



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA APLICADA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGA  
AMBIENTAL**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA DE LA DIVERSIDAD DE QUIROPTEROS EN LA  
RESERVA GEBOTÁNICA PULULAHUA - ECUADOR”**

**AUTOR:**

**KARLA EESTEFANIA VALDIVIESO BERMEO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**ROBERTO CARRILLO FLORES M.Sc.**

**QUITO, ECUADOR**

**2018**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA APLICADA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE BIÓLOGA  
AMBIENTAL**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA DE LA DIVERSIDAD DE QUIROPTEROS EN LA  
RESERVA GEBOTÁNICA PULULAHUA - ECUADOR”**

**AUTOR:**

**KARLA ESTEFANIA VALDIVIESO BERMEO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**ROBERTO CARRILLO FLORES M.Sc.**

**CODIRECTOR EXTERNO DE TESIS**

**LIC. JORGE BRITO MOLINA**

**QUITO, ECUADOR**

**2018**



## CERTIFICACIÓN

Yo, Karla Estefania Valdivieso Bermeo con cédula de identidad N° 1721399762 declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprenden de la presente investigación, serán de mi sola y exclusiva responsabilidad. Además, cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en internet.



Karla Estefania Valdivieso Bermeo

Yo, Roberto Carrillo Flores, declaro que, en lo personal conozco, a la señorita, Karla Estefania Valdivieso Bermeo, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal.



Roberto Carrillo Flores

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no se hubiese logrado sin el apoyo, en sus diversas formas, de muchas personas que compartieron conmigo durante los últimos años, han hecho de esta una experiencia enriquecedora, emocionante y desafiante a la vez, a todas esas personas e instituciones, mi más profundo agradecimiento.

A la Pacific Lutheran University y a Earth Deeds Carbon Mitigation Initiative por los fondos recibidos para el desarrollo del proyecto.

A la Reserva Geobotánica Pululahua, a todo su personal y a Steffen Uthleb por acogernos en la fase de campo.

A Jaqui Curay, Rocío Vargas, Glenda Pozo, Pablo Bombón, Paul Guerrero, Anthony Suárez, a Ivanna Soria por su amistad e invaluable colaboración en la fase de campo.

A los miembros del Instituto Nacional de Biodiversidad por haberme acogido de la mejor manera en los últimos años y al Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional por la apertura y apoyo durante la realización del estudio.

A Jorge Brito, que ha sido mi mentor, por brindarme sus conocimientos, magia y fascinación por la ciencia.

A Roberto Carrillo y a Esteban Terneus por su tiempo y apoyo durante la realización de la tesis.

A Miguel Pinto por su apoyo logístico y recomendaciones en el presente trabajo.

A Pablo Salvador por sus valiosos comentarios, que sin duda alguna ayudaron al fortalecimiento de este trabajo.

A mi familia por ser un apoyo constante.

A Alejandro Marcillo, por su amistad, motivación y por compartir las experiencias más lindas vividas a lo largo de este camino junto a mis demás compañeros de carrera.

A todos los maestros que contribuyeron a mi formación, muchos de ellos han sido ejemplo e inspiración a lo largo de este arduo camino.

## DEDICATORIA

A todas las personas que confían en sí mismas y no se conforman, yendo más allá de lo que creen posible.

A mi madre.

## **Declaración**

La presente investigación fue desarrollada bajo el permiso, otorgado por el Ministerio del Ambiente N° 011-2016-IC-FAU-DPAP-MA al Biólogo Jorge Brito del Instituto Nacional de Biodiversidad, mismo que participó durante la investigación en calidad de tutor externo y a la investigadora Karla Valdivieso Bermeo de la Universidad Internacional del Ecuador, autora de la presente tesis. Los costos de campo de la investigación fueron cubiertos con financiamiento obtenido en el 2015 por el Biólogo Jorge Brito a través de las organizaciones Pacific Lutheran University y Earth Deeds Carbon Mitigation Initiative.



## Índice de contenidos

RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	3
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Planteamiento del problema y justificación.....	3
1.3 Objetivos .....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	5
1.4 Hipótesis .....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	6
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	6
2.1 Generalidades de los murciélagos.....	6
2.2 Hábitos alimenticios y adaptaciones al medio .....	7
2.3 Amenazas y conservación.....	8
2.4 Importancia del grupo .....	9
<b>CAPÍTULO III</b> .....	10
<b>METODOLOGÍA</b> .....	10
3.1 Área de estudio .....	10
3.2 Trabajo en campo.....	10
3.3 Laboratorio.....	16
3.4 Análisis de datos .....	17
3.4.1 Curva de acumulación de especies .....	17
3.4.2. Riqueza específica (S).....	18
3.4.2.1 Índice de Shannon-Wiener.....	18
3.4.2.2 Índice de Dominancia de Simpson .....	19

3.4.3 Test Kruskal –Wallis .....	20
3.4.4 Prueba de diversidad t modificada por Hutcheson .....	20
3.5 Gremios tróficos .....	21
3.6 Estado de conservación.....	21
3.7 Estrategias de conservación .....	22
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>23</b>
<b>ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Meta 1 .....	23
4.2 Meta 2 .....	24
4.3 Meta 3 .....	24
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>29</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>29</b>
5.1 Curva de acumulación de especies .....	29
5.2 Composición de especies .....	30
5.3 Índices .....	33
5.4. Análisis de Gremios.....	36
5.5 Estado de conservación .....	38
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>40</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
6.1 Conclusiones.....	40
6.2 Recomendaciones .....	41
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>42</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa del área de estudio.....	11
<b>Figura 2.</b> Sitios de estudio en la Reserva Geobotánica Pululahua .....	12
<b>Figura 3.</b> Colocación de red de neblina .....	14
<b>Figura 4.</b> Individuos de la familia Phyllostomidae, capturados en los diferentes puntos de muestreo.....	15
<b>Figura 5.</b> Proceso de taxidermia para la colección seca. ....	16
<b>Figura 6.</b> Identificación de especímenes con la colección del INABIO.....	17
<b>Figura 7.</b> Curva de acumulación de especies .....	29
<b>Figura 8.</b> Temperatura y precipitación, estación meteorológica San Antonio de Pichincha. ....	30
<b>Figura 9.</b> Abundancia de especies en las distintas épocas. ....	33
<b>Figura 10.</b> Individuos pertenecientes a los diferentes gremios tróficos encontrados en la RGP .....	37

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Puntos de muestreo.....	12
<b>Tabla 2.</b> Sistema presión-respuesta para la conservación de murciélagos en la RPG, adaptado de las estrategias de la RELCOM .....	26
<b>Tabla 3.</b> Análisis cualitativo de del estado presión – respuesta.....	27
<b>Tabla 4.</b> Abundancia relativa de las especies registradas .....	32
<b>Tabla 5.</b> Riqueza abundancia e índices de diversidad de murciélagos en las distintas épocas .....	34
<b>Tabla 6.</b> Riqueza abundancia e índices de diversidad de murciélagos en los distintos pisos altitudinales. ....	34
<b>Tabla 7.</b> Resultados de la prueba de t modificada por Hutcheson (Shannon-diversidad) para estacionalidad y pisos altitudinales. ....	35
<b>Tabla 8.</b> Especies según registradas la clasificación de la UICN.....	38

## RESUMEN

En el presente estudio, se registran las especies de murciélagos que habitan en la Reserva Geobotánica Pululahua (RGP) (noroccidente del Ecuador). El levantamiento de información siguió la metodología de la Evaluación Ecológica Rápida (EER), propuesta por Conservación Internacional (CI). El objetivo de una EER es determinar la riqueza de flora o fauna característica de un área de manera general, en cortos periodos de tiempo, junto con la generación de estrategias de conservación. Se llevaron a cabo tres campañas de campo en diferentes épocas estacionales (tomando en cuenta la pluviosidad y temperatura de la estación meteorológica más cercana- San Antonio de Pichincha), con el fin de observar la variación que pudiera tener la comunidad de murciélagos en los diferentes meses muestreados; época seca (agosto 2016), transición (noviembre 2016) y lluviosa (abril, 2017), también se tomó en cuenta la variación por pisos altitudinales que pudiera tener esta comunidad, los muestreos fueron realizados entre los 1800 y los 3100 msnm, el ecosistema predominante en la RGP es el bosque nublado. Para la captura de los murciélagos, se utilizaron ocho redes de neblina, con 27 días efectivos de trabajo de campo y con un esfuerzo de muestreo final en el estudio de 756 horas/red. Se capturaron un total de 80 individuos, pertenecientes a 11 especies, siete de las cuales son nuevos registros para la reserva (en el plan de manejo al 2011 se registraron solamente cuatro especies), siendo las más abundantes a lo largo del estudio *Anoura peruana* y *Sturnira erythromos* sin embargo, cada época muestreada tuvo una especie representativa. Existieron diferencias significativas en cuanto a la composición de especies en las diferentes épocas estacionales, en cuanto a la composición por pisos altitudinales no existieron diferencias significativas. El gremio mejor representado fue el de los frugívoros, seguido de los insectívoros, nectarívoros y finalmente los hematófagos, lo cual es de suma importancia para términos de conservación, podemos determinar entonces que los murciélagos de la RGP estarían cumpliendo con servicios ecosistémicos para el lugar, que evidenció cómo los patrones poblacionales se ven influenciados por las diferentes épocas estacionales, estos registros reflejan que esta puede ser una manera de aprovechar los recursos disponibles que tiene esta comunidad, segregándose en el tiempo y espacio. Respecto a las problemáticas para la conservación de este grupo en la reserva,

se identificó como la presión más significativa la deforestación y, como la iniciativa de fuerte impacto al ser aplicada la educación e interpretación ambiental. El 18% de las especies reportadas para el sitio se encuentran actualmente en una categoría alarmante (vulnerable y en peligro) según la lista Roja de mamíferos del Ecuador (2011).

**Palabras clave:** Murciélagos, Ecuador, Noroccidente, Reserva, Pululahua.

## ABSTRACT

The present study, shows bat species that are hosting the Reserva Geobotánica Pululahua (RGP) (north-western Ecuador). The methodology follows the Rapid Ecological Assessment (REA) proposed by The International Conservation (IC), the objective of the (REA) is determine the fauna present in a site in a general way, in short periods of time, and propose strategies of conservation. Several field campaigns were carried out in different seasonal periods (taking into account the rainfall and temperature of the closest weather station - San Antonio de Pichincha), with the objective of observe the variation that this community could have in the different months sampled; dry season (August 2016), transition (November 2016) and rainy season (April 2017), the variation by altitudinal floors that could have this community was also taken into account, the samplings were made between 1800 and 3100 meters above sea level, the sampling sites were characterized as a cloudy forest matrix. For the capture of the bats, eight fog nets were used, with 27 effective days of field work with a final sampling effort in the 756 hours / net study, a total of 80 individuals were captured, belonging to 11 species, seven of which are new records for the reserve (the management plan until 2011 only four species were recorded), the species most abundant throughout the study were *Anoura Peruana* and *Sturnira erythromos*, there were significant differences in the composition of the species in the different seasonal periods, in terms of composition by altitudinal floors there were no significant differences, however, each period presented a representative species, the best represented guild was that of the frugivores, followed by insectivores , nectarivores and finally haematophagous, which shows that the bats of the RGP are fulfilling ecosystem services, which is very important for the conservation terms, our results showed that the population patterns are influenced by the different seasonal periods, these records reflect that this can be a way to take advantage of the available resources that this community has, segregating in time and space. With respect to the problems for the conservation of this group in the reserve, deforestation was identified as the most significant pressure and, as the initiative of strong impact, education and environmental interpretation. 18% of the species reported for the site are currently in an alarming (vulnerable and in danger) category according to the Ecuadorian red list of mammals (2011).

**Keywords:** Bats, Ecuador, Northwest, Reserve, Pululahua



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El noroccidente ecuatoriano posee una extraordinaria variedad de hábitats neotropicales, principalmente por la influencia del bosque húmedo del Chocó-Darién, cualidades que se reflejan en una riqueza de especies con niveles altos de endemismo en varios taxones esto contribuye a que organismos encuentren nicho en todas estas formaciones y se adapten a las condiciones de las mismas dando lugar a complejas interacciones (Sierra *et al.*, 2002; Muñoz-Saba y Alberico, 2004). Los quirópteros son un ejemplo de lo anterior y constituyen un grupo ampliamente distribuido; una de las características que les permite esto es principalmente su gran capacidad de adaptación a los diferentes ecosistemas (Korner, 2007). Sin embargo, la problemática de pérdida de hábitat a nivel general no solo para este grupo, sino para muchos otros es evidente, se estima que en los últimos 30 años en el Neotrópico se ha generado la pérdida de alrededor de 88 millones de hectáreas de bosques (FAO, 2016).

Los quirópteros son organismos sumamente importantes de estudio, debido a los múltiples servicios ecosistémicos que prestan como: polinización, dispersión de semillas, controladores naturales de plagas, entre otros (Silva *et al.*, 2008). Los murciélagos constituyen los únicos mamíferos capaces de volar, tienen amplia distribución en el planeta, son especialmente diversos en el Neotrópico y se desempeñan en una gran variedad de nichos tróficos (Meyer *et al.*, 2008). Con más de 1100 especies a nivel mundial y 220 especies en el Neotrópico, los murciélagos constituyen el segundo orden taxonómico más diverso entre los mamíferos, después de los roedores (Simmons, 2005; Voss, 2009). Según la más reciente actualización, Ecuador cuenta con 171 especies de quirópteros, divididos entre 65 géneros, y ocho familias, este comprende el grupo más diverso de mamíferos en el país (Tirira, 2017; Brito *et al.*, 2018.).

La distribución de los organismos, no está dada al azar (Chávez y Ceballos, 2001; Peterson *et al.*, 2011). Se conoce que muchas especies reducen la competencia por el alimento segregándose en el espacio y el tiempo, la disponibilidad de alimentos específicos pueden ser factores determinantes en la diversidad que se pueda encontrar (Wolda, 1978; Arita, 1991; Peterson *et al.*, 2011), de manera tal, la producción, fenología de fructificación y floración de varias especies vegetales estaría influenciando la riqueza y abundancia de murciélagos que se pueda encontrar a nivel regional y local, esto tendría relación directa con las diferentes épocas que pueda presentar determinada zona (Fujita y Tuttle, 1991; Valiente-Banuet, 2002; Tschapka, 2004; Fleming *et al.*, 2009; Ramos *et al.*, 2010). Estudiar ensamblajes de comunidades de organismos en diversas épocas estacionales, constituye una fuerte herramienta para conocer patrones de diversidad, mostrando así una respuesta de la biota a diferentes condiciones geofísicas (Bernard y Fenton, 2002).

Especies animales se han visto obligadas a desarrollar diversos tipos de mecanismos para contrarrestar la estacionalidad climática, entre estos mecanismos encontramos adaptaciones fisiocológicas, desplazamientos a diferentes zonas geográficas y patrones diversos de actividades (Janzen, 1988; Fenton *et al.*, 1992; Medellín *et al.*, 2000; Schulze *et al.*, 2000; Aguirre *et al.*, 2003, Clarke *et al.*, 2005).

En los bosques noroccidentales del Ecuador, se hace evidente un vacío de información, existiendo limitados estudios con mamíferos en la zona (Jarrín y Fonseca, 2001; Jarrín, 2001; Muchhala y Jarrín, 2002; Albuja y Mena, 2004; Lee *et al.*, 2006; Tirira y Boada, 2009). Por consiguiente, generar un inventario detallado de las especies que se encuentran en la RGP y estudiar la relación que existe entre esta comunidad de murciélagos y las diferentes épocas climáticas que presenta esta zona es de gran importancia, no solo para conocer como está conformada dicha comunidad y observar los patrones poblacionales que presente, sino también para estimar el estado de conservación del sitio y así poder proponer estrategias eficaces para la conservación de estos organismos.

Varios problemas que presenta la Reserva son: un insipiente plan de manejo, objetos y objetivos de conservación no determinados, por ende, no se conocen los posibles servicios ecosistémicos que las especies estarían cumpliendo. El estudio determinó el ensamblaje de murciélagos dentro de la Reserva Geobotánica Pululahua y se plantearon estrategias viables de conservación para este grupo, las mismas que pretenden constituirse en un insumo de manejo para los objetivos de conservación establecidos por los Gad's de la zona.

## **1.1 Antecedentes**

En los bosques del noroccidente se hace evidente un vacío de información, son limitados los estudios colindantes a la RGP en los que se detallan especies de murciélagos, entre los principales se puede citar el estudio realizado por Albuja y Mena (2004), quienes dan a conocer 78 especies de murciélagos de 33 localidades del noroccidente Ecuatoriano; Tirira y Boada (2009), que realizan un estudio a gran escala de mamíferos, con 15 días de muestreo donde dan a conocer siete especies de murciélagos, en lo alto de la ceja andina, mientras que Muchhala y Jarrín (2002) describen parte de la dieta y flores que estarían siendo polinizadas por los *Anoura peruana* y *Anoura caudifer* al noroccidente, Uno de los factores más importantes que se analizaron en el presente estudio es la variación espacio temporal, determinada por las épocas estacionales y los pisos altitudinales, de esta manera se trató de registrar la mayor cantidad de especies, eliminando el sesgo de información al realizar un único muestreo, se conoce que las especies se ven afectadas por distintas dinámicas espacio-temporales, por ello se planteó abarcar todos estos cambios dentro de la RGP.

## **1.2 Planteamiento del problema y justificación**

La transformación de los bosques en áreas urbanizadas genera una gran pérdida de hábitats para muchas especies, la Reserva Geobotánica Pululahua (RGP) es la única que posee esta categoría en el país, debido a su alta riqueza florística, lo cual se traduce en una amplia y diversa fuente de recursos, se esperaba que capte la atención de varias especies de murciélagos frugívoras, nectarívoras e insectívoras. La RGP protege principalmente a ecosistemas montanos nublados, exhibe una variación de temporal importante lo que lo convierte en un laboratorio natural de diversidad (MAE, 2013; INAMHI, 2015), por ello haría de esta una zona eficaz de refugio para las especies, sin embargo, no se existen estudios relacionados a la fauna que lo confirmen, pese a ello su flora ha sido ampliamente registrada (Cerón, 1993; Cerón, 2004; Brito *et al.*, 2017; Valdivieso-Bermeo y Brito, 2018).

Las evaluaciones ecológicas rápidas (EER) combaten la falta de información disponible sobre la biodiversidad mediante la producción preliminar, integral y espacialmente explícita sobre distribuciones de especies y tipos de vegetación (Guayasamín y Bonaccorso, 2011), su objetivo es generar una rápida caracterización de la biodiversidad de una zona, por lo que se vuelven herramientas de suma importancia para la planificación de áreas protegidas, ya que proporcionan información básica sobre la diversidad en una determinada zona e identifican los objetos de conservación para los cuales se formulan las metas y estrategias de manejo (The Nature Conservancy, 2002; Granizo *et al.*, 2006).

Varios son los puntos por los que se ve urgente la generación de estrategias viables de conservación para esta Reserva:

- Asentamientos humanos a lo largo y ancho de la Reserva
- Actividades agrícolas y ganaderas
- Extracción expansiva en las minas de cal
- Incremento de actividades comerciales (compra y venta de terrenos dentro de la reserva; hotelería y turismo sin control)

El presente estudio contribuye al conocimiento general de especies de quirópteros en la RGP, información que permitirá el desarrollo de estrategias de conservación y manejo para este grupo en el lugar.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Generar un inventario de la quiropterofauna que se encuentra en la Reserva Geobotánica Pululahua, aportando con datos útiles para la generación de estrategias de conservación.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar si los patrones poblacionales que presenta la comunidad varían respecto al tiempo y espacio.
- Establecer estrategias de conservación para los quirópteros en la Reserva y sus zonas de amortiguamiento.

### **1.4 Hipótesis**

Ha: La dinámica de la comunidad de murciélagos en la RGP, varía según la época estacional (variabilidad climática a lo largo del año) y piso altitudinal en que se lleven a cabo los muestreos.

Ho: La dinámica de la comunidad de murciélagos en la RGP, no exhibe variación según la época estacional (variabilidad climática a lo largo del año) y piso altitudinal en que se lleven a cabo los muestreos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades de los murciélagos

Los quirópteros son un orden de mamíferos placentarios cuyas extremidades superiores se desarrollaron como alas (Simmons, 2009), este orden incluye 18 familias, 202 géneros y más de 1.100 especies que representan aproximadamente un 20% de todas las especies de mamíferos del mundo (Simmons, 2005) y cuentan con una amplia distribución a lo largo del globo terrestre (Buring *et al.*, 2018). Su capacidad de vuelo les permite colonizar nuevas zonas en tanto dispongan de lugares de descanso y alimento, pudiendo ocupar nichos en todos los hábitats, excepto en las regiones polares (Wilson y Reeder, 2005; Kunz *et al.*, 2011).

Casi todos los murciélagos se alimentan de noche y descansan de día, permanecen en refugios muy variados; a lo largo de la historia ha constituido un grupo que ha sido poco comprendido, ya que gozan de muy mala reputación y se ven sometidos a distintos tipos de presiones que los ponen en riesgo (Arita y Santos, 1999), pese a ello este amplio y diverso grupo brinda importantes beneficios tanto a los ecosistemas como para el ser humano, actuando como reguladores de importantes y complejos procesos ecológicos de los bosques tropicales (Ochoa, 1992).

Los quirópteros juegan un rol fundamental en la regeneración de bosques por su capacidad como dispersores de semillas (Wilson, 1996), su papel de polinizadores de plantas es muy importante para la economía humana, cuando se trata de familias como las musáceas, piperáceas, moráceas, en especial especies de interés comercial como bananas, guayabas, chirimoyas, y diversidad de flores que únicamente se abren en las noches (Pijl, 1957; Charles-Dominique y Cockle, 2001; Lobova *et al.*, 2003), actúan también como importantes controladores de insectos (Janzen, 1988).

## 2.2 Hábitos alimenticios y adaptaciones al medio

Los hábitos alimenticios de los quirópteros son casi tan variados como los de otros mamíferos, esta diversidad es responsable en gran medida, de la diversidad morfológica, fisiológica y ecológica que poseen; se alimentan de insectos y otros artrópodos, frutas, polen, néctar, flores, hojas, carroña, sangre, mamíferos, peces, reptiles, anfibios y aves (Goldman y Henson, 1977; Kunz *et al.*, 2011).

Los murciélagos pueden ofrecer una amplia visión de la salud de un ecosistema debido a que explotan diferentes recursos, los murciélagos de la familia Phyllostomidae son usados como indicadores de intervención de hábitat en el Neotrópico, se ha registrado que la diversidad de murciélagos es sensible a la deforestación, afectando primordialmente a los murciélagos que se alimentan de otros animales (insectívoros, carnívoros) (Fenton *et al.*, 1992). Los murciélagos desarrollan la mayor parte de su actividad al interior de bosques estratificados y son sensibles a los cambios en la estructura de los mismos, ciertas especies muestran una mayor flexibilidad en sus requerimientos de hábitat, así murciélagos frugívoros de las subfamilias Carollinae y Stenodermatinae son conocidos a menudo por su incremento en proporción en bosques perturbados, al parecer este sería un patrón que se aplica a diversas áreas del Neotrópico, (Wilson *et al.*, 1996; Medellín *et al.*, 2000), en estudios de murciélagos en diferentes gradientes de perturbación de selvas de Perú y México. Los murciélagos se ajustan como modelo recomendable para estudiar los cambios respecto a la fragmentación del hábitat, pues son sensibles a la deforestación y fragmentación de bosques, abarcan un amplio espectro trófico y muchas especies poseen una alta especificidad de hábitat (Fenton *et al.*, 1992; Medellín *et al.*, 2000; Montero y Espinoza, 2005; Jones *et al.*, 2008; Salas, 2010).

La variación espaciotemporal influirá de manera directa, en cuanto a la disponibilidad de alimentos, dieta, tiempos de reproducción y patrones de actividad de los quirópteros (Fleming, 1988; Aguiar y Marinho-Filho, 2004). Se han demostrado que los picos reproductivos de especies de glossophaginos, coinciden con una fuerte oferta de alimento, así también se demostró que el consumo mixto de polen, néctar y frutos le permitieron a este grupo de murciélagos tener periodos reproductivos más amplios que para especies en donde la fuente de alimento era más selectiva (insectívoros o frugívoros) (Ruíz *et al.*, 1997).

### **2.3 Amenazas y conservación**

Los motivos por los cuales se hace evidente la declinación de poblaciones de murciélagos son diversos, entre los principales se encuentran según la RELCOM (Red Latinoamericana para la Conservación de Murciélagos, 2011):

- Destrucción y perturbación de refugios
- Pérdida de hábitat
- Conflictos murciélago- humano y enfermedades emergentes
- Uso discriminado de pesticidas

Muchos individuos son sacrificados, principalmente por la falta de conocimiento, mitos sin justificación y miedo a la transmisión de enfermedades (Tirira, 2012), lo que está induciendo a una matanza indiscriminada (Arguero *et al.*, 2012; Toscano y Burneo, 2012) sin tomar en cuenta los muchos servicios ecosistémicos que estos brindan.

Un total de 22 países al año 2015, forman parte de la Red Latinoamericana y del Caribe para la Conservación de Murciélagos (RELCOM), donde la principal preocupación de esta organización es la conservación en términos efectivos y eficaces de



estos organismos. Debido a la falta de normas jurídicas para la conservación de murciélagos en el Ecuador, se hace necesario la generación de un plan de conservación para este grupo, es entonces que para el año 2015, se da a conocer el plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador, un esfuerzo significativo en el país para avanzar en temas de conservación de este grupo, dando a conocer las principales amenazas y estrategias de conservación (Burneo *et al.*, 2015).

## **2.4 Importancia del grupo**

Las especies de murciélagos que se alimentan de néctar, frutas e insectos son sumamente importantes para los ambientes naturales, cumpliendo con servicios ecosistémicos como la polinización y la dispersión de semillas, no solamente de especies vegetales silvestres, sino también de especies de interés comercial, y fundamentalmente especies que promueven la regeneración de ecosistemas, de esta forma y debido a su capacidad de dispersión promueven el flujo génico entre diferentes poblaciones vegetales (Fleming y Sosa, 1994; Valiente-Banuet, 2002; Ingle, 2003; Muscarrella y Fleeming, 2007; Kunz *et al.*, 2011). La calidad, la cantidad y la diversidad de los recursos alimenticios que proporcionan las plantas a los murciélagos, afectan directamente su riqueza biológica y su abundancia a nivel regional y local (Fleming *et al.*, 2009).

Los murciélagos también tienen un papel fundamental en cuanto a la regulación de las poblaciones de insectos, muchas de estas poblaciones pueden ser nocivas para el hombre, algunos de los insectos que están en la dieta de los murciélagos pueden ser potenciales plagas para la salud y afectar a cultivos (Castro-Luna *et al.*, 2007).

## **CAPÍTULO III**

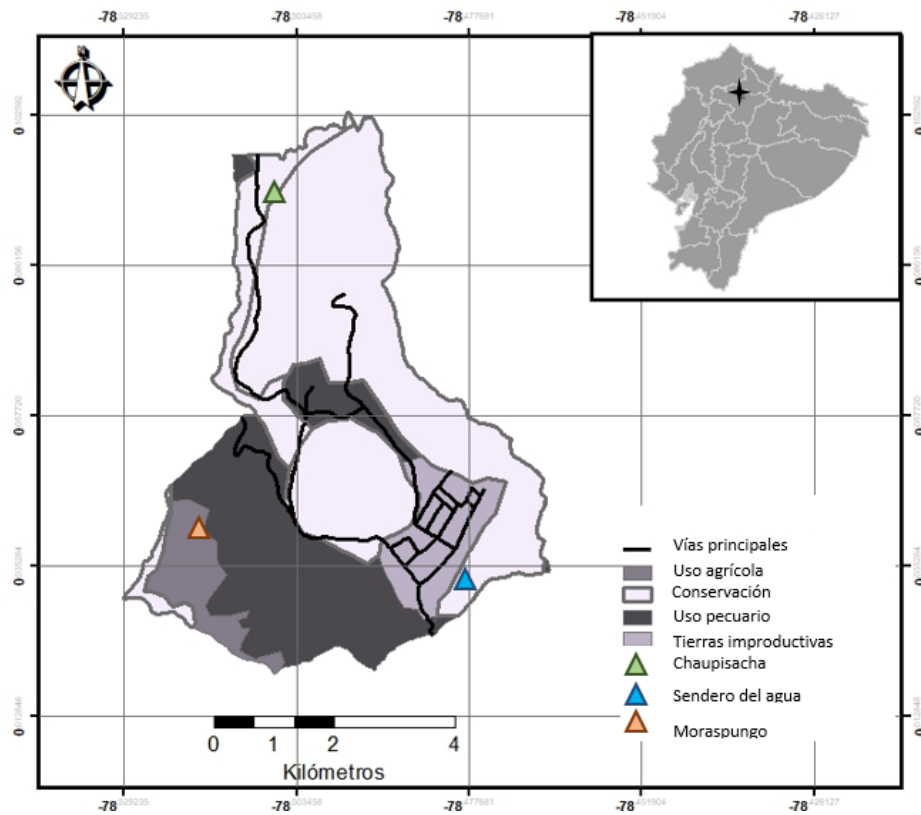
### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Área de estudio**

La Reserva Geobotánica Pululahua se ubica al noroccidente del Ecuador, provincia de Pichincha, a treinta minutos de la ciudad de Quito (Figura 1), comprende un complejo de casi 4000 hectáreas, situada en altitudes que varían de 1800 a 3400 metros. Presenta un clima moderadamente frío en las partes altas y al noroccidente es templado y subtropical, con temperaturas que varían de 13 a 15°C. Las precipitaciones pluviométricas anuales que oscilan entre 500 y 3000 milímetros, posee gran riqueza vegetal, gran cantidad de musgos, helechos, líquenes, bromelias, y orquídeas, el ecosistema dominante es el Bosque nublado (MAE, 2013). Exhibe una variación de temporal importante, lo cual haría de esta una eficaz zona de refugio para diversas especies, pese a ello no se existen estudios relacionados a la fauna en el lugar, sin embargo, su flora ha sido ampliamente documentada (Cerón, 1993; Cerón, 2004; Brito *et al.*, 2017; Valdivieso-Bermeo y Brito, 2018).

#### **3.2 Trabajo en campo**

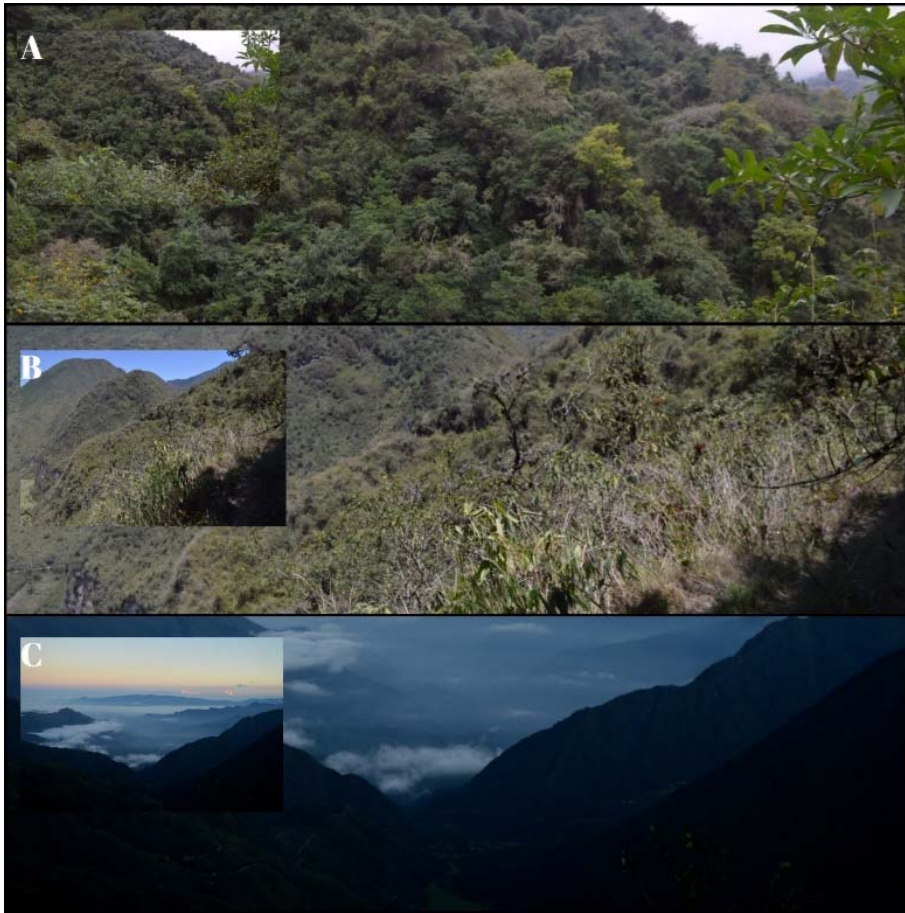
Para el desarrollo del presente trabajo, se obtuvo un permiso de investigación, emitido por la autoridad ambiental competente, en este caso el MAE, con su dirección provincial en Pichincha, la autorización científica No. 011 fue emitida para la investigadora Karla Valdivieso – Bermeo autora del presente trabajo de titulación en conjunto con su director externo Jorge Brito del Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO), consecuentemente se solicitaron guías de movilización de especies para el traslado de los especímenes al INABIO.



**Figura 1.** Área de Estudio.

Elaborado por Karla Valdivieso, 2018.

El trabajo fue realizado en tres campañas de campo: época seca (agosto 2016), transición (noviembre 2016) y lluviosa (abril 2017), los puntos de muestreo estuvieron ubicados entre los 1800 msnm (0°01'44.04" N, 78° 29'33.83"O) y los 3100 msnm (0°1'12.9" N, 78° 29'35.3"O) (Tabla 1), de esta manera se trató de abarcar diferentes gradientes (Figura 2), con un total de 27 días efectivos de trabajo de campo. Los sitios de muestreo se caracterizan por ser una matriz de bosque nublado secundario adulto (MAE, 2013).



**Figura 2.** Sitios de estudio en la Reserva Geobotánica Pululahua A. Chaupisacha (1800m) B. Sendero del agua (2700 m) C. Moraspungo (3100 m)  
 Crédito fotográfico: K. Valdivieso-Bermeo, 2016.

**Tabla 1.** Ubicación de los puntos de muestreo y sus rangos altitudinales

Punto de muestreo	Coordenadas	Altitud (msnm)
Chaupisacha	00°01'44.04''N, 78° 29'33.83''O	1800
Sendero del agua	00°01'5.76''N, 78° 29'17.9''O	2700
Moraspungo	00°1'12.9''N, 78° 29'35.3''O	3100

Las Evaluaciones Ecológicas Rápidas pueden ser una herramienta sumamente útil cuando no hay suficiente información científica o secundaria (The Nature Conservancy, 2003, Granizo *et al.*, 2006). Se realizaron tres campañas de campo con un total de 756 horas/red. Se utilizaron ocho redes de neblina en cada sitio con distancias aproximadas de 100 m (Figura 3) las redes se abrieron durante tres horas y media por día, siendo este el pico en donde más capturas se registra según varios autores (Figura 4) (Medellín *et al.*, 2000; The Nature Conservancy, 2003; Tirira, 2007; Voss, 2009), cabe recalcar que se realizó el mismo esfuerzo de captura en cada localidad muestreada.

Con el objetivo de estandarizar y anotar las medidas e información relevante de los individuos capturados y colectados se creó una hoja de ruta donde se registraron las siguientes características:

- Sexo
- Estado reproductivo
- Peso
- LT: Largo total, desde el extremo del hocico hasta el extremo de la cola.
- LC: Largo de la cola, sin contar pelos sobresalientes, si es que los hubiera.
- LO: Largo de la oreja, desde su base hasta la punta, por la cara anterior.
- T: Trago desde la base de la oreja hasta la punta.
- LP: Largo de la pata posterior, desde el talón hasta la punta de las garras.
- DP: Dedo pulgar hasta la punta de la garra.
- E: Envergadura alar de punta a punta de las alas.
- AB: Largo del antebrazo desde el codo hasta la base del pulgar.

Las medidas fueron tomadas con un calibrador Vernier estándar, la determinación de sexos y madurez reproductiva se llevó a cabo con la ayuda de guías de campo (Albuja, 1999; Tirira, 2007).



**Figura 3.** Colocación de red de neblina  
Crédito fotográfico: Ivanna Soria, 2017.



**Figura 4.** Individuos de la familia Phyllostomidae, capturados en los diferentes puntos de muestreo.

Crédito fotográfico: Paúl Guerrero y Karla Valdivieso-Bermeo, 2016.

### 3.3 Laboratorio

Se colectó un banco de las especies que se registraron, para ello se obtuvo una colección húmeda y seca (Figura 5), el sacrificio se llevó a cabo con una sobredosis de anestesia (1cm<sup>3</sup> de Roxicaina al 2%) con el fin de evitar el sufrimiento del animal (Rowsell, 1990). Medidas corporales, craneales y morfología dental, ayudaron a la identificación adicional a eso se utilizaron guías de campo (Albuja 1999, Tirira, 2007), los especímenes de referencia fueron comparados con la colección que posee el INABIO, todos los especímenes de referencia fueron depositados en el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO) (Figura 6) (Anexo 1).



**Figura 5.** Proceso de taxidermia para la colección seca.

Crédito fotográfico: Anthony Suárez, 2017.





**Figura 6.** Identificación de especímenes con la colección del INABIO.

Crédito fotográfico: Karla Valdivieso –Bermeo, 2017.

### 3.4 Análisis de datos

#### 3.4.1 Curva de acumulación de especies

Se calculó una curva de acumulación de especies con el estimador de riqueza Chao 1 mediante la utilización del programa EstimateS 9.1.0. (Colwel *et al.*, 2013).

$$S_2 = S_{obs} + \frac{Q_1^2}{2Q_2}$$

Dónde:

S obs: Número de especies en la muestra.

Q1: Número de singletons (es decir, el número de especies con una sola aparición en la muestra).

Q2: Número de dobles (el número de especies con exactamente dos veces en la muestra).

### **3.4.2. Riqueza específica (S)**

Es el número total de especies que se obtiene por un censo de la comunidad, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

#### **3.4.2.1 Índice de Shannon-Wiener**

Para el análisis de diversidad se utilizó el índice de Shannon-Wiener, el cual asume que todas las especies están representadas en la muestra e indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Los valores del índice de Shannon-Wiener se interpretaron según indica Magurran (2004), valores inferiores a 1,5 se consideran como de diversidad baja, valores entre 1,6 y 3,0 se consideran como diversidad media, y los valores iguales o superiores a 3,1 se consideran como diversidad alta (Viveros, 2010). La fórmula del Índice de Shannon-Wiener es la siguiente:

Dónde:

$$H = - \sum_{i=1}^k p_i \log p_i$$

k: Número de especies

i = número de individuos de la especie determinada

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i).

### 3.4.2.2 Índice de Dominancia de Simpson

Este índice, toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa, muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra sean de la misma especie. Se encuentra fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerca el valor de este índice a cero, mayor es la biodiversidad de un hábitat. (Magurran, 2004).

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Dónde:

s: Número de especies.

i = número de individuos de la especie determinada.

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

### 3.4.3 Test Kruskal –Wallis

Para probar si existían diferencias significativas con respecto a la estructura (en este caso, riqueza y abundancia) de cada una de las especies, en los diferentes meses muestreados, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1999), mediante el programa PAST, versión 1.90 (Hammer *et al.*, 2001).

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum \frac{(\sum Ri)^2}{n} - 3(n + 1)$$

Dónde:

N= el número total de casos o entrevistados.

n= el número de casos en una muestra dada.

$R_i$  = la suma de los rangos para cada muestra dada.

### 3.4.4 Prueba de diversidad t modificada por Hutcheson

Esta prueba es útil para concluir si hay diferencias significativas entre valores del índice de Shannon (diversidad) (Zar, 1999; Moreno, 2011). En este trabajo, se comparó los valores de diversidad entre las distintas épocas estacionales y entre diferentes pisos altitudinales para obtener las diferencias estadísticas, una vez obtenida la estadística t se

determina si existe o no diferencias estadísticas significativas dependiendo si este valor calculado es mayor o menor al  $\alpha$  (0,05). Si el valor de  $p > 0,05$  no existe una diferencia estadística significativa entre las diversidades comparadas. Si por el contrario el valor de  $p \leq 0,05$ , si existe diferencia estadística significativa entre las diversidades comparadas (Zar, 1999).

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^{1/2}}$$

$H'_1, H'_2$  = Índices de Shannon-Wiener de los intervalos de altitud sujetos a comparación

$\text{Var}H'_1, \text{Var}H'_2$  = Varianzas de Shannon-Wiener de los intervalos de altitud sujetos a comparación.

### 3.5 Gremios tróficos

Se evaluaron las especies y se las clasificó por gremios alimenticios (Frugívoros, insectívoros, nectarívoros y hematófagos) (Kalko *et al.*, 1996 y Tirira, 2017).

### 3.6 Estado de conservación

Para la determinación de especies amenazadas se utilizaron listas rojas de mamíferos propuestas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza UICN al 2018 y El libro Rojo de mamíferos del Ecuador (Tirira, 2011).

Se mencionan las categorías de las especies en orden de importancia: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU), Casi Amenazada (NT), Preocupación Menor (LC), Datos Insuficientes (DD), No evaluado (NE).

### **3.7 Estrategias de conservación**

Para determinar las estrategias de conservación en este grupo se utilizó como base conceptual, documentos de la Red Latinoamericana y del Caribe para la conservación de los Murciélagos (RELCOM), específicamente las estrategias propuestas para la conservación de los murciélagos de Latinoamérica y el Caribe (RELCOM, 2011). Además, se trabajó en base al documento; Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador (Burneo *et al.*, 2015).

## CAPÍTULO IV

### ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

Con el fin de promover la conservación de los murciélagos en la RGP y con base en las estrategias propuestas para la conservación de los murciélagos de Latinoamérica y el Caribe (RELCOM, 2011), se proponen estrategias adaptadas a la realidad local.

#### 4.1 Meta 1

Apoyar a las iniciativas que promuevan la reducción de la pérdida de bosque de origen antrópico (agricultura, extracción de madera y explotación de minas de cal), y fomenten la conservación de este grupo.

#### **Objetivos**

- Proponer a la Autoridad Ambiental Responsable (AAr) encargada de la RGP, que se incluya los Quirópteros, en las metodologías y protocolos requeridos antes, durante y después del establecimiento de actividades humanas en la reserva y su zona de amortiguamiento.
- Involucrar a la comunidad en alternativas sostenibles de manejo participativo (Tabla 2 y 3), a través de programas para reducir la deforestación y destrucción de vegetación protectora, y otras alternativas productivas que minimicen los impactos ambientales sobre la reserva.

#### **Indicadores**

- Dictar al menos una charla anual, sobre educación ambiental, en donde se destaque la participación comunitaria en programas de productividad sostenible.

## **4.2 Meta 2**

Impulsar el desarrollo de investigaciones sobre murciélagos en el lugar.

### **Objetivos**

- Fomentar estudios para conocer las respuestas de los murciélagos a las diferentes formas de amenaza a largo plazo.

### **Indicadores**

- Al menos un estudio en donde se refleje la dinámica de esta comunidad.
- Por lo menos un muestreo de murciélagos cada dos años.

## **4.3 Meta 3**

Socializar y difundir entre los habitantes de la comunidad del Pululahua y de sus alrededores, los beneficios e importancia que tienen los murciélagos para los ecosistemas, actividades productivas y prácticas culturales de la región.

### **Objetivos**

- Diseñar campañas de comunicación y estrategias de educación e interpretación ambiental, trabajando de la mano con las escuelas de Gestión Turística y Medio Ambiente y de Comunicación de la UIDE.

### **Indicadores**



- Dictar al menos una charla anual, sobre murciélagos y su importancia para el hombre y la naturaleza.
- La Escuelas de Gestión Turística y Medio Ambiente de la UIDE, tiene un convenio de cooperación con la Dirección Distrital de Pichincha para colaborar con las áreas protegidas y se ha venido trabando con la RGP, por lo cual las charlas podrán ser incluidas dentro del plan de trabajo que se lleva a cabo entre las dos instituciones.

Las causas para que se dé la declinación de murciélagos fueron tomadas de la RELCOM en forma general, mientras que la identificación de la presión se la logró, luego de discusiones con los guardaparques y un pequeño grupo de habitantes del sector (Tabla 2).

**Tabla 2.** Sistema presión-respuesta para la conservación de murciélagos en la RPG, adaptado de las estrategias de la RELCOM (2011).

<b>Causas para declinación de la murciélagos (RELCOM)</b>	<b>Presión identificada en la RGBP</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Respuesta</b>
<b>Destrucción y perturbación de refugios</b> (Meta 1, Meta 3)	Pérdida de refugios y deforestación	Involucrar a la comunidad en alternativas sostenibles de manejo participativo, a través de programas para reducir la deforestación y destrucción de vegetación protectora.	Disminuye la pérdida de sitios óptimos para alimentación, percheo y reproducción de murciélagos.
<b>Pérdida de hábitat</b> (Meta 1, Meta 2 y Meta 3)	Cambio de uso de suelo	Incentivar y dar apoyo al desarrollo del ecoturismo y otras formas de turismo sostenible, a través de la capacitación comunitaria y el desarrollo de programas de reforestación y re-vegetación protectora.	Disminuye la pérdida de cobertura vegetal nativa por acciones antrópicas poco compatibles con la reserva.
<b>Conflictos murciélago-humano y enfermedades emergentes</b> (Meta 2, Meta 3)	Sacrificio de murciélagos por parte de los moradores del sector por miedo de contraer rabia, y otras creencias.	Vincular a la comunidad con los resultados de la presente investigación y mostrarles los múltiples beneficios que pueden traer consigo este grupo	Crece la simpatía por parte de la comunidad en favor de los murciélagos y otros grupos asociados.
<b>Uso discriminado de sustancias tóxicas</b> (Meta 1)	Agricultura	Recomendar el uso de pesticidas biodegradables	Mejora en las prácticas agropecuarias e implementación de insumos biodegradables y otras acciones en favor de la permacultura

**Tabla 3.** Análisis cualitativo del estado presión - respuesta (alternativas sostenibles)

Iniciativas sostenible para la conservación de murciélagos en la Reserva Geobotánica Pululahua	Presión					TOTAL	Análisis
	Deforestación	Expansión de la frontera agrícola	Malas prácticas agropecuarias (uso de pesticidas y plaguicidas nocivos para el ambiente)	Extracción de material pétreo y minería	Eliminación de individuos de murciélagos por parte de los habitantes de la Reserva		
Mejora de pastos y forrajeo para ganado dentro de la reserva	2	2	1	0	0	5	Bajo
Educación e interpretación ambiental	2	2	2	2	2	10	Alto
Ecoturismo y otras formas de Turismo Sostenible	2	1	0	1	2	6	Medio
Reforestación con especies nativas dentro y fuera de la reserva	2	1	2	0	2	7	Medio
Monitoreo participativo	1	2	2	0	2	7	Medio
Implementación de prácticas agropecuarias sostenibles	2	2	2	0	1	7	Medio
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>44</b>	
Análisis	Alto	Alto	Alto	Medio	Alto		

---

Ponderación

Directa	Que existe una relación importante entre la respuesta y la presión	2
Indirecta	Que existe una relación poco significativa entre la respuesta y la presión	1
No Aplica	No se puede medir la relación entre la respuesta y la presión, por no ser viable su aplicación	0

Rangos

Alto	Que existe una relación importante entre la respuesta y la presión	De 9 a 11
Medio	Que existe una relación poco significativa entre la respuesta y la presión	De 6 a 8
Bajo	No se puede medir la relación entre la respuesta y la presión, por no ser viable su aplicación	Menor a 5

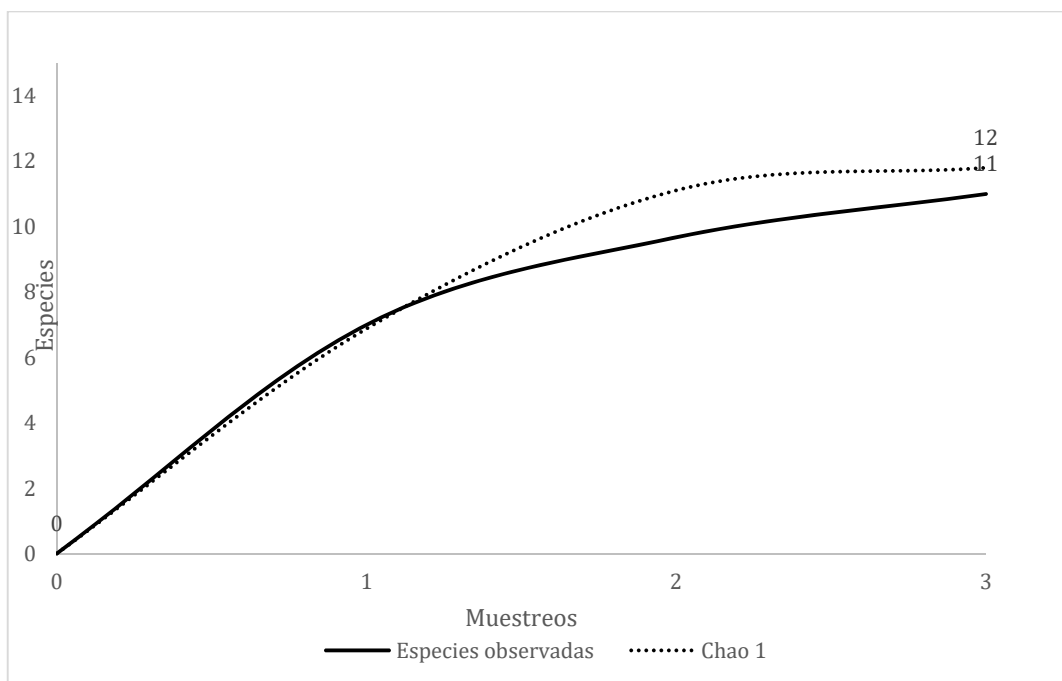
---

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1 Curva de acumulación de especies

La curva de rarefacción, con el estimador de Chao 1 basado en la abundancia de especies registradas, indica que falta una especie, para llegar a la asíntota (Figura 7), lo que muestra que el éxito del muestreo fue del 93%.

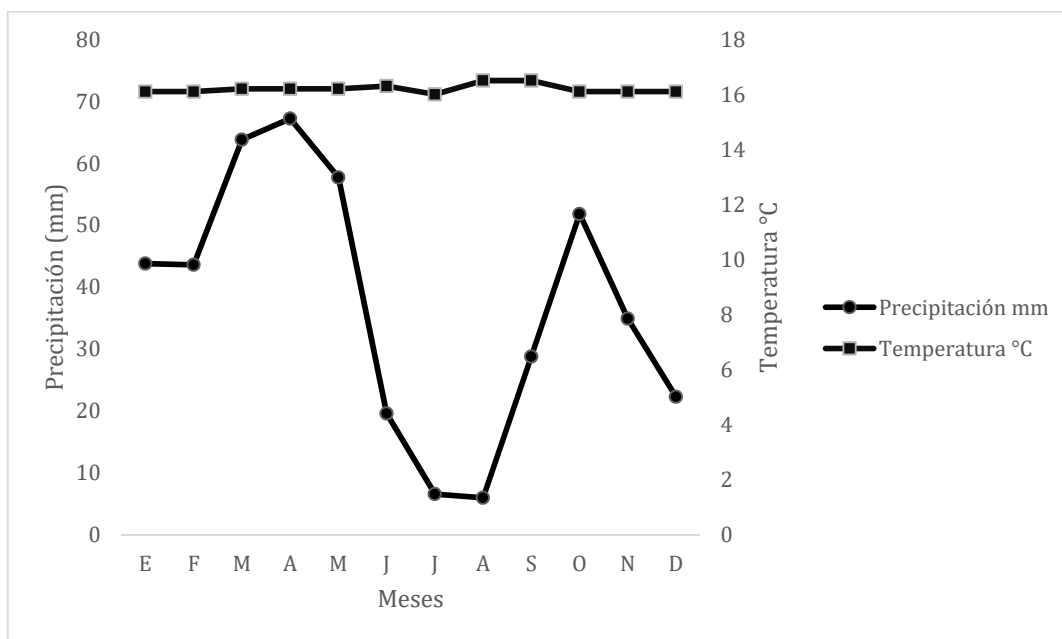


**Figura 7.** Curva de acumulación de especies de quirópteros en la RGP.

El climadiagrama muestra una baja precipitación en agosto, un incremento de lluvia en el mes de noviembre y un pico alto de lluvias para el mes de abril, confirmando así las tendencias climatológicas para que los meses puedan ser tomados como época

seca, transición y lluviosa (Figura 8). Los efectos de la estacionalidad climática determinan en gran medida los ciclos fenológicos en las plantas (Bullock *et al.*, 1995).

La Reserva Geobotánica Pululahua exhibe una distinguible estacionalidad climática y esto influye fuertemente en la flora del lugar (MAE, 2009) (Figura 8), por ende, podría tener relación con el ensamblaje de su fauna en las distintas temporadas. La respuesta de los diferentes grupos de mamíferos a este fenómeno va a depender en gran medida de su movilidad y fisiología (Chávez y Ceballos, 2001).



**Figura 8.** Temperatura y precipitación, estación meteorológica San Antonio de Pichincha (estación más cercana al área de estudio). Fuente: INAMHI. 2015

## 5.2 Composición de especies

En comparación al plan de manejo al 2011 (4 especies) en el presente estudio se registraron 11 especies, siete que se suman a las anteriores mencionadas con un acumulado de 756 horas/red. Se capturaron un total de 80 individuos, pertenecientes a 11 especies (Anexo 2), la familia Phyllostomidae presentó la mayoría de capturas (6): *Anoura peruana*, *Desmodus rotundus*, *Plathyrrinus chocoensis*, *Plathyrrinus dorsallis*, *Sturnira bogotensis*, *Sturnira erythromos*, cinco especies pertenecieron a la familia Vespertilionidae; *Eptesicus andinus*, *Histiotus montanus*, *Myotis albescens*, *Myotis keaysi*, *Myotis nigricans* (Tabla 4). Las especies más abundantes por época responden a *Sturnira erythromos* para la época seca; *Myotis keaysi* para la época de transición y *Anoura peruana* para la época lluviosa (Anexo 2).

Es posible que, por sesgos de muestreo y debido al uso de espacio que tienen ciertas especies en el bosque, se capturaron únicamente especies de dos familias, éste patrón es observado en varios estudios en el Neotrópico (Francis, 1990; Estrada *et al.*, 1993; Stoner, 2005; Pereira *et al.*, 2010; Rodríguez, 2010). Sin embargo, la variación encontrada del número de registros de las especies de quirópteros capturados se ajusta al patrón estructural que es característico de comunidades de quirópteros tropicales, donde pocas especies son abundantes y muchas son escasas (Heithaus *et al.*, 1975; Kalko, 1998).

Motivos por los que la riqueza de especies incrementa fuertemente en relación al plan de manejo estarían relacionados al tiempo de muestreo y a los períodos estacionales, en que estos se llevaron a cabo, estudios en donde el tiempo de muestreo ha sido prolongado y en sus metodologías suelen incorporar la variabilidad espacio temporal suelen tener un mayor éxito al capturar y reflejan mayor riqueza de especies (Heithaus *et al.*, 1975; Quijano, 2004; Peñalba *et al.*, 2006; Torres-Flores y López-Wilchis, 2016), que en muestreos ocasionales donde se muestrea una única vez o en una sola época (Martino *et al.*, 1997).

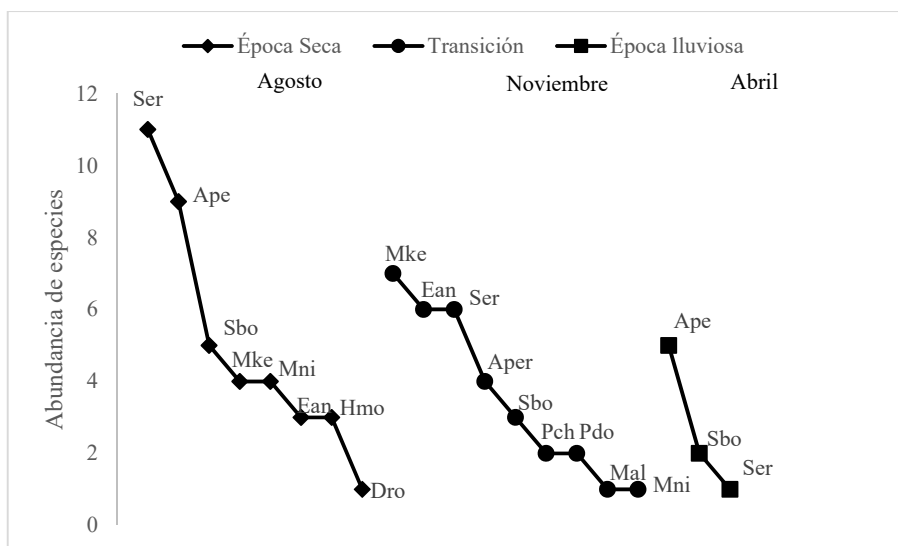
Las especies más abundantes a lo largo del estudio fueron *Sturnira erythromos* y *Anoura peruana*, mismas que se encontraron en todos los muestreos realizados (Tabla 4), estas especies cuentan con amplios rangos de distribución, *Sturnira erythromos* cumple un rol clave en la dinámica sucesional de los bosques (Romero *et al.*, 2018).

**Tabla 4.** Abundancia relativa de las especies registradas (porcentaje del total de especies por época).

Familia	Especie	Seca (Agosto 2016)	Transición (Noviembre 2016)	Lluviosa (Abril 2017)
<b>Phyllostomidae</b>	<i>Anoura peruana</i>	0.23	0.13	0.56
	<i>Desmodus rotundus</i>	0.03	0	0
	<i>Plathyrrinus chocoensis</i>	0	0.06	0.0
	<i>Plathyrrinus dorsallis</i>	0	0.06	0.0
	<i>Sturnira bogotensis</i>	0.13	0.09	0.22
	<i>Sturnira erythromos</i>	0.28	0.19	0.11
<b>Vespertilionidae</b>	<i>Eptesicus andinus</i>	0.08	0.19	0
	<i>Histiotus montanus</i>	0.05	0.00	0.11
	<i>Myotis albescens</i>	0	0.03	0.0
	<i>Myotis keaysi</i>	0.10	0.22	0.0
	<i>Myotis nigricans</i>	0.10	0.03	0.0

Como se observa en la Figura 9, en cada época muestreada existió una especie representativa, así también se observa que la composición de la época seca y de transición comparten más especies, por tanto, su composición se asemeja más en comparación a la época lluviosa.





**Figura 9.** Abundancia de especies en las distintas épocas. Ape = *Anoura peruana*, Dro = *Desmodus rotundus*, Pch = *Plathyrrinus chocoensis*, Pdo = *Plathyrrinus dorsallis*, Sbo = *Sturnira bogotensis*, Ser = *Sturnira erythromos*, Ean = *Eptesicus andinus*, Hmo = *Histiotus montanus*, Mal = *Myotis albescens*, Mke = *Myotis keaysi*, Mni = *Myotis nigricans*.

### 5.3 Índices

La época donde se encontró mayor diversidad fue la de transición, sin embargo, la diversidad en conjunto del lugar es considerada como media H (1.67). La época que refleja una mayor dominancia de especies es la lluviosa, este fenómeno de mayor dominancia se da fuertemente a los 3100 msnm. La época seca y de transición muestran una menor y similar dominancia de especies, los pisos altitudinales 1800 msnm y 2700 msnm muestran tener una estructura similar. La época que presentó una riqueza específica mayor fue la de transición, de igual manera el piso altitudinal que presentó mayor riqueza fue a los 2700 msnm. El recambio de especies fue mayor si lo relacionamos a los pisos altitudinales (0.83) que a las épocas estacionales (0.57) (Tabla 5 y 6). La alta similitud también puede estar influida por la dominancia de especies como *Sturnira erythromos* principalmente.

**Tabla 5.** Riqueza, abundancia e índices de diversidad de murciélagos en las distintas épocas estacionales.

<b>Época muestreada</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Simpson D</b>	<b>Shannon H</b>
<b>Seca</b>	8	39	0.18	1.87
<b>Transición</b>	9	32	0.15	2.01
<b>Lluvia</b>	4	9	0.38	1.15

**Tabla 6.** Riqueza, abundancia e índices de diversidad de murciélagos en los distintos pisos altitudinales.

<b>Piso altitudinal</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Simpson D</b>	<b>Shannon H</b>
<b>1800 msnm</b>	8	28	0.20	1.81
<b>2700 msnm</b>	7	33	0.23	1.66
<b>3100 msnm</b>	3	19	0.52	0.82

Con la prueba de Kruskal- Wallis aplicada para la variación estacional ( $H= 6.09$ ;  $p= 0.040 < 0.05$ ) se confirma que existen diferencias significativas en cuanto a la composición estacional de especies en la RGP. La riqueza encontrada en las diferentes épocas indica claramente que la composición de gremios se modifica por la temporada la época seca y de transición resultaron tener una composición de especies bastante similar (Figura 9), pese a ello existe una marcada diferencia en relación a la época lluviosa, uno de los factores que pudieron influir para la notable pérdida de especies en esta época son los días de lluvia durante los muestreos (Janzen, 1988; Kalko, 1998; Ávila y Fenton, 2005). Los patrones poblacionales encontrados dentro de la comunidad variaron estacionalmente, esta dinámica estuvo dada por un recambio de especies en la época lluviosa, este patrón podría mostrar sesgos al momento del muestreo, ya que las redes fueron más visibles por una leve lluvia que cayó en esta época. Las comunidades de murciélagos neotropicales son altamente dinámicas y están en constante cambio,

ajustándose a los recursos disponibles en su ambiente (Dinerstein, 1986). Sin embargo, el mismo análisis aplicado para la variación respecto a pisos altitudinales ( $H=2.64$ ;  $p=0.23 > 0.05$ ) mostro que no existieron diferencias significativas, varios estudios muestran que el patrón temporal tiene fuerte influencia en la composición de comunidades de murciélagos (Ramos *et al.*, 2010; García-García y Santos-Moreno, 2014).

**Tabla 7.** Resultados de la prueba de t modificada por para estacionalidad y pisos altitudinales. Las tonalidades rojas señalan los resultados menores a  $p= 0,05$

Msnm/ época	1800 S	1800 T	1800 L	2700 S	2700 T	2700 L	3100 S	3100 T	3100 L
1800 S	0								
1800 T	0,12	0							
1800 L	0,632	0,101	0						
2700 S	0,594	0,029	0,899	0					
2700 T	0,089	0,999	0,086	0,009	0				
2700 L	-	7,56E-10	0,006	1,67E-10	1,20E-10	0			
3100 S	5,32E-10	7,56E-10	0,006	1,67E-10	1,19E-10	1	0		
3100 T	5,33E-10	7,56E-10	0,006	1,67E-10	1,19E-10	1	-	0	
3100 L	0,524	0,042	0,959	8,15E-01	0,025	0,0003	0,003	0,0003	0

S= época seca; T= transición; L= época lluviosa.

Para determinar la significancia se utilizó la Prueba de t de Hutcheson, los resultados de casi todos los pisos altitudinales mostraron valores menores al alfa (0,05) en las tres temporadas muestreadas; lo que significa que existe una diferencia significativa en la diversidad de la mayoría de estos lugares; sin embargo, a los 1800 msnm en las tres temporadas, se observa que se tiene un valor mayor al p lo que significa que no existe diferencia estadística, estas diferencias se relacionan fuertemente a los 3100 msnm y en las estaciones seca y transición (Tabla 7). Pese a ello varios de los datos obtenidos no son comparables, debido al bajo o nulo registro de especies es las diferentes temporadas y pisos altitudinales. Estos datos nos dicen que el ensamblaje de esta comunidad se ve influenciado por la época climática, algunos de los factores más importantes que influyen en la riqueza y diversidad de murciélagos son la disponibilidad de recursos alimentarios, la temperatura y la precipitación (Arita 1993; Wang *et al.*, 2003). La estructura de la comunidad de murciélagos de la RGP, tiene estrecha relación con la regla de Rapoport

aplicada a gradientes altitudinales, que menciona que la diversidad encontrada será inversamente proporcional a la altitud muestreada, esto no solo se debería a la variación de condiciones climáticas a las que los murciélagos deben enfrentarse sino también al contexto geográfico y diversidad de la vegetación, las mismas que afectan directamente a la riqueza de especies que influenciaría la riqueza local (Patterson, 1987; Patterson, 1990; Stevens, 1992).

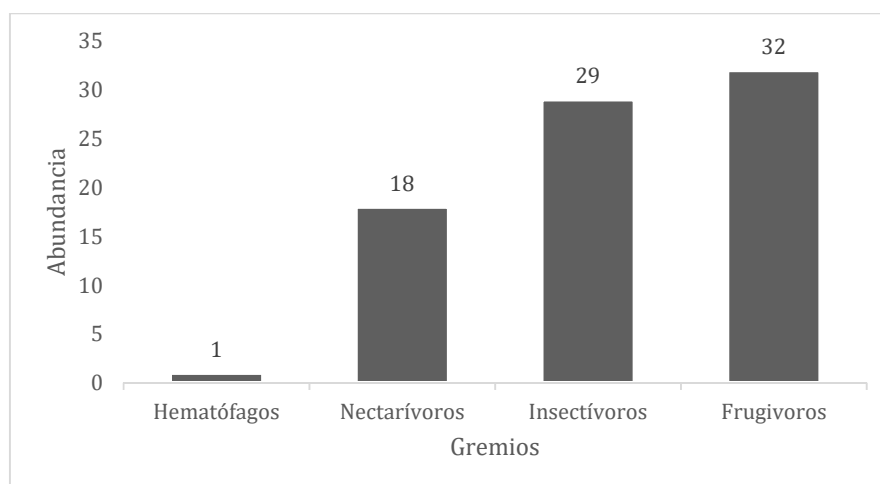
Debido que no registran estudios cercanos a la zona en que se desarrolló este trabajo se tomaron como referencia los estudios más cercanos encontrados, sin embargo, las áreas difieren en ecosistemas y altitudes; en el estudio de Jarrín y Fonseca al 2001, en las reservas de Guajalito (bosques nublados) se registran 23 especies; Jarrín en el mismo año realiza un estudio en Otonga donde encuentra a 20 especies de murciélagos. En el estudio de Lee *et al.*, 2006 se registra un número similar al obtenido en el presente estudio (13 especies encontradas), Lee y colaboradores, para el 2010 lleva a cabo un estudio en Imbabura, noroccidente del país en donde encuentra 22 especies de murciélagos, Tirira para el 2008 realiza un inventario de las especies que potencialmente estarían en los bosques nublados del noroccidente del Ecuador y esta cifra asciende a las 85 especies, no obstante, hay que tener en cuenta que los estudios mencionados anteriormente tienen rangos altitudinales más bajos en los que se llevaron a cabo los muestreos. Por ello es conocido que en varias especies ocurre este fenómeno; la riqueza de especies es inversamente proporcional a la altitud (Stevens, 1992; Gentry, 1995; Navarro y León-Paniagua, 1995; Patterson *et al.*, 1996; Sánchez-Cordero, 2001), futuros muestreos en otros sitios de la RGP, incrementará la información y el número de especies que aquí se reportada.

#### **5.4. Análisis de Gremios**

El gremio mejor representado a lo largo el estudio fue el de los frugívoros, seguido por el de los insectívoros pese a ello un gremio fue el dominante para cada época estacional, para la época seca los frugívoros estuvieron por sobre los otros gremios; en la

época de transición los insectívoros dominaron y para la época lluviosa los nectarívoros fueron los mejores representados (Figura 10).

Dentro de la composición de especies a lo largo de las tres temporadas muestreadas se observó que cada una de ellas tiene una especie representativa (Figura 8), esto demostraría cómo se están segregando las distintas poblaciones de esta comunidad en espacio y tiempo, este hecho se replica en otros estudios que explican como la dinámica de estos organismos se ve afectada según los recursos disponibles (Wolda, 1978; Soriano, 2000; Peterson *et al.*, 2011). El patrón de segregación de especies está en relación directa con la distribución diferencial de las fuentes de alimento disponibles, así las oportunidades de alimentación ofrecidas en cada época son usadas de forma diferente por las especies existentes (Begon *et al.*, 1990).



**Figura 10.** Individuos pertenecientes a los diferentes gremios tróficos encontrados a lo largo del estudio.

En este estudio se puede observar una dominancia del grupo de frugívoros; este patrón también se observa en estudios realizados en zonas neotropicales (Rivas-Pava *et al.*, 1996; Soriano, 2000; Cardona *et al.*, 2010; Carvalho *et al.*, 2013; Ramírez *et al.*, 2017). Los frugívoros, suelen forrajear en áreas donde el sotobosque es poco denso, este

patrón se observó en el presente estudio, lo que les permite tener un mejor desplazamiento y forrajear fácilmente (Castro-Luna *et al.*, 2007; Hayes y Gruver, 2000; Castro-Luna *et al.*, 2011).

## 5.5 Estado de conservación

Todas las especies registradas se situaron bajo alguna categoría de amenaza, sin embargo, dos de ellas se ubicaron en peligro y vulnerable (Tabla 8).

**Tabla 8.** Especies según registradas la clasificación de la UICN.

Nombre común	Nombre científico	Estado UICN	Libro rojo de mamíferos
Murciélago de nariz ancha del Chocó	<i>Plathyrrinus chocoensis</i>	<b>Vulnerable</b>	<b>En peligro</b>
Murciélago de nariz ancha de Thomas	<i>Plathyrrinus dorsallis</i>	Preocupación menor	<b>Vulnerable</b>
Murciélago longirostro peruano	<i>Anoura peruana</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Murciélago vampiro común	<i>Desmodus rotundus</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Murciélago de hombros amarillos de Bogotá	<i>Sturnira bogotensis</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Murciélago peludo de hombros amarillos	<i>Sturnira erythromos</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Murciélago marrón andino	<i>Eptesicus andinus</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Murciélago marrón orejón andino	<i>Histiotus montanus</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Murciélago vespertino de vientre blanco	<i>Myotis albescens</i>	Preocupación menor	Preocupación menor

Murciélago vespertino de patas peludas	<i>Myotis keaysi</i>	Preocupación menor	Preocupación menor
Murciélago vespertino negro	<i>Myotis nigricans</i>	Preocupación menor	Preocupación menor

---

Las estrategias que se proponen aportarán a la conservación de quirópteros en la RGP, atacando los puntos más débiles que tiene la reserva, estas estrategias están basadas en la propuesta para la conservación de murciélagos de América latina y el Caribe RELCOM y el Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador, es necesario actuar de manera eficaz para las problemáticas a nivel global en términos de conservación de este grupo. Según el análisis cualitativo del estado presión – respuesta (Tabla 3), la deforestación es la presión más significativa en términos de conservación para los murciélagos de la Reserva, la iniciativa que expresa mayor peso es la educación e interpretación ambiental.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

- En cuanto a las estrategias de conservación se propusieron tres metas con sus respectivos objetivos e indicadores, las problemáticas que fueron más importantes en términos de conservación y por ende en los que se debería trabajar a corto plazo son: la deforestación y la educación e interpretación ambiental, ya que se refleja un efecto directo sobre esta comunidad (quirópteros).
- Se evidenció que los patrones poblacionales se vieron influenciados por las diferentes épocas muestreadas.
- La familia Phyllostomidae estuvo presente en todos los sitios y épocas estudiadas.
- El 18% de las especies de este estudio están en categorías alarmantes como vulnerables y en peligro según el Libro rojo de mamíferos, mientras que el restante 82% se han incluido bajo la categoría de preocupación menor, por lo que se debe tomarse en cuenta las estrategias aquí planteadas para que este grupo de especies no tenga un ascenso a categorías más alarmantes, no existe ninguna especie de murciélago que no esté incluida en alguna categoría de manejo (Tirira, 2011).
- El gremio mejor representado a lo largo del estudio fue el de los frugívoros, seguido de los insectívoros, nectarívoros y finalmente hematófagos, en términos de conservación este patrón es positivo debido a que una alta tasa de frugívoros representa una alta dispersión de semillas en el bosque ayudando a la revegetación natural del lugar, los insectívoros están actuando como controladores naturales de poblaciones de insectos (plagas), los nectarívoros cumplen el rol de la polinización en plantas de la reserva, y finalmente un escaso número de hematófagos es el reflejo de la actividad ganadera que se desarrolla en el lugar.
- Este constituye el primer aporte en cuanto a estudios de murciélagos para la Reserva, de igual manera sumará información para el noroccidente del país, ayudará significativamente a comprender mejor la dinámica de murciélagos en las estribaciones andinas del noroccidente del Ecuador.



## 6.2 Recomendaciones

- Del cien por ciento (11) de las especies identificadas en la RGP; este estudio aportó con siete de nuevos registros, con una diversidad general media ( $H' = 1.7$ ), por lo cual es importante repetir este muestreo en años futuros, y de ser posible ampliar el rango de muestreo, el número de días (esfuerzo de muestreo), para ver la evolución de esta comunidad en el tiempo.
- Con el desarrollo de nuevos estudios, se espera que la diversidad de murciélagos de la RGP, pueda ser similar a la encontrada en otros sitios, que presentan condiciones similares en el país.
- Generación de campañas de concientización ambiental, sobre servicios ecológicos que los murciélagos cumplen en esta zona, en busca de la abolición de los mitos y prejuicios que se cree que comúnmente que causan los murciélagos, educar a la gente del sector en cuanto a cómo evitar la colonización en sus domicilios.
- Realizar campañas de revegetación y de reforestación con especies nativas en las áreas intervenidas de la reserva y en la Zona de Amortiguamiento de la misma.
- Se recomienda el uso de plaguicidas amigables con el entorno, ya que uno de los servicios ecosistémicos que los murciélagos brindan es el control de plagas (insectívoros).

## LITERATURA CITADA

- Aguiar, L., y Marinho-Filho, J. (2004). Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21:385-390
- Aguirre, L., Lens, L., Van Damme, R., y Matthyssen, E. (2003). Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a Neotropical savanna in Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 19:367-374.
- Albuja, L. (1999). Murciélagos del Ecuador. 2da Edición. Cicetronic Cia. Ltda. Quito, Ecuador. 288 pp.
- Albuja, L., y Mena, P. (2004). Quirópteros de los bosques húmedos del occidente de Ecuador. *Revista Politécnica Biología* 5 25:19-96.
- Arguero, A., Jiménez-Robles, O., Sánchez-Karste, F., Baile, A., Cadena, G., y Barboza, K. (2012). Observaciones sobre dispersión de semillas por murciélagos en la alta Amazonía del sur de Ecuador. Pp. 37-46. En: Tirira, D y S. Burneo (Eds.). *Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador*. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador. Quito.
- Arita, H. T. (1991). Spatial segregation in Long-nosed bats, *Leptonycteris nivalis* and *Leptonycteris curasoae*, in Mexico. *Journal of Mammalogy* 72: 706-714.
- Arita, H. T. (1993). Riqueza de especies de la mastofauna de México. Pp. 109-125 en *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (Medellín, R. A., y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. Ciudad de México, México.
- Arita, H. T., y Santos, K. (1999). Conservation biology of nectar feeding bats in México. *Journal of Mammalogy* 80: 31-41.

- Begon, M., Harper, J.L., y Townsend, C.L. (1990): «The Nature of the Community», en M. Begon, J.L. Harper y C.L. Townsend (eds.), *Ecology: Individuals, Populations and Communities*, 2.o ed., Blackwell, Massachusetts, 633-645pp.
- Bernard, E., y Fenton, M. (2002). Species diversity of bats (Chiroptera: Mammalia) in forest fragments in Central Amazonia, Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 80: 1124–1140 (4).
- Brito, J., Pozo-Zamora, G., Freire, E., y Cerón, C. (2017). Flores comunes de la Reserva Geobotánica Pululahua. Field Museum of Natural History. Chicago. 846.
- Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. (2018). Mamíferos del Ecuador. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/>>, 18 de junio de 2018.
- Burgin, C., Colella, J., Kahn, P., y Upham, N. (2018). How many species of mammals are there? *Journal of Mammalogy* 99(1): 1–14.
- Burneo, S. F., y Tirira, D. (2014). Bats of Ecuador: an analysis of patterns of richness, distribution, and conservation issues. *Therya*. 5(1).
- Burneo, S. F., Proaño, M., y Tirira, D (eds). (2015). Plan de acción para la conservación de los murciélagos del Ecuador. Programa para la conservación de los murciélagos del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Boada, C. (2008). Composición y diversidad de la mastofauna en cuatro localidades de la provincia del Carchi dentro del área de intervención del proyecto GISRENA. En: Boada, C. y J. Campaña (Eds.). *Composición y diversidad de la flora y la fauna en cuatro localidades en la provincia del Carchi: Un reporte de las evaluaciones ecológicas rápidas*. EcoCiencia y GPC. Quito.
- Bullock., H., Mooney, A., y Medina, S. E. (eds.) (1995). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press. Cambridge, Gran Bretaña.
- Castro-Luna, A. A., Castillo-Campos, G., y Sosa, V. (2011). Effects of selective logging and shifting cultivation on the structure and diversity of a tropical evergreen forest in South-Eastern Mexico. *Journal of Tropical Forest Science*, 23, 17–34.

- Castro-Luna, A. A., Sosa, V., y Castillo-Campos, G. (2007). Bat diversity and abundance associated with the degree of secondary succession in a tropical forest mosaic in South-Eastern Mexico. *Animal Conservation*, 10, 219–228.
- Cerón, C. (1993). Plantas útiles de la Reserva Geobotánica del Pululahua. Pichincha, Ecuador. *Hombre y Ambiente* (25): 9–72.
- Cerón, C. (2004). Reserva Geobotánica del Pululahua. Formaciones vegetales, diversidad, endemismo y vegetación. Pichincha, Ecuador. *Cinchonia* 5, 1-109.
- Clarke, F., Pio, D., y Race, P. (2005). A comparison of logging systems and bat diversity in the Neotropics. *Conservation Biology* 19:1194-1204.
- Charles-Dominique, P., y Cockle, A. (2001). Frugivory and seed dispersal by bats. Pp. 207-216. En: Bongers, F., P. Charles-Dominique, P. M. Forget y M. Thery. (eds). *Nouragues. Dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical rainforest.* Kluwer Academic Publishers.
- Chávez, C., y Ceballos, G. (2001). Diversidad y abundancia de murciélagos en Selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 5: 27-44.
- Curtis, H., Bolaños, P., Aráoz, J., y Behrens, V. (2008). *Biología*. 7° edición. Buenos Aires. Medica Panamericana. 1160pp.
- Colwell, R. K., Gotelli, N., Ashton, L., Beck, J., Brehm, G., Fayle, T., Fiedler, K., Forister, M., Kessler, M., Kitching, L., Klimes, P., Kluge, J., Longino, T., Maunsell, S., McCain, C., Moses, J., Noben, S., Sam, K., Sam, L., Shapiro, A., Wang, X., y Novotny, V. (2016). Midpoint attractors and species richness: Modeling the interaction between environmental drivers and geometric constraints. *Ecology Letters* 19:1009–1022.
- Dinerstein, E. (1986). Reproductive ecology of fruit bats and the seasonality of fruit production in a Costa Rican cloud forest. *Biotropica* 18:207-318.

- Estrada, A., Coates-Estrada, R., y Meritt, D. (1993). Bat species richness and abundance on tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at los Tuxtlas, Mexico. *Ecography* 16: 309-318.
- FAO. (2016). El estado de los bosques del mundo 2016. 1st ed. (FAO, editor.). Roma <<http://www.fao.org/3/a-i5850s.pdf>. >, 25 de enero de 2018.
- Fenton, M., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M., Merriman, C., Obrist, M., y Syme, D. (1992). Phyllos tomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 24: 440–446.
- Fleming, T.H., y Sosa, V.J. (1994). Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy* 75(4):845-851.
- Fleming, T. H. (1988). The short-tailed fruit bat: a study in plantanimal interactions. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. 380 p.
- Fleming, T. H., Geiselman, C., y Kress, J.W. (2009). The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany*. 104: 1017-1043.
- Fujita, M.S., y Tuttle, M.D. (1991). Flying foxes (Chiroptera: Pteropodidae): threatened animals of key ecological and economic importance. *Conservation Biology*. 5:455–463.
- Francis, C. (1990). Trophic structure of bat communities in the understory of lowland dipterocarp rainforest in Malaysia. *Journal of Tropical Biology and Ecology*, 13:293-349.
- García-García, J., y Santos-Moreno, A. (2014). Variación estacional en la diversidad y composición de ensambles de murciélagos filostómidos en bosques continuos y fragmentados en Los Chimalapas, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 228-241
- Gentry, A.H. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forests. En S.P. Churchill et al., eds. *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. Proceedings. Nueva York, The New York Botanical Garden. 103-126pp.

- Granizo, T., Molina, M., Secaira, E., Herrera, B., Benítez, S., Maldonado, O., Libby, M., Arroyo, P., Isola, S., y Castro, M. (2006). Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito: TNC y USAID.
- Goldman, L., y Henson, O. (1977). Prey recognition and selection by the constant frequency bat, *Pteronotus, P. parnellii*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2: 411– 419.
- Guayasamín, J., y Bonaccorso, E. (Eds.). (2011). Evaluación Ecológica Rápida de la Biodiversidad de los Tepuyes de la cuenca alta del Río Nangaritza, Cordillera del Cóndor, Ecuador. Conservación Internacional. Quito, Ecuador.
- Hammer, O., Harper, D., y Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological software package for education and data analysis. *Paleontología electrónica* 4: 1-9.
- Hayes, J., y Gruver, J. (2000). Vertical stratification of bat activity in an Old-Growth Forest in Western, Washington. *Northwest Science* 74 (2): 102-108.
- Heithaus, R. E., Fleming, T.H., y Opler, P.A. (1975). Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56:841-854.
- Ingle, N. (2003). Seed dispersal by wind, birds, and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. *Oecologia* 134:251-261.
- INAMHI. (2015). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología Quito: INAMHI. 1963-2010 Anuarios y Documentos.
- Janzen, D. H. (1988). Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. Pp.130-137, en: *Biodiversity*. (E. O. Wilson, ed). National Academy Press, Washington, D. C.
- Jarrín, P. (2001). Mamíferos en la niebla Otonga, un bosque nublado del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Jarrín, P., y Fonseca, R. (2001). Composición y estructura de la comunidad de murciélagos de dos bosques nublados de las estribaciones occidentales de los Andes. *Epiphytes and canopy fauna of the Otonga Rain. Forest*. Ecuador.

- Jones, G., Jacobs, D.S., Kunz, T.H., Willig, M.R., y Racey, P.A. (2008). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered species Research*. Vol. 8: 95-115.
- Kalko, E., Handley, H., y Handley, D. (1996). Organization, diversity and long term dynamics of a Neotropical bat community. *Long-term studies of vertebrate communities*. Academic Press, San Diego.
- Kalko, E. (1998). Organization and diversity of tropical bat communities through space and time. *Zoology*, 101, 281–297.
- Korner, C. (2007). The use of ‘altitude’ in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 569–57.
- Kunz, T., Braun, E., Bauer, D., Lobova, T., y Fleming, T.H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *New York Academy Sciences*, 1223, 1-38.
- Lee, T. E., Parker, J.B., y Alvarado-Serrano, D, F. (2006). Results of a mammal survey of the Tandayapa valley, Ecuador. *Occasional Papers of the Museum of Texas Tech University* 250:1-9.
- Lobova, T. A., Mori, S. A., Blanchard, F., Peckham, H., y Charles-Dominique, P. (2003). *Cecropia* as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany*, 90(3):388-403.
- Magurran, A.E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Martino, G.A., Aranguren, J. y Arends, A. (1997). Los quirópteros asociados en la cueva de Piedra Honda (Península de Paraguana, Venezuela): su importancia como reserva biológica. *Act. Cient. Venez.* 48: 182-187.
- Ministerio del Ambiente, Dirección Provincial del Ambiente de Pichincha. (2011). Plan de Manejo Pululahua- Documento Borrador, 23 de octubre. Quito- Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Quito, Subsecretaría de Patrimonio Natural.

- Medellín, R., Equihua, M., y Amin, M. (2000). Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology* 14:1666-1675.
- Meyer, C., Frund, J., Pineda-Lozano, W., y Kalko, E. (2008). Ecological correlates of vulnerability to fragmentation in Neotropical bats. *J Appl Ecol*; 45:381-391.
- Montero, J., y Espinoza, C. (2005). Murciélagos filostómidos (Chiroptera, Phyllostomidae), como indicadores del estado de hábitat en el Parque Nacional Piedras Blancas, Costa Rica. 24 pp.
- Moreno, N. (1984). *Glosario Ilustrado*. Compañía Editorial Continental S.A. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. México. 300p.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Zaragoza, La Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Muchhala, N., y Jarrín, P. (2002). Flower visitation by bats in Cloud Forests of western Ecuador. *Biotropica*, 34(3), 387-395.
- Muñoz-Saba, Y., y Alberico, M. (2004). Mamíferos en el Chocó Biogeográfico. In: Rangel-Ch JO, editor. Colombia, Diversidad Biótica IV: El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica. Bogotá DC: Universidad Nacional de Colombia. p. 559–589.
- Muscarella, R., y Fleming, T.H. (2007). The role of frugivorous bats in tropical forest succession. *Biological Reviews* 82:1-18.
- Navarro, D., y León-Paniagua, L. (1995). Community structure of bats along an altitudinal gradient in tropical eastern Mexico. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1:9-21.
- Ochoa, J. (1992). Venezuela Bats: a case for conservation. *BATS*, 10:10-13.
- Patterson, B.D. (1987). The principle of nested subsets and its implications for biological conservation. *Conservation Biology*. 1:4 323-334.
- Patterson, B.D. (1990). On the temporal development of nested subsets patterns of species composition. *Oikos*.9 330-342.



- Patterson, B.D., Pacheco, V., y Solari, S. (1996). Distribution of bats along an elevational gradient in the Andes of Southeastern Peru. *Journal of Zoology* 240:637-658.
- Peñalba, C., Molina-Freaner, F., y Larios-Rodríguez, L. (2006). Resource availability, population dynamics and diet of nectar-feeding bat *Leptonycteris curasoae* in Guaymas, Sonora, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 15:3017-3034.
- Pereira, M., Marques, J., y Palmeirim, J. (2010). Vertical stratification of bat assemblages in flooded and unflooded Amazonian forests. *Current Zoology* 56 (4): 469-478.
- Peterson, A., Soberón, J., Pearson, R., Anderson, R., Martínez, M., Nakamura, M., y Araújo, M. (2011). *Ecological niches and geographic distributions*. Princeton University Press. Princeton, EE.UU.
- Quijano, R.H. (2004). Aspectos poblacionales de *Mormoops megalophylla* (Chiroptera: Mormoopidae) en un ambiente de selva baja caducifolia en el estado de Puebla. Tesis de Licenciatura, UNAM, México D.F., México.
- Ramos, M., Marques, J., y Palmeirim, J. (2010). Ecological responses of frugivorous bats to seasonal fluctuation in fruit availability in Amazonian Forests. *Biotropica* 42:680-687.
- RELCOM. (2011). Criterios y normativa para el establecimiento de Áreas Importantes para la Conservación de los Murciélagos (AICOMs) y Sitios Importantes para la Conservación de los Murciélagos (SICOMs). Cochabamba – Bolivia.
- Romero, V., Boada, C. y Narváez, V. (2018). *Sturnira erythromos*. En: Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. Vallejo, A. F. (eds). *Mamíferos del Ecuador*. Version (2018). Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://www.bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Sturnira%20erythromos>, 18 de junio de 2018.
- Rodríguez, M. (2010). Bats from a forest in the Central Andes of Colombia with notes on their taxonomy and distribution. *Caldasia* 32(1):167-182.
- Rowell, H.C. (1990) Euthanasia: acceptable and unacceptable methods of killing, Ch. 21. In: *Experimental Animals in Biomedical Research*, Vol. 1. pp 31-91.

- Ruíz, A., Santos, M., Soriano, P.J., Cavelier, J., y Cadena, A. (1997). Relaciones Mutualísticas entre el Murciélago *Glossophaga longirostris* y las Cactáceas Columnares en la Zona Árida de La Tatacoa, Colombia. *Biotropica* 29(4):469–479.
- Salas, J. (2010). Diversidad y Ecología de los quirópteros (Chiroptera), como Indicadores del Estado de Conservación de la Reserva de Producción de Fauna “Manglares El Salado”. Tesis Mag. Sc. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. Ecuador. 80 pp.
- Sánchez-Cordero, V. (2001). Elevational gradients for bats and rodents. *Global Ecology and Biogeography* 10:63-76.
- Schulze, M., Seavy, N., y Whitacre, D. (2000). A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed Neotropical forest and forest fragments of a flash-and-burn farming mosaic in Peten, Guatemala. *Biotropica* 31(1):174-184.
- Sierra, R., Campos, F., y Chamberlin, J. (2002). Assessing biodiversity conservation priorities: ecosystem risk and representativeness in continental Ecuador. *Landscape and Urban Planning* 59 (2), 95-110.
- Silva, A., Gaona, O., y Medellín, R. (2008). Diet and trophic structure in a community of fruit-eating bats in lacandon forest, México. *Journal of Mammalogy* 89 (1): 43-49.
- Simmons, N. (2005). Order Chiroptera. En Wilson DE y Reeder DM (Eds.), *Mammal Species of the World*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 312–529.
- Simmons, N. (2009). Origen y evolución de los murciélagos. *Investigación y Ciencia* (390): 64-72.
- Soriano, P.J. (2000). Functional structure of bat communities in tropical rainforests and andean cloud forests. *Ecotropicos*, 13(1):1–20.
- Stevens, G.C. (1992). The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport’s latitudinal rule to altitude. *American Naturalist* 140:893-911.

- Stoner, K.E. (2005). Phyllostomid bat community structure and abundance in two contrasting dry forest. *Biotropica* 37(4): 591-599.
- The Nature Conservancy. (2005). Esquema de las cinco S para la conservación de sitios. Manual de planificación para la conservación de sitios y la medición del éxito en la conservación. Obtenido desde: [https://www.conservationgateway.org/Documents/TNC\\_CAP\\_Basic\\_Practices\\_Spanish\\_1.pdf](https://www.conservationgateway.org/Documents/TNC_CAP_Basic_Practices_Spanish_1.pdf) . Consultado el 10 de abril de 2018.
- Tirira, D. (2007). Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélagos Blanco. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Quito. 576pp.
- Tirira, D., y Boada, C. (2009). Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi, Ecuador. *Bol. Téc. 8, Ser. Zool. 3 - 4*: 1-24.
- Tirira, D. (2011). Libro Rojo de los Mamíferos del Ecuador. 2ª edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Quito. 400pp.
- Tirira, D. (2012). Revisión histórica de los murciélagos en el Ecuador. Pp. 17-32. En: Tirira, D y Burneo, S. (Eds.). Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador. Quito.
- Tirira, D. (2017). Mamíferos del Ecuador: lista actualizada de especies. Asociación Ecuatoriana de Mastozoología y Fundación Mamíferos y Conservación. Quito. Ecuador.
- Tschapka, M. (2004). Energy density patterns of nectar resources permit coexistence within a guild of neotropical flower-visiting bats. *Journal of Zoology* 263:7-21.
- Torres-Flores, J.W., y López-Wilchis, R. (2010). Condiciones microclimáticas, hábitos de percha y especies asociadas a los refugios de *Natalus stramineus* en México. *Act. Zool. Mexic.* 26: 191-213.

- Toscano, G., y Burneo, S. (2012). Efecto de borde sobre murciélagos filostómidos en la Amazonía ecuatoriana. Pp. 47-60. En: Tirira, D y S. Burneo (Eds.). Investigación y conservación sobre murciélagos en el Ecuador. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Asociación Ecuatoriana de Mastozoología. Publicación Especial sobre los Mamíferos del Ecuador. Quito.
- UICN, (2018). IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Disponible en: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Consultado: 2018.
- Valdivieso- Bermeo, K., y Brito, J. (2018). Reserva Geobotánica Pululahua, Pichincha, ECUADOR. Common Pollen Grains of Chaupisacha, Pondoña y Moraspungo. Field Museum of Natural History. Chicago. 987.
- Valiente-Banue, T. (2002). Vulnerabilidad de los sistemas de polinización de cactáceas columnares de México. *Revista Chilena de Historia Natural* 75:99-104.
- Viveros, J. (2010). Diversidad Alfa y Beta de los murciélagos de hoja nasal (Phyllostomidae) en Xpujil, Campeche. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. Campeche, México. 57 p.
- Voss, R. S. (2009). Mammals of South America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. Book Review. *J Mammal* 90(2):521-523.
- Wang, H. G., Owen, R. D., Sánchez-Hernández, O., y Romero-Almaraz, M.D. (2003). Ecological characterization of bat species distributions in Michoacán México, using a geographic information system. *Global Ecology and Biogeography* 12:65-85
- Wilson, D. E. (1996). Neotropical bats: a checklist with conservation status. Pp: 167-177. En: Gibbons, A. C. (ed). *Neotropical Biodiversity and Conservation*. Mildred E. Mathias Botanical Garden, California.
- Wilson, D. E., Ascorra, C. F., y Solari, S.T. (1996). Bats as indicators of habitat disturbance. En: D. E. Wilson, A. Sandaval, Editors. *Manu: the bio-diversity of south-eastern Perú* Lima: Editorial Horizonte. p. 613-625.

Wilson, D. E., y Reeder, D. (eds). (2005). *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd Ed), Johns Hopkins University Press. 2.142 pp.

Wolda, H. (1978). Fluctuations in abundance of tropical insects. *American Naturalist* 112:1017-45.

Zar, H. (1996). *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey. 718 pp.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS

**Abundancia relativa.** - La abundancia puede ser medida de tres maneras: como el número total de animales de toda una población, como el número de animales por unidad de área (densidad absoluta), y como la densidad de una población en relación con otra o con sí misma en otro momento (densidad relativa) (Curtis *et al.*, 2008).

**Biodiversidad.** - Es el contenido biológico total de organismos que habitan un determinado paisaje, incluyendo su abundancia, su frecuencia, su rareza y su situación de conservación. (Sinónimo: diversidad biológica) (Curtis *et al.*, 2008).

**Comunidad.** - Conjunto de diferentes poblaciones, con diferentes características y que comparten un mismo ecosistema (Curtis *et al.*, 2008).

**Ecolocación.** - Sistema de ubicación desarrollado por algunos mamíferos (murciélagos y cetáceos) que consiste en la emisión de ultrasonidos para determinar la posición de objetos y presas mediante la reflexión del eco producido por el rebote de las ondas de dichos objetos (Moreno, 1984).

**Mastozoología.** - Es la rama de la zoología dedicada al estudio de los mamíferos (Moreno, 1984).

**Neotrópico.** - Región biogeográfica que incluye casi toda América del Sur, Centroamérica, Antillas, una parte de Estados Unidos y una parte de México (Curtis *et al.*, 2008).

**Quirópteros.** - Murciélagos (Moreno, 1984).

**Quiropterofauna.** - Porción faunística compuesta solamente por murciélagos (Moreno, 1984).

**Red de neblina.** - También conocida como red japonesa o red de neblina, es un sistema para atrapar a los animales que vuelan, principalmente aves y murciélagos (Moreno, 1984).

**RGP:** Reserva Geobotánica Pululahua

**RELCOM:** Red Latinoamericana para la Conservación de Murciélagos.

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

## **ANEXOS**



**Anexo 1.** Listado de especímenes de referencia colectados en la Reserva Geobotánica Pululahua, depositados en la División de Mastozoología del INABIO (DMMECN).

*Anoura peruana* (7). - (DMMECN 5152-61-62-5227-5447-49).

*Eptesicus andinus* (5). - (DMMECN 5155-56-58-5223-25).

*Myotis albescens* (1). - (DMMECN 5222)

*Myotis keaysi* (4). - (DMMECN 5154-57-60-63).

*Myotis nigricans* (1). - (DMMECN 5153).

*Plathyrrinus chocoensis* (1). - (DMMECN 5221).

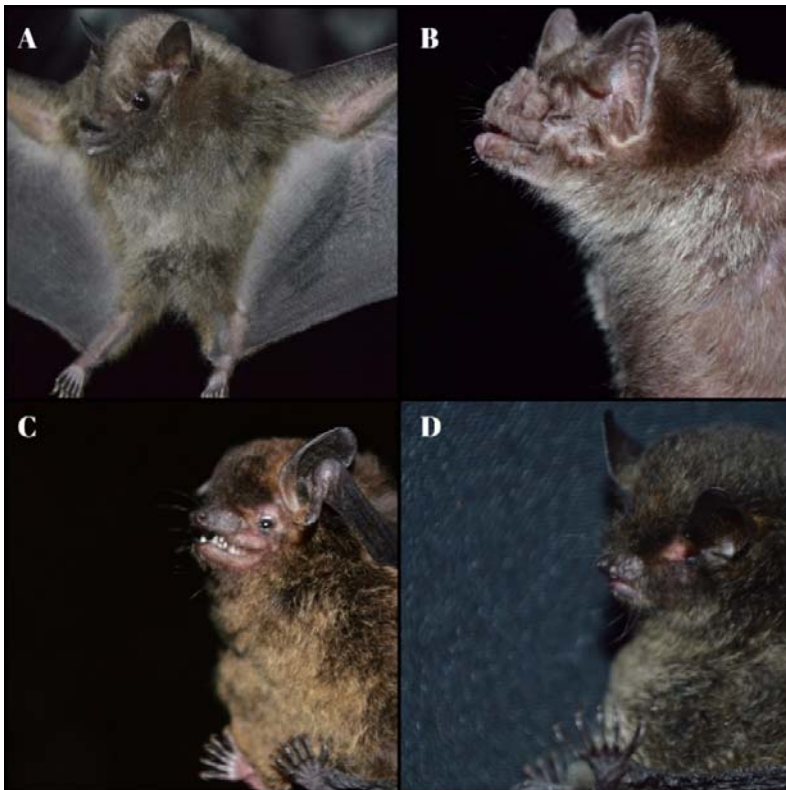
*Plathyrrinus dorsallis* (1). - (DMMECN 5220).

*Histiotus montanus* (2). - (DMMECN 5151-5448).

*Sturnira erythromos* (6). - (DMMECN 5144-46-47-48-49-50).

*Sturnira bogotensis* (4). - (DMMECN 5145-59-64-5224)

**Anexo 2.** Murciélagos colectados de la Reserva Geobotánica Pululahua. A = *Anoura peruana* (DMMECN 5162); B = *Desmodus rotundus* no colectado; C = *Eptesicus andinus* (DMMECN 5156); D = *Myotis nigricans* (DMMECN 5153); E. *Myotis albescens* DMMECN 5222; F = *Histiotus montanus* (DMMECN 5151); G = *Myotis keaysi* (DMMECN 5154); H = *Plathyrrinus chocoensis* (DMMECN 5221); I = *Plathyrrinus dorsallis* (DMMECN 5220); J = *Sturnira bogotensis* (DMMECN 5145); K = *Sturnira erythromos* (DMMECN 5147). Fotografías: K. Valdivieso-Bermeo





**Anexo 3.** Parte del equipo que colaboró en el levantamiento de información de campo

