

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

Escuela Profesional de Biología - Microbiología

**Variación del ensamble de murciélagos a nivel de paisaje en sitios**

**con Acuerdos de Conservación del Bosque de Protección Alto**

**Mayo, Departamento de San Martín, 2015**

**TESIS**

Presentada por:

Bach. Yuly Maribel Huayta Osco

Para optar el Título Profesional de:

**BIÓLOGO - MICROBIÓLOGO**

**TACNA – PERÚ**

2017

## UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 309

En la ciudad de Tacna, en el auditorio de la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; siendo las 15:45 hrs. del 05 de Diciembre del 2017, estando presentes el jurado calificador nominado por Resolución de la Facultad N° 8970-2017- FACI-UNJBG, conformando por los siguientes docentes:

Dr. Daladier Miguel Castilla Cotrina  
Mgr. Soledad Bornás Acosta  
Dr. Vicente Chambilla Quispe

PRESIDENTE  
MIEMBRO  
SECRETARIO

Acto seguido, se dio lectura a la Resolución correspondiente, y del mismo modo se dio lectura al artículo 22 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias. A continuación, el presidente del Jurado instó a la Bachiller Yuly Maribel Huayta Osco a exponer la Tesis titulado: Variación del ensamble de murciélagos a nivel de paisaje en sitios con Acuerdos de Conservación del Bosque de Protección Alto Mayo, Departamento de San Martín, 2015.

Siendo las 15:30 horas la tesista concluye su exposición, luego se procedió a la formulación de las preguntas por parte de los miembros del jurado calificador. Terminado este proceso, se invitó a que los miembros del jurado emitan su calificación de acuerdo a reglamento.

El promedio de calificación dio el siguiente resultado: Aprobado por unanimidad, con el calificativo de 16 (Bueno) de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias.

Siendo las 15:45 se dió por concluida el acto de sustentación de la tesis, firmando los señores miembros del jurado calificador, en señal de conformidad.



Dr. Daladier Miguel Castillo Cotrina  
PRESIDENTE



Mgr. Soledad Bornás Acosta  
MIEMBRO



Dr. Vicente Chambilla Quispe  
SECRETARIO

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, quienes me impulsaron a desarrollar mis metas personales y académicas, así como al ex jefe del Bosque de Protección Alto Mayo el Ing. Gustavo Montoya quien facilitó el desarrollo de mi tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Mgr. Giovanni Aragón Alvarado, mi asesor, por su apoyo al desarrollo de la presente investigación; al Ing. Edy Mendoza y al Blgo. Orlando Advíncula Zeballos por sus consejos en los análisis de información geográfica y la estadística del presente trabajo de investigación, respectivamente.

Al equipo técnico y jefatura del Bosque de Protección Alto Mayo (BPAM) por el apoyo en campo y las facilidades de permisos, correspondientemente, con especial énfasis a la Ing. Ivonne Paico Vera; y a la Organización No Gubernamental Fundación Conservación Internacional por el financiamiento de la fase de campo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
ABREVIATURAS .....	xiv
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2. Hipótesis .....	5
1.3. Justificación .....	5
1.4. Objetivos .....	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos .....	7
1.5. Marco teórico .....	8

1.5.1. Los Murciélagos y su papel ecológico.....	8
1.5.2. Los Murciélagos como indicadores biológicos .....	11
1.5.3. Efecto de la Perturbación en los Murciélagos .....	13
1.5.4. Estudios a Escala de Paisaje .....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
2.1. Ubicación y delimitación del área de estudio .....	25
2.2. Población y muestra.....	27
2.2.1. Población .....	27
2.2.2. Muestra .....	27
2.3. Diseño de investigación .....	27
2.4. Métodos .....	28
2.4.1. Colecta y esfuerzo de muestreo.....	28
2.4.2. Caracterización de especies .....	30
2.4.3. Procesamiento de datos .....	31
A. Composición de especies.....	32
B. Diversidad de especies .....	34
C. Riqueza .....	37
D. Abundancia .....	38

E. Completitud y eficacia del muestreo .....	42
F. Caracterización del paisaje .....	44
G. Análisis de paisaje .....	48
III. RESULTADOS .....	50
3.1. Composición de especies .....	50
3.2. Similaridad .....	54
3.3. Diversidad .....	66
3.4. Riqueza de especies.....	71
3.5. Abundancia .....	76
3.6. Gremios tróficos.....	84
3.7. Calidad del muestreo .....	88
3.8. Estructura del paisaje.....	91
3.9. Análisis de Paisaje .....	94
IV. DISCUSIÓN .....	101
V. CONCLUSIONES.....	122
VI. RECOMENDACIONES .....	124
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	125
VIII. ANEXOS .....	140

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Índice de Shannon.....	36
<b>Tabla 2.</b>	Definición de los gremios.....	40
<b>Tabla 3.</b>	Esfuerzo de muestreo por localidad y estación de muestreo.....	41
<b>Tabla 4.</b>	Características del paisaje relacionadas con el ensamble de murciélagos.....	49
<b>Tabla 5.</b>	Matriz de similitud entre los sitios (Índice Jaccard).....	56
<b>Tabla 6.</b>	Matriz de similitud entre los sitios (Índice Bray Curtis)....	56
<b>Tabla 7.</b>	Índices de similaridad entre temporadas climáticas en sitios con AdC del BPAM.....	61
<b>Tabla 8.</b>	Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en época húmeda (Índice Jaccard).....	62
<b>Tabla 9.</b>	Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en época seca (Índice Jaccard).....	62
<b>Tabla 10.</b>	Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en estación húmeda (Índice Bray Curtis).....	64
<b>Tabla 11.</b>	Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en estación seca (Índice Bray Curtis).....	64
<b>Tabla 12.</b>	Índices de diversidad alfa por sitio con AdC del BPAM....	67

<b>Tabla 13.</b> Índices de diversidad por sitio muestreado y temporada climática.....	69
<b>Tabla 14.</b> Estimadores de riqueza en sitios con AdC del BPAM.....	71
<b>Tabla 15.</b> Estimadores de riqueza por sitio y temporada climática.....	74
<b>Tabla 16.</b> Gremios tróficos registrados en los sitios con AdC.....	84
<b>Tabla 17.</b> Gremios tróficos según la temporada climática en los sitios con AdC del BPAM.....	86
<b>Tabla 18.</b> Gremios tróficos registrados en los sitios con AdC entre temporadas climáticas.....	87
<b>Tabla 19.</b> Valores obtenidos de los sitios en base a la ecuación de Clench.....	89
<b>Tabla 20.</b> Simulación del esfuerzo necesario para lograr una proporción del 90 por ciento.....	91
<b>Tabla 21.</b> Relación entre características del paisaje con las especies de murciélagos en sitios con AdC.....	98

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Composición taxonómica por sitios con AdC del BPAM.....	51
<b>Figura 2.</b> Registros de individuos por época, sitios y muestreo total en el BPAMI.....	52
<b>Figura 3.</b> Subfamilias registradas durante el muestreo en sitios con AdC del BPAM.....	53
<b>Figura 4.</b> Número de especies por género registradas en sitios con AdC del BPAM.....	54
<b>Figura 5.</b> ACP de la composición de especies en sitios con AdC.....	55
<b>Figura 6.</b> Dendrogramas de similitud de especies de murciélagos por sitio muestreado según el índice de Jaccard.....	57
<b>Figura 7.</b> Dendrogramas de similitud de especies de murciélagos por sitio muestreado según índice de Bray Curtis.....	57
<b>Figura 8.</b> ACP de la composición de especies para los sitios por temporada climática.....	58
<b>Figura 9.</b> Dendrogramas de similitud por sitio muestreado en época húmeda y seca. Índice de similitud Jaccard.....	63
<b>Figura 10.</b> Dendrogramas de similitud por sitio muestreado en época húmeda y seca. Índice de Bray Curtis.....	65

<b>Figura 11.</b> Perfiles de diversidad en los sitios con AdC del BPAM.....	67
<b>Figura 12.</b> Diversidad en los sitios con AdC del BPAM según los índices Shannon (D1) y Simpson (D2).....	68
<b>Figura 13.</b> Diversidad de murciélagos por cada sitio y muestreo total por temporada climática (H: Húmeda y S: Seca).....	70
<b>Figura 14.</b> Perfiles de diversidad para los sitios con AdC en el BPAM en época húmeda (izquierda) y seca (derecha)..	70
<b>Figura 15.</b> Curvas de acumulación de especies por sitios con AdC del BPAM.....	72
<b>Figura 16.</b> Riqueza de especies por sitios con AdC y muestreo total del BPAM.....	73
<b>Figura 17.</b> Riqueza media de especies ( $\pm$ error estándar) entre temporadas climáticas.....	75
<b>Figura 18.</b> Riqueza de especies en sitios por temporadas climáticas.....	75
<b>Figura 19.</b> Abundancia media de murciélagos para cada sitio estudiado.....	76
<b>Figura 20.</b> Histograma de abundancia relativa para 40 especies de murciélagos en el paisaje.....	78

<b>Figura 21.</b> Frecuencia relativa (FR) de las especies de murciélagos según sitio con AdC del BPAM.....	79
<b>Figura 22.</b> Valores medios de abundancia de murciélagos para cada temporada climática.....	81
<b>Figura 23.</b> Valores medios de abundancia de murciélagos por sitios entre temporadas climáticas.....	81
<b>Figura 24.</b> Frecuencia relativa (FR) de especies por las temporadas climáticas en sitios con AdC del BPAM.....	83
<b>Figura 25.</b> Valores medios de abundancia de los gremios tróficos en el muestreo.....	85
<b>Figura 26.</b> Abundancia relativa media de gremios tróficos en los sitios con AdC.....	85
<b>Figura 27.</b> Gremios tróficos registrados según temporada climática en sitios con AdC del BPAM.....	87
<b>Figura 28.</b> Abundancia relativa media de gremios tróficos en los sitios con AdC por temporada climática.....	88
<b>Figura 29.</b> Curva de acumulación de especies en sitios con AdC del BPAM, basado en el Modelo de Clench.....	90
<b>Figura 30.</b> ACP de las variables del paisaje medidas a nivel de escalas y su contribución en el ordenamiento de los buffers.....	93

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Clasificación de la cobertura vegetal del área de estudio, basado en una imagen de satélite LandSat TM (Agosto, 2016).....	140
<b>Anexo 2.</b> Mapa del arreglo de las muestras de paisaje a diferentes escalas espaciales en el BPAM.....	141
<b>Anexo 3.</b> Número de individuos capturados por especie en sitios con AdC en el BPAM.....	142
<b>Anexo 4.</b> Análisis de componentes principales en sitios con AdC en el BPAM.....	146
<b>Anexo 5.</b> Análisis de componentes principales en sitios con AdC en el BPAM por temporada climática.....	147
<b>Anexo 6.</b> Análisis de Varianza (SC tipo I) de dos vías (sitios con AdC y estación climática) de la diversidad de especies según el índice de Shannon- Wiener.....	148
<b>Anexo 7.</b> Análisis de Varianza (SC tipo I) de dos vías (sitios con AdC y estación climática) de la diversidad de especies según el índice de Simpson.....	148
<b>Anexo 8.</b> Análisis de Varianza (SC tipo I) de dos vías (sitios con AdC y estación climática) de la riqueza de especies.....	149

<b>Anexo 9.</b> Abundancia relativa de las especies de murciélagos en sitios con AdC en el BPAM por temporada climática.....	150
<b>Anexo 10.</b> Análisis de Varianza (SC tipo I) de tres vías (gremios tróficos, sitios con AdC y estación climática) de la abundancia de especies de murciélagos.....	153
<b>Anexo 11.</b> Prueba de Tukey del análisis de varianza de la abundancia de especies de murciélagos para sitios con AdC.....	154
<b>Anexo 12.</b> Cálculos de variables de estructura y configuración del paisaje de estudio del BPAM.....	155
<b>Anexo 13.</b> PCA de las muestras circulares a nivel de escalas de paisaje.....	158
<b>Anexo 14.</b> Variables a escala de paisaje de los Componentes principales del PCA de las muestras circulares.....	159
<b>Anexo 15.</b> Constancia de investigación en el Bosque de Protección Alto Mayo (San Martín).....	160
<b>Anexo 16.</b> Registro fotográfico de las especies halladas en sitios con AdC del ANP BPAM.....	161

## ABREVIATURAS

<b>AdC</b>	:	Acuerdos de Conservación
<b>AMA</b>	:	Amangay
<b>ANP</b>	:	Área Natural Protegida
<b>BPAM</b>	:	Bosque de Protección Alto Mayo
<b>CAN</b>	:	Candamito
<b>CI</b>	:	Fundación Conservación Internacional
<b>ESP</b>	:	Esperanza
<b>Ha</b>	:	Hectárea
<b>NAR</b>	:	Naranjos
<b>NLL</b>	:	Naranjillo
<b>SERNANP</b>	:	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>TRI</b>	:	Triunfo

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Neotrópico:** Término utilizado en biogeografía para identificar la región tropical del continente americano e incluye la selva húmeda tropical y subtropical.

**Bosque premontano:** Conocido como selva montana, tiene un clima subtropical de altitud que es equiparable en cuanto a su temperatura, pero más lluviosa, con una pluviosidad similar a la selva tropical basal.

**Bosques montanos:** Es el bosque que se encuentra bajo la influencia de la altitud, en general cuanto mayor es la altitud, menor es la altura del dosel, más frío y menos denso que el bosque premontano.

**Acuerdos de conservación:** Es una estrategia para conservar los ecosistemas del Bosque de Protección Alto, mediante la asistencia técnica para el manejo orgánico de los cultivos de café de forma agroforestal.

**Paisaje:** Área de la superficie terrestre con características morfológicas y funcionales similares en función de una escala y localización, la escala es definida por el tamaño del paisaje y que tiene un reflejo visual en el espacio.

**Conectividad ecológica:** Es la capacidad que tiene una población o conjunto de poblaciones de una especie para relacionarse con individuos de otra población en un territorio fragmentado.

**Fragmentación:** Transformación de gran expansión de hábitat en numerosos fragmentos o parches de área menor, aislados por una matriz de hábitat distinto al original.

**Sucesión ecológica:** Es una serie de cambios progresivos en la composición de una comunidad ecológica a lo largo del tiempo

**Agroecosistema:** Ecosistema agrícola caracterizado como un ecosistema sometido por el hombre a continuas modificaciones de sus componentes bióticos y abióticos para la explotación agropecuaria.

**Purma:** Son áreas abandonadas y degradadas, que han sido deforestados para fines agropecuarios.

**Inverna:** Es una denominación propia de pobladores de la zona de estudio para referirse a los pastizales introducidos para la crianza de ganado vacuno, caballos y burros.

## RESUMEN

El Orden Chiroptera constituye uno de los grupos de mamíferos claves para el funcionamiento ecológico por su amplio uso de recursos. La diversidad de este orden, así como de diferentes taxas puede estar relacionada con factores que operan a nivel de sitio o a una escala espacial mayor del paisaje. Las investigaciones de cafetales bajo sombra pocas veces han incorporado el análisis del paisaje circundante. La diversidad de murciélagos en los bosques neotropicales obedece a factores de distinta escala espacial, como las características estructurales y de composición de la vegetación, así como también la proporción de los elementos dominantes del paisaje. Este estudio evaluó la relación de las características a nivel de ensamble de murciélagos con los atributos del paisaje adyacente a sitios con Acuerdos de Conservación (AdC) del Área Natural Protegida Bosque de Protección Alto Mayo (ANP BPAM), localizado en la región de San Martín. Durante las temporadas climáticas húmeda y seca se trabajó con un total de 144 metros de red (sumadas por noche), 84 horas y 72 noches. Se capturó 489 murciélagos pertenecientes a 40 especies, de dos familias, donde el 99,18 % fue representado por la familia Phyllostomidae. Los sitios con AdC compartieron especies entre 29,6 % a 66,4 % según el índice de Bray

Curtis. El área cuenta con una alta diversidad en base a los valores del índice de Shannon ( $D1 = 4,153$ ) y dominancia particular por algunas especies ( $D2 = 0,902$ ), donde la mayor diversidad se encontró en los sitios Triunfo y Esperanza. Los valores de los estimadores Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2 refieren que la riqueza esperada se halla entre 47, 59, 54 especies aproximando a completar el inventario entre 7 hasta 19 especies. El patrón de abundancia relativa sugiere que cerca de 20 especies son raras (representadas por  $< 5$  individuos) y 7 son abundantes (representados por  $> 20$  individuos), diferenciándose significativamente entre algunos sitios ( $p < 0,05$ ) y destacando la alta frecuencia de los gremios frugívoros y nectarívoros; así como la presencia del gremio omnívoro por la especie *Phyllostomus hastatus*, indicadora de buen estado de conservación. La variación del ensamble de murciélagos entre las temporadas climáticas no mostró un patrón estacional significativo, en consecuencia, posible de la disponibilidad permanente de recursos para forrajeo. En los sitios con agroecosistemas bajo AdC el ensamble de quirópteros está asociado a factores de distinta escala espacial del paisaje y la propia ecología de cada especie y gremio trófico, los resultados muestran relaciones positivas y negativas de la diversidad, abundancia de especies y gremios a diez de los once elementos de paisaje caracterizados.

## ABSTRACT

The Chiroptera Order is one of the key mammal groups for ecological functioning because of its extensive use of resources. The diversity of this order, as well as of different taxa, may be related to factors that operate at a site level or at a larger spatial scale of the landscape. Research into shaded coffee plantations has seldom incorporated the analysis of the surrounding landscape. The diversity of bats in neotropical forests is due to factors of the spatial scale category, such as the structural and vegetation characteristics of the vegetation, as well as the proportion of the dominant elements of the landscape. This study evaluates the relationship of the characteristics at the level of the set of bats with the attributes of the landscape adjacent to sites with Conservation Agreements (AdC) of the Protected Natural Area Alto Mayo Protection Forest (ANP BPAM), located in the San Martín region. During the wet and dry climatic seasons we worked with a total of 144 meters of red, 84 hours and 72 nights. 489 bats belonging to 40 species were captured, from two families, where 99,18% was represented by the Phyllostomidae family. The sites with AdC shared species between 29.6% and 66.4% according to the Bray Curtis index. The area has a high diversity based on the values of the Shannon index ( $D1 = 4,153$ ) and particular dominance by some species ( $D2 =$

0,902), where the greatest diversity was found in the Triunfo and Esperanza sites. The values of the estimators Chao 2, Jackknife 1 and Jackknife 2 indicate that the expected wealth is between 47, 59, 54 species, approaching to complete the inventory between 7 to 19 species. The pattern of relative abundance suggests that about 20 species are rare (represented by <5 individuals) and 7 are abundant (represented by > 20 individuals), differing significantly between some sites ( $p < 0,05$ ) and highlighting the high frequency of the frugivorous and nectarivorous guilds; as well as the presence of the omnivorous guild by the species *Phyllostomus hastatus*, indicator of good conservation status. The variation of the bat assemblage between the climatic seasons did not show a significant seasonal pattern, consequently possible from the permanent availability of resources for foraging. In sites with agroecosystems under AdC, the bats assemblage is associated with factors of different spatial scale of the landscape and the ecology of each species and trophic guild, the results show positive and negative relationships of diversity, abundance of species and guilds to ten of the eleven landscape elements characterized.

## I. INTRODUCCIÓN

Ante la continua deforestación de bosques como sucede en la selva peruana y el cambio de uso de suelo por actividades agropecuarias, resulta crucial para el mantenimiento de estos ecosistemas la presencia de sistemas agroforestales que pueden funcionar como refugios alternativos para la fauna y ser sitios de paso hacia la vegetación boscosa. Entre algunos de los sistemas que se ha demostrado contribuyen a la conservación de plantas y animales están los cultivos de café bajo sombra, por ser agroecosistemas muy parecidos a un bosque (Philpott *et al.*, 2008). Según la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación señala a los cultivos de café como ecosistemas que se utilizan para la agricultura y dependiendo del manejo poseen componentes similares, interacciones y funciones semejantes a la del ecosistema inicial (FAO, 2010) y según López y Landgrave (2008) la diversidad y estructura dentro de los agroecosistemas puede contribuir directamente a la conservación. El papel de los cultivos cafetaleros como reservorios de diversidad puede variar dependiendo del grupo taxonómico, el tipo de sombra y manejo del cafetal, además de estos factores las migraciones o movimientos estacionales hacia nuevos hábitats, en

búsqueda de recursos alimenticios puede afectar la presencia de los organismos, en un cafetal y en un bosque, esto se ha reportado en aves, roedores y murciélagos, lo cual sugiere que la matriz de paisaje en la cual están inmersos los cafetales de sombra es un importante factor, que puede determinar la importancia de los cafetales como reservorios de biodiversidad (Cruz *et al.*, 2004; Saldaña, 2008). Es entonces necesario para conocer la magnitud del impacto de la fragmentación y de las actividades humanas analizar la respuesta de los individuos y la selección de hábitats en base a la diferencia y estructura de los mismos (Vargas *et al.*, 2008). Entre los mamíferos reconocidos como los principales responsables de la regeneración natural en estos ambientes por diversos autores (Estrada y Coates, 2002; Marín *et al.*, 2005; Moreno, 2011) se hallan los murciélagos por considerarse importantes dispersores de semillas.

Es entonces necesario conocer la respuesta de los murciélagos ante las perturbaciones antropogénicas a escala de paisaje (Wilson, Ascorra, Solari, Wilson y Sandoval, 1996; Klingbeil y Willig, 2009), debido que existen pocos estudios en este sentido en el país y que hayan evaluado el impacto de la deforestación o fragmentación sobre la diversidad de murciélagos o la respuesta de ellos ante las perturbaciones antropogénicas en bosques; y como

señala Mena (2010) luego de una investigación en Pozuzo, Pasco, aún no se cuenta con información de estudios en áreas de altitudes de la vertiente oriental del Perú; aún más para concertar la productividad de cultivos con la conservación de la biodiversidad.

En el presente estudio se considera el valor de los cultivos agroforestales como corredores biológicos hacia hábitats boscosos para evaluar la relación que tiene la composición y configuración del paisaje sobre el ensamblaje de murciélagos.

### **1.1. Planteamiento del problema**

En un paisaje intervenido como el ANP Bosque de Protección Alto Mayo (BPAM) con presencia de diferentes parches de bosque en distintos estados de sucesión, cafetales, pastizales se fomentan agroecosistemas conocidos como cafetales con Acuerdos de Conservación, para tratar de mantener un balance entre el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente. La matriz del área protegida es un escenario donde se puede generar información que relacionen el agroecosistema y su paisaje, a diferencias de

otros agroecosistemas, el cultivo de café de sombra tiene el potencial de conservar parte de la biodiversidad y el funcionamiento de los bosques, por mantener árboles de dosel y algunos de sotobosque; además esta primera investigación en quirópteros para este Bosque de protección representa una base para futuros estudios de quiropterofauna en la zona y al reconocer a los murciélagos como indicadores del estado de conservación de los ecosistemas (Kalko y Handley, 2001) en el ANP de estudio, resulta una herramienta útil en la evaluación y monitoreo de las estrategias de conservación que actualmente desarrolla el ANP BPAM, como para el caso específico de la implementación de los acuerdos de conservación y posibilitar el planteamiento de futuras estrategias para conservar el área. Ante la necesidad de continuar con estudios que relacionen los agroecosistemas cafetaleros y su paisaje, se plantea la siguiente interrogante:

¿Existe relación entre el ensamble de murciélagos y atributos a escala de paisaje (composición y configuración) en sitios con acuerdos de conservación del Bosque de Protección Alto Mayo?

## **1.2. Hipótesis**

Se presume a escala de paisaje que el ensamble de murciélagos obedece a factores de distinta escala espacial, asociada positivamente o negativamente con los atributos de paisaje del Bosque de Protección Alto Mayo. De forma positiva con la mayor cubierta de bosque, el tamaño medio de fragmentos, la cohesión de fragmentos, la densidad de cuerpos de agua, la heterogeneidad altitudinal y el número de parcelas de café con acuerdos de conservación, pero negativamente con el mayor número y densidad de fragmentos, la longitud y la densidad de bordes, la forma de los fragmentos forestales.

## **1.3. Justificación**

La conversión de bosques a pastizales, plantaciones u otros paisajes por actividades humanas, son causas primarias en la pérdida de biodiversidad, en el Perú el aprovechamiento de los bosques consiste en realizar prácticas agropecuarias que alteran la estructura paisajística, además de su cambio de uso, existen zonas de conservación denominadas Áreas

Naturales Protegidas (ANP), cuyo objetivo de creación es la conservación del patrimonio natural, histórico, arqueológico y servicios ecosistémicos que prestan a la sociedad, una de estas áreas es el Bosque de Protección Alto Mayo (BPAM) donde su categorización permite el uso directo de recursos y ante la creación de la carretera Fernando Belaunde Terry se ha generado un escenario perturbado, por la presión humana y sus actividades agropecuarias. Entre las estrategias para preservar los recursos del área protegida desde el año 2011 se están implementando los acuerdos de conservación (AdC), los cuales promueven una asistencia técnica a los agricultores para desarrollar agroecosistemas cafetaleros de sombra orgánicos con el fin de mejorar su economía para prevenir, evitar y mitigar la continuación de la deforestación. Los bosques donde se desarrollan estas actividades por su actual composición, una matriz de bosques primarios, secundarios, cultivos de café, pastizales, asentamientos humanos y caminos, afectan al ensamblaje de mamíferos, incluyendo a los murciélagos.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la relación de las características a nivel de ensamble de murciélagos con los atributos del paisaje en sitios con acuerdos de conservación del Bosque de Protección Alto Mayo, San Martín.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la abundancia, riqueza y diversidad de murciélagos en sitios con acuerdos de conservación.
- Analizar la variación estacional en la abundancia, riqueza y diversidad de murciélagos en sitios con acuerdos de conservación.
- Caracterizar la estructura del paisaje adyacente a sitios de acuerdos de conservación.
- Determinar la correlación de la estructura del paisaje y las características a nivel de ensamble de murciélagos en sitios con acuerdos de conservación.

## **1.5. Marco teórico**

### **1.5.1. Los Murciélagos y su papel ecológico**

Los quirópteros, conocidos comúnmente como murciélagos, representan el segundo orden de mamíferos más diverso después de los roedores. Actualmente, se conocen más de 1 232 especies de murciélagos en todo el mundo (Kalko y Handley, 2001) y se reconocen dos subórdenes agrupados en base a características moleculares y morfológicas: Yinpterochiróptera y Yangochiróptera, el primero incluye la superfamilia Rhinolophoidea y cinco familias, mientras que el segundo a tres superfamilias (Emballonuroidea, Noctilionoidea y Vespertilionidae) y 12 familias (Aguirre y Galarza, 2006 cita a Teeling *et al.*, 2005).

Se reconoce su alta diversidad taxonómica (Gardner, 2007) y ecológica representada en una variedad de gremios que se distribuyen en todos los niveles tróficos debido a sus hábitos alimentarios (Medellín, Arita y Sánchez, 2000); de esta manera, estos

mamíferos participan activamente en el reciclaje de nutrientes y energía en el ecosistema. Tales relaciones bióticas intervienen en la biogeografía de las especies, la regeneración natural de la vegetación; y el mismo funcionamiento de los ecosistemas. Por sus múltiples adaptaciones habitan prácticamente en todos los ecosistemas, pueden perchar en túneles, cuevas, huecos de árboles, puentes, edificios viejos, en las hojas, etc. Por su amplio espectro trófico, brindan cruciales servicios ambientales en el mantenimiento de las cadenas alimentarias, para la dispersión de muchas plantas dependientes de ellos; son los únicos polinizadores de algunas especies de plantas que abren sus flores durante la noche como las de importancia comercial como por ejemplo los de género *Musa* (plátanos), *Agave*, y el árbol de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*), plantas que han desarrollado el síndrome “quiropterofilia”; la regulación del tamaño de las poblaciones de insectos como los de la plaga del maíz, los transmisores de enfermedades, además la

producción de guano, útil como fertilizante, un excelente abono orgánico.

La familia más grande y endémica del neotrópico es la Phyllostomidae, con 55 géneros y 160 especies (Wilson y Reeders, 2005), asimismo ocupa diversos nichos ecológicos abarcando seis gremios tróficos como insectívoros, polinívoros o nectarívoros, frugívoros, carnívoros, ictiófagos y hematófagos. Son importantes para mantener la regeneración de selvas ante perturbaciones naturales o antrópicas, junto a las aves, son los principales dispersores de plantas pioneras (Galindo, 1998; Kalko y Handley, 2001; Wilson, 2002).

Para el Perú se han registrado 179 especies de quirópteros, agrupados en ocho familias, de los cuales Phyllostomidos, Molossidos y Vespertillonidos son los de mayor abundancia e importancia; cerca del 80% la mayor diversidad se encuentra en selva baja y un menor porcentaje en la sierra y vertiente occidental (Pacheco, 2009; Velazco, Pacheco y Meschede, 2011; Pacheco y Solari, 1997; Pino, Pari, Medina y Zeballos, 2015).

### **1.5.2. Los Murciélagos como indicadores biológicos**

En las comunidades bióticas de muchos grupos faunísticos, las alteraciones en el hábitat generan cambios en su estructura y composición, pues al afectar la disponibilidad de recursos se producen condiciones favorables para unas especies y desfavorables para otras. Esta variación en los grupos de fauna, favorece su condición como indicadores. Pero para que las especies sean útiles como indicadoras, deben ser abundantes y diversas ecológica, taxonómica y tróficamente (Medellín *et al.*, 2000).

En el caso de los murciélagos, además de su abundancia local, riqueza de especies y diversidad ecológica, la tolerancia que exhiben las especies ante las modificaciones del paisaje, relacionado con su capacidad de volar y su habilidad para cruzar áreas abiertas, los reconoce como un grupo indicador de la perturbación antropogénica (Medellín *et al.*, 2000; Castro, Sosa y Castillo, 2007a). Estas características les permiten alcanzar otros fragmentos de bosque o tipos de

vegetación, lo cual para otros grupos faunísticos representa un serio obstáculo (Medellín *et al.*, 2000; Kalko y Handley, 2001), y a la vez brinda acceso a una variedad de hábitats adicionales para satisfacer sus requerimientos alimentarios y de refugio. Proponiéndolos de esta forma como un buen modelo para estudiar los cambios que la fragmentación del hábitat ejerce sobre las comunidades animales, sea por su amplio espectro trófico y la alta especificidad de muchas especies en su dieta, refugio y área de forrajeo, considerándolos como elementos importantes para la determinación de la calidad de hábitat e indicadores de perturbación, un claro ejemplo es la familia Phyllostomidae (Mena, 2010 cita Fenton *et al.*, 1992). De hecho, algunos estudios revelan que, en los fragmentos de bosque tropical, la diversidad y abundancia de murciélagos es influenciada por la distancia entre los parches, las estrategias de forrajeo y el tamaño del espacio vital (Cosson, Pons y Masson, 1999; Estrada, Coates y Merrit, 1993).

### **1.5.3. Efecto de la perturbación en los Murciélagos**

El reconocimiento y monitoreo de la biodiversidad de un área en particular, permite documentar el estado de conservación que guardan las comunidades biológicas de un ecosistema. A su vez, es el paso inicial de cualquier plan de manejo de los recursos naturales. Ante la velocidad y el incremento del cambio de uso del suelo en diferentes regiones del planeta es obligatorio realizar nuevas caracterizaciones del estado de la biodiversidad con el objeto de entender el efecto de la perturbación humana en las comunidades biológicas.

Estos cambios rápidos de uso de suelo y la deforestación de bosques tropicales presentan una tendencia general de reemplazar los bosques por tierras agrícolas y pastizales para ganado, lo que se aúna con una progresiva pérdida de hábitat y fragmentación.

La fragmentación es el acto de romper la continuidad de un hábitat, ecosistema o uso de suelo en pequeñas parcelas (Franklin *et al.*, 2002 citado por Saldaña, 2008) y el impacto de esta perturbación sobre

la biodiversidad debe ser analizado como un proceso, el cual implica cuatro efectos: la reducción en la cantidad del hábitat, el incremento en el número de parches de hábitat, la disminución en el tamaño de los parches y el incremento en el aislamiento de los parches (Fahrig, 2003). Entonces, ante la pérdida de homogeneidad en los ecosistemas han aparecido nuevos elementos como parches, bordes, corredores, árboles aislados, potreros, cultivos, bosques secundarios, etc., que pueden funcionar como ecotonos o conectores de un sistema o paisaje (Williams, 1992 citado por Saldaña, 2008). Cuando estas zonas de transición entre un parche de bosque o hábitat embeben gran parte de paisaje se les denomina matriz, hoy en día los bosques son elementos de matrices dominadas por potreros o en mejor caso por cultivos o sistemas agroforestales (Saldaña, 2008).

Como se ha citado la fragmentación de ecosistemas está produciendo modificaciones en la disponibilidad y configuración del hábitat, a los cuales las especies pueden o no ajustarse. Por ejemplo, una parte importante de la diversidad de aves terrestres nativas

presentes en los bosques tropicales suelen utilizar los campos agrícolas que han surgido luego de la deforestación (Perfecto, Dietsch y Vandermeer, 2003). Similares resultados se han encontrado para artrópodos (Perfecto *et al.*, 2003; Schonberg, Longino y Nadkarni, 2004), algunos grupos de mamíferos terrestres (Daily *et al.*, 2003; Mena y Medellín, 2010; y Naughton *et al.*, 2003) y en murciélagos (Castro, Sosa y Castillo, 2007b; Medellín *et al.*, 2000).

Varios autores (Ospina y Gómez, 1990; Numa, Verdú y Sánchez, 2005) determinan que la perturbación genera cambios en la composición y abundancia de murciélagos, así como también en su estructuración trófica, encontrando como patrón la presencia de insectívoros de follaje (subfamilia: Phyllostominae) en sitios conservados, la tolerancia de algunas especies omnívoras a zonas alteradas y la disminución de la equidad de frugívoros y nectarívoros con el aumento de la perturbación (Ospina y Gómez, 1990; Numa *et al.*, 2005). Según Moreno, Barragán, Pineda y Pavón (2011) las especies reaccionan de forma diferente a la

modificación del hábitat, los disturbios espaciales a pequeña escala generan a nivel local condiciones que favorecen el establecimiento de especies raras aumentando la diversidad paisajística. Esto se refuerza con lo obtenido por Castro (2007) quien señala ante perturbaciones de pequeñas magnitudes, por un cierto grado de perturbación, ya se observan cambios en los ensamblajes de murciélagos, algunas especies disminuyen considerablemente su abundancia (p.e. *A. jamaicensis*) o están ausentes (p.e. algunas especies de la subfamilia Phyllostominae) en los estadios tempranos de la vegetación secundaria.

En los bosques secundarios del neotrópico se ofrecen a la fauna una gran abundancia y diversidad de recursos para sobrevivir y establecerse (Bobrowiec y Gribel, 2010). Los murciélagos pueden adaptarse muy bien a los bosques secundarios, ya que en ellos encuentran diversos recursos alimentarios, que permiten la presencia de gremios como los animalívoros (insectívoros y carnívoros), frugívoros y hematófagos (Castro, Sosa y Castillo, 2007b; Goncalves da Silva,

Gaona y Medellín, 2008). La capacidad de volar a grandes distancias les permite trasladarse desde sus sitios de refugio a zonas de forrajeo como los bosques secundarios y viceversa (Galindo, 1998). Los murciélagos frugívoros suelen ser abundantes en bosques secundarios debido a la gran producción de frutos de las plantas características de estos ambientes (p.e. *Piper* y *Cecropia*) durante todo el año. Las especies frugívoras de los géneros *Artibeus*, *Carollia* y *Sturnira* son muy exitosas en el aprovechamiento de los bosques secundarios con diferentes grados de alteración (Castro *et al.*, 2007a; Goncalves da Silva *et al.*, 2008).

El efecto de la transformación de bosques tropicales y subtropicales en plantaciones de café u otros agroecosistemas sobre la diversidad de murciélagos, se han estudiado por Medellín *et al.*, 2000; Estrada y Coates, 2001; Moreno y Halffter, 2001; Gorresen y Willig, 2004. Los resultados de estos estudios pueden dividirse en dos grupos: los que apoyan que la riqueza de especies de murciélagos es menor en los agroecosistemas que en los bosques originales o con

poca perturbación, como en Los Tuxtlas (Estrada y Coates, 2002), en la Lacandonia (Medellín *et al.*, 2000), en la Sierra Madre de Chiapas (García, Damona, Sánchez, Soto e Ibarra, 2006); y aquellos que apoyan que la riqueza es igual o mayor en los agroecosistemas que en los bosques, como en la Lacandonia (Cruz, Lorenzo, Soto, Naranjo y Ramírez, 2004), en el Quindío, Colombia (Numa *et al.*, 2005), en la zona central montañosa de Veracruz (Pineda, Moreno, Escobar y Halffter, 2005), o en la zona montañosa de Tabasco (Castro *et al.*, 2007b).

Pero el papel de los agroecosistemas como reservorio de diversidad puede variar dependiendo del grupo taxonómico y el tipo de sombra del cafetal. Estudios que han comparado la diversidad de más de un taxa en gradientes de manejo y fragmentos de bosque han encontrado que la riqueza de hongos, escarabajos, hormigas, aves, murciélagos y mamíferos medianos no parece disminuir como sucede con ranas, bromelias y mariposas (Perfecto *et al.*, 2003; Pineda *et al.*, 2005; Manson *et al.*, 2008 citados en Saldaña, 2008). Algunos

estudios todavía informan, aunque la riqueza o diversidad de murciélagos no se modifica, la abundancia relativa y la composición específica cambian dependiendo de la intensidad de la perturbación, de la intensificación en el manejo del agroecosistema o del tipo de explotación maderera (Medellín *et al.*, 2000; Numa *et al.*, 2005; Clarke, Rostant y Racey, 2005; Castro *et al.*, 2007).

La falta de consenso en cuanto al valor de los agroecosistemas arbolados como reservorios de diversidad de murciélagos, puede deberse a variación en los estudios causada por diferencias en la escala y grado de perturbación de la vegetación original, la distancia a la misma, el tipo de manejo y el paisaje en la cual están inmersos los cafetales de sombra. Por lo tanto, los estudios sobre el efecto de la transformación de bosques tropicales y subtropicales a cafetales bajo sombra en la diversidad de murciélagos, aún son insuficientes para establecer patrones generales. Si bien estos estudios revelan que algunas especies usan campos agrícolas y vegetación secundaria, prefieren

ubicar sus sitios de descanso en bosque maduro (Evelyn y Stiles, 2003), resaltando así el rol de los bosques remanentes en la conservación de estos mamíferos, especialmente en los paisajes rurales tropicales formados a partir de la deforestación y el reemplazo de bosques por áreas agrícolas y ganaderas.

#### **1.5.4. Estudios a Escala de Paisaje**

El estudio de los procesos que ocurren en la matriz y el resto de los elementos de los ecosistemas ha cobrado gran importancia en la ecología (Vandermeer y Perfecto, 2007 citado por Saldaña, 2008) y en particular dentro de la ecología del paisaje, la cual tiene como objetivo el estudio de las relaciones y procesos bióticos de espacios heterogéneos (Turner, 2005). La pérdida de biodiversidad por alteración del hábitat natural puede manifestarse como una disminución del número de especies, de distribución geográfica, su diversidad genética, la abundancia y tamaño poblacional. Dichos efectos limitan las oportunidades de recuperación de los

ecosistemas, así como aprovechar los servicios que la biodiversidad provee al paisaje relevante para el ser humano, como los sistemas agrícolas o forestales (Ricketts *et al.*, 2004 citado por Saldaña, 2008).

En la escala de parche, se incluyen parámetros como el área, la diversidad de plantas, la estructura de la vegetación y su cobertura; mientras a escala de paisaje son importantes factores como el aislamiento y la proximidad entre los tipos de hábitat. Por ejemplo, estudios realizados a escala de paisaje, revelan la importancia de la cobertura de bosque, el tamaño de los parches y la configuración del paisaje en la diversidad de aves (Graham y Blake, 2001). En caso de los murciélagos, el cambio de su diversidad se relaciona con los parámetros de estudio a escala local, mientras que a escala de paisaje se ha comprobado que la cubierta forestal, la proporción de bordes y la densidad de parches boscosos, están relacionados con la abundancia de algunas especies de murciélagos filostómidos, ya que existen especies poco tolerantes a la disminución de la extensión de bosque (Gorrensens y

Willig, 2004). Como se mencionó anteriormente, la fragmentación de los bosques genera cambios en la diversidad de murciélagos. Además, se tienen evidencias de la importancia del uso de diferentes escalas para entender mejor la respuesta de los murciélagos a la fragmentación (Pinto y Keitt, 2008). En general, el impacto de la fragmentación incluye cambios en la diversidad y la abundancia, la dinámica del bosque, la estructura trófica y otros procesos ecológicos y debe ser analizado en la escala de paisaje (Fahrig, 2003).

Además de variables relacionados con la perturbación, variables topográficas como la presencia de cuerpos lenticos y loticos se han relacionado de manera positiva con la diversidad de murciélagos (Jaberg y Guisan, 2001). Como recomienda Saldaña (2008) otras variables de diferente escala necesarias a explorar en relación con la presencia y abundancia de murciélagos, como los cuerpos de agua o heterogeneidad del terreno.

La diversificación taxonómica y ecológica de los quirópteros cambia con la elevación, y la variedad de sus interacciones no se manifiestan de la misma manera a través de todos los ecosistemas tropicales (Estrada, Pérez y Stevenson, 2010) pues mientras en las zonas bajas se registra una alta diversidad de especies y gremios tróficos, en los ensamblajes de bosques montanos la diversidad disminuye gradualmente (Bejarano, Yate y Bernal, 2007; Flores, 2008) por el efecto de los cambios asociados con la altitud, que además, se manifiestan de diferentes maneras según los grupos funcionales (Soriano, 2000); por ejemplo, desaparecen gremios como el carnívoro y piscívoro, disminuye en un 75 % el insectívoro, y se reduce a la mitad la riqueza de especies de hematófago, frugívoro y nectarívoro (Graham, 1983; Soriano, 2000).

Moreno (2011) menciona si a la variación altitudinal de los murciélagos se suman los cambios provocados por la alteración de hábitats, se podrían obtener ensamblajes muy simplificados, de bajo equilibrio y alta dominancia de algunas especies que

vendrían a determinar su papel funcional en estos ambientes. Algunas alteraciones del hábitat que afectan los ensamblajes son la urbanización y caminos. Ante la urbanización, los gremios frugívoros y nectarívoros pueden disminuir su abundancia, debido a ser dependientes de recursos alimenticios que solo se pueden encontrar en zonas poco perturbadas (Bredt y Uieda, 1996 citado en Saldaña, 2008); otras alteraciones del hábitat que afecta a los murciélagos son los caminos (vereda, terracería, pavimento, carreteras, etc.), principalmente por la sensibilidad en las carretas de chocar con automóviles y posiblemente la contaminación de ruido así como se presenta en algunas especies de mamíferos (no voladores) al evadir cruzarlos por el ruido que se genera o la intensidad de tráfico (Vargas, López y Arroyo, 2007).

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Ubicación y delimitación del área de estudio**

El área de estudio está incluida dentro del Bosque de Protección Alto Mayo, ubicado en la selva norte del Perú en el departamento de San Martín, entre las coordenadas 5°23'21"S, 6°10'56"S, 77°43'18"W, 77°12'17"W y entre altitudes de aproximadamente 700 a 4 000 m.s.n.m. Los sitios de estudio están comprendidos en los distritos de Moyobamba, localizados en la provincia del mismo nombre y distritos de Awajún y Pardo Miguel en la provincia de Rioja.

Según la gradiente altitudinal del BPAM existe una variedad climática que se caracteriza por fluctuaciones de la temperatura media, variando entre 12 °C y 25 °C, de tal manera que la época húmeda de lluvias va de setiembre a diciembre y de enero a abril. Las precipitaciones anuales oscilan entre 1200 mm hasta más de 3000 mm. La vegetación característica del área de estudio es parte de la ecorregión de yungas peruanas, con especies de las familias de plantas arbustivas y epífitas que típicamente se encuentran en

los bosques montanos de neblina, premontanos, montanos y enanos. Las familias más diversas son: Rubiaceae, Solanaceae, Melastomataceae, Orquidaceae y Lauraceae. Aún se desconoce la cantidad de especies de mamíferos, sobretodo de las especies pequeñas como roedores y murciélagos (Plan Maestro BPAM, 2008).

El área protegida BPAM está estructurado estratégicamente en cuatro sectores (I, II, III y IV) para su administración, de los cuales se muestreó sitios pertenecientes a los sectores I, II y III por su accesibilidad y seguridad. Los sitios de estudio están incluidos en algunas subcuencas (Naranjos, Naranjillo, Huasta, Serranoyacu, Aguas Verdes y Amangay) localizadas en el ANP BPAM. Estos seis sitios se consideran como matrices constituidas por cafetales de sombra de tipo policultivo comercial con AdC y sin AdC, rodeados por bosques primarios, purmas, invernadas y algunos asentamientos humanos. Para determinar el ensamble de murciélagos se consideró como unidades de muestreo de tres a nueve fincas cafetaleras por cada sitio de muestreo.

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

La población está compuesta por los murciélagos de los seis sitios con acuerdos de conservación estudiados en época húmeda y seca.

### **2.2.2. Muestra**

Son todos los murciélagos capturados en los sitios con acuerdos de conservación en época húmeda y seca.

## **2.3. Diseño de investigación**

El presente trabajo de investigación es de carácter descriptivo. Los seis sitios de muestreo Amangay, Candamito, Esperanza, Naranjillo, Naranjos y Triunfo fueron seleccionados al azar, considerando las limitaciones de accesibilidad y geografía, además de excluir del muestreo a las zonas con conflictos sociales por seguridad. Las unidades de muestreo de cafetales con AdC se ubicaron en sectores del BPAM Barrios Altos, Barrio San Juan, Juan Velasco, Alto Valle, Esperanza,

Afluyente, Carmen, Naranjillo, Naranjos, Paraíso y Santa Rosa, para mejor descripción las unidades de muestreo se denominaron en base a la ubicación en estos once sectores, así como fueron muestreadas aleatoriamente y también se utilizaron para definir las muestras circulares anidadas a escalas espaciales. El número de sitios y unidades de muestreo fue elegido en base al rango empleado en el diseño de muestreo por otros autores (García y Santos, 2013; López y Landgrave, 2008; Mena, 2010; Saldaña, 2008).

## **2.4. Métodos**

### **2.4.1. Colecta y esfuerzo de muestreo**

El trabajo de campo se realizó en un periodo de ocho meses consecutivos desde el mes de febrero hasta setiembre, incluyendo épocas climáticas como lluviosa y seca. Las evaluaciones se realizaron en nueve noches por mes, en fases de luna nueva y cuarto creciente, evitando la luna llena, porque en estos días los murciélagos pueden detectar las redes y tener menor actividad, efecto mal llamado como “fobia lunar”

(Morrison, 1978; Selaya, 2001). Los sitios de muestreo fueron establecidos en fincas cafetaleras por considerarse como zonas de refugio y corredores de vuelo para murciélagos, en comparación con la cobertura boscosa, ya que estos forrajean o se trasladan comúnmente a lo largo de corredores biológicos o áreas sin vegetación que les permiten desplazarse fácilmente (Caras y Korine, 2009), donde se colocaron 3 redes/noche (redes de niebla de 12 x 3 m), a una distancia entre 15, 30 hasta 50 m con la red más cercana, esto dependió del tamaño del cafetal (Saldaña, 2008; Oporto, Arriaga y Castro, 2015). Las redes permanecieron abiertas desde las 18:00 h hasta las 01:00 h y fueron revisadas a cada hora. Además, se tomaron las coordenadas UTM de la posición de las redes con un equipo de Sistema de Geoposicionamiento Global (GARMIN modelo GPSmap 62s).

Los ejemplares capturados fueron guardados en bolsas de tela y liberados después de su registro con previo marcaje mediante el corte de un manchón de pelo

del dorso para no incluirlo en los análisis datos de individuos recapturados (Montero y Sáenz, 2007).

#### **2.4.2. Caracterización de especies**

Luego de la captura para caracterizar las especies, se tomó registro de los datos morfológicos externos con el uso de un calibrador vernier, como la longitud total (LT), cola vertebral (LC), oreja (LO), trago (Tr), pata posterior (LPP), longitud del antebrazo (LA), el peso corporal y su condición reproductiva; además por cada individuo se recopiló datos de especie y gremio basados en la clasificación de Gardner (1977). En cada individuo se identificó el sexo en base de los caracteres externos y se clasificaron como adulto, subadulto o juvenil de acuerdo al análisis del grado de osificación de las epífisis de las falanges del ala. Asimismo, se definió el estado reproductivo de las hembras (preñada, lactante, postlactante), según los caracteres reproductivos secundarios y observaciones directas (Arenas y Giraldo, 2013).

Los especímenes se reconocieron con la ayuda de claves dicotómicas y descripción de especies. La caracterización definitiva de las especies se realizó según revisiones taxonómicas como Claves para murciélagos peruanos (Pacheco y Solari, 1997), Clave para la identificación de las familias de Murciélagos de Bolivia (Aguirre y Anderson, 1997), Claves de identificación para murciélagos de Argentina (Bárquez y Díaz, 2009), Identificación de Murciélagos de México (Medellín, Arita y Sánchez, 2008), Claves de identificación de los murciélagos del Cono sur de Sudamérica (Díaz, Aguirre y Bárquez, 2011). La nomenclatura adoptada se basó en Pacheco, Cadenillas, Salas, Tello y Zeballos (2009), la cual sigue la taxonomía de Wilson y Reeder (2005) y Gardner (2008).

#### **2.4.3. Procesamiento de datos**

Los atributos del ensamble de murciélagos se evaluaron en función de la composición de especies, diversidad, riqueza y abundancia.

## **A. Composición de especies**

La composición de especies se distribuyó mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) así como también para su comparación entre los cafetales bajo sombra (tipos de hábitat) y temporada climática. Usando matrices de similitud, calculada por los índices de Jaccard y Bray Curtis, se obtuvo la clasificación de los sitios con AdC y se graficó por dendogramas. Estos análisis se realizaron con el software PRIMER v.5 (Clarke y Gorley, 2001).

El índice de Jaccard expresa el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas y su intervalo de valores es de 0 (cuando hay especies compartidas) hasta 1 (cuando las dos muestras tienen la misma composición de especies). Además de incluir la presencia de las especies, el índice de Bray Curtis, toma el número de individuos compartidos donde las diferencias entre las muestras siempre son positivas (Carrasco, 2011 cita a Magurran, 1988; Moreno, 2001).

$$J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

J = Índice de Similaridad de Jaccard

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios

A y B

$$B = \frac{\sum_{i=1}^S |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^S [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Donde:

B = medida de Bray-Curtis entre las muestras j y k

$X_{ij}$  = número de individuos de la especie i en la muestra j

$X_{ik}$  = número de individuos de la especie i en la muestra k

S = número de especies

## **B. Diversidad de especies**

La diversidad de especies se estimó en base a la riqueza de especies a través del índice de Shannon Wiener (D1) e índice de Simpson (D2) en cada sitio y con el fin de encontrar posibles patrones de estacionalidad en la diversidad se realizó un Análisis de varianza de dos vías (ANOVA), tomando como primer factor el sitio y como segundo la temporada climática con dos niveles (lluvias y seca).

El índice de Shannon Wiener mide la incertidumbre de predecir cuál será la siguiente especie a capturar, mientras que el índice de Simpson mide la probabilidad de que el siguiente individuo a capturar sea de diferente especie al anterior (Krebs, 1985 citado por Moreno, 2001). A su vez el índice de Shannon Wiener permite obtener información en relación al comportamiento de las especies dentro de la comunidad de estudio considerando la riqueza y equidad, este se expresa con un número positivo que varía de 1 a 5, la unidad de sus valores calculados es el BIT debido a que se

trata de una variable con dos resultados posibles cero o uno y el resultado se interpretó basado en la tabla 1, de referencia de Ramírez (2006) citado en Viveros (2010). Mientras el índice de Simpson da mayor peso a la abundancia de las especies que son más comunes produciendo una medida que es menos sensible a la riqueza de especies como sucede con el índice de Shannon Wiener, el valor de diversidad máxima para este índice sería 1 y el valor mínimo, 0.

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2(p_i)$$

Donde:

H': Índice de diversidad de Shannon Wiener (D1)

$p_i$ : Densidad relativa de la especie  $i$  ( $p_i = n_i/N$ )

S: Número de especies encontradas.

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S (p_i)^2$$

Donde:

D: Índice de Diversidad de Simpson (D2).

**Tabla 1.** Índice de Shannon.

SHANNON (H')	
Valores	Condición
0 – 1	Muy baja
>1 – 1,8	Baja
>1,8 – 2,1	Media
>2,1 – 2,3	Alta
>2,3 – 5	Muy Alta

Fuente: Viveros, 2010.

Asimismo, se calculó el índice de Pielou ( $J'$ ) para medir la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada (Vargas, Ramírez y Ceballos, 2008; y Moreno, 2001). Su valor se encuentra entre 0 y 1, correspondiendo 1 a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Carrasco, 2011 cita a Magurran, 1998).

$$J' = H' / \log_2 S$$

Donde:

S = Número máximo de especies en la muestra

$J'$  = Índice de Pielou

Para el cálculo de los índices se utilizó el software PRIMER v.5 (Clarke y Gorley, 2001). Los cálculos de diversidad se realizaron por sitio y por estación de muestreo.

### **C. Riqueza**

Para estimar la riqueza en los sitios evaluados se utilizó los estimadores Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2 con fines comparativos; para encontrar algún patrón de la riqueza se realizó un ANOVA de dos vías, tomando como primer factor el sitio y como segundo la temporada climática con dos niveles. Estos índices no paramétricos estiman el número de especies que faltan por coleccionar, basándose en la cuantificación de la rareza de las especies coleccionadas. Los cálculos se realizaron para cada sitio de muestreo utilizando el programa EstimateS v.7 (Colwell, 2005). Mediante curvas de acumulación de especies y estimadores de la riqueza se comparó la riqueza de las especies de cada sitio de muestreo.

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

$$Jack1 = S + L \frac{m-1}{m}$$

$$Jack2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$$

Donde:

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies “únicas”)

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras

m = número de muestras

#### **D. Abundancia**

Para determinar la abundancia relativa se calculó el esfuerzo de captura por medio del producto del total de metros de red (sumando los de cada noche de evaluación) por el total de horas trabajadas (Medellín, 1993), lo cual permitió obtener el total de metros de red por hora (M x H) en cada sitio. Con este valor (M x H) se estimó la abundancia relativa (AR) por especie o por gremio, al dividir el

número de capturas entre M x H (# de murciélagos por metro de red por hora). Al no tratarse de un conteo total como señala Carrasco (2011) un cambio la abundancia relativa de la especie en la comunidad se reflejará en la frecuencia relativa de las especies. Esta frecuencia relativa (FR) se expresó en porcentaje y se calculó como la proporción de individuos capturados por especie con respecto al número total de individuos de las especies registradas, por sitio y época de muestreo. La caracterización de los gremios se basó en los trabajos de Kalko (1997), ver Tabla 2.

Para comparar la abundancia entre los sitios de cafetales se realizó un ANOVA de tres vías, tomando como primer factor el sitio, como segundo la temporada climática y tercero los gremios tróficos; la variable de respuesta fue la abundancia promedio por temporada. Los datos de abundancia se transformaron a logaritmo natural base 10 ( $x' = \log [x+1]$  Zar, 1996); para cumplir los requerimientos de

normalidad. Los cálculos se realizaron con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

**Tabla 2.** Definición de los gremios.

GREMIO	DESCRIPCIÓN
I	Insectívoros aéreos de espacios abiertos
II	Insectívoros aéreos de espacios de fondo denso
III	Insectívoros aéreos de espacios cerrados
IV	Insectívoros recogedores de sotobosque
V	Carnívoros recogedores de sotobosque
VI	Piscívoros recogedores de sotobosque
VII	Hematófagos recogedores de sotobosque
VIII	Frugívoros recogedores de sotobosque
IX	Nectarívoros recogedores de sotobosque
X	Omnívoros recogedores de sotobosque

Fuente: Kalko, 1997.

**Tabla 3.** Esfuerzo de muestreo por localidad y estación de muestreo.

Estación Climática	Sitios	Largo red (m)	Cantidad redes	Área total (m <sup>2</sup> )	Tiempo de exposición (h)	Repeticiones (noches de muestreo)	Tiempo de exposición total (h)	Esfuerzo (h.m <sup>2</sup> )
<b>Lluviosa</b>	Amangay	12	6	216	7	6	42	9 072
	Candamito	12	6	216	7	6	42	9 072
	Esperanza	12	9	324	7	9	63	20 412
	Naranjillo	12	3	108	7	3	21	2 268
	Naranjos	12	6	216	7	6	42	9 072
	Triunfo	12	6	216	7	6	42	9 072
<b>Seca</b>	Amangay	12	6	216	7	6	42	9 072
	Candamito	12	6	216	7	6	42	9 072
	Esperanza	12	9	324	7	9	63	20 412
	Naranjillo	12	3	108	7	3	21	2 268
	Naranjos	12	6	216	7	6	42	9 072
	Triunfo	12	6	216	7	6	42	9 072
Muestreo	Total	144	72	2 592	84	72	504	117 936

Fuente: Elaboración propia.

## **E. Completitud y eficacia del muestreo**

Para conocer la completitud del inventario en el BPAM y comparar la riqueza de las especies de cada sitio de muestreo, se elaboró curvas de acumulación de especies considerando el número de especies capturadas y el número total de capturas para evaluar la calidad del inventario.

Para estimar la riqueza de especies esperada se siguió el modelo de Clench (Soberón y Llorente, 1993), recomendable para la mayoría de taxones con un buen ajuste a la mayoría de situaciones reales. En base a lo sugerido por Colwell y Coddington (1994) en Saldaña (2008) las curvas se afinaron previamente a su elaboración por medio de eventos aleatorios (100 veces) para eliminar la influencia del orden de muestreo y de aparición de las especies registradas en cada sitio y para el total de especies capturadas, para esta aleatorización se utilizó el software EstimateS (Moreno y Halffter, 2000). La elaboración de las curvas se realizó en el software Statistica v.7. Para la ecuación de Clench y considerando el número de individuos registrados como unidad de

esfuerzo, las estimaciones de la riqueza asintótica se hacen estables a partir de proporciones superiores al 70 %, porcentaje al que podría considerarse que el esfuerzo de muestreo es adecuado (Carrasco, 2011 cita a Jiménez y Hortal, 2003).

$$S_n = a * n / (1 + b * n)$$

Donde:

a = tasa de incremento de nuevas especies al inicio del inventario

b = parámetro relacionado con la forma de la curva.

n = unidades de esfuerzo de muestreo

$S_n$  = número medio de especies

Carrasco (2011) refiere en acuerdo a Jiménez y Hortal (2003) un  $R^2$  cercano a uno indica un buen ajuste del modelo a los datos. Para la evaluación visual del proceso de inventariado y su calidad se graficó la función ajustada a los datos, y se calculó el número teórico de especies ( $a/b$ ) que sirve de complemento a la información brindada por los estimadores de riqueza.

$$nq = q / [b * (1 - q)]$$

Donde:

$nq$  = proporción de la fauna registrada

$q = S_n/(a/b)$ .

$b$  = parámetro relacionado con la forma de la curva.

Además, se calculó el esfuerzo requerido para registrar una proporción determinada de la riqueza de especies de murciélagos esperada en los sitios de estudio. La completitud del inventario se calculó midiendo el porcentaje que representan las especies observadas respecto a las esperadas (Moreno y Halffter, 2000).

## **F. Caracterización del paisaje**

Las características del paisaje de estudio se midieron en base a una clasificación de la cobertura del suelo a partir del análisis de una imagen LandSat TM con el software ArcGIS v.10.3 (Environmental Systems Research Institute Inc, Redlands, CA), y la información SIG que maneja el área natural protegida BPAM como: curvas de nivel, cuerpos de agua y cafetales con Acuerdos de Conservación. Por motivo de este análisis al mapa obtenido se le aplicó una clasificación supervisada.

En los sitios de muestreo se diseñó un sistema de escala anidada, donde se trazó tres muestras circulares concéntricas anidadas de paisaje (500 m, 1 000 m y 2 000 m de radio) al punto de muestreo, para evaluar alguna asociación dependiente de la escala, sobre el mapa base por medio de la herramienta ArcGIS v.10.3. La elección de las escalas se basó al escaso conocimiento de la escala adecuada de análisis de murciélagos, así como por sugerencias de estudios semejantes (García y Santos, 2014; Gorresen y Willig, 2004; Klingbeil y Willig, 2009; Mena, 2010; Saldaña, 2008). El tamaño de las áreas circulares (buffers) representa un compromiso entre áreas pequeñas donde las características biogeográficas no difieran entre los sitios, pero puedan considerarse unidades de muestreo estadísticamente independientes (separadas por > 1 km) (Gorresen y Willig, 2004; Gorresen *et al.*, 2005; Klingbeil y Willig, 2009 citados en García y Santos, 2013; Meyer y Kalko, 2008); además este diseño como refieren García y Santos (2013) responde a la falta de información del ámbito de acción y movimiento de murciélagos para el

área de estudio, el valor máximo se consideró por el criterio de distancia mínima entre los buffers y el más pequeño por el posible ámbito de acción y movimiento nocturno de especies de talla pequeña y media, por ejemplo *Glossophaga spp.* (movimiento promedio por noche < 1 081m), *Artibeus spp.* de tamaño pequeño (antes *Dermanura spp.*, ámbito de acción < 9 ha) y *Platyrrhinus helleri* (movimiento promedio por noche < 1000 m). Igualmente, estas áreas circulares usan además como criterio poco más de seis veces el área mínima de forrajeo reportada para un murciélago filostómido frugívoro (43 ha; Bonaccorso *et al.*, 2007). Los buffers se recortaron en el software ArcGIS 10.3.

La estructura del paisaje se caracterizó por su composición y configuración, ambos aspectos pueden afectar los procesos ecológicos y las especies (Bissonette, 1997). La composición comprende a la variedad y la abundancia de parches dentro de un paisaje. De hecho, muchas especies de vertebrados requieren de tipos de hábitat específicos, de modo tal que la cantidad total de dicho hábitat probablemente inflencie su

ocurrencia y abundancia. Por otro lado, la configuración del paisaje se refiere a la distribución física o al arreglo espacial de los parches. En el análisis de las matrices se incluyó a algunas variables topográficas (variación altitudinal y cuerpos de agua) y un elemento dominante de la zona después de los bosques (cafetales con AdC).

Entre los elementos de paisaje medidos estuvieron la longitud acumulada de borde forestal LB (m), densidad de borde de los fragmentos DB (m/ ha), promedio del índice de la forma de los parches IF, índice de cohesión de fragmentos IC, densidad de fragmentos DF (fragmentos/ 100 ha), tamaño medio de fragmentos (ha), porcentaje de cubierta forestal PF (%), número de parches de bosque NF, número de parcelas de café bajo sombra con AdC NC, la heterogeneidad altitudinal HA (m) y densidad de cuerpos de agua DC (Tabla 3).

Las medidas se calcularon con los softwares Fragstat v.3.3 (McGarigal, Cushman, Neel y Ene, 2002), ArcGis v.10.3 (usando los comandos Create Buffer, Patch Analysis, Calculate Density) en base a Saldaña (2008) y Mena (2010). Las matrices anidadas se definieron por las

medidas de estructura de paisaje y ordenaron por medio de un Análisis de Componentes Principales (ACP) en el software PAST a partir de una matriz de correlación de datos estandarizados.

### **G. Análisis de paisaje**

Con el diseño de matrices anidadas se investigó la influencia de once atributos del paisaje a diferentes escalas espaciales sobre la abundancia, riqueza y diversidad de murciélagos. Para determinar la existencia de una relación entre las variables que caracterizan el paisaje con el ensamble de murciélagos, se buscó correlación no paramétrica de Spearman. Esta prueba es útil con tamaños pequeños de muestra y cuando se desconoce la distribución de los datos, de modo que permite determinar si existe una relación monotónica entre dos variables (Ramsey y Schafer, 2002). Los análisis se corrieron con el software InfoStat (Di Rienzo J. A. *et al.*, 2008).

**Tabla 4.** Características del paisaje relacionadas con el ensamble de murciélagos.

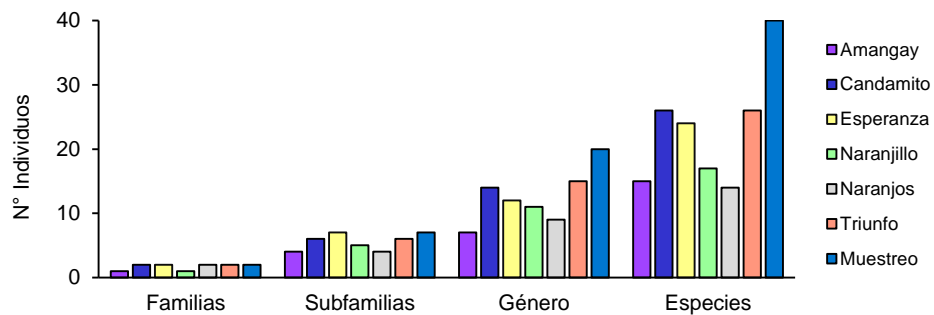
<b>Característica</b>	<b>Variables</b>
<b>Variación altitudinal</b>	Intervalo (diferencia entre la elevación máxima y mínima en el buffer)
<b>Cuerpos de agua</b>	Densidad de cuerpos de agua en el buffer
	Densidad de borde (m/ ha)
	Longitud acumulada de borde en el buffer (m)
	Índice de forma promedio
	Índice de cohesión de fragmentos
<b>Cubierta forestal</b>	Densidad de fragmentos (fragmentos/ 100 ha)
	% del buffer no deforestado
	Área promedio (ha) con cubierta forestal
	Número de fragmentos
	Número de fincas con Acuerdos de conservación

Fuente: Elaboración propia.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Composición de especies

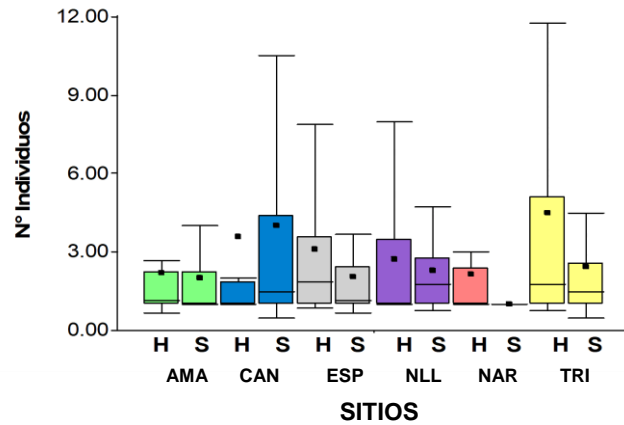
En los sitios con AdC del Bosque de Protección Alto Mayo con un esfuerzo de muestreo de 117 936 capturas/m<sup>2</sup>h (Tabla 3) se capturó 489 ejemplares de 40 especies de 20 géneros, 7 subfamilias y 2 familias con una representación muy resaltante de murciélagos filolostómidos (S= 37; 99,18 %). Esta riqueza representa aproximadamente 22,35 % de las especies registradas para el Perú (179 especies). Los sitios de muestreo con mayor riqueza fueron Candamito y Triunfo con 26 especies individualmente, seguidas por la Esperanza (S= 24) y con menor riqueza de especies lo fueron Amangay (S= 15) y Naranjos (S= 14). Mientras que los sitios más representativos en géneros fueron el Triunfo y Candamito (15 y 14 respectivamente), pero en subfamilias lo fueron Esperanza (7 subfamilias), seguido de Candamito y Triunfo con seis subfamilias cada una. La representación de especies, géneros y subfamilias por sitio es variable, demostrando un efecto de los sitios en estos resultados.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 1.** Composición taxonómica por sitios con AdC del BPAM.

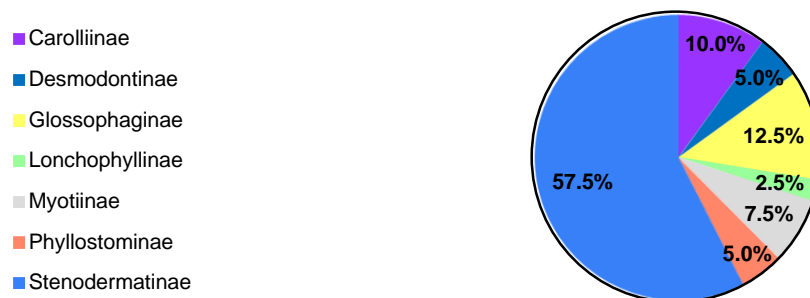
El mayor registro por temporada climática fue en la estación húmeda (N= 304) con respecto a la estación seca (N= 185). Estos factores climáticos influyen en el registro por sitios como se observó que Triunfo (N= 90) y Candamito (N= 75) tuvieron el mayor reconocimiento en la estación lluviosa, pero para época seca la representatividad de murciélagos cambió, donde Candamito (N= 64) superó el registro en relación a los demás sitios.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 2.** Registros de individuos por época y sitios en el BPAM. Las iniciales significan H: Estación húmeda, S: Estación seca, AMA: Amangay, CAN: Candamito, ESP: Esperanza, NLL: Naranjillo, NAR: Naranjos y TRI: Triunfo.

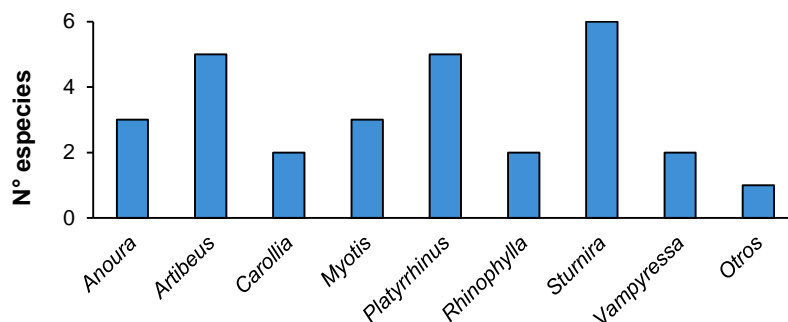
Las especies capturadas se distribuyen en siete subfamilias donde Stenodermatinae (S= 23; 57,6 %), Glossophaginae (S= 5; 12,5 %) y Carrollinae (S= 4; 10 %) son los más representados. Esta distribución es concordante a los registros frecuentes de filostómidos, donde los frugívoros stenodermatinos y carollinos, así como los nectarívoros glosofaginos pueden prosperar en ecosistemas perturbados.



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 3.** Subfamilias registradas durante el muestreo en sitios con AdC del BPAM.

Para la zona de estudio, los géneros con mayor presencia fueron *Sturnira* ( $S = 6$ ), *Artibeus* y *Platyrrhinus* ( $S = 5$  c/u), el dominio de estos géneros es posible por incluir especies de gran tamaño corporal, permitiendo una alta movilidad en la zona. Mientras otros 14 géneros se describen como monoespecíficos, en la Figura 4 se muestran como “Otros” e incluyen a los géneros *Desmodus*, *Diphylla*, *Enchisthenes*, *Glossophaga*, *Lionycteris*, *Lonchophylla*, *Mesophylla*, *Micronycteris*, *Phyllostomus*, *Rhinophylla*, *Sturnira*, *Uroderma*, *Vampyriscus* y *Vampyrodes*, la baja incidencia de estos géneros puede deberse a la especificidad alimenticia de algunas especies, así como por movilidad y adaptación a la fragmentación de paisajes, más adelante se detallarán estas variaciones.



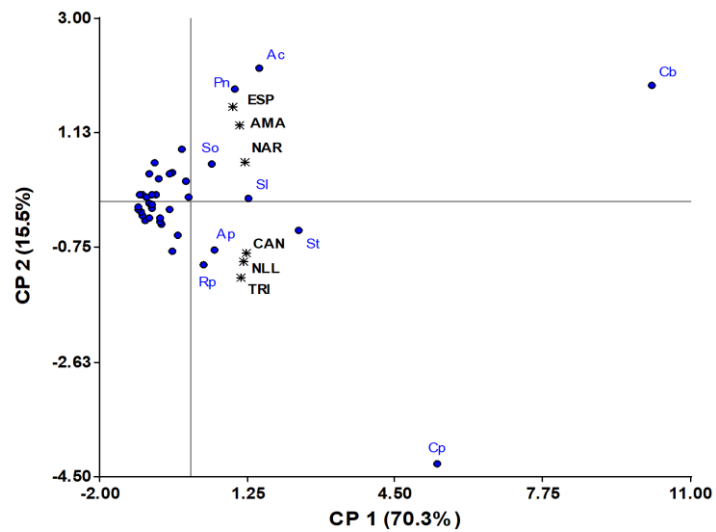
**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 4.** Número de especies por género registradas en sitios con AdC del BPAM.

### 3.2. Similitud

Los componentes 1 y 2 del ACP explicaron el 85,8 % (C1= 70,3 %, C2= 15,5 %) de la variación de la composición de especies en los seis sitios y los clasificó en dos grupos de sitios con AdC: (1) Esperanza, Naranjos y Amangay, y (2) Candamito, Triunfo, y Naranjillo, este patrón fue validado por análisis de similitud (Índices de Jaccard y Bray Curtis). Las especies dominantes por grupo contribuyeron a la disimilitud de los sitios (Figura 5), en el primer grupo lo fueron las especies *Carollia brevicauda*, *Sturnira lilium*, *Anoura caudifer*, *Platyrrhinus nigellus* y *Sturnira oporaphilum* (frugívoros pequeños y nectarívoros) y en el segundo *Carollia*

*perspicillata*, *Sturnira tildae*, *S. lilium*, *Rhinophylla pumillio* (frugívoros pequeños), *Artibeus planirostris* (frugívoro grande).



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 5.** ACP de la composición de especies en sitios con AdC. Los círculos indican sitios (●) y asteriscos especies (\*).

En el dendrograma (Figura 6) se aprecia que Candamito y Triunfo compartieron más especies, en cambio los más disimilares fueron Naranjillo y Naranjos. Estos valores del índice Jaccard demuestran una tendencia a la similitud de composición de murciélagos entre sitios por ser próximos a la unidad (0,29 a 0,63).

**Tabla 5.** Matriz de similitud entre los sitios (Índice Jaccard).

<b>JACCARD</b>	<b>AMA</b>	<b>CAN</b>	<b>ESP</b>	<b>NLL</b>	<b>NAR</b>	<b>TRI</b>
<b>AMA</b>	1	0,464	0,345	0,333	0,318	0,464
<b>CAN</b>	0,464	1	0,563	0,536	0,379	0,625
<b>ESP</b>	0,345	0,563	1	0,464	0,407	0,515
<b>NLL</b>	0,333	0,536	0,464	1	0,292	0,433
<b>NAR</b>	0,318	0,379	0,407	0,292	1	0,333
<b>TRI</b>	0,464	0,625	0,515	0,433	0,333	1

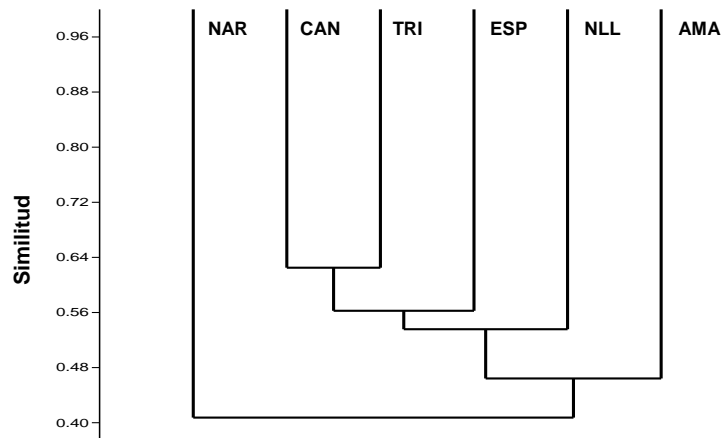
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del índice Bray Curtis presentan valores entre 0,296 a 0,664 lo cual sugiere que todos los sitios de estudio comparten especies. Los sitios que comparten más del 50 % de composición entre sí son Candamito, Triunfo y Naranjillo, además de Esperanza con Naranjillo, y Naranjos con Amangay (Figura 7).

**Tabla 6.** Matriz de similitud entre los sitios (Índice Bray Curtis).

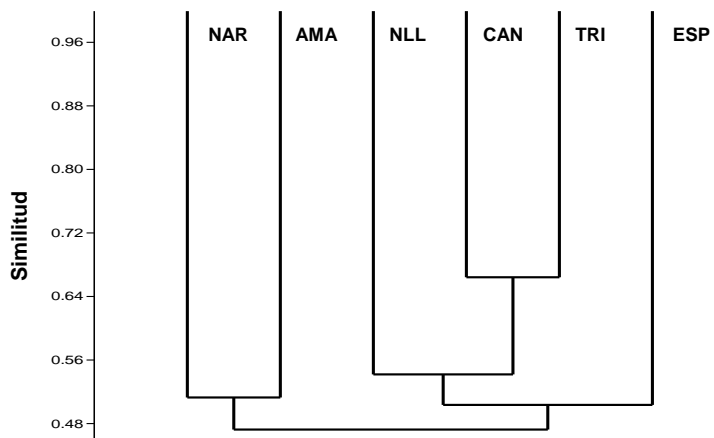
<b>B. CURTIS</b>	<b>AMA</b>	<b>CAN</b>	<b>ESP</b>	<b>NLL</b>	<b>NAR</b>	<b>TRI</b>
<b>AMA</b>	1	0,396	0,472	0,393	0,513	0,395
<b>CAN</b>	0,396	1	0,404	0,542	0,296	0,664
<b>ESP</b>	0,472	0,404	1	0,504	0,422	0,462
<b>NLL</b>	0,393	0,542	0,504	1	0,404	0,529
<b>NAR</b>	0,513	0,296	0,422	0,404	1	0,327
<b>TRI</b>	0,395	0,664	0,462	0,529	0,327	1

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

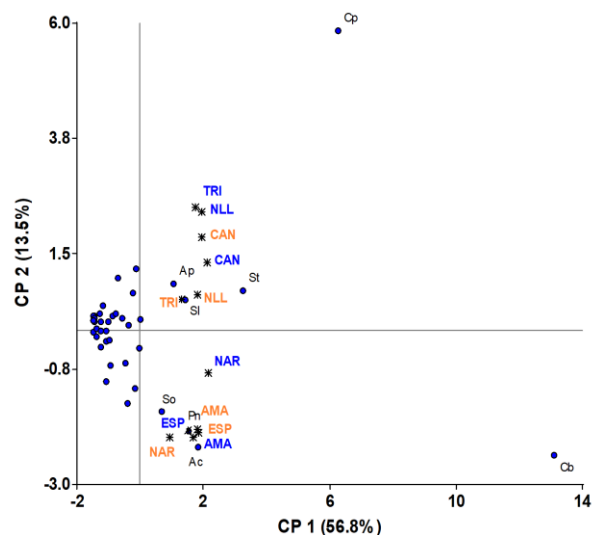
**Figura 6.** Dendrogramas de similitud de especies de murciélagos por sitio muestreado según el índice de Jaccard. Cada nodo corresponde a un grupo cercano en especies.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7.** Dendrogramas de similitud de especies de murciélagos por sitio muestreado según índice de Bray Curtis. Cada nodo corresponde a un grupo cercano en especies.

Mediante el ACP se puede observar la similitud del ensamble de murciélagos entre sitios por temporadas climáticas (Figura 8). El ACP explicó el 70,3 por ciento (C1= 56,8 %; C2= 13,5 %) de la variación de la composición de murciélagos por las temporadas climáticas. La similitud de la composición entre estaciones de muestreo, mostró un patrón de estacionalidad, donde los sitios más estables en su composición fueron Candamito y Amangay y los que expusieron más variación fueron Triunfo y Naranjos (Figura 8). Este patrón se validó por los análisis de similitud Jaccard y Bray Curtis.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8.** ACP de la composición de especies para los sitios por temporada climática (húmeda en color azul y seca en anaranjado).

Los círculos indican especies (●) y asteriscos sitios (\*).

Los valores obtenidos de los índices de similaridad en el paisaje y sitios tienden a uno (Tabla 7). La composición de especies del paisaje varió ante el cambio de estación, donde la presencia de especies fue similar (Jaccard= 0,654) pero el registro de individuos influyó en la disimilitud (Bray Curtis= 0,23). En cada sitio con AdC las temporadas climáticas influyeron en la similitud de composición, según el índice Jaccard los sitios con más disimilitud de especies fueron Naranjos y Triunfo (0,133 y 0,326 c/u) y para Bray Curtis lo fueron Candamito, Amangay y Naranjillo (0,24; 0,26 y 0,28 c/u). En general en cada sitio y el paisaje se compartió menos de 50 % de la composición de murciélagos listados por cada estación climática y solo en Triunfo se aproximó a este valor (Bray Curtis= 0,49).

Según el índice Jaccard, en la época húmeda solo los sitios Candamito y Triunfo tienen una similitud mayor a la mitad de especies (51,9 %), pero en época seca Candamito y Amangay son los más análogos (45 %). En base al índice Bray Curtis, en época húmeda los sitios más similares (>50 %) fueron Candamito con Triunfo y Naranjillo respectivamente; y en la estación seca los sitios más similares fueron Triunfo y Esperanza (52,9 %). Las temporadas climáticas demuestran de esta manera su contribución a la variación de composición de especies entre los sitios con AdC. Se observa

así que los sitios son afectados por el cambio de temporada, donde la similitud de Naranjos con los demás sitios disminuye según los índices de Jaccard y Bray Curtis y Naranjillo también resulta disimilar a los demás sitios según el índice de Bray Curtis, esto sucede porque además de considerar la presencia de especies este índice incluye el número de registros de murciélagos. De esta forma la composición de murciélagos en los sitios Naranjos y Naranjillo es afectada por el cambio de temporada climática y la semejanza de los demás sitios es favorecida (Figuras 9 y 10). Se presume que el cambio de estación provoca la movilización de especies entre sitios en relación a la mayor disponibilidad de recursos para forrajear provenientes propiamente de los bosques, de las sucesiones vegetales tempranas y de recursos alternos consecuentes del cambio de uso suelo (cultivos agroforestales, pastizales y animales de crianza), porque la similaridad de especies entre estos se incrementa para la época seca, a excepción de Naranjos y Naranjillo con los demás sitios.

**Tabla 7.** Índices de similitud entre temporadas climáticas en sitios con AdC del BPAM.

<b>SITIO</b>	<b>ESTACIÓN</b>	<b>JACCARD</b>	<b>BRAY CURTIS</b>
<b>AMA</b>	H	0,667	0,26
	S		
<b>CAN</b>	H	0,604	0,24
	S		
<b>ESP</b>	H	0,506	0,39
	S		
<b>NLL</b>	H	0,563	0,28
	S		
<b>NAR</b>	H	0,133	0,39
	S		
<b>TRI</b>	H	0,326	0,49
	S		
<b>MTT</b>	H	0,654	0,23
	S		

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8.** Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en época húmeda (Índice Jaccard).

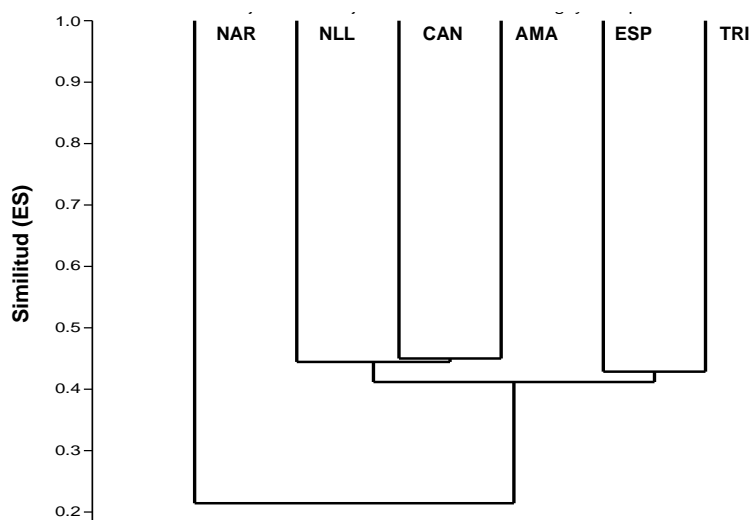
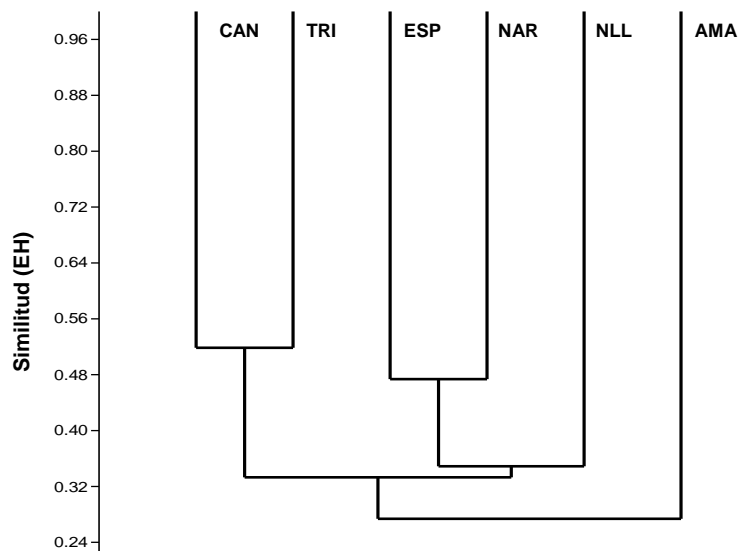
<b>E. HÚMEDA</b>	<b>AMA</b>	<b>CAN</b>	<b>ESP</b>	<b>NLL</b>	<b>NAR</b>	<b>TRI</b>
<b>AMA</b>	1	0,292	0,3	0,25	0,222	0,304
<b>CAN</b>	0,292	1	0,276	0,386	0,375	0,519
<b>ESP</b>	0,3	0,276	1	0,348	0,474	0,333
<b>NLL</b>	0,25	0,385	0,348	1	0,35	0,296
<b>NAR</b>	0,222	0,375	0,474	0,35	1	0,333
<b>TRI</b>	0,304	0,519	0,333	0,296	0,333	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9.** Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en época seca (Índice Jaccard).

<b>E. SECA</b>	<b>AMA</b>	<b>CAN</b>	<b>ESP</b>	<b>NLL</b>	<b>NAR</b>	<b>TRI</b>
<b>AMA</b>	1	0,45	0,35	0,278	0,214	0,318
<b>CAN</b>	0,45	1	0,364	0,444	0,176	0,333
<b>ESP</b>	0,35	0,364	1	0,412	0,125	0,429
<b>NLL</b>	0,278	0,444	0,412	1	0,077	0,3
<b>NAR</b>	0,214	0,176	0,125	0,077	1	0,053
<b>TRI</b>	0,318	0,333	0,429	0,3	0,053	1

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9.** Dendrogramas de similitud por sitio muestreado en época húmeda (EH) y seca (ES). Índice de similitud Jaccard.

**Tabla 10.** Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en estación húmeda (Índice Bray Curtis).

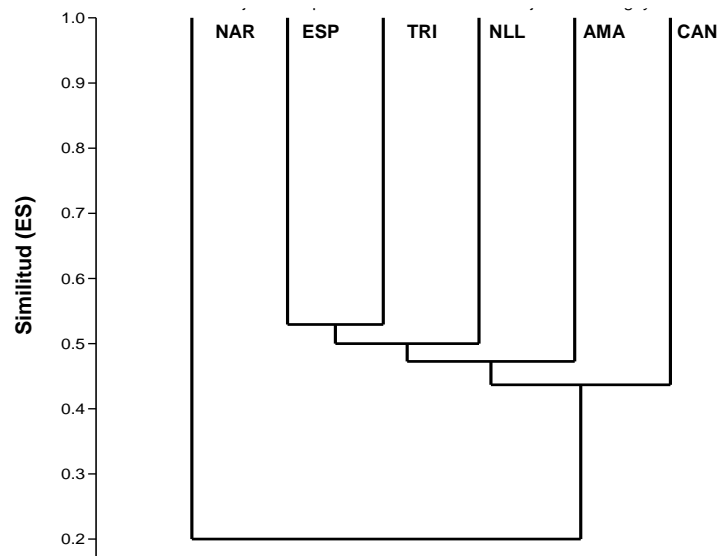
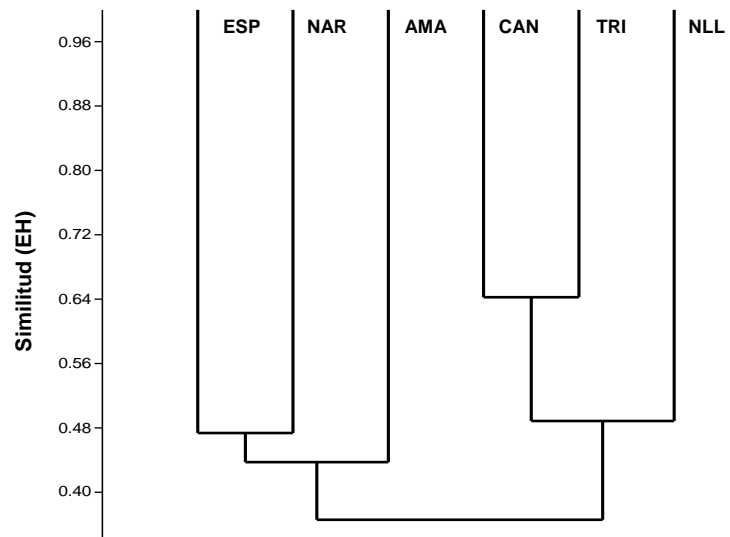
É. HÚMEDA	AMA	CAN	ESP	NLL	NAR	TRI
AMA	1	0,329	0,417	0,381	0,458	0,268
CAN	0,329	1	0,288	0,534	0,416	0,642
ESP	0,417	0,288	1	0,396	0,474	0,357
NLL	0,381	0,534	0,396	1	0,478	0,443
NAR	0,458	0,416	0,474	0,478	1	0,379
TRI	0,268	0,642	0,357	0,443	0,379	1

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11.** Matriz de similitud entre los sitios de muestreo en estación seca (Índice Bray Curtis).

E. SECA	AMA	CAN	ESP	NLL	NAR	TRI
AMA	1	0,378	0,473	0,367	0,2	0,338
CAN	0,378	1	0,366	0,437	0,088	0,35
ESP	0,473	0,366	1	0,5	0,121	0,529
NLL	0,367	0,437	0,5	1	0,074	0,419
NAR	0,2	0,088	0,121	0,074	1	0,047
TRI	0,338	0,35	0,529	0,419	0,047	1

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 10.** Dendrogramas de similitud por sitio muestreado en época húmeda (EH) y seca (ES). Índice de Bray Curtis.

### 3.3. Diversidad

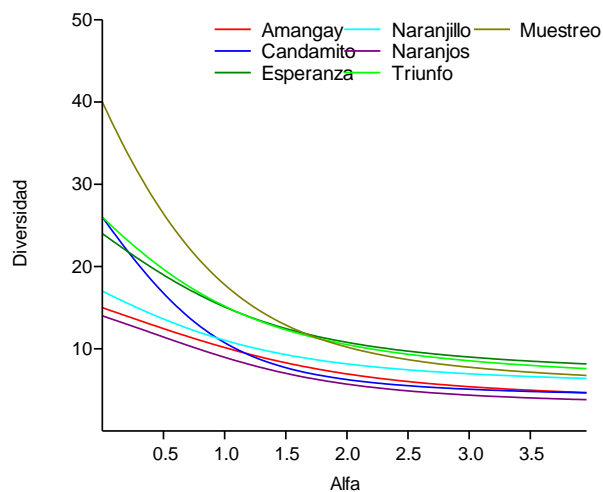
Según los índices calculados la zona de estudio presenta una alta diversidad ( $D1= 4,153$ ;  $D2= 90,2\%$ ), donde las especies caracterizadas difirieron en sus abundancias ( $J' = 0,78$ ). La equidad de Pielou fue semejante entre los sitios con valores entre 0,729 a 0,856, no alcanzando a la unidad, lo cual sugiere que no todas las especies fueron igualmente abundantes en cada sitio. La diversidad no difiere significativamente entre sitios ( $D1: F= 2,65$ ; g.l.= 5;  $p= 0,155$ ;  $D2: F= 4,01$ ; g.l.= 5;  $p= 0,077$ ) (Figura 12; anexos 6 y 7). Pero por cada sitio de muestreo la diversidad fue muy alta, basado en el rango dispuesto en la Tabla 1, destacando a Triunfo y Esperanza como los más diversos ( $D1= 3,924$  y  $3,901$  bits/ind respectivamente) reforzado por los resultados del índice de similitud de Simpson muy cercanos a la unidad (0,905 y 0,906 c/sitio) (Figura 11).

**Tabla 12.** Índices de diversidad alfa por sitio con AdC del BPAM.

SITIO	S	N	J	D1	D2
AMA	15	48	0,856	3,343	0,856
CAN	26	139	0,729	3,424	0,84
ESP	24	79	0,854	3,915	0,907
NLL	17	64	0,847	3,463	0,877
NAR	14	30	0,831	3,163	0,824
TRI	26	129	0,835	3,924	0,905
MTT	40	489	0,78	4,153	0,902

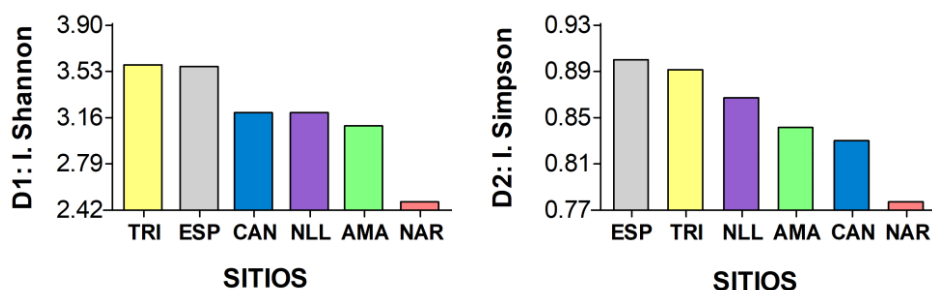
S: Número de especies capturadas, N: Número de individuos capturados, J: Equidad de Pielou, D1: índice de diversidad de Shannon Wiener, D2: índice de Simpson.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11.** Perfiles de diversidad en los sitios con AdC del BPAM.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 12.** Diversidad en los sitios con AdC del BPAM según los índices Shannon (D1) y Simpson (D2).

Se observa según el índice de Shannon, que Esperanza y Triunfo fueron los más diversos por estación climática, donde en época húmeda Esperanza fue más diverso que Triunfo y lo contrario sucedió en época seca. La equidad de Pielou por cada sitio fue casi constante y semejante entre temporada climática, sobre todo los valores obtenidos en época seca se aproximaron más a la unidad y solo para Naranjos alcanza este valor, señalando que las especies registradas en este sitio fueron igualmente abundantes. Para el índice de Simpson se obtuvo resultados muy cercanos a la unidad, aproximándose más los sitios Esperanza y Triunfo  $D2= 0,901$  y  $0,871$  para la época húmeda, así como en época seca  $D2= 0,894$  y  $0,906$  respectivamente. Se aprecia según estos resultados variación

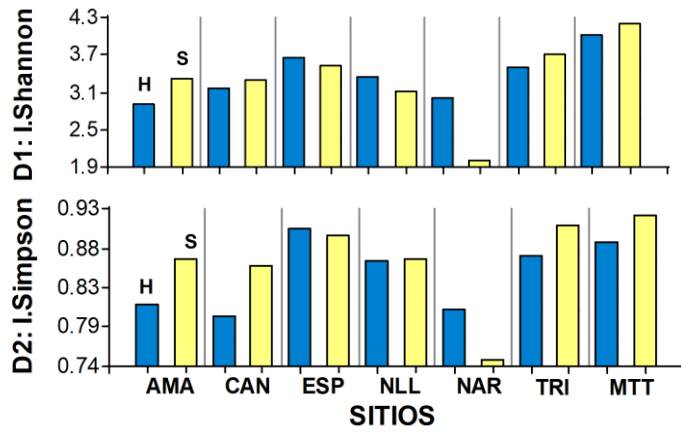
en los valores de los índices de diversidad entre temporada climática pero que no resultó significativamente diferente (D1:  $F= 0,22$ ; g.l.= 1;  $p= 0,658$ ; y D2:  $F= 0,58$ ; g.l.= 5;  $p= 0,482$ ) (Anexos 6 y 7), aunque se destaca que el cambio de estación disminuye la diversidad de murciélagos en los sitios con AdC y en el registro total resultando la temporada seca (D1= 3,98; D2= 0,8868) menos diversa que la húmeda (D1= 4,15; D2= 0,917) (Figuras 13 y 14).

**Tabla 13.** Índices de diversidad por sitio muestreado y temporada climática.

SITIOS	ÉPOCA	S	N	J	H	1-D
<b>AMA</b>	H	10	22	0,8669	2,88	0,814
	S	13	26	0,8918	3,3	0,8669
<b>CAN</b>	H	21	75	0,7134	3,134	0,8007
	S	16	64	0,8189	3,275	0,8579
<b>ESP</b>	H	16	50	0,9052	3,621	0,9008
	S	14	29	0,9226	3,512	0,8942
<b>NLL</b>	H	15	41	0,8495	3,319	0,865
	S	10	23	0,9283	3,084	0,8658
<b>NAR</b>	H	12	26	0,8313	2,98	0,8077
	S	4	4	1	2	0,75
<b>TRI</b>	H	20	90	0,8072	3,489	0,8714
	S	16	39	0,9215	3,686	0,906
<b>MTT</b>	H	37	304	0,7639	3,98	0,8868
	S	29	185	0,856	4,159	0,917

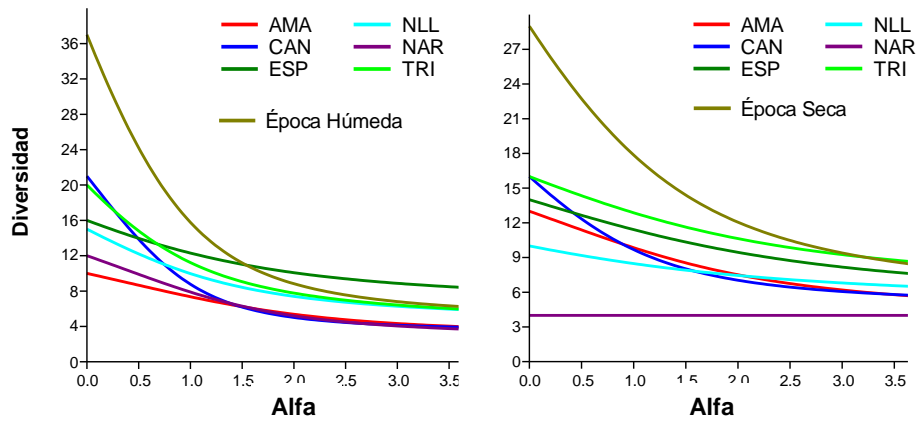
H = Época húmeda, S= Época seca.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13.** Diversidad de murciélagos por cada sitio y muestreo total por temporada climática (H: Húmeda y S: Seca).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 14.** Perfiles de diversidad para los sitios con AdC en el BPAM en época húmeda (izquierda) y seca (derecha).

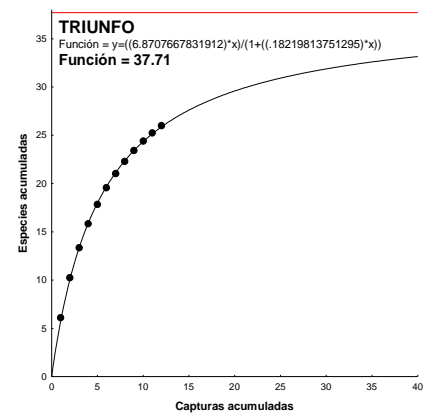
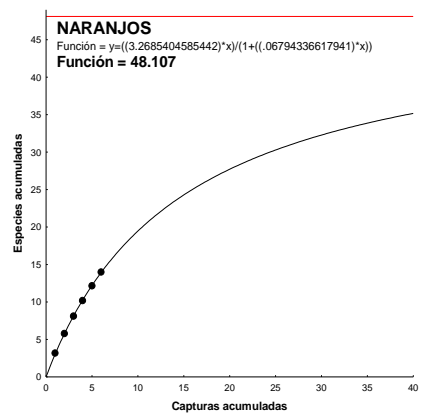
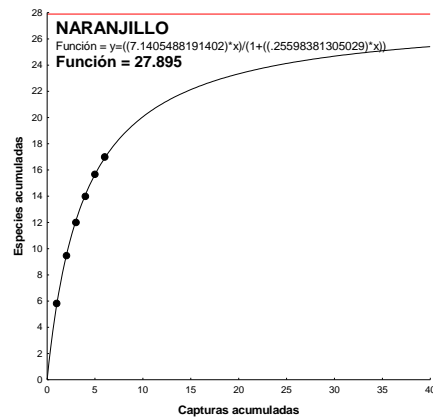
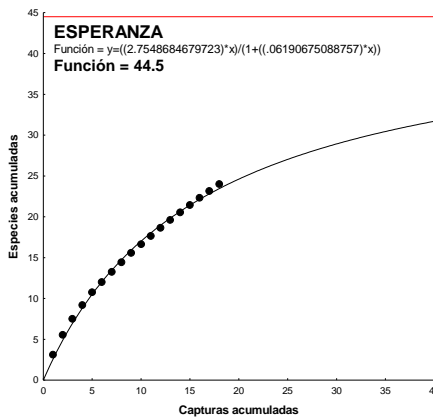
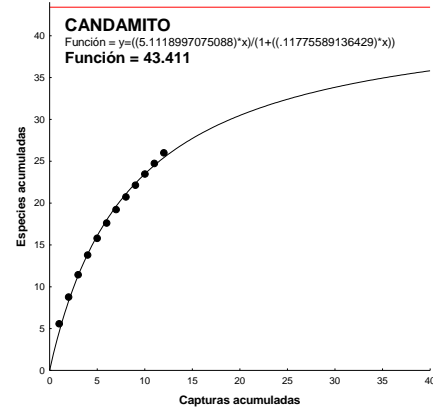
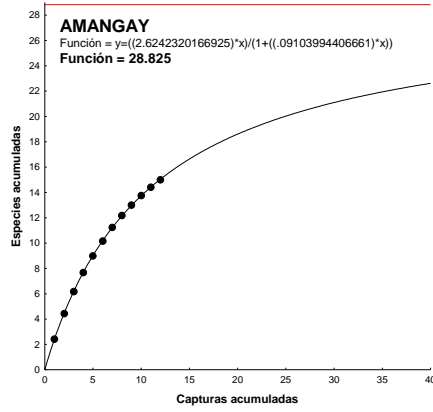
### 3.4. Riqueza de especies

Según los estimadores de riqueza el sitio que mejor representó a las especies esperadas fue Naranjillo (S= 17; Chao= 22; Jack1= 24; Jack2= 26) mientras el más distante fue Esperanza (S= 24; Chao= 50,67; Jack1= 38,22; Jack2= 48,63) (Figura 15). La riqueza del paisaje (S= 40) difirió entre 7 a 14 especies de lo esperado por los estimadores. La riqueza por sitio varió de 14 a 26 especie donde Candamito y Triunfo exhibieron mayor riqueza (S= 26 c/una) (Figura 16), pero estas diferencias no demuestran la contribución de los sitios en la riqueza de especies (F= 4,01; g.l.= 5; p= 0,077) (Anexo 8).

**Tabla 14.** Estimadores de riqueza en sitios con AdC del BPAM.

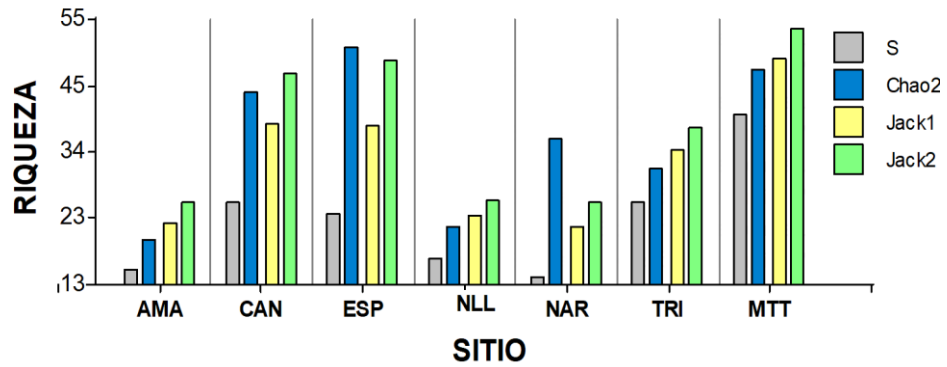
SITIO	N	S	Chao2	Jack1	Jack2
AMA	48	15	20	22,5	25,83
CAN	139	26	43,5	38,5	46,37
ESP	79	24	50,67	38,22	48,63
NLL	64	17	22	23,67	26,17
NAR	30	14	36	22	25,83
TRI	129	26	31,36	34,33	37,8
MTT	489	40	47,09	48,86	53,77

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15.** Curvas de acumulación de especies por sitios con AdC del BPAM.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 16.** Riqueza de especies por sitios con AdC y muestreo total del BPAM.

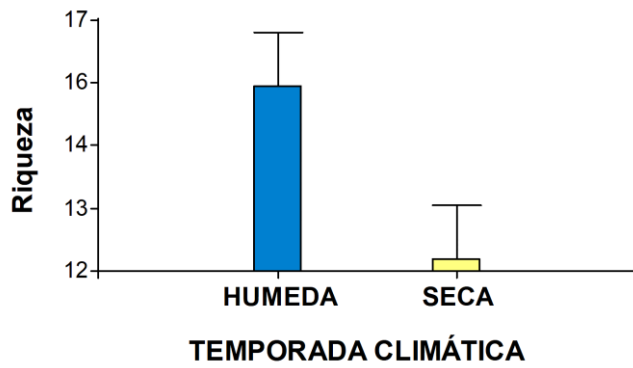
En la estación lluviosa, la riqueza de especies esperada fue más completa en Naranjillo ( $S= 15$ ;  $Chao2= 21$ ;  $Jack1= 22$ ;  $Jack2= 24$ ) y Triunfo ( $S= 20$ ;  $Chao2= 26$ ), Amangay, ( $S= 10$ ;  $Jack1= 17$ ) y Naranjos ( $S= 12$ ;  $Jack1= 19$ ). Para la estación seca se superó lo esperado por los estimadores en Naranjos ( $S= 10$ ,  $Chao1= 9$ ,  $Chao2= 8$ ;  $Jack1= 7$ ;  $Jack2= 8$ ) señalando una representación muy completa, pero los sitios de menor registro en base a lo esperado fueron Amangay ( $S= 13$ ;  $Jack2= 29$ ,  $Chao2= 35,92$ ), Esperanza ( $S= 14$ ;  $Jack2= 30$ ) y Naranjillo ( $S= 4$ ;  $Jack1= 14$ ). Como se aprecia, la riqueza de especies predichas por los estimadores es una forma con la cual se puede reconocer cuántas especies falta por inventariar,

pero en este estudio estos resultados fueron independientes de los esfuerzos de muestreo realizados en los sitios y temporadas climáticas. No se presentó un patrón estacional de la riqueza de especies de los sitios porque no varió significativamente entre temporadas ( $F= 0,58$ ; g.l.= 1;  $p= 0,48$ ) (Figura 17, anexo 8), pero se rescata que por cada sitio y en el paisaje la tendencia es decreciente en temporada seca (Figura 18).

**Tabla 15.** Estimadores de riqueza por sitio y temporada climática.

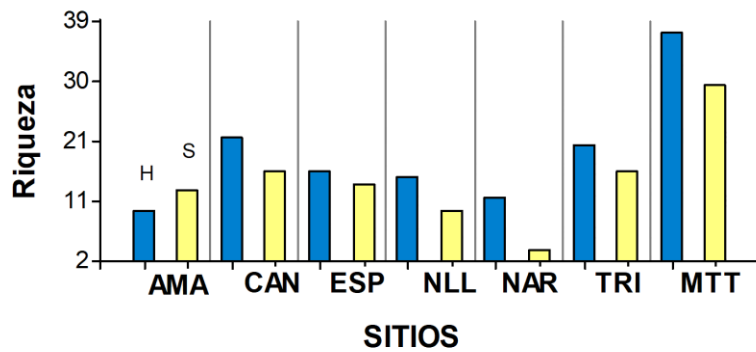
<b>SITIO</b>	<b>ESTACIÓN</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>Chao2</b>	<b>Jack1</b>	<b>Jack2</b>
<b>AMA</b>	H	22	10	21,67	16,67	21,47
	S	26	13	35,92	22,17	28,97
<b>CAN</b>	H	75	21	84,75	36	47,47
	S	64	16	21,83	22,67	26,4
<b>ESP</b>	H	50	16	26,67	24	29,64
	S	29	14	34	22,89	29,99
<b>NLL</b>	H	26	15	21	21,67	24,33
	S	4	4	12	14	15,33
<b>NAR</b>	H	41	12	27	18,67	21,83
	S	23	10	8	6,67	8
<b>TRI</b>	H	90	20	26	27,5	31,37
	S	39	16	18,92	21,83	23,83

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17.** Riqueza media de especies ( $\pm$  error estándar) entre temporadas climáticas.

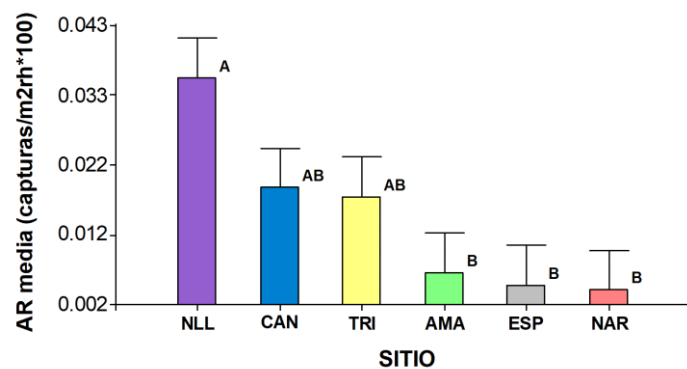


Fuente: Elaboración propia.

**Figura 18.** Riqueza de especies en sitios por temporadas climáticas.

### 3.5. Abundancia

Los sitios con mayor abundancia media de especies fueron Naranjillo (0,00035 capturas/m<sup>2</sup>rh), seguido por Candamito (0,00019 capturas/m<sup>2</sup>rh) y Triunfo (0,00017 capturas/m<sup>2</sup>rh), donde se aprecia la contribución de algunos sitios a las diferencias de las abundancias de las especies, resultando Naranjillo, Amangay, Esperanza y Naranjos significativamente diferentes a los demás sitios (F= 6,26; g.l.= 5; p< 0,0001) (Figura 19, anexo 11).

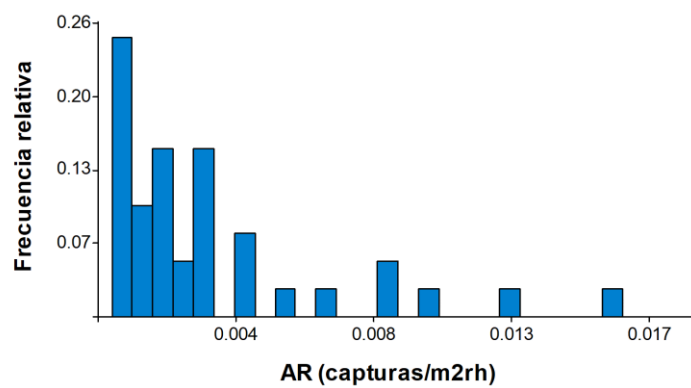


Fuente: Elaboración propia.

**Figura 19.** Abundancia media de murciélagos ( $\pm$  error estándar) para cada sitio estudiado. Las medias con letra común (A, B) no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

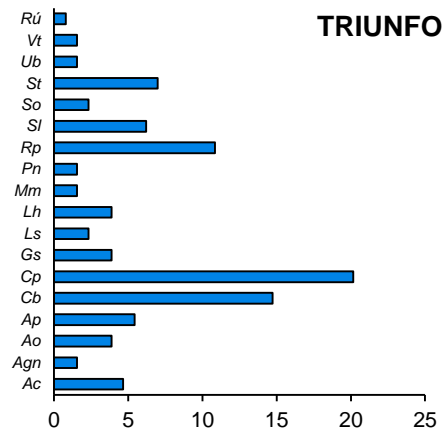
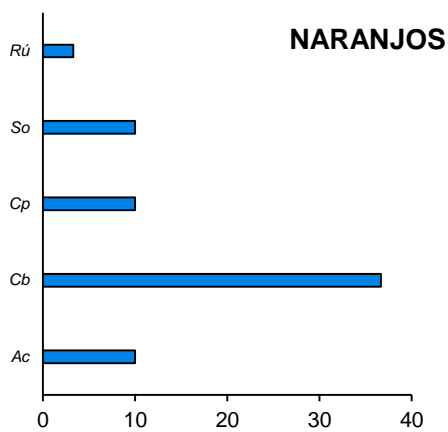
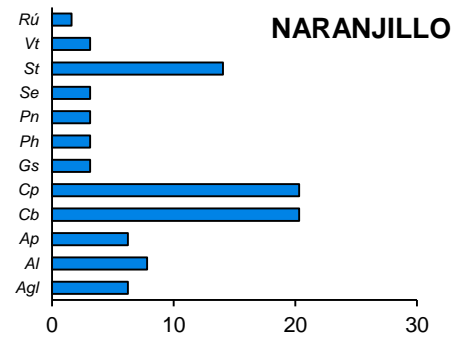
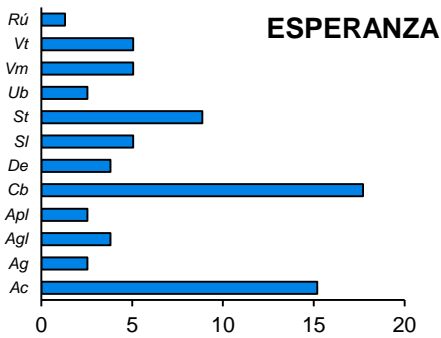
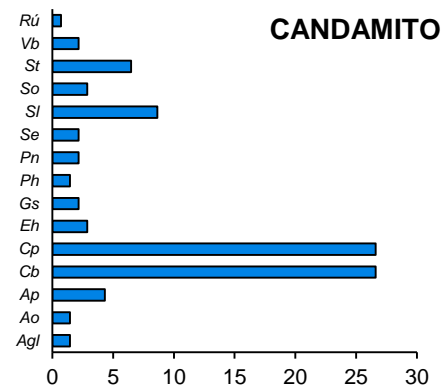
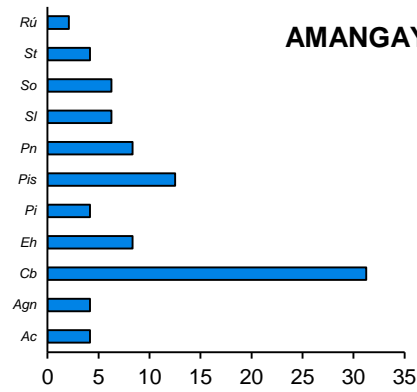
Al observar el histograma de abundancia relativa (Figura 20) es notable la existencia de 7 especies (*C. brevicauda*, *C. perspicillata*, *S. tildae*, *S. liliium* y *A. caudifer*, *P. nigellus*, *A. planirostris*,  $N \geq 20$ ) que dominan en la comunidad, especies con capacidad de soportar cambios del ambiente y de disponibilidad de recursos. También algunas de las especies más frecuentes en el paisaje resultaron muy abundantes por sitio como *C. brevicauda* (Amangay 3,1 %; Candamito 7,6 %, Naranjillo 2,7 %; Naranjos 2,2 % y Esperanza 2,9 %), *C. perspicillata* (Candamito 7,6 %; Naranjillo 2,7 % y Triunfo 5,3 %) y *A. caudifer* (Esperanza 2,5 %). En cambio, entre las veinte especies menos abundantes ( $N \leq 4$ ;  $AR * 100 \leq 0,0017$ ) están *Rhinophylla fischeriae*, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata*, *Anoura cultrata*, *Anoura geoffroyi*, *Lionycteris spurrelli*, *Artibeus gnomus*, *Mesophylla macconnelli*, *Platyrrhinus helleri*, *Platyrrhinus masu*, *Sturnira aratathomasi*, *Sturnira magna*, *Uroderma bilobatum*, *Vampyressa melissa*, *Vampyriscus bidens*, *Vampyrodes caraccioli*, *Micronycteris megalotis*, *Myotis keaysi*, *Myotis oxyotus* y *Myotis riparius*. De estas especies 11 son frugívoras, 3 nectarívoras, 2 hematófagos y 3 insectívoros, explicando una variabilidad de recursos poco disponibles para estos murciélagos, o la posible dificultad de atravesar espacios abiertos de acuerdo a limitaciones

propias del tamaño corporal. Los registros únicos se consideran así porque solo se logró la captura de un individuo por especie por sitio y por tal se encuentran en las menos abundantes (Figura 21).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20.** Histograma de abundancia relativa para 40 especies en el paisaje, expresado en número de individuos por metro cuadrado de red por hora.

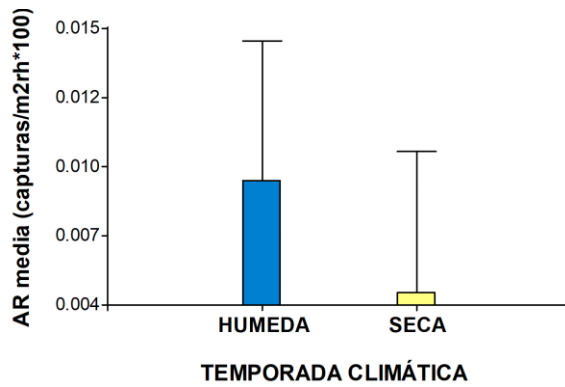


Fuente: Elaboración propia.

**Figura 21.** Frecuencia relativa (FR) de las especies según sitio con AdC del BPAM.

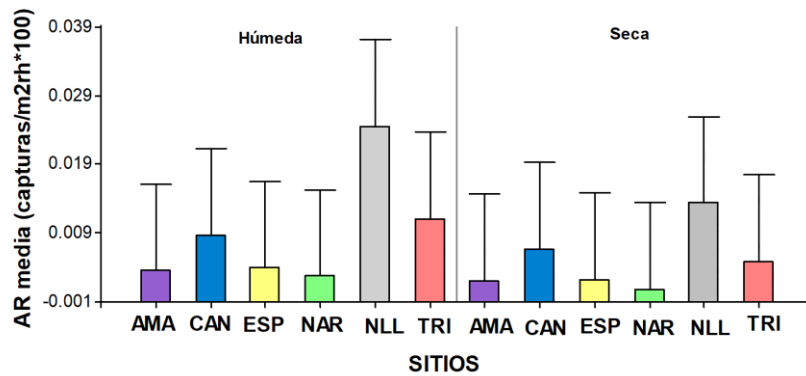
A nivel estacional no se presentó diferencias en la abundancia de especies ( $F= 3,55$ ; g.l.= 1;  $p= 0,185$ ) ni efecto de los sitios y las estaciones estudiadas ( $F= 0,68$ ; g.l.= 5;  $p= 0,639$ ) (Anexo 10). Si bien no existe efecto significativo de la temporada climática en la abundancia de las especies capturadas, se aprecia la disminución por el cambio de la estación de muestreo. Donde la abundancia media fue más alta en estación húmeda (Figura 22).

Solo para el sitio de Amangay el cambio de temporada climática favoreció a las abundancias de las especies, contrariamente en los sitios Candamito, Esperanza, Naranjillo, Naranjos y Triunfo la frecuencia de especies fue mayor en época húmeda (Figura 23). Esta tendencia evidencia mayor abundancia en estaciones de lluvias, por existir mayor posibilidad de forrajeo y en particular Amangay es al parecer una zona con recursos más estables.



Fuente: Elaboración propia.

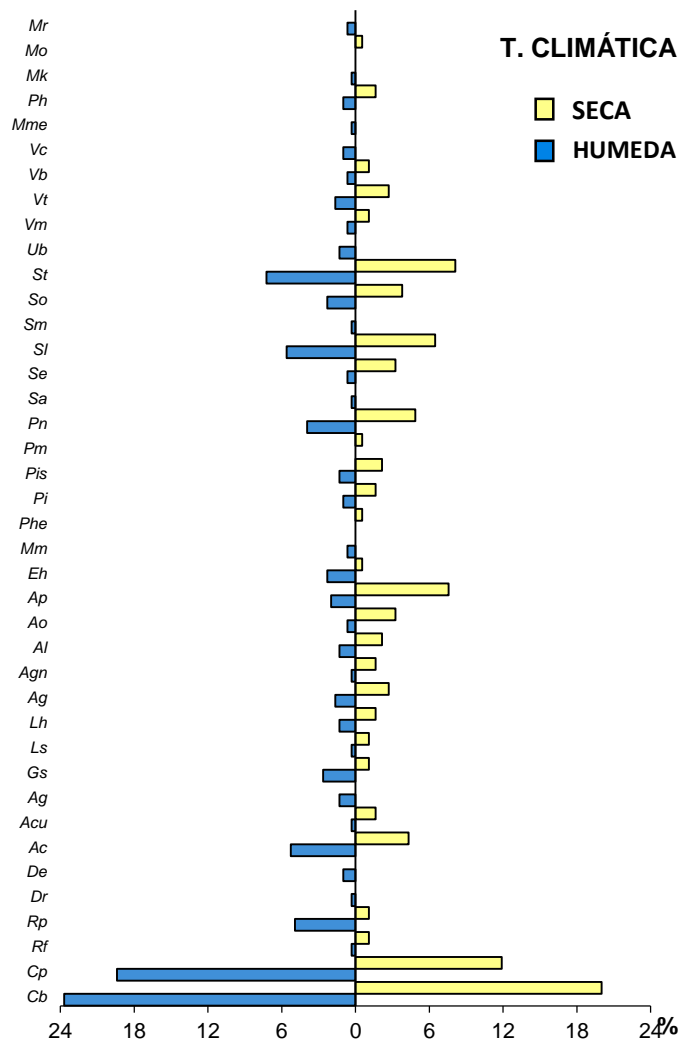
**Figura 22.** Valores medios de abundancia de murciélagos ( $\pm$  error estándar) para cada temporada climática.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 23.** Valores medios de abundancia de murciélagos ( $\pm$  error estándar) por sitios entre temporadas climáticas.

Entre las especies más abundantes por temporada climática como se observa en la Figura 24, se repiten *C. brevicauda* y *C. perspicillata*, en cambio las especies de registro único (menor abundancia) fueron para la estación húmeda *R. fischeriae*, *D. rotundus*, *A. cultrata*, *L. spurrelli*, *A. gnomus*, *S. aratathomasi*, *S. magna*, *M. megalotis* y *M. keaysi* con una FR= 0,329 % c/una; y para la estación seca *Enchisthenes hartii*, *P. helleri*, *P. masu* y *M. oxyotus* con una FR = 0,541 % c/u. Las especies exclusivas por temporadas fueron *D. rotundus*, *D. ecaudata*, *A. geoffroyi*, *M. macconnelli*, *S. aratathomasi*, *S. magna*, *U. bilobatum*, *V. caraccioli*, *M. megalotis*, *M. keaysi* y *M. riparius* para estación húmeda; y *P. helleri*, *P. masu* y *M. oxyotus* para estación seca. Estos resultados indican que el cambio de estación afecta en cierto grado la presencia de algunas especies y para otras especies el cambio de estación genera elementos que permiten su abundancia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24.** Frecuencia relativa (FR) de especies por las temporadas climáticas en sitios con AdC del BPAM.

### 3.6. Gremios tróficos

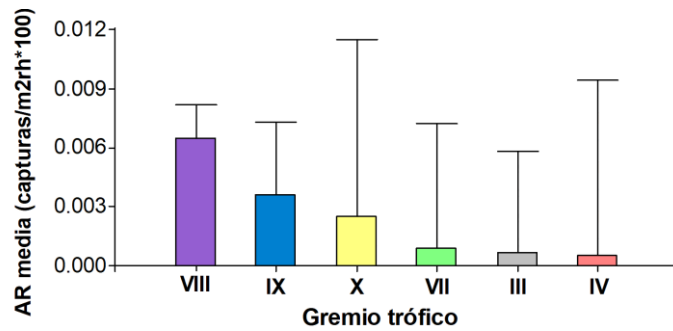
Se capturó especies de seis gremios tróficos. En el muestreo los gremios frugívoros (S= 27; N= 422) y nectarívoros (S= 6; N= 52) resaltaron por su abundancia, mientras los omnívoros (S= 1; N= 6), insectívoros aéreos de espacios cerrados (S= 3; N= 4), insectívoros recogedores de sotobosque (S= 1; N= 1) y hematófagos (S= 2; N= 4) fueron los menos abundantes (Figura 25). Estas diferencias entre las abundancias de especies no fueron significativas entre grupos alimenticios (F= 0,1851; g.l.= 5; p= 0,185). El sitio con mayor abundancia de gremios fue Naranjillo, seguido de Candamito y Triunfo como se observa en la Figura 26, pero la variabilidad de abundancias de los gremios no difirió significativamente por sitio (F= 0,27; g.l.= 25; p= 0,999).

**Tabla 16.** Gremios tróficos registrados en los sitios con AdC.

SITIO	III	IV	IX	VII	VIII	X
AMA		1	2		45	
CAN	1		7		129	2
ESP	1		16	3	58	1
NLL			3	1	58	2
NAR	1		4		25	
TRI	1		20		107	1
MTT	4 (3)	1 (1)	52 (6)	4 (2)	422 (27)	6 (1)

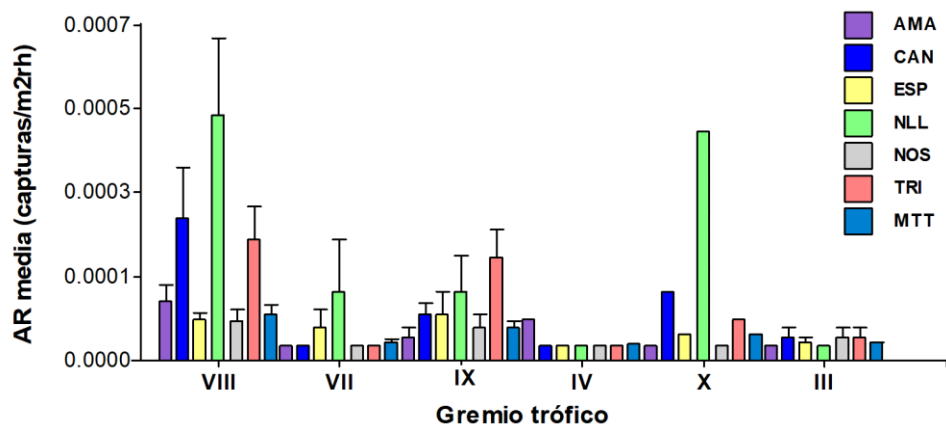
S= Número de especies se escribió entre paréntesis ().

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25.** Valores medios de abundancia ( $\pm$  error estándar) de los gremios tróficos en el muestreo.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 26.** Abundancia relativa media ( $\pm$  error estándar) de gremios tróficos en los sitios con AdC.

La abundancia por gremio trófico no fue significativamente diferente entre las temporadas húmeda y seca ( $F= 0,09$ ; g.l.= 5;  $p= 0,9942$ ) (Anexo 10), aún ante la ausencia de recogedores de sotobosque: un insectívoro (*M. megalotis*) y dos hematófagos (*D. rotundus* y *D. ecaudata*) en temporada seca (Figura 27).

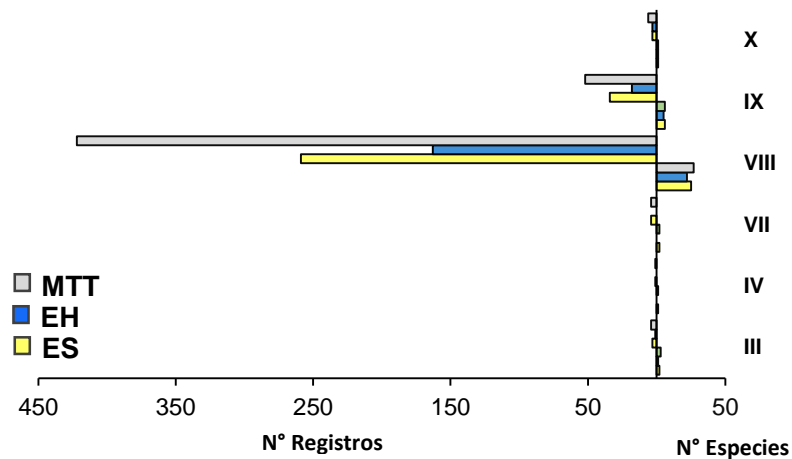
La agrupación de especies fue más abundante en frugívoros y nectarívoros en las estaciones climáticas de todos los sitios (Figura 28), donde estas diferencias tampoco resultaron significativas entre la interacción de los gremios alimenticios, sitios y temporadas climáticas ( $F= 0,04$ ; g.l.= 25;  $p> 0,999$ ) (Anexo 10).

**Tabla 17.** Gremios tróficos según la temporada climática en los sitios con AdC del BPAM.

Gremio	EH		ES		MTT	
	S	N	S	N	S	N
III	2	3	1	1	3	4
IV	1	1			1	1
VII	2	4			2	4
VIII	25	259	22	163	27	422
IX	6	34	5	18	6	52
X	1	3	1	3	1	6

EH: Estación húmeda, ES: Estación seca, MTT: Muestreo total, S: Número de especies, N: Número de individuos.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

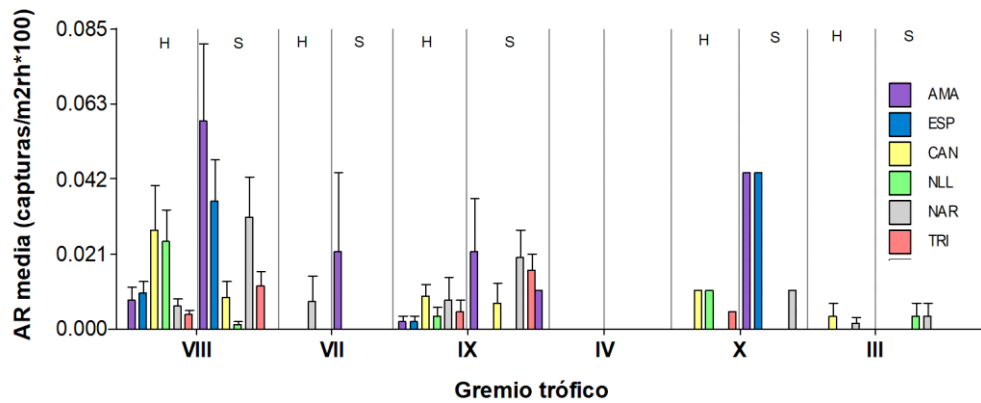
**Figura 27.** Gremios tróficos registrados según temporada climática en sitios con AdC del BPAM.

**Tabla 18.** Gremios tróficos registrados en los sitios con AdC entre temporadas climáticas.

Gremio	AMA		ESP		CAN		NLL		NAR		TRI	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
III	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
IV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	1	1	5	2	10	6	3	0	4	9	11	0
VII	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0
VIII	20	25	68	61	36	22	36	22	22	30	77	3
X	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0

Temporadas climáticas: H = Húmeda, S = Seca.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 28.** Abundancia relativa media ( $\pm$  error estándar) de gremios tróficos en los sitios con AdC por temporada climática.

### 3.7. Calidad del muestreo

En el estudio la completitud del muestreo en los sitios se halla entre un 29 a 69 por ciento de la riqueza esperada, donde los sitios Triunfo y Naranjillo se acercaron al número esperado, diferenciándose en 12 y 11 especies de lo descrito. Del muestreo en general, la proporción de especies registradas es de 84,9 por ciento del número de especies esperadas, lo cual sugiere proximidad a la asíntota ( $a/b= 47,093$  especies) por una ligera diferencia de 7 especies más (Figura 29).

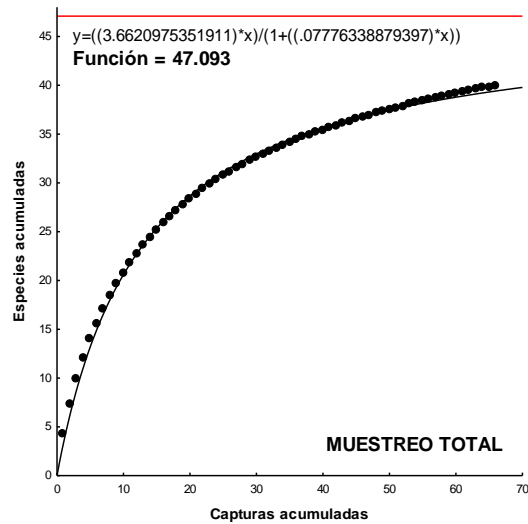
Según la proporción de especies observadas en los sitios con AdC a excepción de Naranjos, la completitud de registros fue mayor al 50 por ciento. Fue así que en el sitio Naranjos el muestreo ( $S= 14$ ) estuvo alejado de la asíntota de la curva de acumulación ( $a/b= 48,107$  especies), diferenciándose en 34 especies por capturar. En cambio, para el sitio con menor número de especies predichas, Naranjillo, es necesario muestrear 11 especies más para completar el registro en base a la asíntota ( $a/b= 27,895$  especies) de la respectiva curva de acumulación.

**Tabla 19.** Valores obtenidos de los sitios en base a la ecuación de Clench.

Sitios	a	b	Número especies predicho a/b	S	Proporción registrada Sobs/(a/b)	R <sup>2</sup>
AMA	2,624	0,091	28,825	15	0,520	0,99998
CAN	5,112	0,118	43,411	26	0,599	0,99764
ESP	2,755	0,062	44,500	24	0,539	0,99831
NLL	7,141	0,256	27,895	17	0,609	0,99966
NAR	3,269	0,068	48,107	14	0,291	0,99983
TRI	6,871	0,182	37,710	26	0,689	0,99979
MTT	3,662	0,078	47,093	40	0,849	0,99901

a = tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del inventario, b = parámetro relacionado con la forma de la curva, S = número de especies observadas.

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29.** Curva de acumulación de especies en sitios con AdC del BPAM, basado en el Modelo de Clench.

Para completar los registros en los sitios con AdC y muestreo total se calculó el esfuerzo de muestreo requerido para alcanzar una proporción de 90 % de las especies esperadas. Los resultados recomiendan añadir entre 3 a 13 días, según el sitio de estudio, para incrementar entre 23 hasta 61 % las proporciones de especies registradas, hecho que mejoraría la completitud de los muestreos por sitio, pero no muy necesario a nivel del estudio completo porque la adición de la proporción registrada sería del 5 % por 4 días más, para solo agregar al inventario dos especies, refiriendo entonces que el esfuerzo realizado fue adecuado para registrar la riqueza de la zona.

**Tabla 20.** Simulación del esfuerzo necesario para lograr una proporción del 90 por ciento.

Sitios	Esfuerzo muestreo (días)	Proporción registrada (%)	Esfuerzo (días) 90 %	Incremento en proporción registrada (%)
AMA	12	52	20,75	38
CAN	12	60	18,03	30
ESP	18	54	30,04	36
NLL	6	61	8,86	29
NAR	6	29	18,56	61
TRI	12	67	15,66	23
MTT	66	85	69,93	5

Fuente: Elaboración propia.

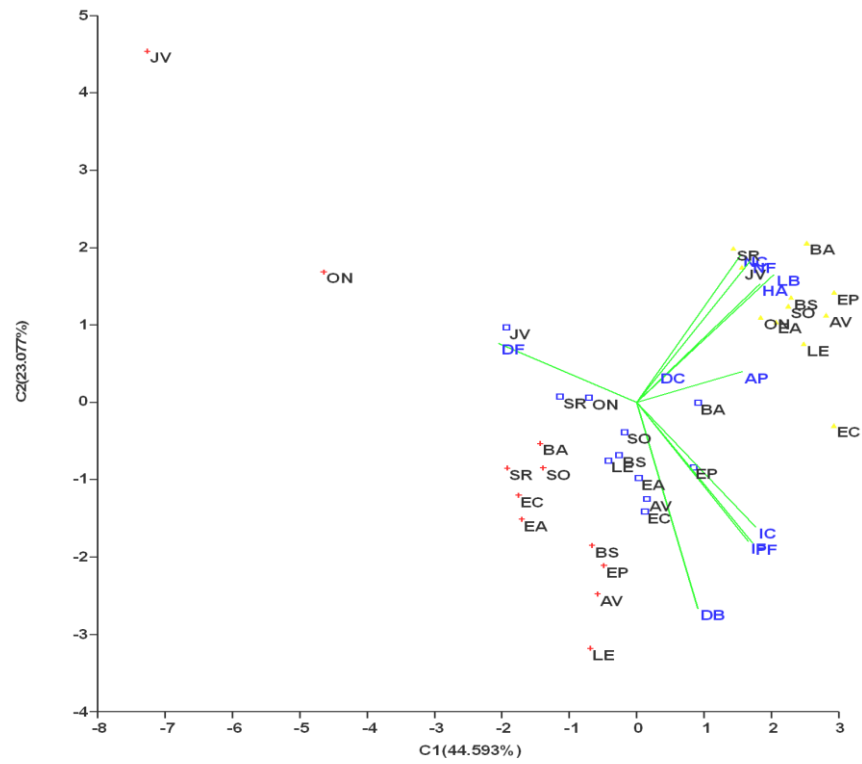
### 3.8. Estructura del paisaje

Con respecto a los resultados de la estructura del paisaje, se procesaron las imágenes satelitales correspondientes del ANP BPAM y se calculó las variables de estructura de 33 buffers (11 muestras circulares anidadas) (Anexo 2).

Los buffers se caracterizaron por medio del análisis de componentes principal (ACP), donde la ordenación muestra la relación de las variables de la estructura de las matrices circulares. Los dos primeros componentes del ACP explicaron el 67,67 por ciento de la variación en los datos (C1= 44,593 % y C2= 23,077 %).

Para la primera dimensión (C1) las variables con mayor peso fueron la densidad de fragmentos (DF), la longitud de borde (LB), la heterogeneidad altitudinal (HA), índice de cohesión (IC), porcentaje forestal (PF), número de fragmentos (NF), índice de forma de los fragmentos (IF), área media de fragmentos (AP) y número de cultivos de café con AdC (NC). En la segunda dimensión (C2) los elementos más relevantes fueron la densidad de borde (DB), PF, NC, NF e IF.

Como se puede observar en la Figura 30, la ordenación de la estructura del paisaje clasificó a las muestras circulares en dos grupos separadas principalmente por el C1. El primer grupo conformado por matrices de 500 y 2 000 m de radio caracterizadas por una baja densidad de fragmentos, mayor longitud acumulada de bordes, alta variación altitudinal, mayor cohesión de fragmentos, alto porcentaje de cubierta boscosa, mayor número de fragmentos, mayor forma irregular de fragmentos, mayor área media de fragmentos y con más cultivos con AdC. El segundo grupo incluyó a los buffers de escala intermedia (1 000 m de radio) distinguidos por una baja densidad de borde, bajo porcentaje de cubierta boscosa, mayor número de cultivos con AdC, mayor número de fragmentos y mayor forma regular de fragmentos.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 30.** ACP de las variables del paisaje medidas a nivel de escalas y su contribución en el ordenamiento de los buffers. Los buffers analizados están representados por □ a 500 m, ▲ a 1 000 m y + a 2 000 m de radio.

### 3.9. Análisis de Paisaje

Entre las variables de significancia ( $p \leq 0,05$ ) en las escalas estudiadas (escala menor 500 m, intermedia 1 000 m y grande 2 000 m) se hallaron la densidad de fragmentos forestales, el área promedio de fragmentos, el porcentaje forestal, densidad y longitud de borde, el índice de forma promedio, número de fincas de café, el número de fragmentos de bosque, el rango altitudinal y la densidad de cuerpos de agua a excepción del índice de cohesión de fragmentos que no presentó correlación significativa alguna ( $p > 0,05$ ;  $0,01$ ) con el ensamble los murciélagos registradas.

En el análisis de paisaje los frugívoros se relacionaron a variables de configuración y composición. Los frugívoros especialistas de *Ficus* reaccionaron al borde de los fragmentos, donde la densidad afecta las abundancias de *Artibeus glaucus* ( $R^2 = -0,6$  a 500 m) y *A. obscurus* ( $R^2 = 0,75$  a 500 m y  $R^2 = 0,67$  a 2 000 m) y la longitud influye en esta última especie ( $R^2 = 0,75$  a 500 m y  $R^2 = 0,67$  a 2 000 m) del mismo modo que *A. planirostris* ( $R^2 = 0,63$  a 2 000 m). Otra respuesta propia de las especies y la escala espacial fue a la forma de los parches, como sucedió en *A. glaucus* ( $R^2 = -0,62$  a 500 m) y *A. obscurus* ( $R^2 = 0,67$  a 1 000 m).

En cambio, algunas especies del género *Sturnira* responden en positivo a la forma de los fragmentos (*S. oporaphilum* a escalas menor e intermedia), al área media de los fragmentos (*S. erythromos* a escala menor), al porcentaje forestal (*S. tildae* a escala intermedia), y en menor medida son afectados negativamente por la densidad de fragmentos (*S. erythromos* a escala menor). El Género frugívoro *Platyrrhinus* es en cierta medida también afectado positivamente por la forma de los fragmentos (*P. ismaeli* a escala menor), mientras que el área media de los fragmentos y la cobertura forestal del paisaje presentaron relación negativa con *P. infuscus* ( $R^2 \leq -0,69$  a escalas  $\geq 1\ 000$  m) y la última variable mencionada fue positiva para *P. nigellus* ( $R^2 = 0,65$  a 500 m). La abundancia de *C. perspicillata* en los sitios de estudio no es perturbada a distintas escalas, hasta es favorecida por ambientes con mayor densidad de fragmentos ( $R^2 \geq 0,68$  a escala  $\geq 1\ 000$  m) y que estos parches de bosque sean de menor área ( $R^2 = -0,64$  a 1 000 m). Mientras la relación de la forma media de los fragmentos fue significativa para *R. fischeriae* ( $R^2 = -0,65$  a 500 m).

A nivel de gremio trófico nectarívoro se encontró que responden a variables de configuración, composición y topográficas. De forma negativa al número de fragmentos de bosques ( $R^2 = -0,7$  a

2 000 m) y heterogeneidad altitudinal ( $R^2 \leq -0,61$  a escalas  $\leq 1\ 000$  m). De manera positiva, la forma media de los fragmentos de bosque afecto a las abundancias de *A. geoffroyi* ( $R^2 \geq 0,62$  a escalas  $\geq 1\ 000$  m) y *A. caudifer* ( $R^2 = 0,64$  a  $1\ 000$  m), incluso esta última especie también respondió positivamente a longitud de bordes (escala menor) y área media de los fragmentos (escala mayor), pero negativamente al aumento del número y densidad de fragmentos a escala mayor.

Igualmente, existió relación de variables de la configuración de paisajes con la abundancia relativa de otras especies y gremios alimenticios. En los espacios con mayor efecto de borde, a escala grande (2 000 m de radio) los murciélagos *Myotis riparius* y el omnívoro *Phyllostomus hastatus* y a escala menor (500 m) el grupo de hematófagos son afectados positivamente por la densidad y la longitud de bordes. Asimismo, la abundancia relativa *M. riparius* a escala intermedia (1 000 m) es favorecida por la forma de los fragmentos.

Mientras, la cantidad de cultivos de café bajo sombra en las escalas espaciales utilizadas género asociación positiva con las abundancias de los frugívoros *A. gnomus* ( $R^2 = 0,67$  a  $< 1\ 000$  m) y *Uroderma bilobatum* ( $R^2 = 0,73$  a  $2\ 000$  m), y con sanguívoros ( $R^2 =$

0,68 a 2 000 m); pero negativa para la especie frugívora *P. nigellus* ( $R^2 = -0,74$  a 500 m).

Los elementos topográficos del paisaje afectaron a las abundancias relativas de dos frugívoros y a gremio nectarívoros acechadores de espacios muy densos. *Vampyressa thyone* respondió positivamente a la densidad de cuerpos de agua ( $R^2 = 0,64$  a 500 m); mientras el gremio IX ( $R^2 = -0,81$  a 500 m y  $R^2 = -0,61$  a 1 000 m) y *U. bilobatum* ( $R^2 = -0,61$  a 1 000 m) respondieron negativamente a la heterogeneidad altitudinal.

En base a los índices Shannon y Simpson, la diversidad de quirópteros muestreados responde a características de configuración y composición del paisaje, positivamente a la forma media de los fragmentos y negativamente al número de fragmentos a escala intermedia y grande.

**Tabla 21.** Relación entre características del paisaje con las especies de murciélagos en sitios con AdC.

Especie	Escala (m)	DB	LB	IF	IC	DF	NF	AP	PF	NC	HA	DC
<i>Anoura caudifer</i> (Ac)	500	ns	0,63	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	0,64	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	-0,62	-0,66	0,64	ns	ns	ns	ns
<i>Anoura geoffroyi</i> (Ag)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	0,62	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	0,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Artibeus glaucus</i> (Agl)	500	-0,6	ns	-0,62	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Artibeus gnomus</i> (Agn)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,67	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,67	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Artibeus obscurus</i> (Ao)	500	0,75*	0,75*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	0,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	0,67	0,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Artibeus planirostris</i> (Ap)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	0,63	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Carollia perspicillata</i> (Cp)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	0,69	ns	-0,64	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	0,68	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Myotis riparius</i> (Mr)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	0,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	0,67	0,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

/Continuación

<b>Especie</b>	<b>Escala (m)</b>	<b>DB</b>	<b>LB</b>	<b>IF</b>	<b>IC</b>	<b>DF</b>	<b>NF</b>	<b>AP</b>	<b>PF</b>	<b>NC</b>	<b>HA</b>	<b>DC</b>
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Ph)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	0,76	0,79	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Platyrrhinus infuscus</i> (Pi)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,69	-0,69	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,69	-0,87*	ns	ns	ns
<i>Platyrrhinus ismaeli</i> (Pis)	500	ns	ns	0,61	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Platyrrhinus nigellus</i> (Pn)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,65	-0,74*	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Rhinophylla fischeriae</i> (Rf)	500	ns	ns	-0,65	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Sturnira erythromos</i> (Se)	500	ns	ns	ns	ns	-0,64	ns	0,66	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Sturnira oporaphilum</i> (So)	500	ns	ns	0,8*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	0,64	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Sturnira tilda</i> (St)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,63	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

//Continuación

<b>Especie</b>	<b>Escala (m)</b>	<b>DB</b>	<b>LB</b>	<b>IF</b>	<b>IC</b>	<b>DF</b>	<b>NF</b>	<b>AP</b>	<b>PF</b>	<b>NC</b>	<b>HA</b>	<b>DC</b>
<i>Uroderma bilobatum</i> (Ub)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,61	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,73	ns	ns
<i>Vampyressa thyone</i> (Vt)	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,64
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
1-D	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	0,68	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	0,75	ns	ns	-0,89	ns	ns	ns	ns	ns
H	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	0,76	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	0,78	ns	ns	-0,73	ns	ns	ns	ns	ns
S	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
VII	500	0,67	0,67	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,68	ns	ns
IX	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,81	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,61	ns
	2000	ns	ns	ns	ns	ns	-0,7	ns	ns	ns	ns	ns
X	500	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	1000	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	2000	0,61	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Variables de configuración: DB: densidad de borde, LB: longitud de borde, IF: índice de forma promedio, IC: índice de cohesión de fragmentos; composición: DF: densidad de fragmentos forestales, NF: número de fragmentos de bosque, AP: área promedio de fragmentos, PF: porcentaje forestal, NC: número de fincas de café; topográficas: HA: Heterogeneidad Altitudinal y DC: densidad de cuerpos de agua. Los valores de significancia corresponden a la prueba de Spearman. \*P<0,05.

Fuente: Elaboración propia.

#### IV. DISCUSIÓN

El Bosque de Protección Alto Mayo es una zona propia de los ecosistemas de yungas peruanas, donde la construcción de la carretera Fernando Belaunde Terry generó acceso hacia los recursos naturales del área protegida. Después del cambio de uso de suelo, aún estos ecosistemas continúan albergando especies de flora y fauna silvestre. En los sitios muestreados del BPAM se capturó un total 489 individuos de 40 especies, pertenecientes a las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae. De esta manera, los sitios con AdC del BPAM contaría con más del 20 % del total de especies registradas para Perú.

Se registró alta diversidad y abundancia de murciélagos filostómidos, comparable con lo reportado para otras regiones del oriente del Perú (Carrasco, 2011; Mena, 2010). En forma general, se documentó la alta abundancia de murciélagos frugívoros (frugívoros especialistas de Ficus FF y de Piper - Cecropia FP) y nectarívoros, necesarios para la regeneración y conservación de bosques por sus roles en la dispersión de semillas y polinización de plantas tanto en bosques perturbados y conservados (García y Santos, 2014a; Mena, 2010).

Uno de los componentes del ensamble evaluado fue la composición de especies. Los resultados expusieron la existencia de una diferencia en la composición de murciélagos entre los sitios con AdC, pero no tan marcada porque la composición de especies fue similar en un 85,8 %, separando a los sitios por su similaridad en dos grupos (1) Esperanza, Naranjos y Amangay, y (2) Candamito, Triunfo, y Naranjillo. Las especies que más contribuyeron en la similitud entre los ensambles fueron en el primer grupo *Carollia brevicauda*, *Sturnira lilium*, *Anoura caudifer*, *Platyrrhinus nigellus* y *Sturnira oporaphilum* (frugívoros pequeños y nectarívoros) y en segundo grupo *Carollia perspicillata*, *Sturnira tildae*, *Sturnira lilium*, *Rhinophylla pumillio* (frugívoros pequeños) y *Artibeus planirostris* (frugívoro grande). El patrón de dominancia encontrado es semejante a lo reportado en los trabajos de: Pineda *et al.* (2005) y Saldaña (2008) donde otra especie del género *Sturnira* (*S. ludovici*) fue uno de los murciélagos con mayor número de individuos, posiblemente por preferir alimentarse de plantas de sucesión temprana, asimismo, la dominancia de *A. caudifer* se explica por la abundancia de recursos en los cafetos (p.e. *Acacias sp.* y *Musa sp.*); del mismo modo en Quindío, Colombia Numa *et al.* (2005) describen como una de las dominantes a una especie de *Artibeus* grande (*A. jamaicensis*) en bosques y cafetales; mientras que Carrasco (2011) y Mena (2010) también reportan entre las especies más abundantes

en San Ramón, Junín y Pozuzo, Pasco respectivamente a *C. perspicillata*. En tal caso, la alta abundancia de frugívoros pequeños en los cafetales, puede ser el reflejo de una matriz con presencia de plantas quiropterófilas de sotobosque; así como la abundancia de algunos frugívoros como los del género *Carollia* pueden prosperar en sitios moderadamente fragmentados, después de una sucesión de bosques a cultivos agrícolas por la alta abundancia de alimento (Mena, 2010); y también la frecuencia de frugívoros grandes (*Artibeus spp.*) puede demostrar la disponibilidad de alimento a partir de la sombra de los cafetos (Saldaña, 2008). Por lo tanto, los cafetales son fuente de alimento para frugívoros grandes y zonas de paso a los relictos boscosos para los frugívoros pequeños. Además, se observó diferencias estacionales de las especies a nivel intra-específicos e inter-específicos de los sitios, en el primer efecto, el ensamble de murciélagos tiende a la disimilitud; y para el segundo efecto la composición de especies es más semejante entre los sitios cuando se pasa a temporada seca, a excepción de Naranjos y Naranjillo, al ser muy disimilares de los demás sitios. Los índices de similitud indican que los sitios con AdC comparten especies con mejor referencia en el índice de Bray Curtis por incluir valores cuantitativos, con valores entre 0,33 a 0,66; así como para el índice de Jaccard (0,29 a 0,63) los sitios tienden a asemejarse en la composición de murciélagos a diferencia de las

localidades estudiadas por Carrasco (2011), donde la composición de especies tiende a la disimilitud (0,193). La similaridad de especies entre sitios y estaciones climáticas estaría manifestado por Kalko (1997) al especificar que las tierras altas y bajas cercanas comparten especies centrales y porque existen especies específicas por cada una de las elevaciones aludidas contribuyendo de esta manera a la similitud de composición de especies entre sitios. La divergencia entre sitios es más apreciable en estación seca, así como la composición de especies estacionalmente por sitio provoca la diferencia de los ensambles. Existió cambios estacionales entre sitios y en cada uno de estos, posible por el movimiento amplio de algunas especies, la existencia de murciélagos residentes y sedentarios (Kalko, 1998).

La diversidad en la zona fue muy alta ( $D1= 4,153$ ;  $D2= 0,902$ ) en base al rango establecido por Viveros (2010) y en comparación a los reportes de diversidad ( $D1= 3,833$ ) en el Fundo Génova, Junín hallado por Carrasco (2011). Asimismo, se apreció por cada sitio de estudio, donde Triunfo y Esperanza fueron los más diversos. La proporción de individuos de cada especie fue diferente para los sitios de muestreo como para el estudio ( $J'= 0,78$ ) pero se igualan más en temporada seca. La familia Phyllostomidae fue la más diversa y abundante, coincidiendo con otros

estudios en la amazonia, en Pozuzo, Pasco (Mena, 2010), en San Ramón, Junín (Carrasco, 2011), en Caquetá, Colombia (Marín *et al.*, 2005), y en Córdova, Colombia (Chacón *et al.*, 2015).

La riqueza de especies difirió entre los sitios (S= 14 a 26) siendo mayor en Candamito y Amangay (S= 26). Estas diferencias coinciden a la disponibilidad alimenticia en todas las temporadas del año para frugívoros y nectarívoros (proliferación de plantas de estados sucesionales primarios, con floración y fructificación continua) en sitios con cultivos, pastizales y mosaicos de vegetación (Cruz *et al.*, 2004; y García y Santos, 2014a). De esta manera se confirma la contribución variada de los cafetales en la riqueza de murciélagos. A nivel del muestreo completo el esfuerzo realizado (117 936 capturas/m<sup>2</sup>rh) fue adecuado porque completó el 84,9 % de las especies predichas para la zona y hasta se esperaría inventariar 7 especies más según el modelo de Clench y además por la proximidad a la riqueza esperada medida por los estimadores utilizados (Chao2= 47,09; Jack1= 48,86; y Jack2= 53,77). El reporte de riqueza de murciélagos en la zona (40 especies) es semejante a la registrada en altitudes similares de Pozuzo, Pasco con 46 especies (Mena, 2010) y mayor que lo inventariado en San Ramón, Junín con 32 especies (Carrasco, 2011). La diferencia entre las riquezas de especies hallada en este estudio y las otras zonas

neotropicales puede ser favorecida por las condiciones de aislamiento que caracteriza a las yungas peruanas, incluso en muestreos de la misma altitud (Carrasco, 2011).

A nivel del componente abundancia del ensamble de murciélagos, se constó la diferencia significativa entre sitios, donde se destaca la alta abundancia media de especies en Naranjillo, Candamito y Triunfo. Estas modificaciones de la abundancia relativa de las especies manifiestan un rango de fragmentación moderada entre sitios (García y Santos, 2014b). Este patrón de abundancia como señala Saldaña (2008) puede deberse a las características de la matriz en la que están inmersos los cafetales de sombra, esta asociación se explicará más adelante. En cambio, no hubo diferencias significativas estacionales ni por la interacción de sitios y temporadas climáticas sobre la abundancia. Esto es semejante a lo reportado por Saldaña (2008) en Xalapa, México, donde los murciélagos capturados (la mayoría frugívoros pequeños) se alimentan de frutos de solanáceas, plantas de fructificación continua y que habitan los claros de fragmentos de bosque y potreros que rodean a los cafetales.

Tanto en los sitios como en las dos temporadas estudiadas, se observó mayor abundancia de murciélagos frugívoros y nectarívoros, en específico FP como: *C. brevicauda*, *C. perspicillata*, *S. tildae* y *Sturnira*

*lilium*; FF como: *Platyrrhinus nigellus*, *Artibeus planirostris* y Nectarívoros como: *Anoura caudifer*, donde se percibió que el cambio de estación favoreció a la abundancia de *Artibeus planirostris*, incluyendo a este FF como una de las especies más abundantes en el muestreo. La abundancia de estas especies tolerantes a la fragmentación, capaces de atravesar áreas abiertas y perturbadas es promovida por la disponibilidad de recursos (Carrasco, 2011; García y Santos, 2014a; García y Santos, 2014b), asimismo, se ha reportado que en ambientes sucesionales tempranos se presenta alta proliferación de plantas de los géneros *Cecropia*, *Piper* y *Solanum*, que producen muchas flores y frutos (García y Santos, 2014a). La abundancia de estas especies oportunistas y generalistas es necesaria para la regeneración de ecosistemas. Es importante conocer que la disminución generalizada de los gremios reportados puede indicar un impacto negativo de una deforestación extensiva como indican García y Santos (2014a), Mena (2010) y Oporto *et al.* (2015). Entre las especies exclusivas por temporadas estuvieron 11 para la estación húmeda hematófagos: *D. rotundus*, *D. ecaudata*; nectarívoros: *A. geoffroyi*; FP: *Mesophylla macconnelli*, *S. aratathomasi*, *S. magna*; FF: *Uroderma bilobatum*, *Vampyrodes caraccioli*; insectívoros: *M. megalotis*, *M. keaysi* y *Myotis riparius*; y solo 3 para estación seca FF: *P. helleri*, *P. masu* e insectívoros: *M. oxyotus*. Entre estas especies se hallan murciélagos

diferenciados por su movilidad, asociados a ambientes en sucesión, conservados y perturbados por ganadería (García y Santos, 2014a; Soriano, 2000), asimismo, dependientes de recursos abundantes en estación húmeda y algunos adaptados a un cambio de dieta en temporada seca. La falta de abundancia de los hematófagos puede tener origen en la baja actividad ganadera de la zona, pero que por alguna manera ofrece recursos alimenticios a este gremio como refieren Pineda *et al.* (2005) y Saldaña (2008).

La abundancia de especies por gremios cambia entre sitios, temporadas climáticas y por cada sitio entre temporadas climáticas, pero no varía significativamente ( $p \geq 0,05$ ). Donde los gremios frugívoros y nectarívoros constituyeron la mayor parte de los registros, así como lo documentado en otras áreas montanas del Perú (Carrasco, 2011; Mena, 2010). Sin embargo, en estudios como el de Mena (2010) los acechadores de espacios muy densos como carnívoros y hematófagos eran los grupos constituidos por una sola especie, por otro lado, para Carrasco (2011) los insectívoros aéreos de espacios cerrados y acechadores de espacios muy densos constituyeron los gremios menos representados, en cambio en el paisaje estudiado lo fueron los acechadores de espacios muy densos omnívoros e insectívoros. En estas zonas se destaca la menor presencia

de gremios que forrajean en sotobosque posiblemente como consecuencia de la fragmentación y por lo tanto, la variabilidad de la abundancia de recursos. Así como la poca abundancia del omnívoro *Phyllostomus hastatus*, puede limitarse por el escaseo de recursos importantes en su dieta y restringirse de las grandes altitudes por la mayor exigencia de energía y nutrientes (Bejarano *et al.*, 2007), la baja abundancia de este omnívoro refiere un ambiente fragmentado, pero se resalta que su presencia esta probablemente vinculada a un paisaje constituido por los requerimientos apropiados para la especie, que por su tamaño prefiere áreas con permanente disponibilidad de recursos (Chacón *et al.*, 2015). La presencia estacional de los recogedores de sotobosque: el insectívoro *M. megalotis* y dos hematófagos (*D. rotundus* y *D. ecaudata*) en época húmeda, sugiere la disminución de sus recursos alimenticios en temporada seca o como refiere García y Santos (2014a). La variabilidad en la composición de gremios en sitios perturbados es posible por cambios temporales y espaciales impredecibles, como la alteración de la fenología de las plantas (tiempo de frecuencia de la producción de flores, frutos y hojas) y la variación de factores ambientales (humedad, temperatura, luminosidad y disponibilidad de nutrientes) respectivamente, así como la presencia de animales de cría podría coincidir con la disminución de los hematófagos o su movimiento en búsqueda de alimento. A la vez se

observó que el gremio frugívoro es más abundante por sitios en estación seca, así como también sucedió con los nectarívoros y este último resultado asimismo fue descrito por Carrasco (2011). Se ha documentado en bosques tropicales mayor disponibilidad de frutos en la estación lluviosa y su disminución en la estación seca, donde puede haber mayor disponibilidad de flores, llegando a exhibir la diversificación de dieta de algunos murciélagos, como aquellos especialistas de *Ficus* optaran por el consumo de frutos de *Cecropia* y *Solanum* (abundantes durante todo el año) ante la disminución de frutos de *Ficus* en estación seca, así como algunos frugívoros p. e. *Artibeus jamaicensis* y *Sturnira lilium* pueden alternar su dieta principal al consumo de néctar y polen en época seca y hasta algunos nectarívoros modifican su patrón de consumo y polinización en bosques estacionales fragmentados; otra conducta apreciada en estación seca es aumentar el desplazamiento en búsqueda de alimento como se ha reportado para *Carollia perspicillata* (García y Santos, 2014a). Por lo sugerido, la abundancia de frugívoros y nectarívoros en las temporadas secas se explicaría en la posible diversificación en las dietas y movilidad en búsqueda de recurso. Este fenómeno como describen García y Santos (2014a) podría producir una composición más variable en los ensambles durante las temporadas secas en comparación con las lluviosas, fenómeno posiblemente hallado en el muestreo donde las

frecuencias de los ejemplares de las especies ejercieron disimilitud por sitios en estación seca. Por otro lado, se tiene documentado (Klingbeil y Willig, 2010) que la fragmentación de hábitat podría intensificar la severidad de los cambios estacionales en la disponibilidad de recurso alimenticio, manifestado en una mayor variabilidad temporal en la composición de los ensambles de bosques perturbados respecto a los de bosques continuos.

Graham (1990) señala que la ausencia de variaciones de la diversidad, riqueza y composición en estaciones es más estable estacionalmente en los bosques de neblina de elevaciones intermedias por recibir mayor humedad en comparación a zonas de altitudes extremas, pero al cambio de la matriz original como en el estudio, esta estacionalidad se altera en relación a la fenología de las plantas y la variación de factores ambientales. La composición, diversidad y riqueza estimada de los sitios con AdC fueron diferentes entre sitios, estaciones muestreadas, y por la interacción de estos factores, pero estas diferencias no fueron significativas ( $p > 0,05$ ), además se observó que el cambio a estación seca disminuye los valores de estos atributos. En cambio, la abundancia de especies fue significativa entre sitios. Se reporta que la fructificación de plantas de dosel y sotobosque en la estación lluviosa es mayor que en estación seca en bosques continuos (Cruz *et al.*, 2004; García y Santos, 2014a). Por lo tanto,

se consigna que los resultados obtenidos de los atributos de los ensambles de murciélagos en los sitios con AdC muestran un patrón de abundancia asociado a la matriz circundante y cierta estacionalidad, en respuesta a la disponibilidad de recursos, documentando evidencia del efecto de la fragmentación de hábitat sobre la ecología de los murciélagos.

El ordenamiento en dos grupos por medio de un ACP de las muestras circulares fue influido por la variación de diez de los once elementos de estructura de paisaje seleccionadas. Esta clasificación sugiere que las variables de los buffers fueron propicias para explicar la relación del ensamble de murciélagos a escala de paisaje.

Según el análisis de correlación se encontró asociaciones dependientes de la escala (500 m, 1 000 m y/o 2 000 m de radio) entre el ensamble de los murciélagos y la estructura del paisaje. Estos resultados refuerzan las evidencias del efecto de la escala, donde algunas variables son importantes en una escala, pero no en otra (Mena, 2010; García y Santos, 2014b). Además de la respuesta diferencial a distintas escalas con mayor poder predictivo a las escalas menor e intermedia, el efecto de la fragmentación sobre la biodiversidad parece ser dependiente principalmente de las características específicas a nivel de especie, como

ha sido reportado en el estudio. Esto demuestra que el análisis a nivel de escala del paisaje es necesario para comprender los efectos para las comunidades de quiróptero fauna.

Se conoce que los murciélagos frugívoros prosperan en vegetación secundaria y en densidades elevadas de recursos, consecuentes de la perturbación, como por ejemplo el género *Carollia* (Mena, 2010). El efecto de borde positivo para algunos FF grandes (*A. obscurus* y *A. planirostris*) explica la preferencia a las altas densidades de recursos y su poca sensibilidad a la fragmentación, así como también reporta Mena (2010) para *A. obscurus* en Pozuzo, Pasco. La adaptación de estas especies de murciélagos de tamaño grande a cambios en la matriz es facilitada por un comportamiento nómada, alta movilidad y explotar una serie de recursos como recalcan García y Santos (2014b) y Soriano (2000). El uso del dosel de bosque por algunas especies de Artibeus como FF pequeño *A. glaucus* es afectado negativamente por la densidad de bordes como sucedió en este estudio, como lo reporta Mena (2010), explicado por el incremento de la mortalidad de árboles y la formación de claros en el dosel cerca de los bordes de los fragmentos, lo cual modifica la estructura de los gremios y la composición de plantas leñosas generando la pérdida de hábitat de forrajeo y refugio, además de esto aunado al tamaño de *A. glaucus* es una limitante a su abundancia. Si bien el efecto negativo de la forma de

fragmento en *A. glaucus* coincide con Mena (2010) no los es con García y Santos (2014b) posiblemente por una respuesta particular de la especie, porque para el primer investigador se trata de la misma especie y para los otros investigadores se refieren a otros frugívoros de talla pequeña *A. watsoni* y *A. phaeotis*, este efecto negativo también se observó en el FP sedentario *R. fischeriae* (Soriano, 2000). La diferencia en la respuesta, positiva para otros frugívoros (*A. obscurus*, *S. oporaphilum* y *P. ismaeli*) a la forma irregular de los fragmentos a escalas menor e intermedia, se explica por la posibilidad de cruzar aun las áreas fragmentadas congruente con el tamaño de las especies descritas. En Mena (2010) así como en García y Santos (2014b) la respuesta del género *Sturnira* a la forma de fragmentos es igual a la encontrada en el presente estudio. La tendencia de otros frugívoros es preferir espacios con mayor densidad de parches y fragmentos boscosos de menor área como ocurre con el FP *C. perspicillata* y el FF *P. infuscus* en cambio algunas especies de *Sturnira* y *P. nigellus* prefieren bosques continuos o fragmentos amplios y/o con menor densidad de fragmentos. Si bien las respuestas de los murciélagos frugívoros de sotobosque (*Carollia spp.* y *Sturnira spp.*) coincide parcialmente con lo encontrado por Carrasco (2011) como también por García y Santos (2014b), por la forma de adaptación a cambios en la estructura del paisaje, debido a la capacidad de forrajear en bosques continuos como en

ambientes perturbados (Carrasco, 2011; Mena, 2010), el nivel de deforestación puede afectar a algunas especies frugívoras que cruzan las áreas abiertas o perturbadas en búsqueda de alimento y refugio en los fragmentos, por la disminución de la conectividad de los parches de bosques remanentes (Mena, 2010 cita a Bernard y Fenton, 2007). En efecto, en los sitios muestreados la respuesta de los murciélagos frugívoros dependió de la especie, *P. infuscus* y *C. perspicillata* parecen ser menos sensibles a la fragmentación, en cambio *P. nigellus* y *S. tildae* resultarían potencialmente afectadas por la fragmentación debido a que sus abundancias están asociadas a zonas con alto porcentaje forestal. Ciertamente, se ha observado que los frugívoros especialistas de *Ficus* (*Artibeus spp.* y *Platyrrhinus spp.*), así como también los frugívoros especialistas de Piper-Cecropia (*Carollia spp.* y *R. fischeriae*) y generalistas (*Sturnira*) responden a elementos de configuración y composición de la matriz.

El gremio nectarívoro respondió a variables de configuración y composición como también sucedió en Oaxaca, México (García y Santos, 2014b) pero de forma contraria, por mostrar respuesta negativa al aumento del número de los fragmentos. En particular la forma irregular de los fragmentos de bosque también repercutió en positivo a la abundancia de las especies *A. caudifer* y *A. geoffroyi*. La respuesta de estos murciélagos

nectarívoros a variables de configuración fue similar a lo encontrado por García y Santos (2014b) pero no en referencia a la relación con características de composición, donde los nectarívoros presentaban mayor abundancia en bosques fragmentados próximos, y para este estudio *A. caudifer* es más abundante en paisajes con fragmentos irregulares de gran área y longitud de borde. La disposición de estos nectarívoros por preferir fragmentos amplios, es una tendencia al forrajeo en ambientes perturbados por la alta disponibilidad de plantas con flores en estados sucesionales primarios (García y Santos, 2014b) como se da en los bordes de los parches y para su movilización.

Otras especies solo respondieron a la configuración del paisaje a excepción del gremio hematófago que asimismo respondió al número de cafetales. En sitios moderadamente fragmentados con gran efecto de borde los hematófagos, el omnívoro *P. hastatus* e insectívoro *M. riparius* incrementan su abundancia a diferentes escalas. La relación planteada es consecuente de la alta movilidad de estas especies y la abundancia es beneficiada ante la posibilidad de explotar nuevas fuentes de recursos por la sucesión primaria de plantas en los bordes y por el cambio de uso de suelo (p.e. cafetales y pastizales). Del mismo modo, la abundancia de sanguívoros se explica por su asociación a sitios perturbados con ganadería (Medellín *et al.*, 2000; Estrada y Coates, 2002).

La mayoría de especies halladas en los sitios de muestreo pueden coexistir en una matriz con agroecosistemas como los cafetales. Como se apreció al existir correlación con la abundancia de algunas especies, en positivo con el FF de talla pequeña *A. gnomus* y el FF *Uroderma bilobatum* ante un mayor número cafetales con AdC. Según López y Landgrave (2008) este efecto puede explicarse por el uso de los fragmentos de finca de café de sombra como rutas de vuelo, e incluso elementos claves en sitios abiertos y por ello habrá más concentración de organismos en estas fincas. Si bien la presencia de estos agroecosistemas además reduce el impacto negativo del efecto de borde, la tecnificación del manejo puede constituir una pérdida de especies (López y Landgrave, 2008). El gremio hematófago a escala grande respondió de la misma forma a los cafetales con AdC, por la posibilidad de explotar otras fuentes de alimento en la matriz modificada, donde los espacios abiertos transformados en áreas silvopastoriles constituyen excelentes sitios de forrajeo. Otro efecto, pero negativo fue para el FF *P. nigellus*, posiblemente por su preferencia por bosques continuos (Saldaña, 2008).

Como se reporta en las muestras de paisaje existió relación significativa de las variables geográficas con algunas poblaciones. La densidad de cuerpos de agua no fue significativa con la mayoría de especies, pero se relacionó de manera positiva con *Vampyressa thyone*.

Esta respuesta puede deberse al corto ámbito de acción de la especie. En Saldaña (2008) esta variable no contribuyó lo suficiente para mostrar alguna relación con la abundancia de murciélagos. Otra variable topográfica que generó efecto, pero negativo, fue la variabilidad altitudinal en Nectarívoros acechadores de espacios muy densos y el frugívoro *U. bilobatum*. La relación negativa con la variación altitudinal se debe posiblemente a la poca movilidad de algunas especies nectarívoras y por ende su preferencia a forrajear al interior de bosques continuos (Klingbeil y Willig, 2009). En cambio, la especie especialista de ficus *U. bilobatum* es capaz de cruzar grandes áreas y el efecto de la heterogeneidad altitudinal se entendería además de utilizar los cafetales como ruta de vuelo por preferir forrajear en estos sistemas agroforestales, donde la presencia de especies arbóreas favorece su abundancia.

Se ha observado, a nivel del componente de ensamble de diversidad de murciélagos, asociación con algunas características estructurales a distintas escalas espaciales. Donde se comprueba el efecto positivo de la forma irregular de los bordes y negativo del número de los fragmentos. En otros ambientes fragmentados, este patrón de sensibilidad a la forma de los fragmentos fue observado, pero de forma negativa (García y Santos, 2014b).

Según la especie, gremio trófico, comunidad y escala espacial se obtuvo respuestas variables como positivas y negativas a los elementos de borde, forma, densidad de parches, área media de los fragmentos, cafetales con AdC; positivas a la cobertura boscosa y densidad de cuerpos de agua; y negativas al número de parches y heterogeneidad altitudinal. Estos resultados descartan la hipótesis a la relación con la longitud y densidad de bordes, forma de los parches, densidad de fragmentos, tamaño medio de fragmentos, heterogeneidad altitudinal; pero corrobora la asociación positiva al número de parcelas de café con AdC, densidad de cuerpos de agua y cobertura de bosque, así como ratifica la relación negativa al número de fragmentos por algunas especies. Estas correlaciones (positivas y negativas) de las abundancias de murciélagos con los elementos de la estructura del paisaje son respuestas especie – específicas y ensamble – específicas, por mostrar dependencia de la escala espacial, especie y gremio trófico. Este fenómeno es parcialmente similar a lo descrito por García y Santos (2014b), porque estos resultados son mejor explicados por la naturaleza de la matriz que por el patrón de deforestación. El paisaje analizado se caracteriza por una cobertura promedio de bosque de 73,48 %, continuado por el predominio de agroecosistemas como los cafetales y en menor medida de pastizales, este patrón de deforestación relativamente bajo sí es semejante al

encontrado por García y Santos (2014 b) en Oaxaca, México, pero la naturaleza matricial de este paisaje es diferente, en Oaxaca predominan los pastizales y zonas de cultivo itinerante, en cambio en el BPAM la presencia de cultivos de café bajo Acuerdos de Conservación influirían en la relación del ensamble de murciélagos con los elementos del paisaje, y resultarían determinantes para la conservación de los ecosistemas como sugiere García y Santos (2014 b) por su papel en la conectividad funcional de hábitats. Además, la distribución esparcida de estos agroecosistemas cafetaleros es clave para el funcionamiento y dinámica de los fragmentos de bosque y vegetación natural que aún persisten en el paisaje (López y Landgrave, 2008). Como se complementa al hallar asociación del número de cafetales bajo AdC y las abundancias de algunas especies. Se resalta que incluir en el análisis a escalas de paisaje variables topográficas fue necesario para comprender los efectos relacionados a estos elementos.

Es necesario acotar que la existencia de Áreas Naturales Protegidas permite conservar una parte de la biodiversidad, pero la presión antrópica sujeta a algunas de estas áreas a actividades productivas. El cultivo de café de forma agroforestal es una buena estrategia de conservación que sigue el Bosque de Protección Alto Mayo, por conservar árboles del dosel y algunos del sotobosque continuando con el funcionamiento de los

ecosistemas y la conectividad funcional de los relictos de bosque. Pero ante la fragmentación y perturbación, es necesario reiterar que las especies claves para el mantenimiento de ecosistemas son las dispersoras de semillas y el comportamiento exhibido en el estudio en relación a la estructura del paisaje, indica que los murciélagos capaces de soportar estos impactos serían *Artibeus obscurus*, *Artibeus planirostris*, *Carollia perspicillata*, *Platyrrhinus infuscus*, *Platyrrhinus ismaeli* y *Sturnira oporaphilum*, pero una de las más susceptible a la transformación de la cobertura boscosa sería *Platyrrhinus nigellus*. Pero como menciona Mena (2010) para asegurar los servicios que prestan los murciélagos en bosques continuos y en los fragmentos de bosque, las poblaciones deberán mantenerse saludables.

## V. CONCLUSIONES

- Se determinó un ensamble con 40 especies del Orden Quiróptera en los sitios con acuerdos de conservación del Bosque de Protección Alto Mayo, donde se confirma la contribución variada de los cafetales en la riqueza de especies; asimismo el paisaje presentó una alta diversidad de especies; y donde la abundancia de los murciélagos difirió entre sitios, documentando además la alta abundancia de los gremios tróficos frugívoros y nectarívoros necesarios para la regeneración de ecosistemas. Por otra parte, el gremio omnívoro fue uno de los menos abundantes, pero se destaca su registro al sugerir ecosistemas constituidos con los requerimientos adecuados para la especie. De esta forma se determinó la existencia aún de un paisaje en buen estado de conservación moderadamente fragmentado con gran capacidad de resiliencia.
- Se analizó la variación estacional en la diversidad, riqueza y abundancia de murciélagos en sitios con acuerdos de conservación, donde las diferencias entre las temporadas climáticas húmeda y seca no fue significativa, pero la variación apreciada reporta la disponibilidad de recursos a nivel de las temporadas muestreadas.

- Se caracterizó la estructura del paisaje adyacente a sitios de acuerdos de conservación como matrices diferentes a las escalas espaciales estudiadas, donde la variación de los elementos de estructura y composición en los sitios muestreados clasificó a estos últimos en dos grupos diferenciados por la longitud de borde, cobertura boscosa, forma de los fragmentos, área de los fragmentos, densidad de fragmentos, número de fragmentos, cohesión entre estos, variación altitudinal y el número de cultivos de café con acuerdos de conservación.
- Se determinó que la estructura del paisaje de los sitios con acuerdos de conservación del BPAM se relaciona con algunas características a nivel de ensamble de murciélagos como la diversidad y abundancia, pero no con la riqueza de especies. Las correlaciones (positivas y negativas) de las abundancias de murciélagos y diversidad con los elementos de la estructura del paisaje (composición, configuración, topográficas y los cafetales con AdC) son respuestas especie – específicas y ensamble – específicas, por mostrar dependencia de la escala espacial, especie y gremio trófico.

## VI. RECOMENDACIONES

- Es necesario incluir simultáneamente otros métodos de muestreo, así como intensificar el muestreo en otros puntos del área para complementar y enriquecer la información sobre la diversidad de murciélagos en el BPAM. La zona de estudio es propicia para desarrollar investigación por ser un área natural protegida en proceso de afectación antrópica, pero con potencial para su conservación por medio de estrategias de largo plazo.
- Es preciso conocer las implicancias de la fragmentación como proceso intensivo, por tal es imprescindible encaminar futuros estudios sobre los efectos posteriores en el ensamblaje de los murciélagos del paisaje estudiado, sobre todo en consideración de la presión antrópica actual.
- Además de las variables relacionadas con la perturbación, elementos dominantes del paisaje como cultivos y pastizales, y variables topográficas como la heterogeneidad del terreno y densidad de cuerpos de agua, es importante ante paisajes más fragmentados y/o urbanizados explorar la relación de la presencia y abundancia de quirópteros con variables como la distancia a cuerpos de agua, cercanía a caminos y poblaciones humanas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AGUIRRE, L. F. & S. ANDERSON. 1997.** Clave para la identificación de las familias de Murciélagos de Bolivia. Cochabamba, Bolivia.

**AGUIRRE, L.F. & M.I. GALARZA. 2006.** Métodos estandarizados para el estudio de murciélagos en Bosques Montanos. Cochabamba, Bolivia. Pp.9-23.

**ARENAS, D. & GIRALDO, A. 2013.** Quirópteros del Parque Natural Regional El Vínculo y su zona de amortiguación (Bugá, Valle del Cauca, Colombia). [http://ipt.sibcolombia.net/valle/resource.do?r=chiropteros\\_vinculo](http://ipt.sibcolombia.net/valle/resource.do?r=chiropteros_vinculo), publicado el 22/11/2013. GBIF key: <http://gbrds.gbif.org/browse/agent?uuid=96e5a2f0-d008-4136-955c-83cd139b23c6>

**BARQUEZ, R. M. & DÍAZ M., M. 2009.** Claves de identificación para murciélagos de Argentina. Publicación especial N°1, Programa de Conservación de Murciélagos de Argentina (PCMA).

**BEJARANO B., D. A., YATE R., A. & BERNAL B., M. H. 2007.** Diversidad y distribución de la fauna quiróptera en un transecto altitudinal en el departamento de Tolima, Colombia. *Caldasia* 29, Pp. 297-308.

**CARAS, T. & KORINE, C. 2009.** Effects of vegetation density on the use of trails by bats in a secondary tropical rainforest. *Journal of Tropical Ecology*, 25, Pp. 97–101.

**CASTRO L., A. A. 2007.** Cambios en los ensambles de murciélagos en un paisaje modificado por actividades humanas en el Trópico húmedo de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. Tesis para obtener grado de Doctor en Ecología y Manejo de Recursos Naturales.

**CASTRO L., A.A., SOSA, V. & CASTILLO C., G. 2007a.** Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in South-Eastern Mexico. *Animal Conservation*, 10, Pp. 219–228.

**CASTRO L., A.A., SOSA, V. & CASTILLO C., G. 2007b.** Quantifying phyllostomid bats at different taxonomic levels as ecological indicators in a disturbed tropical forest. *Acta Chiropterologica*, 9, Pp. 219–228.

**CHACON P., J., HUMANEZ L. & E., MARTINEZ, J. A. 2015.** Murciélagos asociados con un área de restauración ecológica en el Alto Sinú, departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 5 (2), Pp. 120-123.

**CLARKE K. R. & GORLEY R. N. 2001.** PRIMER v5: user Manual/Tutorial.  
Plymouth: PRIMER-E, 192 pp.

**CLARKE, F. M., ROSTANT, L. V. & RACEY, P. A. 2005.** Life after logging:  
Post- logging recovery of a neotropical bat community. *Journal of Applied Ecology*, 42, Pp. 409–420.

**COLWELL, R. K. 2009.** EstimateS: Statistitcal Estimation of Species  
Richness and Shared Species from Samples (Software), Version 8. 2. 0.  
[http:// viceroy.eeb.uconn.edu/estimates](http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates).

**COLWELL, R. K. & J. CODDINGTON. 1994.** Estimating terrestrial  
biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal  
Society of London, Series B* 345, Pp. 101-118.

**COSSON, J. F., PONS J. M. & MASSON, D. 1999.** Effects of forest  
fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana.  
*Journal of Tropical Ecology*, 15(4), Pp. 515-534.

**CRUZ L., E. L., LORENZO C., SOTO L., NARANJO, E. & RAMÍREZ, N.  
2004.** Diversidad de mamíferos en cafetales y selva mediana de las  
cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas, México. *Acta Zoológica  
Mexicana (n.s.)* 20, Pp. 68-81.

**DAILY, G.C., CEBALLOS, G., PACHECO, G. & SANCHEZ, A. 2003.** Countryside biogeography of Neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica. *Conservation Biology* 17, Pp. 1814-1826.

**DI RIENZO, J.A., CASANOVES F., BALZARINI M. G., GONZALEZ L., TABLADA M. & ROBLEDO C.W. 2008.** InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

**DÍAZ, M. M., AGUIRRE, L. F. & BARQUEZ, R. M. 2011.** Clave de identificación de los murciélagos del cono sur de Sudamérica. Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada. Cochabamba, Bolivia. 94 pp.

**ESTRADA A., R. COATES E. & J.D. MERRITT. 1993.** Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 16, Pp. 309-318.

**ESTRADA, A. & COATES E., R. 2002.** Bats in continuous forest, forest fragments and in an agricultural mosaic habitat-island at Los Tuxtlas, Mexico. *Biological Conservation*, 103(2), Pp. 237-245.

**ESTRADA, A. & R. COATES E. 2001.** Bat species richness in live fences in corridors of residual rain forest vegetation at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 24, Pp. 94-102.

**ESTRADA V., S., PÉREZ T., J. & STEVENSON., P. R. 2010.** Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. *Mastozoología Neotropical* 17, Pp. 31-41.

**EVELYN, M. J. & STILES, D. A. 2003.** Roosting Requirements of Two Frugivorous Bats (*Sturnira lilium* and *Arbiteus intermedius*) in Fragmented Neotropical Forest. *Biotropica*, 35(3), Pp. 405-418.

**FAHRIG, L. 2003.** Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 34(1), 487-515.

**FAO. 2010.** Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe principal.

**FLORES S., G. 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, Pp. 309-322.

**GALINDO G., J. 1998.** Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del Bosque Tropical. *Acta Zoológica Mexicana*, 73, Pp. 57-74.

**GARCÍA E., C., DAMONA A., SÁNCHEZ H., C., SOTO P., L. & IBARRA N., G. 2006.** Bat diversity in montane rainforest and shaded coffee under

different management regimes in southeastern Chiapas, Mexico. *Biological Conservation* 132:351-361.

**GARCÍA G., J. L. & SANTOS M., A. 2014 a.** Variación estacional en la diversidad y composición de ensambles de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85, Pp. 228-241.

**GARCÍA G., J. L. & SANTOS M., A. 2014 b.** Efectos de la estructura del paisaje y de la vegetación en la diversidad de murciélagos filostómidos (Chiroptera: Phyllostomidae) de Oaxaca, México. *Revista Biología Tropical*, 62 (1), Pp. 217-239.

**GARDNER, A. 1977.** Feeding habits. In: Baker, R, Jones, J., Carter, D. (Eds.). *Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. Part II.* Texas Tech University, Texas. Pp. 293-350.

**GARDNER, A. 2008.** *Mammals of South America, Volumen 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats.* The University of Chicago, Chicago, EEUU.

**GARDNER, A. L. (Ed.) 2007.** *Mammals of South America, Volumen 1.* Chicago: University of Chicago Press.

**GONCALVES DA SILVA, A., GAONA, O. & MEDELLÍN, R. A. 2008.** Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in Lacandon forest, Mexico. *Journal of Mammalogy*, 89, Pp. 43–49.

**GORRESEN, P. M., & WILLIG, M. R. 2004.** Landscape Responses of Bats to Habitat Fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85(4), Pp. 688-697.

**GRAHAM, C.H. & J.G. BLAKE. 2001.** Influence of patch and landscape level factors on bird assemblages in a fragmented tropical landscape. *Ecological Applications* 11, Pp. 1709-1721.

**GRAHAM, G. L. 1983.** Changes in bat species diversity along an elevational gradient up the Peruvian Andes. *Journal of Mammalogy* 64, Pp. 559-571.

**JABERG, C. & GUISAN A. 2001.** Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology* 38, Pp.1169-1181.

**KALKO, E. K. V. & C. O. HANDLEY. 2001.** Neotropical bats in the canopy: diversity, community structure, and implications for conservation. *Plant Ecology*, 153, Pp. 319-333.

**KALKO, E. K. V. 1997.** Diversity in tropical bats. In: Ulrich, H. ed. Tropical Biodiversity and systematics. Proceedings of the International Symposium on Biodiversity and Systematics in Tropical Ecosystems, Bonn. Zoologisches Forschungs Institut and Museum Alexander Koenig, Bonn. Pp. 13-43.

**KLINGBEIL, B. T. & WILLIG, M. R. 2009.** Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), Pp. 203-213.

**KLINGBEIL, B. T. & WILLIG, M. R. 2010.** Seasonal differences in population, ensemble- and community-level responses of bats to landscape structure in Amazonia. *Oikos* 119: Pp. 1654-1664.

**LOPEZ B., F. & LANDGRAVE, R. 2008.** Variación de la diversidad a nivel de paisaje. Pp. 259-269. En: Manson, R., V. Hernández-Ortíz, S. Gallina & K. Mehlreter (Eds.). *Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación*. Instituto de Ecología A. C. (INECOL). México.

**MARIN, A., AGUILAR, A. & VELASQUEZ, A. 2005.** Murciélagos del Centro de Investigación Macagual (Caquetá-Colombia). Pp. 37-41.

**MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S. A., NEEL M. C. & ENE, E. 2002.** FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Analysis. University of Massachusetts. <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

**MEDELLÍN, R. A., EQUIHUA M. & AMIN, M. A. 2000.** Bat Diversity and Abundance as Indicators Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*, 14(6), Pp. 1666-1675.

**MEDELLÍN, R. A., H. ARITA & O. SÁNCHEZ. 2008.** Identificación de Murciélagos de México, clave de campo. Segunda Edición. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

**MEDELLÍN, R.A. 1993.** Estructura y diversidad de una comunidad de murciélagos en el trópico húmedo mexicano. En: Medellín, R. A. and Ceballos, G. (eds.), *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México*. Publicaciones Especiales, Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México D. F. Pp. 333-350.

**MENA, J. L. 2010.** Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología* 17(3). Pp. 277-284.

**MEYER, C. F. J. & KALKO E. K. V. 2008.** Assemblagelevel responses of phyllostomid bats to tropical forest fragmentation: land-bridge islands as a model system. *Journal of Biogeography*, 35(9), Pp. 1711–1726.

**MONTERO M., J. & SÁENZ J. C. 2007.** Riqueza, abundancia y diversidad murciélagos en diferentes hábitats y su relación con la forma y el tamaño de los fragmentos en una zona de bosque seco tropical de Costa Rica. En C.A. Harvey y J. C. Sáenz (Eds.), *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica* (Pp. 393–419). Santo Domingo de Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad.

**MORENO, C. E. 2001.** Métodos para medir la biodiversidad. Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Vol. 1. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA. Zaragoza. 84 pp.

**MORENO, C.E. & HALFFTER, G. 2000.** Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 37, Pp. 149-158.

**MORENO, C.E., BARRAGÁN, F., PINEDA, E. & PAVÓN, N. P. 2011.** Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, Pp. 1249-1261.

**MORRISON, D. W. 1978.** Lunar phobia in a neotropical fruit bat, *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Animal Behaviour* 26: Pp. 852-855.

**NAUGHTON T., L., MENA, J.L., TREVES, A., ALAVAREZ, N. & RADELOFF, V. C. 2003.** Wildlife Survival Beyond Park Boundaries: the Impact of Slash-and- Burn Agriculture and Hunting on Mammals in Tambopata, Peru. *Conservation Biology* 17, Pp. 1106-1117.

**NUMA, C., J. R. VERDÚ & SÁNCHEZ PALOMINO P. 2005.** Phyllostomid bat diversity in a variegated coffee landscape. *Biological Conservation* 122, Pp. 151-158.

**OPORTO, S., ARRIAGA W., S. L. & CASTRO L., A. A. 2015.** Diversidad y composición de murciélagos frugívoros en bosques secundarios de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86, Pp. 431–439.

**OSPINA A., O. & GÓMEZ, L.G. 1999.** Riqueza, abundancia relativa y patrones de actividad temporal de la comunidad de los murciélagos quirópteros de la reserva natural La Planada, Nariño-Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Suplemento Especial* 23, Pp. 659-669.

**PACHECO, V. & SOLARI S. 1997.** Manual de murciélagos peruanos con énfasis en las especies hematófagas. Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

**PACHECO, V., CADENILLAS, R., SALAS, E., TELLO, C. & ZEBALLOS, H. 2009.** Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. Revista Peruana de Biología 16. Pp. 5-32.

**PARI, A., PINO, K., MEDINA P., C., LÓPEZ, E. & ZEBALLOS, H. 2015.** Murciélagos de Arequipa, Historia Natural y Conservación. 181 pp.

**PERFECTO I., MAS, A., DIETSCH, T. & VANDERMEER, J. 2003.** Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. Biodiversity and Conservation 12. Pp. 1239-1252.

**PHILPOTT, S.M., ARENDT W.J., ARMBRECHT I., BICHIER P., DIESTCH T.V., GORDON C., GREENBERG R., PERFECTO I., REYNOSO R., SOTO L., TEJEDA C., WILLIAMS G., VALENZUELA J. & ZOLOTOFF J.M. 2008.** Biodiversity loss in latinamerican coffee landscapes: review of the evidence on ants, birds, and trees. Conservation Biology, 22. Pp. 1093-1105.

**PINEDA, E., MORENO C. E., ESCOBAR F. & HALFFTER G. 2005.** Frog, bat and dung beetle diversity in the cloud forest and coffee agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19. Pp. 400-410.

**PINTO, N. & T. H. KEITT. 2008.** Scale-dependent responses to forest cover displayed by frugivore bats. *Oikos* 117. Pp. 1725-1731.

**PLAN MAESTRO DEL BOSQUE DE PROTECCIÓN ALTO MAYO. 2008.**

**RAMSEY, F.L. & D.W. SCHAFER. 2002.** The statistical sleuth: A course in methods of data analysis. Duxbury Thomson Learning. 742 pp.

**SALDAÑA, R. A. 2008.** Comparación de la diversidad de murciélagos filostomidos en fragmentos de bosque mesófilo de montaña y cafetales de sombra, del Centro de Veracruz. Instituto de Ecología. A. C.

**SCHONBERG, L.A., J.T. LONGINO & N.M. NADKARNI. 2004.** Arboreal and species richness in primary forest, secondary forest, and pasture habitats of a tropical montane landscape. *Biotropica* 36, Pp. 402-409.

**SELAYA, A. 2001.** Estructura de la comunidad de murciélagos en tres tipos de bosque en el valle de Sajta (Cochabamba). Tesis de grado presentada para obtener el diploma académico de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia

**SORIANO, P. J. 2000.** Functional structure of bat communities in tropical rainforest and Andean cloud forests. *Ecotropicos* 13, Pp. 1-20.

**TURNER, M. G. 2005.** Landscape Ecology: What is the state of the Science? *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 36. Pp. 319-344.

**VANDERMEER, J. & PERFECTO I. 2007.** The Agricultural Matrix and a Future Paradigm for Conservation. *Conservation Biology* 22, Pp. 274-277.

**VARGAS C., J. A., LÓPEZ L. J. & ARROYO C., J. 2007.** Batroad - killing nearby "El volcán de los murciélagos" cave, Calakmul, Campeche, Mexico. Publicado en: *Memorias del "XVI International Bat Research Conference & 37th North American Simposium of Bat Research"*. Mérida, Yuc., México. 264 pp.

**VARGAS, B., RAMÍREZ, J. & CEBALLOS G. 2008.** Murciélagos del estado de Puebla, México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 12, Pp. 59-112.

**VELAZCO, S., PACHECO V. & MESCHEDE A. 2011.** First occurrence of the rare emballonurid bat *Cyttaropsalecto* (Thomas, 1913) in Peru-Only hard to find or truly rare?. *Mammalian Biology* 76(3), Pp. 373-376.

**VIVEROS V., J. C. 2 010.** Diversidad alfa y abundancia de los murciélagos de hoja nasal (Phyllostomidae) en Xpujil, Campeche. Tesis de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana - Facultad de Biología.

**WILSON, D. E. & D. M. REEDER (Eds.). 2005.** Mammal species of the world. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

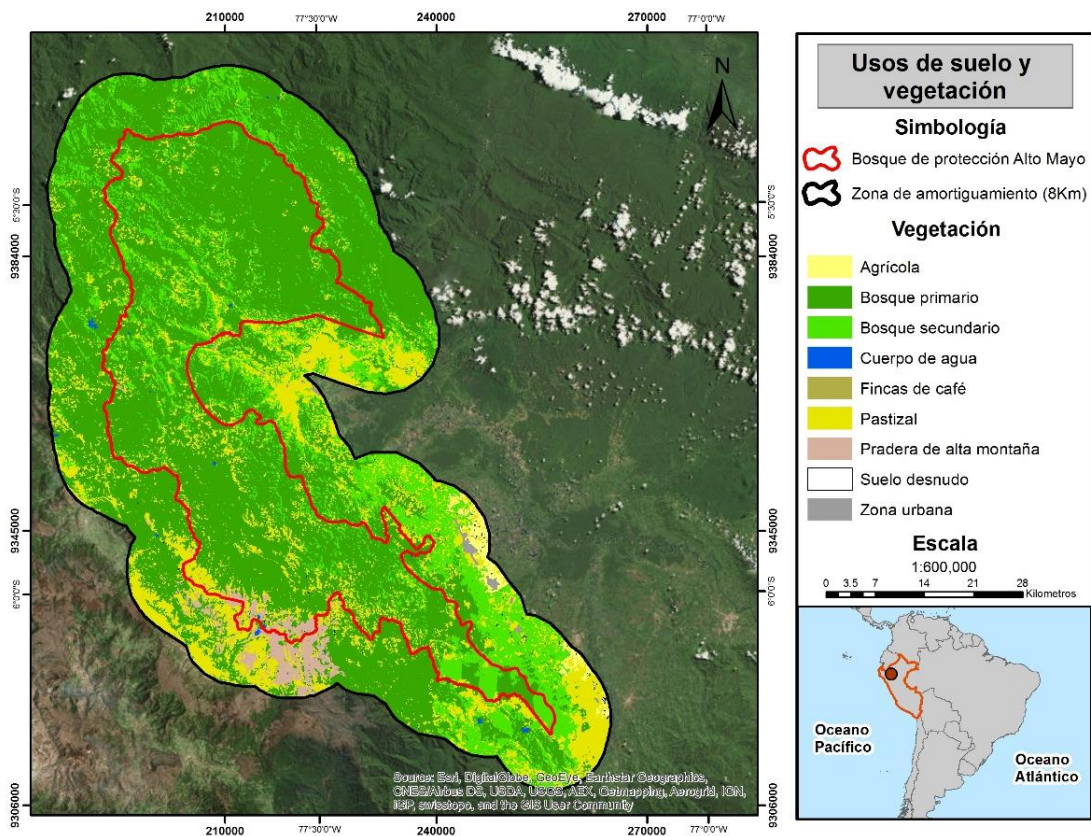
**WILSON, D. E., C. F. ASCORRA, S. SOLARI, D. E. WILSON & SANDOVAL, A. 1996.** Bats as indicators of hábitat disturbance. Pp. 613-625, en Manu: The biodiversity of southeastern Peru. Lima: Smithsonian Institution Press.

**ZAR, J. H. 1996.** Biostatistical Analysis. 3era. Ed. Prentice-Hall Internacional, Inc. U.S.A. 121 pp.

**ZAR, J. H. 2010.** Biostatistical analysis. 5th edition. Upper Saddle River, New Jersey.

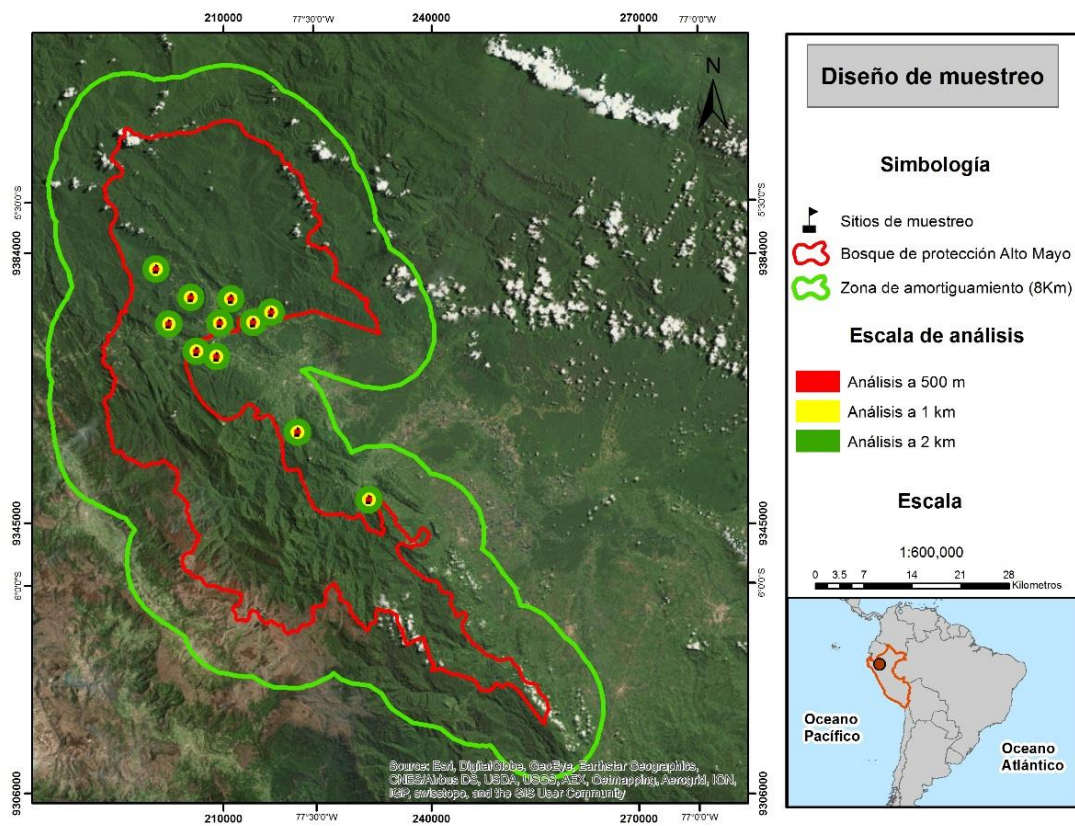
## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Clasificación de la cobertura vegetal del área de estudio, basado en una imagen de satélite LandSat TM (Agosto, 2016). En donde se puede apreciar los bosques remanentes, zona agrícola, pradera de alta montaña y su cambio de uso en el BPAM y Zona de amortiguamiento (San Martín).



Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 2.** Mapa del arreglo de las muestras de paisaje (imagen de satélite LandSat TM Agosto, 2016) a diferentes escalas espaciales en el Bosque de Protección Alto Mayo (San Martín).



Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 3.** Número de individuos capturados por especie en sitios con AdC en el BPAM (San Martín).

Especies	Gremio trófico	Amangay		Candamito		Esperanza			Naranjillo	Naranjos		Triunfo		Total
		BSJ	BA	AV	JV	EA	EC	LE	SO	ON	EP	SR		
<b>Familia Phyllostomidae</b>														
<b>Subfamilia Carrollinae</b>														
<i>Carollia brevicauda</i> (Cb)	VIII	5	10	26	11	7	3	4	13		11	10	9	109
<i>Carollia perspicillata</i> (Cp)	VIII		1	15	22			1	13		3	7	19	81
<i>Rhinophylla fischeræ</i> (Rf)	VIII				1		1		1					3
<i>Rhinophylla pumilio</i> (Rp)	VIII						1		1		1	14		17
<b>Subfamilia Desmodontinae</b>														
<i>Desmodus rotundus</i> (Dr)	VII								1					1
<i>Diphylla ecaudata</i> (De)	VII							3						3
<b>Subfamilia Glossophaginae</b>														
<i>Anoura caudifer</i> (Ac)	IX	1	1	1		5	1	6			3	6		24
<i>Anoura cultrata</i> (Acu)	IX				1		1		1			1		4
<i>Anoura geoffroyi</i> (Ag)	IX			1			2				1			4
<i>Glossophaga soricina</i> (Gs)	IX			1	2				2			3	2	10
<i>Lionycteris spurrelli</i> (Ls)	IX											3		3

/Continuación

Especies	Gremio trófico	Amangay		Candamito		Esperanza			Naranjillo	Naranjos		Triunfo		Total
		BSJ	BA	AV	JV	EA	EC	LE	SO	ON	EP	SR		
<b>Familia Phyllostomidae</b>														
<b>Subfamilia Lonchophyllinae</b>														
<i>Lonchophylla handleyi</i> (Lh)	IX				1		1					3	2	7
<b>Subfamilia Stenodermatinae</b>														
<i>Artibeus glaucus</i> (Ag)	VIII				2	2		1	4		1			10
<i>Artibeus gnomus</i> (Agn)	VIII		2									2		4
<i>Artibeus literatus</i> (Al)	VIII	1		1					5				1	8
<i>Artibeus obscurus</i> (Ao)	VIII			2				1				5		8
<i>Artibeus planirostris</i> (Ap)	VIII		1	3	3			2	4			6	1	20
<i>Enchisthenes hartii</i> (Eh)	VIII	4		4										8
<i>Mesophylla macconnelli</i> (Mm)	VIII											1	1	2
<i>Platyrrhinus helleri</i> (Ph)	VIII											1		1
<i>Platyrrhinus infuscus</i> (Pi)	VIII	1	1		1			1			1		1	6
<i>Platyrrhinus ismaeli</i> (Pis)	VIII	6		1								1		8
<i>Platyrrhinus masu</i> (Pm)	VIII			1										1
<i>Platyrrhinus nigellus</i> (Pn)	VIII	2	2	2	1	6	2	2	2				2	21
<i>Sturnira aratathomasi</i> (Sa)	VIII							1						1

//Continuación

Especies	Gremio trófico	Amangay		Candamito		Esperanza			Naranjillo	Naranjos	Triunfo		Total
		BSJ	BA	AV	JV	EA	EC	LE	SO	ON	EP	SR	
<b>Familia Phyllostomidae</b>													
<b>Subfamilia Stenodermatinae</b>													
<i>Sturnira erythromos</i> (Se)	VIII	1		3				1	2			1	8
<i>Sturnira lilium</i> (Sl)	VIII	3		7	5	3	1		1	1	5	3	29
<i>Sturnira magna</i> (Sm)	VIII									1			1
<i>Sturnira oporaphilum</i> (So)	VIII	3		4				1		3	1	2	14
<i>Sturnira tildae</i> (St)	VIII	2		5	4	6	1		9	1	8	1	37
<i>Uroderma bilobatum</i> (Ub)	VIII							2			1	1	4
<i>Vampyressa melissa</i> (Vm)	VIII					4							4
<i>Vampyressa thyone</i> (Vt)	VIII				1	3		1	2	1	2		10
<i>Vampyriscus bidens</i> (Vb)	VIII			2	1				1				4
<i>Vampyrodes caraccioli</i> (Vc)	VIII			1						1		1	3
<b>Subfamilia Phyllostominae</b>													
<i>Micronycteris megalotis</i> (Mme)	IV	1											1
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Ph)	X			1	1		1		2		1		6

///Continuación

Especies	Gremio trófico	Amangay		Candamito		Esperanza			Naranjillo	Naranjos		Triunfo		Total
		BSJ	BA	AV	JV	EA	EC	LE	SO	ON	EP	SR		
<b>Familia Vespertilionidae</b>														
<b>Subfamilia Myotiinae</b>														
<i>Myotis keaysi</i> (Mk)	III							1						1
<i>Myotis oxyotus</i> (Mo)	III									1				1
<i>Myotis riparius</i> (Mr)	III			1								1		2
<b>Individuos_N</b>		30	18	82	57	36	16	27	64	30	82	47		489
<b>Especies_S</b>		12	7	20	15	8	12	14	17	14	21	15		40
<b>Índice de Pielou_J</b>		0,92	0,75	0,78	0,75	0,97	0,96	0,92	0,85	0,83	0,89	0,76		0,78
<b>Índice de Shannon_H</b>		3,29	2,10	3,39	2,95	2,89	3,45	3,49	3,46	3,16	3,89	2,96		4,15
<b>Índice de Simpson_1-D</b>		0,88	0,65	0,84	0,79	0,86	0,89	0,89	0,88	0,82	0,92	0,79		0,90
<b>Estimador Chao-1</b>		15,33	9	29	24,33	8	24	21	19,5	59	30,33	20,6		49,33

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 4.** Análisis de componentes principales en sitios con AdC en el BPAM.

COMPONENTE	% Varianza
C1	70,3
C2	15,5

SITIOS	C1	C2
AMA	0,79	0,44
CAN	0,93	-0,29
ESP	0,70	0,54
NLL	0,86	-0,34
NAR	0,90	0,23
TRI	0,83	-0,44

Correlación cofenética=0,990  
Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 5.** Análisis de componentes principales en sitios con AdC en el BPAM por temporada climática.

COMPONENTE	% Varianza
C1	56,8
C2	13,5

SITIOS	HUMEDA		SECA	
	C1	C2	C1	C2
AMA	0,78	-0,41	0,77	-0,40
CAN	0,90	0,27	0,84	0,38
ESP	0,64	-0,40	0,72	-0,43
NLL	0,83	0,48	0,78	0,15
NAR	0,91	-0,17	0,40	-0,43
TRI	0,75	0,50	0,56	0,13

Correlación cofenética=0,966

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 6.** Análisis de Varianza (SC tipo I) de dos vías (sitios con AdC y estación climática) de la diversidad de especies según el índice de Shannon- Wiener.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	1,63	6	0,27	2,24	0,1967
T.CLIMATICA	0,03	1	0,03	0,22	0,6582
SITIOS	1,6	5	0,32	2,65	0,1546
Error	0,6	5	0,12		
Total	2,23	11			

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 7.** Análisis de Varianza (SC tipo I) de dos vías (sitios con AdC y estación climática) de la diversidad de especies según el índice de Simpson.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	6	0,0033	3,44	0,0982
SITIOS	0,02	5	0,0038	4,01	0,0767
T.CLIMATICA	0,00055	1	0,00055	0,58	0,4822
Error	0,0048	5	0,00095		
Total	0,02	11			

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 8.** Análisis de Varianza (SC tipo I) de dos vías (sitios con AdC y estación climática) de la riqueza de especies.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	200,17	6	33,36	4,8	0,0531
SITIOS	163,42	5	32,68	4,7	0,0573
T.CLIMATICA	36,75	1	36,75	5,29	0,0698
Error	34,75	5	6,95		
Total	234,92	11			

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 9.** Abundancia relativa (capturas/m2hr\*100) de las especies de murciélagos en sitios con AdC en el BPAM por temporada climática.

Especies	AMA		CAN		ESP		NLL		NAR		TRI	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
<i>Carollia brevicauda</i>	0,088	0,077	0,265	0,143	0,039	0,029	0,353	0,220	0,110	0,011	0,154	0,055
<i>Carollia perspicillata</i>	0,000	0,011	0,243	0,165	0,005	0,000	0,441	0,132	0,033	0,000	0,254	0,033
<i>Rhinophylla fischeriae</i>	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Rhinophylla pumilio</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,044	0,000	0,011	0,000	0,132	0,022
<i>Desmodus rotundus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Diphylla ecaudata</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Anoura caudifer</i>	0,011	0,011	0,011	0,000	0,039	0,020	0,000	0,000	0,033	0,000	0,033	0,033
<i>Anoura cultrata</i>	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,005	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011
<i>Anoura geoffroyi</i>	0,000	0,000	0,011	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
<i>Glossophaga soricina</i>	0,000	0,000	0,022	0,011	0,000	0,000	0,088	0,000	0,000	0,000	0,044	0,011
<i>Lionycteris spurrelli</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,022

/Continuación

Especies	AMA		CAN		ESP		NLL		NAR		TRI		
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	
<i>Lonchophylla handleyi</i>	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,022
<i>Artibeus glaucus</i>	0,000	0,000	0,000	0,022	0,015	0,000	0,044	0,132	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Artibeus gnomus</i>	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,011
<i>Artibeus literatus</i>	0,011	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,132	0,088	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011
<i>Artibeus obscurus</i>	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,055
<i>Artibeus planirostris</i>	0,000	0,011	0,022	0,044	0,000	0,010	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077
<i>Enchisthenes hartii</i>	0,033	0,011	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Mesophylla macconnelli</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000
<i>Platyrrhinus helleri</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011
<i>Platyrrhinus infuscus</i>	0,011	0,011	0,000	0,011	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,011	0,000
<i>Platyrrhinus ismaeli</i>	0,022	0,044	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
<i>Platyrrhinus masu</i>	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Platyrrhinus nigellus</i>	0,022	0,022	0,011	0,022	0,034	0,015	0,044	0,044	0,000	0,000	0,000	0,011	0,011
<i>Sturnira aratathomasi</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Sturnira erythromos</i>	0,000	0,011	0,011	0,022	0,000	0,005	0,000	0,088	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000

//Continuación

Especies	AMA		CAN		ESP		NLL		NAR		TRI	
	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
<i>Sturnira liliium</i>	0,022	0,011	0,011	0,121	0,020	0,000	0,044	0,000	0,011	0,000	0,088	0,000
<i>Sturnira magna</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000
<i>Sturnira oporaphilum</i>	0,000	0,033	0,022	0,022	0,000	0,005	0,000	0,000	0,022	0,011	0,033	0,000
<i>Sturnira tildae</i>	0,011	0,011	0,044	0,055	0,020	0,015	0,220	0,176	0,011	0,000	0,077	0,022
<i>Uroderma bilobatum</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000
<i>Vampyressa melissa</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Vampyressa thyone</i>	0,000	0,000	0,011	0,000	0,010	0,010	0,044	0,044	0,011	0,000	0,000	0,022
<i>Vampyriscus bidens</i>	0,000	0,000	0,011	0,022	0,000	0,000	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Vampyrodes caraccioli</i>	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,011	0,000
<i>Micronycteris megalotis</i>	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Phyllostomus hastatus</i>	0,000	0,000	0,011	0,011	0,000	0,005	0,044	0,044	0,000	0,000	0,011	0,000
<i>Myotis keaysi</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Myotis oxyotus</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000
<i>Myotis riparius</i>	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000

H: Estación Húmeda, S: Estación Seca.

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 10.** Análisis de Varianza (SC tipo I) de tres vías (gremios tróficos, sitios con AdC y estación climática) de la abundancia de especies de murciélagos.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>g.l.</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo.	0,12	71	0,0016	0,88	0,7384
Sitio	0,06	5	0,01	6,26	<0,0001
Temporada	0,01	1	0,01	3,55	0,1851
Gremio trófico	0,02	5	0,0045	2,43	0,0346
Sitio*Temporada	0,01	5	0,0013	0,68	0,639
Gremio trófico*Sitio	0,02	25	0,0008	0,43	0,9935
Gremio trófico*Temporada	0,0008	5	0,0002	0,09	0,9942
Gremio trófico*Sitio*Temporada	0,0019	25	0,0001	0,04	>0,9999
Error	0,76	408	0,0019		
Total	0,87	479			

F.V.: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, g.l.: Grados de libertad, CM: Medias de cuadrados, p-valor: Probabilidad  
Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 11.** Prueba de Tukey del análisis de varianza (SC tipo I) de la abundancia de especies de murciélagos para sitios con AdC.  
 Alfa=0,05 DMS=0,02375. Error: 0,0014 gl: 234.

SITIO	Medias	n	E.E.		
NLL	0,04	40	0,001	A	
CAN	0,02	40	0,001	A	B
TRI	0,02	40	0,001	A	B
AMA	0,01	40	0,001		B
ESP	0,0048	40	0,001		B
NAR	0,0041	40	0,001		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
 Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 12.** Cálculos de variables de estructura y configuración del Paisaje de estudio del BPAM.

Sector	Escala (m.)	DB	LB	IF	NC	DF	IC	AP	NF	PF	HA	DC
Barrio	500	0,0064	5155,1788	2,1083	5	0,000001	9,5011	71,0570	2	89,9123	313,8043	0
San Juan	1000	0,0056	17623,5181	1,6492	10	0,000001	9,7189	132,7715	4	84,8347	531,7092	0,000028
	2000	0,0057	71333,2877	1,6506	19	0	9,7921	169,5278	26	81,8817	883,6700	0,000353
Barrios	500	0,0069	5754,6182	1,2974	13	0,000002	8,7061	28,0725	8	73,2884	316,1254	0
Altos	1000	0,0072	22778,6969	1,5206	27	0	9,4517	245,6004	15	80,1026	519,4809	0
	2000	0,0055	68276,1468	1,5743	36	0	9,7298	233,6528	31	75,1913	769,3335	0,000257
Alto	500	0,0103	8272,2636	1,8285	5	0,000001	9,4675	65,3976	3	87,033	270,3010	0,000008
Valle	1000	0,0078	24457,1272	1,9327	9	0,000001	9,7623	129,4478	6	84,5211	482,9825	0,000199
	2000	0,0067	83681,7392	1,6691	25	0	9,8506	529,6039	25	85,9377	667,6166	0,000254
Juan	500	0	0	-1	7	0,000004	-1	1,0181	0	7,5055	183,8242	0
Velasco	1000	0,0031	9770,8621	1,3385	16	0,000002	9,0763	17,5814	10	40,707	318,9935	0,000049
	2000	0,0058	72472,2226	1,6296	40	0,000001	9,7668	95,1819	30	69,4001	394,6025	0,000287

/Continuación

Sector	Escala (m.)	DB	LB	IF	NC	DF	IC	AP	NF	PF	HA	DC
El	500	0,0061	5035,2909	1,2668	0	0,000002	9,6273	38,6726	2	93,6334	207,0049	0,000049
Afluente	1000	0,0054	17084,0227	1,5883	3	0	9,7714	281,1738	5	89,3101	442,6211	0,000289
	2000	0,0051	64020,1271	1,5733	21	0	9,8719	520,7106	18	84,3647	657,4131	0,000508
El	500	0,0066	5394,9545	1,3585	5	0,000001	9,1989	53,6296	3	65,6354	137,1904	0
Carmen	1000	0,0079	24876,7348	1,8369	10	0	9,5108	246,6784	7	79,0824	257,0913	0,000119
	2000	0,0061	75469,4195	2,5215	17	0	9,8850	1117,0596	5	89,9014	517,1119	0,000489
La	500	0,0121	9950,6939	1,8944	3	0,000001	9,1782	74,5605	4	91,4474	66,6467	0,000041
Esperanza	1000	0,0071	22359,0893	1,6553	17	0,000001	9,5428	77,7046	11	75,6842	184,6831	0,000272
	2000	0,0059	75169,6998	2,0902	43	0	9,8239	511,4579	11	82,6231	480,0675	0,000224
Santa	500	0,0062	4915,4030	1,7523	5	0,000001	9,2431	29,4649	2	38,895	124,6236	0,000593
Rosa	1000	0,0059	18582,6212	1,5600	17	0,000002	9,4989	28,8659	11	57,2402	196,2281	0,000782
	2000	0,0050	62941,1362	1,4900	38	0,000001	9,7395	61,7209	26	70,5273	570,9116	0,000606

//Continuación

Sector	Escala (m.)	DB	LB	IF	NC	DF	IC	AP	NF	PF	HA	DC
El Paraíso	500	0,0109	8871,7030	1,6812	8	0,000001	9,3004	62,4332	4	82,4263	234,4408	0,000895
	1000	0,0073	23018,4727	1,8565	21	0	9,6939	268,7770	8	87,7847	395,9232	0,000519
	2000	0,0065	81164,0938	1,6339	42	0	9,8313	537,8236	21	87,4226	575,7813	0,000413
Sol de Oro	500	0,0055	4495,7954	1,2253	5	0,000001	8,9089	69,5299	5	86,1842	151,3269	0,000847
	1000	0,0062	19721,556	1,5053	7	0,000001	9,1964	134,5682	14	85,2908	389,6528	0,000698
	2000	0,0060	75529,3635	1,5971	17	0	9,7100	208,3022	30	83,79	731,3898	0,000363
Oriente Nuevo	500	0,0013	1078,9909	1,4177	8	0,000006	7,6988	1,7248	1	12,9386	138,9968	0,000673
	1000	0,0054	16844,2469	1,8562	14	0,000001	9,3924	38,3582	8	50,0285	399,7819	0,000706
	2000	0,0055	68755,6983	1,8606	19	0	9,6773	218,1792	17	70,1601	774,1190	0,000724

Variables de configuración: DB: densidad de borde, LB: longitud de borde, IF: índice de forma promedio, IC: índice de cohesión de fragmentos; composición: DF: densidad de fragmentos forestales, NF: número de fragmentos de bosque, AP: área promedio de fragmentos, PF: porcentaje forestal, NC: número de fincas de café; topográficas: HA: Heterogeneidad Altitudinal y DC: densidad de cuerpos de agua. Los valores de significancia corresponden a la prueba de Spearman. \*P<0,05.

Fuente: Elaboración propia.

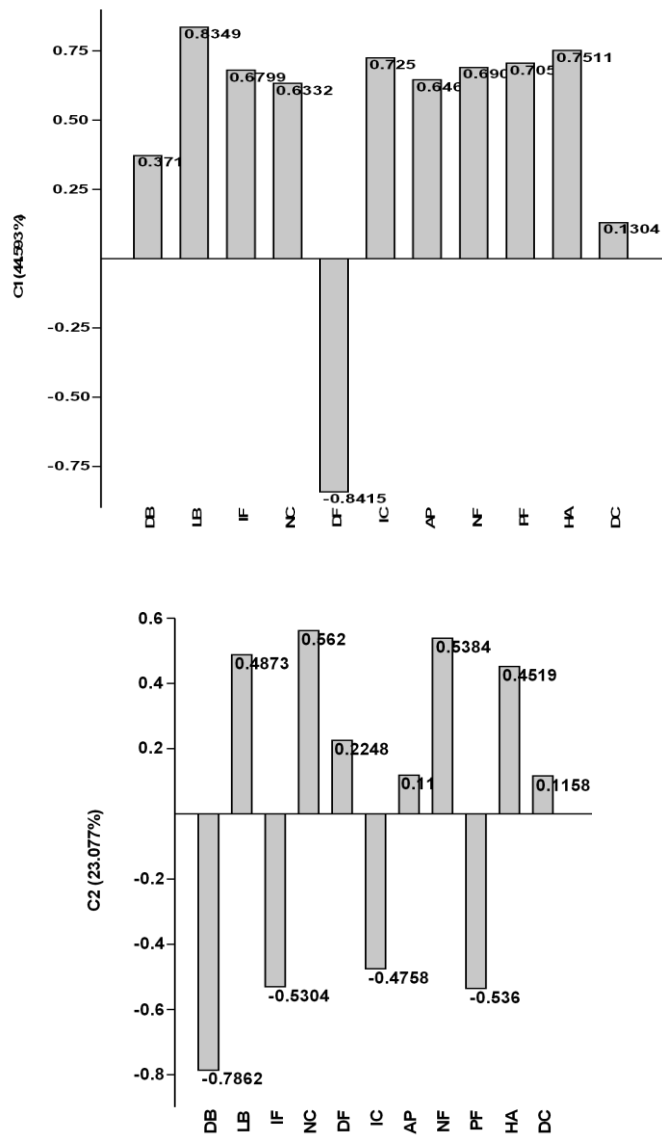
**Anexo 13.** PCA de las muestras circulares a nivel de escalas de paisaje.

<b>PC</b>	<b>% Varianza</b>
1	44,593
2	23,077

<b>Variables</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>
DB	0,3719	-0,7862
LB	0,8349	0,4873
IF	0,6799	-0,5304
NC	0,6332	0,562
DF	-0,8415	0,2248
IC	0,725	-0,4758
AP	0,6464	0,118
NF	0,6903	0,5384
PF	0,7054	-0,536
HA	0,7511	0,4519
DC	0,1304	0,1158

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 14.** Variables a escala de paisaje de los Componentes principales del PCA de las muestras circulares.



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 15. Constancia de investigación en el Bosque de Protección Alto Mayo (San Martín).



### CONSTANCIA

El que suscribe, Jefa (e) del Bosque de Protección Alto Mayo:

#### HACE CONSTAR:

Que la Srta. **YULY MARIBEL HUAYTA OSCO**, bachiller en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, durante su desempeño como guardaparque del Bosque de Protección Alto Mayo, ejecutó el proyecto de Tesis con el tema "**Variación del ensamble de murciélagos a nivel de paisaje en sitios con Acuerdos de Conservación del Bosque de Protección Alto Mayo, departamento de San Martín**", con salidas de campo durante la época húmeda y seca en once sectores de interés del área Natural protegida, como fueron Barrio San Juan, Barrios Altos, Alto valle, Juan Velasco, El Afluente, El Carmen, La Esperanza, Santa Rosa, El Paraíso, Sol de Oro y oriente Nuevo.

Se expide la presente, a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Rioja, 11 de Abril del 2017

ING. SILVIA IVONNE PAICO VERA  
JEFA (e) BPAM  
Servicio Nacional de Áreas Naturales  
Protegidas por el Estado - SERNANP

Fuente: Jefatura del Bosque de Protección Alto Mayo.

**Anexo 16.** Registro fotográfico de las especies halladas en sitios con AdC  
del ANP BPAM.

**FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE**



**Foto 1.**  
*Carollia brevicauda*



**Foto 2.**  
*Carollia perspicillata*



**Foto 3.**  
*Rhinophylla fischerae*



**Foto 4.**  
*Rhinophylla pumilio*



**Foto 5.**  
*Desmodus rotundus*



**Foto 6.**  
*Diphylla ecaudata*

/Continuación

**FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE**



**Foto 7.**  
*Anoura caudifer*



**Foto 8.**  
*Anoura cultrata*



**Foto 9.**  
*Anoura geoffroyi*



**Foto 10.**  
*Glossophaga soricina*



**Foto 11.**  
*Lionycteris spurrelli*



**Foto 12.**  
*Lonchophylla handleyi*



**Foto 13.**  
*Micronycteris megalotis*



**Foto 14.**  
*Phyllostomus hastatus*



**Foto 15.**  
*Artibeus glaucus*

//Continuación

**FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE**



**Foto 16.**  
*Artibeus gnomus*



**Foto 17.**  
*Artibeus literatus*



**Foto 18.**  
*Artibeus obscurus*



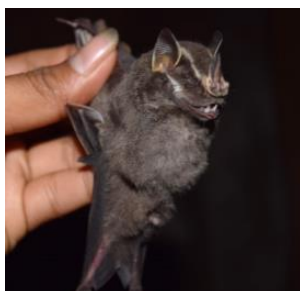
**Foto 19.**  
*Artibeus planirostris*



**Foto 20.**  
*Enchisthenes hartii*



**Foto 21.**  
*Mesophylla macconnelli*



**Foto 22.**  
*Platyrrhinus helleri*



**Foto 23.**  
*Platyrrhinus infuscus*



**Foto 24.**  
*Platyrrhinus ismaeli*

///Continuación

**FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE**



**Foto 25.**  
*Platyrrhinus masu*



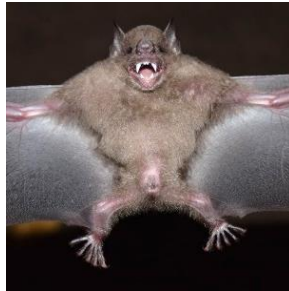
**Foto 26.**  
*Platyrrhinus nigellus*



**Foto 27.**  
*Sturnira aratathomasi*



**Foto 28.**  
*Sturnira erythromos*



**Foto 29.**  
*Sturnira lilium*



**Foto 30.**  
*Sturnira magna*



**Foto 31.**  
*Sturnira oporaphilum*



**Foto 32.**  
*Sturnira tildae*



**Foto 33.**  
*Uroderma bilobatum*

///Continuación

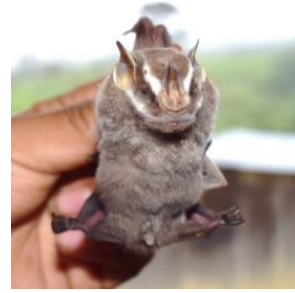
## FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE



**Foto 34.**  
*Vampyressa melissa*



**Foto 35.**  
*Vampyressa thylene*



**Foto 36.**  
*Vampyriscus bidens*



**Foto 37.**  
*Vampyrodes caraccioli*

## FAMILIA VESPERTILIONIDAE



**Foto 38.**  
*Myotis keaysi*



**Foto 39.**  
*Myotis oxyotus*



**Foto 40.**  
*Myotis riparius*

Fuente: Elaboración propia.