

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXÁCTAS Y NATURALES**

**ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Composición de los ensambles de comunidades de murciélagos del Bosque Protector**

**Cerro Blanco, Guayaquil**

**Disertación previa a la obtención de Licenciado en Ciencias Biológicas**

**José Tinajero**

**QUITO, 2017**

Certifico que la disertación de la Licenciatura en Ciencias Biológicas del candidato José Gabriel Tinajero Romero ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Santiago F. Burneo

Director de la Disertación

*A mis amigos*

*por acompañarme en esta larga travesía de aprendizaje*

*A mi familia*

*por el apoyo incondicional en el cumplimiento de mis sueños*

## AGRADECIMIENTOS

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por el financiamiento para la realización de esta tesis.

A Santiago Burneo por la guía y apoyo durante el desarrollo de este proyecto. Por todo el conocimiento y oportunidades brindadas. A mis lectores por sus comentarios y ayuda.

A Paúl Cun, Leonardo Álava y Jaime Salas y todos los que forman parte de la Fundación Probosque y el Bosque Protector Cerro Blanco por su ayuda en la realización del proyecto y por recibirme con los brazos abiertos, brindarme comodidad y seguridad.

A mis padres y abuelos por su apoyo incondicional; por enseñarme a buscar mi camino en lo que me gusta y por enseñarme a amar mi carrera, a Berenice por brindarme confianza y estar siempre a mi lado dándome fuerzas para seguir adelante a lo largo de la carrera.

A mis asistentes de campo, Francel Castro, Christian Benavides, Cristofer Alvarez y María Teresa Muñoz, por toda su ayuda y trabajo arduo, por los buenos y malos momentos durante el trabajo de campo.

A mis amigos y compañeros de la sección de mastozoología del museo QCAZ, por todos los momentos vividos y las experiencias compartidas a lo largo de la carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

	AGRADECIMIENTOS.....	iv
	TABLA DE CONTENIDOS.....	v
	LISTA DE FIGURAS.....	vii
	LISTA DE TABLAS.....	viii
	LISTA DE ANEXOS.....	ix
1	RESUMEN.....	1
2	ABSTRACT.....	2
3	INTRODUCCIÓN.....	3
3.1	DIVERSIDAD.....	4
3.2	COMUNIDAD Y ENSAMBLES DE COMUNIDADES.....	4
3.3	MONITOREO ACÚSTICO COMO MÉTODO DE MUESTREO... 8	8
3.4	JUSTIFICACIÓN.....	11
3.5	OBJETIVOS.....	13
4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
4.1	ÁREA DE ESTUDIO.....	14
4.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	14
4.1.2	SITIOS DE MUESTREO.....	18
4.2	MUESTREO TRADICIONAL Y PRESERVACION DE ESPECÍMENES.....	20
4.3	MUESTREO ACÚSTICO Y ANÁLISIS DE LLAMADAS.....	20
4.4	ANÁLISIS DE DATOS.....	22
4.4.1	CURVAS DE ACUMULACIÓN Y ESTIMADOR CHAO 1.....	22
4.5	ÍNDICES DE DIVERSIDAD.....	23
4.5.1	DIVERSIDAD ALFA.....	23
4.5.2	DOMINANCIA.....	24
4.5.3	DIVERSIDAD BETA.....	25
4.6	PREFERENCIA DE USO DE HÁBITAT.....	25
4.6.1	CURVAS DE RANGO-ACTIVIDAD RELATIVA.....	25
4.6.2	ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIA.....	26

5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1	ANÁLISIS DE DATOS.....	27
5.1.1	CURVAS DE ACUMULACIÓN.....	30
5.2	ÍNDICES DE DIVERSIDAD.....	32
5.2.1	DIVERSIDAD ALFA.....	32
5.2.2	DOMINANCIA.....	36
5.2.3	DIVERSIDAD BETA.....	37
5.3	PREFERENCIA DE USO DE HABITAT.....	38
5.3.1	CURVAS DE RANGO-ACTIVIDAD RELATIVA.....	38
5.3.2	ANALISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIA.....	39
6	CONCLUSIONES Y RECONMENDACIONES.....	44
7	BIBLIOGRAFÍA.....	46
8	FIGURAS.....	58
9	TABLAS.....	69
10	ANEXOS.....	79

## LISTA DE FIGURAS

1. Área de estudio. Perímetro del Bosque Protector Cerro Blanco. Tipos de bosques presentes según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental y sitios de muestreo .....	59
2. Comparación de abundancia de especies en cada familia entre ambos métodos para cada sitio muestreado.....	60
3. Comparación de riqueza de especies de cada familia entre ambos métodos para cada sitio muestreado.....	61
4. Comparación de abundancia de individuos de cada gremio entre ambos métodos para cada sitio muestreado.....	62
5. Curvas de acumulación con ajuste de Clench para cada uno de los sitios y para cada metodología.....	63
6. Cuadro de comparación de los índices de diversidad de alfa de Fisher (alpha) y Shannon-Wiener (eH) para cada uno de los sitios y entre ambas metodologías.....	64
7. Cuadro de comparación del índice de dominancia de Simpon para cada uno de los sitios y entre ambas metodologías.....	65
8. Curvas de rango-actividad relativa para A: zona de visitantes, B: zona alta del cerro, C: zona de la caseta Tres Bocas, D: zona de la caseta.....	66
9. Análisis Factorial de Correspondencia con el número de murciélagos capturados.....	67
10. Análisis Factorial de Correspondencia con el número de pases de murciélagos.....	68

## LISTA DE TABLAS

1. Esfuerzo de muestreo en noches y horas para todos los sitios de muestreo y para cada metodología.....	70
2. Lista de especies grabadas y capturadas, y cantidad por área de muestro.....	71
3. Riqueza estimada, observada y representatividad obtenidas con la curva de acumulación con el ajuste de Clench, y estimador Chao 1, índices de alfa de Fisher, Shannon y Simpson, para todos los sitios muestreados con la metodología tradicional.....	73
4. Riqueza estimada, observada y representatividad obtenidas con la curva de acumulación con el ajuste de Clench, y estimador Chao 1, índices de alfa de Fisher, Shannon y Simpson para todos los sitios muestreados con la metodología de monitoreo acústico.....	74
5. Riqueza observada, estimada y representatividad obtenidas con la curva de acumulación con el ajuste de Clench, y estimador Chao 1 para cada metodología usada.....	75
6. Valores del índice de Sørensen cuantitativo entre los cuatro sitios muestreados con el método tradicional.....	76
7. Valores del índice de Sørensen cuantitativo entre los cuatro sitios muestreados con el método de monitoreo acústico.....	77
8. Clasificación de gremios según Schnitzler y Kalko (2001) de las especies y sonoespecies reportadas para este estudio.....	78

**LISTA DE ANEXOS**

1.	Certificado AICOM del Bosque Protector Cerro Blanco.....	80
2.	Riachuelo de la quebrada del sendero Canoa.....	81
3.	Carpa de vuelo tipo Coleman de pantalla transparente.....	82
4.	Parámetros de llamadas de ecolocación de las especies y sonoespecies reportadas. Media $\pm$ desviación estándar, rangos de los parámetros y bibliografía de identificación.....	84

## 1. RESUMEN

Los murciélagos pertenecen a uno de los grupos más diversos de mamíferos en el mundo y constituyen un grupo importante dentro de los ecosistemas ya que brindan servicios ambientales como control de plagas, polinización y dispersión de semillas. Las comunidades de murciélagos han sido poco estudiadas en el Ecuador y el monitoreo acústico se ha convertido en una herramienta apropiada para registrar especies que son difíciles de capturar con métodos tradicionales como las redes de neblina. En el presente estudio se evaluó la composición en los ensambles de murciélagos en relación a parches de bosque con distintos grados de disturbio en el área del Bosque Protector Cerro Blanco (provincia del Guayas). Se utilizaron redes de neblina para muestrear las especies de sotobosque y equipos de monitoreo acústico para las especies de vuelo alto en cada uno de los tipos de bosque. Los sitios de muestreo se visitaron por ocho noches consecutivas durante los meses de septiembre a diciembre de 2015. Se realizaron curvas de acumulación, con ajuste de Clench, para evaluar la eficiencia de muestreo y ponderar la riqueza potencial de cada sitio de estudio. Se realizaron análisis de diversidad  $\alpha$  para cada sitio de muestreo y un análisis de diversidad  $\beta$  para comparar entre pares de sitios. Se desarrollaron análisis factoriales de correspondencia y curvas de rango-actividad relativa para observar las tendencias poblacionales de las especies que componen cada sitio muestreado. Los resultados mostraron que dos de los parches presentaron una gran diversidad de especies en cada gremio, a pesar de tener distinto grado de disturbio. Adicionalmente el parche que presentó menor diversidad tanto de gremios como de especies fue el más cercano al área urbana, incluyendo menor cantidad de individuos grabados y capturados. Estos resultados muestran que la intervención humana en los bosques afecta de diferentes formas a la composición de especies de una comunidad.

**Palabras clave:** ensamble, ecolocación, diversidad de murciélagos.

## 2. ABSTRACT

Bats belong to one of the most diverse groups of mammals in the world and constitute an important group within ecosystems providing environmental services such as pest control, pollination and seed dispersal. Bat communities have been poorly studied in Ecuador and acoustic monitoring has become an appropriate tool for recording species that are difficult to capture using traditional methods such as mist nets. The present study evaluated the composition in bat ensembles in relation to patches of forest with different degrees of disturbance in the Cerro Blanco Protective Forest area (Guayas province). Mist nets were used to sample understory species and acoustic monitoring equipment for high flying species in each of the forest types. Sampling sites were visited for eight consecutive nights during the months of September to December 2015. Accumulation curves, with Clench adjustment, were performed to evaluate the sampling efficiency and to weigh the potential richness of each study site. Alfa diversity analyzes were performed for each sampling site and beta diversity analysis to compare each site. Factorial correspondence analysis and relative range-activity curves were developed to observe population trends of the species that compose each sampled site. The results show that two of the patches had a great diversity of species in each guild, despite of having a different degree of disturbance. In addition, the patch presenting less diversity of both guilds and species was the closest to the urban area, with fewer individuals recorded and captured. These results show that human intervention in forests affects composition of species in a community in different ways.

**Keywords:** ensemble, echolocation, bats diversity

### 3. INTRODUCCIÓN

Los murciélagos conforman uno de los grupos más diversos de mamíferos del mundo, con más de 1300 especies descritas (Fenton y Simmons, 2015) y representan alrededor del 40% de las especies de mamíferos que habitan en bosques tropicales (Kalko, 1998; Clarke et al., 2005). En el Ecuador es el grupo de mamíferos de mayor riqueza con un total de 170 especies registradas, agrupadas en ocho familias, siendo la familia Phyllostomidae la más diversa con 108 especies (Tirira, 2016).

La mayor diversidad de murciélagos del Ecuador se presenta en las estribaciones centro y nororientales, entre los 250 a 1800 m de altitud y en fragmentos remanentes de la región del Chocó, en las estribaciones noroccidentales de los Andes, con una altitud promedio de 800 m (Burneo y Tirira, 2014).

En relación a su conservación, dentro del Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011) se encuentran cinco especies de murciélagos en la categoría En Peligro Crítico, tres especies En Peligro, once especies en Vulnerable, nueve en Casi Amenazadas, 30 especies con Datos Insuficientes y el resto de las especies en la categoría de Preocupación Menor.

Este grupo es importante dentro de los ecosistemas por ser considerados como bioindicadores de condiciones de hábitat (Medellin et al., 2000; Jones et al., 2009); así, los estudios de ensamblajes de murciélagos permiten determinar el estado de conservación del hábitat estudiado, su diversidad y las posibles amenazas para el equilibrio de los ecosistemas. Esto serviría, además, como una herramienta para tomar decisiones para la conservación, tanto de especies como de áreas de importancia ecológica (Gannon y Willig, 1998; Barboza et al., 2009).

### **3.1 DIVERSIDAD**

La diversidad se define como el número de taxones en un área específica (Ricklefs, 1998). El concepto consta de dos elementos de acuerdo a Odum (1985): el primero es la riqueza o también llamada densidad de especies y se basa en el número total de especies presentes en un área; el segundo es la uniformidad, que se basa en una medida de la “importancia”, estas pueden ser de abundancia, dominancia o ausencia de la especie.

La diversidad es un concepto amplio por lo que Whitaker (1972) propone que no debe confundirse la diversidad que existe en una región con la diversidad de una comunidad o dentro de un hábitat; sugiere así, que la diversidad tiene niveles y propone tres: diversidad alfa para referirse a la diversidad encontrada en un hábitat o comunidad, diversidad beta a la diversidad entre dos hábitats o comunidades, y diversidad gama a la diversidad de una extensa área geográfica como una región, bioma o continente.

Los índices basados en la riqueza y uniformidad nos permiten medir la diversidad en sus niveles (Odum, 1985); sin embargo, se ha mantenido un importante debate respecto al uso adecuado de los diferentes índices de diversidad y como estas medidas pueden responder a las preguntas del estudio en las que se usan (Magurran, 1988). De todas formas, las mediciones de diversidad son frecuentemente utilizadas como indicadores de bienestar de sistemas ecológicos y por eso su importancia en los estudios de ecosistemas y comunidades (Magurran, 1988).

### **3.2 COMUNIDAD Y ENSAMBLES DECOMUNIDADES**

Según Fauth y colaboradores (1996) una comunidad se define como la agrupación o conjunto de especies que ocurren en un mismo espacio al mismo tiempo. Sin embargo, para entender mejor las interacciones dentro de la comunidad, se puede tomar en cuenta los

diferentes límites ecológicos a los que se somete el estudio, de esta forma se divide a la comunidad en subconjuntos (Schoener, 1986).

Se consideran como subconjuntos de la comunidad a los ensamblajes y a los ensambles que si bien tienen términos equivalentes en el idioma inglés bien definidos (*assemblage* y *ensemble*, respectivamente) al traducirlos al español, los términos “ensamblaje” y “ensamble” son sinónimos, por lo que algunos autores usan la palabra “conjunto” en lugar de “*ensemble*”. Sin embargo para evitar confusiones con la palabra “conjunto” en este estudio se utilizará la palabra *ensamble*.

Se entiende como ensamblajes al subconjunto que se define solo por restricciones taxonómicas (Patterson et al., 2003), es decir, que solo toma en cuenta a las especies que están evolutivamente relacionadas; un ejemplo de este concepto se brinda en el estudio realizado en Panamá por Giannini y Kalko (2004) en el que se toma en cuenta como ensamblaje solo a la comunidad de murciélagos filostómidos para analizar la estructura trófica. Otro ejemplo es el estudio realizado por Harvey y Gonzáles (2007) donde se analizaron dos ensamblajes, uno de murciélagos y el otro de aves, con el objetivo de determinar el impacto de la agroforestería en la estructura de los ensamblajes.

El segundo subconjunto son los ensambles, que a diferencia de los ensamblajes, están delimitados tanto por las restricciones taxonómicas, como por las funciones que cumplen en el ecosistema (Espinoza et al., 2008). En otras palabras, son la interacción de un grupo de especies de una comunidad que están relacionadas filogenéticamente y que cumplen funciones similares en el ecosistema (Fauth et al., 1996; Patterson et al., 2003). Un ejemplo es el estudio de Espinoza y colaboradores (2008) donde se analizan los ensambles de murciélagos, es decir, las diferentes especies, relacionadas filogenéticamente, pertenecientes a diferentes gremios, en un bosque montano del Parque Nacional Carrasco y cómo se relacionan con el grado de perturbación en los diferentes

parches de bosque. Adicionalmente en otro estudio realizado en México en un cultivo de café en el estado de Chiapas, Williams-Guillén y Perfecto (2011) estudiaron el efecto de la intensificación de sistemas agroforestales de café en la estructura de la composición de ensambles de murciélagos insectívoros en diferentes sitios con diferentes grados de intensificación agroforestal.

Para entender de mejor manera cómo funcionan las comunidades en términos de ensambles es necesario conocer primero dos términos importantes esenciales: gremio y grupo funcional.

Hutchinson (1959) explica, sin proponer una terminología, que en la organización de las comunidades los nichos están delimitados por la competencia entre las especies por recursos. Esto dio a entender que las comunidades están compuestas por grupos de especies que comparten similitudes, sean ecológicas o filogenéticas, ya que explotan los mismos recursos (Blondel, 2003). Root (1967) vio la necesidad de separar la comunidad en grupos de menor rango basados en la similitud de uso de recursos y nombró a estos grupos de especies con el término “gremios” y luego Cummins (1974) con “grupo funcional” como término paralelo para incluir los procesos y funciones de los grupos de especies.

Cabe recalcar que por muchos años estos términos han sido utilizados en muchos casos como sinónimos, sin embargo en la actualidad se marca una diferencia en su significado (Blondel, 2003). “Gremio” es un grupo de especies que comparten un mismo recurso y que lo explotan de una manera similar; dentro de los gremios se observan relaciones de competencia interespecífica en donde las diferencias entre las especies son dadas por las adaptaciones que adoptan para explotar un recurso de mejor manera, además de que las abundancias dentro de cada especie cambian como efecto de la competencia por el recurso (Blondel, 2003).

Alternativamente, un “grupo funcional” es un conjunto de especies que cumplen una función similar en el ecosistema, es decir, especies que realizan el mismo proceso y que explotan el mismo recurso o característica del hábitat para un servicio del ecosistema y dentro de este contexto los procesos se observan en una escala de ecosistema y no de comunidades como en el caso de los gremios; por lo tanto, no se estudian las relaciones de competencia interespecíficas sino que se trata de descifrar las similitudes entre especies en adquirir una función y la respuesta del ecosistema a éstas especies (Blondel, 2003).

Los gremios de murciélagos están clasificados de acuerdo al recurso alimenticio que explotan, estos son: frugívoros, los que se alimentan de frutas; nectarívoros, los que se especializan en alimentarse de néctar de flores; insectívoros, los que se alimentan de insectos; carnívoros, los que se alimentan de otros animales como aves, roedores, anuros u otros murciélagos; onmívoros, los que se alimentan tanto de frutas, nectar, insectos u otros animales; y, hematófagos que se especializan en beber sangre de otros animales.

Adicionalmente, se han clasificado a los murciélagos de acuerdo al tipo de forrajeo: En esta clasificación se toma en cuenta la forma de vuelo y el tipo de ecolocación emitida: de frecuencia constante (CF, por sus siglas en inglés), cuando la frecuencia varía escasamente y los pulsos son generalmente largos; de frecuencia modulada (FM), cuando la frecuencia no es constante y los pulsos son cortos; y, de frecuencia casi constante (QCF), cuando hay una pequeña modulación entre el comienzo y el final de la llamada (Schnitzler y Kalko, 2001).

De acuerdo a estas características, la clasificación anterior incluye a los forrajeadores de espacio abierto, a los de espacio cerrado y a los de espacio de borde. Los forrajeadores de espacio abierto se especializan en vuelos altos y rápidos en espacios sin obstáculos, las frecuencias de sus llamadas de ecolocación son CF o QCF, en este gremio se encuentran especies de las familias Rhinopomatidae (no presente en Ecuador),

Emballonuridae, Vespertilionidae y Molossidae. Los de espacio cerrado son aquellos que forrajean dentro del bosque, se especializan en vuelos maniobrables en espacios reducidos y con obstáculos, sus llamadas presentan componentes FM, dentro de este gremio dominan las especies de la familia Phyllostomidae que en su mayoría son frugívoros. Finalmente, los murciélagos de espacio de borde son aquellos que forrajean en el límite entre el bosque y un espacio abierto, poseen llamadas QFC. En este gremio se encuentran especies de las familias Emballonuridae, Mormoopidae, Vespertilionidae y Molossidae (Schnitzler y Kalko, 2001; Denzinger y Schnitzler, 2013).

Esta última clasificación partió del estudio de Schnitzler y Kalko (2001) quienes demostraron que existen relaciones entre el tipo de ecolocación y las condiciones ecológicas. Siguiendo esta idea, MacSwiney y colaboradores (2008) recalcan la importancia del monitoreo acústico y las bibliotecas de ecolocación como fuente de datos de abundancia, presencia y ecología de murciélagos.

### **3.3 MONITOREO ACUSTICO COMO MÉTODO DE MUESTREO**

La ecolocación es el uso de señales acústicas que emiten ciertos animales para cazar y navegar (Schnitzler y Kalko, 2001; Fenton, 2013). De manera más amplia, la ecolocación consiste en el uso de señales ultrasónicas emitidas por un animal, las cuales rebotan en los objetos y los ecos retornantes son analizados y de esta forma el animal puede localizar y caracterizar los objetos o sus posibles presas (Schnitzler y Kalko, 2001).

Los murciélagos producen ultrasonidos mediante adaptaciones de las cuerdas vocales y de músculos de la laringe, con las cuales pueden controlar la intensidad de la llamada con un rango entre 12 a 200 kHz dependiendo de la especie (Moss, 2001). Los ecos de retorno son procesados mediante adaptaciones del sistema auditivo, pudiendo

determinar la dirección, información de navegación y de búsqueda de presas o alimentación (Moss, 2001).

Estas llamadas de ecolocación se clasifican, según su función, en dos tipos: de orientación y de búsqueda de alimento. Estas últimas tienen parámetros constantes y presentan variaciones interespecíficas muy notorias que las hacen una herramienta importante para el reconocimiento de especies (Schnitzler y Kalko, 1998; Miller, 2003).

Gracias a la caracterización de las llamadas se pueden compilar bibliotecas acústicas en donde se almacena el audio de las grabaciones de las llamadas de cada especie y sus datos acústicos. De esta forma, el método de monitoreo acústico se usa como complementario a los métodos tradicionales (redes de neblina o trampas arpa), que presentan un sesgo en los muestreos por la baja representatividad de los murciélagos insectívoros que vuelan sobre el dosel y tienen la habilidad de detectar fácilmente estas trampas y evitarlas debido a la emisión de llamadas con frecuencias altas que les permiten interpretar fácilmente objetos finos del ruido de fondo (Neuweiler, 1989; SimmosyVoss, 1998; MacSwiney et al., 2008; Barboza et al., 2009).

El monitoreo acústico consiste en grabar llamadas de ecolocación para detectar la presencia de ciertas especies en un área de estudio (Barboza et al., 2013) y se realiza comparando las características de las llamadas obtenidas con las de especies reconocidas en una biblioteca, base de datos o literatura. Sin embargo, este método presenta algunas limitaciones, entre estas, que las especies con llamadas de ecolocación similares, por lo general, son agrupadas juntas; y, especies raras de capturar son difíciles de identificar acústicamente porque carecen de registros en bases de datos (Hayes, 1997; Vaughan et al., 1997; Murray et al., 1999). Adicionalmente, la mayoría de los detectores no poseen la capacidad suficiente para detectar a los murciélagos filostómidos debido a que producen llamadas de ecolocación de baja intensidad (MacSwiney et al., 2008).

Para definir las características de las llamadas de ecolocación se deben considerar ciertos parámetros. Algunos de estos están relacionados con la frecuencia y son medidos en hercios (Hz, evento por segundo), entre estos: *frecuencia inicial*, que es la frecuencia de inicio de la llamada; *frecuencia final*, que es la frecuencia de finalización de la llamada; *frecuencia máxima*, que es la frecuencia más alta de la llamada; *frecuencia mínima*, que es la frecuencia más baja de la llamada; *frecuencia del punto de inflexión*, que es la frecuencia en un punto de la llamada al que le acompaña un aumento o decrecimiento drástico de la frecuencia; *ancho de banda*, que es una medida que determina cuantos kilohercios abarca una llamada; *frecuencia característica*, que es la frecuencia final en el punto de menor variación de la llamada; y, *frecuencia de máxima energía*, que es la frecuencia que presenta más energía en decibeles de la llamada. Hay otros parámetros importantes que están relacionados con el tiempo como son la *duración de la llamada*, que es el tiempo en milisegundos desde el inicio de la llamada al final de la llamada y *el intervalo de pulso*, que es el intervalo de tiempo entre el final del pulso y el inicio del otro (Corben, 2002; Rivera-Parra y Burneo, 2013).

### 3.4 JUSTIFICACION

El aumento de las zonas y actividades humanas degrada y altera continuamente los hábitats naturales, lo que conlleva a una pérdida paulatina de la biodiversidad (Huston, 1994). Se ha constatado que esta pérdida es más rápida en los trópicos que en otras zonas del mundo porque es donde se concentra la mayor cantidad de recursos para explotación (Huston, 1994; Laurence, 2007; Laurence et al., 2014). Los efectos de las actividades humanas afectan, en gran medida, a los ecosistemas maduros resultando en una matriz seminatural de parches de hábitat con diferentes grados de perturbación (Franklin, 1993). Se cree que esta fragmentación masiva de hábitats naturales en parches pequeños y aislados provocados por impactos antrópicos como, por ejemplo, la urbanización, es la mayor causa de extinción de especies y un tema de mucha importancia para la conservación de áreas protegidas (Forman y Godron, 1986; Pimm y Raven, 2000). Es importante comprender cuáles son los factores que intervienen entre el medio ambiente y las especies que componen las comunidades (Patterson et al., 2003). Los murciélagos, debido a su radiación ecológica y evolutiva, ocupan virtualmente todos los niveles tróficos, desde consumidores primarios hasta terciarios, alimentándose de frutas, néctar, sangre e insectos (Kalko, 1998; Patterson et al., 2003). Se sabe que las comunidades de murciélagos responden a cambios en su hábitat y muchas veces las comunidades tienden a ser menos diversas en hábitats deforestados y especies comunes y generalistas se apropian de los roles ecológicos en estos ecosistemas (Reis y Muller, 1995; Gorrensén y Willig, 2004).

En el Ecuador no se han realizado estudios relacionados a los ensambles ni ensamblajes de murciélagos. La importancia de los murciélagos como bioindicadores y el estudio de los diferentes gremios y de cómo éstos interactúan en el ecosistema, permite conocer en qué estado de perturbación se encuentra un hábitat (Patterson et al., 2003). Los murciélagos, en relación a su hábitat, son importantes para determinar la tendencia de los

ecosistemas hacia algún grado de disturbio porque la estructura vegetal se relaciona con la diversidad en la comunidad de murciélagos (Medellín et al., 2000; Jones et al., 2009). Por estas razones, estudios como el presente son importantes para la conservación y acciones de conservación en áreas protegidas.

### 3.5 OBJETIVOS

#### GENERAL

Determinar diferencias en los ensambles de murciélagos del Bosque Protector Cerro Blanco en relación a sus tipos de bosque y su alteración antrópica.

#### ESPECÍFICOS

- Determinar si existen diferencias en la diversidad alfa y beta entre bosques alterados y maduros.
- Identificar las preferencias de uso de cada tipo de bosque.
- Evaluar la influencia de la cercanía de las zonas urbanas en la distribución de las especies.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDIO

#### 4.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El presente estudio se realizó en el Bosque Protector Cerro Blanco perteneciente a la Compañía Cementera Holcim S.A. El bosque se encuentra ubicado en el kilómetro 16 Vía a la Costa en la Provincia del Guayas, en las coordenadas -2.186848 de latitud y -80.017268 de longitud (Figura 1), cercano al extremo suroeste de la Cordillera Chongón-Colonche. El 02 de julio del año 2013, la Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos (RELCOM) declaró el área como de importancia para la conservación de murciélagos (Anexo 1).

El clima de la Cordillera Chongón-Colonche recibe la influencia de las corrientes marinas de Humboldt, desde el sur, y la del Niño, desde el norte, por lo que se presentan dos estaciones muy bien definidas durante el año: la estación lluviosa que va de enero a mayo y la estación seca que va de junio a diciembre (Horstman, 1998). La precipitación anual varía en un rango de entre 500 a 700 mm, mientras que la temperatura promedio varía de 18°C en la época seca a 35°C en la época lluviosa (Horstman, 1998).

Actualmente, el sitio cuenta con un área de 6078 ha y el suelo es en su mayoría de piedra caliza el cual es explotado fuera de los límites del Bosque Protector (Horstman, 1998). De acuerdo a Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013), el área presenta seis diferentes ecosistemas (Figura 2): Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BePc02), Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BmPc01), Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del

Pacífico Ecuatorial (BeBc01), Bosque semidecuido de tierras bajas del Jama-Zapotillo (BmTc01), Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo (BeTc02).

### **Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BePc02)**

Se encuentra entre los bosques siempreverde estacionales montano bajos y los bosques semidecuidos de tierras bajas desde los 200 a 400 m de altitud. El dosel tiene alrededor de 20 m, con árboles que pueden llegar a los 30 m. A nivel regional el clima es poco húmedo, pero a nivel local es pluviestacional, con intensas garúas en la época seca en especial en terrenos inclinados con orientación a la costa ya que estas interceptan la neblina que por condensación se transforma en precipitación. La confluencia de especies deciduas, semidecuidas y siempreverdes hacen que el dosel sea irregular, siendo éstas las familias más representativas: Moraceae, Arecaceae, Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae, Urticaceae, Malvaceae *s.l.* y Myristicaceae (Iglesias y Chinchero, 2013). En Cerro Blanco este bosque ocupa un área de 2558,2 ha y es el parche más grande ocupando casi toda la zona sur y centro del parque (Figura 2).

### **Bosque semidecuido de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BmPc01)**

Se encuentran en altitudes mayores a los 200 m de altitud. El dosel va entre los 12 a 25 m con 25 a 75% de especies que pierden sus hojas en la temporada seca. Presentan un clima con época seca larga, sin embargo reciben humedad adicional por la condensación de nubes y la poca insolación receptada durante este periodo del año. Están orientados en cerros que permiten capturar la humedad de las nubes formadas en el océano. Tienen densos estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo pero con subdosel abierto. La diversidad de especies de plantas es mayormente de bosques deciduos, pero ocasionalmente se pueden observar especies de bosques siempreverdes estacionales. Las familias más comunes son:

Arecaceae, Fabaceae *s.l.*, Moraceae y Polygonaceae (Josse et al., 2013). Este tipo de ecosistema ocupa un área de 805,8 ha a lo largo del centro, entre los bosques siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial y el semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo (Figura 2).

### **Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial (BeBc01)**

El dosel es multiestratificado y varía entre los 20 y 25 m. Estos bosques se los puede encontrar desde los 400 m de altitud hasta las cimas más altas de la Cordillera del Pacífico Ecuatorial. El bioclima es xérico, y el termotipo es termoestacional provocado por el efecto de enfriamiento de la neblina proveniente del océano y en vertientes o llanuras aluviales donde el drenaje de los cerros ocasiona una alta humedad relativa. Concurren especies arbóreas siempreverdes estacionales, deciduas y de origen andino. Las familias más representativas son: Araceae, Bromeliaceae, Cyclanthaceae y Orchidaceae (Iglesias et al., 2013). En Cerro Blanco ocupa apenas cuatro parches pequeños rodeados de los bosques semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial y siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, con un área total de 6,4 ha (Figura 2).

### **Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo (BmTc01)**

El dosel varía entre 20 a 25 m, con árboles aislados que llegan a los 30 m. se encuentran en zonas de transición entre bosques semideciduos y siempreverdes estacionales y en altitudes desde los 0 a 300 m de altitud. El 25 a 75% de las especies de plantas pierden sus hojas durante la época seca. Por la humedad existente se observan elementos de bosques siempreverdes (Anacardiaceae, Moraceae, Sapotaceae y Sapindaceae) pero dominan los de bosques deciduos de tierras bajas (Fabaceae, Malvaceae

s.l., Boraginaceae y Polygonaceae; Chinchero et al., 2013). Este ocupa la parte norte de Cerro Blanco con un área de 2030,4 ha (Figura 2).

### **Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo (BeTc02)**

Son bosques con dosel de entre 20 y 25 m pero puede presentar individuos de hasta 40 m de alto. Estos bosques se encuentran bajo los 400 m de altitud en terrazas y relieves colinados. En estos bosques, especies siempreverdes de tierras bajas del Chocó Ecuatorial coexisten con algunas especies propias de bosques deciduos y semideciduos de Jama-Zapotillo. Las plantas más comunes pertenecen a las familias: Rutaceae, Achantaceae, Passifloraceae, Malvaceae, Polygonaceae, Fabaceae, Bixaceae; así como también especies del género *Nectandra* y *Pouteria* (Iglesias y Santiana, 2013). Dentro de Cerro Blanco se distribuye en parches en su mayoría en el límite sur ocupando un área total de 175,9 ha (Figura 2).

El Bosque Protector Cerro Blanco es considerado uno de los fragmentos más grandes y mejor conservados del Bosque seco Tropical (Horstman, 1998), sin embargo, presenta algunos retos en su conservación relacionados con los impactos antrópicos cercanos. La explotación de piedra caliza y otros materiales es uno de estos factores (Horstman, 1998). El avance del frente minero por parte de las canteras cercanas pertenecientes a las concesiones mineras Holcim S.A., Cenaza, Fialsa, Casas Viejas III y Evadrina VI son un impacto directo para la fauna y flora del bosque que obliga a la fauna cercana a internarse en el Bosque Protector Cerro Blanco (Coello, 2012). Además de la explotación minera, Cerro Blanco posee áreas de influencia directa con poblados de bajos recursos y privados de servicios básicos, en donde la caza furtiva, la tala de árboles y los incendios forestales provocados son los principales problemas. Entre estos poblados se

encuentran: Recinto Bajo Verde, Recinto el Bálsamo, San Pablo de Costa Azul, Recinto Aguas Negras y Cooperativa Agropecuaria Presidente Eloy Alfaro (Cun, 2012).

#### 4.1.2 SITIOS DE MUESTREO

Dentro del Bosque Protector Cerro Blanco se tomaron en cuenta cuatro sitios de fácil acceso y con diferente grado de perturbación relacionado a la distancia con zonas de intervención antrópica (Figura 3). A continuación se describen estos sitios.

Zona de Visitantes (ZV): Es el sitio más cercano a las canteras de la empresa cementera Holcim S.A. (latitud -2,1802 y -80,0186 de longitud). Aquí se encuentra el acceso al área de visitantes y a las instalaciones administrativas del Bosque Protector Cerro Blanco. Según el sistema de clasificación de ecosistemas, este sitio tiene parches de BeTc02 y bosque intervenido. Los senderos autoguiados fueron construidos con el objetivo de realizar educación ambiental, por lo que son limpiados de vegetación constantemente. Este sitio se considera intervenido ya que presenta parches abiertos sin vegetación, como por ejemplo el área de campamento y otras zonas de recreación, así como también la influencia de procesos de sucesión secundaria por la presencia de agua proveniente de la quebrada Canoa (Álava, 2015; Anexo 2).

Zona de la caseta Tres Bocas (ZTB): Es la entrada norte al Bosque Protector Cerro Blanco donde se encuentra la guardianía Tres Bocas (-2,1422 de latitud y -80,0111 de longitud). Según el Sistema de clasificación de ecosistemas consta como BmTc01 y parches de bosque intervenido. Este acceso es cercano a uno de los barrios de los suburbios de Guayaquil por lo que la continuidad del bosque se ve afectada. Este sitio presenta los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo y, dado a que la zona fue reforestada, hay parches que contienen una sola especie vegetal dominante, siendo los árboles de Guasmo (*Guazuma ulmifolia*), Bototillo (*Cochlospermum vitifolium*) y Balsa (*Ochroma*

*pyramidale*) los más comunes. Por las cercanías a las poblaciones humanas y por la falta de conectividad entre parches este sitio se lo cataloga como fragmentado y muy intervenido (Álava, 2015).

Zona alta del Cerro (ZAC): es la parte alta del bosque, consta de los senderos que se dirigen a la cima del cerro (-2,1736 de latitud y -80,0180 de longitud). En el sistema de clasificación de ecosistemas se lo relaciona con BePc02. Este lugar presenta los estratos arbóreo y arbustivo, siendo el estrato arbóreo dominante. El dosel es muy alto y el bosque es más homogéneo que en otras áreas. Los arboles representativos y ampliamente distribuidos en esta zona son Pezuña de vaca (*Cynometra bauhiniifolia*) y Ceiba (*Ceiba trichistandra*). El clima en esta zona es frío y húmedo por el viento proveniente del océano que provoca precipitaciones.

Zona de la caseta Jaguar (ZJ): Este sitio es el más alejado de las zonas urbanas y donde se ubica la guardianía Jaguar (-2,1438 de latitud y -80,0885 de longitud). Al igual que la anterior zona, según el sistema de clasificación de ecosistemas, este sitio pertenece a BePc02. Este sitio presentó un clima variable, con mayor precipitación y vientos moderados. La vegetación es espesa y en su mayoría siempreverde. Esta área presenta, aparte de los tres estratos comunes, el estrato epífita, en especial de bromelias, lo que indica que la humedad es mayor que en las otras áreas. También es común encontrar parches de Matapalo (*Ficus obtusifolia*). Esta zona es considerada como bosque maduro sin mucha fragmentación (Álava, 2015).

## 4.2 MUESTREO TRADICIONAL Y PRESERVACIÓN DE ESPECÍMENES

La captura de individuos se realizó con redes de neblina de 12 x 3 m. Se colocaron entre cinco y seis redes durante ocho noches en cada tipo de bosque, cambiando los sitios de las redes cada tres noches. Las redes se mantuvieron abiertas seis horas por noche, desde las 18:30 hasta las 00:30. Se realizaron 4 salidas de campo entre los meses de Septiembre a Diciembre durante la temporada seca, visitando los sitios dos veces en todo el periodo de muestreo.

Los individuos recolectados fueron identificados utilizando claves dicotómicas actualizadas, y tomando en cuenta las siguientes medidas: largo de la cabeza, largo de la cola, largo total, largo del antebrazo, largo de la pata posterior, largo de la oreja y largo del trago. Posteriormente los individuos fueron liberados a excepción de dos individuos por cada especie obtenida, uno de cada sexo, como *voucher* a los que se extrajo una muestra de tejido muscular y hepático para ser luego depositado en la colección de Mastozoología del Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ-M) junto con los especímenes en alcohol al 70% (Camacho, 2014).

## 4.3 MUESTREO ACÚSTICO Y ANÁLISIS DE LLAMADAS

El monitoreo acústico se realizó de dos formas: la primera, grabando a los individuos que serían recolectados como *voucher* dentro de una carpa de vuelo (Anexo 3) donde fueron liberados y sus llamadas registradas con el detector Echo Meter EM3+ de Wildlife Acoustics (Rivera-Parra y Burneo, 2013). De esta forma se obtuvieron llamadas de referencia de cada especie capturada como lo sugiere MacSwiney y colaboradores (2008). La segunda forma consistió en grabar llamadas en vuelo libre en cada uno de los sitios de muestreo, para lo cual se utilizó el detector AR180 de Binary Acoustic Technology (Rivera-Parra y Burneo, 2013) desde las 18:30 hasta las 00:30 h.

Para las llamadas grabadas en carpa de vuelo se realizó la depuración de los archivos de audio con el programa Avisoft-SAS Lab Pro por sus herramientas de edición de archivos de audio. Para el análisis de las llamadas se utilizó Sonobat 3.0 por su sensibilidad en analizar pulsos de llamadas de murciélagos filostómidos (que fueron los más capturados en este estudio).

Para el análisis e identificación de las llamadas grabadas durante el vuelo libre se utilizó el programa Kaleidoscope Pro que, a diferencia del Sonobat, permite un análisis de los pulsos más rápido y, por lo tanto, es apropiado para analizar una amplia colección de llamadas. Consecutivamente, las medidas de cada llamada fueron clasificadas manualmente según los patrones visuales para determinar la familia a la que pertenecen (Jones, 1999; Rivera-Parra, 2011) y dentro de cada familia se agruparon las llamadas en sonoespecies, siguiendo parámetros visuales y espectrales importantes (Rivera-Parra, 2011).

Posteriormente, se contabilizaron los pases de murciélagos por cada especie en cada secuencia de grabación (Barboza, 2009), definiendo un pase de murciélago como una sucesión regular de dos o más pulsos de una llamada de ecolocación (Fenton, 2002). Se consideró que un pase es independiente de otro cuando éste ha desaparecido y vuelve a aparecer en un espacio de tiempo superior a tres veces el intervalo de pulso del primer pase o cuando el primero presenta un *buzz* terminal (*feedingbuzz*) (Estrada et al., 2010). Cuando se encontró más de una especie en la secuencia se consideró a estos como pases independientes uno del otro (Barboza, 2009).

Para todos los análisis se tomaron en cuenta las medidas de *duración de la llamada*, *frecuencia inicial*, *frecuencia final*, *frecuencia máxima*, *frecuencia mínima*, *frecuencia de máxima energía*, *ancho de banda* y *punto de inflexión* utilizadas por Rivera (2011) para

identificar las especies (Anexo 4). Se realizaron bases de datos tanto de las llamadas de especímenes capturados como de las grabaciones de vuelo libre con todos los parámetros necesarios para comparar con métricas de la bibliografía.

#### **4.4 ANÁLISIS DE DATOS**

Los análisis de los datos se realizaron usando, por separado, las llamadas de vuelo libre obtenidas en cada tipo de bosque y el número de capturas en red. De igual manera los métodos predictivos, de diversidad y estadísticos se realizaron por separado con cada metodología.

##### **4.4.1 CURVAS DE ACUMULACIÓN Y ESTIMADOR CHAO 1**

Se realizaron curvas de acumulación con un ajuste de Clench entre las especies encontradas y el número de individuos para cada sitio muestreado y para cada metodología. Este ajuste es recomendado para estudios en los que entre más tiempo se pasa en el campo mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies (Moreno, 2001). Las curvas de acumulación determinan la tendencia de aumento de las especies en el inventario en relación al aumento de capturas de individuos, es decir, que a mayor esfuerzo de muestreo mayor el número de especies capturadas. Adicionalmente se realizó una curva total de cada metodología para comparar la efectividad de cada tipo de muestreo. Para realizar este análisis se utilizó el paquete estadístico RWizard (Guisante et al., 2014) Se contrastaron las curvas de acumulación con el estimador Chao1 que se basa en el número de especies raras dentro de la muestra para dar un valor predictivo de riqueza de especies de la comunidad muestreada (Moreno, 2001); para este análisis se utilizó el programa Past 3.0. (Hammer et al., 2001).

## 4.5 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

### 4.5.1 DIVERSIDAD ALFA

Para representar la diversidad de especies en cada tipo de bosque se utilizó el índice de alfa de Fisher y el índice de Shannon-Wiener. Para obtener estos índices se utilizó el programa Past 3.0.

El índice de alfa de Fisher es un indicativo de diversidad, un método paramétrico considerado robusto e informativo cuando varios factores afectan las estructuras de las comunidades (Magurran, 2004). El modelo es de los primeros intentos en describir matemáticamente la relación entre el número de especies y el número de individuos de aquellas especies, parte de una serie logarítmica en el que se incorpora a una ecuación de riqueza de especies (Fisher et al., 1943):

$$S = \alpha \ln\left(1 + \frac{N}{\alpha}\right)$$

Donde  $S$  es el número total de especies,  $N$  es el número total de individuos y  $\alpha$  el índice de diversidad. Al basarse en una serie logarítmica toma en cuenta que la mayoría de las especies representadas en la muestra tienen un solo individuo, es decir que considera que el número esperado de especies será mayor en las clases con las abundancias más bajas y tiende a favorecer en cierta forma a las especies raras (Magurran, 2004). Este modelo no se afecta por la variación del tamaño de la muestra, por lo que es apropiada para estudios con muestras de más de 1000 individuos (Taylor, 1978). Si bien es un índice paramétrico, también puede ser usado en datos cuya distribución es desconocida (Magurran, 2004).

El índice de Shannon o índice de entropía mide el grado de incertidumbre de que un individuo escogido al azar pertenezca a una especie de una comunidad (Moreno 2001; Magurran, 2004; Toumisto, 2010). Este índice asume a que todas las especies están

representadas en la muestra y que los individuos son seleccionados al azar (Moreno, 2001). La ecuación se expresa de la siguiente manera:

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Donde  $p_i$  es la proporción de individuos encontrados en  $i$  cantidad de especies. Esta fórmula ha sido debatida debido a que los resultados obtenidos presentan un sesgo al tratar de estimar el valor de  $p_i$ , por lo que el número final del índice puede ser igual para dos comunidades que son diferentes. Esto hace difícil interpretar los resultados al comparar dos o más comunidades con similar esfuerzo de muestreo (Magurran, 2004). Muchos investigadores optan por expresarlo como  $D = \exp(H')$  o exponencial de Shannon, ya que de esta forma la medida expresa el número de especies efectivas, lo que se acerca a la riqueza que se habría encontrado en la muestra teniendo en cuenta que todas las especies son igualmente comunes (Magurran, 2004; Moreno et al., 2011).

Estos dos índices permiten comparar la diversidad alfa entre varios sitios muestreados, en condiciones similares de esfuerzo de captura; un número alto en un sitio en relación a los otros indica que éste tiene mayor diversidad alfa y uno bajo que tiene menor diversidad.

#### **4.5.2 DOMINANCIA**

Se utilizó el índice de Simpson para conocer el grado de dominancia de las especies, es decir, qué tanto influyen las especies comunes en las comunidades muestreadas (Moreno, 2001).

El índice de Simpson es un valor inverso a la equidad que muestra la probabilidad de que dos individuos de una muestra, tomados al azar, sean de la misma especie. La ecuación es la siguiente:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde  $p_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. Este índice es fuertemente influenciado por las especies más abundantes por lo que nos ayuda a conocer su grado de dominancia en los diferentes sitios. El índice varía entre valores de cero y uno, siendo cero ninguna dominancia y uno dominancia total (Moreno, 2001).

### 4.5.3 DIVERSIDAD BETA

Para medir la diversidad en común entre los diferentes tipos de bosque se utilizó el índice de Sørensen Cuantitativo (o también conocido como Bray-Curtis) (Moreno, 2001), utilizando el programa EstimateS 9.1 (Colwell, 2013).

Este índice relaciona el número de especies comunes en todos los sitios con la media aritmética de cada uno de los sitios. La fórmula de Sørensen para datos cuantitativos es:

$$I = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde  $aN$  es el número total de individuos en el sitio A,  $bN$  el número total de individuos en el sitio B y  $pN$  la sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas en ambos sitios (Moreno, 2001). El índice de similitud de Sørensen varía entre cero y uno, siendo cero indicativo de no similaridad y uno de similaridad total.

## 4.6 PREFERENCIA DE USO DE HÁBITAT

### 4.6.1 CURVAS DE RANGO-ACTIVIDAD RELATIVA

Este análisis se realizó para comparar las comunidades de murciélagos de los diferentes sitios y saber cuáles son las especies con mayor actividad y si la jerarquía es

similar en los sitios de muestreo. En esta curva el eje de ordenadas muestra el número de pases de murciélago de cada especie, y el eje de abscisas el orden de las especies desde la que presentó mayor actividad hasta la de menor actividad, se utilizó el programa SigmaPlot 10 (Barboza, 2009). Este solo se realizó con las llamadas de vuelo libre ya que estas al ser más abundantes en todos los sitios se puede ver un mejor patrón de la actividad de las especies.

#### **4.6.2 ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIA**

Este análisis permite conocer las preferencias de las especies por los diferentes sitios en donde se recolectaron, para ello toma en cuenta la abundancia de las especies y su abundancia en cada sitio, es decir que el análisis nos permite representar las especies y los bosques en un mismo gráfico y así poder las especies con distribuciones similares, bosques afines e identificar especies características de cada tipo de bosque (Barboza, 2009; Guisande et al., 2016). Este análisis se realizó con el paquete RWizard.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 ANÁLISIS DE DATOS

El esfuerzo de muestreo con el método de monitoreo acústico fue de 288 horas de grabación en 33 noches de muestreo. Con el método tradicional el esfuerzo fue de 48 horas/red en cada sitio de muestreo (Tabla 1).

Con el método tradicional se capturaron 190 individuos de 14 especies de dos familias (Phyllostomidae y Molossidae; Figuras 7 y 8), de los cuales 35 fueron recolectados como especímenes *voucher* de todas las especies registradas con esta metodología. El sitio con más capturas fue la zona de visitas (ZV) con 76 capturas y la zona alta del cerro (ZAC), la de menos capturas con 21 ejemplares. La especie con mayor número de capturas fue *Glossophaga soricina* con 52 capturas; esto concuerda con el trabajo de tesis realizado por Álava (2015) que también obtuvo un número alto de capturas de este filostómido, al igual que otras especies comunes de la zona como *Platyrrhinus matapalensis* (26 capturas), especies del género *Sturnira luisi* (26) y *Carollia brevicauda* (24). En el caso de *G. soricina* y *Sturnira luisi* son considerados especies generalistas y muy comunes (Álvarez et al., 1991; Gannon et al., 1989) y esto explicaría estos altos números de abundancia para Cerro Blanco.

Las especies registradas con esta metodología se agrupan en cinco gremios, siendo el gremio de los nectarívoros el más frecuente (Figura 9). Únicamente se registró a *Chrotopterus auritus* para el gremio de los carnívoros y a *Phyllostomus hastatus* para el de los omnívoros.

En el monitoreo acústico se registraron 8321 pases de murciélagos y según las llamadas de ecolocación de 17 sonoespecies. La zona de la caseta Jaguar (ZJ) aquella que presentó más pases (4225), mientras que en la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) se

presentaron menos pases (449). La sonoespecie más grabada fue *Myotis nigricans* (4813 pases) seguida por *Molossus molossus* (595), *Eptesicus furinalis* (595) y *Saccopteryx bilineata* (238). La especie de vespertilionido *E. furinalis* no ha sido confirmada para el país en base a colecciones (Brito et al., 2016; Tirira, 2016), sin embargo las llamadas fueron identificadas con el autoidentificador del programa Kaleidoscope Pro y fueron compararon con métricas de O'Farrel y colaboradores (1999). En el Ecuador, morfológicamente hablando, se la puede confundir con *E. fuscus*, no obstante, no se tienen registros acústicos de esta última especie en el país y las métricas de la literatura (Kick, 1982; Masters et al., 1991; Surlykke y Moss, 2000) no coinciden con los parámetros de las llamadas registradas en Cerro Blanco. Cabe recalcar que para corroborar la identificación de las especies grabadas en vuelo libre las métricas se compararon con datos de literatura además de la autoidentificación proporcionada por algoritmo del programa Kaleidoscope Pro (Agranat, 2013), con un margen de error del 5 – 19% (Lemen et al., 2015).

Solo cuatro especies que fueron grabadas en vuelo libre fueron además capturadas con redes de neblina: *Artibeus fraterculus*, *Carollia brevicauda*, *Glossophaga soricina* y *Molossus molossus* (Tabla 2), A excepción de *M. molossus*, que es un forrajeador de dosel, estas especies son forrajeadoras de sotobosque difíciles de detectar por los equipos de monitoreo acústico (MacSwiney et al., 2008). Las medidas de estas especies, a excepción de *M. molossus*, no fueron autoidentificadas con el programa Kaleidoscope Pro debido a que dentro del catálogo del programa no existen las llamadas de referencia de estas especies o porque el programa no pudo detectar la llamada y medirla. Por lo que las identificaciones de estas especies se realizaron comparándolas con métricas de llamadas de la literatura (Anexo 3).

En el monitoreo acústico se detectaron individuos de las familias Emballonuridae, Molossidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae; siendo la familia Vespertilionidae la más abundante y diversa en todas las áreas (Figuras 4 y 5).

Se detectó además un registro de la familia Mormoopidae que correspondería al primero en el país para la zona de la Costa. Las llamadas de la familia Mormoopidae se caracterizan por presentar al menos una sección de frecuencia constante en sus pulsos (López-Baucells et al., 2016), lo que fue corroborado de forma visual. Sin embargo, los parámetros de este registro no coinciden con las métricas de las llamadas de las especies de esta familia registradas en la región de Sudamérica. Se puede sugerir de forma visual que la llamada se parece a la de *Pteronotus parnellii*, esta especie solo fue vista una única vez en el país en 1982; sin embargo no se tiene un registro físico de la misma ya que el ejemplar escapó de la red durante el momento de su extracción (Tirira, 2007).

Respecto al análisis por gremios de murciélagos, se identificaron cuatro con esta metodología, siendo los insectívoros el gremio más abundante en todos los sitios muestreados (Figura 6).

Las diferencias encontradas en las abundancias y riqueza de murciélagos se deben a que cada sitio tiene distinto grado de perturbación y distintos procesos ecológicos, y esto influye en la composición de las comunidades. Por ejemplo, en las zonas de visitas (ZV) y de la caseta Tres Bocas (ZTB) se esperó una baja riqueza y abundancia ya que son más cercanas a las zonas antrópicas; y, por otro lado, las zonas alta del cerro (ZAC) y de la caseta Jaguar (ZJ) se esperó que tuvieran una riqueza y abundancia altas, (ZAC) por su difícil acceso y por su amplia distancia que tiene con el poblado más cercano. Sin embargo como veremos más adelante, con el análisis de diversidad y estadístico, esto no sucede necesariamente así.

### 5.1.1 CURVAS DE ACUMULACIÓN

La Figura 5 y la Tabla 3 muestran las curvas y las predicciones de Chao 1 para las capturas con redes de neblina. Para la zona alta del cerro (ZAC) la curva no tuvo un buen ajuste al muestreo con una representatividad de 9 % ( $r^2=0,97$ ) tras predecir 102,2 especies y solo se capturaron nueve. Esto pudo deberse a que en las últimas noches de muestreo en este sitio se capturaron más especies e individuos. Por lo tanto, la curva al extrapolar las capturas de las siguientes noches predijo que se podrían capturar aún más especies. Sin embargo el índice de Chao1, que toma en cuenta estas situaciones (Moreno, 2001), indica que se debían capturar 9,75 especies, un número más ajustado.

Los registros de las curvas de acumulación de las grabaciones en vuelo libre se muestran en la Figura 5 y Tabla 4. Para la zona de visitas (ZV) la curva mostró representatividad del 104 % ( $r^2=0,96$ ) al registrarse 14 sonoespecies con una predicción de 13.3 sonoespecies, en las grabaciones se obtuvieron 14 sonoespecies; el índice de Chao1 mostró un resultado diferente calculando que se debieron obtener 17 sonoespecies. Para la zona de la caseta Jaguar (ZJ) la curva no se ajustó (sin valor  $r^2$ ) y esto pudo deberse a la cantidad de pases de murciélagos obtenidos y la deferencia numérica de estos pases entre las especies; sin embargo el índice de Chao1 mostró una predicción de 14 sonoespecies igual a lo obtenido.

Las curvas de acumulación del área total de muestreo de cada método de muestreo nos indican que para el método tradicional la curva se ajustó satisfactoriamente mostrando una representatividad del 80 % ( $r^2=0,96$ ). La predicción de Chao1 (20 especies) se puede contrastar con el estudio de Álava (2015) en Cerro Blanco, en el que obtuvo un resultado total de 19 especies, sin embargo hay que considerar que su estudio tuvo un tiempo de muestreo mayor (58 noches) y no realizó un muestreo de la parte alta del Bosque Protector

Cerro Blanco. La curva de acumulación con el método de monitoreo acústico indicó una representatividad del 115 % ( $r^2=0,93$ ) observándose 17 sonoespecies con una predicción de tal solo 14,8 sonoespecies; sin embargo el índice de Chao1 sugiere una predicción de 17 sonoespecies, igual a lo observado.

Los resultados de representatividad de las curvas y del índice de Chao 1 sugieren que las curvas con ajuste de Clench no son tan precisas para predecir especies con los abundantes datos obtenidos con el método de muestreo; en contraste, el Chao 1 por tomar en cuenta a las especies con dos o un único registro tuvo una predicción más acertada de las especies que se deberían obtener.

Los resultados también indican que el método de muestreo tradicional tuvo menos éxito, capturándose dos especies de dosel, ambos molósidos (*Cynomops greenhalli* y *Molossus molossus*), mediante el uso de redes de neblina. Los demás individuos capturados fueron especies de sotobosque de la familia Phyllostomidae, que se sabe son muy fáciles de capturar con este método (Neuweiler, 1989; Simmos y Voss, 1998). En contraste, el método de muestreo acústico no solo fue más eficiente que el tradicional (mayor porcentaje de representatividad) sino que ofreció información de presencia de especies, o sonoespecies, difíciles de capturar.

Sin embargo, si comparamos la lista de especies registradas en Cerro Blanco (33 especies; Salas, 2013), que es un dato obtenido por varios años de muestreo tradicional, con las especies registradas en este estudio (27 especies en total) podemos apreciar la importancia de la complementariedad de ambas metodologías para obtener importante información de riqueza en lapsos de tiempo limitados.

## 5.2 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

### 5.2.1 DIVERSIDAD ALFA

Como se puede observar en la Figura 6 y en la Tabla 3 con el método tradicional, cada sitio tiene su grado de diversidad. Los sitios con mayor diversidad son la zona de visitantes (ZV) y la zona alta del cerro (ZAC). Ambos sitios presentaron especies que fueron menos frecuentes o no se encontraron en otras zonas, *Molossus molossus* y *Cynomops greenhalli* para la zona de visitas (ZV) y *Echisthenes hartii* y *Micronycteris megalotis* para la zona alta del cerro (ZAC). El problema entre estos dos sitios son los índices que muestran resultados contrarios y lo más certero es que el índice de alfa Fisher no sea un buen predictor de diversidad para este caso al comparar la riqueza y abundancia de cada sitio (zona de visitas: 12 especies y 76 individuos, zona alta del cerro: 9 especies y 21 individuos). Por la naturaleza del índice de alfa de Fisher, al ser un índice paramétrico que asume una distribución de series logarítmicas (Magurran, 2004), el número resultante es más alto de lo que se esperaría en la zona alta del cerro, considerando más importantes a las especies con bajas abundancias, en especial de *Artibeus aequatorialis*, *Artibeus fraterculus* y a *Enchisthenes hartii*, esta última representada solo por un espécimen durante todo el estudio.

Menos diversa que las anteriores zonas es la zona de la casera Jaguar (ZJ) en donde no se encontraron especies raras, a excepción de *Chrotopterus auritus* con un solo individuo. La zona menos diversa fue la caseta Tres Bocas (ZTB) en la que solo se registraron especies comunes del sitio como *Sturnira luisi*, *Carollia brevicauda*, *Platyrrhinus matapalensis* y *Glossophaga soricina*.

Los datos de diversidad alfa con la metodología de monitoreo acústico mostraron resultados diferentes, tanto en comparación con el método tradicional cómo entre los

índices usados (Figura 6 y Tabla 4). Los índices de alfa de Fisher mostraron que la zona de mayor índice de diversidad fue la zona de visitas (ZV) con cuatro sonoespecies de filostómidos, así como también *Noctilio leporinus* por única vez en el estudio.

La zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) presentó el menor índice de diversidad con este método, registrándose diez sonoespecies, algunas de estas poco comunes en los otros sitios, como es el caso de *Myotis* sonoespecie 3 y Moormopidae sonoespecie1 y *Molossus rufus* que fue único para esta zona. Además de relativa baja abundancia de las sonoespecies le da un peso mayor en el cálculo del índice de Fisher (Magurran, 2004).

Menos diversa a las anteriores es la zona de la caseta Jaguar (ZJ). A pesar de reportar una gran cantidad de sonoespecies éstas fueron comunes en todos los sitios a excepción de *Artibeus aequatorialis*. También hay que mencionar que las especies de filostómidos fueron más grabadas en esta zona que en las otras, ya que el bosque en esta zona no presenta muchos parches abiertos y predominan las especies de sotobosque. Sin embargo, los reportes no fueron únicos, ya que las sonoespecies fueron comunes por lo que el cálculo del índice de alfa de Fisher otorgó un peso menor a estas especies por sus abundancias. La zona con menor diversidad fue la zona alta del cerro (ZAC) que no tuvo un gran cantidad de pases de murciélagos y la mayoría de las sonoespecies eran más representativas en las otras zonas.

Los valores resultantes del exponencial de Shannon-Wiener, para el método de monitoreo acústico, muestran patrones contrarios a los obtenidos con el índice de alfa de Fisher. El sitio con mayor diversidad fue la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) seguido por la zona alta del cerro (ZAC), zona de visitas (ZV) y la zona de la caseta Jaguar (ZJ). Estos resultados muy poco congruentes con los obtenidos con el índice alfa de Fisher pueden sugerir que la distribución de la muestra obtenida por el monitoreo acústico no se

ajusta a los parámetros y asunciones del método (Fisher et al., 1943; Magurran, 2004). Por lo tanto, al comparar los dos índices los resultados no concuerdan y los sitios más diversos con este índice (a excepción de la zona de la caseta Tres Bocas) fueron influenciados por las sonoespecies de filostómidos, este es el caso de la zona de visitas (ZV) y zona de la caseta Jaguar (ZJ) que compartieron estos registros. Por lo que se considera más acertado los resultados obtenidos con el exponencial de Shannon-Weiner.

Los índices de diversidad alfa, con los datos obtenidos en el muestreo con redes, mostraron un resultado interesante con las especies de sotobosque. La zona de visitas (ZV) es el sitio con mayor diversidad lo que puede sugerir que este sitio, al ser un sitio en recuperación en donde se están realizando acciones de conservación del bosque, se considere un ecotono, es decir que sea un área de transición entre un bosque intervenido y un bosque con las características de bosque maduro, con baja intervención como el de la zona de la caseta Jaguar (ZJ).

Para el método de monitoreo acústico, si se tiene en cuenta solo a las especies de dosel, se puede decir que este sitio, al presentar una menor diversidad, presenta pocos parches con zonas abiertas. A este resultado hay que adicionarle la detección de una especie indicadora, *Noctilio leporinus*, que sugiere que hay una fuente cercana de agua limpia con peces, y Salas (2008) reporta ver a esta especie pescando en una albarrada cerca del sitio donde fue grabada y, por lo tanto, a pesar de que se considera a esta zona como un área intervenida, es un sitio importante para su conservación.

Con la zona de la caseta Jaguar (ZJ), a pesar de que es un área categorizada como bosque maduro con pocos parches de fragmentación, los resultados de los índices de diversidad alfa no fueron los esperados en relación a una alta calidad de hábitat para el ensamblaje de murciélagos. Sin embargo, la cantidad de gremios encontrados en esta zona

sugiere que tiene una gran diversidad de alimentos para los distintos grupos tróficos. Una especie indicadora encontrada en este sitio fue *Chrotopterus auritus* que prefiere los bosques poco intervenidos ya que está especializada en una dieta de animales pequeños relacionados a bosques maduros (Medellín, 1989; Medellín et al., 2000; Tirira, 2011). Al igual que la zona de visitas (ZV), con las especies de sotobosque y considerando el exponencial de Shannon, el índice de diversidad sugiere que la zona de la caseta Jaguar (ZJ) posee pocos parches abiertos en donde forrajearían especies de vuelo alto o especies de borde de bosque.

La zona alta del cerro (ZAC) es el área más alta del Bosque Protector Cerro Blanco y por lo tanto el clima es diferente, presentando fuertes vientos y una temperatura promedio más baja, lo que puede explicar por qué es tan diferente la comunidad de murciélagos en este sitio. Cabe recalcar que en este sitio fue el único en reportar *Enchisthenes hartii* que es una especie no común que prefiere bosques no intervenidos, además de que se lo asocia a climas como el de la zona con vientos fuertes y lluvias (Barker y López, 1968; Arroyo-Cabrales y Owen, 1997; Tirira, 2007).

La zona de Tres Bocas (ZTB) está más cercana a los barrios pobres de la ciudad de Guayaquil y por lo tanto los efectos de la cacería furtiva, la tala de árboles, los incendios forestales y la contaminación son más evidentes (Salas, 2008). Durante la fase de campo de este estudio se reportaron tres incendios provocados en las áreas limítrofes con el Bosque Protector Cerro Blanco y otros factores de amenaza como la contaminación tanto sonora como por desperdicios pueden explicar la baja diversidad de especies, el que las especies capturadas sean las más comunes en todo el bosque y que solo se encontraron dos gremios (frugívoro y nectarívoro), además de que en esta área se reportaron mayor abundancia de las especies de espacio abierto lo que sugiere que dominan los parches de este tipo de bosque.

### 5.2.2 DOMINANCIA

Con el método tradicional el área con mayor dominancia fue la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB). Esto es un valor esperado ya que este sitio solo presentó especies comunes, en especial una gran abundancia de *Carollia brevicauda* y *Platyrrhinus matapalensis*. Estos resultados concuerdan con los de Álava (2008), sin embargo si se considera como porcentaje la dominancia es tan solo del 31%. El segundo sitio con mayor dominancia es la zona de la caseta Jaguar (ZJ) a pesar de ser el sitio más alejado de las poblaciones humanas. Este resultado pudo ser influenciado por la importante abundancia de *Glossophaga soricina*, *Platyrrhinus matapalensis* y *Sturnira luisi* registrada en este sitio. Los sitios con menor dominancia fueron la zona de visitantes (ZV) y la zona alta del cerro (ZAC) que tuvieron una baja abundancia relativa de las especies comunes (Figura 7 y Tabla 3).

Con el método de monitoreo acústico los sitios con mayor dominancia fueron la zona de visitantes (ZV) y la zona de la caseta Jaguar (ZJ) ya que la mayor abundancia en estos dos sitios se concentró en las sonoespecies de vespertiliónidos que son reportadas como las más comunes en este estudio (especies del género *Myotis*, Vespertilionidae sonoespecie 1 y *Eptesicus fuinalis*). La zona alta del cerro (ZAC) tuvo una menor dominancia y esto pudo deberse a que la abundancia no solo se concentró en *Myotis nigricans* sino también en *Molossus molossus* y Molossidae sonoespecie 1. La zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) mostró la menor dominancia y se debe a que esta área presenta relativamente poca riqueza (Figura 7 y Tabla 4).

### 5.2.3 DIVERSIDAD BETA

La Tabla 6 muestra la matriz de comparación de índices de Sørensen para el método tradicional que indica que los sitios con comunidades más similares son la zona de

visitantes (ZV) con la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB), y la zona de la caseta Jaguar (ZJ) con la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB). En este caso, las tres comunidades comparten alrededor del 50% de las especies a pesar de que estas zonas tienen distinto grado de intervención. Esto podría deberse a que las especies compartidas son las más comunes, en este caso *Glossophaga soricina*, *Platyrrhinus matapalensis* y *Sturnira luisi*, por lo tanto sus altas abundancias dan índices relativamente altos de semejanza en estos sitios.

Los sitios con comunidades menos parecidas son la zona de visitas (ZV) y la zona alta del cerro (ZAC) compartiendo tan solo el 30% de las especies, y esto es debido a las bajas abundancias de las especies en la zona alta del cerro (ZAC) y a la mayor riqueza en la zona de visitas (ZV); esto pudo deberse a la detectabilidad de los murciélagos en ZAC ya que, como se mencionó antes, el clima pudo afectar la eficacia de las redes y por lo tanto abundancias y riqueza menor.

Con el método de monitoreo acústico la matriz de comparación (Tabla 7) muestra que las zonas más similares son la zona de visitas (ZV) y la zona alta del cerro (ZAC) compartiendo alrededor de 70% de las especies, debido a que en estos dos sitios la especie más abundante fue *Myotis nigricans* y la presencia y abundancia de las demás especies es muy parecida entre los dos sitios, además ambas zonas están muy cercanas por lo que es probable que los individuos de las especies de vuelo alto registradas en ambas zonas sean los mismos.

Con menos similaridad están las zonas de la caseta Tres Bocas (ZTB) y de la caseta Jaguar (ZJ), compartiendo apenas un 10% de las especies. Este es un resultado esperado tomando en cuenta las abundancias de las especies comunes y raras y la diferencia en la riqueza de los dos sitios (zona de la caseta Tres Bocas: 10 especies y zona de la caseta

Jaguar: 14 especies). Esto podría deberse a la composición del bosque en ambas zonas y a la intervención humana en la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB), lo que provocó que en esta zona existan pocos parches de vegetación arbórea favoreciendo la aparición de especies de espacios abiertos. Por su lado, en la zona de la caseta Jaguar (ZJ) donde la intervención es mucho menor, el bosque es menos heterogéneo presentando pocos parches con espacios abiertos y por lo tanto especies adaptadas al vuelo dentro y en los bordes del bosque.

### **5.3 PREFERENCIA DE USO DE HABITAT**

#### **5.3.1 CURVAS DE RANGO-ACTIVIDAD RELATIVA**

Por la alta cantidad de pases de murciélagos, estas curvas solo se realizaron con los datos obtenidos con el muestreo de monitoreo acústico. Las cuatro curvas mostraron una diferencia en la estructura de las comunidades en los sitios de muestreo. La sonoespecie dominante en todos los sitios fue *Myotis nigricans*; sin embargo, la jerarquía de las sonoespecies siguientes es diferente para cada sitio (Figura 16). Tanto la zona de visitas (ZV), la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) y la zona alta del cerro (ZAC) presentan como registros de especies siguientes a sonoespecies de la familia Molossidae, la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) y la zona alta del cerro (ZAC) registraron a *Molossus molossus* a pesar de que en estos sitios no hubo capturas de individuos de esta especie con las redes de neblina. Otra especie abundante en todos los sitios fue *Eptesicus furinalis* que difiere su jerarquía en las diferentes zonas muestreadas. También *Saccopteryx bilineata* fue una especie común registrándose en tres sitios (Zona de visitas, zona alta del cerro y la zona de la caseta Jaguar), mientras que en la zona alta de cerro (ZAC) tuvo la menor actividad. Algunas sonoespecies solo se reportaron en un sitio, como *Noctilio leporinus* para la zona de visitas (ZV) y *Molossus rufus* para la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB).

Los registros de sonoespecies son un indicativo de de la influencia de los estratos arbóreos en las comunidades de murciélagos en los sitios muestreados. Especies como *Myotis nigricans*, *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae) y *Saccopteryx bilineata* (Emballonuridae) son especies forrajeadorasde espacio de borde. Por su parte, especies del género *Molossus* (Molossidae) y *Noctilio leporinus* (Noctilionidae) son de espacios abiertos así (Schnitzler y Kalko, 2001; Denzinger y Schnitzler, 2013). Esto sugiere que los parches de espacios abiertos de las zonas de visitas (ZV) y de la caseta Jaguar (ZJ) proporcionan un ambiente adecuado para la presencia de estas especies.

Por su parte, en zona alta del cerro (ZAC) mostró el mayor registro de especies de espacios de borde (especies del genero *Myotis*), esto se puede deber a la altura del sitio de muestreo, que forma un borde de bosque con la parte plana en la base del cerro ya que no se observaron parches de espacios abiertos. En el caso de la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) se detectaron más especies de espacio abierto, posiblemente por los parches amplios de espacios abiertos en esta zona producto de la intervención humana en especial por los incendios provocados.

### 5.3.2 ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIA

Para el método tradicional, de los tres ejes de la prueba, sólo se tomó en cuenta la dimensión 1 y 2 que explican el 77,61 % de la variación de los datos (Figura 17). En este caso se puede observar que tanto *Glossophaga soricina* y *Sturnira luisi*, como se mencionó anteriormente, son de costumbres generalistas y muy comunes y por la tanto no tienen una tendencia a preferir alguno de los sitios.

Para la zona de visitas (ZV) existen algunas especies que solo fueron registradas ahí, como *Cynomops greenhalli*, *Molossus molossus* y *Urodermabilobatum*; de éstas, los mólosidos fueron capturados con redes de neblina cerca de en un refugio artificial (antigua

cabaña de huéspedes). De acuerdo a Allen (1939), estas especies son tolerantes a los ambientes antrópicos y pueden ocupar espacios disponibles en edificaciones. Así mismo, *Artibeus aequatorialis* y *A. fraterculus* (Phyllostomidae) prefirieron esta zona a otras posiblemente debido a que este sitio presenta árboles de *Ficus* sp. en los que forrajejan (Emmons y Feer, 1997; Salas, 2008).

A pesar de que *Phyllostomus hastatus* es considerada una especie generalista y que prefiere hábitats intervenidos (Santos et al., 2003) el análisis mostró una preferencia por la zona de la caseta Jaguar (ZJ). Aunque su relación con este sitio no está definida y no concuerda con los estudios de Álava (2015) y Salas (2008), es probable que se hayan colocado las redes de neblina cerca de un refugio de esta especie, lo que pudo sesgar los resultados. También se puede considerar que la presencia de esta especie nos indica algún tipo de perturbación en el bosque. De igual forma *Platyrrhinus matapalensis*, por las abundantes plantas con frutos como *Ficus* sp. (Emmons y Feer, 1997; Salas, 2008), y *Chrotopterus auritus* que únicamente fue registrado en esta zona prefieren los hábitats con poca intervención y bosques primarios cercanos a este sitio.

*Carollia brevicauda*, a pesar de ser una especie común, mantiene una tendencia a preferir la zona de la caseta de Tres Bocas (ZTB). Esto puede deberse a que en las cercanías de esta zona existe un refugio artificial en la que habitaban alrededor de 20 individuos de esta especie, esto también concuerda con el estudio de Álava (2015) que encontró la mayor cantidad de individuos de esta especie en esta zona.

*Chiroderma villosum* y *Micronycteris megalotis* tuvieron una preferencia hacia la zona alta del cerro (ZAC) así como también el único individuo capturado en este estudio de *Enchisthenes hartii*, con las mismas condiciones y en el mismo área fue reportada por Salas (2008) y la relaciona con la baja alteración del bosque en esta zona.

Con el método de monitoreo acústico también se consideraron las dimensiones 1 y 2 que representaron el 90,87 % de la variación de los datos (Figura 18). Este método mostró que hubo sonoespecies que no mostraron ninguna tendencia a preferir alguno de los sitios como *Myotis nigricans*, *Eptesicus furinalis* y Phyllostomidae sonoespecie 1. Adicionalmente, ninguna de las sonoespecies reportadas en este estudio tuvo preferencia por el sitio ZAC.

Molossidae sonoespecie 1, *Noctilio leporinus* y *Saccopterix bilineata* mostraron una tendencia a preferir el sitio ZV y Vespertilionidae sonoespecie 2, Moormopidae sonoespecie 1 y *Molossus rufus* una tendencia por la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB). La zona de la caseta Jaguar (ZJ) tuvo más especies con preferencias por este sitio, siendo estas: Phyllostomidae sonoespecie 1, Vespertilionidae sonoespecie 1, *Artibeus aequatorialis*, *Carollia brevicauda* y *Glossophaga soricina*.

Sin embargo, hay que considerar que estas dos pruebas pueden compararse para entender de mejor manera la dinámica de las especies respecto a sus preferencias. Así, las especies sin una preferencia marcada por una de las zonas, corresponderían a las especies más comunes. Este es el caso de las especies de los gremios de frugívoros y nectarívoros, que si bien mostraron diferentes tendencias con las dos metodologías, no se las puede excluir de ninguna de las zonas muestreadas, y, según Medellín y colaboradores (2000) en su estudio, ni el tipo de bosque ni las cercanías a las zonas urbanas afectarían la dispersión de estas especies. Por lo que se puede decir que todas las zonas presentan algún grado de perturbación.

Otras especies comunes fueron las del gremio de los insectívoros de espacio de borde que son especies de amplia movilidad (Schnitzler y Kalko, 2001; Estrada-Villegas et al., 2010; Denzinger y Schnitzler, 2013) por lo que no fue raro detectarlas en todos los

entornos. Entre estas especies encontramos a *Myotis nigricans*, *Myotis* sonoespecies 2 y 3, y *Eptesicus furinalis* que fueron detectadas en todas las zonas y son especies de vuelo rápido que prefieren los espacios abiertos o de borde (Rydell et al., 2002).

De todos los resultados, el Análisis Factorial de Correspondencia es el que mejor representa la relación entre las especies y los sitios de muestreo, ya que hay especies que muestran una tendencia determinada hacia alguno de los sitios. Adicionalmente el índice de diversidad beta muestra que hay diferencias importantes entre los sitios de muestreo, tanto con los datos obtenidos del método tradicional como los obtenidos con el monitoreo acústico. La mayoría de las sonoespecies de murciélagos reportadas son de vuelo alto de espacio de borde (Schnitzler y Kalko, 2001; Denzinger y Schnitzler, 2013; Tabla 8) y, aunque las preferencias son menos obvias que con el método tradicional, las abundancias de estas sonoespecies varían según el área de muestreo. Esto sugeriría, como ya se ha mencionado, que cada sitio tiene una composición espacial diferente donde los espacios de borde son más comunes y por lo tanto las especies adaptadas a este tipo de vuelo aprovechan estos nichos.

Las zonas de vistas (ZV) y de la caseta Jaguar (ZJ) presentan parches de bosques abiertos y cerrados por lo que es obvio la abundante presencia de especies forrajeadoras de espacio de borde y también proporciona conectividad para las especies comunes del sotobosque. La zona alta del cerro (ZAC) no presenta parches de espacios abiertos por lo que las especies detectadas con monitoreo acústico son especies de borde en su mayoría y esto se puede deber al espacio de borde que se forma entre la colina y la base del cerro, lo que también sugiere que entre este sitio y la zona de visitas (ZV) hay mucha conectividad y esto se puede contrastar con la abundancia de *Molossus molossus* ya que puede que en la zona alta del cerro (ZAC) se detecte de mejor manera los individuos que salen del refugio ubicado en la zona de visitas (ZV).

Finalmente, los grandes parches de espacio abierto la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) podrían estar provocando una baja conectividad ente los bosques vecinos lo que también puede explicar la relativamente baja diversidad de sonoespecies y la presencia de las tres especies de espacio abierto reportadas en este estudio (las especies de la Familia Molossidae), así como también sólo registros de especies comunes de filostómidos que al ser generalistas se benefician de las infrutescencias de las especies vegetales pioneras y por lo tanto son más tolerantes a la transformación del ambiente (Medellín et al., 2000).

## 6. CONCLUSIONES Y RECONMENDACIONES

De acuerdo a los índices diversidad alfa y beta de murciélagos dentro de cada sitio, la zona de visitantes (ZV) es la más diversa en especies de sotobosque debido a la mezcla de zonas intervenidas y en recuperación, y la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB) en especies de dosel debido a los parches de zonas abiertas provocadas por la intervención humana. Las zonas de visitantes (ZV), de la caseta Tres Bocas (ZTB) y de la caseta Jaguar (ZJ) son las comunidades más parecidas en especies de sotobosque a pesar de ser bosques diferentes y esto es por la abundancia de las especies comunes, mientras que la zona de visita (ZV) y la zona alta del cerro (ZAC) son las más parecidas en especies de dosel debido a la poca distancia entre estas.

Las especies tienden a preferir ciertas zonas por sus características ecológicas, especialmente la disponibilidad de alimento o las distintas estrategias de forrajeo de cada especie, lo que hace que dependan de características físicas de las zonas en donde vuelan, así como de la cercanía de las zonas urbanas y su grado de perturbación.

Las zonas tienen diferente grado de perturbación y se relacionan con las cercanías a zonas urbanas. De esta forma tenemos que las zonas más intervenidas, como la zona de la caseta Tres Bocas (ZTB), y por lo tanto se capturaron especies comunes tolerantes a este tipo de hábitats de igual manera se grabaron especies adaptadas a espacios abiertos típicos de bosques intervenidos. Zonas con menos intervención o en recuperación como zona de visitas (ZV) tienen una gran diversidad ya que comparten especies comunes y raras. Y zonas poco intervenidas como la zona de la caseta Jaguar (ZJ) y la zona alta del cerro (ZAC) presentan especies características de estos bosques, limitadas por recursos que solo se encuentran en bosques maduros.

Adicionalmente se aportan datos importantes sobre presencia y abundancia de murciélagos insectívoros aéreos, que es un grupo poco estudiado y difícil de muestrear, así como también información sobre sus llamadas de ecolocación.

El método de monitoreo acústico es una herramienta muy útil para conseguir datos abundantes en corto tiempo de muestreo. Las llamadas obtenidas pudieron ser clasificadas y analizadas. Sin embargo se hace un tanto difícil obtener información comparable entre las dos metodologías, ya existe amplia diferencia las capturas y los pases de murciélagos es bastante amplia y al tratar de obtener un resultado con un mismo método estadístico o con un mismo índice de diversidad nos puede estar mostrando dos cosas distintas.

Ambas metodologías tienen debilidades que afectan en el análisis de datos, en el caso del método tradicional es la poca representatividad de especies insectívoras de vuelo alto, y en el caso del monitoreo acústico, la baja capacidad de detección de murciélagos filostómidos. Las dos metodologías son complementarias y evalúan la diversidad de manera eficaz.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Álava, L. (2015). Diversidad y abundancia de la quiropterofauna en el Bosque Protector Cerro Blanco como indicador de su estado de conservación. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil.
- Alvarez, J., Willig, M. R., Jones, J. K. (1991). *Glossophaga soricina*. Mammalian species, 379:1-7.
- Agranat, I. (2013). Bat species identification from zero crossing and full spectrum echolocation calls using Hidden Markov Models, Fisher scores, unsupervised clustering and balanced winnow pairwise classifiers. The Journal of the Acoustical Society of America, 133(5):3311-3311.
- Allen, G. M. (1939). Bats. Dover Publications, Inc., pp. 284. Nueva York.
- Arroyo-Cabrales, J., y Owen, R. D. (1997). *Enchisthenes hartii*. Mammalian Species, 546:1-4.
- Barboza, K. (2009). Estructura de la Comunidad de murciélagos insectívoros aéreos en zonas externas del Monumento Barro Colorado, Panamá. Tesis de Máster. Universidad Central del Ecuador.
- Barboza K; Pérez-Zubieta. J.C.; Kalko E.K.V.; Aguirre L.F.; Estrada-Villegas S., Ossa G. (2009). La importancia del monitoreo acústico en el estudio de las comunidades de murciélagos en Latinoamérica. pp. 30-31. En: Memorias del Primer Simposio Ecuatoriano sobre Investigación y Conservación de Murciélagos (Tirira, D. ed).
- Barboza, K., Aguirre, L., Perez, J., Kalko, E. (2013). Habitat use by aerial insectivorous bat in shoreline areas of Barro Colorado Nature Monument, Panama. *Chiroptera Neotropical*, 19(3):44-56.

- Barker, R. y López, G. (1968). Notes on some bats of Tamaulipas. *Southwestern Naturalist*, 13:361-362.
- Blondel, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? *Oikos*, 100:223–231.
- Brito, J., Camacho, M. A., Vallejo, A. F. 2016. *MammaliaWebEcuador*. Versión 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/mamiferos/MamiferosEcuador/>>, (19/12/2016).
- Burneo, S. y Tirira, D. (2014). Murciélagos del Ecuador: Un análisis de sus patrones de riqueza, distribución y aspectos de conservación. *Therya*, 5(1):197-228.
- Camacho, M. A. 2014. Registro de datos, preparación, y preservación de especímenes mastozoológicos: Procedimientos para colectas de campo. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Museo de Zoología sección Mastozoología, pp. 19-33. <<http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/Recursos/InfoGeneralFichas>>, (04/08/2016).
- Castaño, J. H., Botero, J. E., Velásquez, S., Corrales, J. D. (2004). Murciélagos en agroecosistemas cafeteros de Colombia. *Chiroptera Neotropical*, 10(1-2):196-199.
- Chincheró, M. A., Santiana, J., Iglesias, J., Neill, D. (2013). Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo pp. 56-58. En: Ministerio del Ambiente del Ecuador Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Coello, J. (2012). Seguimiento y control del cumplimiento del Plan de manejo ambiental de las canteras del Cantón Guayaquil. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Universidad de Guayaquil.

- Clarke, F., Pio, D., Racey, P. (2005). A comparison of logging systems and bat diversity in the Neotropics. *Conservation Biology*, 19(4):1194-1204.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS*: Statistical estimation of species richness and shared species for samples. Version 9.
- Corben, C. (2002). Zero-Crossings analysis for bat identification: an overview. pp. 95-110. En: Brigham, M., Kalko, E.K.V., Jones, G., Parsons, S. y Limpens, H.J.G.A. (eds.) *Bat echolocation research, tools techniques and analysis*. Bat Conservation International, Austin.
- Cummins, K. W. 1974. Structure and function of stream ecosystems. *BioScience*, 24:631–641.
- Cun, E. P. (2012). Evaluación de la efectividad de manejo del Bosque Protector Cerro Blanco (BPCB) como estrategia en la planificación y gestión de la reserva (Provincia del Guayas-Ecuador). Tesis de Grado para la obtención del título de Magister en Ciencias con énfasis en manejo sustentable de recursos bioacuáticos y medio ambiente. Universidad de Guayaquil.
- Denzinger, A. y Schnitzler, H. U. (2013). Bat guilds, a concept to classify the highly diverse foraging and echolocation behaviors of microchiropteran bats. *Frontiers in Physiology*. 4:164-164.
- Emmons, L. H., y Feer, F. (1997). *Neotropical rainforest mammals. A field guide*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Espinoza, A., Aguirre, L., Galarza, M. I., Gareca, E. (2008). Ensamble de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque montano del Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 15(2):297-308.

- Estrada-Villegas, S., Meyer, C.F.J. y Kalko, E.K.V. (2010). Effects of tropical fragmentation on aerial insectivorous bats in a land-bridge island system. *Biological Conservation*.
- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits, W. J., Van Buskirk, J., McCollum, S. A. (1996). Simplifying the jargon of community Ecology: A conceptual approach. *The American Naturalist*, 147(2):282-286.
- Fenton, M.B. (2002). Reporting: essential information and analysis. pp. 133-140. En: Brigham, M., Kalko, E.K.V., Jones, G., Parsons, S. y Limpens, H.J.G.A. (eds.) *Bat echolocation Research: tools, techniques and analysis*. Bat Conservation International, Austin.
- Fenton, M.B. (2003). Eavesdropping on the echolocation and social calls of bats. *Mammal Society*, 33:193-204
- Fenton, M.B. (2013). Questions, ideas and tools: Lessons from bat echolocation. *Animal Behaviour*, 85:869-879.
- Fenton, M. y Simmons, N. (2015). *Bats: A world of science and mystery*. University of Chicago Press, pp. 14.
- Fisher, R., Corbet, A., William, C. (1943). The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12:42-58.
- Forman, R. T. y Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, pp. 91. New York.

- Franklin, J. (1993). The fundamentals of ecosystem management with applications in the Pacific Northwest. pp. 127-145, En: Aplet, G.H., Johnson, N., Olson, J.T. y Sample, V.A. (eds.). (1993). *Defining Sustainable Forestry*. Island Press, Washington D.C.
- Gannon, M. R., Willig, M. R., Jones, J. K. (1989). *Sturnira lilium*. Mammalian species, 333:1-5.
- Gannon, M. R., & Willig, M. R. (1998). Long-term monitoring protocol for bats: lessons from the Luquillo Experimental Forest of Puerto Rico. *Forest biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean. Research and Monitoring. Man and the Biosphere Series*, 21:271-291.
- Giannini, N. y Kalko, E. (2004). Trophic structure in a large assemblage of Phyllostomid bats in Panama. *Oikos*, 105:209-220.
- Gorrensens, P.M. y Willig, M.R. (2004). Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85:688-697.
- Guisande, C, Vaamonde, A. Barreiro, A. (2014). "RWizard Software." University of Vigo. Spain.
- Guisande, C, Vaamonde, A. Barreiro, A. (2016). "Package StatR." University of Vigo. Spain.
- Hammer, Ř., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1-9.
- Harvey, C. y Gonzales, J. (2007). Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. 16:2257-2292.

- Hayes, J. P. (1997). Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *Journal of Mammalogy*, 78:514-524.
- Horstman, E. (1998). Plan de Manejo del Bosque Protector Cerro Blanco. Guayaquil.
- Huston, M. (1994). *Biological Diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, pp. 558-560. New York.
- Hutchinson, G. E. (1959). Homage to Santa Rosalia of why are there so many kinds of animals? *American Naturalist*, 93:145–159.
- Iglesias, J., Chinchero, M. A. (2013). Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, pp. 68-69. En: Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Iglesias, J., Chinchero, M. A., Navarro, G. (2013). Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, pp. 70-73. En: Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Iglesias, J. y Santiana, J. (2013). Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo, pp. 55-56. En: Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Jones, G. (1999). Scaling of echolocation call parameters in bats. *The Journal of Experimental Biology*, 202(23):3359-3367.

- Jones, G., Jacobos, D., Kunz, T., Willig, M., Racey, P. (2009). *Carpe noctem*: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8:93–115.
- Josse, C., Chinchero, M. A., Iglesias, J., Santiana, J. (2013). Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial, pp. 72-73. En: Ministerio del Ambiente del Ecuador. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Kalko, E. (1998). Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101:281-297.
- Kick, S. A. (1982). Target-detection by the echolocating bat, *Eptesicus fuscus*. *Journal of Comparative Physiology*, 145(4):431-435.
- Laurance, W. F. (2007). Have we overstated the tropical biodiversity crisis?. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(2):65-70.
- Laurance, W. F., Sayer, J., Cassman, K. G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in ecology & evolution*, 29(2);107-116.
- Lemen, C., Freeman, P. W., White, J. A., Andersen, B. R. (2015). The problem of low agreement among automated identification programs for acoustical surveys of bats. *Western North American Naturalist*, 75(2):218-225
- López-Baucells, A., Rocha, R., Bobrowiec, P. E. D., Palmeirim, J. M., Meyer, C. F. J. (2016). Field guide to Amazonian Bats. Editora INPA. Manaus.
- MacSwiney, M., Clarke, F., Racey, P. (2008). What you see is not what you get: the role of ultrasonic detectors in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 45:1364–1371

- Magurran, A. E. (1988). Why diversity? En: Ecological diversity and its measurement, pp. 1-5. Springer. Netherlands
- Magurran, A. E. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, pp. 18-59. Oxford. United Kingdom.
- Masters, W. M., Jacobs, S. C., Simmons, J. A. (1991). The structure of echolocation sounds used by the big brown bat *Eptesicus fuscus*: some consequences for echo processing. The Journal of the Acoustical Society of America, 89(3):1402-1413.
- Medellín, R. A. (1989). *Chrotopterus auritus*. Mammalian Species, 343:1-5.
- Medellin, R., Equihua, M., Amín, M. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforests. Conservation Biology, 14:1666-1675.
- Miller, B. (2003). Community ecology of the non-Phyllostomid bats of Northwestern Belize, with a landscape level assessment of the bats of Belize. Dissertation of Doctor of Philosophy by Research. University of Kent Durrell Institute of Conservation and Ecology, Canterbury.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA, pp. 84. Zaragoza, España.
- 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(4):1249-1261

- Moss, C. (2001). Auditory scene analysis by echolocation in bats. *Journal of Acoustical Society of America*, 110(4):2207-2226.
- Murphy, M. A. (2015). Vocalizations, feeding and flight behaviour of nectar-feeding bats (*Glossophaga soricina* and *Leptonycteris yerbabuenae*). Doctoral dissertation. The University of Western Ontario.
- Murray, K. L., Britzke, E. R., Hadley, B. M., Robbins, L. W. (1999). Surveying bat communities: a comparison between mist nets and the Anabat II bat detector system. *Acta Chiropterologica*, 1(1):105-112
- Neuweiler, G. (1989). Foraging ecology and audition in echolocating bats. *Trends in Ecology & Evolution*, 4:160–166.
- O'Farrel, M., Miller, B. (1999). Use of vocal signatures for the inventory of free-flying Neotropical bats. *Biotropica*, 31(3):507-516.
- Odum, E. (1985). *Fundamentos de Ecología*. Nueva editorial Interamericana. México, pp. 292-299
- Patterson, B., Willig, M., Stevens, R. (2003). Trophic strategies, niche partitioning, and patterns of ecological Organization, pp. 536-539. En: Kunz, T. y M. Fenton (eds). *Bat ecology*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Pimm S.L. y Raven, O. (2000). Biodiversity: extinction by numbers. *Nature*, 403:843-845.
- Reis, N.R. y Muller, M.F. (1995). Bat diversity of forest and open areas in a subtropical region of South Brazil. *Ecología Austral*, 5:31–36.
- Ricklefs, R. (1998). *Invitación a la Ecología*. Editorial Médica Panamericana, pp. 573-575. Madrid, España.

- Rivera-Parra, P. (2011). Caracterización de la Fauna de quirópteros del Parque Nacional Yasuní en base a llamadas de ecolocalización. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rivera-P, P. y Burneo, S. (2013). Primera biblioteca de llamadas de ecolocalización de murciélagos del Ecuador. *Therya*, 4(1):79-88.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37:317–350.
- Rydell, J., Arita, H. T., Santos, M., Granados, J. (2002). Acoustic identification of insectivorous bats (order Chiroptera) of Yucatan, Mexico. *Journal of Zoological Society of London*, 257(1):27-36.
- Salas, J. (2008). Murciélagos del Bosque Protector Cerro Blanco (Guayas-Ecuador). *Chiroptera Neotropical*, 14(2):397-402.
- Salas, J. (2013). Propuesta para la Declaración del Bosque Protector Cerro Blanco, como Área Importante de Conservación de Mamíferos. Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de los Murciélagos. Informe no publicado.
- Santos M., Aguirre, L., Vásquez, L., Ortega, J. (2003). *Phyllostomus hastatus*. *Mammalian Species*, 722:1-6.
- Schnitzler, H. y Kalko, E. (1998). How echolocating bats search and find food. pp.183-196 En: *Bat Biology and Conservation* (Kunz, T. y Racey, P. eds) Smithsonian Institution Press. Washington.
- Schnitzler, H-U. y Kalko, E.K.V. (2001). Echolocation by insect-eating bats. *BioScience*, 51:557–569.

- Schoener, T. W. (1986). Overview: kinds of ecological communities-ecology becomes pluralistic. pp. 467-479. En: Community Ecology (J. Diamond and T. Case, eds.). Harper & Row, New York.
- Simmons, N.B. y Voss, R.S. (1998) The mammals of Paracou, French Guiana: a neotropical lowland rainforest fauna. Bulletin of the American Museum of Natural History, 237:1–219.
- Surlykke, A. y Kalko, E. K. (2008). Echolocating bats cry out loud to detect their prey. PLoSone, 3(4):e2036.
- Surlykke, A., y Moss, C. F. (2000). Echolocation behavior of big brown bats, *Eptesicus fuscus*, in the field and the laboratory. The Journal of the Acoustical Society of America, 108(5):2419-2429.
- Taylor, L. R. (1978). Bates, Williams, Hutchinson-a variety of diversities, pp. 1-18 En: Diversity of insect faunas (Mound, L & Warloff, N. eds.). Blackwell, Oxford.
- Tirira, D. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Quito, pp. 312, 327.
- Tirira, D. (ed). (2011). Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2da. edición. Fundación Mamíferos y Conservación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 8. Quito.
- Tirira, D. (2016). Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies / Mammals of Ecuador: Updated checklist species. Versión 2016.2. Asociación Ecuatoriana de

Mastozoología y Fundación Mamíferos y Conservación. Quito.  
<[www.mamiferosdeecuador.com](http://www.mamiferosdeecuador.com)> (actualización: 2016-12-30).

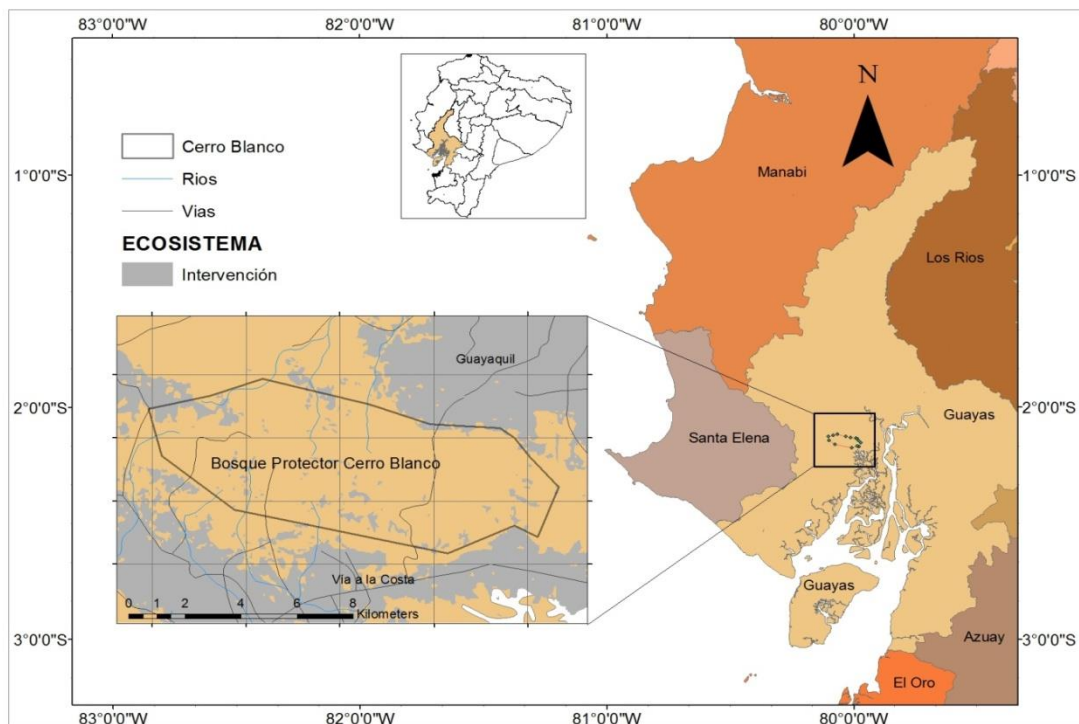
Toumisto, H. (2010). A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*, 33:2-22.

Vaughan, N., Jones, G., Harris, S. (1997). Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters. *Bioacoustics*, 7:189-207.

Williams-Guillén, K., Perfecto, I. (2011). Ensemble composition and activity levels of insectivorous bats in response of management intensification in coffee agroforestry systems. *PLoS ONE*, 6 (1):e16502.

Whittaker, R. H. (1972). Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21:213-251.

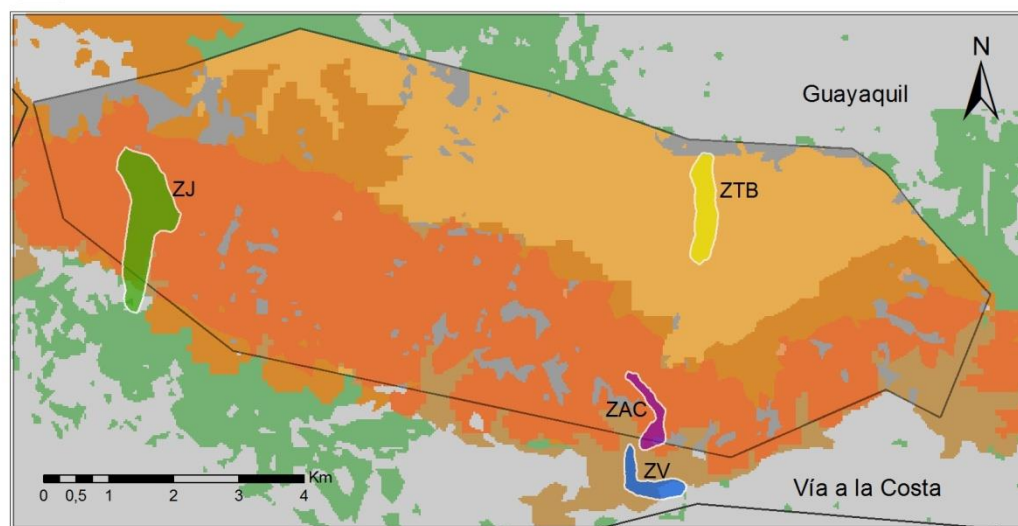
**8 FIGURAS**



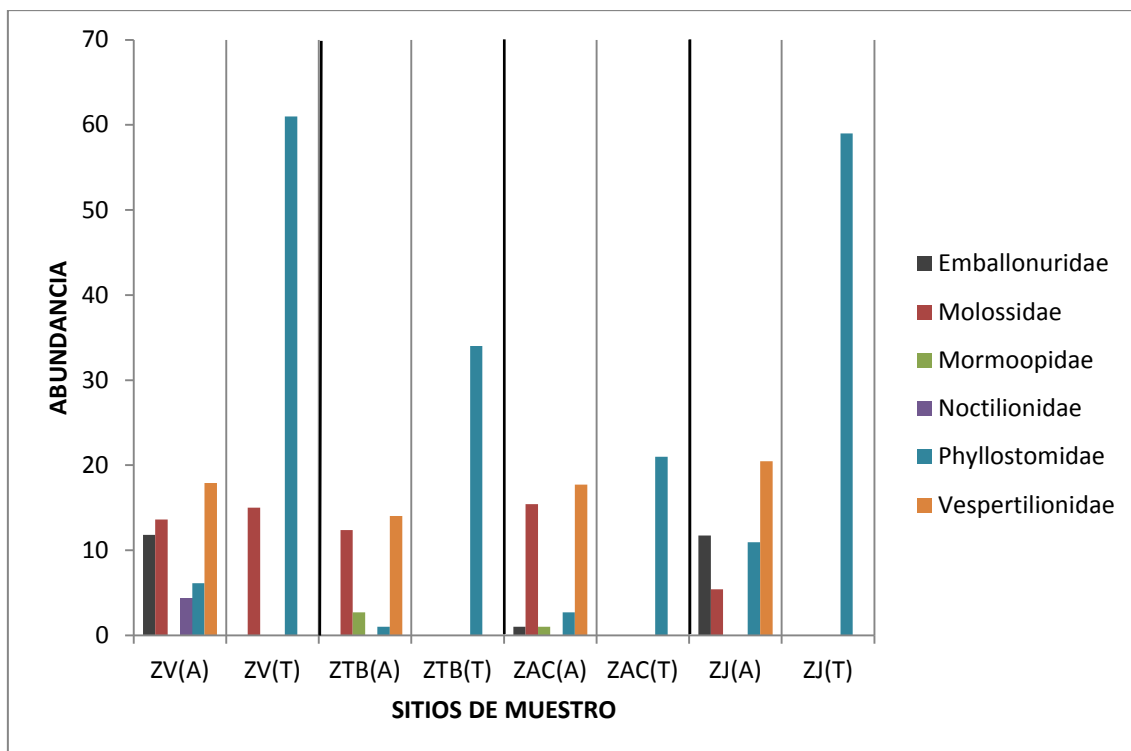
#### Ecosistemas Bosque Protector Cerro Blanco

##### ECOSISTEMA

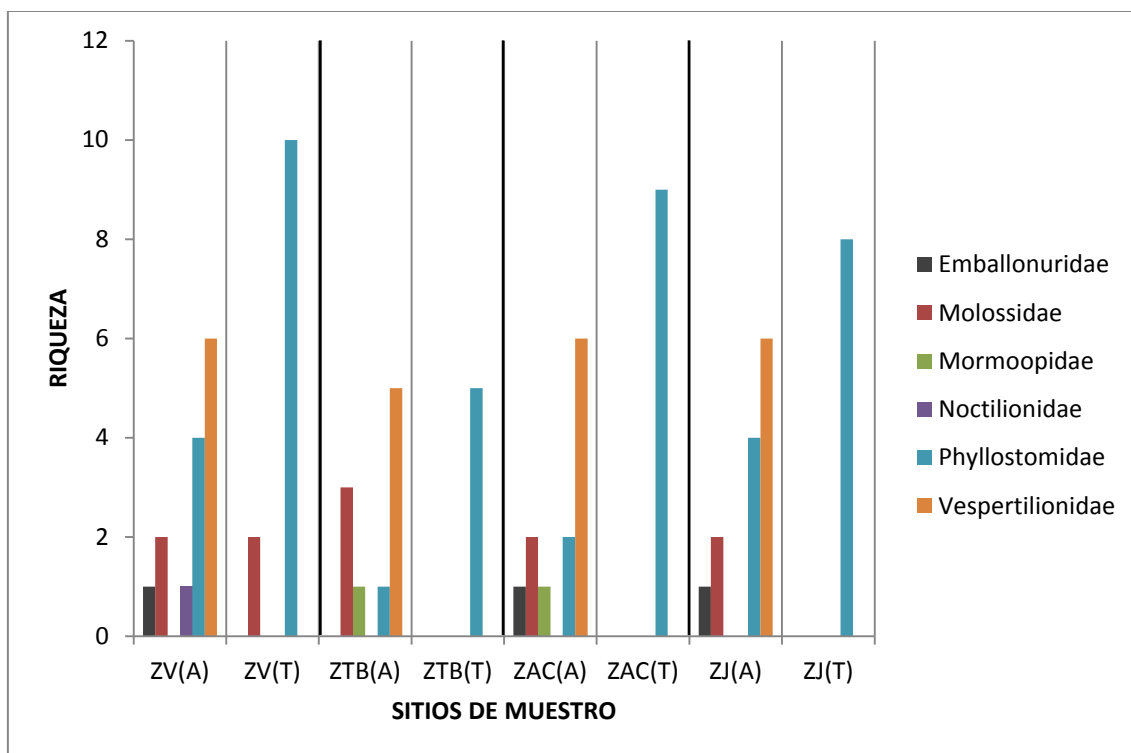
- Bosque semidecíduo de Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial
- Bosque semidecíduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacifico Ecuatorial
- Intervención
- Zona de la caseta Tres Bocas (ZTB)
- Zona alta del Cerro (ZAC)
- Zona de la caseta Jaguar (ZJ)
- Zona de Visitantes (ZV)



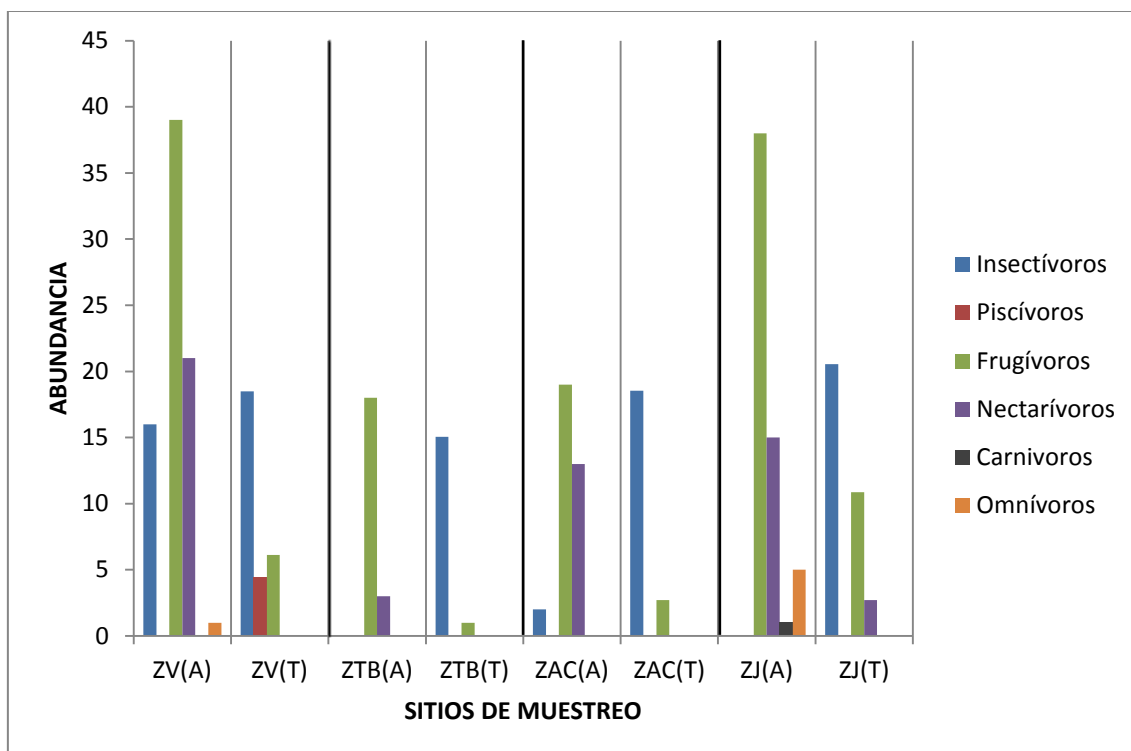
**Figura 1.** Área de estudio. Perímetro del Bosque Protector Cerro Blanco. Tipos de bosques presentes según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental y sitios de muestreo (ZV, ZTB, ZAC, ZJ).



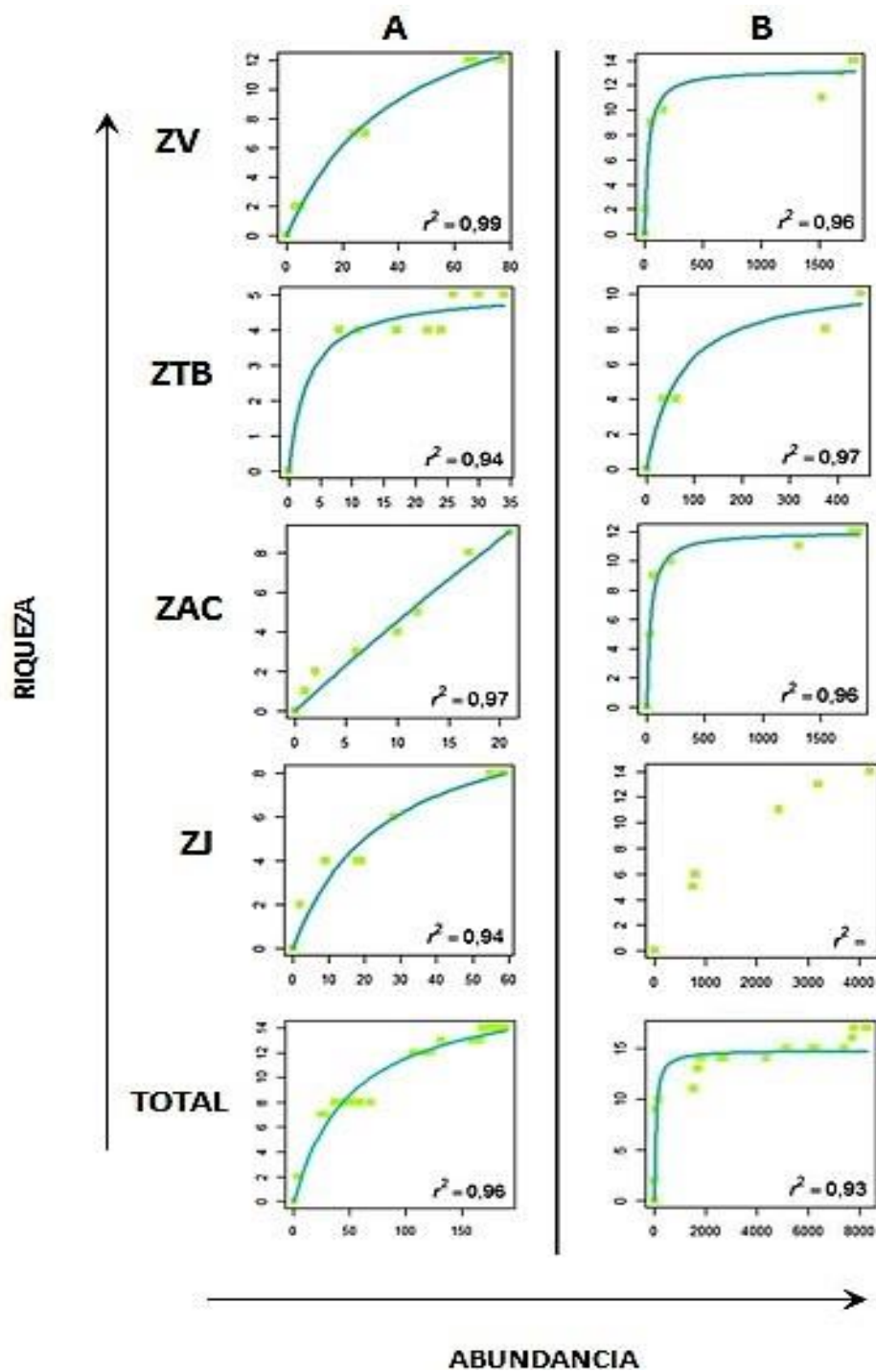
**Figura 2.** Comparación de abundancia de especies en cada familia entre ambos métodos para cada sitio muestreado (ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar; (T): método tradicional y (A): monitoreo acústico). Los datos tienen una transformación logarítmica ( $\log 1,5 + 1$ ) con el objetivo de mostrar a todas las familias en la figura por lo que eje Y no muestra la cantidad original de los datos.



**Figura 3.** Comparación de riqueza de especies de cada familia entre ambos métodos para cada sitio muestreado (ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar; (T): método tradicional y (A): monitoreo acústico).

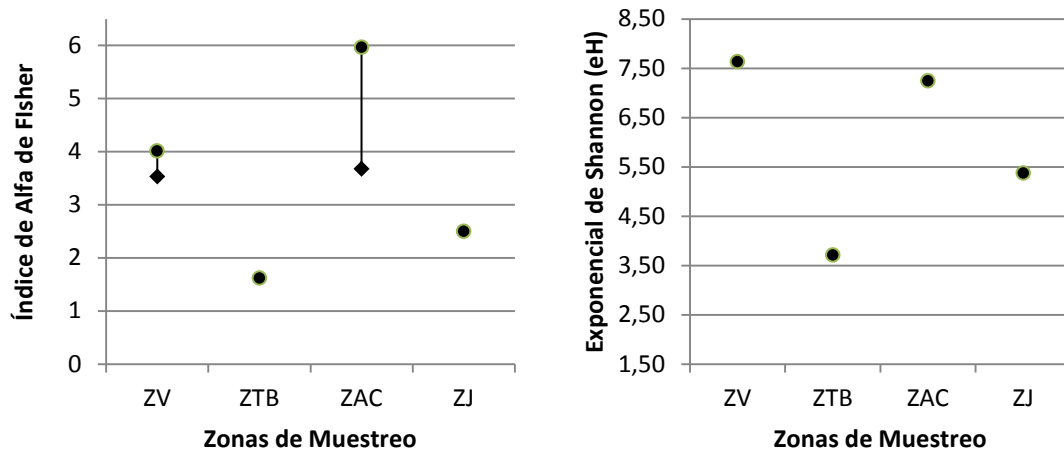


**Figura 4.** Comparación de abundancia de individuos de cada gremio entre ambos métodos para cada sitio muestreado (ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar; (T): método tradicional y (A): monitoreo acústico). Los datos tienen una transformación logarítmica ( $\log 1,5 + 1$ ) con el objetivo de mostrar a todos los gremios en la figura por lo que eje Y no muestra la cantidad original de los datos.

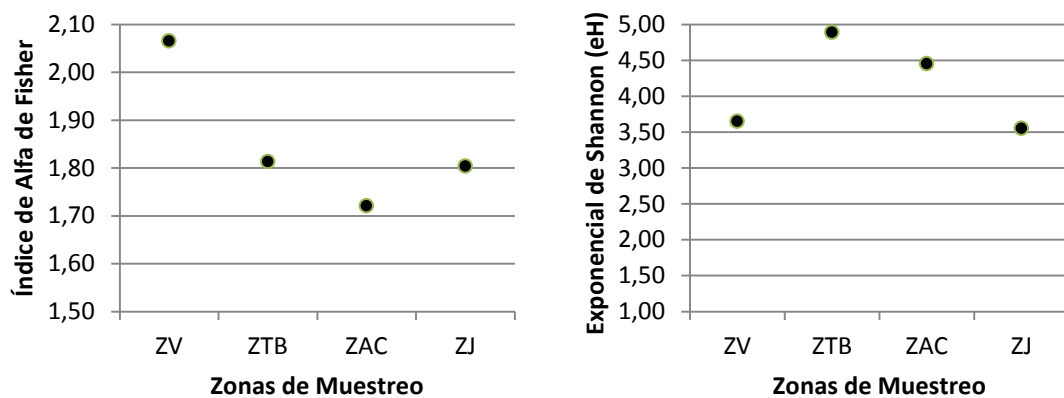


**Figura 5.** Curvas de acumulación con ajuste de Clench para cada uno de los sitios y para cada metodología (A: Método tradicional, B: Monitoreo Acústico. ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar).

A

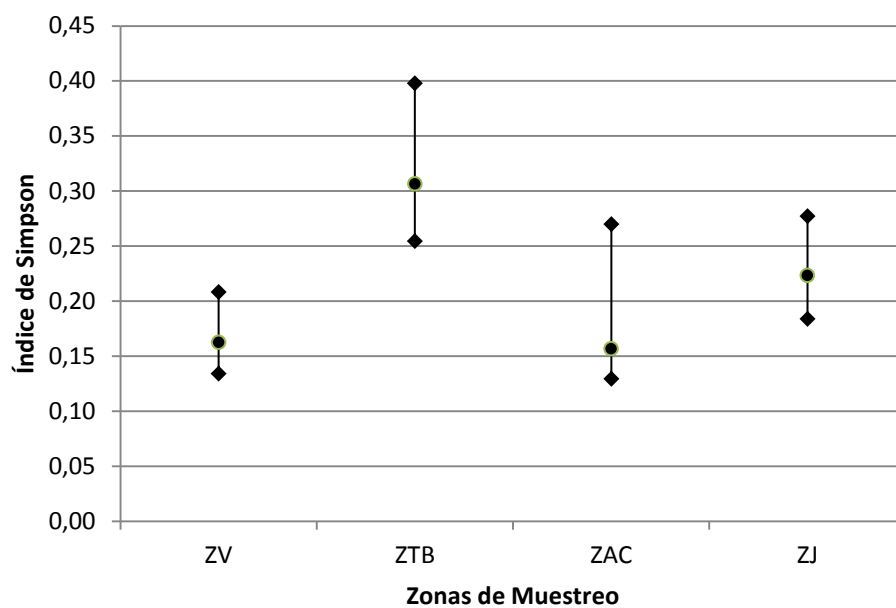


B

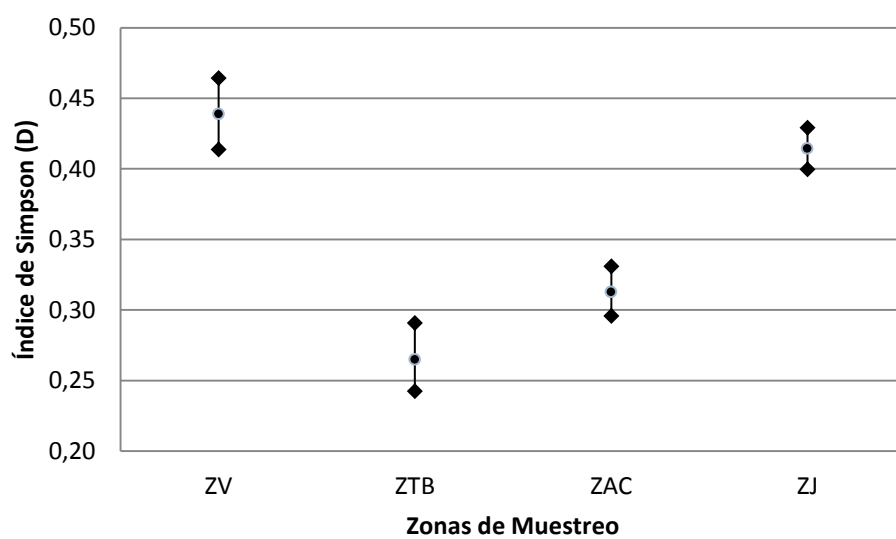


**Figura 6.** Cuadro de comparación de los índices de diversidad de alfa de Fisher (alpha) y Shannon-Wiener (eH) para cada uno de los sitios y entre ambas metodologías (A: Método tradicional, B: Monitoreo Acústico, ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar).

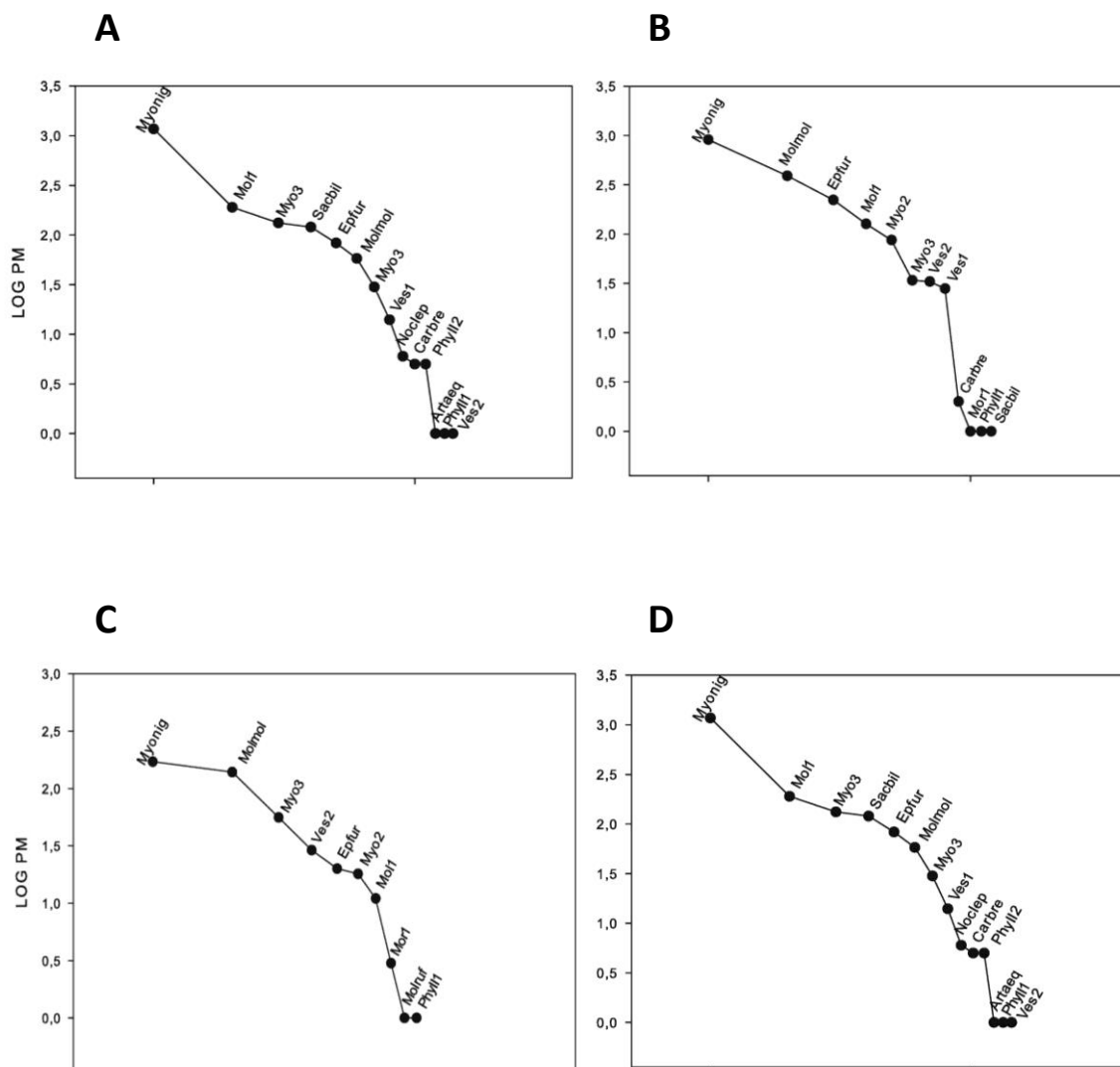
A



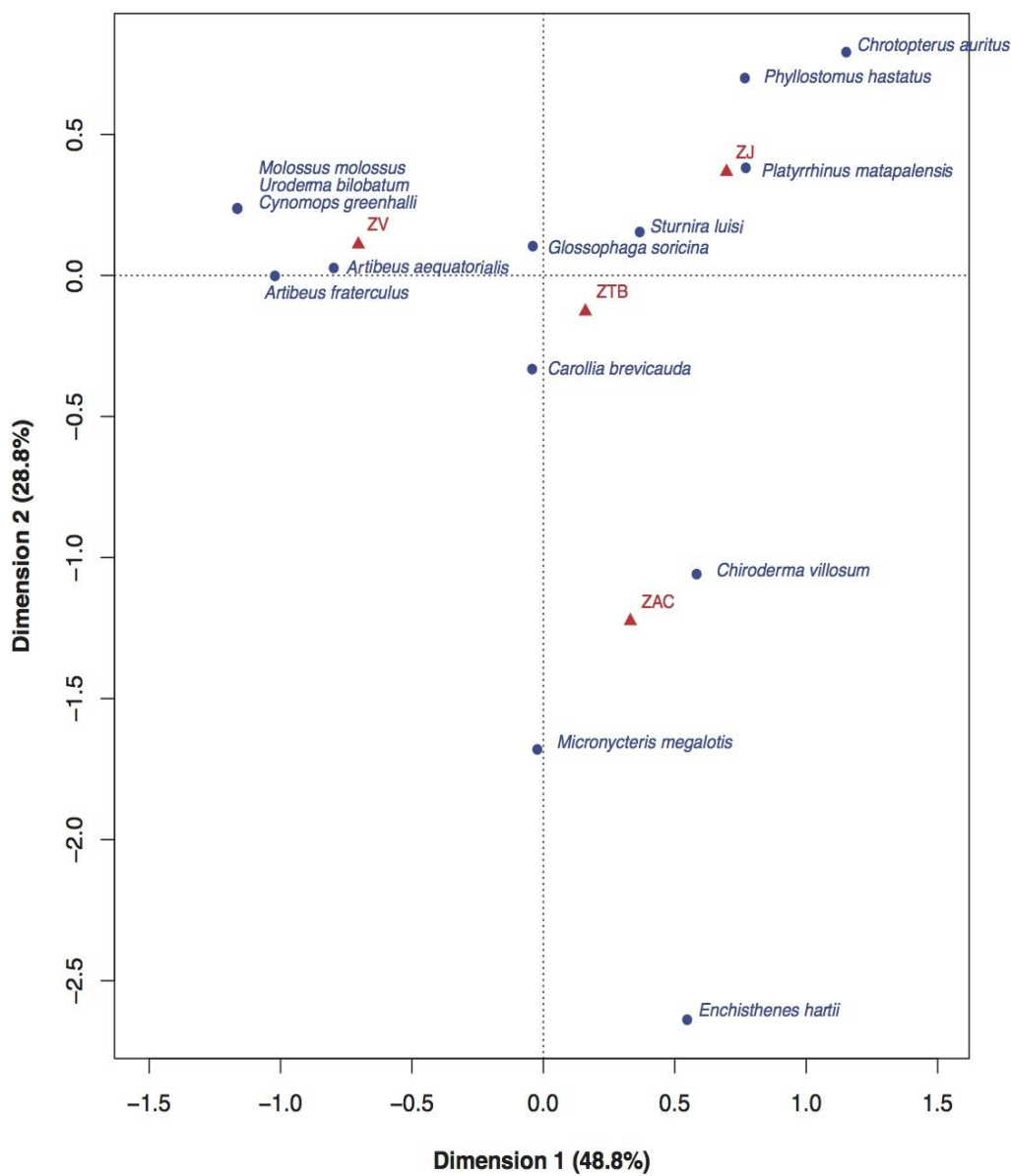
B



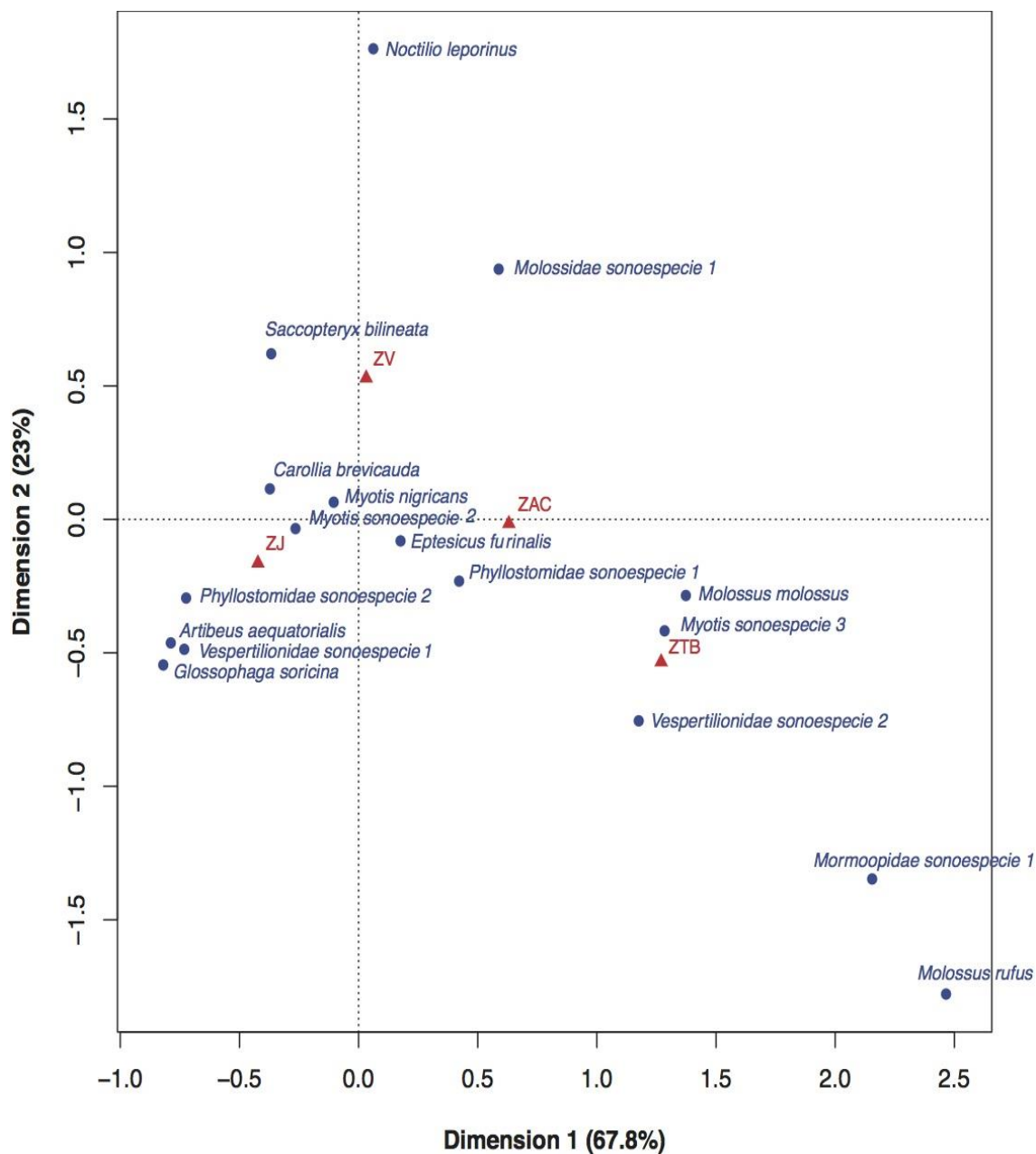
**Figura 7.** Cuadro de comparación del índice de dominancia de Simpon para cada uno de los sitios y entre ambas metodologías (A: Método tradicional, B: Monitoreo Acústico, ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar).



**Figura 8.** Curvas de rango-actividad relativa para A: zona de visitantes, B: zona alta del cerro, C: zona de la caseta Tres Bocas, D: zona de la caseta Jaguar. Donde Artaeq: *Artibeus aequatorialis*, Carbre: *Carollia brevicauda*, Epfur: *Eptesicus furinalis*, Glosor: *Glossophaga soricina*, Mol1: Molossidae sonoespecie 1, Molmol: *Molossus molossus*, Molruf: *Molossus rufus*, Mor1: Mormoopidae sonoespecie 1, Myo2: *Myotis* sonoespecie 2, Myo3: *Myotis* sonoespecie 3, Myo1: *Myotis nigricans*, Noclep: *Noctilio leporinus*, Phyll1: Phyllostomidae sonoespecie 1, Phyll2: Phyllostomidae sonoespecie 2, Sacbil: *Saccopteryx bilineata*, Ves1: Vespertilionidae sonoespecie 1, Ves2: Vespertilionidae sonoespecie 2.



**Figura 9.** Análisis Factorial de Correspondencia con el número de murciélagos capturados. Los triángulos rojos indican los sitios muestreados (ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar) y los círculos azules las especies capturadas.



**Figura 10.** Análisis Factorial de Correspondencia con el número de pases de murciélagos. Los triángulos rojos indican los sitios muestreados (ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar) y los círculos azules las especies grabadas.

**9 TABLAS**

**Tabla 1.** Esfuerzo de muestreo en noches y horas para todos los sitios (ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar) de muestreo y para cada metodología.

Método monitoreo			Método tradicional				
sitio	No ches	oras	sitio	Re des	H oras	No ches	Ho ras/red
V	8	4	V	12	6	8	48
TB	8	8	TB	12	6	8	48
AC	8	2	AC	12	6	8	48
J	8	4	J	12	6	8	48
<b>otal</b>	<b>33</b>	<b>88</b>	<b>otal</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>33</b>	<b>192</b>

**Tabla 2.** Lista de especies grabadas y capturadas, y cantidad por área de muestro (ZV: zona de visitantes, ZTB: zona de la caseta Tres Bocas, ZAC: zona alta del cerro y ZJ: zona de la caseta Jaguar; PM: pases de murciélago y C: capturas). Se marcan con una (X) las especies que fueron grabadas o capturadas.

Especies / sonoespecies de murciélagos	Capturada en red	Grabada	ZV		ZTB		ZAC		ZJ		Total	
			PM	C	PM	C	PM	C	PM	C	PM	C
<b>Phyllostomidae</b>												
<i>Artibeus fraterculus</i>	x	x	1	11	0	0	0	1	27	0	28	12
<i>Artibeus aequatorialis</i>	x		0	9	0	0	0	1	0	1	0	11
<i>Carollia brevicauda</i>	x	x	5	7	0	12	2	3	12	2	19	24
<i>Chiroderma villosum</i>	x		0	1	0	1	0	6	0	4	0	12
<i>Chrotopterus auritus</i>	x		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Enchisthenes hartii</i>	x		0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Glossophaga soricina</i>	x	x	0	21	0	13	0	3	3	15	3	52
<i>Micronycteris megalotis</i>	x		0	1	0	0	0	2	0	0	0	3
<i>Phyllostomus hastatus</i>	x		0	1	0	0	0	0	0	5	0	6
<i>Platyrrhinus matapalensis</i> cf.	x		0	3	0	2	0	2	0	19	0	26
<i>Sturnira luisi</i>	x		0	6	0	6	0	2	0	12	0	26
<i>Uroderma bilobatum</i>	x		0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Phyllostomidae sonoespecie 1		x	1	0	1	0	1	0	2	0	5	0
Phyllostomidae sonoespecie 2		x	5	0	0	0	0	0	41	0	46	0
<b>Molossidae</b>												
<i>Cynomops greenhalli</i>	x		0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Molossus molossus</i>	x	x	58	14	139	0	390	0	8	0	595	14
Molossidae sonoespecie 1		x	190	0	11	0	127	0	1	0	329	0
<i>Molossus rufus</i>		x	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<b>Vespertilionidae</b>												
<i>Eptesicus furinalis</i> cf.		x	83	0	20	0	222	0	270	0	595	0
<i>Myotis nigricans</i>		x	1168	0	171	0	907	0	2567	0	4813	0
<i>Myotis</i> sonoespecie 2		x	132	0	18	0	87	0	400	0	637	0

<i>Myotis</i> sonoespecie 3	x	30	0	56	0	34	0	13	0	133	0
Vespertilionidae sonoespecie 1	x	14	0	0	0	28	0	745	0	787	0
Vespertilionidae sonoespecie 2	x	1	0	29	0	33	0	19	0	82	0
<b>Noctilionidae</b>											
<i>Noctilio leporinus</i>	x	6	0	0	0	0	0	0	0	6	0
<b>Emballonuridae</b>											
<i>Saccopteryx bilineata</i>	x	120	0	0	0	1	0	117	0	238	0
<b>Mormoopidae</b>											
Mormoopidae sonoespecie 1	x	0	0	3	0	1	0	0	0	4	0
<b>Total</b>		<b>1814</b>	<b>76</b>	<b>449</b>	<b>34</b>	<b>1833</b>	<b>21</b>	<b>4225</b>	<b>59</b>	<b>8321</b>	<b>190</b>

**Tabla 3.** Riqueza estimada, observada y representatividad obtenidas con la curva de acumulación con el ajuste de Clench, y estimador Chao 1, índices de alfa de Fisher, Shannon y Simpson, para todos los sitios muestreados con la metodología tradicional.

<b>Redes</b>	<b>ZV</b>	<b>ZTB</b>	<b>ZAC</b>	<b>ZJ</b>
<b>S observado</b>	12	5	9	8
<b>S estimado</b>	18,9	5,1	-	11,41
<b>Representatividad</b>	63%	98%	-	70%
<b>Chao-1</b>	22	5	9,75	8,5
<b>Fisher alpha</b>	4,008	1,617	5,966	2,497
<b>Exponencial de Shannon</b>	7,63	3,71	7,24	5,37
<b>Simpson</b>	0,162	0,306	0,156	0,223

**Tabla 4.** Riqueza estimada, observada y representatividad obtenidas con la curva de acumulación con el ajuste de Clench, y estimador Chao 1, índices de alfa de Fisher, Shannon y Simpson para todos los sitios muestreados con la metodología de monitoreo acústico.

<b>Grabaciones</b>	<b>ZV</b>	<b>ZTB</b>	<b>ZAC</b>	<b>ZJ</b>
<b>S observado</b>	14	10	12	14
<b>S estimado</b>	13,3	10,88	11,99	-
<b>Representatividad</b>	105%	92%	100%	-
<b>Chao-1</b>	17	11	13,5	14
<b>Fisher alpha</b>	2,065	1,813	1,721	1,804
<b>Exponencial de Shannon</b>	3,65	4,89	4,45	3,55
<b>Simpson</b>	0,438	0,264	0,312	0,414

**Tabla 5.** Riqueza observada, estimada y representatividad obtenidas con la curva de acumulación con el ajuste de Clench, y estimador Chao 1 para cada metodología usada.

	<b>Tradicional</b>	<b>Monitoreo</b>
<b>S estimado</b>	17.6	14.8
<b>S observado</b>	14	17
<b>Representatividad</b>	80%	115%
<b>Chao-1</b>	20	17

**Tabla 6.** Valores del índice de Sørensen cuantitativo entre los cuatro sitios muestreados con el método tradicional.

<b>C<sub>22</sub>(i,j)</b>	<b>ZV</b>	<b>ZTB</b>	<b>ZAC</b>	<b>ZJ</b>
<b>A</b>	1,000	0,527	0,289	0,43
<b>B</b>		1,000	0,4	0,516
<b>C</b>			1,000	0,35
<b>D</b>				1,000

**Tabla 7.** Valores del índice de Sørensen cuantitativo entre los cuatro sitios muestreados con el método de monitoreo acústico.

<b>C<sub>22</sub>(i,j)</b>	<b>ZV</b>	<b>ZTB</b>	<b>ZAC</b>	<b>ZJ</b>
<b>A</b>	1,000	0,274	0,719	0,513
<b>B</b>		1,000	0,372	0,107
<b>C</b>			1,000	0,426
<b>D</b>				1,000

**Tabla 8.** Clasificación de gremios según Schnitzler y Kalko (2001) de las especies y sonoespecies reportadas para este estudio.

<b>Especies</b>	<b>Gremio</b>	<b>Espacio</b>
<i>Artibeus fraterculus</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Carollia brevicauda</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Chiroderma villosum</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Chrotopterus auritus</i>	Forrajeador recogedor pasivo	cerrado
<i>Cynomops greenhalli</i>	Forrajeador aéreo	abierto
<i>Enchisthenes hartii</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Eptesicus furinalis</i>	Forrajeador aéreo	borde
<i>Glossophaga soricina</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Micronycteris megalotis</i>	Forrajeador recogedor pasivo	cerrado
Molossidosae sonoespecie 1	Forrajeador aéreo	abierto
<i>Molossus molossus</i>	Forrajeador aéreo	abierto
<i>Molossus rufus</i>	Forrajeador aéreo	abierto
Mormoopidae sonoespecie 1	Forrajeador aéreo	borde
<i>Myotis nigricans</i>	Forrajeador aéreo	borde
Myotis sonoespecie 2	Forrajeador aéreo	borde
Myotis sonoespecie 3	Forrajeador aéreo	borde
<i>Noctilio leporinus</i>	Forrajeador pescador	borde
Phyllostomidae sonoespecie 1	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
Phyllostomidae sonoespecie 2	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Phyllostomus hastatus</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Platyrrhinus matapalensis</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Saccopteryx bilineata</i>	Forrajeador aéreo	borde
<i>Sturnira luisi</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
<i>Uroderma bilobatum</i>	Forrajeador recogedor activo/pasivo	cerrado
Vespertilionidae onoespecie 1	Forrajeador aéreo	borde
Vespertilionidae onoespecie 2	Forrajeador aéreo	borde

## **10 ANEXOS**

**Anexo 1.** Certificado otorgado por la RELCOM que declara al Bosque Protector Cerro Blanco como Área Importante para la Conservación de Murciélagos (AICOM)



La Red Latinoamericana para la Conservación de los Murciélagos Certifica que reconoce al **"Bosque Protector Cerro Blanco"** de Ecuador, como un AICOM (Área de Importancia para la Conservación de los Murciélagos). En consecuencia ha sido inscrita en nuestros registros con el código que se indica a continuación:

Código AICOM:	<b>A-EC-001</b>
Fecha de Creación:	02 de Julio de 2013

Es dado el 02 de Julio de 2013, Cochabamba, Bolivia

Luis F. Aguirre, *PhD*  
Coordinador General

Dirección Actual RELCOM: Urb. Las Magnolias II, c30, Km 2 ½ camino a Sacaba; Tel/Fax: 591-4-4277576, Cochabamba, Bolivia;  
laguirre@fcyt.umss.edu.bo; <http://www.recomlatinoamerica.net>

**Anexo 2.** Riachuelo de la quebrada del sendero Canoa (Fuente: Álava, 2015)



**Anexo 3.** Carpa de vuelo tipo Coleman de pantalla transparente.



**Anexo 4.** Parámetros de llamadas de ecolocación de las especies y sonoespecies reportadas. Media  $\pm$  desviación estándar, rangos de los parámetros y bibliografía de identificación.

Especie	Duración (ms)	Frecuencia Inicial (kHz)	Frecuencia Final (kHz)	Frecuencia máxima (kHz)	Frecuencia mínima (kHz)	Frecuencia de punto de inflexión (kHz)	Frecuencia de máxima energía (kHz)	Ancho de banda (kHz)	Bibliografía
<i>Artibeus fraterculus</i>	2,809 $\pm$ 0,86 3,69-1,94	89,043 $\pm$ 4,02 93,06-85,02	59,375 $\pm$ 1,37 60,745-58,05			85,333 $\pm$ 5,33 90,66-80,003	76,008 $\pm$ 2,41 78,41-73,59	27,073 $\pm$ 1,05 28,12-26,02	(O' Farrell y Miller, 1999; Rivera-Parra y Burneo, 2013)
<i>Carollia brevicauda</i>	2,157 $\pm$ 0,63 2,78-1,52	100,00 $\pm$ 5,68 105,68-94,32	66,675 $\pm$ 0,94 67,61-65,73			99,18 $\pm$ 3,19 102,37-95,99	81,607 $\pm$ 1,09 82,69-80,51	33,325 $\pm$ 2,96 36,28-30,26	(Schnitzler y Kalko, 2001; Rivera-Parra y Burneo, 2013)
<i>Glossophaga soricina</i>	1,439 $\pm$ 0,72 2,15-0,71	149,42 $\pm$ 6,29 155,71-143,13	90,49 $\pm$ 2,83 93,32-87,66			111,37 $\pm$ 4,02 115,39-197,35	107,19 $\pm$ 1,42 108,61-105,7	60,32 $\pm$ 3,63 63,95-56,69	(Pio et al., 2010; Murphy, 2015)
<i>Molossus molossus</i>	3,65 $\pm$ 0,1 3,75-3,55	36,92 $\pm$ 4,24 41,16-32,68	35,729 $\pm$ 4,03 39,75-31,69			36,344 $\pm$ 4,02 40,36-32,32	36,152 $\pm$ 4,14 40,29-32,01	0,423 $\pm$ 0,21 0,63-0,21	(Fenton, 2003; Rivera-Parra y Burneo, 2013)
<i>Eptesicus furinalis</i>	4,465 $\pm$ 1,92 6,38-2,54	48,21 $\pm$ 6,17 54,38-42,04	37,85 $\pm$ 8,62 46,47-29,33			40,29 $\pm$ 1,77 42,06-38,52	41,31 $\pm$ 1,07 42,38-40,24	10,36 $\pm$ 5,31 15,67-5,05	(O'Farrel et al., 1999)
Molosidae sonoespecie 1	4,31 $\pm$ 0,71 5,02-3,6	45,39 $\pm$ 2,65 48,04-42,74	38,69 $\pm$ 2,28 40,97-36,41			40,02 $\pm$ 2,34 42,36-37,68	39,54 $\pm$ 3,17 42,71-36,37	6,7 $\pm$ 0,47 7,17-6,23	
<i>Molossus rufus</i>	19,79 $\pm$ 2,01 21,8-17,78	23,09 $\pm$ 3,89 26,98-19,2	27,87 $\pm$ 1,62 29,49-26,25			26,61 $\pm$ 0,81 27,42-25,8	26,18 $\pm$ 1,04 27,22-25,14	4,64 $\pm$ 1,01 5,65-3,63	(Rivera-Parra y Burneo, 2013)
Moormopidae sonoespecie 1	13,36 $\pm$ 11,37 24,73-1,99	50,17 $\pm$ 4,12 54,29-46,05	19,27 $\pm$ 6,33 25,6-12,94			37,73 $\pm$ 2,49 40,22-35,24	33,01 $\pm$ 1,98 34,99-31-03	30,87 $\pm$ 0,83 31,7-30,04	
<i>Myotis nigricans</i>	4,03 $\pm$ 1,53 5,56-2,5	57,68 $\pm$ 4,83 62,51-53,85	49,42 $\pm$ 4,6 54,02-44,82			50,79 $\pm$ 1,19 51,98-49,6	51,56 $\pm$ 7,73 59,29-43,83	8,26 $\pm$ 4,37 12,63-3,89	(Schnitzler y Kalko, 2001; Rivera-Parra y Burneo, 2013)
<i>Myotis</i> sonoespecie 2	4,01 $\pm$ 3,71 7,72-0,3	64,22 $\pm$ 3,96 68,18-60,26	51,85 $\pm$ 2,71 54,56-49,14			55,13 $\pm$ 2,92 58,05-52,21	57,71 $\pm$ 2,98 60,69-54,73	10,36 $\pm$ 1,25 11,61-9,11	

<i>Myotis</i> sonoespecie 3	7,86± 6,46 14,32-1,4	61,71± 13,47 75,18-48,24	44,06± 1,01 45,07-43,05			48,56± 2,84 51,4-45,72	50,33± 5,24 55,57-45,09	17,64± 12,4 30,04-5,24	
<i>Noctilio leporinus</i>	7,53± 0,55 8,08-6,98	44,23± 5,16 49,39-39,07	34,4± 3,63 38,03-30,77			43,87 ± 1,37 45,24-42,5	40,4± 6,92 47,32-33,48	9,83± 2,64 12,47-7,1	(Surlykke y Kalko, 2008; Rivera-Parra y Burneo, 2013)
Phyllostomidae sonoespecie 1	2,23± 0,71 2,94-1,52	107,78± 2,63 110,41-105,15	88,09± 4,09 92,18-84			106,4± 1,38 107,78-105,02	96,54± 0,78 97,32-95,76	19,69± 0,45 20,14-19,24	
Phyllostomidae sonoespecie 2	4,05± 2,17 6,22-1,88	50,26± 0,99 51,25-49,27	37,11± 0,21 37,32-36,9			45,37± 2,86 48,23-42,51	42,9± 0,74 43,64-42,16	13,14± 4,69 17,83-8,45	
<i>Saccopteryx bilineata</i>	4,77± 3,61 8,38-1,16	35,76± 3,81 39,57-31,95	48,52± 0,23 48,75-48,29	45,21± 5,99 51,2-39,22	36,68± 4,02 40,7-32,66	37,48± 11,76 49,24-25,72	41,24± 2,18 43,42-39,06	8,52± 0,37 8,89-8,15	(Surlykke y Kalko, 2008; Rivera-Parra y Burneo, 2013)
Vespertilionidae sonoespecie 1	7,31±3,12 10,43-4,19	88,07± 24,07 112,14-64	63,53± 1,39 64,92-62,14			66,95± 1,59 68,54-65,36	70,31± 8,11 78,42-62,2	24,53 ± 12,81 37,34-11,72	
Vespertilionidae sonoespecie 2	12,8± 0,47 13,27-12,33	30,31± 0,16 30,47-30,15	22,52± 1,52 24,02-21			28,33± 0,85 29,18-27,48	26,26± 3,57 29,83-22,69	6,65± 0,95 7,6-5,7	

## PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, José Gabriel Tinajero Romero, C.I. 1718925934 autor del trabajo de graduación titulado: “Composición de los ensambles de comunidades de murciélagos del Bosque Protector Cerro Blanco, Guayaquil” previa a la obtención del grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la ley orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 27 de enero del 2017

Sr. José Gabriel Tinajero Romero

CI: 1718925934