertemente influenciada por la pérdida de hábitat y la fragmentación. En este contexto, es necesario conocer la composición y estructura de la comunidad de importantes especies como los murciélagos. Esta información es necesaria para entender la influencia de los cambios en el uso de suelo en localidades diversas y prioritarias para la conservación (Lacki et al., 2007; Jones et al., 2009; Balthazar et al., 2015; Van der Hoek, 2017). Por ejemplo, la variación de las comunidades de murciélagos en escenarios de disturbio puede aportar con información en donde los murciélagos especialistas son más diversos y cuáles son los requerimientos de su hábitat (Fenton, 2003), mejorando así decisiones de conservación.

Dentro de este marco, el presente estudio busca evaluar cambios en la comunidad de murciélagos (i.e., riqueza, abundancia y composición) que ocupan un bosque secundario piemontano del occidente y que está influenciado por una matriz dominada por una plantación de cacao. Se espera que la comunidad esté dominada por especies generalistas mayormente asociadas a la plantación de cacao. Mientras, grupos más especializados, tendrían una menor diversidad y respondería mayormente a cambios del hábitat relacionados con el bosque secundario.

### **Objetivo General.**

Evaluar la composición y estructura de la comunidad de quirópteros en un ambiente influenciado por plantaciones de cacao en un bosque piemontano occidental, localidad de Las Palmas, provincia del Azuay.

### **Objetivos Específicos.**

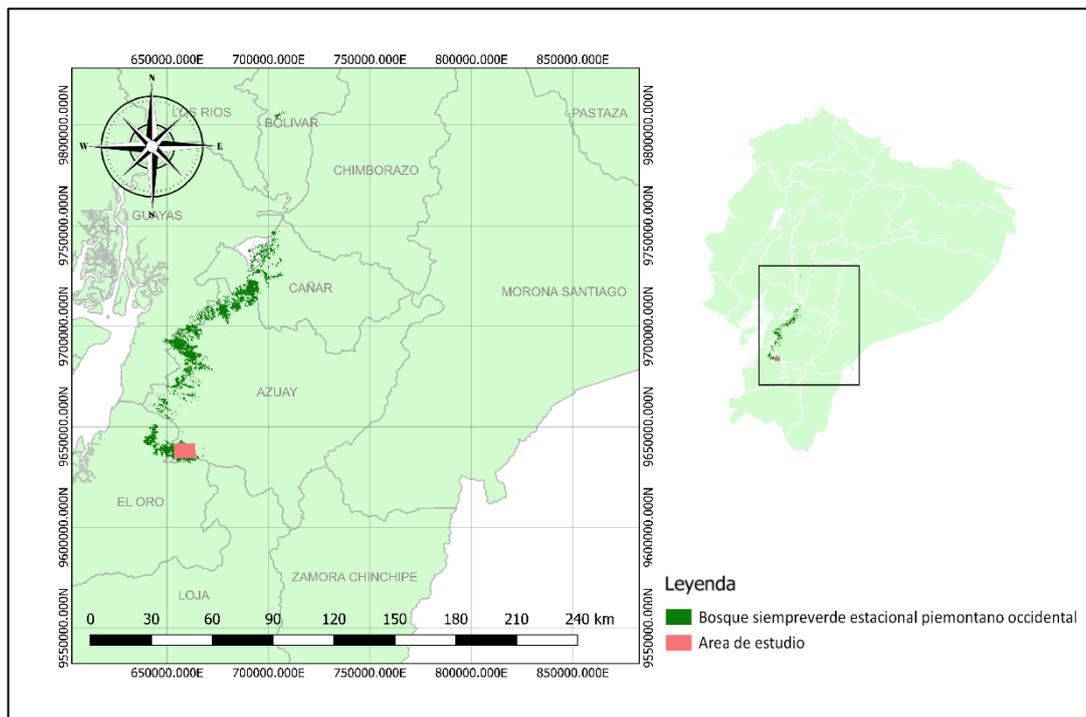
- Determinar la riqueza y abundancia de quirópteros entre dos tipos de hábitat correspondientes a parches de bosque piemontano y plantaciones de cacao.
- Analizar la estructura de la comunidad entre estos dos tipos de hábitat y establecer patrones de dominancia para grupos generalistas frente a grupos especializados.

## CAPÍTULO 1

### MÉTODOS

#### 1.1. Área de estudio

Este estudio fue realizado en un predio privado ubicado en la localidad de Las Palmas ( $3^{\circ}19'12.22''S$ ,  $79^{\circ}38'52.66''W$ , 280 m snm), cantón Pucará, provincia del Azuay (Mapa 1). El ecosistema de la zona corresponde a la formación de bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera occidental de los Andes, distribuido en rangos de elevación entre 250 m snm hasta 500 m snm. (Ministerio del Ambiente, 2013).



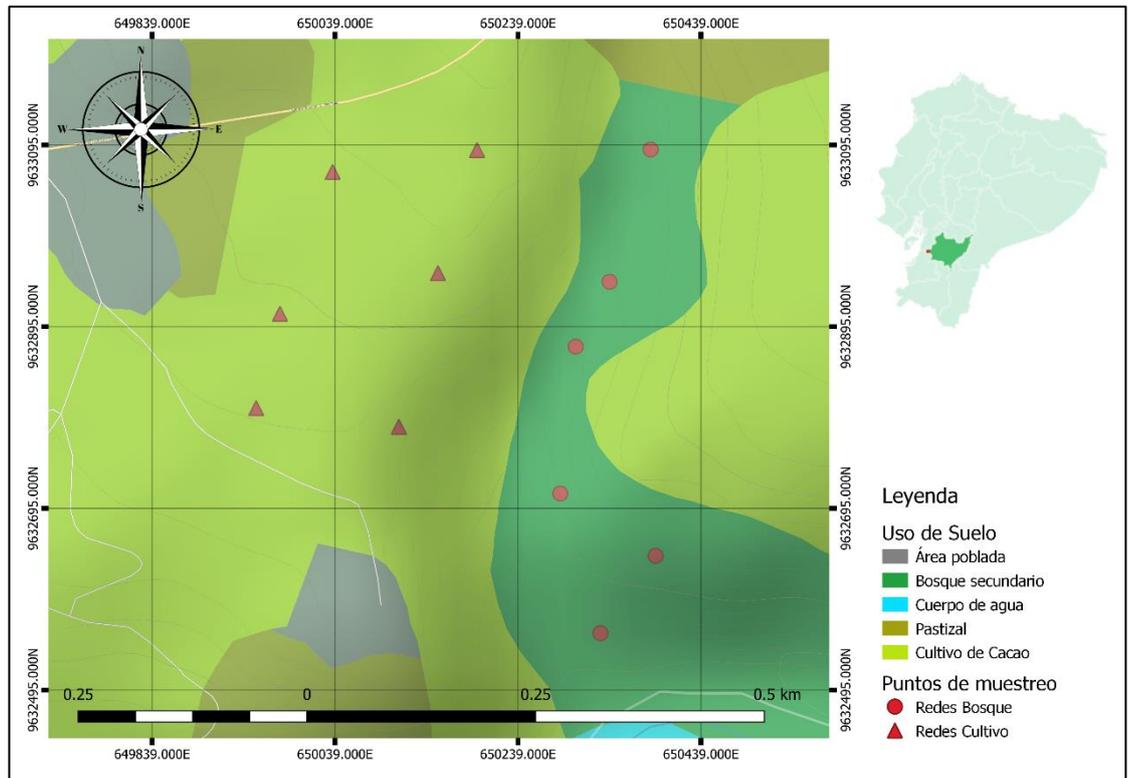
**Mapa 1.:** Ubicación de la región de estudio: Bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera occidental de los Andes. También se presenta la ubicación del área de estudio con respecto al ecosistema. Fuente: Ministerio del Ambiente 2013.

La localidad se encuentra dominada por una matriz agrícola, principalmente cultivos de cacao (*Theobroma cacao*), banano (*Musa paradisiaca*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Esta matriz intercepta a varios remanentes de bosque secundario distribuidos a en las cercanías del poblado como así también a orillas del río Jubones. Los remanentes de bosque presentan doseles de hasta 20 m de altura, con una vegetación dominante que corresponde a las familias

Boraginaceae (*Cordia alliodora*), Fabaceae (*Dussia lehmannii*, *Inga carinata*, *I. oerstediana*, *Inga silanchensis*, *Erythrina edulis*), Moraceae (*Sorocea Sarcocarpa*, *Poulsenia armata*, *Trophis racemosa*), Polygonaceae (*Coccoloba mollis*, *Triplaris cumingiana*), Meliaceae (*Ruagea Tomentosa*, *Trichilia septentrionalis*), Rutaceae (*Erythrochiton giganteus*), Sapindaceae (*Allophylus incanus*), Malvaceae (*Matisia soegengii*, *Heliocarpus americanus*), Arecaceae (*Phytelephas aequatorialis*, *Bactris setulosa*). Destaca también la presencia de especies pertenecientes a las familias Arecaceae (e.g., *Bactris setulosa*, *Phytelephas aequatorialis*, *Prestoea acuminata*), Moraceae (e.g., *Castilla elástica*, *Poulsenia armata*, *Trophis racemosa*), Rubiaceae (e.g., *Cinchona pubescens*, *Psychotria cornejoi*, *L. clementinensis.*), Cardiotepidaceae (e.g., *Citronella melliodora*), Polygonaceae (*Coccoloba mollis*, *Triplaris cumingiana*), Fabaceae (*Dussia lehmannii*, *Erythrina edulis*, *E. smithiana*, *Inga oerstediana*), Lecythidaceae (*Eschweilera caudiculata*, *Grias ecuadorica*), Rutaceae (*Erythrochiton Giganteus*, *Zanthoxylum bonifazieae*) (Ministerio del Ambiente, 2013). Finalmente, el área de estudio presenta una temperatura media anual de 20.8 °C, y su régimen pluvial mensual muestra picos de lluvias durante los meses de febrero a abril de hasta 300 mm, mientras que, durante la época con menor precipitación está entre los meses de junio y septiembre con 20 mm a 40 mm (Ministerio del Ambiente, 2013).

## 1.2. Diseño experimental

En total se monitorearon dos tipos de hábitat: bosque secundario y plantación de cacao. Por cada tipo de hábitat se instalaron seis redes de neblina (6 m x 2.5 m) (Mapa 2). Todas las redes fueron ubicadas en puntos que garanticen la mayor tasa de captura posible de individuos (e.g., pasos, cambio de vegetación, quebradas).



**Mapa 2.:** Área de estudio y distribución de 12 redes de neblina (seis en bosque y seis en cultivo) en la localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.

Las redes fueron abiertas durante seis horas por noche, desde las 18h00 hasta las 00h00, teniendo en cuenta las condiciones climáticas (e.g., lluvia, viento) (Kunz, 2013). En total se monitorearon 16 noches (i.e., 8 noches por tipo de uso de suelo) con dos repeticiones temporales (i.e., octubre de 2020, marzo de 2021). Todos los murciélagos capturados siguieron protocolos de manipulación ética durante el manejo y liberación de los individuos (Kunz & Parsons, 2009; Sikes & Gannon, 2011). No se colectó ningún individuo. Cada individuo fue marcado con tinta luminiscente en el dorso del protopatagio y liberado en el área circundante a donde fueron capturados, evitando así el sesgo de doble conteo. En total las redes estuvieron operativas 468 horas  $\text{red}^{-1}$  por cada tipo de hábitat evitando estar abiertas en condiciones climáticas adversas (Straube & Bianconi, 2002; Kunz & Parsons, 2009).

Los individuos capturados fueron identificados por medio de la guía de campo de los mamíferos del Ecuador (Tirira, 2017) y la lista actualizada de especies de mamíferos del Ecuador (Tirira et al., 2021). Para la identificación se utilizaron las

medidas morfológicas correspondientes a lo propuesto por Kunz (2013); además de determinar el sexo por medio de la condición reproductiva (i.e., mamas y escroto expuesto) y el estado de desarrollo óseo por medio de la observación de la unión en las falanges (vista contrastada sobre un fondo claro) (Dietz & Helversen, 2004). Finalmente, a cada especie identificada se asignó un gremio alimenticio (Anexo 1) con la finalidad de reconocer a las especies generalistas y especialistas (Kalko et al., 1996; Novoa et al., 2011).

### **1.2.1. Estructura de la vegetación**

Para evaluar la vegetación se procedió a delimitar dos parcelas circulares de 6 m de radio (área= 113 m<sup>2</sup>) por cada red de neblina. Las parcelas fueron ubicadas a los extremos de la red, alejadas al menos de 1 m de cada extremo para evitar que las áreas de las parcelas se solapen. En cada parcela se procedió a instalar cuatro transectos desde su centro y en dirección norte, sur, este y oeste. A lo largo de cada transecto (6 m de largo), un observador con los brazos abiertos anota todos los arbustos (< 3 cm de diámetro a la altura del pecho [DAP]); mientras un segundo observador cuenta todas las flores abiertas como así también los frutos maduros. Por cada dos metros ( $N= 12$ ) se estima visualmente la cobertura del dosel (i.e., 4 el valor máximo, 1 como el valor mínimo; 1= 0-25%, 2= 26-50%, 3= 51-75% y 4= 76-100 %.). En estos mismos puntos, el perfil de la vegetación también fue estimado a través de un poste vertical, el poste está marcado cada 0.5 m y se cuentan los puntos que toman contacto con la vegetación; sobre los 3 m los intervalos son de 1 m y son estimados visualmente. Por toda el área de la parcela, se contaron todos los árboles en las siguientes clases diamétricas: 3-15 cm, 16-38 cm y  $\geq 39$  cm. La altura de los 10 árboles más altos, presentes en la parcela, fueron visualmente estimados (Anexo 2).

### 1.3. Análisis de datos

Para determinar la diversidad  $\alpha$  se utilizó a la rarefacción como indicador de la riqueza por cada tipo de uso de suelo. Para el efecto, se utilizaron todas las capturas de los murciélagos a través de las 12 redes de niebla (seis en bosque y seis en plantación) utilizando cada captura como unidad de respuesta. En adición, se generaron curvas de acumulación de especies por cada tipo de hábitat. Cada curva de acumulación de especies fue evaluada con la incorporación del estimador de riqueza Chao 1, para comprender si la riqueza observada (rarefacción) representa un muestreo completo y cuánto se acerca a una diversidad local (Chao 1) (Chao, 1984; Carillo et al., 2000). Con la finalidad de observar cómo se encuentran representadas por sus especies las comunidades de murciélagos, así mismo, por cada tipo de hábitat, se generaron curvas de rango-abundancia para explorar las especies de murciélagos dominantes (Feinsinger, 2004). La rarefacción, el estimador Chao 1 y las curvas de rango-abundancia fueron desarrolladas a través de los paquetes ‘vegan’, ‘BiodiversityR’ y ‘MASS’ (Oksanen et al., 2007; Ripley et al., 2013; Kindt & Kindt, 2019).

#### 1.3.1. Estructura del hábitat.

Para los dos tipos de hábitat, bosque y plantación, se condensó las características de vegetación a través de un análisis de componentes principales (PCA). El PCA se basó en una matriz de correlación que contienen las variables de la estructura de la vegetación por cada red (i.e., conteo de arbustos, conteo de flores, conteo de frutos, la moda de la cobertura del dosel, conteo de perfil de la vegetación, conteo de árboles en clases diamétricas [3-15 cm; 16-38 cm; > 39 cm], la altura promedio de los 10 árboles más altos).

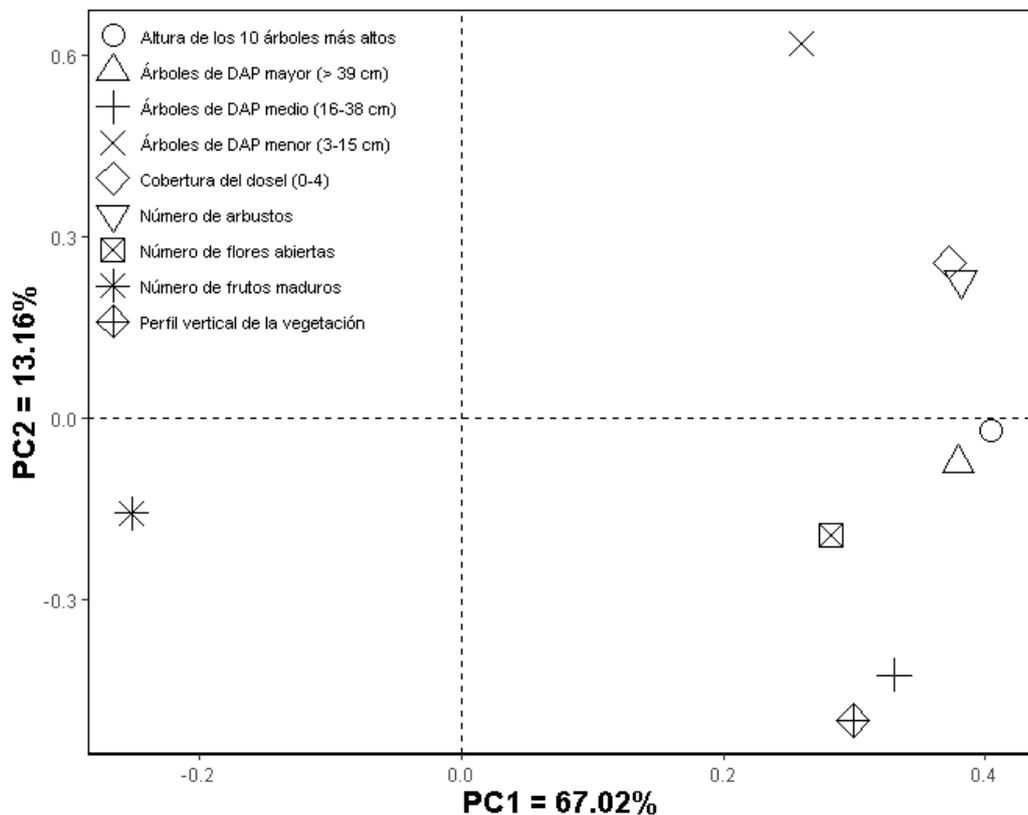
En base al método *broken-stick* (Jackson, 1993) se seleccionaron los primeros dos componentes del PCA. El PC1 explica el 67% de la varianza y representa un gradiente de hábitat representado por un menor número de arbustos, menor número de árboles de mayor DAP (> 39 cm) con menor altura, con menor cobertura de dosel y menor número de flores, pero con una mayor presencia de frutos hacia un hábitat con un incremento en el número arbustos y arboles de mayor DAP, con mayor cobertura de dosel, mayor número de flores y una menor cantidad de frutos.

El PC2 explica el 13% de la varianza y refleja una gradiente de hábitat con menor número de árboles de DAP menor (< 15 cm), con mayor número de árboles de DAP medio (16-38 cm) y con un mayor perfil de la vegetación hacia un hábitat con un incremento en el número de árboles de DAP menor, menor número de árboles de tamaño medio y con un menor perfil de vegetación (Tabla 1). Por lo tanto, se considera al PC1 a un hábitat y está caracterizado por un mayor número de arbustos y árboles gruesos, con un dosel cerrado que resulta en mayor disponibilidad de flores, pero con menos frutos. El PC2 es un hábitat que representa un mayor número de árboles de DAP delgado y medio que resulta en un menor desarrollo del perfil vertical de la vegetación (Figura 1, Tabla 1). El PCA fue calculado en base al paquete ‘vegan’ (Oksanen et al., 2007). Todos los análisis se desarrollaron en R 4.1.1 (R Core Team 2021).

Finalmente, para determinar la diversidad  $\beta$ , se utilizó una ordenación (solución bidimensional) a través de un análisis multidimensional no métrico (NMDS). Para el efecto, se generó una matriz de disimilitud (abundancia total de las especies por red) usando al índice de Bray-Curtis como distancia. El NMDS fue calculado en base al paquete ‘vegan’, (Oksanen et al., 2007). En el espacio bidimensional del NMDS se ajustaron linealmente los factores de tipo de hábitat (bosque, plantación) cómo así también las características de la vegetación (derivados de un análisis de componentes principales, véase estructura del hábitat). El ajuste lineal fue evaluado para su significancia en base a 1000 permutaciones. Sólo los vectores significativos ( $P < 0.05$ ) se trazaron en la ordenación.

**Tabla 1.:** Cargas factoriales de los primeros dos componentes del análisis de componentes principales (PCA) de siete variables de la vegetación (véase métodos) en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad La Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.

VARIABLES	PC1 (67.02%)	PC2 (13.16%)
Número de arbustos	0.38111538	0.22662955
Árboles de DAP menor (3-15 cm)	0.25988737	0.61800241
Árboles de DAP medio (16-38 cm)	0.33040564	-0.42538382
Árboles de DAP mayor (> 39 cm)	0.37913889	-0.07435684
Cobertura del dosel (0-4)	0.37238698	0.25629727
Perfil vertical de la vegetación	0.29896065	-0.50105457
Altura de los 10 árboles más altos	0.40387081	-0.02123287
Número de flores abiertas	0.28228456	-0.19517658
Número de frutos maduros	-0.25189226	-0.15793363



**Figura 1.:** Ordenación en dos ejes del análisis de componentes principales (PCA) para condensar la información de siete variables de la vegetación (véase métodos) en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.

## CAPÍTULO 2

### RESULTADOS

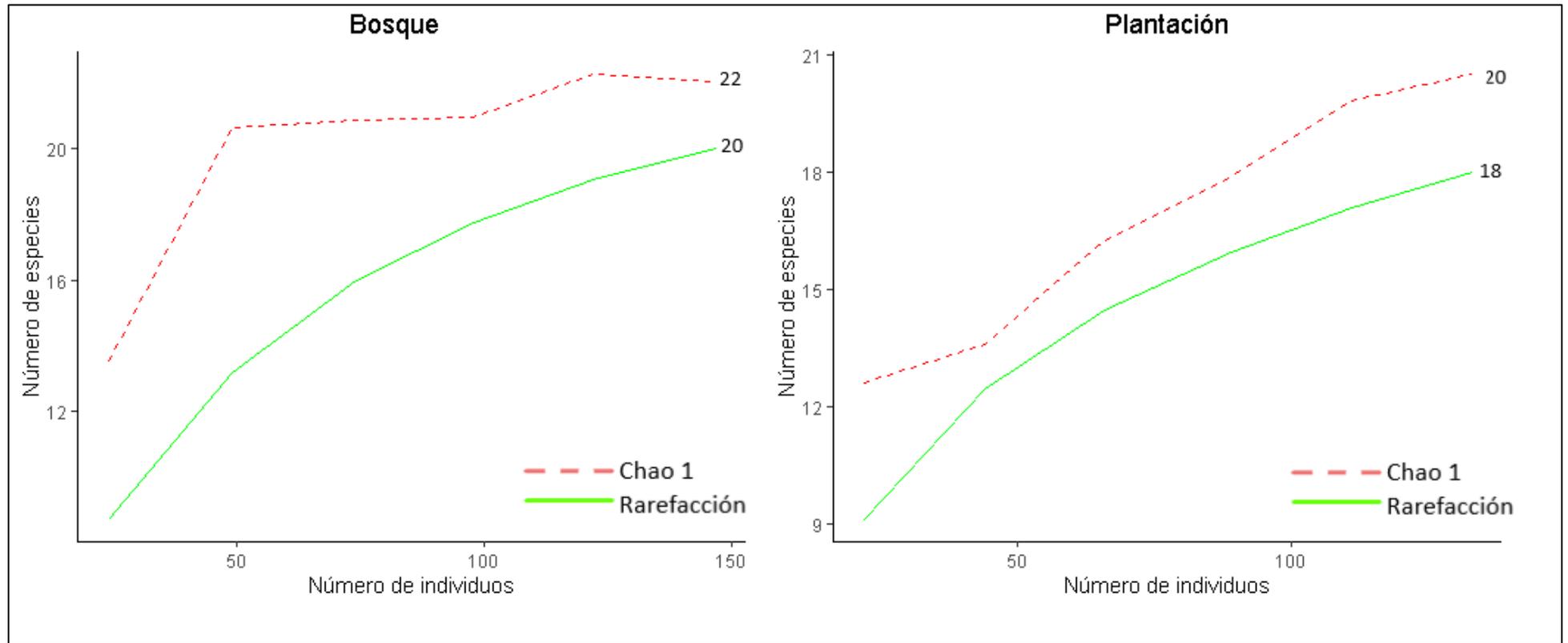
#### 2.1. Diversidad de quirópteros

En total se registraron 280 individuos pertenecientes a 23 especies, asociados a las familias phyllostomidae y vespertilionidae (Tabla 1). Las curvas de acumulación de especies muestran que han alcanzado su asíntota en el bosque; sin embargo, en la plantación todavía no llegan a aproximarse del todo a su asíntota (Figura 2). En el bosque se registraron 147 individuos pertenecientes a 20 especies; la riqueza observada representa un 91% de la estimación del Chao 1 (intervalo de confianza al 95%= 16-28) (Tabla 1, Figura 2). En la plantación se registraron 133 individuos pertenecientes a 18 especies; la riqueza observada representa un 88% de la estimación del Chao 1 (Intervalo de confianza al 95%= 17-24) (Tabla 1, Figura 2).

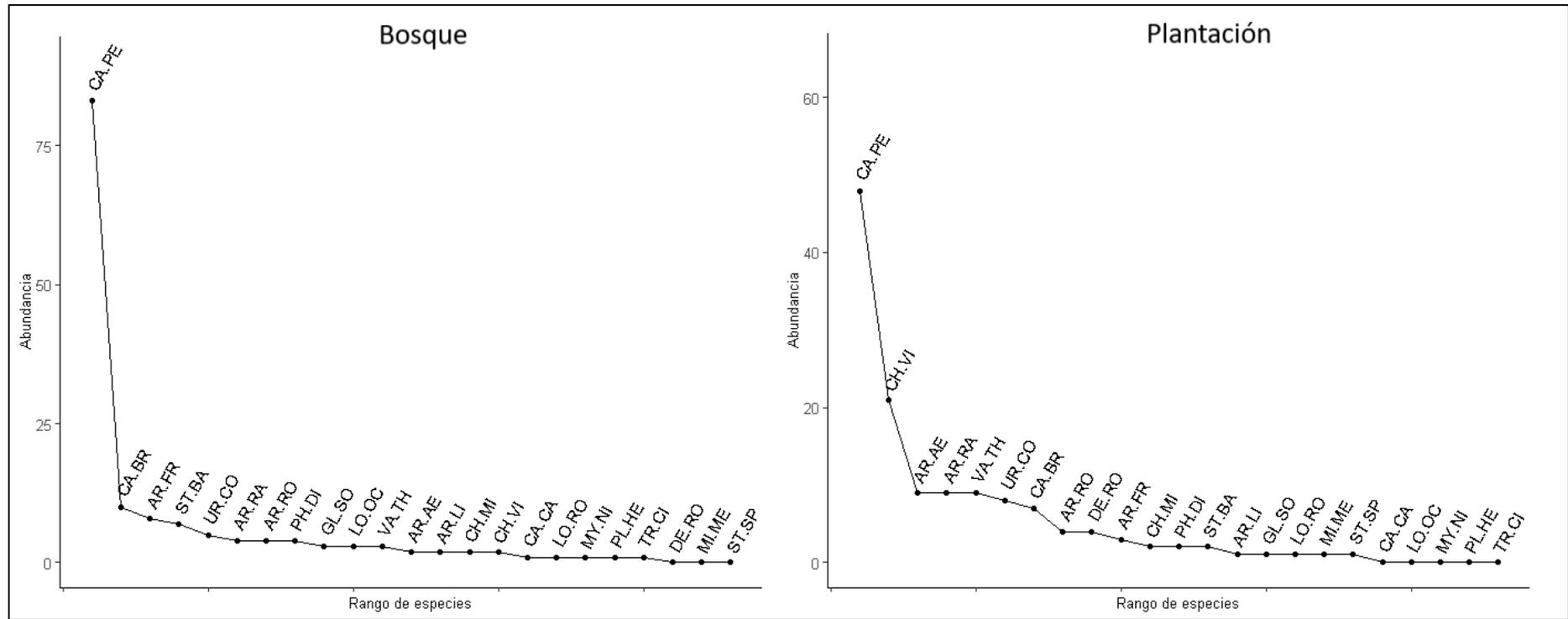
Las curvas de rango-abundancia muestran que tanto para el bosque como para la plantación la especie dominante es *Carollia perspicillata* (Figura 3). Sin embargo, para la plantación hay una segunda especie *Chiroderma villosum*, que se muestra representativa para la comunidad de murciélagos; ambas especies son frugívoras generalistas (Tabla 1). En la plantación, el resto de especies, se encuentran pobremente representadas. En el bosque la segunda especie con mayor aporte a la comunidad *Carollia brevicaudum* (Figura 3).

**Tabla 2.:** Lista de especies de murciélagos registradas con sus códigos, abundancia para cada tipo de hábitat, afinidad al gremio trófico. La tabla también presenta los valores de riqueza observada (rarefacción), la estimación de la riqueza a través de Chao 1 y sus intervalos de confianza al 95% por cada tipo de hábitat.

<b>Taxón</b>	<b>Código asignado</b>	<b>Bosque</b>	<b>Plantación</b>	<b>Gremio</b>
Familia Phyllostomidae				
Subfamilia Stenodermatinae				
<i>Artibeus aequatorialis</i>	AR.AE	2	9	Frugívoro de dosel (generalistas)
<i>Artibeus fraterculus</i>	AR.FR	8	3	Frugívoro de dosel (generalistas)
<i>Artibeus lituratus</i>	AR.LI	2	1	Frugívoro de dosel (generalistas)
<i>Artibeus ravs</i>	AR.RA	4	9	Frugívoro de dosel (generalistas)
<i>Artibeus rosenbergi</i>	AR.RO	4	4	Frugívoro de dosel (generalistas)
<i>Chiroderma villosum</i>	CH.VI	2	21	Frugívoro de dosel (generalistas)
<i>Sturnira bakeri</i>	ST.BA	7	2	Frugívoro oportunista (generalistas)
<i>Sturnira sp.</i>	ST.SP	0	1	Frugívoro oportunista (generalistas)
<i>Plathyrrhinus helleri</i>	PL.HE	1	0	Frugívoro oportunista (generalistas)
<i>Uroderma convexum</i>	UR.CO	5	8	Frugívoro de dosel (generalistas)
<i>Vampyressa thione</i>	VA.TH	3	9	Frugívoro de dosel (generalistas)
Subfamilia Carollinae				
<i>Carollia brevicaudum</i>	CA.BR	10	7	Frugívoro de sotobosque (generalistas)
<i>Carollia castanea</i>	CA.CA	1	0	Frugívoro de sotobosque (generalistas)
<i>Carollia perspicillata</i>	CA.PE	83	48	Frugívoro de sotobosque (generalistas)
Subfamilia Desmodontinae				
<i>Desmodus rotundus</i>	DE.RO	0	4	Hematófago (especialistas)
Subfamilia Phyllostominae				
<i>Lophostoma occidentale</i>	LO.OC	3	1	Insectívoro especialista
<i>Micronycteris megalotis</i>	MI.ME	0	1	Insectívoro oportunista (generalistas)
<i>Phyllostomus discolor</i>	PH.DI	4	2	Omnívoro (generalistas)
<i>Trachops cirrhosus</i>	TR.CI	1	0	Carnívoro oportunista (especialistas)
Subfamilia Glossophaginae				
<i>Glossophaga soricina</i>	GL.SO	3	1	Nectarívoro (especialistas)
<i>Lonchophylla robusta</i>	LO.RO	1	0	Nectarívoro (especialistas)
<i>Choeroniscus minor</i>	CH.MI	2	2	Nectarívoro (especialistas)
Familia Vespertilionidae				
<i>Myotis nigricans</i>	MY.NI	1	0	Insectívoro oportunista (generalistas)
<b>Riqueza</b>		20	18	
<b>Chao 1</b>		22	20	
<b>Intervalo de confianza (CI)</b>		16 -28	17 – 24	



**Figura 2.:** Curvas de acumulación de especies para la comunidad de murciélagos en de dos tipos de hábitat en la localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.

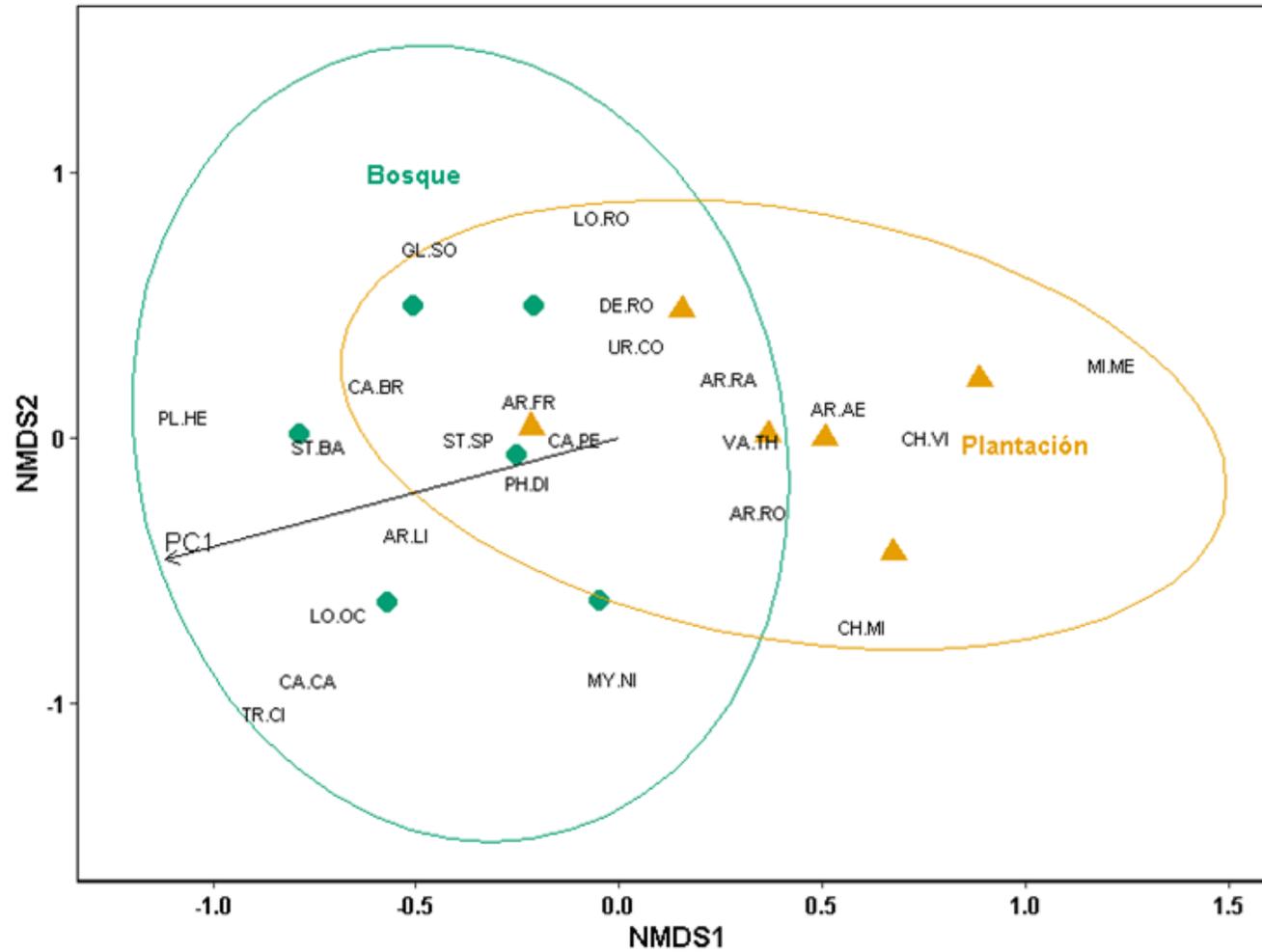


**Figura 3.:** Curvas de Rango–Abundancia de la comunidad de murciélagos en dos tipos de uso de suelo en la localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. Para los códigos de las especies referirse a la Tabla 1.

## 2.2. Ordenación de la comunidad.

El análisis NMDS (solución en dos dimensiones) muestra una tendencia a separar la composición de la comunidad de murciélagos (estrés = 10%) (Figura 4). Al explicar la ordenación, el factor del tipo de hábitat (bosque y plantación;  $R^2 = 0.4$ ,  $P = 0.009$ ) como así también el primer componente del PCA (PC1; un mayor número de arbustos y árboles gruesos, con un dosel cerrado y mayor disponibilidad de flores, pero con menos frutos;  $R^2 = 0.7$ ,  $P = 0.02$ ) influyen significativamente a la comunidad (Figura 4). Sin embargo, el segundo componente del PCA (PC2; un hábitat con un mayor número de árboles de DAP delgado y medio con menor perfil vertical de la vegetación;  $R^2 = 0.16$ ,  $P = 0.45$ ) no contribuye de forma significativa a la gradiente de vegetación.

Por tanto, las especies *Plathyrrhinus helleri* (frugívoro oportunista), *Carollia castanea* (frugívoro de sotobosque), *Trachops cirrhosus* (carnívoro oportunista), *Lonchophylla robusta* (nectarívoro) y *Myotis nigricans* (insectívoro oportunista), son especies asociadas al bosque y están agrupados desde el centro a la izquierda de la ordenación. Las especies *Desmodus rotundus* (hematófago), *Micronycteris megalotis* (insectívoro oportunista) y una especie del género *Sturnira* (frugívoros oportunistas) están asociadas a la plantación y se ubican desde el centro a la derecha de la plantación. Finalmente, las especies *Carollia perspicillata* (frugívoro de sotobosque), *Carollia brevicauda* (frugívoro de sotobosque), *Artibeus fraterculus* (frugívoro de dosel), *Phyllostomus discolor* (omnívoro), *Sturnira sp.* (frugívoro oportunista), *Artibeus lituratus* (frugívoro de dosel) y *Sturnira bakeri* (frugívoro oportunista) incrementan su presencia mientras aumenta la gradiente del PC1 (Figura 4).



**Figura 4.:** Escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de la comunidad de murciélagos de un ecosistema piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador. Los círculos representan seis redes ubicadas en el tipo de hábitat de bosque. Los triángulos representan seis redes ubicadas en el tipo de hábitat de la plantación. Las elipses fueron generadas a través del factor tipo de hábitat (bosque, plantación) con un intervalo de confianza del 95%. El vector de PC1 y el tipo de hábitat influyen significativamente a la comunidad ( $P < 0.05$ ). Para los códigos de las especies referirse a la Tabla 2.

## CAPITULO 3

### DISCUSIÓN

Los hallazgos obtenidos en este estudio son una primera aproximación de cómo la comunidad de murciélagos de los bosques piemontanos occidentales al sur de Ecuador están influenciadas por cambios en la estructura del hábitat en relación a presencia de plantaciones agrícolas. Así, a pesar de que el número de especies y las especies dominantes entre el bosque y la plantación son similares, los resultados muestran un cambio en las especies encontradas entre los dos tipos de hábitat como así también a la gradiente de vegetación. Gremios tróficos especialistas como los nectarívoros incrementan su presencia en hábitat de bosque secundarios. Mientras que gremios más generalistas tales como los frugívoros de sotobosque y frugívoros de dosel responden positivamente al tipo de hábitat de la plantación con una vegetación caracterizada por árboles frutales maduros.

#### 3.1. Ensamble de especies

Al ser la especie *Carollia perspicillata* dominante entre el bosque y la plantación indica que la comunidad está fuertemente influenciada por un uso agrícola extendido, típico de la región (Curatola Fernández et al., 2015). *C. perspicillata*, es un murciélago generalista de hábitos frugívoros que ocupa una serie de mosaicos de hábitat, muchos de los cuales son alterados por actividades humanas (Laurindo et al., 2019). Especies generalistas que se alimentan primordialmente de plantas de la familia Piperaceae son tolerantes al disturbio (Mello et al., 2004; López-González, 2015; Alviz & Pérez-Torres, 2020). Comunidades dominadas por especies de ese tipo podrían ser indicadores de cambios en el ensamble de especies influenciadas por expansión de actividades agrícolas. (Condit et al., 2002; Christenson & McFarlane, 2007; Ripperger et al., 2014). Este estudio, muestra una evidencia que para comunidades de murciélagos piemontanos, las especies generalistas, pueden homogenizar la diversidad de murciélagos especialmente en escenarios en donde existe un incremento de plantaciones agrícolas. En adición a los frugívoros generalistas (grupo dominante en ambos tipos de hábitat) la presencia exclusiva en la plantación de murciélagos

hematófagos (e.g., *Desmodus rotundus*) podría evidenciar que esta matriz disturbada ofrece espacio para animales domésticos (e.g., ganado). *D. rotundus*, pese a encontrarse pobremente representada, es considerada común y altamente adaptable a ambientes degradados (Delpietro et al, 1992). Murciélagos hematófagos aprovechan muy bien la presencia del ganado (Moya et al., 2015; Gonçalves et al., 2020). En consecuencia, la presencia de organismos como *D. rotundus* debe ser también considerada como un indicativo de alteraciones en la comunidad de murciélagos piemontanos.

Por otra parte, este estudio también pone en evidencia la importancia de los remantes de bosque secundarios. Algunas de las especies exclusivas del bosque (e.g., *Lonchophylla robusta*, *Trachops cirrhosus*) podrían depender directamente de los escasos bosques secundarios existentes en la zona. Dichas especies son especialistas y destacan por sus roles ecológicos de importancia, tal es el caso de murciélagos nectarívoros (e.g., *Glossophaga soricina*, *Choeroniscus minor*, *Lonchophylla robusta*), cuya presencia es evidencia de que procesos ecológicos importantes como la polinización están sucediendo. La polinización por murciélagos es un servicio relevante en donde no solo se ayuda a la reproducción de especies vegetales, también al asegurar el proceso de polinización, se asegura en segunda instancia la generación de frutos (Stewart & Dudash, 2017; Zamora-Gutierrez et al., 2021). Este estudio, resalta que la menor presencia de frutos con mayor disponibilidad de flores en hábitats dominados por árboles maduros es una variable representativa de la estructura del hábitat que influye significativamente en un cambio en la composición en la comunidad hacia una mayor presencia de murciélagos especialistas. En este contexto, la mayor disponibilidad de flores y frutos representa mejores espacios ecológicos no solo para especies nectarívoras o frugívoras especialistas, inclusive también para frugívoros generalistas (Fleming, 1986), aportando de tal forma a una mayor heterogeneidad en la diversidad de roles ecológicos dentro de la comunidad de murciélagos (Kunz et al., 2011).

Los roles ecológicos destacados no solo se relacionarían con los consumidores primarios (nectarívoros, frugívoros). Destacan también murciélagos carnívoros, tales como *Trachops cirrhosus*, que tiene la particularidad de alimentarse de pequeños vertebrados como los anfibios (Cramer, 2001). La disponibilidad de presas se relaciona

principalmente hacia hábitat boscosos con fuerte desarrollo de la vegetación del sotobosque (Leal et al, 2018; Ryan & Barclay, 1983). Aunque el perfil de la vegetación no fue una variable importante en la estructura del hábitat dentro de este estudio, es necesario mencionar que una mayor disponibilidad de sotobosque incrementaría aún más la oportunidad de obtener mejores y mayores espacios ecológicos para la comunidad de murciélagos (Jones, 2020). Más importante aún, en escenarios con plantaciones agrícolas, es importante considerar procesos de manejo y restauración para proveer arbustos con un mejor perfil vertical de la vegetación y mayor hábitat de sotobosque (Harvey & Villalobos, 2007); de tal forma asegurar hábitats heterogéneos que resulta en un espectro mayor de especies de murciélagos.

En un mundo en constante cambio y fuertemente influenciado por actividades humanas, el entendimiento de cómo la comunidad de especies importantes, tales como los murciélagos neotropicales, responden a los cambios en la estructura y composición de ecosistemas es un elemento clave para el manejo y conservación. En este contexto, este estudio identifica la importancia de los escasos remanentes de bosque piemontano al sur de Ecuador. Adicionalmente, incorpora conocimiento de cómo la estructura de la vegetación y la disponibilidad de flores y frutos puede resultar en una comunidad de murciélagos más diversa, no solo representada por especies especialistas, sino también por especies generalistas que toleran en cierta medida el disturbio. En estas zonas alteradas, con presencia de disturbio, el presente estudio también se orienta a entender cómo la estructura del hábitat, en especial el hábitat de sotobosque puede ser un factor relevante para el manejo y restauración de los sistemas agrícolas. De tal forma, se puede generar lineamientos en dónde se conserven los fragmentos de bosque secundario y se promueva un manejo dirigido en las plantaciones de cacao. Ambos escenarios (conservación en bosques y manejo en la plantación) podría resultar en asegurar en el mantenimiento de los procesos ecológicos, no solo en los hábitats naturales sino también en los sistemas productivos cercanos.

## CONCLUSIONES

La importancia de los remanentes de bosque piemontano para el Ecuador está vinculada a la disponibilidad flores y frutos como así también a la estructura de la vegetación. En ese contexto, especies de murciélagos (tanto generalistas como especialistas) son dependientes de este tipo de hábitats, tanto en sistemas agrícolas como en remantes de bosque.

La localidad de estudio se encuentra sometida a fuerte presión antrópica mediante el uso de suelo destinado a cultivos de cacao. La dominancia por parte de frugívoros generalistas (e.g., *C.perspicillata*, *C.brevicauda*, *C.villosum*) tanto en las áreas de cultivo como en los parches de bosque se define como característico de las comunidades de murciélagos monitoreadas. Las especies exclusivas, en especial para el bosque secundario, tienden a pertenecer a grupos de organismos con una mayor especialización (e.g., nectarívoros, carnívoros especialistas) en respuesta a una mayor disponibilidad de recursos específicos (e.g., flores, presas).

Este estudio fue realizado en un área para la cual no existe información respecto a la diversidad de vertebrados en general. El bosque siempreverde estacional piemontano de la cordillera occidental de los Andes podría estar influenciado por ecosistemas regionales como el caso del bosque siempreverde del Catamayo-Alamor hacia occidente, y el bosque siempreverde montano bajo de estribación hacia el oriente (Ministerio del Ambiente, 2013). Es posible que la comunidad descrita en este estudio presente una combinación de especies con características regionales y que a la vez está influenciada por actividades agrícolas. Por tanto, este estudio puede referirse también a efectos regionales y no solo a estudio de caso a escala local. Sin embargo, más estudios son necesarios.

Es evidente la necesidad de un manejo que contemple la protección de los remanentes de bosque piemontano occidental teniendo en cuenta las necesidades del sector productivo agrícola, planteando como base, los hallazgos que se desprenden de este estudio. Así, generar información respecto a especies asociadas a zonas de conservación prioritaria, donde se garantice el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, necesarios tanto para las comunidades de quirópteros, como para los sistemas de producción.

## BILBIOGRAFÍA

- Alviz, A., & Pérez-Torres, J. (2020). A difference between sexes: temporal variation in the diet of *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae) at the Macaregua cave, Santander (Colombia). *Animal Biodiversity and Conservation*, 43(1), 27-35.
- Astudillo, P. X., Barros, S., Siddons, D. C., & Zárate, E. (2018). Influence of habitat modification by livestock on páramo bird abundance in southern Andes of Ecuador. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 53(1), 29-37.
- Bader, E., Jung, K., Kalko, E. K., Page, R. A., Rodriguez, R., & Sattler, T. (2015). Mobility explains the response of aerial insectivorous bats to anthropogenic habitat change in the Neotropics. *Biological Conservation*, 186, 97-106.
- Balthazar, V., Vanacker, V., Molina, A., & Lambin, E. F. (2015). Impacts of forest cover change on ecosystem services in high Andean mountains. *Ecological indicators*, 48, 63-75.
- Bender, D. J., Tischendorf, L. and Fahrig, L. (2003) 'Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes', *Landscape Ecology*, 18(1), pp. 17–39. doi: 10.1023/A:1022937226820.
- Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265–270.
- Christenson, K., & McFarlane, D. (2007). An ecologically-significant range extension for Hahn's short-tailed fruit bat (*Carollia Subrufa*) in Southwestern Costa Rica. *Chiropt. Neotrop*, 13, 319-321.
- Condit, R., Pitman, N., Leigh, E. G., Chave, J., Terborgh, J., Foster, R. B., ... & Hubbell, S. P. (2002). Beta-diversity in tropical forest trees. *Science*, 295(5555), 666-669.

Cramer, M. J., Willig, M. R., & Jones, C. (2001). *Trachops cirrhosus*. Mammalian species, 2001(656), 1-6.

Curatola Fernández, G. F., Obermeier, W. A., Gerique, A., López Sandoval, M. F., Lehnert, L. W., Thies, B., & Bendix, J. (2015). Land cover change in the Andes of Southern Ecuador—Patterns and drivers. *Remote Sensing*, 7(3), 2509-2542.

Delpietro, H. A., Marchevsky, N., & Simonetti, E. (1992). Relative population densities and predation of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) in natural and cattle-raising areas in north-east Argentina. *Preventive Veterinary Medicine*, 14(1-2), 13-20.

Dietz, C., & Von Helversen, O. (2004). Claves de identificación ilustradas de los murciélagos de Europa. On line: [www.fledermaus-dietz.de/publications/Dietz & Helversen](http://www.fledermaus-dietz.de/publications/Dietz%20&%20Helversen).

Ducummon, S. L. (2000). Ecological and economic importance of bats. *Bat Conservation International*, Austin, TX.

Eklöf, J., & Rydell, J. (2018). *Bats: In a World of Echoes*. Springer.

Fahrig, L. (2003) 'Fragmentation on of Habitat Effects Biodiversity', *Annual Review of Ecology and Systematics*, 34(2003), pp. 487–515. doi: 10.1146/132419.

Feinsinger, P. (2004). El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia.

Fenton, M. B. (2003). Science and the conservation of bats: where to next? *Wildlife Society Bulletin*, 31(1), 6-6.

Fenton, M. B., & Simmons, N. B. (2015). *Bats: a world of science and mystery*. University of Chicago Press.

Fleming, T. H., & Kress, W. J. (2011). A brief history of fruits and frugivores. *Acta Oecologica*, 37(6), 521-530.

Fleming, T. H. (1986). Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In *Frugivores and seed dispersal* (pp. 105-118). Springer, Dordrecht.

Gardner, T.A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R.M., Harvey, C.A., Peres, C.A. & Sodhi, N.S. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecol. Lett.* 12: 561–582.

Gonçalves, F., Magioli, M., Bovendorp, R. S., Ferraz, K. M., Bulascoschi, L., Moreira, M. Z., & Galetti, M. (2020). Prey choice of introduced species by the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) on an Atlantic Forest land-bridge island. *Acta Chiropterologica*, 22(1), 167-174.

Harvey, C. A., & Villalobos, J. A. G. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodiversity and Conservation*, 16(8), 2257-2292.

Jackson, D. A. (1993). Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74(8), 2204-2214.

Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R., & Racey, P. A. (2009). *Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators*. *Endangered species research*, 8(1-2), 93-115.

Jones, P. L., Divoll, T. J., Dixon, M. M., Aparicio, D., Cohen, G., Mueller, U. G., ... & Page, R. A. (2020). Sensory ecology of the frog-eating bat, *Trachops*

cirrhosis, from DNA metabarcoding and behavior. *Behavioral Ecology*, 31(6), 1420-1428.

Kalko, E. K., & Handley, C. O. (2001). Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant ecology*, 153(1), 319-333.

Kalko, E.K.V, Handley, JR Handley y D. Handley. (1996). Organization, diversity, and long-term dynamics of a Neotropical bat community. Pp. 503-553. En: Cody, M.L., & Smallwood, J.A. (Eds.). *Long-term studies of vertebrate communities*. Academic Press. San Diego, USA.

Kasso, M., & Balakrishnan, M. (2013). Ecological and economic importance of bats (Order Chiroptera). *International Scholarly Research Notices*, 2013.

Kindt, R., & Kindt, M. R. (2019). Package 'BiodiversityR'. Package for community ecology and suitability analysis, 2, 11-12.

Kunz, T. H. (Ed.). (2013). *Ecology of bats*. Springer Science & Business Media.

Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York academy of sciences*, 1223(1), 1-38.

Kunz, T. H., & Parsons, S. (2009). Ecological and behavioral methods for the study of bats (No. Sirsi) i9780801891472).

Lacki, M. J., Amelon, S. K., & Baker, M. D. (2007). Foraging ecology of bats in forests. *Bats in forests: conservation and management* (MJ LACKI, JP HAYES, and A. KURTA, eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 83-127.

- Laurindo, R. S., Novaes, R. L. M., Vizentin-Bugoni, J., & Gregorin, R. (2019). The effects of habitat loss on bat-fruit networks. *Biodiversity and Conservation*, 28(3), 589-601.
- Leal, E. S. B., da Silva Chaves, L., do Prado Neto, J. G., de Passos Filho, P. B., de Figueiredo Ramalho, D., de Queiróz Guerra Filho, D., ... & de Moura, G. J. B. (2018). What constitutes the menu of *Trachops cirrhosus* (Chiroptera)? A review of the species' diet. *Neotropical Biology and Conservation*, 13(4), 337-346.
- López-González, C., Presley, S. J., Lozano, A., Stevens, R. D., & Higgins, C. L. (2015). Ecological biogeography of Mexican bats: the relative contributions of habitat heterogeneity, beta diversity, and environmental gradients to species richness and composition patterns. *Ecography*, 38(3), 261-272.
- Mello, M. A. R., Schittini, G. M., Selig, P., & Bergallo, H. G. (2004). Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area in southeastern Brazil.
- Meyer, C. F., Struebig, M. J., & Willig, M. R. (2016). Responses of tropical bats to habitat fragmentation, logging, and deforestation. In *Bats in the anthropocene: Conservation of bats in a changing world* (pp. 63-103). Springer, Cham.
- Moya, M. I., Pacheco, L. F., & Aguirre, L. F. (2015). Relación de los ataques de *Desmodus rotundus* con el manejo del ganado caprino y algunas características del hábitat en la prepuna de Bolivia. *Mastozoología neotropical*, 22(1), 73-84.
- Novoa, S., Cadenillas R. y V. Pacheco. (2011). Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes, Perú. *Mastozoología Neotropical*, 18(1):81-93.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., O'Hara, B., Stevens, M. H. H., Oksanen, M. J., & Suggests, M. A. S. S. (2007). The vegan package. *Community ecology package*, 10(631-637), 719.

Oporto, S., Arriaga-Weiss, S. L., & Castro-Luna, A. A. (2015). Frugivorous bat diversity and composition in secondary forests of Tabasco, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(2), 431-439.

R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.

Ripley, B., Venables, B., Bates, D. M., Hornik, K., Gebhardt, A., Firth, D., & Ripley, M. B. (2013). Package 'mass'. *Cran r*, 538, 113-120.

Ripperger, S. P., Tschapka, M., Kalko, E. K., Rodríguez-Herrera, B., & Mayer, F. (2014). Resisting habitat fragmentation: high genetic connectivity among populations of the frugivorous bat *Carollia castanea* in an agricultural landscape. *Agriculture, ecosystems & environment*, 185, 9-15.

Ryan, M. J., Tuttle, M. D., & Barclay, R. M. (1983). Behavioral responses of the frog-eating bat, *Trachops cirrhosus*, to sonic frequencies. *Journal of comparative physiology*, 150(4), 413-418.

Sierra, R. (2013). Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos, 10, 57.

Sikes, R. S., & Gannon, W. L. (2011). Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of mammalogy*, 92(1), 235-253.

- Smart, S. M. et al. (2006) 'Biotic homogenization and changes in species diversity across human-modified ecosystems', *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1601), pp. 2659–2665. doi: 10.1098/rspb.2006.3630.
- Straube, F. C. & G. V. Bianconi. (2002). Sobre a grandeza e a unida de utilizada para estimar esforço de captura comutilização de redes-de-neblina. *Chiroptera Neotropical* 8(1-2): 150–152.
- Stewart, A. B., & Dudash, M. R. (2017). Flower-visiting bat species contribute unequally toward agricultural pollination ecosystem services in southern Thailand. *Biotropica*, 49(2), 239-248.
- Tirira, D. (2017). Guía de campo do los mamíferos del Ecuador [:] Incluye las Islas Galapagos y la Zona Antártica Ecuatoriona. *Publicación Especial*, 11.
- Tirira, D. G., Brito J., Burneo S. F., Carrera-Estupiñán, J. P., & Comisión de Diversidad de la AEM. (2021). Mamíferos del Ecuador: lista oficial actualizada de especies / Mammals of Ecuador: oficial updated species checklist. 2021.1. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. <http://aem.mamiferosdeecuador.com> [actualización / updated: 2021-05-26].
- Van der Hoek, Y. (2017). The potential of protected areas to halt deforestation in Ecuador.
- Zamora-Gutierrez, V., Rivera-Villanueva, A. N., Martinez Balvanera, S., Castro-Castro, A., & Aguirre-Gutiérrez, J. (2021). Vulnerability of bat–plant pollination interactions due to environmental change. *Global Change Biology*.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Información detalla de las capturas por cada individuo registrado a través de 12 redes de niebla para el monitoreo de murciélagos en un bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.

Código	Red	Orden	Familia	Especie	Sexo	Edad	Gremio	
PAL01		3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL02		3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL03		6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL04		3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL05		7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL06		7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL07		1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL08		4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia castanea</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL09		1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL10		2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL11		8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL12		11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL13		4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lophostoma occidentale</i>	Macho	Subadulto	Insectívoro
PAL14		1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL15		2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL16		2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL17		3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL18		7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL19		10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL20		1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL21		4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL22		1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro

PAL23	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL24	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Macho	Juvenil	Omnívoro
PAL25	2	Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Macho	Subadulto	Nectarívoro
PAL26	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL27	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL28	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL29	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL30	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL31	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL32	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL33	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Hembra	Adulto	Omnívoro
PAL34	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravsus</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL35	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL36	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL37	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL38	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Trachops cirrhosus</i>	Hembra	Juvenil	Carnívoro
PAL39	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL40	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL41	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thione</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL42	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL43	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL44	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL45	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL46	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL47	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL48	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL49	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL50	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro

PAL51	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL52	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL53	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL54	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL55	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL56	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL57	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Hembra	Adulto	Nectarívoro
PAL58	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL59	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL60	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL61	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL62	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Hembra	Adulto	Nectarívoro
PAL63	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL64	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL65	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL66	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL67	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Hembra	Adulto	Omnívoro
PAL68	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Hembra	Juvenil	Omnívoro
PAL69	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL70	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL71	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL72	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL73	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL74	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL75	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL76	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lophostoma occidentale</i>	Hembra	Adulto	Insectívoro
PAL77	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL78	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Macho	Adulto	Frugívoro

PAL79	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL80	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	ind	ind	Frugívoro
PAL81	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	ind	ind	Frugívoro
PAL82	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravsus</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL83	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL84	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL85	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL86	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL87	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeroniscus minor</i>	Macho	Adulto	Nectarívoro
PAL88	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL89	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravsus</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL90	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL91	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL92	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rosenbergi</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL93	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Hembra	Adulto	Hematófago
PAL94	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL95	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL96	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL97	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeroniscus minor</i>	Macho	Adulto	Nectarívoro
PAL98	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL99	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL100	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravsus</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL101	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL102	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Hembra	Adulto	Hematófago
PAL103	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL104	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL105	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL106	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro

PAL107	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	ind	ind	Frugívoro
PAL108	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL109	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL110	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL111	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravenus</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL112	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL113	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL114	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL115	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL116	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL117	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL118	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL119	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL120	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL121	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL122	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL123	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL124	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL125	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL126	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	ind	ind	Frugívoro
PAL127	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL128	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL129	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL130	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL131	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL132	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL133	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL134	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro

PAL135	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL136	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL137	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Macho	Adulto	Nectarívoro
PAL138	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL139	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL140	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeroniscus minor</i>	Macho	Juvenil	Nectarívoro
PAL141	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lophostoma occidentale</i>	Macho	Adulto	Insectívoro
PAL142	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL143	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Hembra	Juvenil	Nectarívoro
PAL144	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL145	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL146	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL147	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL148	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL149	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL150	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL151	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL152	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Choeroniscus minor</i>	Hembra	Adulto	Nectarívoro
PAL153	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL154	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL155	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rarus</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL156	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus rarus</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL157	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL158	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL159	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL160	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL161	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL162	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro

PAL163	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL164	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL165	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL166	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL167	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL168	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL169	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravidus</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL170	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL171	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL172	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL173	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL174	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL175	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravidus</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL176	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravidus</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL177	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Hembra	Adulto	Hematófago
PAL178	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL179	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL180	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL181	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa thyone</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL182	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL183	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL184	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL185	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL186	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL187	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL188	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL189	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL190	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro

PAL191	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL192	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL193	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL194	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL195	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL196	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL197	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL198	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL199	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL200	10	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL201	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL202	8	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL203	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL204	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Micronycteris megalotis</i>	Hembra	Adulto	Insectívoro
PAL205	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL206	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL207	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL208	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL209	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira sp.</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL210	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchophylla robusta</i>	Hembra	Subadulto	Nectarívoro
PAL211	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL212	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL213	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL214	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL215	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL216	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL217	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL218	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro

PAL219	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL220	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL221	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL222	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL223	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL224	2	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL225	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL226	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL227	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL228	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL229	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL230	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL231	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL232	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL233	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL234	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL235	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL236	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL237	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravs</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL238	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL239	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravs</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL240	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL241	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL242	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL243	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL244	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus ravs</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL245	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Sturnira bakeri</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL246	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro

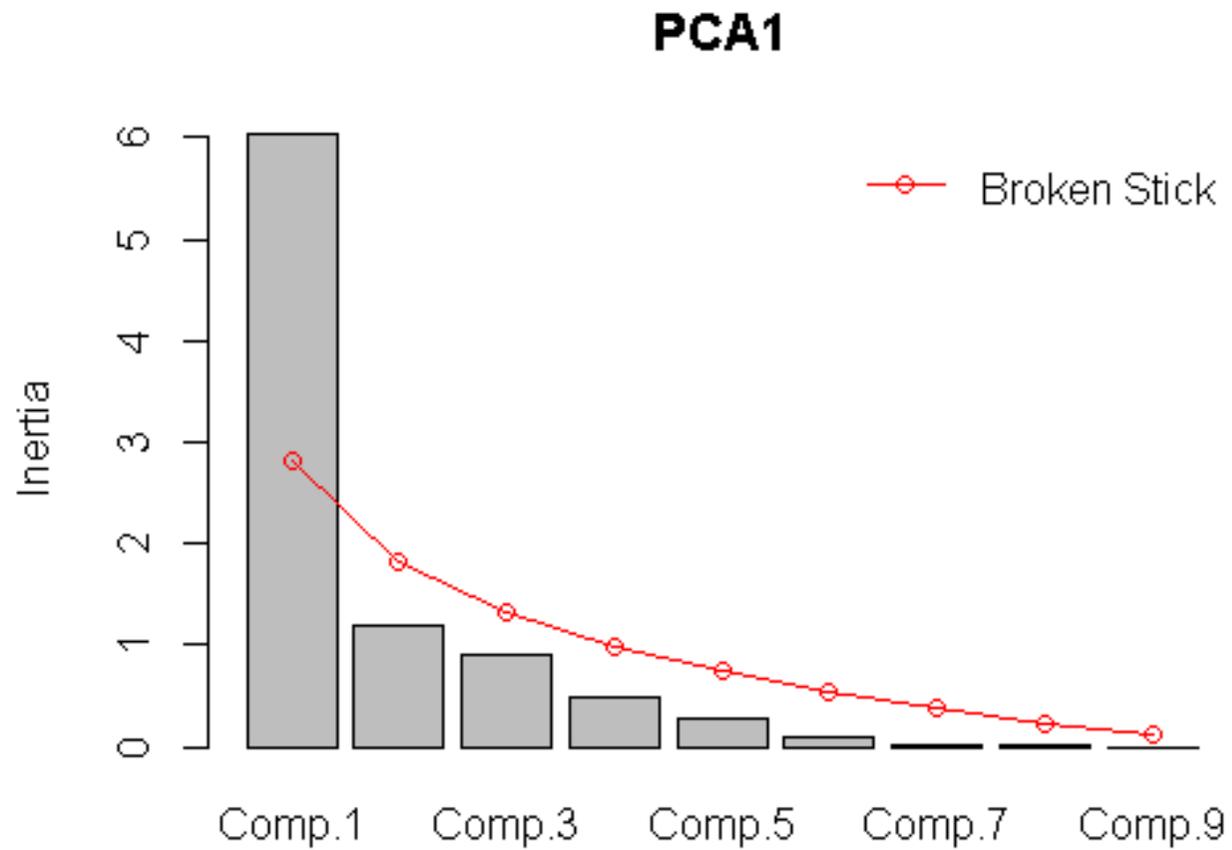
PAL247	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL248	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Lonchophylla robusta</i>	Hembra	Juvenil	Nectarívoro
PAL249	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL250	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Macho	Subadulto	Omnívoro
PAL251	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Phyllostomus discolor</i>	Macho	Juvenil	Omnívoro
PAL252	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Uroderma convexum</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL253	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL254	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus fraterculus</i>	Hembra	Juvenil	Frugívoro
PAL255	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL256	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL257	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Adulto	Frugívoro
PAL258	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL259	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL260	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL261	11	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL262	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL263	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL264	7	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Hembra	Adulto	Hematófago
PAL265	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL266	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL267	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro
PAL268	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL269	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL270	3	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL271	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Subadulto	Frugívoro
PAL272	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL273	5	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL274	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro

PAL275	4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL276	6	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL277	1	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Plathyrrhinus helleri</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL278	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	Hembra	Subadulto	Frugívoro
PAL279	12	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus aequatorialis</i>	Hembra	Adulto	Frugívoro
PAL280	9	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Macho	Juvenil	Frugívoro

**Anexo 2.** Imagen de la matriz de registro para estructura de la vegetación del hábitat de la comunidad de murciélagos en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.

Coordenadas					X	Y					Coordenadas					X	Y																
Parcela										Parcela																							
Especies por toque de avión					Arbustos (Abundancia)					Especies por toque de avión					Arbustos (Abundancia)																		
Sp1			T1	T2	T3	T4	Sp1			T1	T2	T3	T4	Sp2																			
Sp2		DAP Menor a 3cm						Sp2		DAP Menor a 3cm						Sp3																	
Sp3		Arboles (Abundancia)						Sp3		Arboles (Abundancia)						Sp4																	
Sp4		DAP	T1	T2	T3	T4	Sp4		DAP	T1	T2	T3	T4	Sp5		3-8cm																	
Sp5		3-8cm					Sp5		3-8cm					Sp6		9-15cm																	
Sp6		9-15cm					Sp6		9-15cm					Sp7		16-23cm																	
Sp7		16-23cm					Sp7		16-23cm					Sp8		24-38cm																	
Sp8		24-38cm					Sp8		24-38cm					Sp9		≥39																	
Sp9		≥39					Sp9		≥39					Sp10		Arboles (n=10) (Altura=dist*tanα)						Sp10		Arboles (n=10) (Altura=dist*tanα)									
Sp10		Arboles (n=10) (Altura=dist*tanα)						Sp10		Arboles (n=10) (Altura=dist*tanα)						Sp11		1															
Sp11		1					Sp11		1					Sp12		2																	
Sp12		2					Sp12		2					Sp13		3																	
Sp13		3					Sp13		3					Sp14		4																	
Sp14		4					Sp14		4					Sp15		5																	
Sp15		5					Sp15		5					Sp16		6																	
Sp16		6					Sp16		6					Sp17		7																	
Sp17		7					Sp17		7					Sp18		8																	
Sp18		8					Sp18		8					Sp19		9																	
Sp19		9					Sp19		9					Sp20		10																	
Sp20		10					Sp20		10					Dosel (1=0-25%; 2=26-50%; 3=51-75%; 4=76-100%)					Observaciones					Dosel (1=0-25%; 2=26-50%; 3=51-75%; 4=76-100%)					Observaciones				
		T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4							
2m							2m							2m							2m												
4m							4m							4m							4m												
6m							6m							6m							6m												
Perfil de vegetación (+)En contacto (0)Sin contacto							Perfil de vegetación (+)En contacto (0)Sin contacto							Perfil de vegetación (+)En contacto (0)Sin contacto							Perfil de vegetación (+)En contacto (0)Sin contacto												
		T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4							
2m							2m							2m							2m												
4m							4m							4m							4m												
6m							6m							6m							6m												
Recursos							Recursos							Recursos							Recursos												
		T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4				T1	T2	T3	T4							
Flores							Flores							Flores							Flores												
Frutos							Frutos							Frutos							Frutos												

**Anexo 3.** Contribución de los componentes principales para la estructura de vegetación mediante el método Broken Stick.



**Anexo 4.** Imágenes de campo para el monitoreo de la comunidad de murciélagos en un ecosistema de bosque piemontano occidental, localidad Las Palmas, provincia del Azuay, Ecuador.



**Imagen 1.** Montaje de redes de neblina.



**Imagen 2.** Red montada en el cultivo de cacao.



**Imagen 3.** Extracción de murciélagos de las redes de neblina.

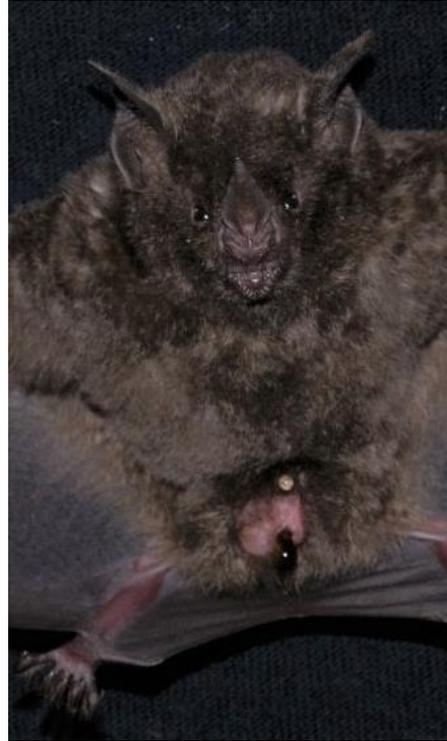


**Imagen 4.** Procedimientos de manejo y toma de datos durante la identificación de los individuos.

**Anexo 5.** Registro fotográfico de algunas de las especies capturadas en la localidad de Palmas, cantón Pucará, Provincia del Azuay.



**Imagen 5.** *Artibeus lituratus*.



**Imagen 6.** *Carollia brevicaudum*.



**Imagen 7.** *Carollia perspicillata*.



**Imagen 8.** *Choeroniscus minor*.



**Imagen 9.** *Desmodus rotundus*.



**Imagen 10.** *Glossophaga soricina*



**Imagen 11.** *Lophostoma occidentale*.



**Imagen 12.** *Micronycteris megalotis*.



**Imagen 13.** *Myotis nigricans*.



**Imagen 14.** *Phyllostomus discolor*.



**Imagen 15.** *Trachops cirrhosus*.



**Imagen 16.** *Uroderma convexum*.